



La Concepción 322, Of. 902, Providencia, Santiago  
Teléfono: +56 (2) 2235 06 05  
e-mail: [contacto@certificacionsustentable.cl](mailto:contacto@certificacionsustentable.cl)  
[www.certificacionsustentable.cl](http://www.certificacionsustentable.cl)

# **CES** **Edificios de** **Uso Público**

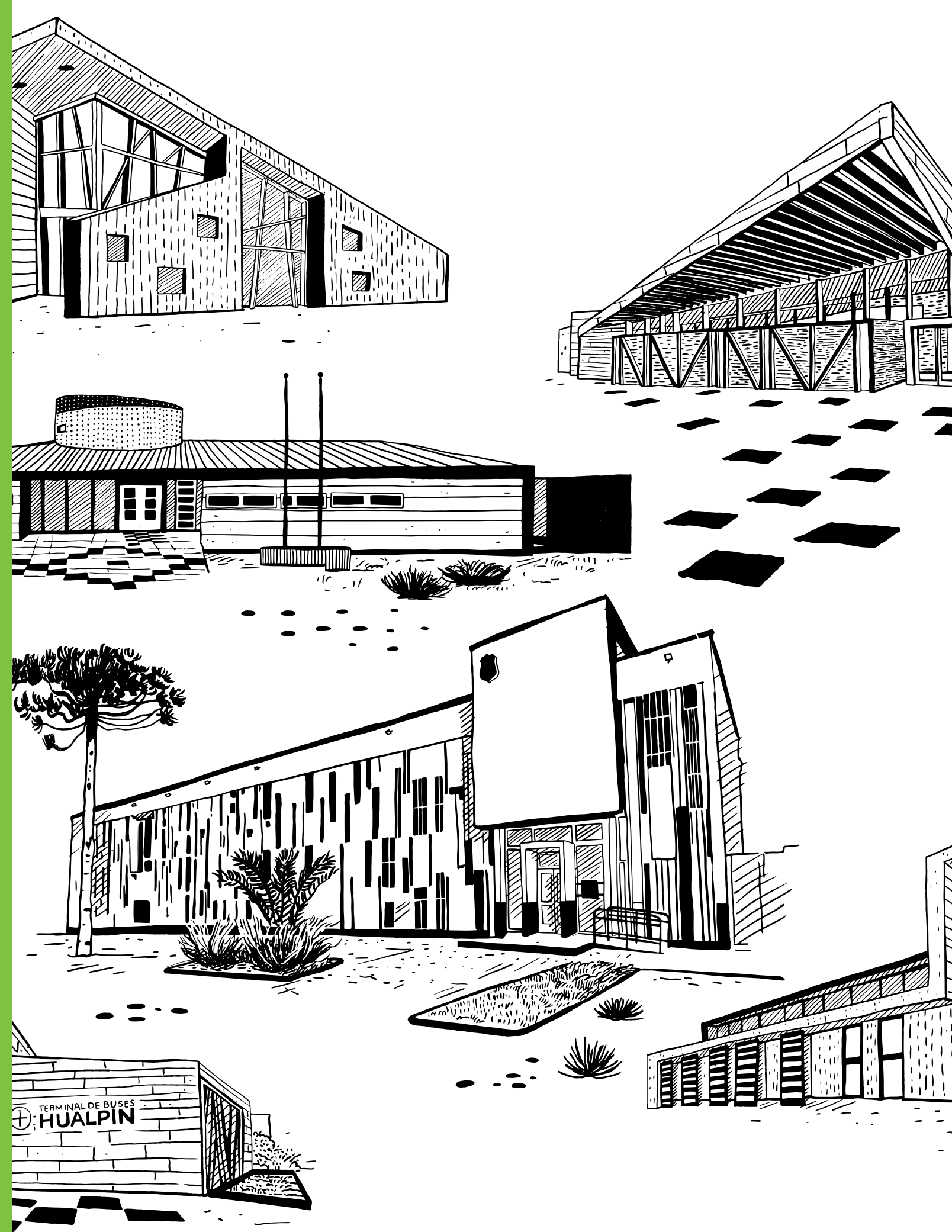
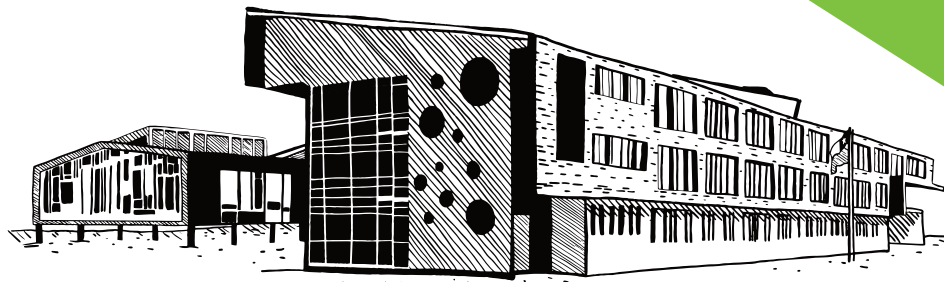
**VERSIÓN 1.2**  
**DICIEMBRE DE 2025**

**Para edificios de financiamiento público y privado**

# Certificación Edificio Sustentable

CES  
EDIFICIOS DE USO PÚBLICO  
VERSIÓN 1.2  
DICIEMBRE DE 2025

EL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN EDIFICIO SUSTENTABLE Y SU MANUAL DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN, SON RESULTADOS DEL PROYECTO “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS DE USO PÚBLICO”.

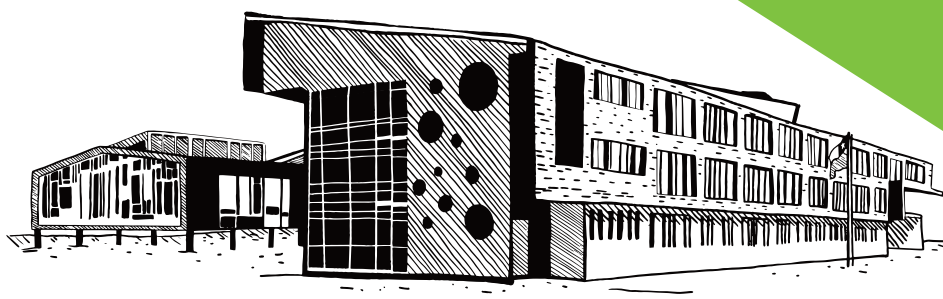


# Certificación Edificio Sustentable



**CES**  
**EDIFICIOS DE USO PÚBLICO**  
**VERSIÓN 1.2**  
**DICIEMBRE DE 2025**

**EL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN  
EDIFICIO SUSTENTABLE Y SU MANUAL  
DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN, SON  
RESULTADOS DEL PROYECTO “DISEÑO  
E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA  
NACIONAL DE CERTIFICACIÓN DE CALIDAD  
AMBIENTAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA  
PARA EDIFICIOS DE USO PÚBLICO”.**



# Índice

---

**Introducción | 11**

---

**Objetivo y alcances de la “certificación edificio sustentable” | 11**

---

**Proceso de certificación | 11**

---

**Estructura: variables, requisitos obligatorios y requerimientos | 13**

---

**Tipos de Evaluación | 20**

---

**Requerimientos obligatorios para certificar un edificio | 23**

---

**Requerimientos voluntarios para obtener puntaje | 49**



## 1. Equipo de Trabajo

### Administración CES

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Jefe certificación CES | Sr. Hernán Madrid C.    |
| Secretaria Técnica     | Sra. Romy Luckeheide C. |
|                        | Sra. María José Ibaceta |

### Comité Directivo CES

|                                      |                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Presidente                           | Sr. Ricardo Fernandez O.<br>Instituto de la Construcción  |
| Vicepresidenta                       | Sra. Margarita Cordaro C.<br>Ministerio de Obras Públicas |
| Cámara Chilena de la Construcción    | Sr. Francisco Costabal G.                                 |
|                                      | Sr. Juan Carlos Lagos                                     |
| Colegio de Arquitectos de Chile A.G. | Sra. Paola Molina O.                                      |
|                                      | Sra. Bárbara Rodríguez D.                                 |
| Instituto de la Construcción         | Sr. Sergio Vera A.                                        |
| Ministerio de Vivienda y Urbanismo   | Sra. Macarena Ortiz A.                                    |
|                                      | Sr. Yerko Jeria V.                                        |
| Ministerio de Energía                | Sr. Vittorio Tronci I.                                    |
|                                      | Sr. Ignacio Sanchez L.                                    |

### Comité Consultivo CES

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Ministerio de Salud             | Sr. Pablo Canales N.           |
| Ministerio de Educación         | Sr. Esteban Montenegro I.      |
| Ministerio de Desarrollo Social | Sr. Carlos Riquelme E.         |
|                                 | Sr. Hugo Vásquez G.            |
| Chile Green Building Council    | Sra. María Fernanda Aguirre B. |
|                                 | Sra. Gabriela Sabadini D.      |

Junto con el trabajo y participación de las instituciones Mandantes e Interesadas, los resultados del sistema Certificación Edificio Sustentable han sido posibles gracias al trabajo y la colaboración adicional de otras instituciones, empresas y personas, quienes participaron en forma puntual o reiterada en el proyecto por medio de su participación en el Comité Técnico.

Comité Técnico Actualización CES Edificios de uso público 1.2

|                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| MINEDUC                             | Sr. Fabián Delgado            |
|                                     | Sr. Leonardo Delgado          |
| MINSAL                              | Sr. Pablo Canales             |
| MINVU                               | Sr. Camilo Lanata             |
| Kipus   Universidad de Talca        | Sra. María Luisa del Campo H. |
|                                     | Sr. Francisco Mateo           |
| EBP                                 | José Antonio Espinoza P.      |
| IDIEM                               | Sra. Paula Araneda            |
| 88 Ltda.                            | Sr. Mauricio Ramirez M.       |
| ECOSUSTENTA                         | Sr. Mario Lobo                |
| +E Ltda.                            | Sra. Tatiana Vidal            |
| Construye 2025                      | Sra. Alejandra Tapia          |
| E3 Ingeniería                       | Sr. Matías Yachán             |
|                                     | Sra. Fernanda Soto            |
|                                     | Sr. Francisco Infante         |
|                                     | Sr. Rodrigo Vargas            |
|                                     | Sr. Rodrigo Escobar           |
|                                     | Sr. Francisco Pizarro         |
|                                     | Sra. Romy Lückeheide          |
|                                     | Sra. Natalia Spörke K         |
|                                     | Sr. Cristian Huenullán M.     |
| Asociación Proyectistas Iluminación | Sra. Ximena Muñoz             |



Registro de propiedad intelectual N° 241537  
Primera Edición Diciembre de 2022  
ISBN: 978-956-8070-11-3

Edición: GreenCom

Diseño y Diagramación: Paola Femenías

Se permite la reproducción parcial o total de esta manual para efectos no comerciales, siempre y cuando se cite la fuente.

Este Manual de Evaluación y Calificación, en conjunto con el Manual de Operación y los demás documentos y archivos producto de este Sistema de Certificación, pueden descargarse gratuitamente del sitio web

[www.certificacionsustentable.cl](http://www.certificacionsustentable.cl)



ÍNDICE • INTRODUCCIÓN • OBJETIVO Y ALCANCES DE LA "CERTIFICACIÓN EDIFICIO SUSTENTABLE" • PROCESO DE CERTIFICACIÓN  
• ESTRUCTURA: VARIABLES, REQUISITOS OBLIGATORIOS Y REQUERIMIENTOS • TIPOS DE EVALUACIÓN  
• REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS PARA CERTIFICAR UN EDIFICIO • REQUERIMIENTOS VOLUNTARIOS PARA OBTENER PUNTAJE

# Aspectos generales





## 1. Introducción

El sistema Certificación Edificio Sustentable se compone de dos partes:

- Evaluación y Calificación, en base a un conjunto de requerimientos obligatorios y voluntarios, metodologías de cálculo, escalas, ponderaciones y umbrales, contenidos en una guía o **Manual de Evaluación y Calificación**, en la versión que corresponda.
- Certificación, en base a un conjunto de procedimientos, protocolos y reglamentos, y en general todos los elementos necesarios para que el sistema pueda operar. La descripción de estos elementos está contenida en una guía o **Manual de Operación**.

El presente documento corresponde al Manual de Evaluación y Calificación para la versión Edificios de Uso Público versión 1.1.

Se incluyen en este documento los siguientes aspectos: objetivo, alcances, estructura de variables, requerimientos obligatorios y voluntarios, puntajes y umbrales, escalas de cumplimiento, condiciones de evaluación, metodologías de cálculo.

## 2. Objetivo y alcances de la Certificación Edificio Sustentable

El objetivo del sistema es evaluar, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental del edificio, entendiendo ésta como la capacidad de un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones.

El sistema de certificación podrá ser aplicado a **edificios de uso público**, es decir aquel con destino "equipamiento", que se definen como "construcciones destinadas a complementar las funciones básicas de habitar, producir y circular, cualquiera sea su clase o escala"<sup>1</sup>, y sin diferenciar propiedad y/o administración pública o privada.

Este sistema podrá ser aplicado a edificios de uso público con cualquier carga ocupacional, siendo condición mínima que posea al menos un recinto "regulamente ocupado", según definición del Apéndice 1.

Sin perjuicio de lo anterior, para esta versión 1.1 para edificios de uso público, se ha acotado su aplicación a los edificios con los siguientes destinos o "clases de equipamiento"<sup>2</sup>, tanto nuevos como existentes, sin diferenciar administración o propiedad pública o privada:

- Destino Educación
- Destino Salud, excluyendo hospitales y clínicas (abordada en versión CES Hospitales), cementerios y crematorios
- Destino Servicios, incluyendo oficinas habilitadas y del tipo planta libre.
- En el caso específico de oficinas tipo planta libre, se aborda bajo el esquema de definición de características generales de los proyectos a desarrollar durante la habilitación en las especificaciones y contrato de venta y/o arriendo.
- Destino Seguridad, excluyendo en centros penitenciarios, cárceles y centros de detención el sector del anillo de seguridad, pudiendo someterse a certificación las zonas o edificios fuera de este.
- Destino Social

## 3. Proceso de certificación

A continuación, se presenta un resumen del proceso de certificación, el cual se explica en forma detallada en el Manual de Operación.

### 3.1 Objetivo y alcances del proceso

El objetivo de la certificación es que una tercera parte independiente verifique que las características del edificio que opta a certificar cumplen con los requerimientos definidos en el Manual de Evaluación y Calificación, en la versión que postule.

Para ello, el sistema de certificación establece sus propias reglas, procedimientos y forma de administración, buscando asegurar la imparcialidad, transparencia y eficacia de la certificación.

### 3.2 Etapas del Sistema

El Sistema contempla la precertificación y certificación respecto del cumplimiento de un conjunto de requerimientos obligatorios y voluntarios que entregan puntaje, y contempla adicionalmente un sello opcional para la etapa de operación, ordenados de la siguiente manera:

1 OGUC 2025 artículo 1.1.2.

2 OGUC 2025 artículo 2.1.33.

- **Precertificado:** Se evalúa la arquitectura e instalaciones del edificio, con un diseño terminado.
- **Certificado:** Se evalúa la arquitectura, instalaciones y construcción del edificio, con la obra terminada.
- **Sello Plus Operación:** Se evalúa la gestión durante la operación del edificio.

No es requisito contar con precertificación para postular a certificación del edificio.

### 3.3 Actores

Para que un sistema de evaluación y calificación sea certificable, se requiere de organismos o entidades calificadas, que verifiquen el cumplimiento de los requerimientos bajo ciertos procedimientos. Asimismo, el sistema requiere ser administrado por una entidad independiente, de modo de supervigilar el proceso de certificación, mantener la documentación y los registros actualizados y disponibles, y generar la difusión necesaria para incentivar el uso del sistema.

En base a lo anterior, los actores que se contemplan para operar este sistema de certificación son los siguientes:

- Entidad Administradora
- Entidades Evaluadoras
- Asesores CES
- Clientes del Sistema

Para la definición de los roles de los actores del sistema, se considera lo siguiente:

- La Entidad Administradora emite el certificado, supervigila y fiscaliza el proceso.
- La Entidad Evaluadora realiza la evaluación y verificación de cumplimiento de los requerimientos de un edificio o proyecto que postula al proceso de certificación.
- El cliente postula a un edificio o proyecto al proceso de certificación, puede apoyarse en un Asesor CES, pero su participación no es obligatoria para obtener la certificación.

### 3.4 Etapas y productos

El proceso de certificación consta de dos etapas, precertificación y certificación propiamente tal, agregándose las acciones correspondientes al sello plus operación en el caso en que se solicite.

La precertificación se establece principalmente como una instancia de evaluación de la etapa de diseño que permite introducir mejoras en su arquitectura e instalaciones y en forma adicional permite al cliente realizar declaraciones validadas por una tercera parte respecto a las características ambientales y de eficiencia energética de su edificio, en forma previa o durante su construcción.

La precertificación podrá aplicar a proyectos en las siguientes instancias:

- Proyecto con su diseño de arquitectura y especialidades ya terminado.
- Proyecto en etapa de construcción
- Proyectos ya construidos (existentes) que serán sujetos a mejoramiento de su arquitectura e instalaciones (*retrofit*) en al menos un 50% de su superficie regularmente ocupada.

Los proyectos ya construidos (existentes) que serán sujetos a mejoramiento o retrofit en menos un 50% de su superficie regularmente ocupada, deberán optar a la versión CES Edificios Existentes.

La certificación se obtiene una vez que se ha efectuado la recepción conforme del mandante del edificio, en general la recepción municipal, de manera de otorgarse al edificio construido definitivamente y en condiciones de ser ocupado. En el caso de los edificios de uso seguridad, los que no contemplan recepción municipal, la certificación se otorgará con la recepción provisoria realizada por el MOP u otro servicio público.

Para otorgar la certificación el edificio debe cumplir con dos condiciones en paralelo:

1. Informe de Evaluación aprobado, con al menos puntaje suficiente para el primer nivel de certificación
2. Recepción final, de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior.

El sello plus operación es una certificación adicional y opcional, que tiene por objetivo promover la mantención en el tiempo de las condiciones con las que el edificio se certificó, se basa en operar bajo el esquema de mejoramiento continuo de la gestión medioambiental y energética del edificio, lo que debe ser registrado en el tiempo.

### 3.5 Comprobación

Para comprobar el cumplimiento de los requerimientos obligatorios y voluntarios se contemplan una serie de procedimientos, los que se resumen a continuación en función de la etapa de proyecto:

- **Precertificación:** Una vez inscrito el proyecto, el cliente podrá solicitar la evaluación de precertificación, presentando la información de general del proyecto y los antecedentes técnicos de cada requerimiento al que postula, obligatorios y voluntarios. La entidad evaluadora verificará el cumplimiento de cada requerimiento y entregará un informe.
- **Certificación:** El cliente podrá solicitar una evaluación final de certificación, adjuntando una declaración de mantención o modificación de los materiales, condiciones de diseño, sistemas y artefactos respecto a los declarados en la etapa de precertificación.

En caso de que durante la construcción existan modificaciones que afecten las condiciones con que se precertificó el proyecto, deberá adjuntarse la documentación actualizada necesaria para volver a evaluar los requerimientos que se vean afectados por ellas.

El procedimiento contempla la(s) visita(s) a obra por la entidad evaluadora para verificar la correcta ejecución de los aspectos evaluados en la etapa de diseño, así como los requerimientos de la etapa de construcción.

En cualquier caso, la entidad evaluadora podrá solicitar información adicional de proyecto al cliente en forma previa o posterior a la visita de evaluación, y podrá realizar visitas durante el avance de las obras.

- **Sello plus operación:** Habiendo obtenido la certificación, o en paralelo a este proceso, el cliente podrá solicitar este sello suscribiendo un compromiso de cumplimiento las condiciones del sello plus operación.

La Entidad Administradora deberá recibir anualmente por parte del cliente y/o administrador un informe de autodiagnóstico de la operación del edificio con la información mínima requerida para mantener el sello. Luego del quinto año de operación se deberá renovar el sello plus operación mediante una evaluación del proceso de operación por parte de una entidad evaluadora.

## 4. Estructura: variables, requisitos obligatorios y requerimientos

### 5.1 Introducción

Para este sistema de certificación se ha puesto énfasis en que la estructura u orden de los requerimientos no respondan solamente a una separación por temáticas o categorías, sino que consideren también la dinámica que existe entre los distintos aspectos de un edificio y que influyen en su comportamiento ambiental.

Los edificios son considerados infraestructuras que deben entregar las condiciones adecuadas para que sus usuarios realicen diversas actividades en su interior; en este caso a dichas condiciones se las engloba con el concepto de **Calidad del Ambiente Interior (CAI)**. En la CAI influyen la arquitectura y construcción del edificio (sistemas pasivos), para luego ser complementado por las instalaciones (sistemas activos). También influyen en la CAI aspectos asociados al tipo de uso y operación del edificio. El grado de influencia de cada factor dependerá de cada edificio.

En su operación, los edificios consumen recursos, en este caso **agua y energía** asociados principalmente al funcionamiento de los sistemas activos. A su vez, se obtienen como resultado de este proceso, externalidades en forma de **residuos y emisiones** de gases.

### 4.2 Estructura general

La precertificación y la certificación se basa en el cumplimiento de un conjunto de variables, desagregadas en requerimientos obligatorios y requerimientos voluntarios que entregan puntaje, y un requerimiento adicional que entrega el sello plus operación. Los requerimientos voluntarios poseen una ponderación o importancia relativa en el conjunto, lo que se traduce en un puntaje. La escala de puntaje corresponde a un máximo de 100.

El ámbito general del comportamiento ambiental de un edificio se ha centrado en seis aspectos temáticos:



1. Calidad del Ambiente Interior



2. Energía



3. Agua



4. Materiales y residuos



5. Gestión



6. Innovación

### 4.3 Puntajes y rangos

Dada la naturaleza compleja o multi-variable de la matriz o modelo, se optó por abordar la construcción de escalas, ponderadores, puntajes y umbrales, en base a una metodología del tipo "ingeniería en la toma de decisiones", específicamente un proceso analítico jerárquico o AHP (Analytic Hierarchy Process), en su opción "Group Decision Making", en el cual intervienen una serie de expertos representativos, cuyas percepciones son transformadas en una escala única.

Los puntajes globales por categorías no fueron modificados significativamente en esta versión 1.1 respecto a la anterior, si se redistribuyeron los puntajes de algunos requerimientos y se reagruparon los requerimientos de energía y agua incorporada, para incluirlos dentro de la nueva categoría de Materiales y Residuos.

Para obtener la certificación se deberá cumplir con los requerimientos obligatorios y mediante los requerimientos voluntarios obtener como mínimo 30 puntos. A partir de este mínimo, se establecen tres rangos, en base al indicador global del edificio, en una escala de 100 puntos.

- Certificado: 30 a 54,5 puntos.
- Certificación Destacada: 55 a 69,5 puntos
- Certificación Sobresaliente: 70 a 100 puntos

### 4.4 Formato

Los requerimientos se presentan en un formato tipo ficha. Existe una primera sección con fichas de todos los requerimientos obligatorios, y luego una ficha con los requerimientos voluntarios. En general, las fichas de ambos tipos de requerimientos se encuentran estructuradas en función de las siguientes partes:

#### a. Identificación

- Código, nombre y puntaje: identifica el requerimiento y su puntaje máximo, en el caso de los voluntarios.

#### b. Generalidades

- Indicador: Identifica que es lo que se mide y su unidad, si la hubiese.
- Ámbito: Define en qué tipo de recintos, tipo de edificios, o fase, son aplicables los requerimientos de la variable.
- Definición: Entrega información adicional para entender la variable y su indicador.
- Objetivo: Define cual es el "espíritu" de los requerimientos. Permite distinguir la importancia de abordar la variable en cuestión.

**c. Requerimiento obligatorio:** Condiciones de mínimas del sistema de certificación, que el edificio debe cumplir para poder optar a certificarse.

**d. Requerimientos voluntarios:** Detallan qué se debe cumplir y cuántos puntos se otorgan, a través de una tabla de puntaje. Dicha tabla define los niveles, rangos, y el puntaje.

Un requerimiento puede tener más de una opción de evaluación, en función de distintos indicadores, y/o más de una alternativa de cálculo para determinar un indicador.

**e. Condiciones de evaluación:** Puede detallar, de ser necesario, los siguientes aspectos:

- Opciones de evaluación. Define las opciones de evaluación del requerimiento, y bajo qué condiciones puede utilizarse una opción u otra.
- Alternativas de metodología de cálculo. Define la metodología y los cálculos que deben realizarse.
- Relación con otros requerimientos. Referido principalmente a puntajes que pueden ser obtenidos en función del cumplimiento de otras variables.

**f. Apéndice.** Entrega información más específica sobre opciones de evaluación y metodología de cálculo. Los apéndices son independientes de las fichas y se agrupan al final del documento.

4.4 Cuadro resumen

En el siguiente cuadro se resumen las variables, sus requerimientos obligatorios, requerimientos voluntarios y sus puntajes, en función de la zona climática y el destino del edificio.

|                                    | Variable                                     | Requerimientos obligatorios |                                                                  | Requerimientos voluntarios con puntaje |                                                                                                          | Puntaje (máx. 100)   |                   |                      |                   |
|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|                                    |                                              |                             |                                                                  |                                        |                                                                                                          | A-B-C-D              |                   | E-F-G-H-I            |                   |
|                                    |                                              |                             |                                                                  |                                        |                                                                                                          | Oficinas y servicios | Educación y salud | Oficinas y servicios | Educación y salud |
| ARQ. Calidad del Ambiente Interior | ARQ.CAI 1 Confort térmico pasivo             | 1R                          | Definición de espacios (solo zonas F-G-H-I)                      | 1.1                                    | Porcentaje de tiempo que la temperatura se encuentra dentro del rango de confort de manera pasiva.       | 14,0                 | 8,0               | 14,0                 | 8,0               |
|                                    | ARQ.CAI 2 Confort visual pasivo              | 2R                          | Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos.                       | 2.1                                    | Aporte de Luz Natural                                                                                    | 4,0                  | 5,0               | 4,0                  | 5,0               |
|                                    |                                              |                             |                                                                  |                                        | Control de Deslumbramiento                                                                               | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
|                                    |                                              |                             |                                                                  | 2.2                                    | Acceso visual al exterior                                                                                | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
|                                    | ARQ.CAI 3 Calidad del aire pasivo            | 3R                          | Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire.            | 3.1                                    | Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural                                             | 4,0                  | 5,0               | 4,0                  | 5,0               |
|                                    |                                              |                             |                                                                  | 3.2                                    | Concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (COV)                                                  | 1,0                  | 2,0               | 1,0                  | 2,0               |
|                                    | ARQ.CAI 4 Confort acústico                   | 4R                          | Aislación acústica mínima de fachadas exteriores                 | 4.1                                    | Aislamiento acústico de fachada                                                                          | 2,0                  | 3,0               | 2,0                  | 3,0               |
|                                    |                                              |                             |                                                                  |                                        | Aislamiento acústico al ruido aéreo entre recintos                                                       | 1,0                  | 2,0               | 1,0                  | 2,0               |
|                                    |                                              |                             |                                                                  | 4.2                                    | Acondicionamiento acústico - tiempo de reverberación                                                     | 1,0                  | 2,0               | 1,0                  | 2,0               |
|                                    |                                              |                             |                                                                  |                                        | Acondicionamiento acústico - inteligibilidad de la palabra (STI)                                         | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
| ARQ. Energía                       | ARQ.Energía 5 Demanda de energía             | 5R                          | Transmitancia térmica de la envolvente y factor solar modificado | 5.                                     | Opción 1. Evaluación prestacional: disminución de la demanda de energía para calefacción y enfriamiento. | 18,0                 | 18,0              | 18,0                 | 18,0              |
|                                    |                                              |                             |                                                                  |                                        | Opción 2. Evaluación prescriptiva – Transmitancia térmica y factor solar modificado (FSM)                |                      |                   |                      |                   |
|                                    | ARQ. Energía 6 Hermeticidad de la envolvente | 6R1                         | Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones       | 6.                                     | Hermeticidad de la envolvente.                                                                           | 3,0                  | 3,0               | 3,0                  | 3,0               |
|                                    |                                              | 6R2                         | Infiltración de aire y permeabilidad ventanas                    |                                        |                                                                                                          |                      |                   |                      |                   |

|                                     | Variable                                | Requerimientos obligatorios |                                                                                                   | Requerimientos voluntarios con puntaje |                                                                               | Puntaje (máx. 100)   |                   |                      |                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|                                     |                                         |                             |                                                                                                   |                                        |                                                                               | A-B-C-D              |                   | E-F-G-H-I            |                   |
|                                     |                                         |                             |                                                                                                   |                                        |                                                                               | Oficinas y servicios | Educación y salud | Oficinas y servicios | Educación y salud |
| ARQ. Agua                           | ARQ. Agua 7 Paisajismo                  | 7R                          | Reducción de la evapotranspiración del proyecto paisajismo                                        | 7.                                     | Disminución de la evapotranspiración                                          | 2,0                  | 2,0               | 2,0                  | 2,0               |
| ARQ.M&R                             | ARQ. M&R 8 DAP                          |                             | N/A                                                                                               | 8.                                     | Declaración Ambiental de Productos (DAP) para materiales del edificio         | 3,0                  | 3,0               | 3,0                  | 3,0               |
|                                     | ARQ. M&R 9 Residuos en operación        |                             | N/A                                                                                               | 9.                                     | Equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio     | 2,0                  | 2,0               | 2,0                  | 2,0               |
|                                     | CONST.M&R 10 Gestión de Residuos        | 10R1                        | Medidas de control y mitigación                                                                   | 10.                                    | Separación, control y reciclaje de residuos generados durante la construcción | 2,0                  | 2,0               | 2,0                  | 2,0               |
|                                     |                                         | 10R2                        | Declaración de generación de residuos construcción                                                |                                        |                                                                               |                      |                   |                      |                   |
| INST. Calidad del Ambiente Interior | INST. CAI 11. Calidad del aire – activo | 11R1                        | Tasas mínimas de ventilación                                                                      | 11.1                                   | Ventilación Mecánica – Caudal                                                 | 3,0                  | 3,0               | 5,0                  | 5,0               |
|                                     |                                         | 11R2                        | Eficiencia mínima de filtraje.                                                                    | 11.2                                   | Ventilación Mecánica – Filtraje                                               | 1,0                  | 1,0               | 2,0                  | 2,0               |
|                                     |                                         | 11R3                        | No calefacción llama abierta                                                                      | 11.3                                   | Monitoreo de la calidad del aire                                              | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
|                                     | INST.CAI 12 Ruido equipos               | -                           | N/A                                                                                               | 12.                                    | Control del ruido y vibraciones proveniente de equipos                        | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
|                                     | INST.CAI 13 Confort visual – activo     | 13R                         | Condiciones de diseño mínimas                                                                     |                                        | N/A                                                                           |                      |                   |                      |                   |
|                                     | INST.CAI 14 Confort térmico - activo    | 14R                         | Opción 1: Edificio tiene sistema de climatización. Definir condiciones de diseño de climatización | 14.                                    | Controlabilidad de la climatización                                           | 2,0                  | 2,0               | 2,0                  | 2,0               |
|                                     |                                         |                             | Opción 2: Edificio no considera sistema de climatización                                          |                                        |                                                                               |                      |                   |                      |                   |



|               | Variable                                      | Requerimientos obligatorios |                                                   | Requerimientos voluntarios con puntaje |                                                        | Puntaje (máx. 100)   |                   |                      |                   |
|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|               |                                               |                             |                                                   |                                        |                                                        | A-B-C-D              |                   | E-F-G-H-I            |                   |
|               |                                               |                             |                                                   |                                        |                                                        | Oficinas y servicios | Educación y salud | Oficinas y servicios | Educación y salud |
| INST. Energía | INST.Energía 15a17<br>Opción 1 - Prestacional | 16R1                        | Aislación térmica en distribución de calor y frío | 15 a 17                                | Reducción consumo anual de energía de todo el edificio | 16,0                 | 16,0              | 16,0                 | 16,0              |
|               |                                               | 16R2                        | Declaración de rendimiento nominal de equipos.    |                                        |                                                        |                      |                   |                      |                   |
|               | INST.Energía 15a17<br>Opción 2 - Prescriptiva |                             |                                                   |                                        |                                                        |                      |                   |                      |                   |
|               | 15. Iluminación artificial                    | -                           | N/A                                               | 15.1                                   | Potencia instalada, en w/m2                            | 3,0                  | 3,0               | 3,0                  | 3,0               |
|               |                                               |                             |                                                   | 15.2                                   | Sistemas de control                                    | 2,0                  | 2,0               | 2,0                  | 2,0               |
|               | 16. Climatización y ACS                       | 16R1                        | Aislación térmica en distribución de calor y frío | 16.1                                   | Relación de la potencia requerida e instalada          | 2,0                  | 2,0               | 2,0                  | 2,0               |
|               |                                               | 16R2                        | Declaración de rendimiento nominal de equipos.    | 16.2                                   | Rendimiento nominal                                    | 6,0                  | 6,0               | 6,0                  | 6,0               |
|               | 17. Otros consumos                            | -                           | N/A                                               | 17.                                    | Reducción de la potencia de equipos                    | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
|               | INST.Energía 18<br>ERNC                       | -                           | N/A                                               | 18.                                    | Energía renovable no convencional                      | 4,0                  | 4,0               | 4,0                  | 4,0               |
|               | INST.Energía 19<br>Huella carbono             | -                           | N/A                                               | 19.                                    | Huella de carbono en operación                         | 4,0                  | 4,0               | 4,0                  | 4,0               |
| INST. Agua    | INST. Agua 20<br>Sistemas de Agua Potable     | 20R                         | Reducción en consumo de agua potable.             | 20.1                                   | Sistemas eficientes                                    | 6,0                  | 6,0               | 3,0                  | 3,0               |
|               |                                               |                             |                                                   | 20.2                                   | Dureza del agua                                        | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |
|               | INST. Agua 21<br>Riego                        | 21R                         | Reducción en consumo de agua para riego           | 21.                                    | Sistemas eficientes                                    | 1,0                  | 1,0               | 1,0                  | 1,0               |



|         | Variable                                       | Requerimientos obligatorios |     | Requerimientos voluntarios con puntaje |                                         | Puntaje (máx. 100)                  |                   |                      |                   |
|---------|------------------------------------------------|-----------------------------|-----|----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|         |                                                |                             |     |                                        |                                         | A-B-C-D                             |                   | E-F-G-H-I            |                   |
|         |                                                |                             |     |                                        |                                         | Oficinas y servicios                | Educación y salud | Oficinas y servicios | Educación y salud |
| GESTION | GESTION 22<br>Diseño Integrado de Anteproyecto | -                           | N/A | 22.                                    | Diseño integrado de anteproyecto        | 3,0<br>(adicional al total del 100) |                   |                      |                   |
|         | GESTION 23<br>Sello Plus                       | -                           | N/A | 23.                                    | Gestión de la operación y mantenimiento | Sello plus                          |                   |                      |                   |
| INN     | INNOVACION 24.1                                | -                           | N/A | 24.1                                   | Estrategias innovadoras                 | 3,0<br>(adicional al total del 100) |                   |                      |                   |
|         | INNOVACION 24.2                                | -                           | N/A | 24.2                                   | Estrategias innovadoras                 | 3,0<br>(adicional al total del 100) |                   |                      |                   |

## 5. Tipos de Evaluación

### 5.1 Evaluación prescriptiva y prestacional

Para efectos de este método, en términos simples, la evaluación prescriptiva se enfoca en las “causas” que influyen en la calidad del ambiente interior y el uso de recursos (energía y agua), fijando criterios determinados tales como valores límite de transmitancia térmica de la envolvente y rendimiento nominal de equipos. Su ventaja es que simplifica la evaluación de cumplimiento, y la desventaja es que no permite analizar las sinergias y efectos indeseados entre diversas causas.

La evaluación prestacional, por su parte y en términos simples, se enfoca en los “efectos” en la calidad del ambiente interior y el uso de recursos, fijando requerimientos basados en prestaciones o resultados (*output*), usando los sistemas pasivos y activos como “*inputs*”. Se realiza mediante programas informáticos especializados de tipo “dinámico”. Su ventaja es que permite medir sinergias y corregir efectos indeseados, y la desventaja es que requiere de herramientas de análisis y conocimientos específicos para utilizarlas.

Como criterio general, entre más cercana la evaluación a los resultados “reales” de comportamiento, la metodología se complejiza. Cuando el edificio a evaluar tiene una baja complejidad, la evaluación prescriptiva es una buena aproximación. Dado lo anterior y como ocurre en otros sistemas, la evaluación prestacional otorga, en general, un mayor puntaje que la evaluación prescriptiva.

En este punto es importante señalar que para esta certificación el objetivo de la evaluación es mejorar el comportamiento ambiental de los edificios, mediante un conjunto de indicadores que, con una buena aproximación al comportamiento del edificio, influyan en la toma de decisiones de diseño e inversión. Los indicadores no son un objetivo en sí mismo, sino herramientas para lograr los objetivos declarados anteriormente.

En base a lo anterior, se han adoptado los siguientes **criterios de evaluación**:

- Cuando existan metodologías y herramientas apropiadas, siempre se permitirá la evaluación prestacional mediante cálculo “dinámico”, utilizando programas informáticos especializados.
- Se permitirán cálculos simplificados que permita una buena aproximación prestacional en edificios que cumplan con ciertas condiciones de borde, definidas para cada variable.
- Se permitirá la evaluación prescriptiva en edificios que cumplan con ciertas condiciones de borde, definidas para cada variable.
- Se exigirá una verificación, en la fase de construcción, de la correcta ejecución de los sistemas pasivos y activos evaluados en la etapa de diseño.
- Se incentivarán los compromisos para una correcta operación de los sistemas y hábitos de uso.
- Las variables no podrán evaluarse simultáneamente en forma prescriptiva o prestacional.

### 5.2 Evaluación Prestacional de Demanda y Consumo de Energía

El requerimiento más sensible al uso de una evaluación u otra es probablemente el de Demanda de Energía y Consumo de Energía. Lo anterior dado que en su resultado influyen una serie de aspectos que interactúan dinámicamente, tales como envolvente térmica, factor solar modificado, ventilación natural y mecánica, iluminación natural y artificial, sistema de climatización, sistemas de control, entre otros.

Para efectos de este sistema de certificación, se ha separado la evaluación de la demanda de energía de la evaluación del consumo de energía, con el objetivo de incentivar las “estrategias pasivas” del diseño arquitectónico por sobre las “estrategias activas” de las instalaciones. De lo anterior no se debe entender en ningún caso que las estrategias activas no son necesarias; al contrario, son fundamentales para el correcto funcionamiento del edificio y la adecuada entrega de sus prestaciones, por ejemplo, de calidad del ambiente interior.

Los requerimientos de Demanda de Energía consideran la evaluación de las características de la envolvente del edificio. Por otra parte, los requerimientos de Consumo de Energía consideran la evaluación de los consumos de energía en iluminación artificial interior y exterior, calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente sanitaria, y otros consumos (computadores y otros artefactos, sistemas de transporte, bombas, y en general todos los consumos finales del edificio). Asimismo, considera la reducción del consumo de energía mediante el aporte de Energía Renovables no Convencionales y sistemas de cogeneración.

En resumen, la evaluación de la reducción de Demanda de Energía y de Consumo de Energía requiere una combinación de las características arquitectónicas y de las instalaciones, tanto del edificio objeto o propuesto, como de un edificio de referencia, generando así distintos modelos de dónde obtener los indicadores, tal como se indica en la siguiente tabla.

| Características de las instalaciones |                             |                                |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Características arquitectónicas      | Sistemas activos propuestos | Sistemas activos de referencia |
| edificio objeto o propuesto          | Modelo 1                    | Modelo 3                       |
| edificio de referencia               | Modelo 2                    | Modelo 4                       |

De cada modelo pueden obtenerse indicadores de demanda de energía y consumo de energía (cuando se utiliza un programa informático especializado). Luego, para cumplir con los requerimientos se deberán realizar las siguientes comparaciones:

- La reducción en la Demanda de Energía se realizará comparando los **indicadores de demanda** de los modelos 1 y 2.
- La reducción en el Consumo de Energía se realizará comparando los **indicadores de consumo** de los modelos 1 y 3.

Por último, para fines informativos de la reducción estimada total de energía, podrán compararse los indicadores de consumo de los modelos 1 y 4. (Para efectos del cumplimiento de los requerimientos, no será necesario realizar el modelo 4).

El uso de la opción de evaluación prestacional de Consumo de energía no exime al proyecto de cumplir con los requisitos obligatorios.



# Requerimientos obligatorios para certificar un edificio





## 7. Requerimientos obligatorios para certificar un edificio

Para efectos de este método de certificación, se consideran características y comportamientos mínimos que un edificio debe tener para poder certificarse, llamados "requerimientos obligatorios".

Lo anterior permite generar un sistema no compensatorio, es decir, se evita en general que, si un edificio presenta un mal comportamiento ambiental en una variable "relevante", pueda compensar con un buen comportamiento en otra. Al abordar la mayor parte de las variables, no sólo se promueven buenas prácticas, sino también se desincentivan malas prácticas.

Los requerimientos obligatorios se agrupan en las mismas categorías de la estructura general, abordando todas ellas. De este modo se tiene un sistema multicriterio que aborda integralmente las distintas temáticas que componen la sustentabilidad ambiental de un edificio.

A continuación, se muestran los 19 requerimientos obligatorios en forma resumida y luego se presenta la ficha de cada uno de ellos.

| Variable                                     | Código | Requerimiento obligatorio                                                  |
|----------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------|
| ARQ.CAI 1. Confort térmico pasivo            | 1R     | Definición de espacios (F-G-H-I)                                           |
| ARQ.CAI 2. Confort Visual pasivo             | 2R     | Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos                                  |
| ARQ.CAI 3. Calidad del aire pasivo           | 3R     | Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire                       |
| ARQ.CAI 4. Confort acústico                  | 4R     | Aislación acústica mínima de fachadas exteriores                           |
| ARQ.Energía 5. Demanda de energía            | 5R     | Transmitancia térmica de la envolvente y factor solar modificado           |
| ARQ.Energía 6. Hermeticidad de la envolvente | 6R1    | Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones                 |
|                                              | 6R2    | Hermeticidad envolvente para usos salud, educación y hoteles               |
| ARQ.Agua 7. Paisajismo                       | 7R     | Reducción de evapotranspiración del proyecto de paisajismo                 |
| CONST.M&R 10. Gestión de residuos            | 10R1   | Medidas de control y mitigación durante la demolición y construcción.      |
|                                              | 10R2   | Declaración de generación de residuos durante la construcción              |
| INST.CAI 11 Calidad del aire activo          | 11R1   | Tasas mínimas de ventilación                                               |
|                                              | 11R2   | Eficiencia mínima de filtraje                                              |
|                                              | 11R3   | No utilizar calefacción de combustión en base a llama abierta              |
| INST.CAI 13. Confort visual activo           | 13R    | Condiciones de diseño mínimas                                              |
| INST.CAI 14. Confort térmico activo          | 14R1   | Edificio con climatización: Definir condiciones de diseño de climatización |
|                                              | 14R2   | Edificio sin climatización                                                 |
| INST.Energía 16. Climatización y ACS         | 16R1   | Aislación térmica en distribución de calor y frío                          |
|                                              | 16R2   | Declaración de rendimiento nominal de equipos de climatización y ACS       |
| INST.Agua 20. Sistemas de agua potable       | 20R    | Reducción en consumo de agua potable                                       |
| INST.Agua 21. Riego                          | 21R    | Reducción en consumo de agua para riego                                    |



| ARQ.CAI 1R Definición de espacios |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador                         | Espacios de transición interior-exterior                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Ámbito                            | Edificios de educación y salud ubicados en las zonas F,G,H I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Definición                        | <p>Considerar pequeño espacio o vestíbulo con doble puerta en la entrada de edificios con destino salud y educación, diseñado para impedir la entrada directa de viento ("chiflón"), lluvia, frío y suciedad, permitiendo quitarse ropa mojada o zapatos embarrados antes de ingresar a los recintos interiores.</p> <p>En edificios educacionales se deberán considerar circulaciones entre salas y patios cerrados.</p> |
| Objetivo                          | Proporcionar espacios de transición en las zonas F,G,H,I en edificios de educación y salud para mejorar las condiciones de habitabilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Requerimientos                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

#### Considerar lo siguiente para establecimientos de educación:

- Establecimientos ubicados en las zonas F, G, H, I se deberá considerar como regularmente ocupadas las circulaciones entre salas. Por lo anterior, en dichas zonas las circulaciones deberán ser cerradas.
- Se deberá considerar en el programa arquitectónico espacios de transición interior-exterior, tipo vestíbulo previo o "chiflonera".
- Establecimientos educacionales deberán tener un patio cubierto y protegido del viento, con una superficie según el requerimiento en el artículo 4.5.7 de la OGUC.
- En las zonas G - I, se recomienda que el programa arquitectónico incluya espacios fuera de las salas de clase que permitan dejar ropa y otros elementos húmedos.

#### Considerar para los recintos de Salud:

- Se deberá considerar en el programa arquitectónico espacios de transición interior-exterior, tipo vestíbulo previo o "chiflonera".





| ARQ.CAI 2R | Confort visual pasivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador  | Factor Luz Día / Iluminancia útil [%] / Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA300/50%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ámbito     | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Definición | <p>El confort visual es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.</p> <p><b>Factor Luz Día:</b> Medida de iluminancia de luz natural interior en una posición dada, expresada como un porcentaje de las iluminancias exteriores.</p> <p><b>Iluminancia útil:</b> Porcentaje (%) del tiempo en que el plano de trabajo está dentro de un rango de iluminancia recomendada para el espacio o tarea visual.</p> <p><b>Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA):</b> Porcentaje (%) del área de análisis que está dentro de los niveles de iluminación natural adecuados dentro de un periodo de operación determinado a lo largo del año.</p> |
| Objetivo   | Maximizar el aporte de luz natural a través de los elementos transparentes de la envolvente del edificio, para aumentar los niveles de confort visual y disminuir los consumos energéticos en iluminación artificial.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### Requerimientos

##### Opción 1: Factor Luz Día (FLD) $\geq 2$

Se deberá verificar que el factor luz día es igual o superior a 2 para al menos un 75% de la superficie de los recintos que cumplen, respecto de la superficie total de recintos regularmente ocupados. Para el cálculo de FLD se deberá utilizar un programa informático especializado. Ver detalle de cumplimiento en Consideraciones de antecedentes a entregar.

##### Opción 2: Iluminancia útil

Se deberá corroborar el cumplimiento de la iluminancia útil mínima indicada en la Tabla 1 para al menos un 75% de la superficie de los recintos que cumplen, respecto de la superficie total de recintos regularmente ocupados, dentro de su horario de operación en un año completo. Ver detalle de cumplimiento en Consideraciones de antecedentes a entregar.

Tabla 1: Iluminancia útil mínima por zona climática.

| Mínimo por zonas climáticas |                        |                       |                  |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|
| A-B-H <sup>(1)</sup>        | C-D-E-H <sup>(2)</sup> | G-F- I <sup>(1)</sup> | I <sup>(2)</sup> |
| 50%                         | 40%                    | 30%                   | 20%              |

División zonas climáticas basada en NCh1079.2019

H<sup>(1)</sup>: Andina Norte: Hasta Límite norte de comunas de Cabildo y Putaendo

H<sup>(2)</sup>: Andina Centro: Desde comunas de Cabildo (incluidas) y Putaendo hasta límite sur las comunas Pucón y Curarrehue.

I<sup>(1)</sup>: Región de Aysén

I<sup>(2)</sup>: Región de Magallanes

El cálculo de iluminancia útil utiliza el rango estándar de 100 lux a 2000 lux.

En establecimientos educacionales, cumplir con el artículo 4.5.5 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

Opción 3: Cálculo de Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (Spatial Daylight Autonomy)

Se deberá corroborar el cumplimiento de la Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA300/50%) indicada en la Tabla 2 para al menos un 75% de la superficie de los recintos que cumplen, respecto de la superficie total de recintos regularmente ocupados, en un año completo, mediante programa computacional.

Tabla 2: Iluminancia útil mínima por zona climática.

| Mínimo por zonas climáticas |                         |                       |                  |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| A-B- H <sup>(1)</sup>       | C-D-E- H <sup>(2)</sup> | G-F- I <sup>(1)</sup> | I <sup>(2)</sup> |
| 50%                         | 45%                     | 40%                   | 30%              |

Realizar una simulación computacional horaria entre las 08:00 y las 18:00 hrs, de enero a diciembre con programa informático especializado.

Ver detalle de cumplimiento en consideraciones de antecedentes a entregar.

Consideraciones para antecedentes a entregar

El cumplimiento se evalúa para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior.

Cada recinto regularmente ocupado debe cumplir con un 75% de la superficie total del recinto.

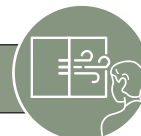
Luego se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente se calcula su porcentaje respecto al total del área de recintos regularmente ocupados, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%.

Para edificios de planta libre se debe evaluar la superficie que cumple con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área regularmente ocupada, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%.

Edificios de planta libre deben presentar piso tipo para evaluación de requerimientos 2R, 2.1 y 2.2.

Excluir

Salas de museo, auditorios, teatros, salas dedicadas a videoconferencia.



## ARQ.CAI 3R Calidad del aire pasivo: Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire

|                    |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicadores</b> | <b>Superficie practicable de ventana - Renovaciones de aire hora [RAH]</b>                                                                                                                             |
| <b>Ámbito</b>      | <b>Espacios regularmente ocupados</b>                                                                                                                                                                  |
| <b>Definición</b>  | Condiciones para generar el caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto según uso para lograr una condición aceptable de concentración de CO <sub>2</sub>                         |
| <b>Objetivo</b>    | Limitar la concentración de CO <sub>2</sub> emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre espacios de uso específico <sup>3</sup> . |

### Requerimientos

Si el edificio no posee un sistema de ventilación mecánica en espacios regularmente ocupados, se deberá demostrar el potencial de ventilación natural de estos espacios mediante una de las siguientes opciones:

**Opción 1 (aplica solo para uso educación):** Se deben diseñar los sistemas de ventilación natural de acuerdo con la NCh3308:2013 punto 6.4.

**Opción 2:** Demostrar que la ventilación natural cubre el requerimiento de renovaciones de aire, en al menos un 75% del área de recintos regularmente ocupados que no poseen ventilación mecánica, utilizando alguna de las siguientes metodologías.

1. Evaluación en base Metodología de TDR de la DA MOP
2. Evaluación en base a Metodología utilizando Bernoulli
3. Evaluación dinámica, por medio de un software especializado en base a Air-Flow-Networks

Si un edificio es de educación y salud y postula a la opción 2 deberá documentar además el cumplimiento según la normativa NCh3308:2013 punto 6.4. en información adicional, en la plataforma documental de CES.

<sup>3</sup> El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas denso inodoro producido principalmente por la respiración. Una acumulación de este gas en un espacio cerrado conduce a una sensación de pesadez y puede alterar la concentración.

## Condiciones de evaluación

---

Independiente de los cálculos desarrollados con alguna de las opciones señaladas, se considerarán como recintos ventilados naturalmente los que cumplan con las siguientes condiciones:

- Los que cuenten con ventanas perimetrales operables o abertura en los techos, con accesibilidad para los usuarios.
- El área de apertura de los recintos interiores, ventilados a través de recintos contiguos, deberán estar abiertas permanentemente y sin obstrucciones, teniendo la abertura una superficie de al menos un 8% de su superficie útil del recinto sin ventanas, y no menos de 2 m<sup>2</sup>.
- Las ventanas deben permitir al o los usuarios controlar su nivel de apertura.

Cuando se contemplen estrategias distintas al uso de ventanas, por ejemplo, chimeneas de ventilación o "pozo canadiense", se deberá utilizar la metodología 3 de la Opción 2.

Si se utiliza la metodología 3, las tasas de ventilación que se obtienen por el efecto de la ventilación natural deberán ser consideradas en los cálculos de las variables ARQ.CAI 1 Confort Térmico Pasivo y ARQ. Energía 5 Demanda de Energía.

Los recintos regularmente ocupados que no posean ventilación natural deberán contar con un sistema de ventilación mecánica para asegurar la calidad del aire, siguiendo los requerimientos de las variables INST. CAI 11.1 Ventilación Mecánica: Caudal y INST.CAI 11.2 Ventilación Mecánica: Filtraje.

Las edificaciones de la clase educación deberán contar con un sistema de ventilación que asegure una tasa de ventilación no menor a la indicada en la NCh 3308 y cuyo diseño esté orientado a proveer una calidad de aire interior aceptable.

## Consideraciones para antecedentes a entregar

---

El cumplimiento se evalúa para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior.

Se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área de recintos regularmente ocupadas, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%.



| ARQ.CAI 4R | Confort Acústico: Aislación acústica mínima de fachadas exteriores                                                                                                                                                         |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador  | Aislamiento acústico [dB(A)] de fachada                                                                                                                                                                                    |
| Ámbito     | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio.                                                                                                                                                                     |
| Definición | El confort acústico es la situación en que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para la comunicación y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto. |
| Objetivo   | Limitar el traspaso de ruido mediante aislamiento para lograr el confort acústico.                                                                                                                                         |

#### Requerimientos

Igualar o mejorar la aislación acústica mínima de fachadas exteriores expuestas a vías vehiculares, definida en función del Nivel Equivalente Diurno (NED) definido en la Tabla 3. Se incluyen fachadas a la vía vehicular con un ángulo de hasta 90° respecto a la vía.

Para determinar la aislación acústica de una fachada compuesta por elementos opacos y acristalados de muros y ventanas ver Apéndice 7.

El NED podrá obtenerse de la siguiente forma:

1. Consultando mapas de ruido o por zonas, según Apéndice 7
2. Por capacidad de vías vehiculares, según Apéndice 7
3. Por medición y proyección obtenido de acuerdo con el procedimiento descrito en NCh 2502:2001

Tabla 3. Aislamiento acústico mínimo para fachadas y elementos de fachada, adaptación de TDR y NCh 352:Of.1961.

| NEDdB(A) | Aislamiento acústico mínimo de fachada |
|----------|----------------------------------------|
| NED ≤ 65 | 25 dB(A)                               |
| NED > 65 | NED - 40 dB(A)                         |

**Opción 1:** Evaluación prescriptiva. El aislamiento acústico de los materiales utilizados se obtendrá en base al Cálculo indicado en la NCh 3307:2013 (parte3), del listado de Soluciones del MINVU y o tablas de aislación de materiales indicadas en el Apéndice 7, tomando en este caso el valor mínimo de las soluciones constructivas con rangos de aislamiento acústico.

**Opción 2:** Evaluación prestacional. Mediante cálculo por programa informático especializado, informe de ensayo o informe de inspección de los materiales de construcción de acuerdo con lo indicado en el **Apéndice 7**.



| ARQ. Energía 5R | Demanda de Energía: Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar Modificado                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador       | Transmitancia Térmica – [U W/m²K] / Factor Solar Modificado [FSM]                                                                                                                                                                                                                  |
| Ámbito          | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Definición      | La Demanda de Energía es la energía estimada que será requerida para generar niveles adecuados de calidad del ambiente interior, específicamente el confort térmico. Influyen en ella las características de la envolvente tales como transmitancia, control solar y hermeticidad. |
| Objetivo        | Disminuir la demanda de energía necesaria para la calefacción y enfriamiento, en base a limitar la transmitancia térmica de la envolvente y el factor solar modificado.                                                                                                            |
| Taxonomía T-MAS | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección –No Hacer Daño Significativo.                                                                                                                                                       |

### Requerimientos

#### Opción 1 evaluación prestacional:

Verificar una disminución del 2% de la demanda de energía para calefacción y enfriamiento en base a lo definido en el Apéndice 9: Demanda y consumo de energía.

El edificio de referencia en el ítem envolvente deberá considerar la tabla 4.1 y 4.2,

#### Opción 2 evaluación prescriptiva para establecimientos de salud y educación:

Cumplir con los valores de Transmitancia Térmica (U) y Factor Solar modificado según la Tabla 4.1 y 4.2.

Tabla 4.1: Transmitancias mínimas para pisos ventilados, muros y ventanas por zona climática.

| Transmitancia térmica (U - W/m²K) para muros y ventanas, y Factor Solar Modificado (FSM) para ventanas de fachadas y cubierta |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Elemento                                                                                                                      | A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I    |
| U – Cubierta                                                                                                                  | 0,84 | 0,47 | 0,47 | 0,38 | 0,33 | 0,28 | 0,28 | 0,25 | 0,25 |
| U – Muro                                                                                                                      | 2,00 | 0,80 | 0,80 | 0,60 | 0,60 | 0,45 | 0,40 | 0,30 | 0,35 |
| U - Piso Ventilado                                                                                                            | 3,60 | 0,70 | 0,87 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,39 | 0,32 | 0,32 |
| U – Puertas opacas                                                                                                            | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 | 1,70 |
| U – Ventana y lucernarios                                                                                                     | 5,80 | 3,60 | 3,60 | 3,60 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 2,40 | 3,00 |
| FSM - N y NE/NO                                                                                                               | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | -    | 0,75 | -    | -    |
| FSM – E/O                                                                                                                     | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | -    | 0,60 | -    | -    |

Tabla 4.2: Transmitancias mínimas para la instalación exterior del sobrecimiento.

| Transmitancia térmica (U - W/m²K) para sobrecimientos. |     |   |   |   |   |     |   |   |   |
|--------------------------------------------------------|-----|---|---|---|---|-----|---|---|---|
| Elemento                                               | A   | B | C | D | E | F   | G | H | I |
| U-Sobrecimientos                                       | 2,2 |   |   |   |   | 1,0 |   |   |   |

Los aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto deberán cubrir en forma continua el máximo de la superficie de los complejos de techumbre, muros perimetrales, piso ventilado y sobrecimiento, procurando la continuidad de la envolvente térmica, la que solo podrá interrumpirse por elementos de la estructura o por las redes o canalizaciones de las instalaciones.

- Podrán eximirse de requisito de transmitancia térmica las ventanas de recintos no regularmente ocupados, definidos según el Apéndice 1, salvo que dicho recinto esté en contacto directo (sin separación de muro o mampara) con un recinto regularmente ocupado. Por ejemplo, pasillos, galerías, vestíbulos de acceso o escaleras, en contacto directo con zonas de oficina y salas de espera, entre otros.
- Podrán eximirse de los requerimientos de FSM aquellas ventanas en recintos con un acristalamiento de fachada de 20% o menos, y en recintos tipo habitaciones y circulaciones asociadas a habitaciones.
- Para definir cuál es la orientación de una fachada, ver Apéndice 10.
- Los requerimientos de transmitancia térmica serán los valores límite a cumplir para todos los elementos, y no ponderando los valores, exceptuando los puentes térmicos.
- En caso que la aislación térmica de la envolvente o algunos de sus elementos no sean continuos (por ejemplo pilares o pies derecho no aislados térmicamente al exterior), se deberá determinar un valor de transmitancia térmica considerando el efecto de los puentes térmicos, a través del cálculo especificado en la NCh853: Of.2021 o mediante simulaciones en base a programa informático.
- Los puentes térmicos lineales se evaluarán constructivamente, mediante la entrega de detalles constructivos<sup>4</sup>.
- Para recintos tipo habitaciones, equipamiento de educación y salud se deberá demostrar que no existe riesgo de condensación superficial e intersticial en complejos de techumbre, muros perimetrales y piso ventilado, mediante una memoria de Cálculo, elaborada conforme al procedimiento de la NCh1973:2014 y a las condiciones de cálculo definidas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- El análisis de condensación superficial debe incluir los puentes térmicos contenidos en los sistemas constructivos de los complejos de techumbre, muros perimetrales y piso ventilado.

Para la determinación de los valores de transmitancia térmica de elementos de la envolvente se podrán utilizar alguno de los siguientes métodos y referencias:

1. Certificado de ensayo de la solución constructiva, para complejos de techumbre, muros perimetrales y piso ventilado, el ensayo debe realizarse conforme al procedimiento indicado en la NCh 851. Para complejo de puertas opacas y ventanas el ensayo debe realizarse conforme al procedimiento indicado en la NCh 3076/1 y NCh 3076/2 otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el DS N° 10 (V. y U.), de 2002, y sus modificaciones.
2. Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU, última versión vigente.
3. Utilizar un material aislante etiquetado con el valor R100, según norma técnica NCh2251

Cálculo según normas NCh853: 2021. La conductividad térmica y densidad de los materiales se podrán obtener de:

- Anexo A de la NCh853: Of.2021
- Listado Oficial de Soluciones Constructivas del MINVU, última versión vigente.
- Manual práctico reglamentación térmica 2025 Instituto de la Construcción. Certificado de ensayo emitido por un laboratorio nacional conforme al procedimiento indicado en la Nch851, e internacional (podría tener restricciones en usos de educación y salud por disposiciones del MINVU).

<sup>4</sup> Para una definición, explicación y alcances del concepto de Puente Térmico, revisar el documento "Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos", sección 2.4.



| ARQ. Energía 6R1 Hermeticidad de la Envolvente: Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador                                                                                                  | Especificación apropiada de sellos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Ámbito                                                                                                     | Envolvente del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Definición</b>                                                                                          | <p>La hermeticidad al aire es un término genérico para describir la resistencia de la envolvente del edificio a las infiltraciones.</p> <p>La infiltración es un intercambio de aire no controlado desde el exterior hacia el interior de una edificación a través de grietas, porosidad y otras aperturas no intencionales en la envolvente del edificio.</p> <p>La permeabilidad es una propiedad física utilizada para medir la hermeticidad al aire de la envolvente de un edificio, y se define como el índice de traspaso de aire por hora [m³/h] por m² de área de envolvente a un diferencial de presión de referencia.</p> |
| <b>Objetivo</b>                                                                                            | Limitar las infiltraciones a través de los elementos constructivos de la envolvente, para disminuir la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los ambientes interiores del edificio, y aumentar los niveles de confort higrotérmico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### Requerimientos

Especificar sellos alrededor de carpinterías de ventanas de la envolvente, y en los puntos donde las redes y sistemas atraviesen la envolvente.

Se debe documentar el control en terreno mediante visitas programadas de acuerdo al avance de la obra, emitiendo un informe con lo observado en terreno firmado por constructora e ITO.

Los sellos en base a poliuretano expuestos a la radiación solar deben incorporar protección UV. Si se utiliza sello tipo "Silano modificado o híbrido", o "Cinta estructural", se deberá adjuntar ficha técnica del producto. En ningún caso se aceptará el uso de siliconas acéticas y sellos acrílicos en fachadas y cubiertas.

Tabla 5: Uso de sellos apropiados según tipo de unión.

| Tipo de Sello                                      | Aplicaciones                               | Sustratos de Aplicación                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Silicona Neutra                                    | Ventanas, Juntas de cubiertas y techumbres | Vidrio, cristal, metales, superficies pintadas, maderas, acrílicos, policarbonatos, cerámicas y para aplicaciones sanitarias.            |
| Siliconas estructurales                            | Ventanas, Muros Cortina                    | Vidrio, cristal, metales, superficies pintadas, maderas.                                                                                 |
| Adhesivo de Poliuretano                            | Juntas de cubiertas y techumbres           | Madera, metales, primer para metal y pinturas de terminación, materiales cerámicos y plásticos.                                          |
| Sellos de XPS (apoyo para adhesivo de Poliuretano) | Ventanas, Muros Cortina                    | Juntas de dilatación, fachadas, pavimentos, prefabricados, paneles, baños, cocinas, puertas y ventanas.                                  |
| Espuma de Poliuretano                              | Ventanas, Sellado Paso de Instalaciones    | Alrededor de marcos de puertas y ventanas, pasadas de ductos, aire acondicionado, orificios, etc.                                        |
| Cintas Expansibles                                 | Ventanas                                   | Alrededor de marcos de puertas y ventanas.                                                                                               |
| Membranas en Cinta EPDM                            | Ventanas, Muros Cortina                    | Alrededor de marcos de puertas, ventanas y muros cortinas.                                                                               |
| Caucho de Butilo extruible o cinta                 | Juntas de cubiertas y techumbres           | Metales aluminizados o pintados con distintas pinturas utilizadas en este rubro. No corroe el, o el cobre.                               |
| Silano-modificado (híbrido)                        | Juntas de cubiertas y techumbres           | PVC rígido, plástico reforzado con fibra de vidrio (GRFP), madera, cerámica, teja, ladrillos, hormigón, aluminio, acero inoxidable, etc. |

Fuente: Elaboración propia en base a "Recomendaciones técnicas para la especificación de ventanas" de la CDT CChC, y recomendaciones de 3M y Sika.



Se deberá especificar una solución constructiva determinada, en la partida de sellos, de las Especificaciones Técnicas, en:

- Encuentros entre marcos y vanos de puertas y ventanas.
- Uniones de elementos de distinta materialidad.
- Uniones de elementos de una misma materialidad.
- Perforaciones de todas las instalaciones.
- Encuentro de solera inferior con su elemento de soporte.
- Encuentro de solera superior con su elemento de soporte.
- Dispositivos de ventilación.
- Ductos de evacuación de gases.
- Otros encuentros o uniones similares.

---

### Condiciones de evaluaciones

---

Se deberán indicar los sellos apropiados en Especificaciones Técnicas de Arquitectura y demostrar consistencia con escantillones/detalles constructivos. Esta información deberá estar debidamente presentada en el formulario inicial.



| ARQ. Energía 6R2 | Hermeticidad de la Envolvente: Permeabilidad de ventanas e infiltración de aire.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador        | Permeabilidad al aire de carpintería de ventanas [m³/hm² a 100 Pa]<br>Infiltración de aire por la envolvente, renovaciones aire hora [a 50 Pa]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Ámbito           | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Definición       | <p>La hermeticidad al aire es un término genérico para describir la resistencia de la envolvente del edificio a las infiltraciones.</p> <p>La infiltración es un intercambio de aire no controlado desde el exterior hacia el interior de una edificación a través de grietas, porosidad y otras aperturas no intencionales en la envolvente del edificio.</p> <p>La permeabilidad es una propiedad física utilizada para medir la hermeticidad al aire de la envolvente de un edificio, y se define como el índice de traspaso de aire por hora [m³/h] por m² de área de envolvente a un diferencial de presión de referencia.</p> |
| Objetivo         | Limitar las infiltraciones a través de los elementos constructivos de la envolvente, para disminuir la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los ambientes interiores del edificio, y aumentar los niveles de confort higrotérmico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### Requerimientos

**Opción 1:** Requerimiento no aplica para edificio evaluado.

Esta opción se mantendrá activa hasta que el MINVU habilite la obligatoriedad de este requerimiento.

**Opción 2:** El edificio está ubicado en una región donde no existen profesionales competentes, especialistas y/o laboratorios con inscripción vigente en los registros del Ministerio de Vivienda y Urbanismo habilitados para realizar un ensayo en terreno conforme al procedimiento indicado en la NCh3295.

Se deberá demostrar la clase de permeabilidad del aire, para complejos de ventanas y de puertas, según zonificación, de acuerdo con lo indicado en las condiciones de evaluación y la Tabla 5 en condiciones de evaluación.

Tabla 5: Clases de permeabilidad al aire por zonas térmicas.

| Zona Térmica | Clase de Permeabilidad al aire 100 Pa |
|--------------|---------------------------------------|
| A            | ---                                   |
| B            | 1                                     |
| C            | 1                                     |
| D            | 2                                     |
| E            | 2                                     |
| F            | 2                                     |
| G            | 3                                     |
| H            | 3                                     |
| I            | 3                                     |

Esta opción se mantendrá activa hasta que el MINVU habilite la obligatoriedad de este requerimiento.

**Opción 3:** El edificio está ubicado en una región donde existen profesionales competentes, especialistas y/o laboratorios con inscripción vigente en los registros del Ministerio de Vivienda y Urbanismo habilitados para realizar un ensayo en terreno conforme al procedimiento indicado en la NCh3295.

Aplican los requerimientos de permeabilidad al aire en ventanas y puertas, y de infiltración de aire de la envolvente.

- a. Se deberá demostrar la clase de permeabilidad del aire, para complejos de ventanas y de puertas, según zonificación, de acuerdo con lo indicado en las condiciones de evaluación y la Tabla 5 en condiciones de evaluación, y
- b. La envolvente térmica deberá tener una clase de infiltración de aire medido a 50Pa igual o menor a la clase de infiltración señalada en la Tabla 6, de acuerdo con la provincia en la que se ubica el proyecto.

Tabla 6: Clase de infiltración de aire máxima permitida para la envolvente térmica.

| Provincia                                                                                                                                                                                                                         | Clase de infiltración<br>50Pa / ach |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Arica, Iquique, Tocopilla, Chañaral, Isla de Pascua                                                                                                                                                                               | -----                               |
| Parinacota, Tamarugal, El Loa, Coyhaique, Aysén, General Carrera, Capitán Prat, última Esperanza, Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica Chilena                                                                                 | 4,00                                |
| Copiapó, Limarí, Los Angeles, Valparaíso, Santiago, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante, Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua, Talca, Concepción, Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Ranco, Osorno, Llanquihue, Palena, Chiloé | 5,00                                |
| Antofagasta, Huasco, Elqui, Choapa, Petorca, Quillota, San Felipe de Aconcagua, San Antonio, Marga-Marga, Chacabuco, Curicó, Linares, Cauquenes, Diguillín, Puntilla, Itata, Biobío                                               | 8,00                                |

Nota: La Clase de infiltración será medida excluyendo (sellando) ventanas, puertas y los dispositivos de ventilación.

## Condiciones de evaluación

- a. Permeabilidad al aire de puertas y ventanas

Las clases de Permeabilidad al aire señaladas en la Tabla 5 se encuentran definidas en la norma chilena NCh3296, y corresponden a la clasificación final del elemento ensayado según la NCh3297.

## Alternativas de cumplimiento

1. Informe de Ensayo, realizado conforme al procedimiento indicado en la NCh3296 y NCh3297, otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el DS N° 10 (V. y U.), de 2002, y sus modificaciones, demostrando el cumplimiento de la Clasificación final de Permeabilidad al aire de los complejos de ventanas y puertas de la edificación.
2. Adopción de un elemento que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

- b. Infiltración de aire de la envolvente

La acreditación de la clase de infiltración de aire máxima de la envolvente térmica se realizará mediante Informe de Ensayo en terreno, elaborado conforme al procedimiento indicado en la NCh 3295 por un profesional competente o especialista, con inscripción vigente en el Registro de Consultores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el DS N° 135, de 1978 (V. y U.) y sus modificaciones, o por un laboratorio con Inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el DS N° 10 (V. y U.), de 2002, y sus modificaciones. El ensayo en terreno se aplicará una vez terminada la ejecución de la obra, a una muestra representativa dependiendo del tipo de edificación.

## Edificios uso salud

La determinación de los recintos y la cantidad de ensayos de infiltración de aire corresponderá al 5% de la cantidad total de la sumatoria de los recintos perimetrales acondicionados de la edificación, según lo definido artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. y se detallan en el Apéndice 13

Edificios uso educación

La determinación de los recintos y la cantidad de ensayos de infiltración de aire corresponderá a lo indicado en la Tabla 7 sobre los recintos docentes de la edificación, según lo definido artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. y se detallan en el Apéndice 13.

Tabla 7: Tamaño de muestra para edificios uso educación.

|                      |        |         |         |      |
|----------------------|--------|---------|---------|------|
| N° recintos docentes | 5 a 16 | 17 a 24 | 25 a 32 | > 32 |
| Tamaño de muestra    | 2      | 3       | 4       | 10%  |

Edificios otros usos

La determinación de los recintos y la cantidad de ensayos de infiltración de aire corresponderá al 5% de la cantidad total de la sumatoria de los recintos perimetrales acondicionados de la edificación, según se detallan en el Apéndice 13.



## ARQ. Agua 7R Paisajismo: Reducir un 20% la evapotranspiración

| Indicador         | Porcentaje [%] de disminución de la evapotranspiración [ETLmm]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ámbito</b>     | Áreas verdes del proyecto, <b>incluyendo aquellas en el espacio público.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Definición</b> | <p>El paisajismo o "arquitectura del paisaje", es la actividad que es capaz de modificar un espacio exterior, trabajando con elementos orgánicos (flora y fauna) y/o inorgánicos, para satisfacer las necesidades de uso del espacio exterior para un determinado grupo de usuarios, ya sea en un medio urbano o rural.</p> <p>Las características del proyecto de paisajismo deben estar en relación a la zona bioclimática (clima-vegetación-suelo), de modo de disminuir la demanda de agua para riego.</p> |
| <b>Objetivo</b>   | Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales, en base a reducir la necesidad de agua de las especies vegetales del proyecto de paisajismo.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### Requerimientos

Disminuir la evapotranspiración al menos un 20% respecto al caso de referencia, de acuerdo con el procedimiento indicado en el **Apéndice 20**: Procedimiento para cálculo de Paisajismo.

El área que se contabiliza como área de paisajismo debe ser con vegetación, se excluye de este cálculo los elementos complementarios como por ejemplo paseos peatonales, en los cuales no haya especies vegetales.

Requerimiento obligatorio independiente de la superficie del proyecto de paisajismo con vegetación.



| CONST. M&R<br>Residuos 10R1 | Gestión de residuos: Plan de gestión durante la construcción                                                                 |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>            | <b>Plan de gestión de residuos</b>                                                                                           |
| <b>Ámbito</b>               | <b>Proceso de construcción</b>                                                                                               |
| <b>Definición</b>           | Acciones mínimas destinadas a tener un manejo adecuado de los residuos y emisiones durante la demolición y construcción.     |
| <b>Objetivo</b>             | Asegurar las medidas mínimas de control y mitigación durante la demolición y construcción.                                   |
| <b>Taxonomía<br/>T-MAS</b>  | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección –No Hacer Daño Significativo. |

#### Requerimientos

1. Previo a la construcción en el terreno del edificio, realizar un **Plan de gestión de residuos durante construcción**, basado en la NCh3562. Este plan debe considerar:

- Verificar en terreno si existe algún material clasificado como peligroso, para seguir protocolos de eliminación correspondiente según normativa (Ej. Asbesto, sistemas de climatización antiguos con refrigerantes, estanques de acumulación de petróleo, entre otros).
- Hacer una proyección de posibles residuos a generar durante la construcción del proyecto según las partidas de construcción y demolición.
- Descripción breve de cómo se realizará la gestión de los todos residuos de la obra, indicando posibilidades de los lugares de acopios, retiro, transporte autorizado, disposición final
- Identificar responsables dentro de la obra quien ejecutará el plan y las distintas tareas que implica (planteado en etapa de precertificación).
- Se deben incluir los productos prioritarios establecidos en la Ley REP.

En caso de que el proyecto postule a precertificación, el plan de gestión debe quedar planteado en esta etapa.

Durante construcción:

- Ejecutar el Plan de Gestión de residuos, generando un registro mensual de la ejecución del plan.
- Cuantificar mensualmente todos los residuos de la obra, clasificados de acuerdo con la planteado en el propio plan, indicando las cantidades (m<sup>3</sup> o kg) de cada uno de ellos hasta la recepción final de la obra.

No forma parte de este requerimiento obligatorio el reciclaje. Si el proyecto realizará reciclaje debe postular al requerimiento voluntario CONST.M&R. 10.

2. Cumplir con el artículo 5.8.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

| CONST.M&R<br>Residuos 10R2                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              | Gestión de residuos: Cuantificación de residuos generados |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Indicador                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cantidad de residuos generados (m³/m²)                                                       |                                                           |
| Ámbito                                                                                                                                                                                                                                                                      | Construcción                                                                                 |                                                           |
| Definición                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cantidad de residuos por unidad de superficie durante la etapa de construcción del edificio. |                                                           |
| Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                    | Informar la cantidad de residuos generados en la etapa de construcción                       |                                                           |
| Requerimientos                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                              |                                                           |
| Informar la generación de residuos durante la etapa de construcción (demolición, movimiento de tierras y materiales de construcción) en volumen (m³) respecto a la superficie certificada CES (superficie total construida, descontado estacionamientos y pisos mecánicos). |                                                                                              |                                                           |





| INST.CAI 11R1      Calidad del aire activo: Tasas mínimas de ventilación |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                         | <b>Caudal de diseño del sistema de ventilación mecánica</b>                                                                                                                                            |
| <b>Ámbito</b>                                                            | <b>Todos los recintos del edificio</b>                                                                                                                                                                 |
| <b>Definición</b>                                                        | Caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto y ocupantes                                                                                                                           |
| <b>Objetivo</b>                                                          | Limitar la concentración de CO <sub>2</sub> emitidos por los usuarios <sup>5</sup> , ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre recintos de uso específico. |

#### Requerimientos

Todo sistema de ventilación mecánica deberá cumplir con las tasas mínimas de ventilación definidas en el **Apéndice 1** o el **Apéndice 5 : Calidad del aire. Ventilación mecánica**.

Se considerará el flujo de aire exterior por zona, calculado en base a cada sistema de ventilación (por ej. UMAs), en un escenario de límite demanda y considerando el factor de efectividad de distribución.

Para la evaluación de los caudales de la ventilación mecánica del edificio se deberá verificar el cumplimiento del requisito obligatorio para cada recinto regularmente ocupado.



| INST.CAI 11R2      Calidad del aire activo: Eficiencia mínima de filtraje |                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                          | <b>Eficiencia promedio de filtraje [% o MERV]</b>                                                                                                                                                                           |
| <b>Ámbito</b>                                                             | <b>Todos los recintos regularmente ocupados del edificio</b>                                                                                                                                                                |
| <b>Definición</b>                                                         | La eficiencia de filtraje es la capacidad de un elemento, un filtro, para remover y reducir la concentración de partículas o materiales gaseosos desde un caudal de aire, tales como polvo, polen, moho, bacterias, y humo. |
| <b>Objetivo</b>                                                           | Minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes químicos y biológicos, que degraden la calidad del aire.                                                        |

#### Requerimientos

Lograr una eficiencia promedio de filtraje de 20% (según ASHRAE 52.1 o EN 779 2002) o MERV 6 (según ASHRAE 52.2), con arrestancia mínima<sup>6</sup> de 90%, en los filtros del sistema de aire acondicionado y ventilación que traten el aire exterior.

Para recintos de establecimientos de salud se deberá cumplir con las eficiencias establecidas en el **Apéndice 5**.

<sup>5</sup> El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas denso inodoro producido principalmente por la respiración. Una acumulación de este gas en un espacio cerrado conduce a una sensación de pesadez y puede alterar la concentración.

<sup>6</sup> La arrestancia determina el porcentaje en peso que retiene el Filtro del total del polvo que le es arrojado.





| INST.CAI 11R3      Calidad del aire activo: No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta |                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador                                                                                                             | Sistemas de calefacción utilizados                                                                                                                                       |
| Ámbito                                                                                                                | Todos los recintos del edificio                                                                                                                                          |
| Definición                                                                                                            | La calefacción por combustión a llama abierta dentro de un recinto consume parte del oxígeno al interior de éste y genera gases contaminantes dañinos para las personas. |
| Objetivo                                                                                                              | No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta                                                                                                |
| Taxonomía T-MAS                                                                                                       | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección –No Hacer Daño Significativo                                              |
| Requerimientos                                                                                                        |                                                                                                                                                                          |
| No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta.                                            |                                                                                                                                                                          |



| INST.CAI 13R Confort Visual-Activo: Condiciones de diseño mínimas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminancia mínima [lux]</li> <li>• Deslumbramiento [UGR] de las luminarias</li> <li>• Rendimiento cromático [IRC] de las fuentes lumínicas</li> <li>• Uniformidad media [Um]</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Ámbito</b>                                                     | Recintos regularmente ocupados del edificio, según definición del <b>Apéndice 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Definición</b>                                                 | <p>La iluminancia es el flujo incidente por unidad de área en una superficie iluminada.</p> <p>El deslumbramiento es la incomodidad en la visión producida cuando partes del campo visual son muy brillantes en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado.</p> <p>El rendimiento cromático es la habilidad de una fuente de luz para reproducir un color relativamente a ese mismo color iluminado por una fuente de luz patrón.</p> <p>La Uniformidad media es la relación entre la iluminancia del área de la tarea y la iluminancia de los espacios circundantes.</p> |
| <b>Objetivo</b>                                                   | Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con los valores mínimos e iluminancia, control del deslumbramiento y rendimiento cromático.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

### Requerimientos

**Alumbrado interior:** El proyecto de iluminación deberá contar con un 100% de la superficie de los espacios regularmente ocupados con luminarias que cumplan con el Pliego Técnico Normativo RIC N°10 SEC-División de Ingeniería de Electricidad.

Los parámetros mínimos de calculo que se tienen que obtener, para cada recinto regularmente ocupado, son:

- Iluminancia media mantenida (Em) en el plano de trabajo.
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR) para el observador.
- Índice de rendimiento de Colores (Ra).
- Uniformidad

**Alumbrado exterior:** Para el alumbrado exterior de los edificios de se deberá dar cumplimiento a lo señalado en la norma D.S N°1/2022 MMA.

Para la evaluación de los índices UGR y rendimiento cromático IRC deberán considerarse todas las luminarias de los recintos regularmente ocupados. Cada luminaria deberá cumplir con los requerimientos establecidos. En el caso que existan más de un tipo de luminaria en un recinto se considerará la característica lumínica de la luminaria más desfavorable en la evaluación del recinto.

Para el cálculo de Uniformidad se podrán considerar zonas de trabajo, en recintos regularmente ocupados, presentando lo siguiente:

1. Un plano tipo de habitación con mobiliario, propuesto por arquitectura.
2. Consideraciones para determinar las zonas de trabajo.

### Condiciones de evaluación

Revisar Apéndice 15

Punto 2) Características de la grilla de análisis para el cálculo de iluminancia

Punto 7) Reflectancia para elementos interiores.

Punto 8) Cálculo del deslumbramiento índice DGP



| INST.CAI 14R Confort Térmico Activo: Definir condiciones de diseño de climatización |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                                    | Se declaran condiciones de diseño del proyecto de climatización. Reducción de horas de desconfort en térmicos absolutos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Ámbito</b>                                                                       | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio según definición del <b>Apéndice 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Definición</b>                                                                   | El confort térmico es una variable fundamental de la calidad ambiental y habitabilidad de los edificios debido a su relación directa con la salud y bienestar de las personas. Los sistemas de climatización deben estar diseñados para cubrir las necesidades de confort térmico y facilitar el control sobre éste por parte de los propios ocupantes. Se deberá justificar si el edificio no contempla sistemas activos para climatizar los recintos regularmente ocupados. |
| <b>Objetivo</b>                                                                     | Los sistemas de climatización deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con las condiciones de diseño fijadas objetivamente. En caso de que no se contemple sistema de climatización, se deberá demostrar de que no se requiere apoyo activo.                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Taxonomía T-MAS</b>                                                              | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección – No Hacer Daño Significativo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### Requerimientos

##### Opción 1: Edificio tiene sistema de climatización.

Todo proyecto de climatización deberá considerar en sus condiciones de diseño, al menos, los siguientes parámetros:

- Temperatura bulbo seco, exterior, en verano e invierno.
- Temperatura bulbo seco, interior, en verano e invierno.
- Temperatura bulbo húmedo, exterior, en verano.
- Tasa de ventilación por persona y por recintos específicos (por ej. baños), velocidad del aire.
- Humedad relativa, interior y exterior.
- Propiedades térmicas de la envolvente.
- Definición de los recintos que serán climatizados, señalando si estos son regularmente ocupados o no, según definición en **Apéndice 1**.
- Se deberá indicar tipo de refrigerantes en sistemas de aire acondicionados que aplique, los que deberán cumplir con el requerimiento del DS N°3 2019.

Los valores a utilizar deberán ser obtenidos de documentos de referencia tales como RITCH, CEN Standard EN 15251, ASHRAE standard 55 (2010), o justificados por el especialista responsable. Los valores serán consistentes con aquellos utilizados en el cumplimiento de otras variables.

Se recomienda incluir en las condiciones de diseño las temperaturas radiantes de los recintos, dado su influencia en la sensación de confort térmico.

Los valores de los parámetros de diseño utilizados en los modelamientos de Demanda de Energía y Consumo de Energía deberán ser consistentes con los definidos en el proyecto de climatización.

##### Opción 2: Edificio no considera sistemas de climatización.

Para que un edificio pueda prescindir de sistemas de climatización, deberá demostrar utilizando un cálculo dinámico, la reducción de un 15% las horas anuales de ocupación del edificio que se encuentre fuera del rango de confort. En términos absolutos y no comparados con un edificio de referencia. En estos casos se considerará que es un edificio pasivo que no requiere del apoyo de sistemas activos.



| INST. Energía 16R1 Climatización y ACS: Aislación térmica en distribución de calor y frío |                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                                          | <b>Espesor aislación térmica de cañerías y conductos</b>                                                                                                                  |
| <b>Ámbito</b>                                                                             | <b>Todo el edificio</b>                                                                                                                                                   |
| <b>Definición</b>                                                                         | Energía estimada que será consumida por el edificio, considerando todos los usos finales de energía.                                                                      |
| <b>Objetivo</b>                                                                           | Disminuir el consumo de energía del edificio, en base a asegurar la correcta aislación térmica en las redes de conducción de líquido y aire del sistema de climatización. |

**Requerimientos**

**Aislación térmica en distribución de calor y frío:** Todas las cañerías, conductos y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico en forma continua y en todo su desarrollo, salvo que se justifique técnicamente lo contrario en la memoria de cálculo, teniendo como mínimo los espesores en mm indicados en la Tabla 8:

Tabla 8: Espesores mínimos de aislación térmica.

| Conducción de líquido                           | Cañerías para Climatización | Cañerías para ACS                                        |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                 | 13                          | 9                                                        |
| Climatización por aire – conductos de inyección | Por interior                | Por exterior de la envolvente térmica <sup>a, b, c</sup> |
|                                                 | 19                          | 30                                                       |

Fuente: Elaboración propia en base a RITCH 2007, NCh3287:2013 y Ashrae 90.1-2007

- a. Para calefacción en las zonas F, I, H, los tramos de conductos enterrados deberán tener una aislación térmica de 20 mm.
- b. Los conductos de retorno por el exterior de la envolvente térmica, deberán tener una aislación térmica de 20 mm.
- c. La aislación de los componentes ubicados al exterior, deberá considerar recubrimiento con protección UV.

**Nota:** Los espesores son para una conductividad térmica ( $\lambda$ ) entre 0,03 y 0,045 W/m\*K a 10°C. En caso de conductos y cañerías fabricados con propiedades de aislación térmica, se admitirá el espesor determinado por el fabricante, en la medida que se justifique que cumple con la transmitancia térmica resultante de los espesores de aislación requeridos en la tabla, para cada uno de los casos definidos.



| INST. Energía 16R2      Climatización y ACS: Declaración de rendimiento nominal                                  |                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                                                                 | <b>Rendimiento nominal sistema climatización [COP/EER]<sup>7</sup></b>                                                                                               |
| <b>Ámbito</b>                                                                                                    | <b>Todo el edificio</b>                                                                                                                                              |
| <b>Definición</b>                                                                                                | Características de las instalaciones térmicas que les permiten estimar su consumo energético al momento de realizar su función específica.                           |
| <b>Objetivo</b>                                                                                                  | Informar sobre características específicas de las instalaciones térmicas destinadas a mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía asociado. |
| <b>Requerimientos</b>                                                                                            |                                                                                                                                                                      |
| Informar el rendimiento nominal de los equipos de generación de frío / calor para los sistemas de climatización. |                                                                                                                                                                      |

<sup>7</sup> COP: Coefficient of Performance, o coeficiente de rendimiento y EER: Energy Efficiency Ratio, o coeficiente de eficiencia energética.



| <b>INST. Agua 20R      Sistemas de Agua Potable: Reducir en un 20% el consumo de agua potable</b> |                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                                                  | <b>Disminución del consumo de agua potable [%] por griferías y artefactos</b>                                                                                                                                       |
| <b>Ámbito</b>                                                                                     | <b>Todas las griferías y artefactos del edificio</b>                                                                                                                                                                |
| <b>Definición</b>                                                                                 | Sistemas que contemplen elementos para disminuir el consumo de agua, tales como, inodoros, lavamanos y grifería eficientes, sistemas de control. Se excluyen el sistema o llave de riego y la red contra incendios. |
| <b>Objetivo</b>                                                                                   | Disminuir el consumo de agua potable mediante la incorporación de artefactos eficientes y sistemas de control.                                                                                                      |
| <b>Requerimientos</b>                                                                             |                                                                                                                                                                                                                     |

Reducir en un 20% el consumo de agua potable de acuerdo con la metodología indicada en el **Apéndice 19**.



| <b>INST. Agua 21R      Riego: Reducir en un 20% el consumo de agua para riego</b> |                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                                                  | <b>Porcentaje [%] de disminución del consumo de agua para riego por sistema de riego</b>                                                                              |
| <b>Ámbito</b>                                                                     | Áreas verdes del proyecto, incluidas aquellas en el espacio público                                                                                                   |
| <b>Definición</b>                                                                 | Características del sistema de riego, que permiten disminuir el consumo de agua.                                                                                      |
| <b>Objetivo</b>                                                                   | Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o sub-superficiales, en base a la eficiencia del sistema de riego. |
| <b>Requerimientos</b>                                                             |                                                                                                                                                                       |

Reducir el consumo de agua para irrigación o riego al menos un 20% con respecto al caso de referencia, incluyendo el uso de fuentes de agua superficial y sub-superficial mediante el procedimiento indicado en el **Apéndice 21: Procedimiento para cálculo de Instalación de Riego eficiente**.

# Requerimientos voluntarios para obtener puntaje







## 8. Requerimientos voluntarios para obtener puntaje

Junto con los requerimientos obligatorios, el sistema de certificación considera 28 requerimientos voluntarios que entregan puntaje, y 1 requerimiento que entrega el sello plus operación. Los requerimientos voluntarios poseen una ponderación o importancia relativa en el conjunto, lo que se traduce en un puntaje. El máximo puntaje es 100.

| Variable                                     | Código  | Requerimiento obligatorio                                                                          |
|----------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARQ.CAI 1 Confort térmico pasivo             | 1       | Porcentaje de tiempo que la temperatura se encuentra dentro del rango de confort de manera pasiva. |
| ARQ.CAI 2. Confort Visual pasivo             | 2.1     | Aporte de Luz Natural                                                                              |
|                                              | 2.2     | Control de Deslumbramiento                                                                         |
| ARQ.CAI 3. Calidad del aire pasivo           | 3.1     | Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural                                       |
|                                              | 3.2     | Concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (COV)                                            |
| ARQ.CAI 4. Confort acústico                  | 4.1     | Aislamiento acústico de fachada                                                                    |
|                                              | 4.2     | Aislamiento acústico al ruido aéreo entre recintos                                                 |
| ARQ.Energía 5. Demanda de energía            | 5.      | Acondicionamiento acústico - tiempo de reverberación                                               |
| ARQ.Energía 6. Hermeticidad de la envolvente | 6.      | Acondicionamiento acústico - inteligibilidad de la palabra (STI)                                   |
| ARQ.Agua 7. Paisajismo                       | 7.      | Evaluación prestacional: disminución de la demanda de energía para calefacción y enfriamiento.     |
| ARQ. M&R 8 DAP                               | 8.      | Hermeticidad de la envolvente.                                                                     |
| ARQ. M&R 9 Residuos en operación             | 9.      | Disminución de la evapotranspiración                                                               |
| CONST. 10. Gestión de residuos               | 10.     | Declaración Ambiental de Productos (DAP) para materiales del edificio                              |
| INST.CAI 11 Calidad del aire activo          | 11.1    | Equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio                          |
|                                              | 11.2    | Separación, control y reciclaje de residuos generados durante la construcción                      |
|                                              | 11.3    | Ventilación Mecánica – Caudal                                                                      |
| INST.CAI 12 Ruido equipos                    | 12.     | Ventilación Mecánica – Filtraje                                                                    |
| INST.CAI 14. Confort térmico activo          | 14.     | Monitoreo de la calidad del aire                                                                   |
| INST.Energía 15 a 17 Opción 1 - Prestacional | 15 a 17 | Control del ruido y vibraciones proveniente de equipos                                             |
| INST.Energía 18 ERNC                         | 18.     | Controlabilidad de la climatización                                                                |
| INST.Energía 19 Huella carbono               | 19.     | Reducción consumo anual de energía de todo el edificio                                             |
| INST. Agua 20. Sistemas de agua potable      | 20.1    | Energía renovable no convencional                                                                  |
|                                              | 20.2    | Huella de carbono en operación                                                                     |
| INST. Agua 21. Riego                         | 21.     | Sistemas eficientes                                                                                |
| GESTIÓN 22 Diseño Integrado                  | 22.     | Dureza del agua                                                                                    |
| GESTIÓN 23 Sello Plus                        | 23.     | Sistemas eficientes                                                                                |
| INNOVACIÓN 24                                | 24.     | Diseño integrado de anteproyecto                                                                   |
|                                              |         | Gestión de la operación y mantenimiento                                                            |
|                                              |         | Estrategias innovadoras de sustentabilidad                                                         |



| ARQ.CAI 1                              | Confort Térmico Pasivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 14 puntos |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| (8 puntos edificios educación y salud) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |
| Indicador                              | Reducción [%] discomfort [hrs al año]                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| Ámbito                                 | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
| Definición                             | El confort térmico es una variable fundamental de la calidad ambiental y habitabilidad de los edificios debido a su relación directa con la salud y bienestar de las personas. Se espera que el edificio provea de condiciones de confort térmico superiores a las entregadas por el clima de la región donde se ubica el edificio. |           |
| Objetivo                               | Disminuir el periodo de tiempo en el cual los usuarios de una edificación se encuentren fuera del rango de confort térmico gracias a medidas pasivas. Controlando las condiciones térmicas al interior de los recintos se mejora la productividad y se evita efectos negativos sobre la salud de los usuarios.                      |           |
| Requerimiento obligatorio              | Ver 5R: "Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar modificado"<br>1R: definición de espacios                                                                                                                                                                                                                            |           |

#### Requerimientos voluntarios

**Opción 1: Cálculo dinámico – temperatura del aire:** Disminuir el tiempo [horas] que la temperatura interior del aire de todos los recintos regularmente ocupados se encuentre fuera del rango de confort de manera pasiva, comparado con un edificio de referencia, en términos porcentuales. Para determinar el rango de confort de deberá considerar el estándar ASHRAE 55 adaptativo.

| Nivel      | Reducción horas fuera rango de confort |             |     |       |         |      |          | Puntaje  |            |
|------------|----------------------------------------|-------------|-----|-------|---------|------|----------|----------|------------|
|            | A-B                                    | C-R. Crusoe | D   | E-G-I | F- H(2) | H(1) | Rapa Nui | Of.-Serv | Ed.-Sa-lud |
| Muy bueno  | 40%                                    | 40%         | 35% | 40%   | ≥30     | 25%  | 25%      | 14       | 8          |
| Bueno      | 30%                                    | 30%         | 30% | 30%   | ≥25     | 20%  | 20%      | 10       | 6          |
| Aceptable  | 20%                                    | 20%         | 20% | 20%   | ≥15     | 15%  | 15%      | 7        | 4          |
| Suficiente | 5%                                     | 10%         | 10% | 10%   | ≥5      | 5%   | 5%       | 4        | 2          |

(1): Región de Aysén

(2): Región de Magallanes

En el caso de establecimientos de educación básica y media ubicados en las zonas térmicas G,F,I,H se considerarán como regularmente ocupadas las circulaciones entre salas. Por lo anterior, se recomienda que en dichas zonas las circulaciones sean cerradas, y se considere en el programa arquitectónico espacios de transición interior-exterior, tipo vestíbulo previo o "chiflonera".

Los patios de los establecimientos educacionales deberán tener un patio cubierto y protegido del viento, con una superficie según el requerimiento en el artículo 4.5.7 de la OGUC.

En las zonas F-I, se recomienda que el programa arquitectónico incluya espacios fuera de las salas de clase que permitan dejar ropa y otros elementos húmedos.

#### Condiciones de evaluación

##### Metodología de cálculo:

Para determinar el porcentaje de mejora, se compararán las horas de discomfort térmico del edificio proyectado con las de un edificio de referencia. Las características que deberá tener el edificio de referencia se definen en el **Apéndice 9**.

Para el cálculo se deberá utilizar programa informático especializado que cumpla con las características señaladas en el **Apéndice 9, sección 2.1**

**Opción 1: Cálculo dinámico – temperatura del aire:** Se deberá utilizar el estándar ASHRAE 55 que tiene como objetivo establecer las condiciones térmicas aceptables para los ocupantes de los edificios, de acuerdo con un conjunto de factores asociados al ambiente interior (temperatura, radiación térmica, humedad y velocidad del aire), así como a los propios ocupantes (nivel de actividad y vestimenta).

La ASHRAE con su modelo adaptativo permite determinar las condiciones térmicas aceptables en espacios con control natural por parte de los ocupantes que cumplan con los siguientes criterios:

- No hay un sistema de enfriamiento mecánico o sistema de calefacción en funcionamiento.
- Los ocupantes representativos tienen tasas metabólicas que van de 1,0 a 1,5 met.
- Los ocupantes son libres de adaptar su vestimenta a las condiciones térmicas.

Las horas de discomfort que tiene el establecimiento se determinan a partir de los límites de aceptabilidad del 80% tal como lo indica el estándar.

Para revisar la ponderación según superficie revisar el Apéndice 2.

Se podrá simplificar el modelo de simulación creando bloques térmicos o agrupación de recintos por uso y orientación según lo establecido en la **sección 3.2 del Apéndice 9: Demanda y Consumo de Energía**, del presente manual. También, se podrá realizar la multiplicación de los resultados de pisos tipo en los casos que dichos pisos tengan una distribución de recintos y usos idénticos, diferenciando el piso que está en contacto con el terreno y el que posee la techumbre del edificio.



|                    |                                           |                 |
|--------------------|-------------------------------------------|-----------------|
| <b>ARQ.CAI 2.1</b> | <b>Confort Visual Pasivo: Luz Natural</b> | <b>5 puntos</b> |
|--------------------|-------------------------------------------|-----------------|

(6 puntos edificios educación y salud)

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Aporte luz natural: Factor Luz Día / Iluminancia útil [%] / Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA300/50%)</b><br>Índice probabilidad de deslumbramiento por luz natural (DGP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todos los recintos regularmente ocupados del edificio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Definición</b>                | <p>El confort visual es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.</p> <p><b>Factor Luz Día:</b> Medida de iluminancia de luz natural interior en una posición dada, expresada como un porcentaje de las iluminancias exteriores.</p> <p><b>Iluminancia útil:</b> Porcentaje (%) del tiempo en que el plano de trabajo está dentro de un rango de iluminancia recomendada para el espacio o tarea visual.</p> <p><b>Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA):</b> Porcentaje (%) del área de análisis que está dentro de los niveles de iluminación natural adecuados dentro de un periodo de operación determinado a lo largo del año.</p> |
| <b>Objetivo</b>                  | Maximizar el aporte de luz natural a través de los elementos transparentes de la envolvente del edificio, para aumentar los niveles de confort visual y disminuir los consumos energéticos en iluminación artificial.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | <b>Ver 2R: "Factor Luz Día o Iluminancia útil mínimos"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

#### Requerimientos voluntarios

##### 2.1.1 Aporte de luz natural

##### Opción 1: Cálculo de Factor Luz Día (FLD)

Se deberá verificar el nivel asociado al factor luz día para al menos un 75% de la superficie de los recintos que cumplen, respecto de la superficie total de recintos regularmente ocupados, de acuerdo con la siguiente tabla.

| Nivel     | Rangos                   | Puntaje |         |
|-----------|--------------------------|---------|---------|
|           |                          | Of-Ser  | Edu-Sal |
| Bueno     | $\geq 5,0$ y $\leq 10,0$ | 2       | 3       |
| Aceptable | $>2,0$ y $< 5,0$         | 1       | 1       |

Nota: Valores de sobre-iluminación, es decir  $FLD > 10$ , no obtendrán puntaje.

##### Opción 2: Cálculo de Iluminancia útil

Se deberá verificar el nivel asociado a la iluminancia útil para al menos un 75% de la superficie de los recintos que cumplen respecto de la superficie total de recintos regularmente ocupados, dentro de su horario de operación en un año completo, de acuerdo con la siguiente tabla:

| Nivel     | Rango                |                        |                      |                  | Puntaje |         |
|-----------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------|---------|---------|
|           | A-B-H <sup>(1)</sup> | C-D-E-H <sup>(2)</sup> | G-F-I <sup>(1)</sup> | I <sup>(2)</sup> | Of-Serv | Edu-Sal |
| Muy bueno | ≥80%                 | ≥70%                   | ≥60%                 | ≥50%             | 4       | 5       |
| Bueno     | ≥70%                 | ≥60%                   | ≥50%                 | ≥40%             | 2       | 3       |
| Aceptable | ≥60%                 | ≥50%                   | ≥40%                 | ≥30%             | 1       | 1       |

División zonas climáticas basada en NCh1079.2019

H<sup>(1)</sup>: Andina Norte: Hasta Límite norte de comunas de Cabillo y Putaendo

H<sup>(2)</sup>: Andina Centro: Desde comunas de Cabillo (incluidas) y Putaendo hasta limite sur las comunas Pucón y Curarrehue.

I<sup>(1)</sup>: Región de Aysén

I<sup>(2)</sup>: Región de Magallanes

### Opción 3: Cálculo de Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (Spatial Daylight Autonomy)

Se deberá verificar el nivel asociado a la Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA300/50%) para al menos un 75% de la superficie de los recintos que cumplen respecto de la superficie total de recintos regularmente ocupados, en un año completo, de acuerdo con la siguiente tabla:

| Nivel     | Rango                |                        |                      |                  | Puntaje |         |
|-----------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------|---------|---------|
|           | A-B-H <sup>(1)</sup> | C-D-E-H <sup>(2)</sup> | G-F-I <sup>(1)</sup> | I <sup>(2)</sup> | Of-Serv | Edu-Sal |
| Muy bueno | ≥95%                 | ≥90%                   | ≥85%                 | ≥80%             | 4       | 5       |
| Bueno     | ≥80%                 | ≥75%                   | ≥70%                 | ≥65%             | 2       | 3       |
| Aceptable | ≥60%                 | ≥55%                   | ≥50%                 | ≥45%             | 1       | 1       |

División zonas climáticas basada en NCh1079.2019

H<sup>(1)</sup>: Andina Norte: Hasta Límite norte de comunas de Cabillo y Putaendo

H<sup>(2)</sup>: Andina Centro: Desde comunas de Cabillo (incluidas) y Putaendo hasta limite sur las comunas Pucón y Curarrehue.

I<sup>(1)</sup>: Región de Aysén

I<sup>(2)</sup>: Región de Magallanes

### 2.1.2 Deslumbramiento (Puntaje adicional)

Junto con el cálculo de aporte de luz natural en base a cualquiera de las tres opciones descritas anteriormente, se podrá demostrar como el edificio controla el deslumbramiento por efecto de la luz natural de los **espacios críticos** y que tengan acceso a luz natural, mediante el cumplimiento del índice de probabilidad de deslumbramiento DGP.

Índice de probabilidad de deslumbramiento DGP

| Nivel       | Rango | Puntaje |
|-------------|-------|---------|
| Perceptible | ≤ 40% | 1       |

No es requerido evaluar todos los espacios del edificio respecto al deslumbramiento, solo se pedirá este cálculo para un espacios representativo de cada una de las condiciones críticas.

Se consideran espacios con condiciones críticas los que se usan constantemente por los usuarios del edificio, por ejemplo, escritorios de trabajo, mesas de alumnos en salas de clases y lugares de uso permanente.

### Condiciones de evaluación

#### Aporte de luz natural (opciones 1, 2 y 3):

El cumplimiento se evalúa para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior.

Cada recinto regularmente ocupado debe cumplir con un 75% de la superficie total del recinto.

Luego se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento, de acuerdo con la opción que corresponda, y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área de recintos regularmente ocupados del edificio, demostrando que es igual o supera el 75%.

En edificios de planta libre se debe evaluar la superficie que cumple con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área regularmente, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%.

Edificios de planta libre deben presentar piso tipo para evaluación de requerimientos 2R,2.1, 2.2

#### **Opción 1: Cálculo de Factor Luz Día (FLD)**

Se deberá utilizar un programa informático especializado para verificar en los recintos regularmente ocupados que el factor luz día alcanza alguno de los niveles establecidos.

#### **Opción 2: Cálculo de Iluminancia útil**

Mediante cálculos realizados con programa informático especializado. El cálculo de iluminancia útil se basa en el rango estándar de 100 lux a 2000 lux implícitamente en los programas informáticos.

En establecimientos educacionales, cumplir con el artículo 4.5.5 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

#### **Opción 3: Cálculo de Autonomía de iluminación natural del espacio (Spatial Daylight Autonomy)**

Realizar una simulación computacional horaria entre las 08:00 y las 18:00 hrs, de enero a diciembre con programa informático especializado, para calcular el porcentaje de la superficie de las áreas regularmente ocupadas que cumplen con la autonomía de iluminación natural del espacio (sDA300/50%)

#### **Deslumbramiento:**

El cálculo del índice probabilidad de deslumbramiento por luz natural DGP (Daylighting Glare Probability) debe ser determinado por medio de software especializado, basándose en los siguientes parámetros: iluminancia vertical en los ojos, brillo de la luminancia de la fuente, ángulo sólido del brillo e índice de posición de la fuente de encandilamiento. Ver metodología en el punto 7 del Apéndice 13.

Ver características del Programa informático especializado para cálculo de Factor Luz Día, Iluminancia útil y Deslumbramiento en el **Apéndice 16**

---

#### **Consideraciones para antecedentes a entregar**

El cumplimiento se evalúa para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior.

Se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área de recintos regularmente ocupadas, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%.

---

#### **Excluir**

Salas de museo, auditorios, teatros, salas dedicadas a videoconferencia.



|                                        |                                                                                              |         |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ARQ.CAI 2.2                            | Confort Visual Pasivo: Acceso visual al Exterior                                             | 1 punto |
| (6 puntos edificios educación y salud) |                                                                                              |         |
| Indicador                              | Porcentaje [%] de áreas con acceso visual al exterior                                        |         |
| Ámbito                                 | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio                                        |         |
| Definición                             | Porcentaje [%] de áreas regularmente ocupadas con acceso visual al exterior                  |         |
| Objetivo                               | Establecer un porcentaje mínimo de acceso visual al exterior para los usuarios del edificio. |         |
| Requerimiento obligatorio              | No aplica                                                                                    |         |
| Requerimientos voluntarios             |                                                                                              |         |

**Acceso visual al exterior para al menos un 75% útil de las áreas regularmente ocupadas.**

| Porcentaje áreas regularmente ocupadas con acceso visual al exterior |             | Puntaje |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|---------|
| Nivel                                                                | Rango       |         |
| Muy bueno                                                            | $\geq 75\%$ | 1       |

### Condiciones de evaluación

Sólo se considerará como vista al exterior aquella que posee al menos dos de las siguientes características:

i) flora (naturaleza) o cielo, ii) movimiento y iii) objetos distanciados al menos 7,5 metros al exterior de la ventana o muro cortina.

No se considerará ventana con vista al exterior las que en su base parten a una altura de 1,2 m o superior. Sólo se considerará como acceso visual al exterior aquel comprendido entre una altura de 75 cm y 225 cm.

En sección, no podrán existir obstáculos, sin embargo, el acceso visual se podrá considerar a través de dos cristales como máximo, (un cristal adicional al de la ventana), por ejemplo, a través de un tabique interior transparente o una mampara. En el caso de cristales serigrafiados se aceptarán siempre que permitan tener visión hacia el exterior con un 75% de área traslúcida como mínimo, dentro del rango de visión, es decir, entre una altura de 75 cm y 225 cm.

Para oficinas privadas, podrá considerarse el total de la superficie útil si un 75% o más de dicha superficie tiene acceso visual al exterior. Para espacios con múltiples usuarios, sólo se considerará la superficie exacta con acceso visual al exterior.

### Consideraciones para antecedentes a entregar

El cumplimiento se evalúa para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior.

Se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área de recintos regularmente ocupadas, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%.

### Excluir

Salas de museo, auditorios, teatros, salas dedicadas a videoconferencia.



|                    |                                                                                              |                 |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>ARQ.CAI 3.1</b> | <b>Calidad del aire pasivo: Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural</b> | <b>4 puntos</b> |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

(5 puntos edificios educación y salud)

|                                  |                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Metodología de cálculo para estimar las renovaciones de aire hora</b>                                                                                                                               |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todos los recintos regularmente ocupados</b>                                                                                                                                                        |
| <b>Definición</b>                | Caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto según uso para lograr una condición aceptable de concentración de CO <sub>2</sub> .                                                   |
| <b>Objetivo</b>                  | Limitar la concentración de CO <sub>2</sub> emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre espacios de uso específico <sup>8</sup> . |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | <b>Ver 3R: Calidad del aire pasivo: Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire.</b>                                                                                                          |

#### Requerimientos voluntarios

Se deberá demostrar un potencial de renovaciones de aire hora en base a ventilación natural, cubriendo el 100% del requerimiento de ventilación y caudal de aire mínimo en al menos un 75% del área de recintos regularmente ocupados, y cumplir con condiciones de diseño que faciliten la gestión de la ventilación natural durante la operación. Se obtendrá el siguiente puntaje de acuerdo con la opción de cálculo utilizada.

| Nivel     | Metodología de cálculo para calcular las renovaciones de aire hora [RAH] mínimas                                                  | Puntaje |         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|           |                                                                                                                                   | Of-Serv | Edu-Sal |
| Muy bueno | Opción 3: Cubre al menos un 75% de las áreas regularmente ocupadas, o Opción 2: Cubre un 100% de las áreas regularmente ocupadas. | 4       | 5       |
| Bueno     | Opción 2: Cubre al menos un 75% de las áreas regularmente ocupadas                                                                | 3       | 4       |
| Aceptable | Opción 1: Cubre al menos un 75% de las áreas regularmente ocupadas                                                                | 2       | 3       |

El requerimiento de ventilación o caudal de aire mínimo serán los establecidos por la norma internacional UNE 13779/2008 según lo establecido en el **Apéndice 4**, o los niveles de ventilación de la norma ASHRAE 62.1-2007 según lo establecido en el **Apéndice 5**.

El valor potencial de las renovaciones de aire hora por ventilación natural que alcanza el proyecto se deberá calcular utilizando una de las siguientes metodologías:

1. Evaluación en base Metodología de TDR de la DA MOP
2. Evaluación en base a Metodología utilizando Bernoulli
3. Evaluación dinámica, por medio de un software especializado en base a Air-Flow-Networks

Para detalles sobre estas opciones de cálculo, Ver **Apéndice 4**.

<sup>8</sup> El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas denso inodoro producido principalmente por la respiración. Una acumulación de este gas en un espacio cerrado conduce a una sensación de pesadez y puede alterar la concentración.



## Condiciones de evaluación

---

Se considerarán como recintos ventilados naturalmente los que cumplan con las siguientes condiciones:

- Los que cuenten con ventanas perimetrales operables o abertura en los techos, con accesibilidad para los usuarios.
- El área de apertura de los recintos interiores, ventilados a través de recintos contiguos, deberán estar abiertas permanentemente y sin obstrucciones, teniendo la abertura una superficie de al menos un 8% de su superficie útil del recinto sin ventanas, y no menos de 2 m<sup>2</sup>.
- Las ventanas deben permitir al o los usuarios controlar su nivel de apertura.

Cuando se contemplen estrategias distintas al uso de ventanas, por ejemplo, chimeneas de ventilación o "pozo canadiense", se deberá utilizar la metodología 3 de la Opción 2.

Si se utiliza la metodología 3, las tasas de ventilación que se obtienen por el efecto de la ventilación natural deberán ser consideradas en los cálculos de las variables ARQ.CAI 1 Confort Térmico Pasivo y ARQ. Energía 5 Demanda de Energía.

Los recintos regularmente ocupados que no posean ventilación natural deberán contar con un sistema de ventilación mecánica para asegurar la calidad del aire, siguiendo los requerimientos de las variables INST. CAI 11.1 Ventilación Mecánica: Caudal y INST.CAI 11.2 Ventilación Mecánica: Filtraje.

En los casos en que exista ventilación mixta:

- Al menos el 20% de los recintos regularmente ocupados respecto del total de recintos, deben contemplar ventilación natural.

En caso de que el edificio evaluado no contemple proyecto de ventilación mecánica, se adicionará el puntaje de esta variable a la evaluación del edificio, sólo en caso de:

- Cumplir con el nivel "Muy Bueno" en la escala de puntajes de la variable "Ventilación Natural" y
- Estar ubicado en las zonas climáticas NL, NVT, CL, CI.

## Consideraciones para antecedentes a entregar

---

El cumplimiento se evalúa para cada recinto regularmente ocupado del edificio, tanto en recintos perimetrales como en recintos ubicados hacia el interior.

Se debe sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto al total del área de recintos regularmente ocupadas, de este modo se verifica el porcentaje de superficie exigida de un 75%. Para cualquiera de las 3 opciones de metodología de ventilación natural se deberá verificar el cumplimiento para cada recinto regularmente ocupado. Luego se deben sumar la superficie de los recintos que cumplen con el requerimiento y posteriormente calcular su porcentaje respecto del total de las áreas regularmente ocupadas.



|                    |                                                                                         |                |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>ARQ.CAI 3.2</b> | <b>Calidad del aire pasivo: Concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (COV)</b> | <b>1 punto</b> |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|

(2 puntos edificios educación y salud)

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Concentración de COV en [g/L]</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todos los recintos del edificio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Definición</b>                | Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son sustancias químicas que contienen carbono y tienden a evaporarse fácilmente a temperatura ambiente. Se encuentran presentes principalmente en los materiales de construcción utilizados en un edificio, así como en los muebles, accesorios y equipos para su decoración y acondicionamiento. Sus efectos a la salud son variables en función del tipo de compuesto, sin embargo, de manera general, se considera que el 80% de los COV son potenciales irritantes a la piel, ojos y tracto respiratorio, y el 25% podrían ser cancerígenos. Otros efectos característicos son: dolores de cabeza, irritación de mucosas y disfunciones neuropsicológicas. |
| <b>Objetivo</b>                  | Limitar la cantidad de contaminantes tipo COV producidos por materiales usados al interior del edificio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | No aplica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

#### Requerimientos voluntarios

Los distintos materiales de construcción potenciales de generación de COV utilizados al interior del edificio, considerando la capa que está más al interior de los recintos, se clasificarán en 5 grupos:

- Adhesivos y Sellantes
- Pinturas y recubrimientos (coatings)
- Pisos
- Recubrimiento de muro y cielo
- Maderas aglomeradas

Se deberá reducir la Concentración de COV, a través de una de las siguientes opciones:

- Opción 1:** Características de los materiales clasificados según los 5 grupos definidos.
- Opción 2:** Concentración límite de COV por tipo de producto, medida en [g/L] de solución menos agua, por producto.
- Opción 3:** Reducción en la concentración ponderada de COV respecto a contenidos máximos en tablas del **Apéndice 5**.

| Nivel     | Rango Opciones 1 y 2 | Rango Opción 3       | Puntaje |         |
|-----------|----------------------|----------------------|---------|---------|
|           |                      |                      | Of-Serv | Edu-Sal |
| Muy bueno | Cumplen 4 grupos     | Reducción $\geq$ 30% | 2       | 2       |
| Bueno     | Cumplen 3 grupos     | Reducción $\geq$ 15% | 1       | 1       |

#### Condiciones de evaluación

Las concentraciones de COV de los productos pueden ser obtenidas por medio de ecoetiquetas nacionales o internacionales Tipo I, es decir, validados por un tercero de acuerdo con UNE-EN-ISO 14024, o Tipo III, validados bajo una declaración ambiental de productos de acuerdo UNE-EN-ISO 14025.

#### Opción 1: Características de los materiales<sup>9</sup>

Para cada clasificación se requerirán materiales de las siguientes características:

<sup>9</sup> Se recomienda revisar la página nacional [www.portalverdechilegbc.cl](http://www.portalverdechilegbc.cl) para la selección de materiales que cumplan con los requerimientos establecidos.

- a. Adhesivos y Sellantes:** Deben utilizar materiales en base a solución acuosa o sin solventes químicos. Para morteros de pega, estos deben ser en base cementicia.
- b. Pinturas y recubrimientos (coatings):** Los recubrimientos deben utilizar materiales de base cementicia o que sean de yeso. Para pinturas, imprimantes o *primers*, y recubrimientos en general, se debe utilizar materiales en base a agua o sin solventes químicos.
- c. Pisos:** Deben utilizar materiales en base a minerales o de madera sin tratar y sin recubrimientos<sup>10</sup>.
- d. Recubrimiento de muro y cielo:** Deben utilizar materiales en base a minerales o de madera sin tratar y sin recubrimientos.
- e. Maderas aglomeradas:** Deben utilizar materiales sin urea-formaldehído o cumplir con la concentración límite según norma EN 622-1:2004 clase E1.

#### Opción 2: Concentración límite de COV por tipo de producto.

Los materiales de los grupos a), b) y c) deberán cumplir con los requerimientos de concentración límite de COV, según tablas del **Apéndice 5**. Para el grupo d) Recubrimientos de muro y cielo, y e) Maderas aglomeradas, los requerimientos serán los mismos que los de la opción 1.

#### Opción 3: Concentración ponderada de COV

- a. Adhesivos y Sellantes:** A partir de los niveles de COV medidos para cada material (g/L menos agua) y el volumen de material utilizado, se estima el total de COV generado para adhesivos y sellantes. El valor total de COV de diseño debe ser menor al caso base, estimado utilizando como referencia los valores de COV (g/L menos agua) indicados por el South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule #1168. (Ver Tabla 15 Contenido máximo de COV para adhesivos y sellantes
- b. Fuente:** SCAQMD, r1168 del Apéndice 5).

Para la información de la concentración de COV de los materiales puede considerarse una autodeclaración del fabricante, firmada por un profesional competente.

- c. Pinturas y recubrimientos:(coatings):** A partir de los niveles de COV medidos para cada material (g/L menos agua) y el volumen de material utilizado, se estima el total de COV generado para pinturas y recubrimientos. El valor total de COV de diseño debe ser menor al caso base, estimado utilizando como referencia los valores de COV (g/L menos agua) indicados por el South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule #1113. (Tabla 16 Contenido máximo de COV para pinturas y recubrimientos (coatings) del Apéndice 5).
- d. Para la información de la concentración de COV de los materiales puede considerarse una autodeclaración del fabricante, firmada por un profesional competente.
- e. Pisos:** Igual a opción 2
- f. Recubrimiento de muro y cielo (incluyendo cielos falsos):** Igual a opción 1
- g. Maderas aglomeradas:** Igual a opción 1

#### Metodología de cálculo

#### Opción 3: Concentración ponderada de COV

Se requerirá un cálculo de reducción de COV instalado en la edificación en comparación con el caso base (límites establecidos por SCAQMD, r1113 y r1168).

$$\sum_i n_i \times COV_i < \sum_{i,b} n_i \times COV_b$$

Dónde:

$n_i$  = Volumen de material utilizado (L)

$COV_i$  = Concentración de COV medido por material (g/L menos agua)

$COV_b$  = Concentración de COV indicado por estándar (g/L menos agua)

<sup>10</sup> En el caso de maderas con material de recubrimiento, se deberá evaluar de manera aislada dicho material.



## ARQ.CAI 4.1

## Confort Acústico: Aislamiento acústico

3 puntos

(5 puntos edificios educación y salud)

| Aislamiento acústico [dB(A)] de fachada |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicadores                             | Aislamiento acústico [dB(A)] entre recintos y Nivel de Presión Sonora [dB] de Impacto Normalizado                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ámbito                                  | <p>Todos los recintos regularmente ocupados del edificio.</p> <p>El nivel de Presión Sonora de impacto sólo aplicará a bibliotecas y salas de clases.</p>                                                                                                                                                                                                                                      |
| Definición                              | <p>El confort acústico es la situación en que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para la comunicación y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.</p> <p>El aislamiento del ruido es la propiedad física de un elemento o solución constructiva que determina la capacidad para atenuar la transmisión sonora.</p> |
| Objetivo                                | Limitar el traspaso de ruido mediante aislamiento para lograr el confort acústico y sus requerimientos                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Requerimiento obligatorio               | Ver 4R: "Aislación acústica mínima de fachadas exteriores"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### Requerimientos voluntarios

#### 1. Aislamiento acústico entre recintos y exterior - 2 puntos (3 puntos edificios educación y salud)

Exceder en 5 dB(A) o más la aislación acústica mínima de fachadas exteriores expuestas a vías vehiculares, definida en la **Tabla 9**, y en función del Nivel Equivalente Diurno (NED). Se incluyen fachadas con visibilidad a la vía vehicular con un ángulo de 90° respecto a la vía.

| Nivel     | Rango                                    | Puntaje |         |
|-----------|------------------------------------------|---------|---------|
|           |                                          | Of-Serv | Edu-Sal |
| Muy bueno | Excede en 10 dB o más requisitos Tabla 6 | 2       | 3       |
| Bueno     | Excede en 5 dB requisitos Tabla 6        | 1       | 2       |

Tabla 9. Aislamiento acústico mínimo para fachadas y elementos de fachada, según TDRé y NCh 352: Of.1961

| NEDdB(A) | Aislamiento acústico mínimo de fachada |
|----------|----------------------------------------|
| NED ≤ 65 | 25 dB(A)                               |
| NED > 65 | NED - 40 dB(A)                         |

El NED podrá obtenerse de la siguiente forma:

- Consultando mapas de ruido o por zonas, según **Apéndice 7**
- Por capacidad de vías vehiculares, según **Apéndice 7**
- Por medición y proyección obtenido de acuerdo con el procedimiento descrito en NCh 2502:2001

El aislamiento acústico se obtendrá en base a cálculo según NCh 3307:2013 (parte3), en base al Listado de Soluciones del MINVU.

Para determinar la aislación acústica de una fachada compuesta por elementos opacos y acristalados de muros y ventanas, **ver Apéndice 7**.

## 2. Aislamiento acústico a ruido aéreo para los elementos entre dos recintos – 1 punto (2 puntos edificios educación y salud)

Aislamiento acústico mínimo [dB(A)] a ruido aéreo ( $D_{nT,A}$ )<sup>16</sup>, para un 75% de los recintos regularmente ocupados del edificio, colindantes horizontal o verticalmente, según **Tabla 10**. En cualquier caso, se deberá cubrir un 100% de recintos docentes y recintos de salud, según definición señalada. Para el análisis de cada recinto se tomará el elemento colindante con el menor valor de aislamiento acústico.

| Nivel     | Rango                                                                                       | Puntaje |         |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|           |                                                                                             | Of-Serv | Edu-Sal |
| Muy Bueno | Excede en 5 dB(A) o más requisitos tabla 7 y nivel de Presión Sonora de Impacto normalizado | 1,0     | 2,0     |
| Bueno     | Cumple con requisitos tabla 7 y nivel de Presión Sonora de Impacto Normalizado              | 0,5     | 1,0     |

Tabla 10: Aislamiento acústico mínimo a ruido aéreo ( $D_{nT,A}$ ), para recintos colindantes horizontal o verticalmente. Fuente: CTE DB HR/ANSI S12.60-2002/SHTM 08-1: Acoustics/OGUC/ NCh 352: Of.1961

| Recinto Emisor     | Recinto receptor                       |                                       |                                       |                                   |                                  |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                    | Recintos Laborales <sup>11</sup> dB(A) | Recintos docentes <sup>12</sup> dB(A) | Recintos de Salud <sup>13</sup> dB(A) | Áreas comunes <sup>14</sup> dB(A) | Equipamiento <sup>15</sup> dB(A) |
| Recintos Laborales | 35                                     |                                       |                                       |                                   |                                  |
| Recintos docentes  | 45                                     | 45                                    |                                       |                                   |                                  |
| Recintos de Salud  | 35                                     | 35                                    | 35                                    |                                   |                                  |
| Áreas comunes      | 40                                     | 40                                    | 40                                    | 35                                |                                  |
| Equipamiento       | 45                                     | 45                                    | 45                                    | 40                                | --                               |

Adicionalmente, el nivel de Presión Sonora de Impacto Normalizado,  $L'_{n,W}$  máximo, definido según ISO 140-6:1999, **debe ser igual o menor a 65dB** para elementos de separación horizontal

### Condiciones de evaluación

**Opción 1: Evaluación prescriptiva.** El aislamiento acústico de los materiales utilizados se obtendrá en base al Cálculo indicado en la NCh 3307:2013 (parte3), del listado de Soluciones del MINVU y o tablas de aislación por defecto indicadas en el **Apéndice 7**.

**Opción 2: Evaluación prestacional.** Mediante cálculo por programa informático especializado, informe de ensayo o informe de inspección de los materiales de construcción de acuerdo con lo indicado en el **Apéndice 7**.

Para la evaluación del aislamiento acústico a ruido aéreo para los elementos entre dos recintos se deberá realizar el cálculo de cada recinto regularmente ocupado y cada elemento. Para obtener el puntaje mínimo, se debe verificar que todos los elementos de un 75% de los recintos regularmente ocupados del edificio, o un 100% para recintos docentes y recintos de salud, cumplan con la tabla 7. Para obtener el puntaje máximo se debe verificar que todos los elementos de cada recinto regularmente ocupado, de un 75% de los recintos regularmente ocupados del edificio, o un 100% para recintos docentes y recintos de salud, cumplen con exceder en 5 dB(A) el aislamiento acústico mínimo establecido en la tabla 7.

<sup>11</sup> Recintos regularmente ocupados con actividades laborales tales como oficinas y salas de reuniones.

<sup>12</sup> Recintos regularmente ocupados con actividades educacionales, tales como sala de clases, bibliotecas, talleres y laboratorios.

<sup>13</sup> Recintos de establecimientos de salud, pre y post operatorios, tales como pabellones, salas preoperatorias y de recuperación.

<sup>14</sup> Áreas comunes tales como, circulaciones, hall accesos y salas de espera.

<sup>15</sup> Recintos que alojen equipos mecánicos o servicios higiénicos, estacionamientos interiores y gimnasios.



| ARQ.CAI 4.2                            | Confort Acústico: Acondicionamiento acústico                                                                                                                         | 2 puntos |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| (3 puntos edificios educación y salud) |                                                                                                                                                                      |          |
| Indicadores                            | Tiempo de reverberación (segundos)                                                                                                                                   |          |
|                                        | Inteligibilidad de la palabra (STI)                                                                                                                                  |          |
| Ámbito                                 | Aulas, bibliotecas, auditorios, salas de audiencia y cámara Gesell <sup>16</sup> en juzgados, salas de espera establecimientos de salud, oficinas de planta abierta. |          |
| Definición                             | El acondicionamiento acústico es una estrategia empleada para controlar el tiempo de reverberación al interior de un recinto                                         |          |
| Objetivo                               | El mensaje del educador/profesor debe ser claro y comprensible para el conjunto de los alumnos.                                                                      |          |
| Requerimiento obligatorio              | No aplica                                                                                                                                                            |          |

#### Requerimientos voluntarios

#### Opción 1: Cálculo Prestacional - 2 puntos (3 puntos edificios educación y salud)

##### 1. Tiempo de reverberación - 1 punto (2 puntos edificios educación y salud)

Para obtener puntaje el tiempo de reverberación deberá ser inferior a 1,5 segundos.

| Nivel         | Rango                                             | Puntaje |         |
|---------------|---------------------------------------------------|---------|---------|
|               |                                                   | Of-Serv | Edu-Sal |
| Sobresaliente | Cumple con requisitos de la Tabla 8               | 1,0     | 2,0     |
| Cumple        | Mayor a lo definido en la Tabla 8 y menor a 1,5 s | 0,5     | 1,0     |

Tabla 11: Tiempos máximos de reverberación en edificio.

| Tamaño del recinto                                       | Tiempo (segundos) de reverberación máximo en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Espacio cerrado $\leq 283 \text{ m}^3$                   | 0,6                                                                                 |
| Espacio cerrado $> 283 \text{ m}^3 \leq 566 \text{ m}^3$ | 0,7                                                                                 |
| Espacio cerrado $> 566 \text{ m}^3$                      | 1,0                                                                                 |

Fuente: adaptación de ANSI/ASA S12.60 - 2010 Normas y especificaciones para estudios proyectos construcción e instalaciones, 2011.

##### 2. Inteligibilidad de la palabra (según IEC 60268-16)<sup>17</sup> - 1 punto (sólo para Aulas, Auditorios, Sala audiencia, cámara Gessell, y oficinas)

La inteligibilidad de la palabra para nivel de voz normal, descrita por *Speech Transmission Index* (STI), deberá ser mayor que 0,6 para aulas, auditorios, sala de audiencia y cámara Gessell.

En oficinas, el STI deberá ser mayor a 0,5.

#### Opción 2: Material absorbente para Aulas y Auditorio - 1 punto

En proyectos que consideren la implementación de material absorbente, es decir, materiales con un coeficiente de absorción sonora superior a 0,5 (NRC), en al menos una banda de 3 metros en la parte trasera del cielo del recinto, y en la pared posterior recubierta con material absorbente.

<sup>16</sup> La cámara de Gesell es una habitación acondicionada para permitir la observación con personas. Está conformada por dos ambientes separados por un vidrio de visión unilateral.

<sup>17</sup> Norma internacional de la *International Electrotechnical Commission*, quienes colaboran con ISO en estandarización.

Condiciones de evaluación

Edificios uso salud

La determinación de los recintos y la cantidad de ensayos de infiltración de aire corresponderá al 5% de la cantidad total de la sumatoria de los recintos perimetrales acondicionados de la edificación, según lo definido artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. y se detallan en el **Apéndice 13**.

Edificios uso educación

La determinación de los recintos y la cantidad de ensayos de infiltración de aire corresponderá a lo indicado en la Tabla 7 sobre los recintos docentes de la edificación, según lo definido artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. y se detallan en el **Apéndice 13**.

Tabla 7: Tamaño de muestra para edificios uso educación (idéntica a la del requerimiento 6R2)

|                             |        |         |         |      |
|-----------------------------|--------|---------|---------|------|
| Número de recintos docentes | 5 a 16 | 17 a 24 | 25 a 32 | > 32 |
| Tamaño de muestra           | 2      | 3       | 4       | 10%  |

Edificios otros usos

La determinación de los recintos y la cantidad de ensayos de infiltración de aire corresponderá al 5% de la cantidad total de la sumatoria de los recintos perimetrales acondicionados de la edificación, según se detallan en el **Apéndice 13**.

Condiciones de evaluación

Los requerimientos aplicarán a los siguientes recintos: salas de clase, aulas, bibliotecas, auditorios, salas de audiencia, cámara Gessell y oficinas de planta abierta. Para efectos de la evaluación acústica, los recintos se consideran como “vacíos”.

La evaluación se hará mediante cálculo por programa informático, informe de ensayo o declaración de conformidad con las especificaciones técnicas de los materiales de construcción.

Para el caso de edificios en los que se evalúe su comportamiento acústico mediante ensayos, se seguirá el procedimiento de medición establecido en el D.S N° 146/97 del MINSEGPRES, sobre emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

En caso de que el edificio evaluado no contemple los tipos de recintos definidos, se adicionará el puntaje de esta variable a la evaluación del edificio, sólo en caso de obtener el puntaje máximo de la variable “Confort acústico: aislamiento del ruido”

**Metodología de cálculo: ver apéndice 8.**





| ARQ. Energía 5             | Demanda de Energía                                                                                                                                                                                                                                     | 18 puntos |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Indicadores                | Reducción de la demanda anual de energía [kWh/m²] en calefacción y enfriamiento                                                                                                                                                                        |           |
| Ámbito                     | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| Definición                 | Energía estimada que será requerida para generar niveles adecuados de calidad del ambiente interior, específicamente el confort térmico. Influyen en ella las características de la envolvente tales como transmitancia, control solar y hermeticidad. |           |
| Objetivo                   | Disminuir la demanda de energía necesaria para la calefacción y enfriamiento de un edificio.                                                                                                                                                           |           |
| Requerimiento obligatorio  | Ver 5R: Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar Modificado                                                                                                                                                                               |           |
| Taxonomía T-MAS            | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción - Criterios Técnicos de Selección - contribución Sustancial- Mitigación del cambio climático, criterio 1. a. Etapa diseño.                                                                |           |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                                                                                                                                        |           |

Demostrar cumplimiento basado en la utilización de un programa de simulación especializado, el cual deberá ser de base computacional que permita analizar la demanda y consumo de energía del edificio, y deberá permitir modelar, como mínimo, lo definido en el Apéndice 9.

#### Indicador: Disminución de la demanda de energía [%]

Se deberá verificar una disminución de la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los recintos regularmente ocupados del edificio analizado. La evaluación se realizará mediante la comparación de las demandas mencionadas con los resultados de las demandas de un edificio de referencia, en base a lo definido en el **Apéndice 9**.

| Nivel      | Reducción respecto a la Demanda de referencia |      |      |      |      | Puntaje |
|------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|---------|
|            | A-B                                           | C-D  | E    | F-G  | H-I  |         |
| Muy bueno  | ≥35%                                          | ≥30  | ≥45% | ≥35% | ≥45% | 18      |
| Bueno      | ≥30%                                          | ≥25  | ≥35% | ≥30% | ≥35% | 12      |
| Aceptable  | ≥20%                                          | ≥20  | ≥25% | ≥20% | ≥25% | 8       |
| Suficiente | ≥10%                                          | ≥10% | ≥15% | ≥10% | ≥15% | 5       |

(1) zona climática Sur Litoral (SL) de las regiones del Biobío, Los Ríos y Araucanía

(2) zona climática Sur Litoral (SL) de la región de Los Lagos





| ARQ. Energía 6            | Hermeticidad de la Envolvente: Infiltración de aire.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3 puntos |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Indicadores               | <b>Permeabilidad al aire de carpintería de ventanas [m³/hm² a 100 Pa]</b><br><b>Infiltración de aire por la envolvente, renovaciones aire hora [a 50 Pa]</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |
| Ámbito                    | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
| Definición                | <p>La hermeticidad al aire es un término genérico para describir la resistencia de la envolvente del edificio a las infiltraciones.</p> <p>La infiltración es un intercambio de aire no controlado desde el exterior hacia el interior de una edificación a través de grietas, porosidad y otras aperturas no intencionales en la envolvente del edificio.</p> <p>La permeabilidad es una propiedad física utilizada para medir la hermeticidad al aire de la envolvente de un edificio, y se define como el índice de traspaso de aire por hora [m³/h] por m² de área de envolvente a un diferencial de presión de referencia.</p> |          |
| Objetivo                  | Limitar las infiltraciones a través de los elementos constructivos de la envolvente, para disminuir la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los ambientes interiores del edificio, y aumentar los niveles de confort higrotérmico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
| Requerimiento obligatorio | <b>6R1: Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones.</b><br><b>6R2: Permeabilidad ventanas e Infiltración envolvente</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |

#### Requerimientos voluntarios

Se deberá verificar la hermeticidad de la envolvente del edificio, a través de ensayos de infiltraciones de aire de la envolvente de los recintos seleccionados, según lo indicado en el Apéndice 13. Se determinará el nivel de cumplimiento de acuerdo con la siguiente tabla:

| Nivel     | Ensayos de Infiltración por la envolvente n50 (1/h) | Puntaje |
|-----------|-----------------------------------------------------|---------|
| Excelente | Reducción de al menos 10% respecto a la Tabla 6     | 3       |
| Muy bueno | Resultados menores que los indicados en la Tabla 6  | 2       |

Tabla 6: Clase de infiltración de aire máxima permitida para la envolvente térmica (idéntica a la del requerimiento 6R2).

| Provincia                                                                                                                                                                                                                         | Clase de infiltración<br>50Pa / ach |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Arica, Iquique, Tocopilla, Chañaral, Isla de Pascua                                                                                                                                                                               | -----                               |
| Parinacota, Tamarugal, El Loa, Coyhaique, Aysén, General Carrera, Capitán Prat, última Esperanza, Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica Chilena                                                                                 | 4,00                                |
| Copiapó, Limarí, Los Angeles, Valparaíso, Santiago, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante, Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua, Talca, Concepción, Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Ranco, Osorno, Llanquihue, Palena, Chiloé | 5,00                                |
| Antofagasta, Huasco, Elqui, Choapa, Petorca, Quillota, San Felipe de Aconcagua, San Antonio, Marga-Marga, Chacabuco, Curicó, Linares, Cauquenes, Diguillín, Puntilla, Itata, Biobío                                               | 8,00                                |

Nota: La Clase de infiltración será medida excluyendo (sellando) ventanas, puertas y los dispositivos de ventilación.



| ARQ. Agua 7                      | Paisajismo: Disminución de la evapotranspiración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 puntos |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Indicador                        | Porcentaje (%) de disminución de la evapotranspiración (ETLmm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |
| <b>Ámbito</b>                    | Áreas verdes del proyecto de paisajismo del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |
| <b>Definición</b>                | <p>El paisajismo o arquitectura del paisaje, es la actividad que es capaz de modificar un espacio exterior, trabajando con elementos orgánicos (flora y fauna) y/o inorgánicos, para satisfacer las necesidades de uso del espacio exterior para un determinado grupo de usuarios, ya sea en un medio urbano o rural.</p> <p>Las características del proyecto de paisajismo deben estar en relación con la zona bioclimática (clima-vegetación-suelo), de modo de disminuir la demanda de agua para riego.</p> |          |
| <b>Objetivo</b>                  | Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales, en base a reducir la necesidad de agua de las especies vegetales del proyecto de paisajismo.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | <b>Ver 8R: Reducir 20% evapotranspiración de proyecto de paisajismo.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |

#### Requerimientos voluntarios

Se deberá demostrar la disminución de la evapotranspiración del proyecto de paisajismo, según:

| Nivel     | Porcentaje de reducción respecto a línea base (%) | Puntaje |
|-----------|---------------------------------------------------|---------|
| Muy bueno | $\geq 70$                                         | 2       |
| Bueno     | $\geq 50$ y $< 70$                                | 1       |

#### Condiciones de evaluación

Esta variable y su puntaje sólo aplicarán en edificios dónde la superficie de su proyecto de paisajismo es igual o superior a un 20% de la superficie del terreno del edificio.

El área que se contabiliza como área de paisajismo debe ser con vegetación, se excluye de este cálculo los elementos complementarios como por ejemplo paseos peatonales, en los cuales no hayan especies vegetales.

Se podrá incluir como superficie de paisajismo las cubiertas verdes o vegetales del edificio, siempre que sean accesibles (física o visualmente) para al menos el 80% de los usuarios del edificio, y las áreas verdes en zonas fuera del terreno del edificio, pero incluidas en el proyecto de paisajismo y el proyecto de riego del edificio, como por ejemplo el área verde junto a la calzada peatonal en la vía pública que enfrenta al edificio.

Se podrá incluir como superficie computable la de los muros verdes o vegetales del edificio, siempre que sean visualmente accesibles desde el interior del edificio o desde patios, atrios o plazas ubicadas dentro del terreno del edificio y accesibles para al menos el 80% de los usuarios del edificio.

Las superficies utilizadas para contabilizar el paisajismo serán consistentes con las utilizadas en la variable de "Riego: Sistemas de eficientes".

#### Metodología de Cálculo

El cumplimiento de los requerimientos se realizará calculando la evapotranspiración (ETLmm) del paisajismo de edificio evaluado y del edificio de referencia, en el mes más caluroso del año, para luego determinar la disminución porcentual de la primera respecto a la segunda, de acuerdo con lo indicado en el **Apéndice 20**.



| ARQ. M&R 8                       | Declaración Ambiental de Productos (DAP) para materiales del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3 puntos |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Cantidad de materiales con Declaración Ambiental de Productos (DAP)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Etapas de fabricación de los materiales utilizados en el edificio.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
| <b>Definición</b>                | <p>Declaración Ambiental de Productos (DAP) o Etiquetas de tipo III es una declaración voluntaria basada en el estándar ISO 14025:2012. Esta declaración tiene la finalidad de promover los distintos atributos de sustentabilidad de un servicio o producto, además de activar la competitividad del mercado y generar un levantamiento de los potenciales impactos medioambientales de los mismos. Un DAP tiene información basada en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) cumpliendo con los parámetros de la NCh-ISO 14040:2012 y NCh-ISO 14044:2012 y como mínimo deben cubrir "de la cuna a la puerta". Para más información ver <b>Apéndice 14</b>.</p> |          |
| <b>Objetivo</b>                  | Incentivar la entrega de Declaración Ambiental de Productos (DAP) de diferentes materiales y productos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |
| <b>Taxonomía T-MAS</b>           | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección – Contribución Sustancial- Mitigación del Cambio Climático, criterio 2. a. Etapa construcción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | No aplica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |

#### Requerimientos voluntarios

**Opción 1:** Entregar la información de materiales o productos para la construcción permanentemente instalados que cuenten con una etiqueta ambiental tipo III, Declaración Ambiental de Productos, basada en análisis de ciclo de vida según norma UNE-EN-ISO14025, en las siguientes categorías:

- Categoría 1: Fundaciones y cimientos
- Categoría 2: Muros y estructuras (hormigón armado, albañilería, estructuras metálicas, etc.)
- Categoría 3: Tabiquerías y aislación (Placas yeso-cartón, volcometal, placas, etc.)
- Categoría 4: Ventanas y puertas
- Categoría 5: Cubiertas
- Categoría 6: Terminaciones (Interiores y exteriores)
- Categoría 7: Instalaciones

Se utilizará la siguiente escala de puntaje:

| Nivel     | Cantidad de materiales o productos con DAP | Categorías | Puntaje |
|-----------|--------------------------------------------|------------|---------|
| Muy bueno | $\geq 15$                                  | $\geq 4$   | 3       |
| Bueno     | $> 15 \text{ y } \leq 10$                  | $\geq 3$   | 2       |

**Opción 2:** Entregar una Declaración Ambiental de Productos o Etiqueta ambiental tipo III o (ISO 14025:2012) para el 20% del Presupuesto de Materiales del edificio. Los materiales considerados en el presupuesto deben ser permanentemente instalados en el edificio, además dentro de este presupuesto se deben excluir gastos generales (GG), utilidades, mano de obra, transporte, moldajes y cualquier otro gasto que no sea de materiales de construcción. Además, se deben incluir los materiales que se obtengan a través de subcontratos, excluyendo los mismos elementos anteriormente comentados (gastos generales, utilidades, mano de obra, etc.).

| Opción 2             | Puntaje |
|----------------------|---------|
| 20% en productos DAP | 2       |

---

## Condiciones de evaluación

---

**Opción 1:** Se aceptará contabilizar con un máximo de **2 DAP** en el caso de utilizar a materiales o productos para la misma aplicación, pero de más de un proveedor.

Para que aplique una categoría, se debe considerar por lo menos un material con su DAP.

**Opción 2:** Se deberán declarar por medio del Presupuesto de Materiales de la Construcción de la obra las cantidades totales de los materiales instalados en el edificio por cada categoría al que se postula, así identificar claramente de cuales materiales se entregará una DAP y cuáles no.

Si dentro de un mismo material se utilizan 2 o más tipos, por ejemplo, el caso de las barras de acero, se deben identificar cuáles de las barras cuentan con su DAP, por lo tanto, los nombres de los certificados de DAP, las cantidades declaradas en el presupuesto de construcción y las facturas de la compra del material deben ser coincidentes.

Para ambas opciones se deben entregar facturas de la compra de los materiales, debe declarar las cantidades compradas.



| ARQ. M&R 9                     | Equipamiento para el Manejo de Residuos durante la operación del edificio                                                                                | 2 puntos |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Indicador</b>               | <b>Posee equipamiento para el manejo de residuos durante la operación del edificio.</b>                                                                  |          |
| <b>Ámbito</b>                  | Todo el edificio                                                                                                                                         |          |
| <b>Definición</b>              | Puntos limpios o contenedores parciales por área para recibir residuos por separado durante la operación del edificio                                    |          |
| <b>Objetivo</b>                | Incorporar las condiciones necesarias para facilitar que se realice una gestión y separación adecuada de los residuos durante la operación del edificio. |          |
| <b>Requisitos obligatorios</b> | No aplica                                                                                                                                                |          |

#### Requerimientos voluntarios

Incorporar equipamiento y elementos que permitan la separación de los residuos durante la operación del edificio (puntos limpios o contenedores parciales por área para recibir residuos por separado).

Las características generales para la ubicación y dimensionamiento de estos espacios corresponden a:

- Contar con fácil acceso para el depósito y recolección de residuos tanto para los usuarios de la edificación como lo operadores.
- La separación de residuos en espacio general del edificio considera:
  - papeles y cartones
  - plásticos reciclables
  - metales y latas
  - vidrios
  - cartón para bebidas
  - residuos electrónicos
  - desechos peligrosos (pilas, ampolletas, otros)
  - residuos no reciclables y no peligrosos
- Edificios en altura o que involucren diferentes tipos de uso deberán contar con espacio de almacenamiento general (central) y espacios intermedios o closets ecológicos por cada piso.
- En el caso de incorporación de espacios intermedios o closets ecológicos, podrán simplificar la separación y luego realizar la separación completa en el espacio general. Como serán estos dos grupos
  - Pilas, baterías, aparatos eléctricos y electrónicos, incluidas lámparas y ampolletas con contenido de mercurio.
  - Sólidos inorgánicos reciclables. Se recomienda una separación con mayor desagregación.

Los anteriores requisitos deben ajustarse a las condiciones particulares del edificio en cuanto su uso y geometría, primando lo definido por el arquitecto o proyectista.

#### Condiciones de evaluación

El dimensionamiento del espacio general del edificio debe permitir el almacenamiento del total semanal generado de residuos, más un espacio para pretratamiento y circulación libre, dependiendo del plan de gestión de residuos.

Se debe especificar la proyección de volúmenes a generar por los distintos tipos de residuos, indicando la capacidad mínima de almacenamiento en lt o m<sup>3</sup>.

Si no existe un valor específico para el edificio, como factor de cálculo se considerará una generación de residuos al menos 0,1 lt/día\*m<sup>2</sup> de superficie útil del edificio (incluye todo tipo de residuos). Lo anterior sin perjuicio de los factores de cálculo a utilizar para recintos en los que se contemple la preparación y servicio de comidas, que deberán ser definidos por el arquitecto o proyectista en forma adicional.



|                            |                                                                                                                                   |          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| CONST.M&R 10               | Gestión de Residuos: Separación, control y reciclaje                                                                              | 2 puntos |
| Indicador                  | Separación, control y reciclaje de residuos                                                                                       |          |
| Ámbito                     | Fase de construcción del edificio                                                                                                 |          |
| Definición                 | Acciones destinadas a tener un manejo adecuado de los residuos durante la construcción del edificio.                              |          |
| Objetivo                   | Asegurar la trazabilidad a través de la correcta disposición final de los residuos generados durante la construcción del edificio |          |
| Requerimiento obligatorio  | Ver 22R: Medidas de Mitigación y Control                                                                                          |          |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                   |          |

### 1. Separación de residuos en:

- Tóxicos y peligrosos. Se deben depositar en contenedores adecuados a este fin y en lo posible en una bodega o gabinete separado y ventilado, adecuado a su finalidad.
- Domiciliarios. Residuos orgánicos provenientes de los comedores y casinos cuando los hay y residuos de ropa e implementos de seguridad: bototos, cascos, guantes, etc. Se deben disponer en tambores o pequeños contenedores fáciles de remover, localizados en puntos estratégicos de la obra con el letrero: "basura".<sup>18</sup>
- Inertes. Generados en las actividades de limpieza de terreno y levantamiento de la obra. Estos deben ser depositados limpios y sin contaminantes químicos, en contenedores adecuados a esta finalidad<sup>19</sup>, los que deben ser proporcionados por la empresa con que se hace el correspondiente contrato.<sup>20</sup>

**2. Control de residuos:** Tanto los residuos inertes como los tóxicos y peligrosos deben ser controlados a través de sus correspondientes guías, solicitando a la empresa que los maneja que entregue certificados mensuales de su disposición final en lugar autorizado<sup>21</sup>.

**3. Reciclaje de residuos:** La empresa que realiza el manejo de residuos o escombros deberá certificar la recuperación de materiales para reciclaje o reutilización. El material reciclado deberá representar al menos un 50%, en volumen, del total de residuos y/o escombros retirados. Podrán incluirse materiales granulares, si son empleados como material de relleno o estabilizado para la recuperación de suelos, tanto en el terreno del proyecto como en otros terrenos.

En caso de que solo se reciclen materiales de construcción se considerará al menos un 20% en volumen.

### Condiciones de evaluación

Los requisitos aplican a todas las ciudades y localidades de Chile, salvo en aquellas donde no existen empresas certificadas con la capacidad de retirar, controlar y manejar residuos, y/o donde no existen rellenos autorizados para la disposición de los residuos, incluidos los inertes.

El requisito 3 de "Reciclaje de residuos" sólo aplicará a proyectos ubicados en regiones que cuenten con empresas capaces de certificar el reciclaje o reutilización de los residuos. Sin perjuicio de lo anterior, la empresa constructora podrá implementar un plan de reciclaje, por ejemplo, en base a convenios con recicladores de base o sus propios trabajadores.

<sup>18</sup> Deben ser de fácil movilidad porque deberán ser sacados diariamente o cuando pase el camión municipal de la basura, quienes son los responsables únicos de retirar estos residuos, para llevarlos a un relleno sanitario.

<sup>19</sup> Deben ser de fácil movilidad porque deberán ser sacados diariamente o cuando pase el camión municipal de la basura, quienes son los responsables únicos de retirar estos residuos, para llevarlos a un relleno sanitario.

<sup>20</sup> El uso de estos contenedores impide que los residuos sean depositados en el suelo, con la consiguiente suciedad y empleo de trabajo extra al tener que trasvasiarlos posteriormente a un camión o medio de transporte, además es un ahorro por ese aspecto y permite un buen control de los escombros generados.

<sup>21</sup> La empresa contratada deberá tener las autorizaciones del Seremi de Salud correspondientes y deberá especificar el lugar de disposición final en que serán llevados los residuos, lugar que también deberá tener las autorizaciones municipales y del Seremi de Salud para esta finalidad.



## INST.CAI 11.1 Calidad del aire activo: Caudal

3 puntos

(5 puntos para edificios ubicados en las zonas climáticas SL, SI, SE, An)

| Indicador             | Caudal ventilación [litros/segundo]                                                                                                                                                                 |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ámbito                | Todos los recintos del edificio                                                                                                                                                                     |
| Definición            | Caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto y ocupantes                                                                                                                        |
| Objetivo              | Limitar la concentración de CO <sub>2</sub> emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre recintos de uso específico.            |
| Taxonomía T-MAS       | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección –No Hacer Daño Significativo -Prevención y control de la contaminación, criterio 1. Etapa operación. |
| Requisito obligatorio | Ver requisito obligatorio:<br>11R1 Cumplir con las tasas mínimas de ventilación indicadas<br>11R3 No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta                         |

### Requerimientos

- Aumento de Caudal:** El aumento del caudal de inyección de aire exterior por zona en un 25% o más, será en base a las tasas mínimas de ventilación según ASHRAE 62.1-2007 o UNE 13779/2008. En todos los casos, se considerará el flujo de aire exterior por zona, calculado en base a cada sistema de ventilación (por ej. UMAs), en un escenario de demanda máxima y considerando el factor de efectividad de distribución.
- Extracción forzada en recintos con fuentes contaminantes:** Se deberá especificar ventilación por extracción forzada (sin recirculación de aire) para recintos interiores donde estén presentes o se usen gases o sustancias químicas (por ejemplo, garajes, área de lavandería, áreas de almacenamiento de productos de limpieza y mantención, áreas de impresión y/o fotocopiado<sup>22</sup>, áreas de baño y/o cocina sin ventilación natural). Esta extracción tendrá un caudal de al menos 2,5 l/s (o 9 m³/h) por cada m² del recinto.

|           |                                                                                                                                            | Puntaje |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Nivel     | Caudal de diseño y extracción forzada                                                                                                      | A-B-C-D | E-F-G-H-I |
| Bueno     | Aumentar el caudal de aire exterior por zona en un 25% o más, y<br>Especificar extracción forzada para recintos con fuentes contaminantes. | 3       | 5         |
| Aceptable | Aumentar el caudal de aire exterior por zona en un 25% o más, o<br>Especificar extracción forzada para recintos con fuentes contaminantes. | 1       | 3         |

### Condiciones de evaluación

Los requerimientos aplicarán a todo el edificio, con excepción de aquellos recintos regularmente ocupados que posean sólo estrategias de ventilación natural y que sean evaluados como apropiados para ello según lo definido en la variable "Ventilación natural". Para sistemas con ventilación mixta se considerarán los mismos requerimientos que para un sistema de ventilación mecánica en la presente variable.

El aumento de caudal de aire exterior debe reflejarse en el cálculo de demanda y de consumo de energía, según metodología descrita en el **Apéndice 9**. En caso de que no se realice un cálculo de demanda y/o de consumo de energía, y el caudal de aire exterior aumenta sobre un 33% respecto al caudal de referencia, sólo podrá obtenerse el puntaje del nivel "Aceptable".

En caso de que el edificio evaluado no contemple proyecto de ventilación mecánica, se adicionará el puntaje del nivel aceptable de esta variable a la evaluación del edificio, sólo en caso de:

- Obtener el nivel "Muy Bueno en la variable "Ventilación natural", y
- Estar ubicado en las zonas climáticas NL, NVT, CL, CI.

Se recomienda que el sistema de ventilación cumpla con las eficiencias mínimas para motores definidas en el punto **5 del Apéndice 9**.

Para el cálculo del puntaje de la variable se debe obtener el caudal total del edificio en base a las tasas mínimas de ventilación exigidas según ASHRAE 62.1-2007 o UNE 13779/2008 y luego verificar el porcentaje de aumento del caudal total proyectado respecto a este caudal total mínimo.

**Metodología de Cálculo: Ver Apéndice 5: Calidad del aire. Ventilación mecánica.**

<sup>22</sup> Se excluyen del requerimiento las máquinas de impresión y/o multifuncionales pequeñas de cortos periodos de uso





|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                             |         |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| INST.CAI 11.2                                                             | Calidad del aire activo: Filtraje                                                                                                                                                                                           | 1 punto |
| (2 puntos para edificios ubicados en las zonas climáticas SL, SI, SE, An) |                                                                                                                                                                                                                             |         |
| Indicador                                                                 | Eficiencia promedio de filtraje [% o MERV]                                                                                                                                                                                  |         |
| Ámbito                                                                    | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio                                                                                                                                                                       |         |
| Definición                                                                | La eficiencia de filtraje es la capacidad de un elemento, un filtro, para remover y reducir la concentración de partículas o materiales gaseosos desde un caudal de aire, tales como polvo, polen, moho, bacterias, y humo. |         |
| Objetivo                                                                  | Minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes químicos y biológicos, que degraden la calidad del aire.                                                        |         |
| Requerimiento obligatorio                                                 | Ver 11R2: Eficiencia promedio de filtraje                                                                                                                                                                                   |         |
| Requerimientos voluntarios                                                |                                                                                                                                                                                                                             |         |

Para todos los edificios de uso público, la eficiencia promedio de filtraje de los filtros ubicados en las unidades terminales del sistema de aire acondicionado y ventilación, deberá ser superior a un 30% o MERV 7.

|                  |                                                                                      | <b>Puntaje</b> |                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
| <b>Nivel</b>     | <b>Rango</b>                                                                         | <b>A-B-C-D</b> | <b>E-F-G-H-I</b> |
| <b>Muy bueno</b> | Eficiencia promedio de filtraje de 50% o MERV 9 con arrestancia mínima de 98%, o más | 1              | 2                |
| <b>Bueno</b>     | Eficiencia promedio de filtraje de 40% o MERV 8 con arrestancia mínima de 95%.       | 1              | 1                |





| INST.CAI 11.3                    | Calidad del aire: Monitoreo de la calidad del aire                                                                     | 1 punto |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Sistema de monitoreo de concentración de CO<sub>2</sub></b>                                                         |         |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todos los recintos regularmente ocupados del edificio de alta ocupación</b>                                         |         |
| <b>Definición</b>                | Tener la capacidad de monitorear la concentración de CO <sub>2</sub> al interior de recintos de alta ocupación.        |         |
| <b>Objetivo</b>                  | Limitar la concentración de CO <sub>2</sub> emitidos por los usuarios, a través de un sistema de monitoreo permanente. |         |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | No aplica                                                                                                              |         |

#### Requerimientos voluntarios

Monitorear la concentración de CO<sub>2</sub> al interior de recintos de alta ocupación (igual o menor a los 4 m<sup>2</sup>/persona) tales como, pero no restringidos a, salas de clases o aulas, salas de espera y salas de reunión, instalando de forma permanente un sistema de monitoreo, a una altura entre 1 y 2 metros respecto al piso del recinto.

El monitoreo se realizará en base a un sistema que sea capaz de alertar, en forma instantánea, de una variación de 10% o más, respecto a la Tabla 12 Categorías de calidad del aire interior por edificación (UNE 13779/2008) indicada la tabla, mediante alarmas visuales y/o audibles que alerten a los ocupantes del o los recintos monitoreados.

Tabla 12: Categorías de calidad del aire interior por edificación (UNE 13779/2008) del apéndice 3

| Categoría | Calidad                | Edificio                                                                                                                                                              |
|-----------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IDA 1     | Aire de óptima calidad | Hospitales, clínicas, Laboratorios, Guarderías.                                                                                                                       |
| IDA 2     | Aire de buena calidad  | Oficinas, residencias, sala de lecturas, aulas, museos, salas de tribunales, piscinas.                                                                                |
| IDA 3     | Aire de calidad media  | Edificios comerciales, cines, teatros, habitación de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales deportivos, sala de computadores. |
| IDA 4     | Aire de calidad baja   | -                                                                                                                                                                     |

#### Condiciones de evaluación

El sistema de monitoreo permitirá adoptar medidas para mitigar el efecto de las altas concentraciones de CO<sub>2</sub>, las cuales pueden ser manuales, tales como, apertura de ventanas en el caso de ventilación natural, o automáticas en el caso de sistema de ventilación mecánica con ventiladores con variador de frecuencia o que hayan sido diseñados a media capacidad.

En caso de que el edificio evaluado no contemple recintos de alta ocupación, se adicionará el puntaje de esta variable a la evaluación del edificio, sólo en caso de obtener el puntaje máximo de la variable "Ventilación Mecánica: Caudal".



|                            |                                                                                                                                                                    |         |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| INST.CAI 12                | Control del ruido y vibraciones provenientes de equipos                                                                                                            | 1 punto |
| Indicador                  | Valores máximos de nivel sonoro [dBA]                                                                                                                              |         |
| Ámbito                     | Todos los recintos regularmente ocupados del edificio                                                                                                              |         |
| Definición                 | Nivel de ruido proveniente directamente de las instalaciones mecánicas del edificio, y/o transmitidas a la estructura y/o tabiquería del edificio.                 |         |
| Objetivo                   | Evitar la emisión de ruido aéreo y su transmisión mediante la vibración de las estructuras sobre las cuales van montados los equipos que producen dicha vibración. |         |
| Requerimiento obligatorio  | No aplica                                                                                                                                                          |         |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                                                    |         |

Se debe cumplir con los requerimientos de valores máximos de nivel sonoro proveniente de equipos, utilizando una de las siguientes opciones:

- **Opción 1:** Evaluación prestacional: valores máximos de emisión de ruido
- **Opción 2:** Evaluación prescriptiva: características de las instalaciones

| Nivel     | Rango                                              | Puntaje |
|-----------|----------------------------------------------------|---------|
| Muy bueno | Cumple con requisitos prestacionales de la Tabla 9 | 1,0     |
| Bueno     | Cumple con las recomendaciones prescriptivas       | 0,5     |

Adicionalmente, todo edificio que contemple alguna actividad con un valor del nivel sonoro igual o superior a 80 dBA, deberá cumplir con lo establecido en el DS N°594 sección 1.1.

### Opción 1: Evaluación prestacional

El funcionamiento de las instalaciones no debe provocar un nivel sonoro que supere lo señalado en la Tabla 13. La evaluación del nivel sonoro se debe realizar en el recinto regularmente ocupado más cercano a la fuente del sonido.

Tabla 13: Valores máximos admisibles de niveles sonoros para el ambiente interior.

| Uso edificio | Valores máximos de nivel sonoro en dB(A) |
|--------------|------------------------------------------|
| Educacional  | 35 dB(A)                                 |
| Oficinas     | 40 dB(A)                                 |
| Salud        | 30 dB(A)                                 |

Fuente: ANSI 2002/ ISO R-1996/ UNE 74- 022/ NBE- CA-88/ OMS /RITCH 2007

### Opción 2: Evaluación Prescriptiva

La elección de equipos y diseño de instalaciones (fuentes emisoras), incluyendo el tipo de montaje y anclajes (transmisión), debe basarse en las recomendaciones definidas en las condiciones de evaluación.

## Condiciones de evaluación

### Opción 1: Evaluación prestacional

La emisión de ruido de las instalaciones se obtendrá mediante alguno de los modelos de emisión sonora existentes en la literatura, se debe presentar memoria de cálculo de la modelación. Los programas recomendados son los siguientes: SONarchitect ISO, INSUL, ZORBA, ECOTECT, EASE.

### Opción 2: Evaluación Prescriptiva.

#### a. Condiciones de montaje de equipos

- Los equipos se instalarán i) sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o ii) sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida<sup>23</sup>. Para más detalles de soportes y conectores flexibles ver UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y salida de las tuberías de los equipos, evitando la transmisión de vibraciones mediante tuberías rígidas, entre los equipos y el resto de la instalación.
- Se usarán rejillas y difusores terminales de aire acondicionado en recintos interiores.
- Se debe contemplar un plan de mantenimiento y limpieza de equipos de acuerdo a lo señalado por el fabricante para evitar que un malfuncionamiento provoque ruido y vibración.

#### b. Condiciones de los conductos y equipamiento.

- Hidráulicas y sanitarias
  - Los conductos del edificio deberán ir tratados acústicamente para no provocar molestias en los recintos.
  - En el paso de tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios.
  - No deben apoyarse de forma simultánea los radiadores a la losa y fijarse a la pared.
- Aire acondicionado
  - Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando se requiera y deben utilizarse silenciadores acordes al equipamiento.
  - Se evitará la transmisión de vibraciones desde los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios.
- Ventilación
  - Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revertirse con elementos constructivos.
  - Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico de los elementos de separación.
- Eliminación de residuos
  - Los conductos de basura deben tratarse para no transmitir ruidos y vibraciones a los recintos.
  - El suelo del cuarto de contenedores debe ser flotante, es decir, debe poseer un elemento acústico entre el pavimento y la estructura del edificio que permita el desacople del ruido por impacto.
- Ascensores y montacargas
  - Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos antivibratorios. Deberá tener un índice de reducción acústica mayor que 50 dBA
  - Puertas de acceso al ascensor con topes elásticos que aseguren la anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.

<sup>23</sup> La bancada de inercia será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.



| INST.CAI 14 Confort térmico activo: Controlabilidad 2 puntos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Indicador</b>                                             | <b>Cantidad y distribución de los controles del sistema de climatización</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Ámbito</b>                                                | <b>Todos los recintos regularmente ocupados del edificio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Definición</b>                                            | El confort térmico es una variable fundamental de la calidad ambiental y habitabilidad de los edificios debido a su relación directa con la salud y bienestar de las personas. Los sistemas de climatización deben estar diseñados para cubrir las necesidades de confort térmico y facilitar el control sobre éste por parte de los propios ocupantes. |
| <b>Objetivo</b>                                              | Incorporar en el proyecto de climatización sistemas de control locales que permitan a ocupantes individuales o grupos mejorar su confort térmico.                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Requerimiento obligatorio</b>                             | Ver 14R Definir condiciones de diseño del proyecto de climatización.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

#### Requerimientos voluntarios

Los proyectos deberán considerar controles del sistema de climatización accesibles para los ocupantes individuales o grupos, en función de la siguiente tabla.

| Nivel     | Rango                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Puntaje |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Muy bueno | Un control de temperatura del aire por cada recinto cerrado y por zona térmica en caso de plantas abiertas. El control de la temperatura del aire debe tener al menos una de las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciar al menos 7 perfiles de días tipo, tener un sensor de ocupación.</li> <li>Tener un sensor de ocupación capaz de apagar el sistema cuando no hay ocupantes.</li> <li>Tener un timer operado manualmente que pueda operar el sistema por periodo de hasta 2 horas.</li> </ul> | 2       |
| Aceptable | Un control de temperatura del aire por bloque térmico (grupos de zonas térmicas y recintos cerrados diferenciados por orientación, zonas perimetrales, zonas interiores y uso)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1       |

#### Condiciones de evaluación

##### Relación con otras variables:

Si utilizando un cálculo dinámico se demuestra que el edificio logra reducir a un 15% las horas anuales de ocupación del edificio en que se encuentre fuera del rango de confort (en términos absolutos y no comparados a un edificio de referencia), se considerará que es un edificio pasivo que no requiere del apoyo de sistemas activos. En estos casos, se asignarán automáticamente los puntajes máximos de la variable "Confort Térmico Activo" a la variable "Confort Térmico Pasivo".

Para lo anterior, será condición que el mandante y o administrador del edificio se comprometa a realizar el seguimiento en el tiempo de la operación del edificio, para promover la mantención en el tiempo de las condiciones de calidad ambiental y eficiencia energética con las cuales fue certificado. Para más detalles, ver requerimientos en **Apéndice 24: Sello Plus Operación**.



| INST. Energía<br>15 a 17         | Consumo de Energía                                                                                                                                                              | 16 puntos |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Reducción del consumo anual de energía [kWh/m<sup>2</sup>] de todo el edificio</b>                                                                                           |           |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todo el edificio y sus exteriores</b>                                                                                                                                        |           |
| <b>Definición</b>                | Energía estimada que será consumida por el edificio, considerando todos los usos finales de energía.                                                                            |           |
| <b>Objetivo</b>                  | Disminuir el consumo de energía del edificio, sobre todo la necesaria para la calefacción, refrigeración e iluminación de un edificio.                                          |           |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | 16R1 Aislación térmica en distribución de calor y frío<br>16R2 Declaración de rendimiento nominal de equipos<br>14R Definir condiciones de diseño del proyecto de climatización |           |

#### Requerimientos voluntarios

**Opción 1. Evaluación Prestacional:** Opción 1. Evaluación Prestacional: Se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio evaluado, incluyendo todos los usos finales de energía del edificio y el aporte de ERNC y cogeneración. La evaluación se realizará mediante la comparación a un edificio de referencia. Para más detalles de los procedimientos a utilizar en la evaluación prestacional, ver el **Apéndice 9, sección 4**.

El puntaje máximo a obtener es de 16 puntos, en base a la siguiente tabla:

| Nivel      | Reducción respecto al consumo de referencia |      |      |      |      | Puntaje |
|------------|---------------------------------------------|------|------|------|------|---------|
|            | A-B                                         | C-D  | E    | F-G  | H-I  |         |
| Muy bueno  | ≥40%                                        | ≥40% | ≥40% | ≥40% | ≥40% | 16      |
| Bueno      | ≥30%                                        | ≥30% | ≥30% | ≥30% | ≥30% | 12      |
| Aceptable  | ≥20%                                        | ≥20% | ≥20% | ≥20% | ≥20% | 8       |
| Suficiente | ≥10%                                        | ≥10% | ≥10% | ≥10% | ≥10% | 4       |

(1) zona climática Sur Litoral (SL) de las regiones del Biobío, Los Ríos y Araucanía

(2) zona climática Sur Litoral (SL) de la región de Los Lagos

El uso de la opción de evaluación prestacional de Consumo de energía no exime al proyecto de cumplir con los requisitos obligatorios.

#### Opción 2. Evaluación Prescriptiva: Cumplir con los requerimientos de la Opción 2 de las variables:

INST.Energía 15.1: Iluminación artificial: Potencia instalada

INST.Energía 15.2: Iluminación artificial: Sistema de control

INST.Energía 16.1: Climatización y ACS: Relación de la potencia requerida e instalada

INST.Energía 16.2: Climatización y ACS: Rendimiento Nominal

INST.Energía 17: Otros consumos de energía

Podrán obtenerse los puntajes parciales de cada variable en función de las escalas definidas en cada una de ellas.

#### Condiciones de evaluación

##### Opción 1. Evaluación Prestacional:

Para la estimación de los consumos de energía de cada uno de los usos finales, se utilizará evaluación prestacional dinámica, en base a la simulación del comportamiento energético global del edificio, utilizando programa informático especializado. Las características del programa serán las definidas en la **sección 2 del apéndice 9**.

Se utilizarán las características de transmitancia térmica, factor solar modificado, orientación y tamaño de ventanas del edificio proyectado (edificio objeto), tanto para calcular los consumos estimados de los sistemas de referencia como los sistemas proyectos. Lo anterior por cuanto lo que se quiere evaluar son las mejoras que se producen sólo por el efecto de los sistemas especificados para el edificio evaluado.

Las características de los sistemas de referencia y los sistemas de proyectado se describen en el **Apéndice 9, sección 4**.

##### Opción 2. Evaluación Prescriptiva:

Las condiciones de evaluación serán las descritas en cada una de las variables definidas previamente.



| INST. Energía 15.1         |                                                                                                                                                                                                           | Iluminación Artificial: Potencia Instalada | 3 puntos |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|
| Indicador                  | Potencia instalada [W/m²]                                                                                                                                                                                 |                                            |          |
| Ámbito                     | Todo el edificio y sus exteriores                                                                                                                                                                         |                                            |          |
| Definición                 | Características de la instalación de iluminación artificial (grupo de luminarias y su sistema de control) que disminuyen su consumo energético al realizar su función específica.                         |                                            |          |
| Objetivo                   | Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que deberán producir y mantener condiciones ambientales adecuadas, con un consumo de energía lo más eficiente posible. |                                            |          |
| Requerimiento obligatorio  | No aplica                                                                                                                                                                                                 |                                            |          |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                                                                                           |                                            |          |

**Opción 1. Evaluación Prestacional:** Se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio analizado, incluyendo la iluminación interior y exterior. La evaluación se realizará mediante la comparación a un edificio de referencia. Para más detalles de los procedimientos a utilizar en la evaluación prestacional, ver el **Apéndice 9**.

**Opción 2. Evaluación Prescriptiva:** Los niveles de eficiencia energética del sistema de iluminación artificial interior, medido en W/m² (watts/metro cuadrado útil), deberán ser iguales o menores a los establecidos en las tablas del **Apéndice 15: Iluminación Artificial**, considerando la iluminación interior, utilizando una de las dos opciones de cálculo.

| Nivel     | Rango                 | Puntaje |
|-----------|-----------------------|---------|
| Muy Bueno | Reducción $\geq 30\%$ | 3       |
| Bueno     | Reducción $\geq 20\%$ | 2       |
| Aceptable | Reducción $\geq 10\%$ | 1       |

Para iluminación exterior, el valor de eficacia lumínica, medido en Lm/W (lúmenes/watts), para el conjunto de las fuentes lumínicas, deberá ser como mínimo 50 Lm/W. Se recomienda que las fuentes lumínicas exteriores tengan una eficiencia mínima de 60%.

#### Condiciones de evaluación

##### Opción 2. Evaluación Prescriptiva Iluminación interior

Se deberá determinar el tipo de edificio correspondiente y su valor límite de potencia instalada, según tabla del **Apéndice 15**. La potencia instalada del edificio corresponderá a la suma de las potencias de cada luminaria, dividida por la superficie útil iluminada. Para estos efectos, se debe considerar toda la superficie útil de un recinto cuando éste esté iluminado, independiente de la distribución del flujo luminoso en el recinto.

##### Iluminación exterior

Se deberá obtener la información de lúmenes y watts de todas las luminarias exteriores. La eficiencia lumínica de los exteriores del edificio se obtendrá sumando el flujo luminoso en Lm (lúmenes) de todas las luminarias exteriores, dividiendo por la potencia en W (watts) de todas las luminarias exteriores.



| INST. Energía 15.2 Iluminación Artificial: Sistemas de control |                                                                                                                                                                                                         | 2 puntos |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Indicador                                                      | Sistemas de control                                                                                                                                                                                     |          |
| Ámbito                                                         | Todo el alumbrado interior edificio                                                                                                                                                                     |          |
| Definición                                                     | Características de la instalación de iluminación artificial (grupo de luminarias y su sistema de control) que disminuyen su consumo energético al realizar su función específica.                       |          |
| Objetivo                                                       | Los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que podrán producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible. |          |
| Requerimiento obligatorio                                      | No aplica                                                                                                                                                                                               |          |
| Requerimientos voluntarios                                     |                                                                                                                                                                                                         |          |

**Opción 1: Evaluación Prestacional:** Se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio analizado. La evaluación se realizará mediante la comparación a un edificio de referencia. Para más detalles de los procedimientos a utilizar en la evaluación prestacional, **Apéndice 9**.

**Opción 2: Evaluación Prescriptiva:** Incorporar un sistema de control de iluminación, o una combinación de ellos, en base a la lista:

- A. Sistema de control integrado programable con control horario, de presencia y balance automático según aporte de luz natural.**
- B. Control local con diseño lógico integrando detectores de presencia y/o de luz natural locales.**
- C. Control local tipo on/off con diseño lógico de zonas<sup>24</sup>**

El o los sistemas de control deberán cubrir al menos un 80% de la potencia instalada de iluminación del edificio, excluyendo el alumbrado de emergencia. En caso de que el edificio utilice una combinación de sistemas de control, se definirá como "sistema principal" aquel que comparativamente cubre la mayor potencia instalada, y como "sistemas secundarios" el o los otros sistemas de control.

| Nivel     | Sistema principal | Sistemas secundarios | Puntaje |
|-----------|-------------------|----------------------|---------|
| Muy Bueno | A                 | A o B                | 2       |
| Bueno     | A                 | C                    | 1       |
|           | B                 | B o C                |         |

### Condiciones de evaluación

#### Opción 2. Evaluación Prescriptiva

A continuación, se describen las características de los sistemas de control:

##### A. Sistema de control integrado programable con control horario, de presencia y balance automático según aporte de luz natural.

Este tipo de sistemas son especialmente recomendados para edificios con recintos de usos múltiples. El control centralizado debe presentar características como las siguientes:

- Posibilidad de encendido/apagado de zonas mediante órdenes centrales, ya sea manuales o automáticas (control horario).
- Modificación de circuito de encendido a nivel central sin la necesidad de hacer obras eléctricas.
- Monitorización del consumo de los circuitos y estado de los mismos.

<sup>24</sup> Se define como "diseño lógico" la disposición de al menos un control por recinto iluminado, con el control ubicado en el mismo recinto que controla, y en una posición que permite que la persona que opera el control vea directamente la o las luminarias que controla.



## **B. Control local con diseño lógico integrando detectores de presencia y/o de luz natural locales.**

Los sistemas basados en sensores de luz natural, deben ubicar los sensores en el techo, los cuales miden la cantidad de luz natural y ajustan automáticamente los niveles de luz artificial necesarios para realizar las actividades con iluminación apropiada al interior de los recintos.

En el caso de sistemas de regulación y control de la luz natural, existen dos tipos: Todo/Nada, en los cuales la iluminación se enciende y apaga por encima o por debajo del nivel de iluminación previamente fijado; o de Regulación Progresiva, en el que la iluminación se va ajustando progresivamente según el aporte de luz exterior detectado, hasta conseguir el nivel de luz prefijado.

Los sistemas basados en detectores de presencia, ante la ausencia de ocupantes en los recintos, apagan automáticamente la iluminación artificial. Existen básicamente 4 tipos de detectores de presencia: Infrarrojos, acústicos por ultrasonido, acústicos por microondas e híbridos de los dos anteriores. Estos sistemas pueden forzar el apagado del sistema de iluminación a pesar de que existan ocupantes en el interior, cuando estos permanecen en una actitud estática durante un periodo de tiempo.

## **C. Control local tipo on/off con diseño lógico de zonas.**

Los interruptores manuales deben contar en lo posible con etiquetas que indiquen sobre qué instalación o circuito actúa cada uno, y separados entre sí, con el objetivo de que el usuario pueda diferenciarlos fácilmente. Las luminarias deben estar conectadas a varios circuitos, de manera que los circuitos de luminarias más cercanas a fuentes de iluminación natural (por ejemplo, ventanas) estén separados de los circuitos de luminarias ubicadas en lados opuestos a la fuente de luz natural.

El número de circuitos (y por ende de interruptores manuales) para el control de la iluminación de un recinto, no debe ser menor a la raíz cuadrada del número de luminarias instaladas menos dos. De esta forma, si existen 12 luminarias instaladas, el número de circuitos (e interruptores manuales) será como mínimo de 2.

Por otra parte, los interruptores temporizados, permiten que las luminarias sean apagadas desde un panel central, a la misma hora cada día, coincidiendo con las horas de no ocupación de los recintos. En el caso de optar por interruptores temporizados en lugar de interruptores manuales, estos deben permitir encender manualmente las luminarias aunque no se encuentren en su período de encendido automático.





| INST. Energía 16.1               | Climatización y ACS: Relación de la Potencia Requerida e Instalada                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 puntos |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Potencia requerida [kW]</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todo el edificio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |
| <b>Definición</b>                | Características de las instalaciones térmicas que les permiten disminuir su consumo energético al momento de realizar su función específica.                                                                                                                                                                                                                       |          |
| <b>Objetivo</b>                  | Las instalaciones térmicas deberán diseñarse y calcularse en forma coherente con las características climáticas del lugar, las características arquitectónicas y constructivas del edificio, y el uso y funcionamiento del mismo de tal forma que puedan producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible. |          |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | 14R Definir condiciones de diseño del proyecto de climatización<br>16R1 Aislación térmica en distribución de calor y frío<br>16R2 Declaración de rendimiento nominal de equipos                                                                                                                                                                                    |          |

#### Requerimientos Voluntarios

- 1. Cobertura, 1 punto:** Las instalaciones térmicas y de climatización deberán estar diseñadas para cubrir la potencia requerida (Pr), de modo que sean capaces de producir y mantener en forma adecuada las condiciones requeridas de temperatura y calidad del aire.
- 2. Sobredimensionamiento máximo, 1 punto:** El sistema básico seleccionado no tendrá más de un 25% de sobredimensionamiento por sobre la potencia requerida de calefacción y un 15% de sobredimensionamiento por sobre la potencia requerida de refrigeración, sin considerar los equipos de reserva y/o seguridad que puedan existir. Se deberá justificar la razón o causa del sobredimensionamiento del sistema básico seleccionado respecto a la potencia requerida.

#### Condiciones de evaluación

El proyecto de climatización deberá considerar en sus condiciones de diseño los parámetros definidos en la variable "Confort Térmico Activo".

Se deberá definir la potencia requerida y justificar la potencia instalada, mediante memoria de cálculo de la carga térmica, incluyendo las ganancias y pérdidas térmicas:

- Radiación solar
- Transmitancia térmica
- Infiltraciones
- Ventilación
- Iluminación
- Ocupación
- Carga latente
- Factor de seguridad.

Los valores a utilizar en la memoria de cálculo deberán ser obtenidos de documentos de referencias tales como RITCH, CEN Standard EN 15251, ASHRAE Standard 55-2010 o justificados por el especialista responsable. Los valores serán consistentes con aquellos utilizados en el cumplimiento de otras variables. Se podrá utilizar como base la hoja de cálculo tipo adjunta en el **Apéndice 17**.

Se entenderá que un edificio siempre requerirá de un sistema de climatización, por lo tanto, tendrá una potencia requerida. Si utilizando el cálculo dinámico de la variable confort térmico pasivo se demuestra que el edificio logra reducir a un 15% las horas anuales de ocupación del edificio en que se encuentre fuera del rango de confort (en términos absolutos y no comparados a un edificio de referencia), se considerará que es un edificio pasivo que no requiere del apoyo de sistemas activos. En estos casos, se obtendrán automáticamente los puntajes de esta variable.



|                           |                                                                                                                                                                                               |          |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| INST. Energía 16.2        | Climatización y ACS: Rendimiento nominal <sup>25</sup>                                                                                                                                        | 6 puntos |
| Indicador                 | Rendimiento nominal sistema climatización [COP/EER] <sup>26</sup>                                                                                                                             |          |
| Ámbito                    | Todo el edificio                                                                                                                                                                              |          |
| Definición                | Características de las instalaciones térmicas que les permiten estimar su consumo energético al momento de realizar su función específica.                                                    |          |
| Objetivo                  | Las instalaciones térmicas deberán diseñarse y calcularse de tal forma que puedan producir y mantener condiciones ambientales adecuadas con un consumo de energía lo más eficiente posible.   |          |
| Requerimiento obligatorio | 14R: Definir condiciones de diseño del proyecto de climatización.<br>16R1: Aislación térmica en distribución de calor y frío<br>16R2: Climatización y ACS: Declaración de rendimiento nominal |          |
| Requerimientos            |                                                                                                                                                                                               |          |

**Opción 1: Evaluación Prestacional:** Se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio analizado. La evaluación se realizará mediante la comparación a un edificio de referencia. Para más detalles de los procedimientos a utilizar en la evaluación prestacional, ver el **Apéndice 9**.

**Opción 2: Evaluación Prescriptiva:** Cumplir con los rendimientos nominales [COP o EER] aceptables, tanto para sistemas por combustión como eléctricos.

| Nivel     | Calefacción por combustión (en PCS) <sup>27</sup> | Calefacción y enfriamiento por electricidad | Puntaje |
|-----------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|
| Muy bueno | > 0,91                                            | > en 25% a la Tabla 14                      | 6       |
| Bueno     | >0,88 – 0,91                                      | ≥ la Tabla 14                               | 4       |
| Aceptable | >0,85 – 0,88                                      | ≥ 2,8 y < la Tabla 14                       | 2       |

En caso de que el proyecto utilice una combinación de sistemas, tanto para cubrir las demandas de calefacción y enfriamiento en forma diferenciada, como para cubrir una misma demanda a través de 2 o más sistemas independientes, se utilizará alguno de los siguientes criterios:

- Seleccionar el sistema con el menor rendimiento, o
- Determinar la demanda anual de calefacción y enfriamiento del edificio, utilizando las opciones señaladas en la variable "Demanda de Energía" y su respectivo apéndice, y:
  - Si una de las demandas es ≥80% de la demanda agregada de calefacción y enfriamiento del edificio, sólo se evaluará el sistema que cubre esa demanda. Si existe más de un sistema que cubre esa demanda:
    - Se seleccionará el sistema con el menor rendimiento, o
    - Se seleccionará el sistema que cubra ≥80% de dicha demanda.
  - Si ninguna de las demandas es ≥80% de la demanda agregada de calefacción y enfriamiento del edificio, se seleccionará el sistema con el menor rendimiento.

25 Los rendimientos de los equipos en las fichas técnicas de los fabricantes se refieren a unas ciertas condiciones de operación, fuera de estas condiciones los rendimientos bajan. Como los requerimientos de esta variable apuntan a una evaluación prescriptiva de rendimientos de equipos, y no prestacional del consumo de los mismos, se ha optado por requerimientos de eficiencia nominal para facilitar su evaluación.

26 COP: Coefficient of Performance, o coeficiente de rendimiento y EER: Energy Efficiency Ratio, o coeficiente de eficiencia energética.

27 PCS: Poder calorífico superior

Para evaluar el efecto de sistemas distintos a los señalados en la **Tabla 10**, tales como VRV o sistemas con Recuperador de Calor, se deberá utilizar la opción 1. Sin perjuicio de lo anterior, se podrá utilizar la Opción 1: Evaluación Prestacional, para cualquier tipo de edificio si el equipo de proyecto así lo considera pertinente.

**Para la obtención de puntaje por rendimiento nominal, se deberá cumplir el requerimiento n°1 de la variable "Climatización y ACS: Relación de la potencia requerida e instalada."**

## Condiciones de evaluación

### Opción 2. Evaluación Prescriptiva

Tabla 14: Adaptación de rendimientos especificados en el estándar Ashrae 90.1-2007 sección 6.8 y de la guía de New Building Institute's Advanced Buildings™ Core Performance™ Guide, sección 2.9.

| Sistemas unitarios o partidos de aire acondicionado y bombas de calor |                                     |                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Tipo                                                                  | Potencia<br>(en modo refrigeración) | modo refrigeración | modo calefacción              |
| Por aire                                                              | < 40 kW                             | 3.1                | 3.3 (a 8°C bs <sup>28</sup> ) |
|                                                                       | ≥40 kW y < 70 kW                    | 3.0                | 3.2 (a 8°C bs)                |
|                                                                       | ≥70 kW                              | 2.7                | 3.1 (a 8°C bs)                |
| Por agua o evaporación                                                | < 40 kW                             | 3.3                | 4.2 (a 20°C)                  |
|                                                                       | ≥40 kW y < 70 kW                    | 3.1                | 3.6 (a 10°C)                  |
|                                                                       | ≥70 kW                              | 2.6                | 3.1 (a 0°C)                   |

### Chillers – eficiencia del compresor (salvo donde se indica global)

| Tipo                                     | Tamaño            | Eficiencia requerida |      |                                    |      |
|------------------------------------------|-------------------|----------------------|------|------------------------------------|------|
|                                          |                   | Carga completa       |      | Carga parcial o IPLV <sup>29</sup> |      |
|                                          |                   | kW/Ton               | COP  | kW/Ton                             | COP  |
| Enfriado por aire                        | Todos             |                      | 1.2  | 2.8 global                         | 3.05 |
| Enfriado por aire condensador remoto     | Todos             |                      | 1.08 | 3.1                                | 3.45 |
| Compresor alternativo, enfriado por aire | Todos             |                      | 0.84 | 4.2                                | 5.05 |
| Compresor de tornillo enfriado por agua  | < 90 tons         |                      | 0.78 |                                    | 0.60 |
|                                          | ≥90 y < 150 tons  | < 528 Kw             | 0.73 | 4.45                               | 5.20 |
|                                          | ≥150 y ≤ 300 tons | ≥ 528 < 1055 Kw      | 0.61 | 4.90                               | 5.60 |
|                                          | > 300 tons        | ≥ 1055 Kw            | 0.60 | 5.50                               | 6.15 |
| Compresor centrífugo, enfriado por agua  | < 150 tons        | < 528 Kw             | 0.61 | 5.00                               | 5.25 |
|                                          | ≥150 y < 300 tons | ≥ 528 < 1055 Kw      | 0.59 | 5.55                               | 5.90 |
|                                          | ≥300 y ≤ 600 tons | ≥ 1055 Kw            | 0.57 | 6.10                               | 6.40 |
|                                          | > 600 tons        |                      | 0.55 |                                    | 0.51 |

<sup>28</sup> Temperatura de bulbo seco

<sup>29</sup> El IPLV es calculado usando la eficiencia del equipo operando a una capacidad de 100%, 75%, 50% y 25%



|                            |                                                                                     |         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| INST. Energía 17           | Otros consumos de energía: Reducción de la potencia de equipos                      | 1 punto |
| Indicador                  | Porcentaje [%] de reducción del consumo estimado de energía de equipos y artefactos |         |
| Ámbito                     | Todo el edificio                                                                    |         |
| Definición                 | Energía consumida en procesos diferentes al de iluminación, climatización y ACS.    |         |
| Objetivo                   | Reducción del consumo de equipos y artefactos del edificio                          |         |
| Requerimiento obligatorio  | No aplica                                                                           |         |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                     |         |

**Opción 1: Evaluación Prestacional de energía de procesos:** Se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio analizado. La evaluación se realizará mediante la comparación a un edificio de referencia. Para más detalles de los procedimientos a utilizar en la evaluación prestacional, ver el **Apéndice 8**.

**Opción 2: Evaluación Prescriptiva de equipos de oficina:** Reducir el consumo estimado de energía de equipos de oficina, utilizando equipos con etiquetados de eficiencia energética o etiquetados multicriterio que incluyan eficiencia energética, tanto nacionales como internacionales.

La reducción del consumo estimado de energía de equipos de oficina entregará los siguientes puntajes:

| Nivel     | Rango                            | Puntaje |
|-----------|----------------------------------|---------|
| Excelente | Reducción $\geq 30\%$            | 1       |
| Bueno     | Reducción $\geq 15\%$ y $< 30\%$ | 0,5     |

#### Condiciones de evaluación

##### Opción 2: Evaluación Prescriptiva de equipos de oficina

Aplicará a todo edificio nuevo o existente con excepción de los edificios señalados en la sección de "objetivos y alcances de la certificación", y de edificios con destino call center. En este **último caso, deberá utilizarse la Opción 1**.

Para efectos de este requerimiento, se considerará como equipos de oficina: computadores personales (incluido el monitor), notebooks o laptops, monitores, impresoras, scanners, fax y multifuncionales.

Se pueden utilizar etiquetados de eficiencia energética tales como ENERGY STAR® v5.0 o etiquetado del Ministerio de Energía<sup>30</sup>, o etiquetados multicriterio que incluya criterios de eficiencia energética, tales como EPEAT, Blue Angel y EU Ecolabel.

Los etiquetados deberán estar referidos en forma específica a la marca, modelo y año del equipo o artefacto. Podrán considerarse equipos o artefactos existentes si cuentan con el etiquetado correspondiente.

30 A la fecha de publicación de este documento, no hay etiquetado para equipos de oficina, salvo impresoras [www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,3397595,33\\_3401553&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3397595,33_3401553&_dad=portal&_schema=PORTAL)

Tabla 15: Valores referenciales de consumo anual de equipos de oficina.

| Equipo                 | BASE (kWh) | Con etiquetado (kWh) | Ahorro (%) |
|------------------------|------------|----------------------|------------|
| PC (considera monitor) | 408        | 275                  | 33%        |
| Notebook o laptop      | 126        | 85                   | 32%        |
| Monitor                | 72         | 57                   | 21%        |
| Scanner                | 68         | 65                   | 4%         |
| Fotocopiadoras         |            |                      |            |
| Laser – Monocromo      | 146        | 73                   | 50%        |
| Laser - Color          | 553        | 514                  | 7%         |
| FAX                    |            |                      |            |
| Ink Jet                | 28         | 14                   | 50%        |
| Laser                  | 156        | 78                   | 50%        |
| Multifuncionales       |            |                      |            |
| Ink Jet                | 27         | 12                   | 54%        |
| Laser - Monocromo      | 156        | 78                   | 50%        |
| Laser - Color          | 551        | 328                  | 40%        |
| Impresoras             |            |                      |            |
| Ink Jet                | 27         | 16                   | 41%        |
| Laser - Monocromo      | 78         | 52                   | 33%        |
| Laser - Color          | 452        | 287                  | 36%        |

Fuente: Elaboración propia en base el Savings Calculator for ENERGY STAR Qualified Office Equipment de Julio 2011 y la calculadora de energía del EU ENERGY STAR® [www.eu-energystar.org/es/es\\_008.shtml](http://www.eu-energystar.org/es/es_008.shtml)

Los valores de la Tabla 15 se han calculado para una configuración de uso del tipo "Nunca se apaga" y con una gestión de consumo de PC y Monitor en "Desactivado": Es el perfil de la oficina media, en el que se mantienen las características de fábrica de gestión del consumo (hibernación desactivada), y el PC no se apaga nunca por la noche (permanece en modo «preparado»). Por ello, los valores de la Tabla 15 aplican sólo al escenario descrito anteriormente, y no coincidirán necesariamente con los valores utilizados para efectos de la simulación de demanda y consumo de energía.

Los cálculos para la configuración mencionada se realizan en función de las horas de uso y potencia del equipo en 3 modos:

- **Modo encendido:** Los valores de energía que contiene el PC se basan en unos cálculos aproximativos para escritorios de Windows o Mac sobre el modo encendido aunque el procesador apenas trabaje y el rendimiento máximo, determinado por el tipo de uso (por ejemplo, la estación de trabajo y el PC multimedia tienden al rendimiento máximo). Se asume la aplicación de las características de gestión de consumo para el modo encendido (ACPI, Speedstep, PowerNow, etc.). En general, en una pantalla ligera los valores de consumo del monitor en modo encendido se fijan por defecto en el brillo máximo.
- **Modo de espera:** En la mayoría de los PC, si no se ha cambiado la configuración de consumo de fábrica, se activa el modo de espera a los 20-30 minutos de permanecer inactivo. Para realizar el cálculo del número de horas que permanece en modo de espera, considere el tiempo total (más de 20 minutos) que pasa en reuniones, descansos, etc. y reste 20 minutos por cada una de estas actividades. Si durante la noche no deja apagado su PC, este hecho cuenta también como modo de espera.
- **Modo apagado:** Casi todos los PC modernos y la mayoría de los monitores (en particular los LCD) consumen energía mientras se encuentran en modo apagado.



| INST. Energía 18           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Energía renovable no convencional | 4 puntos |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|
| Indicador                  | Porcentaje [%] de cobertura de la demanda de energía primaria del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |          |
| Ámbito                     | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |          |
| Definición                 | Uso de energías provenientes de fuentes renovables no convencionales o procesos de cogeneración de alta eficiencia <sup>31</sup> , producidas in-situ <sup>32</sup> o en redes térmicas distritales o eléctricas locales <sup>33</sup> , para cubrir en parte la demanda de energía primaria del edificio <sup>34</sup> . Se entenderá por fuentes renovables no convencionales las definidas en la ley 20.257: biomasa, hidráulica inferior a 20MW, geotérmica, solar, eólica, mareomotriz. |                                   |          |
| Objetivo                   | Incentivar el uso de energías renovables no convencionales y los procesos de cogeneración de alta eficiencia, reduciendo el consumo de combustibles y electricidad en el edificio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |          |
| Requerimiento obligatorio  | No aplica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |          |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |          |

**Evaluación Prestacional – Reducción de Consumo:** Se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio. La evaluación se realizará mediante la comparación a un edificio de referencia y se incorporará el aporte de ERNC en el modelo para disminuir el consumo del edificio analizado. Para más detalles de los procedimientos a utilizar en la evaluación prestacional, ver el Apéndice 9.

**Reducción consumo de energía primaria:** Adicionalmente a la reducción del consumo de energía por aporte de la ERNC y/o procesos de cogeneración, y la obtención del puntaje asociado a este indicador, se premiará la reducción en el consumo de energía primaria, entregando los siguientes puntajes:

| Cobertura demanda de energía primaria mediante ERNC y/o proceso de cogeneración |            |         |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| Nivel                                                                           | Rango      | Puntaje |
| Excelente                                                                       | Sobre 10 % | 4       |
| Muy bueno                                                                       | 5 – 10 %   | 3       |
| Bueno                                                                           | 2 – 5 %    | 2       |
| Aceptable                                                                       | 1 - 2%     | 1       |

### Condiciones de evaluación

#### Reducción demanda de energía primaria

La estimación de la demanda de energía primaria deberá considerar tanto el consumo eléctrico como de combustible, según metodología definida en el **Apéndice 18**, utilizando como base para ello la estimación del consumo de energía para los distintos usos finales de energía del edificio. La estimación del consumo de energía del edificio deberá hacerse mediante cálculo dinámico, según lo definido en el **Apéndice 9**.

31 Un sistema de cogeneración puede tener mayor impacto ambiental que el propio sistema de referencia, en función de sus rendimientos. Por lo anterior, sólo se consideran sistemas de cogeneración de alta eficiencia, cuando el rendimiento eléctrico equivalente del sistema (REE), en promedio en un período anual, sea de REE ≥ 50%.

32 Dentro del terreno en el que se emplaza el edificio.

33 Cualquier red eléctrica NO conectada a ninguna de las 4 redes de distribución eléctrica de Chile: Sing, Sic, Aysén y Magallanes.

34 Se denomina energía primaria a los recursos naturales disponibles en forma directa (como la energía hidráulica, biomasa, leña, eólica y solar) o indirecta (después de atravesar por un proceso minero, como por ejemplo, la extracción de petróleo crudo, gas natural, carbón mineral, etc.) para su uso energético, sin necesidad de someterlos a un proceso de transformación.

Este Manual no incluye metodologías para estimar la generación de energía mediante ERNC y recuperación de calor. Para tales efectos, se deberán utilizar programas informáticos especializados, facilitado por los proveedores de los sistemas de energías, o bien programas de libre acceso como F-chart, RetScreen. Para más detalles ver **Apéndice 16**.

Asimismo, este Manual no incluye guías o metodologías específicas para determinar, seleccionar y dimensionar sistemas de ERNC y de recuperación de calor. Para tales efectos, se recomienda la bibliografía disponible, destacando entre ellas:

- ResEx N° 502, del 30 de septiembre de 2010, del Ministerio de Energía, que establece Norma Técnica.
- Sistemas solares térmicos II. Guía de diseño e instalación para grandes sistemas de agua caliente sanitaria. Desarrollado por MINENERGIA / GEF / PNUD / CDT (2010)
- Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos. CDT (2013)

En términos generales, el diseño y dimensionamiento de los sistemas, y en específico los SST y SFV, deberá considerar lo siguiente:

### **Sistema solar térmico (SST)**

- Determinación de potencia a instalar.
- Determinación del tipo de sistema de captación
  - Determinación de número de colectores solares
  - Configuración de la batería de colectores en serie o paralelo
  - Conexión de batería de colectores
  - Agrupación de baterías de colectores
  - Trazado hidráulica del circuito primario
- Sistema de acumulación
  - Dimensionado
  - Diseño del sistema de acumulación
- Red hidráulica
  - Trazado de cañerías
  - Caudales de los circuitos
  - Intercambiador de calor
  - Cálculo de diámetro de cañerías y pérdidas de carga
  - Bombas de circulación, Válvulas, Equipo de llenado, Sistema de purga
- Dispositivos de seguridad y protección
  - Protección frente a altas temperaturas
  - Protección contra heladas
  - Protección frente a las máximas presiones
- Equipos de medida: de temperatura, de presión, de caudales y de energía
- Aislación térmica de la red de apoyo
- Sistema de apoyo para asegurar continuidad en el suministro de ACS
- Sistema eléctrico y de control

### **Sistemas fotovoltaicos (SFV)**

- Determinación de potencia a instalar.
- Determinación del tipo de celda fotovoltaica, módulo y tipo de conexión a utilizar
- Determinación de número de módulos fotovoltaicos.
- Determinación de separación entre módulos fotovoltaicos.
- Determinación de superficie necesaria para instalación de módulos.
- Selección de inversor.
- Configuración en serie o paralelo.
- Disposición e inclinación de los módulos.
- Conductores.
- Protecciones físicas y eléctricas.

Junto con lo anterior, se recomienda que la incorporación de sistemas de ERNC y recuperación de calor sea respaldado por una evaluación económica de distintas tecnologías, incluyendo en dicha evaluación aspectos de mantención, reposición y operación.





| INST. Energía 19 Huella de carbono en operación 3 puntos |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador                                                | Porcentaje [%] de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                      |
| Ámbito                                                   | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Definición                                               | Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> asociadas al consumo de energía en la operación del edificio.                                                                                                                                                          |
| Objetivo                                                 | <p>Declarar e incentivar el uso de la medición de huella de carbono durante la operación de edificios.</p> <p>La reducción de las emisiones durante la etapa de operación contribuye a la incorporación del edificio a la emisión de bonos verdes soberanos.</p> |
| Taxonomía T-MAS                                          | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección – contribución Sustancial- Mitigación del Cambio Climático, criterio 2. Etapa diseño.                                                                             |
| Requerimiento obligatorio                                | No aplica                                                                                                                                                                                                                                                        |

#### Requerimientos voluntarios

##### Declarar la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>:

Determinar la reducción de las emisiones CO<sub>2</sub> basado en la comparación de las emisiones generadas durante la operación del edificio de referencia, considerando equipos de referencia y el edificio analizado.

La comparación debe realizarse con las siguientes consideraciones:

1. Determinar consumo de cada tipo de energía (eléctrica y combustibles) para el caso del edificio de referencia, utilizando los equipos de referencia. La estimación del consumo de energía del edificio de referencia deberá hacerse mediante cálculo dinámico, según lo definido en el **Apéndice 9**.
2. Determinar consumo de cada tipo de energía (eléctrica y combustibles) para el caso del edificio de analizado (diseño pasivo y diseño activo). La estimación del consumo de energía del edificio deberá hacerse mediante cálculo dinámico, según lo definido en el **Apéndice 9**.
3. Determinar, para ambos casos, el consumo de energía primaria según metodología definida en el **Apéndice 18**.
4. Determinar, para ambos casos, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente utilizando los factores de emisiones definidos por los Ministerios de Medio Ambiente y Energía para cada uso final de energía.
5. Determinar el porcentaje de reducción de emisiones para el caso analizado.

En esta versión de la metodología de certificación se otorgará el puntaje asociado a este requerimiento por la declaración de la reducción.

#### Condiciones de evaluación

##### Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>

La estimación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente debe realizarse, utilizando como base la estimación del consumo de energía para los distintos usos finales de energía del edificio, según lo definido en el **Apéndice 9**, y la estimación del consumo de energía primaria, según lo definido en el **Apéndice 18**.





## INST. Agua 20.1 Sistema de Agua Potable: Sistemas eficientes

6 puntos

(3 puntos para edificios ubicados en las zonas climáticas SL, SI, SE, An)

| Indicador                 | Disminución del consumo de agua potable [%]                                                                                                                                                                          |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ámbito                    | Todo el edificio                                                                                                                                                                                                     |
| Definición                | Sistemas que contemplen elementos para disminuir el consumo de agua, tales como, inodoros, lavamanos y grifería eficientes, sistemas de control. Se excluyen, el sistema o llave de riego y la red contra incendios. |
| Objetivo                  | Disminuir el consumo de agua potable mediante la incorporación de artefactos eficientes y sistemas de control.                                                                                                       |
| Requerimiento obligatorio | 20R Reducir en un 20% el consumo de agua potable                                                                                                                                                                     |

### Requerimientos voluntarios

Reducir el consumo de agua potable en los porcentajes indicados en la tabla, de acuerdo con la relación entre la demanda de referenciar y la demanda del proyecto, calculadas de acuerdo con la metodología indicada en el **Apéndice 19**.

| Nivel     | Rango  | Puntaje |           |
|-----------|--------|---------|-----------|
|           |        | A-B-C-D | E-F-G-H-I |
| Muy Bueno | >40%   | 6       | 3         |
| Bueno     | 30-40% | 4       | 2         |
| Aceptable | 21-29% | 2       | 1         |

### Condiciones de evaluación

Se excluyen de la evaluación artefactos y griferías distintos a llaves de lavamanos, llaves de lavaplatos, llaves de ducha, inodoros y urinarios.

**Metodología de Cálculo: Ver Apéndice 19.**



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| INST. Agua 20.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Sistema de Agua Potable: Dureza del agua | 1 punto |
| Indicador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tratamiento para remoción de la dureza del agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| Ámbito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Todo edificio en las comunas indicadas en el apéndice 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |         |
| Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | La dureza del agua está controlada principalmente por factores geológicos, y se debe esencialmente a la presencia y alta concentración de iones de calcio y magnesio. El agua dura puede causar la aparición de incrustaciones en los sistemas de distribución, disminuyendo la capacidad de caudal y la eficiencia en la transferencia de calor al agua, por ejemplo, en calderas. |                                          |         |
| Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Reducir la dureza del agua potable en los edificios ubicados en comunas con agua potable con alta concentración de dureza.                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          |         |
| Requerimiento obligatorio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | No aplica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |         |
| Requerimientos voluntarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| Instalar un sistema de tratamiento para la remoción de la dureza del agua tales como, pero no restringidos a:                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Proceso cal-carbonato</li><li>• Intercambio iónico</li><li>• Procesos de membranas</li><li>• Evaporación-condensación</li><li>• Efecto campo magnético</li></ul>                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| Los sistemas basados en remoción deberán asegurar niveles máximos de 300 mg/L de CaCO3 (carbonato de calcio), otros sistemas tales como el de campo magnético deben impedir la calcificación.                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| El sistema de remoción de dureza debe incluir una memoria que explique su funcionamiento, el tipo de man-tención que debe recibir el sistema de tratamiento y cada cuanto tiempo se debe realizar.                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| Condiciones de evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| Los requerimientos aplicarán a edificios ubicados en todo el país.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |
| En los casos donde se justifique técnicamente, mediante el informe de un especialista, que las redes de distribución y sistemas <sup>35</sup> del edificio no requieren tratamiento de reducción de la dureza del agua para su co-rrecta operación, se podrá prescindir de la instalación de dicho tratamiento, adicionándose el puntaje de esta variable a la evaluación del edificio. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |

35 Los sistemas que requieren agua para operar generalmente indican la dureza del agua apropiada para operar de manera eficiente.



| INST. Agua 21              | Riego: Sistemas eficientes                                                                                             | 1 punto |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Indicador                  | Porcentaje [%] de disminución del consumo de agua por sistema de riego                                                 |         |
| Ámbito                     | Áreas verdes del proyecto de paisajismo, incluidas aquellas en el espacio público                                      |         |
| Definición                 | Características del sistema de riego, que permiten disminuir el consumo de agua.                                       |         |
| Objetivo                   | Reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subsuperficiales. |         |
| Requerimiento obligatorio  | Ver 21R Reducir en un 20% el consumo de agua para riego                                                                |         |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                        |         |

**Caso 1. Edificios en zonas con precipitaciones anuales iguales o menores a 500 mm:** Reducir el consumo de agua para irrigación, incluyendo el uso de fuentes de agua superficial y sub-superficial.

**Caso 2. Edificios en zonas con precipitaciones anuales mayores que 500 mm:** Reducir el consumo de agua potable para irrigación. El uso de fuentes de agua superficial y subsuperficial se considerará como una medida de reducción del consumo de agua potable siempre y cuando el ahorro logrado sólo con el sistema de riego y control de riego supere el 20%.

| Nivel     | Porcentaje de reducción de consumo de agua respecto a línea base (%) | Puntaje |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|---------|
| Muy bueno | $\geq 60$                                                            | 1       |
| Bueno     | $< 60$ y $\geq 40$                                                   | 0,5     |

#### Condiciones de evaluación

Esta variable y su puntaje sólo aplicarán en edificios dónde la superficie de su proyecto de paisajismo, según definición de la variable "Paisajismo", sea igual o superior a un 20% de la superficie del terreno del edificio.

Se podrá incluir como superficie de paisajismo las cubiertas "verdes" o vegetales del edificio siempre que sean accesibles (física o visualmente) para al menos el 80% de los usuarios del edificio, y las áreas verdes en zonas fuera del terreno del edificio, pero incluidas en el proyecto de paisajismo y el proyecto de riego del edificio, como por ejemplo el área verde junto a la calzada peatonal en la vía pública que enfrenta al edificio. Se podrá incluir como superficie computable la de los muros "verdes" o vegetales del edificio, siempre que sean visualmente accesibles desde el interior del edificio o desde patios o plazas ubicadas dentro del terreno del edificio, para al menos el 80% de los usuarios del edificio.

Las superficies utilizadas para contabilizar el paisajismo serán consistentes con las utilizadas en la variable de "Paisajismo".

#### Metodología de Cálculo

Ver **Apéndice 21:** Procedimiento para cálculo de Instalación de Riego eficiente.



## GESTION.22 Diseño Integrado de Anteproyecto

3 puntos

Esta variable entrega puntaje adicional a los 100 puntos generales

**Indicador** Actas de reuniones / Informe

**Ámbito** Fase de anteproyecto

**Definición** En un Proceso de Diseño Integrado, todas las partes implicadas en el desarrollo de un edificio trabajan en conjunto y desde el inicio para lograr el objetivo común de maximizar el resultado final del proyecto a través de un diseño colaborativo. Este enfoque permite no sólo ahorrar dinero en la etapa de proyecto, sino también mejorar el rendimiento durante la etapa de operación con respecto a un edificio proyectado con el sistema tradicional.

**Objetivo** El propósito del Proceso de Diseño Integrado es optimizar los diseños y especificaciones de cada especialidad producto de la interrelación, de prever y contemplar tempranamente las necesidades de cada especialidad, el impacto de una sobre la otra y evitar realizar correcciones tardías en obra, producto de la descoordinación o desconocimiento de los proyectos.

**Requerimiento obligatorio** No Aplica

### Requerimientos voluntarios

#### 1. Condiciones para un Proceso de Diseño Integrado.

Establecer procedimientos que permitan la coordinación temprana del equipo de proyecto mediante las siguientes instancias (**detalladas en el Apéndice 24**):

- Definición del Encargo
- Definición del equipo de proyecto y Plan de trabajo
- Definición de estrategias generales de diseño

#### 2. Proceso de Diseño Integrado

Desarrollar el Anteproyecto de Arquitectura mediante el Proceso de Diseño Integrado detallado en el **Apéndice 22** el cual consta de los siguientes pasos:

- Definición del Encargo
- Definición del equipo de proyecto y Plan de trabajo.
- Definición de estrategias generales de diseño.
- Evaluación temprana de estrategias de diseño arquitectónico pasivo y sistemas activos.
- Informe de eficiencia energética, calidad ambiental interior y sistemas activos.

| Nivel     | Aspectos logrados                                | Puntaje |
|-----------|--------------------------------------------------|---------|
| Muy bueno | Proceso de Diseño Integrado.                     | 3       |
| Bueno     | Condiciones para un Proceso de Diseño Integrado. | 1       |

### Condiciones de evaluación

Los pasos 1, 2 y 3 se comprobarán mediante la revisión de actas, según el contenido detallado en el **Apéndice 24**. Los pasos 4 y 5 se comprobarán mediante la revisión del Informe de eficiencia energética, calidad ambiental interior y sistemas activos descrito en el **Apéndice 24**.

Se cotejarán los acuerdos tomados según acta y los descritos en el Informe con los proyectos de arquitectura y especialidades.



| GESTION.23                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Gestión de la Operación y Mantenimiento | Sello Plus |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------|
| Indicador                  | Compromiso y Plan de mejora continua                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                         |            |
| Ámbito                     | Fase de operación del edificio                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                         |            |
| Definición                 | La operación y mantenimiento de un edificio se basa en decisiones y acciones destinadas al control y manejo de la infraestructura y el equipamiento, incluyendo actividades de decisión como programación y definición de procedimientos de optimización y control, y de acciones como rutinas preventivas y predictivas (FEMP, 2004). |                                         |            |
| Objetivo                   | Promover la mantención en el tiempo de las condiciones de calidad ambiental y eficiencia energética con las cuales fue certificado el edificio, como también promover y facilitar el mejoramiento continuo de la gestión medioambiental y energética del edificio.                                                                     |                                         |            |
| Requerimiento obligatorio  | No aplica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                         |            |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |            |

#### Obtención del Sello Plus Operación

**Para obtener el sello por primera vez el Mandante o Administrador del edificio debe entregar a la entidad certificadora los siguientes documentos (detallados en el Apéndice 24):**

Plan anual de gestión, mantención y reposición de los sistemas del edificio.

1. Compromiso de registro y entrega de información de consumos mensuales de energía, agua, mantenciones y reposiciones.
2. Compromiso de registro y entrega de información de generación de residuos mensuales.
3. Compromiso de realizar encuestas de satisfacción a los usuarios del edificio.

#### Revisión anual del sello Plus Operación

Entregar informe de autodiagnóstico de acuerdo con lo descrito para la Revisión anual del sello "Plus Operación" del Apéndice 24.

#### Renovación del sello Plus Operación

El sello Plus Operación tiene una vigencia de cinco años desde la fecha en que es entregado. Para renovarlo, el Mandante o Administrador del edificio deberá entregar a la entidad evaluadora un informe de acuerdo a lo descrito en el punto Revisión anual del sello Plus Operación del Apéndice 24.

#### Condiciones de evaluación

Para aspectos de mantenimiento y otras consideraciones ver el Apéndice 24.



|                            |                                                                                                                                        |          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| INN.24.1                   | Innovación                                                                                                                             | 3 puntos |
| Indicador                  | Cantidad de CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> eq) - Innovación                                                                      |          |
| Ámbito                     | Todo el edificio                                                                                                                       |          |
| Definición                 | Estrategias sustentables innovadoras, no contempladas en los requerimientos CES                                                        |          |
| Objetivo                   | Premiar altos niveles de rendimiento, por sobre los máximos establecidos, en consumo energético, Emisiones de carbono, Agua y Residuos |          |
| Requerimiento obligatorio  | No aplica                                                                                                                              |          |
| Requerimientos voluntarios |                                                                                                                                        |          |

Se plantean dos alternativas para el optar a este requerimiento adicional.

#### Opción1: Carbono Incorporado (3 puntos)

La huella de carbono contenido en un edificio hace referencia a la suma de los impactos ambientales que tienen diversos gases de efecto invernadero en la atmósfera generados a partir de la fabricación de los materiales y productos asociados a su construcción, lo cual se expresa en CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq) y su cálculo se basa en la normativa europea EN 15978:2011

Este indicador incorpora las etapas de extracción de materias primas, la manufactura de materiales, la energía utilizada, su transporte a obra y su aplicación en la construcción, permitiendo tener una unidad de medida en común para poder sumar y comparar las emisiones de distintos gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

#### Declarar la cantidad de CO<sub>2</sub> contenido

- Determinar las emisiones de CO<sub>2</sub>eq asociadas al diseño y construcción del edificio considerando las siguientes categorías descritas en la normativa europea EN 15978:

Tabla 16: Módulos considerados EN15978

| Módulo | Categoría                        | Subcategoría                            |
|--------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| A1     | Etapa de producto                | Suministro materia primas               |
| A2     |                                  | Transporte a fabrica                    |
| A3     |                                  | Fabricación                             |
| A4     | Etapa de proceso de construcción | Transporte a obra                       |
| A5     |                                  | Proceso de construcción y/o instalación |

#### Declarar los siguientes indicadores:

- Cantidad de CO<sub>2</sub> (ton CO<sub>2</sub>eq) de carbono incorporado

#### Opción2: Cumplimento por sobre el nivel máximos definidos en alguno de los requerimientos de CES (2 puntos)

En el caso de los requerimientos:

- INST.Energía 15 a 18. Superar el 50% de reducción de consumo de energía
- INST.Energía 18. Superar el 20% de cobertura
- INST.Agua 20.1. Superar el 50% de reducción de consumo de energía

## Condiciones de evaluación

---

### Opción1.

El cálculo de carbono contenido podrá ser realizado mediante:

- Planilla de cálculo que contenga la cuantificación de los materiales y los índices de calentamiento global por cada uno de estos. Respaldado por fichas de declaración ambiental de productos de acuerdo a la EN15804:A2
- Software que integre este tipo de análisis junto con evaluaciones propias de la etapa del diseño, por ejemplo. El módulo de LCA en la herramienta UBAKUS, o en el software ECO-SAI, los cuales cuentan con bases de datos de materiales de construcción bajo esta misma normativa, o bien pueden ser agregados manualmente por el usuario.
- Módulo complementario al software utilizado para la etapa de simulación energética, por ejemplo, el módulo de ACV y carbono incorporado en DesignBuilder.
- Herramientas específicas como son Oneclick LCA, Open LCA, SimaPro, Umberto, Gabi o que podría ser útil en situaciones donde las otras opciones de herramientas no fueron suficientes. De todas formas estos análisis deberán considerar los requerimientos de la EN 15804: A2

Cualquier omisión de información o excepciones a la metodología descrita en el apéndice deberá estar debidamente justificada y descrita en la memoria de cálculo.

### Opción2.

Usar la metodología correspondiente al requerimiento CES.



| INN 24.2                         | Innovación                                                                                                                                                              | 3 puntos |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Indicador</b>                 | <b>Innovación</b>                                                                                                                                                       |          |
| <b>Ámbito</b>                    | <b>Todo el edificio</b>                                                                                                                                                 |          |
| <b>Definición</b>                | Estrategias sustentables innovadoras, no contempladas en los requerimientos CES                                                                                         |          |
| <b>Objetivo</b>                  | Promover nuevas estrategias sustentables innovadoras no contempladas en las categorías CES, las que podrían servir como base para futuros requerimientos estandarizados |          |
| <b>T-MAS</b>                     | Compatibilidad con tabla 4.1.6.2 AA2 del Sector Construcción – Criterios Técnicos de Selección – Contribución Sustancial - Adaptación al Cambio Climático.              |          |
| <b>Requerimiento obligatorio</b> | No aplica                                                                                                                                                               |          |

#### Requerimientos voluntarios

Se plantean dos alternativas para el optar a este requerimiento adicional

##### Opción1: Adaptación al Cambio Climático

Evaluar los impactos del aumento de temperatura del lugar donde se emplaza el edificio, de acuerdo con las proyecciones de cambio climático del IPCC.

Las condiciones de cambio climático serán incorporadas en las evaluaciones de Confort térmico pasivo (ARQ. CAI 1) y/o de Demanda de energía (ARQ. Energía 5), de acuerdo con la información provista por CES en la sección Material Complementario de la pagina web [www.certificacionsustentable.cl](http://www.certificacionsustentable.cl)

Se deberá presentar un análisis comparativo de las evaluaciones de Confort térmico pasivo y/o de Demanda de energía usando el archivo climático “actual” y el archivo climático “proyectado” con escenario de cambio climático.

##### Opción 2: Estrategias no abordadas en los requerimientos de CES

Incorporación de estrategias no abordadas en CES.

Algunos ejemplos pueden ser:

- Reutilización de la estructura de un edificio
- Reciclaje de aguas grises y/o aguas lluvia
- Gestión de residuos durante el proceso de demolición
- Incorporación de elementos que favorecen la electromovilidad
- Concientización a través de señalética educativa.



## Condiciones de evaluación

---

**Opción 1:** Para optar a este requerimiento debe entregarse al menos los antecedentes técnicos:

- Evaluación de Confort térmico pasivo proyectado (utilizando archivos climáticos proyectados de cambio climático disponibles en la web [www.certificacionsustentable.cl](http://www.certificacionsustentable.cl)) y de acuerdo con Apéndice 9.
- Evaluación de Demanda de energía proyectada (utilizando archivos climáticos proyectados de cambio climático disponibles en la web [www.certificacionsustentable.cl](http://www.certificacionsustentable.cl)) y de acuerdo con Apéndice 9.
- Análisis comparativo de los resultados de los requerimientos ARQ.CAI 1 y/o ARQ.Energía 5 respecto a los resultados de los puntos anteriores.
- Identificaciones de alternativas de estrategias de eficiencia energética posibles de implementar
- Argumentos técnicos por los que se opta por implementar una determinada estrategia.

**Opción 2:** Para optar a este requerimiento debe entregarse los antecedentes técnicos suficientes que permitan validar la estrategia incorporada en el edificio.

- 1. Descripción de la estrategia implementada:** Entregar una descripción escrita y los antecedentes suficientes como planos, detalles, fotografías, entre otros.
- 2. Descripción de la metodología utilizada:** Entregar el detalle de la metodología técnica, normativa o procedimiento de referencia, detalle del software utilizado (en caso de que corresponda), entre otros.
- 3. Indicador asociado al resultado de la estrategia:** Detalle del indicador considerado.



# Apéndices



## Apendice 1: Clasificación de recintos y valores de referencia

### 1. Clasificación de recintos

El siguiente listado identifica los espacios considerados como regularmente ocupados que deberán ser utilizados para la evaluación de los requerimientos. Recintos regularmente ocupados: Consiste en todos los espacios habitables, destinados a la permanencia de personas y que son ocupados al menos 1 hora continua al día, tales como los que señalan en la tabla.

- Recintos docentes regularmente ocupados: Consiste en espacios habitables que son usados por ocupantes al menos 1 hora continua al día, con actividades educacionales, tales como los que se señalan en la tabla.

En el caso de establecimientos de educación básica y media ubicados en las zonas SI, SE y An, con cualquier opción de cálculo utilizado, se considerarán las circulaciones entre salas como espacios regularmente ocupados.

- Recintos no regularmente ocupados: son espacios destinados al tránsito o estadía esporádica de personas, o que son usados por ocupantes en menos de 1 hora al día, tales como los que se señalan en la tabla.

| Ejemplos de Recintos Regularmente Ocupados   | Ejemplos de Recintos Docentes regularmente ocupados | Ejemplos de Recintos no regularmente ocupados |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Oficinas                                     | Bibliotecas                                         | Cuartos de baño                               |
| Cafeterías                                   | Gimnasios                                           | Salas de vestir                               |
| Salas de reuniones                           | Salas clase párvulos                                | Lavaderos                                     |
| Salas de estar                               | Salas clase educación básica                        | Vestíbulos                                    |
| Salas de espera y recepción                  | Salas clase educación media                         | Galerías                                      |
| Salas de audiencia                           | Salas clase educación superior                      | Pasillos                                      |
| Salas atención a público                     | Laboratorios y talleres                             | Escaleras                                     |
| Salas especiales de juzgados                 | Salas multimedia                                    | Bodegas                                       |
| Cocinas                                      | Comedores                                           | Estacionamientos                              |
| Enfermerías                                  |                                                     |                                               |
| Box de atención                              |                                                     |                                               |
| Comedores                                    |                                                     |                                               |
| Habitaciones (internados, hospitales, otros) |                                                     |                                               |

## 2. Valores de referencia<sup>36</sup>

| Recintos                          | Régimen                    |        |                          | Tasa de ocupación      |                 | Tasas de ventilación <sup>37</sup> |        | Iluminancia | Cargas Internas |                 |                       |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|--------|--------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|--------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|
|                                   | Horario de lunes a viernes |        | Vacaciones <sup>38</sup> | Pers/100m <sup>2</sup> | m²/pers         | L/s persona                        | L/s m² | [Lux]       | [W/pers]        | Personas [W/m²] | Equipos [W/m²]        | Iluminación [W/m²]         |
|                                   | Entrada                    | Salida |                          |                        |                 |                                    |        |             |                 |                 |                       |                            |
| General:                          |                            |        |                          |                        |                 |                                    |        |             |                 |                 |                       |                            |
| Oficinas                          | 8                          | 18     | A                        | 10                     | 10,0            | 2,5                                | 0,3    | 400         | 82              | 8,20            | 15,3                  | 12                         |
| Salones de reuniones              | 8                          | 18     | A                        | 125                    | 0,8             | 2,5                                | 0,3    | 500         | 82              | 102,50          | 0                     | 14                         |
| Estacionamientos                  | 8                          | 18     | A                        | 0                      | 0               | 0                                  | -      | 75          | 164             | 0               | 0                     | 2                          |
| Bodegas, Archivos                 | 8                          | 18     | A                        | 2,5                    | 40              | 0                                  | 0,6    | 150         | 98,4            | 2,46            | 0                     | Entre 3 y 10 <sup>39</sup> |
| Bibliotecas                       | 8                          | 18     | A                        | 25                     | 4,0             | 3,8                                | 0,3    | 400         | 131,2           | 32,80           | 1,4                   | 13                         |
| Pasillos                          | 8                          | 18     | A                        | 0                      | 0               | 0                                  | 0,3    | 50          | -               | 0               | 0                     | 5                          |
| Educación:                        |                            |        |                          |                        |                 |                                    |        |             |                 |                 |                       |                            |
| Salones, auditorios               | 8                          | 16     | B                        | 200                    | 0,5             | 3,8                                | 0,3    | 300         | 82              | 164,00          | 0                     | 15                         |
| Salas cuna                        | 8                          | 16     | B                        | 40                     | 2,5             | 5                                  | 0,9    | 150         | 82              | 32,80           | 0                     | 15                         |
| Salas clase parvulos              | 8                          | 16     | B                        | 91                     | 1,1             | 5                                  | 0,6    | 150         | 82              | 74,55           | 0                     | 15                         |
| Salas educación básica            | 8                          | 16     | B                        | 91                     | 1,1             | 5                                  | 0,6    | 200         | 82              | 74,55           | 0                     | 15                         |
| Salas educación media             | 8                          | 16     | B                        | 91                     | 1,1             | 5                                  | 0,6    | 250         | 82              | 74,55           | 0                     | 15                         |
| Salas educación especial          | 8                          | 16     | B                        | 50                     | 2 <sup>40</sup> | 5                                  | 0,6    | 250         | 82              | 41,00           | 0                     | 15                         |
| Camarines, gimnasios              | 8                          | 16     | B                        | 25                     | 4,0             | -                                  | 1,5    | 200         | 287             | 71,75           | 0                     | 15                         |
| Talleres, Laboratorios            | 8                          | 16     | B                        | 66                     | 1,5             | 5                                  | 0,9    | 200         | 131,2           | 87,47           | 73,3 Lab computación: | 15 y 20                    |
| Bibliotecas                       | 8                          | 16     | B                        | 50                     | 2               | 3,8                                | 0,3    | 400         | 82              | 41,00           | 2,8                   | 13                         |
| Casino, uso multiple              | 12                         | 14     | B                        | 100                    | 0,91            | 3,8                                | 0,9    | 400         | 82              | 90,11           | 0                     | 13                         |
| Cocina                            | 8                          | 16     | B                        | 6,6                    | 15              | n/a                                | n/a    | 300         | 147,6           | 9,84            | 49,5                  | 13                         |
| Estar, comedor, estudio           | 16                         | 22     | B                        | 55                     | 1,8             | 3,8                                | 0,9    | 150         | 82              | 45,56           | 0                     | 10                         |
| Dormitorios, Hogares, internados  | 16                         | 7      | B                        | 62                     | 2,5             | 2,5                                | 0,3    | 300         | 164             | 65,60           | 4,3                   | 12                         |
| Salud:                            |                            |        |                          |                        |                 |                                    |        |             |                 |                 |                       |                            |
| Sector ambulatorios y diagnóstico | 8                          | 17     | n/a                      | 16,6                   | 6,0             | 5                                  | 0,9    | 300         | 131,2           | 21,87           | 15,3                  | 11                         |
| Sector Habitaciones               | 0                          | 24     | n/a                      | 12,5                   | 8,0             | 5                                  | 0,9    | 300         | 82              | 10,25           | 0                     | 8                          |
| Oficinas administrativas          | 8                          | 17     | n/a                      | 10,0                   | 10,0            | 2,5                                | 0,3    | 400         | 82              | 8,20            | 15,3                  | 12                         |
| Área tratamiento                  | 8                          | 17     | n/a                      | 5,0                    | 20,0            | 8                                  | 1,2    | 1000        | 131,2           | 6,56            | 0                     | 16                         |
| Salas de espera                   | 8                          | 17     | n/a                      | 12,5                   | 0,8             | 5                                  | 0,9    | 200         | 82              | 102,50          | 0                     | 14                         |
| Consultas                         | 8                          | 17     | n/a                      | 33,3                   | 3,0             | 5                                  | 0,9    | 300         | 82              | 27,33           | 15,3                  | 9                          |

Fuente: Elaboración propia en base a la OGUC, MOP, MINSAL; MINEDUC, NCh Elec.4:2003 y Ashrae

<sup>36</sup> Para valores más detalladas de tasas de ventilación, niveles de iluminación y cargas internas, ver Apéndice 4, Apéndice 8 y Apéndice 13.  
<sup>37</sup> Para tasas de extracción, se utilizará lo indicado en el proyecto de ventilación del edificio, el cual deberá cumplir con lo exigido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción  
<sup>38</sup> Vacaciones tipo A: 1 al 21 de Febrero y Vacaciones tipo B: 15 de Diciembre al 28 de Febrero  
<sup>39</sup> Ver Tabla 40 del Apéndice 13 para identificar el valor correspondiente dentro del rango.  
<sup>40</sup> Máximo de 15 alumnos por sala.

Tabla 12: Valores de referencia para tasas de ocupación y cargas internas. Fuente: Elaboración propia en base a la OGUC, MOP, MINSAL; MINEDUC, NCh Elec.4:2003 y Ashrae.

Lo cargas internas por persona se define utilizando la siguiente tabla de referencia:

| Actividad desarrollada | Carga en [W] | Actividad desarrollada | Carga en [W] |
|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| Sentado, quieto        | 82           | Trabajo laboratorio    | 131,2        |
| Parado, relajado       | 98,4         | Profesor               | 131,2        |
| Caminando a 0,89 m/s   | 164          | Trabajo casero         | 221,4        |
| Caminando a 1,8 m/s    | 311,6        | Cocinando casero       | 147,6        |

Asume un rendimiento del cuerpo humano de un 18%

## Apéndice 2: Zonas climáticas

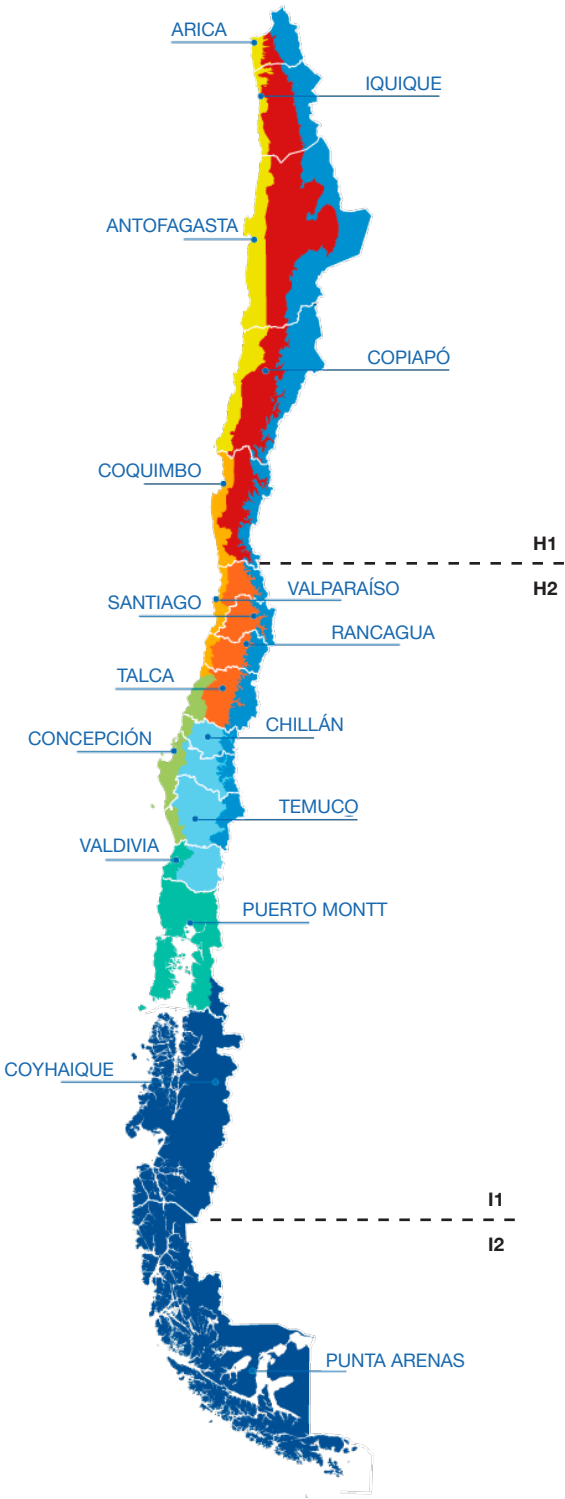
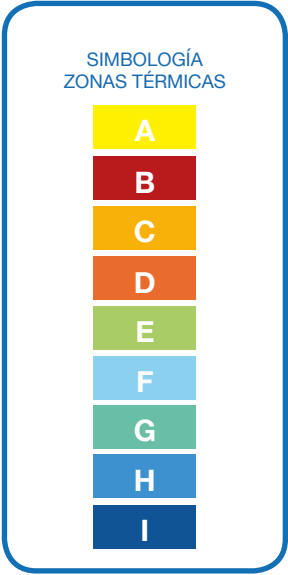
La zonificación térmica basada en lo definido en la norma NCh 1079: Of.2019 tabla 1, y descrita en la tabla 2: localización y descripción del clima por zonas.

Tabla 1

| Zona                                        | Localización                                                                                                                                                                     | Características generales                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zona A<br/>(costera)</b>                 | Se extiende por el Norte desde la comuna de Arica hasta la comuna de Freirina por el Sur, incluida ésta y las islas presentes en esta zona.                                      | Zona limitada por el Océano Pacífico al Oeste y el meridiano 70° y límites comunales (Zona Térmica B) al Este. En las localidades divididas por el meridiano 70° se deben adoptar las exigencias de la Zona Térmica B. |
| <b>Zona B<br/>(interior)</b>                | Se extiende por el norte desde la comuna de Arica hasta las comunas de Illapel y Salamanca por el Sur, incluidas éstas.                                                          | Zona limitada por las Zonas Térmicas A y C por el Oeste y por la Zona Térmica H al Este.                                                                                                                               |
| <b>Zona C<br/>(costera)</b>                 | Se extiende por el Norte desde la comuna de La Higuera hasta la comuna de Licantén por el Sur, incluida ésta y las islas presentes en esta zona.                                 | Zona limitada por el Océano Pacífico al Oeste y las Zonas Térmicas B y D al Este.                                                                                                                                      |
| <b>Zona D<br/>(interior)</b>                | Se extiende por el Norte desde la comuna de Petorca hasta la comuna de Parral por el Sur, incluida ésta.                                                                         | Zona limitada por las Zonas Térmicas C y E al Oeste y por la Zona Térmica H al Este.                                                                                                                                   |
| <b>Zona E<br/>(costera)</b>                 | Se extiende por el Norte desde la comuna de Curepto hasta la comuna de Toltén por el Sur, incluida ésta y las islas presentes en esta zona.                                      | Zona limitada por el Océano Pacífico al Oeste y por las Zonas Térmicas D y F al Este.                                                                                                                                  |
| <b>Zona F<br/>(interior)</b>                | Se extiende por el Norte desde la comuna de Niquén y San Fabián hasta Río Bueno por el Sur, incluida ésta.                                                                       | Zona limitada por las Zonas Térmica E y G por el Oeste y por las Zonas Térmicas H y Argentina al Este.                                                                                                                 |
| <b>Zona G<br/>(sur)</b>                     | Se extiende por el norte desde las comunas de Mariquina, Máfil y Valdivia hasta las comunas de Quellón y Chaitén por el Sur, ambas incluidas y las islas presentes en esta zona. | Zona limitada por el Océano Pacífico al Oeste y Argentina al Este.                                                                                                                                                     |
| <b>Zona H<br/>(cordillera de Los Andes)</b> | Se extiende por el norte desde la comuna de Arica y General Lagos hasta la comuna de Pucón y Curarrehue por el Sur, ambas incluidas.                                             | Zona limitada por las Zonas Térmicas B, D y F al Oeste y Argentina al Este.                                                                                                                                            |
| <b>Zona I<br/>(extremo sur)</b>             | Se extiende por el norte desde las comunas de Guaitecas, Cisnes y Palena hasta el territorio Antártico Chileno por el Sur, incluido éste y las islas presentes en esta zona.     | Zona limitada por el Océano Pacífico al Oeste y Argentina al Este.                                                                                                                                                     |



Zonificación Térmica Nacional.



## Detalle zonificación por comuna.

| Región                | Provincia   | Comuna        | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------------|-------------|---------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| De Arica y Parinacota | Arica       | Arica         | A               | -         | < 1.100                  |
| De Arica y Parinacota | Arica       | Arica         | B               | -         | 1.100 ≤ altitud < 3.000  |
| De Arica y Parinacota | Arica       | Arica         | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Arica y Parinacota | Arica       | Camarones     | A               | -         | < 1.100                  |
| De Arica y Parinacota | Arica       | Camarones     | B               | -         | 1.100 ≤ altitud < 3.000  |
| De Arica y Parinacota | Arica       | Camarones     | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Arica y Parinacota | Parinacota  | Putre         | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Arica y Parinacota | Parinacota  | General Lagos | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Tarapacá           | Iquique     | Iquique       | A               | -         | -                        |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Camiña        | B               | -         | 1.100 ≤ altitud < 3.000  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Camiña        | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Colchane      | H               | -         | -                        |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Huara         | A               | -         | < 1.100                  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Huara         | B               | -         | 1.100 ≤ altitud < 3.000  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Huara         | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Pica          | B               | -         | < 3.000                  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Pica          | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Pozo Almonte  | B               | -         | < 3.000                  |
| De Tarapacá           | Tamarugal   | Pozo Almonte  | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Tarapacá           | Iquique     | Alto Hospicio | A               | -         | -                        |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Antofagasta   | A               | ≥ 70°     | -                        |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Antofagasta   | B               | < 70°     | < 3.000                  |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Antofagasta   | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Mejillones    | A               | -         | -                        |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Sierra Gorda  | B               | -         | -                        |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Taltal        | A               | ≥ 70°     | -                        |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Taltal        | B               | < 70°     | < 3.000                  |
| De Antofagasta        | Antofagasta | Taltal        | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Antofagasta        | El Loa      | Calama        | B               | -         | < 3.000                  |
| De Antofagasta        | El Loa      | Calama        | H               | -         | ≥ 3.000                  |

| Región         | Provincia | Comuna               | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|----------------|-----------|----------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| De Antofagasta | El Loa    | Ollagüe              | H               | -         | -                        |
| De Antofagasta | El Loa    | San Pedro de Atacama | B               | -         | < 3.000                  |
| De Antofagasta | El Loa    | San Pedro de Atacama | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Antofagasta | Tocopilla | Tocopilla            | A               | -         | -                        |
| De Antofagasta | Tocopilla | María Elena          | B               | -         | -                        |
| De Atacama     | Copiapó   | Copiapó              | A               | > 70° 44' | -                        |
| De Atacama     | Copiapó   | Copiapó              | B               | ≤ 70° 44' | < 3.000                  |
| De Atacama     | Copiapó   | Copiapó              | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Atacama     | Copiapó   | Caldera              | A               | -         | -                        |
| De Atacama     | Copiapó   | Tierra Amarilla      | B               | -         | < 3.000                  |
| De Atacama     | Copiapó   | Tierra Amarilla      | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Atacama     | Chañaral  | Chañaral             | A               | -         | -                        |
| De Atacama     | Chañaral  | Diego de Almagro     | B               | -         | < 3.000                  |
| De Atacama     | Chañaral  | Diego de Almagro     | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Atacama     | Huasco    | Vallenar             | B               | -         | -                        |
| De Atacama     | Huasco    | Alto del Carmen      | B               | -         | < 3.000                  |
| De Atacama     | Huasco    | Alto del Carmen      | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Atacama     | Huasco    | Freirina             | A               | -         | -                        |
| De Atacama     | Huasco    | Huasco               | A               | -         | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | La Serena            | C               | > 71°     | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | La Serena            | B               | ≤ 71°     | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | Coquimbo             | C               | -         | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | Andacollo            | B               | -         | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | La Higuera           | C               | > 71°     | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | La Higuera           | B               | ≤ 71°     | -                        |
| De Coquimbo    | Elqui     | Paiguano             | B               | -         | < 3.000                  |
| De Coquimbo    | Elqui     | Paiguano             | H               | -         | ≥ 3.000                  |
| De Coquimbo    | Elqui     | Vicuña               | B               | -         | < 3.000                  |
| De Coquimbo    | Elqui     | Vicuña               | H               | -         | ≥ 3.000                  |

| Región        | Provincia      | Comuna         | Zona Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|---------------|----------------|----------------|--------------|-----------|--------------------------|
| De Coquimbo   | Choapa         | Illapel        | B            | -         | < 2.000                  |
| De Coquimbo   | Choapa         | Illapel        | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Coquimbo   | Choapa         | Canela         | C            | -         | -                        |
| De Coquimbo   | Choapa         | Los Vilos      | C            | -         | -                        |
| De Coquimbo   | Choapa         | Salamanca      | B            | -         | < 2.000                  |
| De Coquimbo   | Choapa         | Salamanca      | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Coquimbo   | Limari         | Ovalle         | C            | > 71° 15' | -                        |
| De Coquimbo   | Limari         | Ovalle         | B            | ≤ 71° 15' | -                        |
| De Coquimbo   | Limari         | Combarbalá     | B            | -         | < 2.000                  |
| De Coquimbo   | Limari         | Combarbalá     | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Coquimbo   | Limari         | Monte Patria   | B            | -         | < 2.000                  |
| De Coquimbo   | Limari         | Monte Patria   | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Coquimbo   | Limari         | Punitaqui      | B            | -         | -                        |
| De Coquimbo   | Limari         | Río Hurtado    | B            | -         | < 3.000                  |
| De Coquimbo   | Limari         | Río Hurtado    | H            | -         | ≥ 3.000                  |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Valparaíso     | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Casablanca     | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Concón         | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Juan Fernández | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Puchuncaví     | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Marga Marga    | Quilpué        | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Quintero       | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Marga Marga    | Villa Alemana  | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Valparaíso     | Viña del Mar   | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Isla de Pascua | Isla de Pascua | A            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Los Andes      | Los Andes      | D            | -         | < 2.000                  |
| De Valparaíso | Los Andes      | Los Andes      | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Valparaíso | Los Andes      | Calle Larga    | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Los Andes      | Rinconada      | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso | Los Andes      | San Esteban    | D            | -         | < 2.000                  |

| Región                    | Provincia   | Comuna        | Zona Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|---------------------------|-------------|---------------|--------------|-----------|--------------------------|
| De Valparaíso             | Los Andes   | San Esteban   | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Valparaíso             | Petorca     | La Ligua      | C            | > 71° 15' | -                        |
| De Valparaíso             | Petorca     | La Ligua      | D            | ≤ 71° 15' | -                        |
| De Valparaíso             | Petorca     | Cabildo       | D            | -         | < 2.000                  |
| De Valparaíso             | Petorca     | Cabildo       | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Valparaíso             | Petorca     | Papudo        | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Petorca     | Petorca       | D            | -         | < 2.000                  |
| De Valparaíso             | Petorca     | Petorca       | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Valparaíso             | Petorca     | Zapallar      | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Quillota    | Quillota      | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Quillota    | Calera        | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Quillota    | Hijuelas      | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Quillota    | La Cruz       | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Marga Marga | Limache       | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Quillota    | Nogales       | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | Marga Marga | Olmué         | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Antonio | San Antonio   | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Antonio | Algarrobo     | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Antonio | Cartagena     | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Antonio | El Quisco     | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Antonio | El Tabo       | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Antonio | Santo Domingo | C            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Felipe  | San Felipe    | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Felipe  | Catemu        | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Felipe  | Llailay       | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Felipe  | Panquehue     | D            | -         | -                        |
| De Valparaíso             | San Felipe  | Putando       | D            | -         | < 2.000                  |
| De Valparaíso             | San Felipe  | Putando       | H            | -         | ≥ 2.000                  |
| De Valparaíso             | San Felipe  | Santa María   | D            | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago    | Santiago      | D            | -         | -                        |

| Región                    | Provincia | Comuna              | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|---------------------------|-----------|---------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Cerrillos           | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Cerro Navia         | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Conchalí            | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | El Bosque           | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Estación Central    | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Huechuraba          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Independencia       | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | La Cisterna         | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | La Florida          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | La Granja           | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | La Pintana          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | La Reina            | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Las Condes          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Lo Barnechea        | D               | -         | < 2.000                  |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Lo Barnechea        | H               | -         | ≥ 2.000                  |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Lo Espejo           | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Lo Prado            | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Macul               | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Maipú               | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Ñuñoa               | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Pedro Aguirre Cerda | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago  | Peñalolén           | D               | -         | -                        |

| Región                    | Provincia  | Comuna            | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|---------------------------|------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Providencia       | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Pudahuel          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Quilicura         | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Quinta Normal     | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Recoleta          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Renca             | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | San Joaquín       | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | San Miguel        | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | San Ramón         | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Santiago   | Vitacura          | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Cordillera | Puente Alto       | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Cordillera | Pirque            | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Cordillera | San José de Maipo | D               | -         | < 2.000                  |
| Metropolitana de Santiago | Cordillera | San José de Maipo | H               | -         | ≥ 2.000                  |
| Metropolitana de Santiago | Chacabuco  | Colina            | D               | -         | < 2.000                  |
| Metropolitana de Santiago | Chacabuco  | Colina            | H               | -         | ≥ 2.000                  |
| Metropolitana de Santiago | Chacabuco  | Lampa             | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Chacabuco  | Tiltil            | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Maipo      | San Bernardo      | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Maipo      | Buin              | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Maipo      | Calera de Tango   | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago | Maipo      | Paine             | D               | -         | -                        |

| Región                      | Provincia | Comuna        | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Metropolitana de Santiago   | Melipilla | Melipilla     | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Melipilla | Alhué         | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Melipilla | Curacaví      | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Melipilla | María Pinto   | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Melipilla | San Pedro     | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Talagante | Talagante     | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Talagante | El Monte      | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Talagante | Isla de Maipo | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Talagante | Padre Hurtado | D               | -         | -                        |
| Metropolitana de Santiago   | Talagante | Peñaflor      | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Rancagua      | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Codegua       | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Codegua       | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Coinco        | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Coltauco      | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Doñihue       | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Graneros      | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Las Cabras    | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Machalí       | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Machalí       | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Malloa        | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal | Malloa        | H               | -         | ≥ 1.000                  |



| Región                      | Provincia     | Comuna            | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------------------|---------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Mostazal          | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Mostazal          | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Olivar            | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Peumo             | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Pichidegua        | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Quinta de Tilcoco | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Rengo             | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Rengo             | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Requínoa          | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | Requínoa          | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cachapoal     | San Vicente       | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cardenal Caro | Pichilemu         | C               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cardenal Caro | La Estrella       | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cardenal Caro | Litueche          | C               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cardenal Caro | Marchihue         | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cardenal Caro | Navidad           | C               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Cardenal Caro | Paredones         | C               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua     | San Fernando      | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua     | San Fernando      | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua     | Chépica           | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua     | Chimbarongo       | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua     | Lolol             | D               | -         | -                        |

| Región                      | Provincia | Comuna       | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------------------|-----------|--------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua | Nancagua     | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua | Palmilla     | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua | Peralillo    | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua | Placilla     | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua | Pumanque     | D               | -         | -                        |
| Del Libertador B. O'Higgins | Colchagua | Santa Cruz   | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Talca        | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Constitución | E               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Curepto      | E               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Empedrado    | E               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Maule        | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Pelarco      | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Pencahue     | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | Río Claro    | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Talca     | San Clemente | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule                   | Talca     | San Clemente | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule                   | Talca     | San Rafael   | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Cauquenes | Cauquenes    | E               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Cauquenes | Chanco       | E               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Cauquenes | Pelluhue     | E               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Curico    | Curicó       | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule                   | Curico    | Curicó       | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule                   | Curico    | Hualañé      | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Curico    | Licantén     | C               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Curico    | Molina       | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule                   | Curico    | Molina       | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule                   | Curico    | Rauco        | D               | -         | -                        |
| Del Maule                   | Curico    | Romeral      | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule                   | Curico    | Romeral      | H               | -         | ≥ 1.000                  |

| Región     | Provincia  | Comuna              | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|------------|------------|---------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Del Maule  | Curico     | Sagrada Familia     | D               | -         | -                        |
| Del Maule  | Curico     | Teno                | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule  | Curico     | Teno                | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule  | Curico     | Vichuquén           | C               | -         |                          |
| Del Maule  | Linares    | Linares             | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Linares             | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Colbún              | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Colbún              | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Longaví             | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Longaví             | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Parral              | D               | -         | < 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Parral              | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del Maule  | Linares    | Retiro              | D               | -         | -                        |
| Del Maule  | Linares    | San Javier          | D               | -         | -                        |
| Del Maule  | Linares    | Villa Alegre        | D               | -         | -                        |
| Del Maule  | Linares    | Yerbas Buenas       | D               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Concepción          | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Coronel             | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Chiguayante         | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Florida             | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Hualqui             | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Lota                | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Penco               | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | San Pedro de la Paz | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Santa Juana         | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Talcahuano          | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Tomé                | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Concepción | Hualpén             | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Arauco     | Lebu                | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Arauco     | Arauco              | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Arauco     | Cañete              | E               | -         | -                        |

| Región     | Provincia | Comuna        | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|------------|-----------|---------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Del BíoBío | Arauco    | Contulmo      | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Arauco    | Curanilahue   | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Arauco    | Los Álamos    | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Arauco    | Tirúa         | E               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Los Ángeles   | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Antuco        | F               | -         | < 1.000 MSNM             |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Antuco        | H               | -         | > 1.000 MSNM             |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Cabrero       | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Laja          | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Mulchén       | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Nacimiento    | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Negrete       | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Quilaco       | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Quilleco      | F               | -         | < 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Quilleco      | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | San Rosendo   | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Santa Bárbara | F               | -         | < 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Santa Bárbara | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Tucapel       | F               | -         | < 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Tucapel       | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Yumbel        | F               | -         | -                        |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Alto Biobío   | F               | -         | < 1.000                  |
| Del BíoBío | Bío- Bío  | Alto Biobío   | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| De Ñuble   | Diguillín | Chillán       | F               | -         | -                        |
| De Ñuble   | Diguillín | Bulnes        | F               | -         | -                        |
| De Ñuble   | Diguillín | Chillán Viejo | F               | -         | -                        |
| De Ñuble   | Diguillín | El Carmen     | F               | -         | -                        |
| De Ñuble   | Diguillín | Pemuco        | F               | -         | -                        |
| De Ñuble   | Diguillín | Pinto         | F               | -         | < 1.000                  |
| De Ñuble   | Diguillín | Pinto         | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| De Ñuble   | Diguillín | Quillón       | F               | -         | -                        |
| De Ñuble   | Diguillín | San Ignacio   | F               | -         | -                        |

| Región          | Provincia | Comuna          | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| De Ñuble        | Diguillín | Yungay          | F               | -         | < 1.000                  |
| De Ñuble        | Diguillín | Yungay          | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| De Ñuble        | Punilla   | San Carlos      | F               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Punilla   | Coihueco        | F               | -         | < 1.000                  |
| De Ñuble        | Punilla   | Coihueco        | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| De Ñuble        | Punilla   | Ñiquén          | F               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Punilla   | San Fabián      | F               | -         | < 1.000                  |
| De Ñuble        | Punilla   | San Fabián      | H               | -         | ≥ 1.000                  |
| De Ñuble        | Punilla   | San Nicolás     | F               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Quirihue        | E               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Cobquecura      | E               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Coelemu         | E               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Ninhue          | F               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Portezuelo      | F               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Ránquil         | F               | -         | -                        |
| De Ñuble        | Itata     | Treguaco        | E               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Temuco          | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Carahue         | E               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Cunco           | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Curarrehue      | H               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Freire          | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Galvarino       | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Gorbea          | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Lautaro         | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Loncoche        | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Melipeuco       | H               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Nueva Imperial  | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Padre Las Casas | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Perquenco       | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Pitrufquén      | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín    | Pucón           | H               | -         | -                        |

| Región          | Provincia  | Comuna          | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------|------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| De La Araucanía | Cautín     | Saavedra        | E               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín     | Teodoro Schmidt | E               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín     | Toltén          | E               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín     | Vilcún          | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín     | Villarrica      | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Cautín     | Cholchol        | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Angol           | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Collipulli      | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Curacautín      | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Ercilla         | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Lonquimay       | H               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Los Sauces      | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Lumaco          | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Purén           | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Renaico         | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Traiguén        | F               | -         | -                        |
| De La Araucanía | Malleco    | Victoria        | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Valdivia        | G               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Corral          | G               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Ranco      | Futrono         | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Ranco      | La Unión        | G               | > 73° 15' | -                        |
| De Los Ríos     | Ranco      | La Unión        | F               | ≤ 73° 15' | -                        |
| De Los Ríos     | Ranco      | Lago Ranco      | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Lanco           | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Los Lagos       | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Máfil           | G               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Mariquina       | G               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Paillaco        | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Valdivia   | Panguipulli     | F               | -         | -                        |
| De Los Ríos     | Ranco      | Río Bueno       | F               | -         | -                        |
| De Los Lagos    | Llanquihue | Puerto Montt    | G               | -         | -                        |

| Región                                 | Provincia  | Comuna               | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|----------------------------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Calbuco              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Cochamó              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Fresia               | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Frutillar            | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Los Muermos          | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Llanquihue           | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Mauullín             | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Llanquihue | Puerto Varas         | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Castro               | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Ancud                | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Chonchi              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Curaco de Véléz      | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Dalcahue             | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Puqueldón            | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Queilén              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Quellón              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Quemchi              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Chiloe     | Quinchao             | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | Osorno               | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | Puerto Octay         | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | Purranque            | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | Puyehue              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | Río Negro            | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | San Juan de la Costa | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Osorno     | San Pablo            | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Palena     | Chaitén              | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Palena     | Futaleufú            | I               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Palena     | Hualaihué            | G               | -         | -                        |
| De Los Lagos                           | Palena     | Palena               | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo | Coyhaique  | Coyhaique            | I               | -         | -                        |

| Región                                  | Provincia         | Comuna           | Zona<br>Térmica | Meridiano | Límite<br>Altitud [MSNM] |
|-----------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Coyhaique         | Lago Verde       | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Aysén             | Aysén            | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Aysén             | Cisnes           | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Aysén             | Guaitecas        | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Capitan Prat      | Cochrane         | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Capitan Prat      | O'Higgins        | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | Capitan Prat      | Tortel           | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | General Carrera   | Chile Chico      | I               | -         | -                        |
| De Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo  | General Carrera   | Río Ibáñez       | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Magallanes        | Punta Arenas     | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Magallanes        | Laguna Blanca    | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Magallanes        | Río Verde        | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Magallanes        | San Gregorio     | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Antártica Chilena | Cabo de Hornos   | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Tierra del Fuego  | Porvenir         | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Tierra del Fuego  | Primavera        | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Tierra del Fuego  | Timaukel         | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Ultima Esperanza  | Natales          | I               | -         | -                        |
| De Magallanes y de La Antártica Chilena | Ultima Esperanza  | Torres del Paine | I               | -         | -                        |



## Apéndice 3: Metodología Confort Térmico Pasivo

Luego de realizar simulaciones y obtener las horas de disconfort, éstas se deben ponderar según su superficie para luego ser sumadas y obtener así el total del establecimiento. El modelo de referencia se calcula de forma similar, con la diferencia que los cuatro resultados obtenidos de sus distintas orientaciones se deben promediar, por lo tanto, el porcentaje de reducción para las horas de disconfort se calcula de la siguiente forma:

- Metodología de los TDRé de la DA MOP, 2012

$$\text{Horas de disconfort}_{M1} = \sum \frac{A_r \cdot H_{r1}}{A_t}$$

- Horas de disconfort – Modelo 2

$$\text{Horas de disconfort}_{M2} = \frac{M2_0 + M2_{90} + M2_{180} + M2_{270}}{4}$$

$$M2_x = \sum \frac{A_r \cdot H_{r2}}{A_t}$$

- Reducción Hrs de disconfort

$$\text{Reducción} = 1 - \left( \frac{\text{Horas de disconfort}_{M1}}{\text{Horas de disconfort}_{M2}} \right) \cdot 100$$

Dónde:

$\text{Horas de disconfort}_M$  = Son las Horas totales de disconfort que presenta el modelo

$A_r$  = Área del recinto

$A_t$  = Área total de la edificación

$H_{r1} | H_{r2}$  = Horas de disconfort del recinto en el modelo 1 o modelo 2)

$H2_x$  = Horas de disconfort totales del modelo 2 en sus cuatro orientaciones (0°, 90°, 180° y 270°)

## Apéndice 4: Calidad del aire. Ventilación natural

### Metodologías de cálculo para ventilación natural.

#### CASO 1: Evaluación estática con planilla de cálculo

Previo a calcular el caudal que entrega la ventilación natural, se deberá determinar el caudal mínimo necesario. Este podrá basarse en lo definido en ASHRAE 62.1-2007 (Ver Apéndice 5) y/o según el estándar UNE 13779/2008, el cual permite calcular la concentración de CO<sub>2</sub> y partir de ese indicador, el caudal mínimo necesario A continuación se detalla el cálculo mediante UNE 13779/2008:

- Metodología de los TDR de la DA MOP, 2012
- Metodología utilizando Bernoulli

Previo a calcular el caudal que entrega la ventilación natural, se deberá determinar el caudal mínimo necesario. Este podrá basarse en lo definido en Ashrae 62.1-2007 (Ver Apéndice 4) y según el estándar UNE 13779/2008, el cual permite calcular la concentración de CO<sub>2</sub> y partir de ese indicador, el caudal mínimo necesario A continuación se detalla el cálculo mediante UNE 13779/2008:

1. Dependiendo de cada tipo de edificación se deberá cumplir con la categoría asignada

| Categoría | Calidad                | Edificio                                                                                                                                                              |
|-----------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IDA 1     | Aire de óptima calidad | Hospitales, clínicas, Laboratorios, Guarderías.                                                                                                                       |
| IDA 2     | Aire de buena calidad  | Oficinas, residencias, sala de lecturas, aulas, museos, salas de tribunales, piscinas.                                                                                |
| IDA 3     | Aire de calidad media  | Edificios comerciales, cines, teatros, habitación de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales deportivos, sala de computadores. |
| IDA 4     | Aire de calidad baja   | -                                                                                                                                                                     |

2. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> límites permitidas (en partes por millón en volumen o ppm), por encima de la concentración en el aire exterior, para cada categoría.

| Clasificación | Concentración interior CO <sub>2</sub> (ppm) |
|---------------|----------------------------------------------|
| IDA 1         | <400                                         |
| IDA 2         | 400 - 600                                    |
| IDA 3         | 600 – 1.000                                  |
| IDA 4         | >1000                                        |

En caso de no conocer la concentración CO<sub>2</sub> en el aire exterior, se utilizará por defecto un valor conservador de 400 ppm.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> La concentración de CO<sub>2</sub> en el aire exterior oscila entre 360 ppm en áreas de aire limpio y 700 ppm en las ciudades. El valor máximo recomendado para los interiores es de 1.000 ppm, o hasta 1.500 ppm en ciertos casos puntuales.

El volumen de aire necesario para el cumplimiento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> para cada edificación se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ah} = \frac{Q_p \times P_s \times S \times 10^3}{IDA}$$

Dónde:

- $Q_{ah}$  = Caudal de aire requerido (m<sup>3</sup>/h)  
 $Q_p$  = Caudal de CO<sub>2</sub> generado por persona (l/ (h x persona))  
 $P_s$  = Personas por superficie (persona/m<sup>2</sup>)  
 $S$  = Superficie de edificación (m<sup>2</sup>)  
 $10^3$  = Conversión de unidades  
 $IDA$  = Concentración límite de CO<sub>2</sub> por tipología de edificación

Nota: La ecuación no considera tratamiento de aire.

|                                                           | Carga Sensorial olf/ocupante | CO <sub>2</sub><br>(l/(h x ocupante)) |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Sedentarios, 1-1,2 met<sup>1</sup> 0% de fumadores</b> | 1                            | 19                                    |
| <b>Ejercicio físico</b>                                   |                              |                                       |
| Bajo, 3 met                                               | 4                            | 50                                    |
| Medio, 6 met                                              | 10                           | 100                                   |
| Alto (atlético), 10 met                                   | 20                           | 170                                   |
| <b>Niños</b>                                              |                              |                                       |
| Centro de atención infantil (3-6 años), 2,7 met           | 1,2                          | 18                                    |
| Colegio (14-16 años), 1,2 met                             | 1,3                          | 19                                    |

<sup>1</sup> 1 met es la tasa metabólica de una persona sedentaria en reposo (1 met = 58 W/m<sup>2</sup> de superficie cutánea).

## OPCIÓN 1: Metodología de los TDR de la DA MOP, 2012

Para estimar el caudal de aire por ventilación pasiva, debido a la apertura de ventanas, se utiliza la siguiente ecuación, establecida por los TDR del MOP, 2012:

$$Q_{av} = 1800 \cdot A_v \cdot V^{0,5}$$

$$V = C_t + C_w \cdot V_m^2 + C_{st} \cdot H_v \left| (T_i - T_e) \right|$$

Dónde:

- $Q_{av}$  = Caudal de aire (m<sup>3</sup>/h)  
 $A_v$  = Área de abertura de la ventana (m<sup>2</sup>)  
 $V$  = Velocidad del viento (m/h)  
 $C_t$  = 0,01: Coeficiente que toma en cuenta las turbulencias del viento (s/d)  
 $C_w$  = 0,001: Coeficiente que toma en cuenta la velocidad del viento (s/d)  
 $V_m$  = Velocidad meteorológica media del viento a 10m de altura (m/s)  
 $C_{st}$  = 0,0035: Coeficiente que toma en cuenta el efecto chimenea (s/d)  
 $T_i$  = Altura de la ventana (m)  
 $H_v$  = Temperatura media anual interior del recinto (°C)  
 $T_e$  = Temperatura meteorológica media anual exterior de la localidad (°C)

(s/d): Sin dimensión

## OPCION 2: Metodología utilizando Bernoulli

### 1. Aporte del viento

Se señala como metodología alternativa la utilización de Bernoulli según lo establecido en el ASHRAE Handbook Capítulo F15 – Airflow Around Buildings, el cual considera la ecuación básica de Bernoulli adaptada al comportamiento de edificios de gran altura o baja altura según ensayos.

Bernoulli es constante en una línea de flujo

$$Bernoulli = \frac{V^2 \rho}{2} + P + \rho g H = Cte$$

$V$  = Velocidad (m/s)  
 $\rho$  = Densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)  
 $P_v$  = Presión (Pa)  
 $g$  = Gravedad (kg\*m/s<sup>2</sup>)  
 $H$  = Altura (m)

De donde se obtiene que para una misma altura:

$$P_v = \frac{V^2 \rho}{2}$$

Sin embargo, la velocidad del viento cerca de una edificación depende de las condiciones en las que se encuentra y se realiza la siguiente corrección:

$$V = V_{met} * \left( \frac{\delta_{met}}{H_{met}} \right)^{a_{met}} * \left( \frac{H}{\delta} \right)^a$$

$V_{met}$  = Velocidad medida en estación meteorológica  
 $\delta_{met}$  = Espesor capa límite en estación (270m)  
 $H_{met}$  = Altura estación meteorológica (10 m)  
 $a_{met}$  = valor estación meteorológica (0.14)

Donde los valores de  $\delta$  y  $a$  para una ubicación dada se tabulan de la siguiente manera:

|                  | $a$  | $\delta$ [m] |
|------------------|------|--------------|
| Muchos edificios | 0,33 | 460          |
| Pocos edificios  | 0,22 | 370          |
| Campo            | 0,14 | 270          |
| Campo abierto    | 0,1  | 210          |

Finalmente, la presión en la cara de la edificación dependerá de la dirección del viento, por lo que se obtiene:

$$P = C_p * P_v$$

Donde el factor de reducción  $C_p$  se tabula a continuación para edificaciones altas o bajas:  
 Donde  $\theta$  es el ángulo de la cara analizada en comparación con el viento

| Tipo Edificio | $\theta$ | $C_p$ |
|---------------|----------|-------|
| Edificio Alto | 0        | 0,80  |
|               | 45       | 0,40  |
|               | 90       | -0,80 |
|               | 135      | -0,55 |
|               | 180      | -0,35 |
| Edificio Bajo | 0        | 0,80  |
|               | 45       | 0,40  |
|               | 90       | -0,30 |
|               | 135      | -0,50 |
|               | 180      | -0,43 |

Con lo que finalmente el caudal asociado a ganancias por viento corresponde al siguiente:

$$Q_v = C_d * A * \sqrt{\frac{2 * P}{\rho}}$$

$Q_v$  = Caudal (m/s)  
 $A$  = Área ventana (m<sup>2</sup>)  
 $C_d$  = Factor de perdida para una ventana (0,6)

## 2. Aporte por temperatura.

Considerando variaciones de temperatura entre el interior y el exterior se producen variaciones en las presiones del aire, facilitando el ingreso de caudales.

Utilizando nuevamente Bernoulli se obtiene el caudal asociado a diferencial de temperatura.

$$Q_t = C_d * A * \sqrt{\frac{2 * \Delta P}{\rho}}$$

$\Delta P$  = diferencial de presiones debido a distintas temperaturas.

Para ambos métodos, se debe cumplir que  $Q_{av} \geq Q_{ah}$  o  $Q_t + Q_v \geq Q_{ah}$ , si no, el caudal restante debe ser suplido por sistemas mecánicos.

## OPCION 3: Evaluación dinámica

Se debe cumplir con los requerimientos de ventilación para satisfacer los niveles de CO<sub>2</sub> requeridos por la norma internacional UNE 13779/2008 o Ashrae 62.1-2007. Los requerimientos de ventilación deberán ser respaldados por medio de un software especializado que utilice cálculos dinámicos interrelacionando las distintas variables. Se recomienda la utilización de Software diseñados para modelar en base Air-Flow-Networks.

## Apéndice 5: Calidad del aire. Ventilación mecánica

### 1. Calculo del caudal mínimo de aire fresco

Para edificaciones que consideren ventilación mecánica se señalan los siguientes mínimos dependiendo de su uso.

Para todas las edificaciones, exceptuando hospitales, se deberá cumplir con las tasas de ventilación establecidas en la tabla 62-1 del estándar ASHRAE 62.1-2007 (ver Tabla 20 Tasas mínimas de ventilación).

Fuente: ASHRAE 62.1) o en base a UNE 13779/2008, definido en el Apéndice 4.

Si bien en esta versión de la certificación se excluye su aplicación en hospitales, para este tipo de edificios se recomienda cumplir con las tasas de ventilación establecidas en el estándar ASHRAE 170-2008.

El flujo de aire requerido se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z$$

Donde:

- $V_{bz}$  = Flujo de aire requerido (L/s)
- $A_a$  = Superficie de ventilación (m<sup>2</sup>)
- $P_z$  = Numero de personas (personas)
- $R_p$  = Flujo de aire requerido por persona (L/s x persona)
- $R_a$  = Flujo de aire requerido por superficie (L/s x m<sup>2</sup>)

El flujo de aire exterior por zona  $V_{oz}$ , debe considerar la efectividad de la distribución del aire del sistema, mediante la siguiente ecuación:

$$V_{oz} = V_{bz} / E_z$$

Donde:

- $V_{oz}$  = Flujo de aire exterior por zona (L/s)
- $V_{bz}$  = Flujo de aire requerido (L/s)
- $E_z$  = Efectividad de Distribución de Aire en Zona

A continuación, se muestran las distintas efectividades de Distribución de Aire, según la configuración de Distribución.

| Configuración de Distribución de Aire                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Suministro de aire frío por techo                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,0 |
| Suministro de aire caliente por techo y retorno por piso                                                                                                                                                                                                                             | 1,0 |
| Suministro de aire caliente por techo a 8°C o más por encima de la temperatura del espacio con retorno por techo.                                                                                                                                                                    | 0,8 |
| Suministro de aire caliente por techo a 8°C o menos por encima de la temperatura del espacio con retorno por techo manteniendo 0.8 m/s de velocidad de aire primario a una altura de 1.4 m del nivel de piso. Nota: Para velocidades inferiores de suministro de aire, $E_z = 0.8$ . | 1,0 |
| Suministro de aire frío por el piso con retorno por techo a 0.8 m/s o más de velocidad de aire primario a una altura de 1.4 m del nivel de piso. Nota: La mayoría de los sistemas de distribución de aire por piso cumplen con este requerimiento.                                   | 1,0 |
| Suministro de aire frío por piso y retorno por techo, manteniendo una baja velocidad de ventilación por desplazamiento que provea un flujo unidireccional y estratificación térmica.                                                                                                 | 1,2 |
| Suministro de aire caliente por piso con retorno por piso.                                                                                                                                                                                                                           | 1,0 |
| Suministro de aire caliente por piso con retorno por techo.                                                                                                                                                                                                                          | 0,7 |
| Toma de aire para el suministro es tomada en el costado opuesto del salón donde se encuentra la extracción y/o retorno.                                                                                                                                                              | 0,8 |
| La toma de aire para el suministro es tomada cerca de la ubicación de la extracción y/o retorno.                                                                                                                                                                                     | 0,5 |

**NOTAS:**

1. "Aire frío" es el aire que está más frío que el ambiente acondicionado.
2. "Aire caliente" es el aire que está más caliente que el espacio acondicionado.
3. "Techo" incluye cualquier punto por encima de la zona de respiración.
4. "Piso" incluye cualquier punto por debajo de la zona de respiración.
5. Como una alternativa para el empleo de los valores, acá mencionados, se puede considerar como equivalente a la efectividad de los niveles de renovación según lo establecido por el estándar 129<sup>16</sup> ANSI/ASHRAE para todas las configuraciones de distribución de aire, excepto para flujo unidireccional.

| Categoría de ocupación               | Tasas de aire exterior |                    |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------|
|                                      | por persona (Rp)       | por área (Ra)      |
|                                      | L/s persona            | L/s m <sup>2</sup> |
| <b>Instalaciones Correccionales</b>  |                        |                    |
| Celda                                | 2,5                    | 0,6                |
| Habitación diaria                    | 2,5                    | 0,3                |
| Estación de Guardia                  | 2,5                    | 0,3                |
| Reservar/Esperar                     | 3,8                    | 0,3                |
| <b>Instalaciones Educativas</b>      |                        |                    |
| Guardería (hasta 4 años)             | 5                      | 0,9                |
| Guardería Enfermería                 | 5                      | 0,9                |
| Sala de clases (5 - 8 años)          | 5                      | 0,6                |
| Sala de clases (9 años o más)        | 5                      | 0,6                |
| Sala de lectura                      | 3,8                    | 0,3                |
| Sala de conferencia (Asientos fijos) | 3,8                    | 0,3                |
| Sala de arte                         | 5                      | 0,9                |
| Laboratorio de ciencias              | 5                      | 0,9                |
| Laboratorio de colegios/Universidad  | 5                      | 0,9                |

| Categoría de ocupación                        | Tasas de aire exterior |                    |
|-----------------------------------------------|------------------------|--------------------|
|                                               | por persona (Rp)       | por área (Ra)      |
|                                               | L/s persona            | L/s m <sup>2</sup> |
| <b>Instalaciones Correccionales</b>           |                        |                    |
| Taller de Carpintería/Metales                 | 5                      | 0,9                |
| Laboratorio de computación                    | 5                      | 0,6                |
| Centro de medios                              | 5                      | 0,6                |
| Música/Teatro/Danza                           | 5                      | 0,3                |
| Sala multi-uso                                | 3,8                    | 0,3                |
| <b>Servicio de bebidas y alimento</b>         |                        |                    |
| Restaurant                                    | 3,8                    | 0,9                |
| Cafetería/Comida rápida                       | 3,8                    | 0,9                |
| Bars, Salón de cocktail                       | 3,8                    | 0,9                |
| General                                       |                        |                    |
| Sala de descanso                              | 2,5                    | 0,3                |
| Estación de café                              | 2,5                    | 0,3                |
| Conferencia/reuniones                         | 2,5                    | 0,3                |
| Corredores                                    | -                      | 0,3                |
| Bodega                                        | -                      | 0,6                |
| <b>Hoteles, Moteles, Resort y Dormitorios</b> |                        |                    |
| Habitaciones/Living room                      | 2,5                    | 0,3                |
| Barracas                                      | 2,5                    | 0,3                |
| Lavandería central                            | 2,5                    | 0,6                |
| Salas de lavandería en viviendas              | 2,5                    | 0,6                |
| Lobbies                                       | 3,8                    | 0,3                |
| Sala de reuniones multipropósito              | 2,5                    | 0,3                |
| <b>Edificios de oficina</b>                   |                        |                    |
| Espacio de oficina                            | 2,5                    | 0,3                |
| Áreas de recepción                            | 2,5                    | 0,3                |
| Telefonía/Data entry                          | 2,5                    | 0,3                |
| Sala principal (Lobbies)                      | 2,5                    | 0,3                |
| <b>Espacios misceláneos</b>                   |                        |                    |
| Bóvedas del banco/Depósitos seguro            | 2,5                    | 0,3                |
| Computadores (no impresoras)                  | 2,5                    | 0,3                |
| Sala de equipos eléctricos                    | -                      | 0,3                |
| Sala de máquinas de elevadores                | -                      | 0,6                |
| Farmacia (Área de preparación)                | 2,5                    | 0,9                |
| Estudio de fotos                              | 2,5                    | 0,6                |
| Sala de envíos/recepción                      | -                      | 0,6                |
| Closet de teléfonos                           | -                      | 0                  |



| Categoría de ocupación                  | Tasas de aire exterior |                    |
|-----------------------------------------|------------------------|--------------------|
|                                         | por persona (Rp)       | por área (Ra)      |
|                                         | L/s persona            | L/s m <sup>2</sup> |
| <b>Instalaciones Correccionales</b>     |                        |                    |
| Sala de espera de transporte            | 3,8                    | 0,3                |
| Almacén                                 | -                      | 0,3                |
| <b>Espacios públicos de reunión</b>     |                        |                    |
| Área de asientos de auditorio           | 2,5                    | 0,3                |
| Lugar de adoración religiosa            | 2,5                    | 0,3                |
| Tribunales                              | 2,5                    | 0,3                |
| Cámaras legislativas                    | 2,5                    | 0,3                |
| Librerías                               | 2,5                    | 0,6                |
| Lobbies                                 | 2,5                    | 0,3                |
| Museos (Niños)                          | 3,8                    | 0,6                |
| Museo (Galería)                         | 3,8                    | 0,3                |
| <b>Residencial</b>                      |                        |                    |
| Unidad de vivienda                      | 2,5                    | 0,3                |
| Pasillos comunes                        | -                      | 0,3                |
| <b>Retail</b>                           |                        |                    |
| Sala de ventas (Excepto en subterráneo) | 3,8                    | 0,6                |
| Áreas comunes de un Mall                | 3,8                    | 0,3                |
| Barbería                                | 3,8                    | 0,3                |
| Salón de belleza                        | 10                     | 0,6                |
| Tienda de animales (Área de animales)   | 3,8                    | 0,9                |
| Supermercado                            | 3,8                    | 0,3                |
| Lavandería común                        | 3,8                    | 0,3                |
| <b>Deporte y entretenimiento</b>        |                        |                    |
| Zona de deporte (Área de juego)         | -                      | 1,5                |
| Gimnasio, estadio (Área de juego)       | -                      | 1,5                |
| Área de espectadores                    | 3,8                    | 0,3                |
| Natación (piscina y cubierta)           | -                      | 2,4                |
| Disco/piso de baile                     | 10                     | 0,3                |
| Club de salud/sala de aeróbica          | 10                     | 0,3                |
| Club de salud/sala de peso              | 10                     | 0,3                |
| Pista de bowling (Asientos)             | 5                      | 0,6                |
| Casino de juegos                        | 3,8                    | 0,9                |
| Juegos de video                         | 3,8                    | 0,9                |
| Estudio                                 | 5                      | 0,3                |
| <b>Salud</b>                            |                        |                    |
| Sector ambulatorios y diagnóstico       | 5                      | 0,9                |

| Categoría de ocupación       | Tasas de aire exterior |               |
|------------------------------|------------------------|---------------|
|                              | por persona (Rp)       | por área (Ra) |
|                              | L/s persona            | L/s m²        |
| Instalaciones Correccionales |                        |               |
| Sector Habitaciones          | 5                      | 0,9           |
| Oficinas administrativas     | 2,5                    | 0,3           |
| Área tratamiento             | 8                      | 1,2           |
| Salas de espera              | 5                      | 0,9           |
| Consultas                    | 5                      | 0,9           |

2. Requerimientos de eficiencia de filtros en establecimientos de salud

Para los recintos de establecimientos de salud con requerimientos de filtrado especiales, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos, basados en el estándar ASHRAE Handbook 2007 – HVAC applications.

| Cantidad mínima de etapas de filtrado | Recintos                               | Eficiencia de Filtro, MERV |     |
|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|-----|
|                                       |                                        | Etapa de filtrado          |     |
|                                       |                                        | Nº1                        | Nº2 |
| 2                                     | Quirófano ortopédico                   | 8                          | 17  |
|                                       | Quirófano de trasplante de médula ósea |                            |     |
|                                       | Quirófano de trasplante de órganos     |                            |     |
| 2                                     | Quirófano de procedimientos generales  | 8                          | 14  |
|                                       | Salas de parto                         |                            |     |
|                                       | Neonatología                           |                            |     |
|                                       | Unidad de cuidados intensivos          |                            |     |
|                                       | Sala de cuidado de pacientes           |                            |     |
|                                       | Sala de tratamientos                   |                            |     |
|                                       | Áreas de diagnóstico y afines          |                            |     |
| 1                                     | Laboratorios                           | 13                         |     |
|                                       | Bodega estéril                         |                            |     |
| 1                                     | Área de preparación de comidas         | 8                          |     |
|                                       | Lavanderías                            |                            |     |
|                                       | Áreas administrativas                  |                            |     |
|                                       | Almacenaje                             |                            |     |
|                                       | Zonas sucias de lavado                 |                            |     |

## Apéndice 6: Calidad del aire. Concentración de COV

### a. Adhesivos y sellantes

| Tipo de producto                                               | Aplicación | Contenido COV (g/L menos agua) |
|----------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| Adhesivo de alfombra interior                                  | Piso       | 50                             |
| Adhesivo de goma para alfombra                                 | Piso       | 50                             |
| Adhesivo para pisos de madera                                  | Piso       | 100                            |
| Adhesivo para pisos de caucho                                  | Piso       | 60                             |
| Adhesivo para subsuelo                                         | Piso       | 50                             |
| Adhesivo para azulejos de cerámica                             | Piso       | 65                             |
| Adhesivos de asfalto y VCT                                     | Piso       | 50                             |
| Adhesivo en base "cove"                                        | Piso       | 50                             |
| Adhesivo de construcción multipropósito                        | Piso       | 70                             |
| Sustrato de material poroso (Excepto madera)                   | Piso       | 50                             |
| Adhesivo para sustrato de madera                               | Piso       | 30                             |
| Sellante primer arquitectónico no poroso                       | Piso       | 250                            |
| Sellante primer arquitectónico poroso                          | Piso       | 775                            |
| Otros sellantes primer                                         | Piso       | 750                            |
| Adhesivo membrana estructural para madera                      | Piso       | 140                            |
| Caucho aplicado en hojas para operaciones de revestimiento     | Piso       | 850                            |
| Adhesivos superiores y de ajuste                               | Piso       | 250                            |
| Sellante estructural                                           | Piso       | 250                            |
| Otros sellantes                                                | Piso       | 420                            |
| Panel de yeso y adhesivos                                      | No - piso  | 50                             |
| Adhesivos de construcción multipropósito                       | No - piso  | 70                             |
| Adhesivos para el acristalamiento estructural                  | No - piso  | 100                            |
| Adhesivos para metal a sustrato de metal                       | No - piso  | 30                             |
| Adhesivos para sustrato de espuma plástica                     | No - piso  | 50                             |
| Adhesivos para sustrato de materiales porosos (Excepto madera) | No - piso  | 50                             |
| Adhesivos para sustrato de madera                              | No - piso  | 30                             |
| Adhesivos para sustrato de fibra de vidrio                     | No - piso  | 80                             |
| Sellante primer arquitectónico no poroso                       | No - piso  | 250                            |
| Sellante primer arquitectónico poroso                          | No - piso  | 775                            |
| Otro sellante primer                                           | No - piso  | 750                            |
| Adhesivo para soldadura PVC                                    | No - piso  | 510                            |
| Adhesivo para soldadura CPVC                                   | No - piso  | 490                            |
| Adhesivo para soldadura ABS                                    | No - piso  | 325                            |
| Adhesivo para soldadura plástica de cemento                    | No - piso  | 250                            |

| Tipo de producto                                                   | Aplicación | Contenido COV (g/L menos agua) |
|--------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| Adhesivo premier para plástico                                     | No - piso  | 550                            |
| Adhesivo de contacto                                               | No - piso  | 80                             |
| Adhesivo de contacto para propósito especial                       | No - piso  | 250                            |
| Adhesivo para madera estructural                                   | No - piso  | 140                            |
| Caucho aplicado en hojas para operaciones de revestimiento         | No - piso  | 850                            |
| Adhesivos superiores y de ajuste                                   | No - piso  | 250                            |
| Sellantes estructurales                                            | No - piso  | 250                            |
| Otros sellantes                                                    | No - piso  | 420                            |
| Adhesivos en aerosol en spray de neblina para propósitos generales | No - piso  | 65                             |
| Adhesivos en aerosol en web spray para propósitos generales        | No - piso  | 55                             |
| Adhesivo en aerosol para propósitos especiales                     | No - piso  | 70                             |

**Pinturas y recubrimientos:** Deben utilizar materiales que tengan los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) medidos en g/L menos agua, y que su nivel de COV se encuentre bajo lo indicado por el South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule #1113 (Ver Tabla 23).

## b. Pinturas y recubrimientos (coatings)

| Tipo de producto                                         | Contenido COV (g/L menos agua) |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Anti-corrosivo/Pintura anti-hongo                        | 250                            |
| Laca clara para terminación de maderas                   | 550                            |
| Sellador claro de lijado para terminación de maderas     | 350                            |
| Barniz claro para terminación de maderas                 | 350                            |
| Recubrimiento de piso                                    | 100                            |
| Pintura lisa de interiores, recubrimiento o primer       | 50                             |
| Pintura no-lisa de interiores, recubrimiento o primer    | 150                            |
| Selladores y revestimiento de protección                 | 200                            |
| Goma de laca: Claro                                      | 730                            |
| Goma de laca: Pigmentado                                 | 550                            |
| Tinte                                                    | 250                            |
| Laca clara para cepillado                                | 680                            |
| Compuestos para el curado del concreto                   | 350                            |
| Revestimiento de acabado de imitación                    | 350                            |
| Recubrimiento de magnesita para cemento                  | 450                            |
| Laca pigmentada                                          | 550                            |
| Selladores impermeabilizante                             | 250                            |
| Impermeabilización de concreto/Selladores de mampostería | 400                            |
| Perseverantes de madera                                  | 350                            |
| Recubrimiento con bajo contenido de sólidos              | 120                            |

## c. Pisos

Ver Adhesivos de Tabla 22 Contenido máximo de COV para adhesivos y sellantes (SCAQMD, r1168) en caso de instalación de alfombras.

## Apéndice 7: Aislación acústica

### 1. Aislamiento acústico a ruido aéreo y ruido de impacto

Se obtendrá mediante las alternativas planteadas:

#### 1.1 Evaluación prescriptiva

El nivel de aislación acústica podrá obtenerse del Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico del MINVU, o por los valores de las siguientes tablas, tomando el valor mínimo en el caso de soluciones constructivas con rangos. Para muros de hormigón o albañilería que incorporen sistema tipo EIFS (Aislamiento exterior y sistema de acabado), o incorporación de material aislante en su cara al interior, tomar el valor superior del rango.

| Rw (dB) | Descripción                                                                                                                                                                                  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35-40   | Dos planchas de yeso cartón, una por cada lado de espesor 12,5mm unidas con perfil metálico (ancho total 75mm)                                                                               |
| 40-45   | Dos planchas de yeso cartón, una por cada lado de espesor 12,5mm unidas con perfil metálico, cavidad interior rellena con lana mineral (ancho total 75mm)                                    |
| 45-50   | Cuatro planchas de yeso cartón, dos a cada lado de espesor 12,5mm unidas con perfil metálico (ancho total 122mm)                                                                             |
| 50-55   | Cuatro planchas de yeso cartón, dos a cada lado de espesor 12,5mm unidas con perfil metálico y cavidad rellena con lana mineral (ancho total 122mm)                                          |
| 55-60   | Cuatro planchas de yeso cartón, dos a cada lado de espesor 12,5mm portadas con perfiles metálicos independientes y cavidad rellena con lana mineral (ancho total 178mm)                      |
| 45-50   | 115mm de ladrillo estucado 12mm en ambos lados                                                                                                                                               |
| 50-55   | 225mm de ladrillo estucado 12mm en ambos lados                                                                                                                                               |
| 35-40   | Hormigón de 100mm densidad 52kg/m <sup>2</sup> con 12mm de estuco por un lado                                                                                                                |
| 40-45   | 100mm Hormigón de densidad de 140kg/m <sup>2</sup> con 12mm de estuco por un lado                                                                                                            |
| 45-50   | Hormigón de 100mm densidad 140kg/m <sup>2</sup> con 12mm de estuco por ambos lados                                                                                                           |
| 50-55   | Hormigón de 115mm densidad 430kg/m <sup>2</sup> con 12mm de estuco por ambos lados                                                                                                           |
| 55-60   | Hormigón de 100mm densidad 200kg/m <sup>2</sup> con 12mm de estuco por un lado y por el otro una plancha de yeso cartón de 12mm unida con perfil metálico y cavidad rellena con lana mineral |
| 25      | Vidrio simple 4 mm (sellado)                                                                                                                                                                 |
| 28      | Vidrio simple 6 mm (sellado)                                                                                                                                                                 |
| 28      | 4mm vidrio/ cámara de aire 12mm/ 4mm vidrio                                                                                                                                                  |
| 30      | Vidrio simple 10mm (sellado)                                                                                                                                                                 |
| 30      | 6mm vidrio/ cámara de aire 12mm/ 6mm vidrio                                                                                                                                                  |
| 33      | Vidrio simple 12mm (sellado)                                                                                                                                                                 |
| 33      | 6mm vidrio/ cámara de aire 12mm/ 8mm vidrio                                                                                                                                                  |
| 35      | Vidrio laminado 10mm (sellado)                                                                                                                                                               |
| 35      | 4mm vidrio/ cámara de aire 12mm/ 10mm vidrio                                                                                                                                                 |
| 38      | Vidrio laminado 12mm (sellado)                                                                                                                                                               |
| 38      | 6mm vidrio/ cámara de aire 12mm/ 10mm vidrio                                                                                                                                                 |

| Rw (dB) | Descripción                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 40      | Vidrio laminado 19mm (sellado)                                                          |
| 40      | 10mm vidrio/ cámara de aire 12mm/ 6mm vidrio                                            |
| 40      | 10mm vidrio/ cámara de aire 50mm/ 6mm vidrio                                            |
| 43      | 10mm vidrio/ cámara de aire 100mm/ 6mm vidrio                                           |
| 43      | 12mm vidrio laminado/ cámara de aire 12mm/ 6mm vidrio                                   |
| 45      | 6mm vidrio laminado/ cámara de aire 200mm/ 10mm vidrio + absorción en marcos exteriores |
| 45      | 17mm vidrio laminado/ cámara de aire 12mm/ 10mm vidrio                                  |

Fuente: Manual de diseño pasivo y EE en edificios de uso público (IC, 2012) basada en BRE *Acoustics*, 2003

| Rw (dB) | Ln, w (dB) | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35-40   | 90-95      | Piso ligero de hormigón, espesor entre 100 y 150 mm, densidad 100kg/m <sup>2</sup> , sin techo o cubierta de piso                                                                                                                                                                                                         |
| 35-40   | 75-85      | Piso ligero de hormigón, espesor entre 100 y 150 mm, densidad 100kg/m <sup>2</sup> , cubierto con superficie blanda espesor >5 mm                                                                                                                                                                                         |
| 60-65   | 50-55      | Piso ligero de hormigón, espesor entre 100 y 150 mm, densidad 100kg/m <sup>2</sup> , cubierto con superficie blanda espesor >5 mm y cielo falso con dos paneles de yeso cartón de espesor 15mm, perfil metálico, cámara de aire de 240mm con lana mineral de entre 80 y 100mm de espesor y densidad > 10kg/m <sup>3</sup> |
| 50-60   | 50-60      | Piso ligero de hormigón, espesor entre 100 y 150 mm, densidad 100kg/m <sup>2</sup> , con suelo flotante sobre bandas elásticas.                                                                                                                                                                                           |
| 50-55   | 55-60      | Piso ligero de hormigón, espesor entre 100 y 150 mm, densidad 100kg/m <sup>2</sup> , con suelo flotante sobre superficie elástica.                                                                                                                                                                                        |
| 45-55   | 60-70      | Piso ligero de hormigón, espesor entre 100 y 150 mm, densidad 100kg/m <sup>2</sup> , con cielo falso con sistema de baldosas.                                                                                                                                                                                             |
| 50-55   | 60-65      | Piso de concreto sólido, espesor entre 150 y 200 mm, densidad 365kg/m <sup>2</sup> , cubierto con superficie blanda espesor >5 mm                                                                                                                                                                                         |
| 55-60   | 50-55      | Piso de concreto sólido, espesor entre 150 y 200 mm, densidad 365kg/m <sup>2</sup> , con suelo flotante sobre bandas elásticas.                                                                                                                                                                                           |
| 55-60   | 50-60      | Piso de concreto sólido, espesor entre 150 y 200 mm, densidad 365kg/m <sup>2</sup> , con suelo flotante sobre superficie elástica.                                                                                                                                                                                        |
| 60-70   | 55-60      | Piso de concreto sólido, espesor entre 150 y 200 mm, densidad 365kg/m <sup>2</sup> , con cielo falso con dos paneles de yeso cartón de espesor 15mm, perfil metálico, cámara de aire de 240mm con lana mineral de entre 80 y 100mm de espesor y densidad > 10kg/m <sup>3</sup>                                            |
| 60-70   | 50-55      | Piso de concreto sólido, espesor entre 150 y 200 mm, densidad 365kg/m <sup>2</sup> , cubierto con superficie blanda espesor >5 mm y cielo falso con dos paneles de yeso cartón de espesor 15mm, perfil metálico, cámara de aire de 240mm con lana mineral de entre 80 y 100mm de espesor y densidad > 10kg/m <sup>3</sup> |

Fuente: Manual de diseño pasivo y EE en edificios de uso público (IC, 2012) basada en BRE *Acoustics*, 2003

Para determinar la aislación acústica de elementos mixtos compuestos por elementos opacos y acristalados, se utilizará la siguiente fórmula:

El aislamiento acústico global en un recinto se debe calcular según:

$$R_G = 10 \log \frac{\sum S_i}{\sum \frac{S_i}{10^{0,1xR_i}}}$$

Dónde:

$S_i$  = Área del elemento constructivo  $i$  ( $m^2$ )

$R_i$  = Aislamiento acústico específico del elemento constructivo de área  $S_i$  (dB)

Ejemplo:

Un cerramiento ciego con una ventana

$$R_G = 10 \log \frac{S_c + S_v}{\frac{S_c}{10^{0,1xR_c}} + \frac{S_v}{10^{0,1xR_v}}}$$

Dónde:

$S_c$  = Área del elemento ciego ( $m^2$ )

$S_v$  = Área de la ventana ( $m^2$ )

$R_c$  = Aislamiento acústico específico del elemento ciego (dB)

$R_v$  = Aislamiento acústico específico de la ventana (dB)

Para los elementos divisorios homogéneos cuya densidad superficial es conocida se puede aplicar la siguiente fórmula, la cual permite predecir el aislamiento acústico de un elemento homogéneo por banda de frecuencia:

$$TL = 20 \log(fm) - 47$$

Donde:

$f$  = Frecuencia del sonido, HZ

$m$  = Masa de la superficie de la barrera,  $kg/m^2$

## 1.2 Evaluación prestacional

Mediante modelación, informe de ensayo o informe de inspección de los materiales de construcción que acredite cumplimiento del elemento constructivo Los programas recomendados son: INSUL y SONarchitect ISO.



## 2. Determinación del ruido exterior

El aislamiento acústico entre recintos y el exterior, estará dado en función del NED.

### 2.1 Por mapa de ruido o zonas de tipo de uso de suelo

Para edificios de baja y media complejidad, se puede obtener consultando mapas de ruido o según los valores indicados, entendiéndose como valores límites máximos permisibles diurnos aquellos de las 7 a 21 hrs.

| Uso de suelo | De 7 a 21 hrs | De 21 a 7 hrs |
|--------------|---------------|---------------|
| Zona I       | 55            | 45            |
| Zona II      | 60            | 45            |
| Zona III     | 65            | 50            |
| Zona IV      | 70            | 70            |

Fuente: D.S N° 38/11

Las zonas corresponden a la siguiente descripción dependiendo del tipo de uso de suelo:

- **Zona I:** Aquellas zonas cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo con los instrumentos de planificación territorial corresponde a: habitacional y equipamiento a escala vecinal.
- **Zona II:** Aquellas zonas cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo con los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona I. y además se permite equipamiento a escala comunal y/o regional.
- **Zona III:** Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo con los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona II, y además se permite industria inofensiva.
- **Zona IV:** Aquella zona cuyo uso de suelo permitido de acuerdo con los instrumentos de planificación territorial corresponde a industrial, con industria inofensiva y/o molesta.

### 2.2 Por capacidad de vías vehiculares

Se identificarán las vías vehiculares existentes y/o proyectadas según el instrumento de planificación territorial respectivo, y se les asignará la categoría según el tipo y número de pistas, de acuerdo con la siguiente tabla.

| Categoría | Tipo de vía | Pistas | TDMA    | Flujo Punta | Velocidad nominal |
|-----------|-------------|--------|---------|-------------|-------------------|
|           |             | N°     | Veh/día | Veh/hora    | Km/hr             |
| 1         | Expresa     | ≥8     | ≥60.000 | ≥6.000      | 100               |
| 2         | Expresa     | 6      | ≥40.000 | ≥4.000      | 100               |
| 3         | Troncal     | ≥6     | ≥30.000 | ≥3.000      | 80                |
| 4         | Troncal     | 4      | ≥20.000 | ≥2.000      | 80                |
| 5         | Colectora   | ≥6     | ≥30.000 | ≥3.000      | 60                |
| 6         | Colectora   | 4      | ≥20.000 | ≥2.000      | 60                |
| 7         | Servicio    | ≥3     | ≥10.000 | ≥1.000      | 60                |
| 8         | Servicio    | 2      | ≥6.000  | ≥600        | 60                |
| 9         | Autopista   | ≥6     | ≥80.000 | ≥8.000      | 120               |
| 10        | Autopista   | 4      | ≥60.000 | ≥6.000      | 120               |

| Categoría | Tipo de vía                     | Pistas | TDMA    | Flujo Punta | Velocidad nominal |
|-----------|---------------------------------|--------|---------|-------------|-------------------|
|           |                                 | N°     | Veh/día | Veh/hora    | Km/hr             |
| 11        | Caminos nacionales              | 4      | ≥20.000 | ≥2.000      | 100               |
| 12        | Caminos regionales principales  | 2      | ≥10.000 | ≥1.000      | 100               |
| 13        | Caminos regionales provinciales | 2      | ≥6.000  | ≥600        | 80                |
| 14        | Ferroviaria                     | 1      | N/A     | N/A         | 100               |

Si el flujo medio diario o el flujo punta, según la información disponible no alcanza los valores de dicha categoría, se aplicará la categoría inmediatamente inferior.

Si la velocidad permitida en la vía vehicular es superior a la velocidad nominal, se aplicará la categoría inmediatamente superior.

Las vías cuyo flujo proyectado alcanza un TDMA inferior a 6.000 veh/día y un flujo punta inferior a 600 veh/hr no se considerarán como fuentes de ruido exterior significativas.

Luego, para estimar el Nivel de ruido horario máximo incidente sobre la fachada se debe conocer la distancia al eje de la vía más cercana que enfrenta, de acuerdo con la siguiente tabla.

| Categoría de Vía | Categoría de ruido exterior (Según distancia a fachada en m.) |           |           |          |         |
|------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|---------|
|                  | A                                                             | B         | C         | D        | E       |
| 1                | >280                                                          | 120 a 280 | 70 a 120  | 35 a 70  | 20 a 35 |
| 2                | >160                                                          | 90 a 180  | 50 a 90   | 30 a 50  | 20 a 30 |
| 3                | >110                                                          | 60 a 110  | 35 a 60   | 25 a 35  | 15 a 25 |
| 4                | >90                                                           | 45 a 90   | 35 a 45   | 25 a 35  | 15 a 25 |
| 5                | >80                                                           | 50 a 80   | 35 a 50   | 25 a 35  | 15 a 25 |
| 6                | >70                                                           | 45 a 70   | 30 a 45   | 20 a 30  | 15 a 20 |
| 7                | >70                                                           | 45 a 70   | 30 a 45   | 20 a 30  | 15 a 20 |
| 8                | >60                                                           | 40 a 60   | 25 a 40   | 18 a 25  | 12 a 18 |
| 9                | >480                                                          | 200 a 480 | 100 a 200 | 50 a 100 | 30 a 50 |
| 10               | >420                                                          | 170 a 420 | 80 a 170  | 45 a 80  | 25 a 45 |
| 11               | >120                                                          | 70 a 120  | 40 a 70   | 25 a 40  | 20 a 25 |
| 12               | >90                                                           | 60 a 90   | 40 a 60   | 30 a 40  | 20 a 30 |
| 13               | >80                                                           | 60 a 80   | 40 a 60   | 30 a 40  | 20 a 30 |
| 14               | >120                                                          | 50 a 120  | 30 a 50   | 20 a 30  | 15 a 20 |

Finalmente, el NED estimado para cada categoría de ruido exterior, se obtiene de la siguiente tabla.

Tabla Categoría de ruido exterior

|                                                       | A            | B                | C                | D                | E                |
|-------------------------------------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| $L_{eq}$ (h) máximo a 2 m. de la línea de edificación | <60<br>dB(A) | 61 a 65<br>dB(A) | 66 a 70<br>dB(A) | 71 a 75<br>dB(A) | 76 a 80<br>dB(A) |

2.3 Por medición y proyección

El aislamiento acústico mínimo para edificios de alta complejidad se deberá obtener con mediciones del NED, estas se deben efectuar por el exterior, de acuerdo al procedimiento descrito en NCh 2502:2011, considerando lo siguiente:

- Determinar el valor del NED tomando tres muestras diarias del  $L_{Aeq,T}$ , efectuar las mediciones entre 07:00 h y 21:00 h, distribuyéndolas en horario matinal, de medio día y vespertino, y de modo que los periodos de medición estén separados entre sí por un mínimo de 4 h y no se extiendan por más de 30 min.
- La  $L_{Aeq,T}$  se debe medir en forma continua, hasta que se estabilice la lectura, registrando el valor de  $L_{Aeq,T}$  cada 5 min.
- La medición se debe efectuar en tres días hábiles representativos de la actividad típica del lugar y el valor del NED debe calcularse mediante la siguiente expresión:

$$NED = 10\log \left[ \frac{\sum^n 10^{0.1L_{Aeq,T}}}{9} \right] \quad (NCh\ 352/1:Of.2000)$$

Dónde:

$L_{Aeq,T}$  = valor obtenido para cada una de las mediciones efectuadas.  
Si el NED resultante es inferior al límite diurno máximo permisible, según la legislación vigente para la emisión de ruido generado por fuentes fijas en la zona, se debe utilizar este último como valor del NED

Comprobación

La comprobación se debe realizar cuando el edificio haya concluido la etapa de terminaciones.

Para los edificios de baja y media complejidad se debe realizar una inspección técnica para corroborar visualmente el cumplimiento de los requerimientos especificados del proyecto. Para aquellos de alta complejidad, además de visitas a terreno se deben realizar ensayos para comprobar que cumple con los mínimos señalados, según la metodología propuesta en las normas que se indican a continuación.

- Para comprobar el aislamiento acústico a ruido aéreo de los edificios de entre 10 y 200 m³ utilizar la NCh2803:2003 y para los edificios mayores a 200 m³ utilizar NCh 2785:Of.2003.
- Para comprobar la aislación acústica a ruido de impacto de los edificios de entre 10 y 200 m³ ocupar la NCh 2803: 2003, mientras que para aquellos con un volumen mayor utilizar la ISO 140-7:1998.
- Para comprobar el aislamiento acústico de fachadas y elementos de fachadas, utilizar la NCh 2803:2003, y para aquellos con mayor volumen utilizar la ISO 140-5: 1998.

### 3. Método de cálculo de ruido aéreo entre recintos interiores

La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A,  $D_{nT,A}$ , utilizada entre recintos interiores se calcula mediante la expresión:

$$D_{nT,A} = R'_A + 10\lg\left(\frac{0.32*V}{S_s}\right) \quad (dBA)$$

Dónde:

- $V$  = volumen del recinto receptor, ( $m^3$ )  
 $S_s$  = área compartida del elemento de separación, ( $m^2$ )  
 $R'_A$  = índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, (dBA)

### 4. Método de cálculo de ruido aéreo de fachada

La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, de la fachada, viene dada por la expresión:

$$D_{2m,nT,A} = R'_A + 10\lg\left(\frac{V}{6T_0S}\right) \quad (dBA)$$

- $R'_A$  = Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, (dBA)  
 $V$  = Volumen del recinto receptor, ( $m^3$ )  
 $S$  = Área total de la fachada, vista desde el interior del recinto, ( $m^2$ )  
 $T_0$  = Tiempo de reverberación de referencia; su valor es  $T_0=0,5s$   
 $D_{(2m,nT,A)}$  = Diferencia de niveles estandarizada medida a 2 metros de la fachada

### 5. Condiciones de ejecución y evaluación visual en terreno para el correcto diseño acústico

- Revisar la hermeticidad de los elementos constructivos en sus uniones y juntas: Verificar colocaciones de sellos, juntas de dilatación, correcta instalación de puertas y ventanas.
- Revisar sello de ductos y atravesos en elementos constructivos. Considerar que las canalizaciones disminuyen el aislamiento acústico en los elementos constructivos.
- Revisar instalación de cajas eléctricas, las cuales no pueden quedar enfrentadas en un mismo elemento constructivo. Se recomienda una separación mínima entre ellas de 30 cm.
- Considerar que celosías y rejillas de ventilación disminuyen el aislamiento acústico de los elementos constructivos.
- Revisar que los elementos constructivos verticales, hayan sido instalados de piso a losa, para evitar transmisión de ruido a través de cielo falso.

## Apéndice 8: Acondicionamiento acústico

### Tiempo de Reverberación (TR)

Se debe determinar la absorción de sonido para cada material en el interior del espacio a 500, 1.000, y 2.000 Hz frecuencias, según como se indica en a continuación.

Absorción de sonido;  $A = (a_1 S_1 + a_2 S_2 + a_3 S_3 \dots a_n S_n)$

Dónde:

$a_i$  = Es el coeficiente de absorción del sonido a 500, 1.000, o 2.000 Hz para un material.

$S_i$  = Es la superficie total del material en metros cuadrados

La absorción acústica total de la habitación es la suma de los coeficientes de absorción de las áreas de superficie en cada frecuencia (500, 1.000 y 2.000 Hz). La ecuación 1 debe calcularse por separado para cada frecuencia. El cálculo debe incluir todos los materiales de acabado en la habitación. Los coeficientes de absorción de sonido para cualquier superficie, se deben obtener del fabricante en caso de que éste no cuente con él, revisar su disponibilidad de la siguiente tabla y en caso de no encontrarse tabulado se deberá utilizar valores recomendados en la literatura.

Tabla: Coeficientes de absorción de sonido para los materiales más comunes

| Material                                                                       | Coeficientes de absorción |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|---------|
|                                                                                | 500 Hz                    | 1000 HZ | 2000 Hz |
| <b>Paredes</b>                                                                 |                           |         |         |
| Ladrillo, sin esmalte                                                          | 0.03                      | 0.04    | 0.05    |
| Ladrillo sin esmaltar, pintado                                                 | 0.02                      | 0.02    | 0.02    |
| Yeso, yeso o cal para acabados, lisos en el azulejo o ladrillo                 | 0.02                      | 0.03    | 0.04    |
| Yeso, yeso, cal o acabado, áspera o lisa en listón                             | 0.06                      | 0.05    | 0.04    |
| Bloque de hormigón, luz, poroso                                                | 0.31                      | 0.29    | 0.39    |
| Bloque de hormigón, denso, pintado                                             | 0.06                      | 0.07    | 0.09    |
| Paneles de yeso, 12,7 mm clavado en 2x4, 406 mm                                | 0.05                      | 0.04    | 0.07    |
| Tableros de madera contrachapada 10 mm de espesor                              | 0.17                      | 0.09    | 0.10    |
| Grandes paños de vidrio chapa gruesa                                           | 0.04                      | 0.03    | 0.02    |
| Vidrio ordinario                                                               | 0.18                      | 0.12    | 0.17    |
| <b>Pisos</b>                                                                   |                           |         |         |
| Hormigón                                                                       | 0.015                     | 0.02    | 0.02    |
| Linóleo, asfalto, caucho, corcho o baldosas sobre hormigón                     | 0.03                      | 0.03    | 0.03    |
| Parquet de madera en el asfalto sobre concreto                                 | 0.10                      | 0.07    | 0.06    |
| Alfombra, pesado, en concreto                                                  | 0.14                      | 0.37    | 0.60    |
| Alfombra de pelo 1,13 kg o de fieltro o de espuma de goma                      | 0.57                      | 0.69    | 0.71    |
| Alfombra de látex impermeable de pelo de 1,13 kg o de fieltro o espuma de goma | 0.39                      | 0.34    | 0.48    |
| Mármol o mosaico de vidrio                                                     | 0.01                      | 0.01    | 0.02    |

| Material                                                                         | Coeficientes de absorción |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|---------|
|                                                                                  | 500 Hz                    | 1000 HZ | 2000 Hz |
| <b>Telas</b>                                                                     |                           |         |         |
| Terciopelo liviano, 337 gr por m2, colgado directamente en contacto con la pared | 0.11                      | 0.17    | 0.24    |
| Terciopelo medio, 478 gr por m2, cubierta a la mitad del área                    | 0.49                      | 0.75    | 0.70    |
| Terciopelo pesado 614 gr por m2, cubierta a la mitad del área                    | 0.55                      | 0.72    | 0.70    |
| <b>Otros</b>                                                                     |                           |         |         |
| Sillas, asientos de metal o de madera desocupadas                                | 0.22                      | 0.39    | 0.38    |

Fuente: Leed Minimum Acoustical Performance, Schools

### 1. Evaluación prescriptiva

Con el valor de absorción del sonido dependiendo, se calcula el tiempo de reverberación.

$$TR = 0,16 * \left( \frac{V}{A} \right)$$

Dónde:

V = Es el volumen de la habitación en metros cúbicos, y

A = Es la absorción del sonido total en la sala a 500, 1.000, y 2.000 Hz en m2 Sabine<sup>42</sup>

### 2. Evaluación prestacional

Se deberá utilizar software especializado que utilizan cálculos dinámicos. Se recomienda la utilización de Software tales como EASE, Zorba entre otros.

### 3. Inteligibilidad de la palabra

Peutz, denomino la inteligibilidad de la palabra como el % de Pérdida de Articulación de Consonantes, denominado el %ALCons, ("Articulation Loss of Consonants"). Al tratarse de un parámetro indicativo de una pérdida, cuanto mayor sea, peor será el grado de inteligibilidad existente.

#### 3.1 Evaluación prestacional estática

Existe una muy buena correlación entre los valores de %ALCons y de STI / RASTI, el valor de STI ("Speech Transmission Index"), oscila entre 0 (inteligibilidad nula) y 1 (inteligibilidad total). La definición del mismo se encuentra en el glosario, además existe el RASTI ("Rapid Speech Transmission Index"), que es solamente otra versión. Dicha correspondencia se muestra en la Figura 1. Por tanto, conociendo el % ALCons, es posible obtener el STI requerido para aulas y salas de clases.

Pérdida de articulación de consonantes %ALCons ("Articulation Loss of Consonants"). Se debe calcular para las frecuencias 500Hz, 1000Hz y 2000Hz.

$$\% \text{ ALCons} = \frac{200 r^2 TR^2}{VQ} \quad (\text{Para: } r \leq 3,16 \text{ Dc}) \quad \text{Ec. 5}$$

$$\% \text{ ALCons} = 9 \text{ TR} \quad (\text{para: } r > 3,16 \text{ Dc}) \quad \text{Ec. 6}$$

<sup>42</sup> El metro cuadrado Sabine es un 'apellido' para identificar que se trata de la superficie del material absorbente acústico únicamente, la unidad es igual que el metro cuadrado [m2].

Dónde:

$TR$  = Tiempo de reverberación

$V$  = Volumen de la sala (en  $m^3$ )

$D_c$  = Distancia crítica  $= \sqrt{Q R 4}$

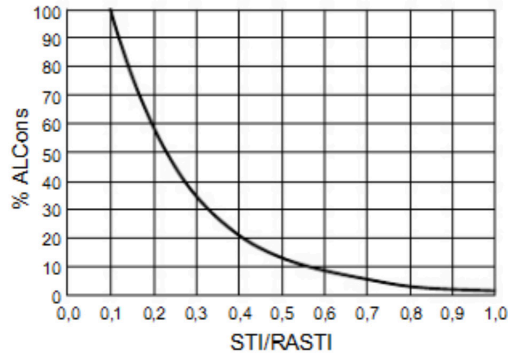
$Q$  = Factor de directividad de la fuente sonora en la dirección considerada ( $Q=2$  en el caso de voz humana, considerando la dirección frontal del orador)

$R$  = Constante de la sala ( $m^2$ ), con

$r$  = Distancia del punto considerado a la fuente sonora (m).

- Relación del % ALCons con STI

Figura 1: Obtención de la inteligibilidad de la palabra: %ALCons y STI/RASTI



### 3.2 Evaluación prestacional dinámica

Para edificios de alta complejidad utilizar para la obtención de la inteligibilidad algún modelo acústico recomendado en la literatura, como el programa AURA.

## Apéndice 9: Demanda y Consumo de energía

### 1. Generalidades

La evaluación de la disminución de la demanda energética de un edificio dependerá de la posibilidad de comparar dicha demanda con una demanda de referencia. Éste último se establece como un valor límite, ya que representa la situación normal o esperable de un edificio tipo. Llamaremos a esta referencia **Comportamiento Energético de Referencia o CEr**.

Según la norma europea EN 15217<sup>43</sup>, el CEr (o EPr en inglés) corresponde al comportamiento energético alcanzado por el 50% de la edificación existente<sup>44</sup>. Alternativamente, cuando la comparación con otros edificios existentes no es posible, se puede utilizar un edificio de referencia, generado en base a las condiciones de ubicación, uso y forma del mismo edificio en evaluación, utilizando un conjunto de condiciones de referencia para transmitancia térmica, factor solar modificado, sistemas de control y eficiencia de los equipos. A este procedimiento se le llama **aproximación mediante Edificio de Referencia o Nocional**, y será el método utilizado para la evaluación de tipo prestacional de este método de certificación.

La aproximación utilizada permite prescindir de una base de datos del comportamiento energético de edificios existentes y un análisis estadístico de la misma, o modelamientos para estimar dicho comportamiento. A su vez, es posible neutralizar el impacto de parámetros de uso de los edificios, enfocándose en el efecto concreto de medidas de eficiencia energética determinadas por la arquitectura del edificio y los sistemas activos del mismo. Posibles desventajas de esta aproximación es que no se "*premian*" adecuadamente aspectos como un diseño compacto y la orientación del edificio, y que no reflejaría las mejoras en el *stock* de edificios existentes en la medida que se incorporan a él edificios de mayor eficiencia.

#### 1.1 Objetivo y el alcance de la evaluación prestacional

La metodología de evaluación prestacional de la Demanda de Energía y del Consumo de Energía, y los procedimientos que la componen, tienen como objetivo poder cuantificar la reducción o aumento, bajo ciertas condiciones de uso, de tres aspectos:

- La demanda energética para calefacción, enfriamiento e iluminación, debido a las características arquitectónicas y constructivas del edificio.
- El consumo final de energía del edificio, debido a las características de los equipos.

Puede ser utilizada para evaluar el comportamiento de un edificio en etapa de diseño, así como el de un edificio existente. Al edificio evaluado llamaremos edificio proyectado o "edificio objeto", el que se comparará a un "edificio de referencia".

Este tipo de evaluación se realiza mediante programas informáticos especializados revisar apéndice 14.

Adicionalmente, cabe señalar los siguientes alcances de este tipo de evaluación:

- La evaluación prestacional NO ofrece una alternativa al cumplimiento de los requisitos obligatorios del método de certificación.
- La evaluación prestacional NO es en ningún caso predictiva del comportamiento del edificio durante su etapa de operación.

<sup>43</sup> Energy Performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of building

<sup>44</sup> Se encuentra en desarrollo la norma ISO/DIS 16343 que se basará en la norma EN 15217. En el desarrollo de la ISO/DIS 16343 participa el INN a través de un "Comité Espejo Nacional".



## 1.2 Cuando utilizar la evaluación prestacional

Para efectos de este sistema de certificación, la evaluación prestacional de Demanda de Energía deberá utilizarse en los edificios que tengan al menos una de las siguientes características:

- **Tamaño:** Posee una superficie construida menor o igual a 700 m<sup>2</sup>, excluidos subterráneos y estacionamientos
- **Operación:** Funciona bajo un régimen de operación no continuo (ver horarios de referencia en el Apéndice 1)
- **Acristalamiento y Radiación Solar:** Posee un porcentaje de ventana igual o menor a 40% considerando todas las fachadas del edificio, siendo dicho porcentaje en fachadas E y O no superior al porcentaje en fachada N, NE y NO. Posee un porcentaje de acristalamiento de la cubierta del edificio igual o menor a 5%, excluyendo aleros.
- **Cargas Internas:** Poseen cargas internas menores o iguales a 40 W/m<sup>2</sup> por ocupación, iluminación y equipos, considerando todos los recintos del edificio. Ver Apéndice 1.

La evaluación prestacional de Consumo de Energía podrá utilizarse cuando la Demanda de Energía también se evalúe en forma prestacional.

Las restricciones para realizar la evaluación prestacional se definen en las secciones 3 y 4 de este apéndice.

## 1.3 Evaluación de edificios nuevos, existentes, y de interés patrimonial cultural

Los requerimientos y procedimientos aplicarán tanto a edificios nuevos como existentes. Para edificaciones declaradas por la autoridad pertinente como de interés patrimonial cultural, tales como Monumentos Nacionales, inmuebles de conservación histórica y edificios pertenecientes a zonas típicas<sup>45</sup>, los requerimientos podrán ajustarse al "potencial de mejora" de cada edificio. El cliente deberá justificar lo anterior en función de requerimientos o restricciones de carácter constructivo o normativo que dificulten, por ejemplo, la incorporación de algún tipo de material o cambio de diseño. De no existir dicha justificación, los requerimientos serán los mismos que para toda edificación.

## 2. Requerimientos generales

### 2.1 Programas informáticos y sus características mínimas

Para la evaluación prestacional dinámica se deberá utilizar un programa de simulación especializado, el cual deberá ser de base computacional y que permita analizar la demanda y consumo de energía del edificio. Deberá permitir modelar, como mínimo, lo siguiente:

- Todas las horas del año (8760 horas)
- Variaciones horarias en ocupación, iluminación, equipos misceláneos, seteo de termostatos, operación del sistema de climatización y agua caliente sanitaria, definidos separadamente para cada día de la semana.
- Efecto de la inercia térmica
- Al menos diez zonas térmicas
- Curvas de comportamiento a carga parcial para equipos mecánicos
- Curvas de corrección de la eficiencia y capacidad para equipos mecánicos de climatización

En la actualidad, existen programas informáticos que cumplen con estas condiciones, tales como TAS, DesignBuilder, EnergyPlus, BLAST, DOE-2, Trnsys, IES, eQUEST, entre otros. Para una lista extensiva de programas, ver [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/)

### 2.2 Archivo climático

La simulación se realizará utilizando archivos climáticos con valores horarios del clima, para la localidad en que se emplaza el edificio.

<sup>45</sup> Definición según Artículo 2.1.38 de la OGUC

En la página web de CES se encuentran disponibles archivos climáticos para algunas ciudades de Chile. En caso de localidades que no poseen un archivo climático, o que posean más de uno, el profesional a cargo de la simulación deberá seleccionar y justificar el uso de un archivo climático que mejor represente la localidad de emplazamiento del edificio.

### 2.3 Procedimiento de evaluación

El equipo de proyecto entregará toda la información necesaria para que la Entidad Evaluadora realice la verificación de los modelamientos y simulaciones.

El proceso de modelamiento y simulación deberá ser documentado incluyendo la información de entrada (*inputs*) y de salida (*outputs*) de la simulación, así como fichas técnicas de los materiales de la envolvente, equipos y sistemas de climatización, como se detalla a continuación:

- Valores calculados de demanda de energía en climatización e iluminación del edificio objeto y el edificio de referencia.
- Valores calculados de consumo de energía del edificio objeto y el edificio de referencia.
- Lista de las características del diseño arquitectónico y de las instalaciones que expliquen el comportamiento energético del edificio objeto, y que difieren de las características del edificio de referencia.
- Reporte de *inputs* y *outputs* del programa de simulación, incluyendo un desglose de la demanda de energía para climatización, refrigeración e iluminación; cargas internas por ocupación, iluminación y equipos; pérdidas y ganancias por la envolvente y ventilación.
- Horas de confort anuales
- Tasas de ventilación e infiltración
- Características y rendimientos de los equipos de climatización y ACS
- Detalles del archivo de clima utilizado

En caso de que la evaluación por programa de simulación no esté visada por un profesional inscrito en el registro de Asesores CES, se deberá entregar el modelo completo para que la Entidad Evaluadora realice la verificación.

Independientemente si el profesional responsable se encuentra inscrito en el registro de Asesores CES, la Entidad Evaluadora podrá solicitar el modelo completo si surgen dudas en la revisión de los reportes de *inputs* y *outputs* del programa de simulación.

### 2.4 Métodos para casos particulares

En el caso que existan aspectos de diseño o sistemas que no pueden ser adecuadamente modelados por un programa de simulación, la entidad evaluadora podrá autorizar el uso de un método alternativo, justificándose con información teórica y/o empírica que lo respalde.

### 2.5 Evaluación de la Demanda y del Consumo de energía

Para efectos de este método, se ha separado la evaluación de la Demanda de Energía de la evaluación de Consumo de Energía, con el objetivo de incentivar las “*estrategias pasivas*” del diseño arquitectónico por sobre las “*estrategias activas*” de las instalaciones. De lo anterior no se debe entender en ningún caso que las estrategias activas no son necesarias; al contrario, son fundamentales para el correcto funcionamiento del edificio y la adecuada entrega de sus prestaciones, por ejemplo de calidad del ambiente interior.

Los requerimientos de **Demanda de Energía** tienen como objetivo verificar una disminución de la demanda de energía para calefacción y enfriamiento de los recintos interiores del edificio analizado.

Por otra parte, los requerimientos de **Consumo de Energía** consideran la evaluación de los consumos de energía en iluminación artificial interior y exterior, calefacción, enfriamiento, ventilación, agua caliente sanitaria, y otros consumos (computadores y otros artefactos, sistemas de transporte, bombas, y en general todos los consumos finales del edificio). Asimismo, considera la reducción del consumo de energía mediante el aporte de energía renovables no convencionales

En general, la estructura de variables asociadas a Consumo de Energía está pensada para abordar los principales consumos finales en forma prestacional. Bajo esta opción se deberá verificar una disminución en el indicador de consumo de energía del edificio analizado, incluyendo todos los consumos de todos los usos finales del edificio. Para esta opción, el cálculo considerará las mismas características arquitectónicas (transmitancia térmica, factor solar modificado, orientación y tamaño de ventanas) tanto para el edificio objeto como el de referencia. -

En resumen, la evaluación de la reducción de **Demanda de Energía** y de **Consumo de Energía** requiere una combinación de las características arquitectónicas y de las instalaciones, tanto del edificio objeto o propuesto, como de un edificio de referencia, generando así distintos modelos de dónde obtener los indicadores, tal como se indica en la siguiente tabla.

| Características de las instalaciones |                             |                                |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Características arquitectónicas      | Sistemas activos propuestos | Sistemas activos de referencia |
| Edificio objeto o propuesto          | Modelo 1                    | Modelo 3                       |
| Edificio de referencia               | Modelo 2                    | Modelo 4                       |

De cada modelo pueden obtenerse indicadores de demanda de energía y consumo de energía (cuando se utiliza un programa informático especializado). Luego, para cumplir con los requerimientos se deberán realizar las siguientes comparaciones:

- La reducción en la Demanda de Energía se realizará comparando los **indicadores de demanda** de los modelos 1 y 2.
- La reducción en el Consumo de Energía se realizará comparando los **indicadores de consumo** de los modelos 1 y 3.

### 3. Requerimientos del modelo para el edificio objeto y el edificio de referencia, para evaluación prestacional de Demanda de Energía.

La estimación de la Demanda de Energía se realizará en base a la simulación del comportamiento del edificio, utilizando un programa informático especializado.

La evaluación prestacional dinámica mediante programa informático especializado, deberá utilizarse siempre que el edificio posea al menos una de las siguientes características:

- Superficie mayor a 700 m<sup>2</sup>
- Funciona bajo un régimen de operación continuo tipo 24/7
- Posee elementos arquitectónicos tales como atrios de doble o más altura, y otros elementos que requieran de un análisis que considere convección de aire.
- Posee sistema de control de iluminación de presencia y/o de luz día.
- Posee un porcentaje de acristalamiento de la cubierta del edificio mayor a 5%, excluyendo aleros.

Sin perjuicio de lo anterior, se podrá utilizar la evaluación prestacional dinámica para cualquier tipo de edificio si el cliente así lo considera pertinente.

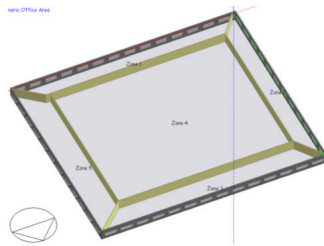
Los siguientes requerimientos aplicarán como evaluación prestacional dinámica con programa especializado, salvo donde se indique lo contrario.

### 3.1 Clasificación de espacios

|                  |                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Edif. Objeto     | La clasificación de los espacios será según lo definido en el Apéndice 1 |
| Edif. referencia |                                                                          |

### 3.2 Zonas o “Bloques” térmicos

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Edif. Objeto     | <p>Sin proyecto de climatización: Los “bloques térmicos” serán definidos agrupando recintos que tengan mismo uso, tasas de ocupación, niveles de iluminación, termostato y cargas internas. En caso de no tener información suficiente para definir estos aspectos, se utilizarán los definidos en el Apéndice 1.</p> <p>Junto con lo anterior, se diferenciarán los “bloques térmicos” por orientación y zonas perimetrales e interiores:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Se deben considerar “bloques térmicos” diferentes por cada orientación de un recinto adyacente a una fachada con acristalamiento. Se considerará como un cambio de orientación cuando el ángulo interior entre fachada sea mayor a 45°</li><li>Se debe tomar como límite perimetral una distancia de 5 metros en perpendicular desde la fachada del edificio, si es una planta libre se deberá modelar con muros o particiones virtuales.</li></ul>                                                                                                                                                                     |
| Edif. Referencia | <p>Con proyecto de climatización: Se utilizarán los “bloques térmicos” definidos en el proyecto de climatización, pudiéndose agrupar los bloques que:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Operan bajo un mismo sistema de climatización o un mismo tipo de sistema de climatización.</li><li>Los recintos servidos por el sistema tiene la misma clasificación de uso.</li><li>Teniendo fachadas acristaladas, éstas poseen la misma orientación. Se considerará como un cambio de orientación cuando el ángulo interior entre fachada sea mayor a 45°</li></ul> <p>Tanto para edificios con o sin proyecto de climatización, se modelará un sistema de climatización de modo de obtener el indicador de demanda de energía. Se recomienda que se utiliza por defecto el sistema de climatización definido como “referencia” en la sección 4.1 del presente apéndice.</p> <p>Para todo edificio de más de una planta, se diferenciará los modelamientos en al menos la planta en contacto con el terreno, planta con cubierta, y otras plantas tipo a las cuales podrá aplicarse un multiplicador.</p> |



### 3.3 Horarios, cargas internas, termostatos, tasas de ocupación y tasas de ventilación e infiltración

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Edif. Objeto</b>     | <p>Horario, cargas internas y tasa de ocupación: El edificio objeto a simular deberá reflejar las características del uso del edificio proyectado. En caso de no tener información suficiente para definir estos aspectos, se utilizarán los definidos en el Apéndice 1.</p> <p>Las cargas internas incluirán la influencia del proyecto de iluminación artificial en base a su potencia instalada. Estas cargas podrán reducirse por el efecto de los sistemas de control: programable con control horario, de presencia y balance automático luz día.</p> <p>Termostatos: En el caso de edificios con proyecto de climatización, los valores a utilizar deberán ser consistentes con los definidos en el proyecto de climatización y los declarados en el cumplimiento del requisito obligatorio. Los valores deberán ser obtenidos de documentos de referencia tales como RITCH, CEN Standard EN 15251, ASHRAE standard 55 (2010), o justificados por el especialista responsable. En última instancia, se podrá utilizar por defecto el rango de temperatura operativa de 20 a 25 °C</p> <p>En el caso de edificios sin proyecto de climatización, el rango de confort será fijado según Ashrae 55 opción de confort adaptativo, o según Szokolay.</p> <p>Tasas de ventilación natural: Se considerarán los caudales mínimos calculados según metodología del Apéndice 4: Calidad del aire. Ventilación natural, o alternatively los caudales mínimos señalados en el Apéndice 5: Calidad del aire. Ventilación mecánica.</p> <p>Tasas de ventilación mecánica o ventilación mixta: Serán los definidos por el proyecto de ventilación, el cual deberá cumplir con los mínimos establecidos en los requerimientos de calidad del aire.</p> <p>Tasas de infiltración: equivalente a 10 RAH a n50 de presión, o 0.5 RAH en condición normal. El equipo de proyecto podrá utilizar una tasa de infiltración diferente, utilizando para ello programa especializado que permita establecer la infiltración del edificio considerando ubicación, orientación, material de la envolvente y tipo de carpinterías, o bien mediante ensayo tipo <i>blower door</i> en edificios ya construidos. En caso de utilizar una tasa de infiltración diferente a las tasas por defecto, los valores deberán ser consistentes con los declarados para el cumplimiento del requerimiento hermeticidad de la envolvente.</p> |
| <b>Edif. referencia</b> | <p>Serán iguales a los del edificio objeto. La tasa de infiltración será equivalente a 10 RAH a n50 o 0.5 RAH en condición normal.</p> <p>Las tasas de ventilación natural o mecánica deberán ser las mismas modelas del edificio objeto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

### 3.4 Diseño del edificio

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Edif. Objeto</b>     | <p>El edificio objeto a simular deberá reflejar las características del edificio proyectado definidas en los documentos del proyecto, en cuanto su tamaño, forma y orientación.</p> <p>Deberán incluirse los elementos de control solar, salvo aquellos operados manualmente.</p>                                                                                                                                                    |
| <b>Edif. Referencia</b> | <p><b>Los resultados del edificio de referencia se obtendrán ponderando los resultados de cuatro simulaciones, la primera en la orientación del proyecto y las otras tres rotando el edificio 90°, 180° y 270° cada vez.</b></p> <p>No se incluirán elementos de control solar y las hojas de ventanas se considerarán en el mismo plomo de la cara exterior del muro. El factor de sombra (FS) del vano o ventana será de 0.87.</p> |

### 3.5 Envolvente térmica

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Edif. Objeto</b> | <p>El edificio objeto a simular deberá reflejar las dimensiones y características de la envolvente térmica del edificio proyectado definidas en los documentos del proyecto, en cuanto:</p> <p>Elementos opacos: Transmitancia térmica y posición (interior, exterior, o ambas) del material con propiedades de aislación térmica, si lo hubiese.</p> <p>En el caso de la transmitancia de pisos en contacto con el terreno, para efectos de modelamiento se utilizará la metodología de la norma ISO 6946:2007 "Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo". Alternativamente podrá usarse la ecuación (5) descrita en la NCh853 para elementos horizontales con flujo descendente, sin considerar la resistencia térmica de la superficie exterior.</p> <p>Elementos traslúcidos: Transmitancia térmica, factor de sombra de la parte semitransparente () y coeficiente de transmitancia luz visible (TLV)</p> <p>Porcentaje de acristalamiento o Factor vano a muro (FVM)</p> <p>Distribución de elementos traslúcidos, incluido lucernarios.</p> <p>Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30 o 0.45. Este último valor se podrá utilizar cuando la reflectancia del material de cubierta es mayor a 0.70 y su emitancia mayor a 0.75, o bien cuando su SRI es 82 como mínimo. Los valores deberán haberse obtenido en base a tests según los estándares ASTM respectivos.</p> |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

La envolvente térmica del edificio de referencia deberá tener las mismas dimensiones que las del edificio objeto.

Transmitancia térmica (U): Será la definida en función de la transmitancia térmica (U) mínima exigida en el requerimiento obligatorio 5R opción 2, tabla 4.1, en función de la zona climática del proyecto.

En el caso de pisos en contacto con el terreno, y para efectos de los modelamientos, se utilizará un U de 3,85 W/m²K, equivalente a radier de H.A.-10cm., calculando según norma ISO 6946:2007.

Factor de sombra y TLV: Se considerarán características tipo en función de la transmitancia térmica (U) mínima requerida el requisito obligatorio 5R, en base a vidrio claro:

| Edif. Referencia | Transmitancia térmica (U –W/m²K) | Factor solar de la parte semitransparente () | Transmitancia de luz visible (TLV) |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
|                  | 5,7                              | 0.87                                         | 87%                                |
|                  | 3,6                              | 0.77                                         | 79%                                |
|                  | 3                                | 0.77                                         | 79%                                |
|                  | 2,4                              | 0.65                                         | 77%                                |

FVM: tendrá el mismo porcentaje que el edificio objeto, hasta un máximo de un 40% de superficie de ventana calculado en cada orientación. En caso de superarse este 40%, se deberá fijar el caso de referencia en este valor. Se incluyen todo tipo de edificios con excepción de salas de clase en establecimientos de educación básica y media, dónde se utilizará el mínimo definido en el artículo 4.5.5 de la OGUC.

Distribución de elementos translucidos: será igual que en el diseño objeto o un 40% de FVM, utilizando el factor que sea menor, y se distribuirá en cada cara del edificio en las mismas proporciones que en el diseño objeto. (Según ASHRAE 90.1)

Lucernarios: Similar al edificio objeto, con un máximo de 5% de la superficie construida de cubierta, sin considerar aleros.

Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

### 3.6 Entorno del edificio

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Edif. Objeto     | El modelo deberá reflejar las características del entorno del edificio, en cuanto obstáculos que influyen en la incidencia de la radiación solar directa en el edificio objeto. Estos obstáculos deberán ser considerados en el cálculo si afectan el factor solar modificado de las ventanas en más de un 5%. |
| Edif. Referencia | En el caso de evaluación prestacional por cálculo de dinámico utilizando programa informático especializado, se deberá modelar el entorno del edificio.                                                                                                                                                        |



4. Requerimientos del modelo para el edificio objeto y el edificio de referencia, para evaluación prestacional de consumo de energía.

Para la estimación de los consumos de energía de cada uno de los usos finales, se utilizará la siguiente metodología de cálculo prestacional dinámica, en base a la simulación del comportamiento energético global del edificio.

Tanto para calcular los consumos de los sistemas de referencia como de los sistemas objeto o propuestos, se realizará sobre el modelo que incluya las características de transmitancia térmica, factor solar modificado, orientación y tamaño de ventanas, y en general, todas las características definidas en las secciones 3.1 a 3.5 para el edificio objeto.

A continuación se detallan consideraciones específicas para la simulación o cálculo de los distintos usos finales del edificio.

4.1 Calefacción y enfriamiento

Tanto para el sistema de referencia como el sistema objeto se trabajará con la misma demanda en climatización, obtenida en base al edificio objeto, diferenciándose en lo siguiente:

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema Objeto o propuesto | El sistema objeto a simular deberá reflejar las características del sistema proyectado definidas en los documentos de la especialidad, en cuanto potencia, rendimiento, sistema de distribución, etc. Deberán considerarse los elementos de control, incluidos elementos de control solar automatizados, tales como persianas exteriores automáticas.                                                                                                         |
|                            | Se entenderá que un edificio siempre requerirá de un sistema de climatización, salvo que demuestre que el edificio no requiere climatización, según lo definido en la variable <b>confort térmico pasivo</b> .                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sistema de referencia      | Calefacción: Habrá tres distintos tipos de generación de calor, dependiendo del sistema utilizado en el edificio objeto o propuesto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                            | En base a efecto joule (resistencia eléctrica). El sistema de calefacción será mediante una resistencia eléctrica siempre que sea un sistema de calefacción eléctrica el sistema de climatización propuesto (radiadores eléctricos, paneles convectivos, entre otros).                                                                                                                                                                                        |
|                            | <ul style="list-style-type: none"><li>En base calderas no eléctricas, el sistema de calefacción propuesto es mediante una caldera no eléctrica (pellet, gas, petróleo, entre otros), se considerar calderas con rendimiento nominal del 85% y rendimiento estacionario anual de 55%.</li><li>En base Bomba de calor, El sistema de calefacción objeto es mediante una bomba de calor, se considerará una bomba de calor con un COP de 2,8 no minal.</li></ul> |
|                            | Bombas re-circuladoras de agua caliente: Las potencias de las bombas serán de 301 kW/100l/s con un flujo continuo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                            | Enfriamiento: Sistema en base a Unidad Manejadoras de Aire por cada bloque térmico, con condensador o "Chiller" enfriado por aire, con un COP de 2,8 nominal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                            | Bombas Re-circuladoras de agua fría: Las potencias de las bombas será de 349 kW/100 L/s.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                            | Las capacidades de los equipos tendrán un sobre dimensionamiento de un 15% para refrigeraciones y un 1,25% para calefacción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                            | Las horas no cubiertas en el confort térmico, no excederá las 300 horas (8.760 horas de simulación) y la diferencia de horas no cubiertas con el edificio objeto no será mayor a 50.                                                                                                                                                                                                                                                                          |



Tabla Rendimientos estacionarios tipo de distintos equipos

| Tipo de sistema de calefacción                     | Rendimiento estacionario anual tipo |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Caldera estándar (encendido por piloto)            | 55 a 65                             |
| Caldera de eficiencia media (encendido por chispa) | 65 a 75                             |
| Caldera de condensación o alta eficiencia          | 95 a 98                             |
| Caldera Petróleo                                   | 77 a 81                             |
| Caldera a Leña                                     | 54 a 63                             |
| Caldera a Pellet                                   | 63 a 81                             |
| Resistencia eléctrica                              | 100                                 |
| Bomba calor agua - agua                            | 450 a 550                           |
| Bomba calor aire - agua                            | 240 a 310                           |
| Tipo de sistema de refrigeración                   | Rendimiento estacionario anual tipo |
| Compresor – centrífugo                             | 5 a 6,7                             |
| Compresor – alternativo                            | 3,8 a 4,6                           |
| Compresor de tornillo                              | 4,1 a 5,6                           |
| Compresor - scroll                                 | 4,6 a 7                             |
| Bomba de calor - gas                               | 1,1                                 |
| Bomba de calor - aire                              | 1,3 a 2                             |
| Bomba de calor - agua                              | 3 a 3,5                             |
| Absorción – un efecto                              | 0,65 a 0,7                          |
| Absorption – dos efectos                           | 1,2                                 |
| Por corriente de vapor                             | 0,2 a 0,3                           |

Fuente: Elaboración propia en base a RET Screen

4.2 Agua Caliente Sanitaria

Se utilizará la demanda calculada del edificio, según el Apéndice “Determinación de la demanda de Agua Caliente Sanitaria”, tanto para el sistema de ACS de referencia como el sistema objeto o proyectado, diferenciándose en lo siguiente:

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema objeto o propuesto | El sistema objeto a simular deberá reflejar las características del sistema proyectado definidas en los documentos de la especialidad, en cuanto potencia, rendimiento, sistema de distribución, etc. Deberán incluirse los elementos de control. |
| Sistema de referencia      | Se considerará en base a caldera con rendimiento nominal de 85% y bombas recirculadoras de agua caliente: Las potencias de las bombas serán de 301 kW/100l/s con un flujo continuo.<br><br>No se considerarán elementos de control                |

4.3 Ventilación mecánica

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sistema “Objeto” o propuesto</b> | <p>Se utilizarán los caudales de aire fresco definidos en los documentos de la especialidad, los que en ningún caso podrán ser menores a lo definido en el requerimiento de ventilación mecánica</p> <p>El sistema objeto o propuesto a simular deberá reflejar las características del sistema proyectado definidas en los documentos de la especialidad. Deberán incluirse los elementos de control.</p> |
| <b>Sistema de referencia</b>        | <p>Se considerará un sistema en base a Unidad Manejadoras de Aire con inyección de aire en cada recinto regularmente ocupado, y extractores en baños y cocinas. Se utilizará una potencia de ventiladores en base a la tabla 29, según sus caudales de diseño.</p> <p>No se considerarán elementos de control.</p>                                                                                         |

Se considerará tanto el caudal total de aire fresco a ingresar  $V_{bz}$ , como el caudal de extracción  $V_{ex}$ . En el caso de evaluación, para definir la Potencia (kW), se utilizarán las ecuaciones señaladas en la siguiente tabla.

Tabla Potencia de ventiladores y extractores en función de su caudal de diseño

| Tipo              | Caudal                                  | Potencia (kW)                                         |
|-------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Ventilador</b> | $V_{bz} \leq 2500 \text{ m}^3/\text{h}$ | $(0,00000006 * V_{bz})^2 + 0,00006 * V_{bz} + 0,0014$ |
|                   | $V_{bz} > 2500 \text{ m}^3/\text{h}$    | $0,0005 * V_{bz} - 0,67$                              |
| <b>Extractor</b>  | $V_{ex} \leq 800 \text{ m}^3/\text{h}$  | $(0,0005 * (-0,001 * V_{ex}) * V_{ex})^2$             |
|                   | $V_{ex} > 800 \text{ m}^3/\text{h}$     | $0,0005 * V_{ex} - 0,22$                              |

Fuente: Elaboración propia en base a análisis de regresión

La siguiente tabla muestra algunos valores tipo definidos según las ecuaciones de la Tabla 29

| <b>Ventilador</b>  |                      | <b>Extractor</b>   |                      |
|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Caudal m³/h</b> | <b>Potencia (kW)</b> | <b>Caudal m³/h</b> | <b>Potencia (kW)</b> |
| 500                | 0,045                | 500                | 0,150                |
| 1000               | 0,120                | 1000               | 0,280                |
| 1500               | 0,225                | 1500               | 0,530                |
| 2000               | 0,360                | 2000               | 0,780                |
| 2500               | 0,555                | 2500               | 1,030                |
| 3000               | 0,805                | 3000               | 1,280                |
| 3500               | 1,055                | 3500               | 1,530                |
| 4000               | 1,305                | 4000               | 1,780                |
| 4500               | 1,555                | 4500               | 2,030                |
| 5000               | 1,805                | 5000               | 2,280                |

4.4 Iluminación

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | <p>El sistema objeto a simular deberá reflejar las características del sistema proyectado definidas en los documentos de la especialidad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Sistema objeto o propuesto</b> | <p>Se evaluarán, como mínimo, todos los recintos que posean iluminación activa en el edificio (más de una hora de encendido diario) sin descartar estacionamiento ni espacios de circulación.</p> <p>La reducción de la potencia instalada por efecto del sistema de control, tales como control integrado programable, control de presencia y balance automático luz día, deberá cumplir con lo señalado en el Apéndice 13: Iluminación artificial, sección 4.</p> |
| <b>Sistema de referencia</b>      | <p>Se considerará la potencia instalada según lo definido en el Apéndice 13 No se considerarán sistemas de control.</p> <p>Se evaluarán, como mínimo, todos los recintos que posean iluminación activa en el edificio (más de una hora de encendido diario) sin descartar estacionamiento ni espacios de circulación.</p>                                                                                                                                           |

## 4.5 Otros Consumos

Se utilizarán dos métodos para obtener el consumo de equipos de fuerza:

**Opción 1:** cálculo simplificado en base a:

### Sistema objeto o propuesto

OC:  $C \cdot 0.33$

Dónde,

OC: Consumo por artefactos y otros usos

C: Suma de los consumos por Calefacción, Refrigeración, ACS, Ventilación e Iluminación.

Es decir, este uso final deberá representar, por defecto, un 25% del consumo energético total del edificio.

**Opción 2:** Estimación de consumo eléctrico por artefactos y otros usos.

Se puede tomar como referencia la tabla G-B "Densidad de potencia aceptable" de la 90.1 User's Manual, la cual se visualiza a continuación:

### Sistema de referencia

| Tipo de Uso           | Densidad de Potencia W/m <sup>2</sup> |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Auditorio             | 2,7                                   |
| Salud / institucional | 10,8                                  |
| Hotel / Motel         | 2,7                                   |
| Manufactura ligera    | 2,2                                   |
| Oficina               | 8,1                                   |
| Restaurante           | 1,1                                   |
| Comercio              | 2,7                                   |
| Educacional           | 6,5                                   |
| Bodega de deposito    | 1,1                                   |

## 4.6 Energía Renovable No Convencional (ERNC)

### Sistema "Objeto" o propuesto

El sistema objeto a simular o calcular deberá reflejar las características del sistema proyectado definidas en los documentos de la especialidad. La simulación o cálculo deberá ser realizado utilizando programas informáticos especializados.

### Sistema de referencia

No se considerará el uso de sistemas de ERNC

5. Recomendaciones para la eficiencia de los ventiladores

Se recomienda que el sistema de ventilación mecánica cumpla con eficiencias mínimas para motores eléctricos. Este requerimiento se basa en lo establecido en el estándar ASHRAE 90.1-2007 sección 10 Other Equipment.

Estos requerimientos de eficiencia se aplican para todos los motores trifásicos cuya potencia eléctrica se encuentre entre 1 Hp y 200 Hp. Se excluyen de este requerimiento los motores con las siguientes características:

- 1. Motores que funcionen menos de 500 hrs por año.
- 2. Motores eléctricos que se encuentren fuera del rango de potencia 1 Hp y 200 Hp.
- 3. Motores monofásicos.
- 4. Motores con múltiples velocidades y motores que posean variadores de frecuencia.
- 5. Bombas con motores incluidos (Motobombas).
- 6. Motores herméticos sin ventilación.
- 7. Motores herméticos con ventilación externa.
- 8. Motores con motoreductor integrado.

Los motores no excluidos deben cumplir con el nivel de eficiencia IE2 (high efficiency) según lo establecido en el estándar IEC 60034-30 (2008).

Tabla Porcentajes de eficiencia para motores de frecuencia 50 Hz, los cuales son aplicables en Chile.

| IE2 – Alta eficiencia (%) |         |         |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| kW                        | 2 polos | 4 polos | 6 polos |
| 0,75                      | 77,4    | 79,6    | 75,9    |
| 1,1                       | 79,6    | 81,4    | 78,1    |
| 1,5                       | 81,3    | 82,8    | 79,8    |
| 2,2                       | 83,2    | 84,3    | 81,8    |
| 3                         | 84,6    | 85,5    | 83,3    |
| 4                         | 85,8    | 86,6    | 84,6    |
| 5,5                       | 87,0    | 87,7    | 86,0    |
| 7,5                       | 88,1    | 88,7    | 87,2    |
| 11                        | 89,4    | 89,8    | 88,7    |
| 15                        | 90,3    | 90,6    | 89,7    |
| 18,5                      | 90,9    | 91,2    | 90,4    |
| 22                        | 91,3    | 91,6    | 90,9    |
| 30                        | 92,0    | 92,3    | 91,7    |
| 37                        | 92,5    | 92,7    | 92,2    |
| 45                        | 92,9    | 93,1    | 92,7    |
| 55                        | 93,2    | 93,5    | 93,1    |
| 75                        | 93,8    | 94,0    | 93,7    |
| 90                        | 94,1    | 94,2    | 94,0    |
| 110                       | 94,3    | 94,5    | 94,3    |
| 132                       | 94,6    | 94,7    | 94,6    |
| 160                       | 94,8    | 94,9    | 94,8    |

Fuente: IEC 60034-30 (2008).

## 6. Recomendaciones de aislación térmica en distribución de calor y frío

Sin perjuicio de los requerimientos mínimos de aislación térmica para la distribución de calor y frío señalados en el requisito 16R, se recomienda aumentar los niveles de aislación en base a las siguientes tablas.

### Cañerías y accesorios para climatización

| Espesor aislación térmica – conducción líquido caliente |                           |          |           |           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------|----------|-----------|-----------|
| Diámetro exterior cañería (pulgadas)                    | Temperatura del fluido °C |          |           |           |
|                                                         | 40 a 65                   | 65 a 100 | 101 a 150 | 151 a 200 |
| $D < 1 \frac{1}{4}$                                     | 20                        | 20       | 30        | 40        |
| $1 \frac{1}{4} < D < 2$                                 | 20                        | 30       | 40        | 40        |
| $2 < D < 3$                                             | 30                        | 30       | 40        | 50        |
| $3 < D < 5$                                             | 30                        | 40       | 50        | 50        |
| $5 < D$                                                 | 30                        | 40       | 50        | 60        |
| Espesor aislación térmica – conducción líquido frío     |                           |          |           |           |
| Diámetro exterior cañería (pulgadas)                    | Temperatura del fluido °C |          |           |           |
|                                                         | -20 a -10                 | -9,9 a 0 | 0,1 a 10  | >10       |
| $D < 1 \frac{1}{4}$                                     | 40                        | 30       | 20        | 20        |
| $1 \frac{1}{4} < D < 2$                                 | 50                        | 40       | 30        | 20        |
| $2 < D < 3$                                             | 50                        | 40       | 30        | 30        |
| $3 < D < 5$                                             | 60                        | 50       | 40        | 30        |
| $5 < D$                                                 | 60                        | 50       | 40        | 30        |

### Cañerías y accesorios para ACS (NCh 3287:2013)

| Espesor mínimo de aislación térmica | Diámetro exterior (mm) |                    |                    |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
|                                     | PP y PEX               | Cobre              | Acero Carbono (Fe) |
| 10                                  | $\leq 20$              | $\leq 22$          | $\leq 28$          |
| 13                                  | $> 20$ a $\leq 40$     | $> 22$ a $\leq 35$ | $> 28$ a $\leq 42$ |
| 20                                  | $> 40$ a $\leq 50$     | $> 35$ a $\leq 54$ | $> 42$ a $\leq 60$ |
| 25                                  | $> 50$ a $\leq 75$     | $> 54$ a $\leq 76$ | $> 60$ a $\leq 89$ |
| 30                                  | $> 75$                 | $> 76$             | $> 89$             |

### Conductos y accesorios (espesor en mm y conductividad térmica $\lambda = 0,04 \text{ W//m}^{\circ}\text{K}$ )

| Climatización por aire | Aislación térmica en conductos de inyección       |             |                                       |             |
|------------------------|---------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|                        | Por interior no climatizado (se excluyen plenums) |             | Por exterior de la envolvente térmica |             |
|                        | SI, SE, An                                        | Otras zonas | SI, SE, An                            | Otras zonas |
| Calefacción            | 20                                                | 20          | 30                                    | 30          |
| Refrigeración          | 30                                                | 30          | 40                                    | 40          |

## Apéndice 10: Demanda de Agua Caliente Sanitaria

Para el cálculo de la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS), se utilizan los siguientes consumos unitarios, considerados a una temperatura  $T_u$  de 45°C.

| Tipo de Recinto                          | Consumo unitario (litros/pers.día) <sup>a</sup> | Nº personas por plaza (p) |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Hospitales y clínicas                    | 80                                              | 1                         |
| Ambulatorio y centro de salud            | 60                                              | 1                         |
| Hotel (5 estrellas)                      | 100                                             | 1                         |
| Hotel (4 estrellas)                      | 80                                              | 1                         |
| Hotel (3 estrellas)/Apart hotel          | 60                                              | 1                         |
| Hotel/Hostal/Apart hotel                 | 50                                              | 1                         |
| Hostal/Pensión/Apart hotel               | 40                                              | 1                         |
| Camping/campamentos                      | 30                                              | 1                         |
| Residencia (ancianos, estudiantes, etc.) | 60                                              | 1                         |
| Centro penitenciario                     | 40                                              | 1                         |
| Albergue                                 | 35                                              | 1                         |
| Vestuarios /Duchas colectivas            | 30                                              | 3                         |
| Escuela sin duchas                       | 6                                               | 0,5                       |
| Escuela con duchas                       | 30                                              | 0,2                       |
| Cuarteles                                | 40                                              | 1                         |
| Fábricas y talleres                      | 30                                              | 1                         |
| Oficinas                                 | 3                                               | 0,5                       |
| Gimnasios                                | 30                                              | 1                         |
| Restaurantes                             | 12                                              | 2                         |
| Cafeterías                               | 2                                               | 3                         |

a. Este consumo unitario está definido sin considerar la reducción de los caudales de griferías y artefactos eficientes. El consumo del edificio objeto (edificio a evaluar) deberá reflejar la reducción por efecto de dichas estrategias.

La demanda de energía viene determinada por la siguiente ecuación:

$$DE_{ACS} = Q_{ACS}(T_u) \cdot \rho \cdot Cp \cdot (T_u - T_{AF})$$

En donde:

- $DE_{ACS}$  es la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura del caudal de agua caliente sanitaria de consumo.
- $Q_{ACS}(T_u)$  es el caudal de agua caliente sanitaria de consumo, a una temperatura  $T_u$ .
- $\rho$  es la densidad del agua.
- $Cp$  es el calor específico del agua a presión constante.
- $T_u$  corresponde a la temperatura de utilización del agua en los puntos de consumo.
- $T_{AF}$  es la temperatura de red del agua.

La temperatura diaria media mensual de agua fría de red se ha definido, para cada una de las comunas, en el Anexo VI de la Norma Técnica aprobada en la ResEx N° 502, del 30 de septiembre de 2010, del Ministerio de Energía. Estas temperaturas de red se muestran para 54 capitales provinciales en la siguiente tabla. Para otras comunas, podrán utilizarse los valores de la norma en referencia, o utilizar la de una comuna adyacente:

| Comuna         | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Angol          | 12,6 | 11,3 | 11,3 | 10,0 | 9,0  | 8,1  | 7,7  | 8,5  | 9,0  | 9,9  | 10,8 | 11,8 |
| Antofagasta    | 13,8 | 13,0 | 13,0 | 11,7 | 10,3 | 9,4  | 9,2  | 10,3 | 11,1 | 12,6 | 13,1 | 13,6 |
| Arica          | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 17,3 | 16,2 | 15,5 | 15,1 | 15,6 | 15,8 | 16,6 | 17,1 | 17,2 |
| Aysén          | 13,1 | 11,7 | 11,7 | 10,1 | 8,5  | 7,0  | 7,0  | 7,7  | 8,6  | 10,1 | 11,2 | 12,3 |
| Cabo de Hornos | 7,1  | 6,2  | 6,2  | 5,4  | 4,2  | 3,2  | 3,3  | 3,7  | 4,2  | 5,1  | 6,1  | 6,7  |
| Calama         | 14,5 | 14,2 | 14,2 | 13,7 | 12,4 | 11,5 | 11,5 | 12,6 | 13,3 | 14,3 | 14,6 | 14,7 |
| Castro         | 12,2 | 11,2 | 11,2 | 10,2 | 9,7  | 8,4  | 8,2  | 8,7  | 9,2  | 10,2 | 10,7 | 11,7 |
| Cauquenes      | 14,3 | 13,3 | 13,3 | 12,0 | 11,0 | 10,4 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,9 | 12,9 | 13,8 |
| Chaitén        | 11,8 | 10,6 | 10,6 | 9,1  | 7,8  | 6,2  | 6,2  | 6,9  | 7,7  | 9,1  | 10,0 | 11,1 |
| Chañaral       | 19,6 | 18,5 | 18,5 | 17,0 | 15,4 | 14,4 | 14,2 | 15,4 | 16,4 | 17,9 | 18,6 | 19,1 |
| Chile Chico    | 9,8  | 8,3  | 8,3  | 6,6  | 5,0  | 3,4  | 3,4  | 4,2  | 5,2  | 6,8  | 7,8  | 8,8  |
| Chillán        | 14,2 | 13,6 | 13,6 | 12,1 | 11,5 | 10,7 | 10,4 | 11,0 | 11,1 | 12,1 | 13,1 | 13,6 |
| Cochrane       | 9,8  | 8,4  | 8,4  | 6,8  | 5,1  | 3,6  | 3,6  | 4,5  | 5,3  | 6,9  | 8,1  | 9,1  |
| Colina         | 17,3 | 15,7 | 15,7 | 13,1 | 11,4 | 10,1 | 9,8  | 10,9 | 11,9 | 13,8 | 15,6 | 15,7 |
| Concepción     | 14,2 | 13,2 | 13,2 | 12,2 | 11,2 | 10,7 | 10,2 | 10,7 | 11,2 | 12,0 | 12,7 | 13,9 |
| Copiapó        | 12,5 | 11,4 | 11,4 | 9,8  | 8,1  | 6,9  | 6,8  | 8,0  | 9,2  | 10,8 | 11,6 | 12,2 |
| Coquimbo       | 15,7 | 15,2 | 15,2 | 14,2 | 13,3 | 12,8 | 12,7 | 12,8 | 13,2 | 13,7 | 14,4 | 15,2 |
| Coyhaique      | 10,7 | 9,3  | 9,3  | 7,6  | 6,1  | 4,5  | 4,5  | 5,2  | 6,2  | 7,7  | 8,7  | 10,0 |
| Curicó         | 15,8 | 14,3 | 14,3 | 12,0 | 10,2 | 8,8  | 8,8  | 9,6  | 10,6 | 12,4 | 13,9 | 14,0 |
| Illapel        | 17,7 | 15,8 | 15,8 | 13,1 | 11,1 | 9,5  | 9,3  | 10,6 | 12,1 | 14,5 | 16,0 | 17,2 |
| Iquique        | 19,1 | 18,6 | 18,6 | 17,6 | 16,9 | 16,0 | 16,0 | 16,1 | 16,1 | 16,6 | 17,5 | 18,5 |
| Isla de Pascua | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 21,5 | 21,0 | 20,5 | 19,0 | 20,0 | 20,0 | 20,5 | 21,0 | 21,2 |
| La Ligua       | 19,6 | 18,1 | 18,1 | 15,9 | 14,3 | 13,2 | 12,9 | 13,8 | 14,9 | 16,6 | 17,7 | 18,2 |
| La Serena      | 15,8 | 15,0 | 15,0 | 13,6 | 12,4 | 11,9 | 11,4 | 11,9 | 12,6 | 13,5 | 14,3 | 15,3 |
| La Unión       | 12,9 | 11,9 | 11,9 | 10,6 | 9,7  | 8,7  | 8,6  | 9,1  | 9,4  | 10,4 | 11,3 | 12,1 |
| Lebu           | 14,1 | 13,1 | 13,1 | 12,0 | 11,1 | 10,5 | 10,1 | 10,6 | 11,0 | 12,0 | 12,6 | 12,7 |
| Linares        | 16,1 | 14,6 | 14,6 | 12,5 | 11,1 | 9,9  | 9,8  | 10,6 | 11,4 | 12,9 | 14,3 | 15,3 |
| Los Andes      | 8,9  | 7,1  | 7,1  | 4,8  | 2,9  | 1,6  | 1,4  | 2,6  | 3,7  | 5,9  | 7,3  | 13,5 |
| Los Angeles    | 13,9 | 13,2 | 13,2 | 11,9 | 11,0 | 10,3 | 9,9  | 10,5 | 10,9 | 11,8 | 12,7 | 13,4 |
| Melipilla      | 19,5 | 18,0 | 18,0 | 16,0 | 14,1 | 13,2 | 13,0 | 14,0 | 14,5 | 16,0 | 17,5 | 19,0 |
| Natales        | 7,7  | 7,1  | 7,1  | 6,2  | 5,2  | 4,2  | 4,1  | 4,5  | 5,1  | 5,9  | 6,7  | 8,0  |
| Osorno         | 12,7 | 11,8 | 11,8 | 10,7 | 10,2 | 8,8  | 8,8  | 9,3  | 9,7  | 10,3 | 11,3 | 12,2 |
| Ovalle         | 15,9 | 15,3 | 15,3 | 13,8 | 12,8 | 12,1 | 11,9 | 12,2 | 12,8 | 13,8 | 14,6 | 15,4 |
| Pichilemu      | 18,7 | 17,3 | 17,3 | 15,6 | 13,8 | 12,8 | 12,6 | 13,3 | 14,3 | 15,8 | 17,1 | 18,2 |
| Porvenir       | 8,0  | 7,0  | 7,0  | 5,9  | 4,4  | 3,3  | 3,4  | 3,9  | 4,8  | 5,9  | 6,9  | 6,9  |
| Pozo Almonte   | 17,8 | 17,3 | 17,3 | 16,4 | 15,3 | 14,6 | 14,5 | 15,0 | 15,4 | 16,1 | 16,6 | 17,0 |
| Puente Alto    | 17,5 | 16,0 | 16,0 | 14,0 | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 11,5 | 12,5 | 14,5 | 15,5 | 16,6 |
| Puerto Montt   | 12,2 | 11,4 | 11,4 | 9,9  | 9,0  | 8,0  | 7,8  | 8,1  | 8,7  | 9,7  | 10,7 | 11,8 |
| Punta Arenas   | 7,9  | 7,2  | 7,2  | 6,3  | 5,1  | 4,0  | 4,0  | 4,4  | 5,2  | 6,1  | 6,9  | 7,7  |

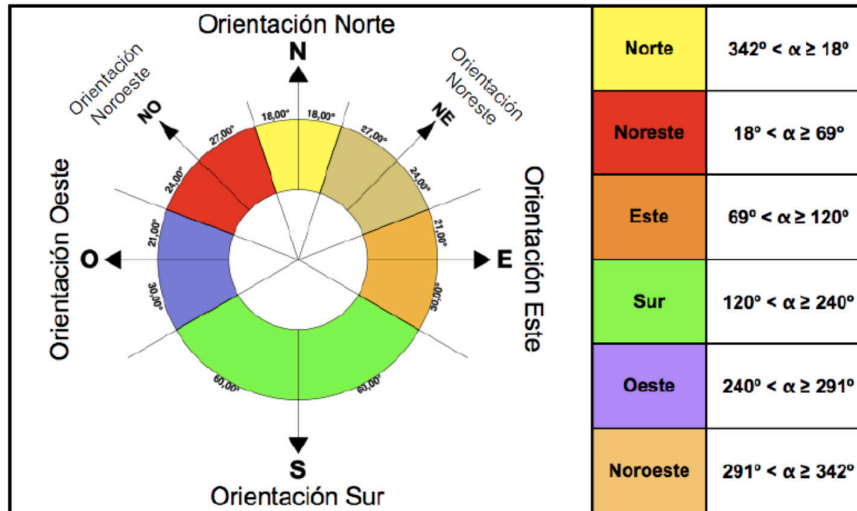


| Comuna       | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Putre        | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 9,9  | 8,9  | 7,8  | 7,9  | 8,6  | 9,4  | 10,3 | 10,8 | 10,2 |
| Quillota     | 19,7 | 18,4 | 18,4 | 16,4 | 14,4 | 13,4 | 13,2 | 14,2 | 14,9 | 16,4 | 17,9 | 18,0 |
| Quilpué      | 18,1 | 16,8 | 16,8 | 14,8 | 12,8 | 11,8 | 11,6 | 12,3 | 13,3 | 14,8 | 16,3 | 18,8 |
| Rancagua     | 17,5 | 16,0 | 16,0 | 14,0 | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 11,5 | 12,5 | 14,0 | 15,5 | 17,0 |
| San Antonio  | 19,6 | 18,1 | 18,1 | 16,1 | 14,4 | 13,6 | 13,1 | 14,1 | 14,9 | 16,1 | 17,6 | 19,1 |
| San Bernardo | 17,5 | 16,0 | 16,0 | 14,0 | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 11,8 | 12,5 | 14,0 | 15,5 | 16,5 |
| San Felipe   | 17,7 | 16,2 | 16,2 | 14,1 | 12,6 | 11,1 | 11,1 | 12,1 | 13,1 | 14,7 | 16,2 | 15,9 |
| San Fernando | 15,1 | 13,3 | 13,3 | 10,9 | 9,2  | 7,8  | 7,6  | 8,4  | 9,7  | 11,6 | 13,0 | 14,5 |
| Santiago     | 17,5 | 16,0 | 16,0 | 14,0 | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 11,7 | 12,5 | 14,4 | 15,5 | 17,0 |
| Talagante    | 17,5 | 16,0 | 16,0 | 14,0 | 12,0 | 11,0 | 11,0 | 11,7 | 12,5 | 14,0 | 15,5 | 16,5 |
| Talca        | 16,2 | 14,8 | 14,8 | 13,3 | 12,3 | 11,7 | 11,3 | 11,8 | 12,3 | 13,3 | 14,7 | 16,2 |
| Temuco       | 13,7 | 12,7 | 12,7 | 11,3 | 10,5 | 9,7  | 9,3  | 9,8  | 10,2 | 11,2 | 12,0 | 12,9 |
| Tocopilla    | 19,1 | 18,5 | 18,5 | 17,6 | 16,5 | 15,7 | 15,6 | 16,2 | 16,6 | 17,3 | 18,0 | 18,6 |
| Valdivia     | 13,7 | 12,7 | 12,7 | 11,2 | 10,6 | 9,6  | 9,6  | 9,8  | 10,2 | 11,2 | 12,1 | 13,1 |
| Vallenar     | 15,5 | 14,5 | 14,5 | 12,9 | 11,5 | 10,2 | 10,1 | 11,2 | 12,0 | 13,5 | 14,4 | 15,0 |
| Valparaíso   | 19,1 | 18,1 | 18,1 | 16,1 | 14,1 | 13,1 | 12,6 | 13,6 | 14,6 | 16,1 | 17,6 | 19,5 |

## Apéndice 11: Definición de orientación y Cálculo de Factor Solar Modificado

Para definir la orientación de la fachada de un edificio se utilizará la siguiente figura.

Tabla Definición de la orientación de una fachada.



Fuente: TDR de la DA MOP / DECON UC / CITEC UBB

El factor solar modificado de vanos o lucernarios se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$FSM = FS * [(1 - Fm) * g_{\perp} + Fm * 0,04 * Um * a]$$

Dónde:

- $F_s$ : factor de sombra del vano o lucernario obtenido de la tabla correspondiente (Tabla 32, Tabla 33, Tabla 34, Tabla 35, Tabla 36) en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de  $F_s$  se debe considerar igual a la unidad.
- $F_m$ : fracción del vano ocupada por el marco, en el caso de ventanas, o la fracción de parte maciza en el caso de puertas.
- $g_{\perp}$ : Factor solar de la parte semitransparente del vano o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998, o de certificados oficiales.
- $U_m$ : transmitancia térmica del marco del vano o lucernario.
- $a$ : absorptividad del marco, obtenida de la siguiente tabla en función de su color:

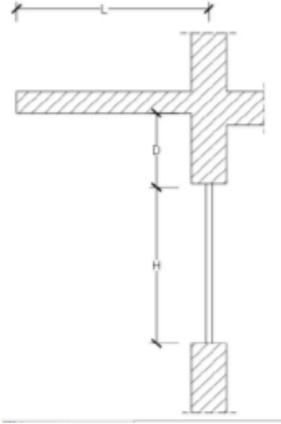
Tabla Absortividad del marco para radiación solar ( $\alpha$ ).

| COLOR    | Claro | Medio | Oscuro |
|----------|-------|-------|--------|
| Blanco   | 0,20  | 0,30  | -      |
| Amarillo | 0,30  | 0,50  | 0,70   |
| Beige    | 0,35  | 0,55  | 0,75   |
| Marrón   | 0,50  | 0,75  | 0,92   |
| Rojo     | 0,65  | 0,80  | 0,90   |
| Verde    | 0,40  | 0,70  | 0,88   |
| Azul     | 0,50  | 0,80  | 0,95   |
| Gris     | 0,40  | 0,65  | -      |
| Negro    | -     | 0,96  | -      |

Fuente: Código Técnico de la Edificación de España

## Factor de sombra para voladizos

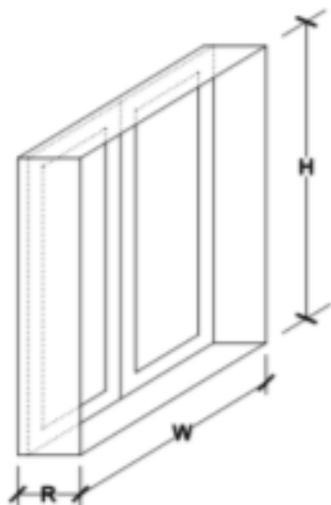
Tabla Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo.



| Orientación fachada |                      | $0,2 < L/H \leq 0,5$ | $0,5 < L/H \leq 1$ | $1 < L/H \leq 2$ | $L/H > 2$ |
|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|-----------|
| <b>Norte</b>        | $0 < D/H \leq 0,2$   | 0,82                 | 0,5                | 0,28             | 0,16      |
|                     | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,87                 | 0,64               | 0,39             | 0,22      |
|                     | $D/H > 0,5$          | 0,93                 | 0,82               | 0,6              | 0,39      |
| <b>NE</b>           | $0 < D/H \leq 0,2$   | 0,90                 | 0,71               | 0,43             | 0,16      |
|                     | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,94                 | 0,82               | 0,60             | 0,27      |
|                     | $D/H > 0,5$          | 0,98                 | 0,93               | 0,84             | 0,65      |
| <b>NO</b>           | $0 < D/H \leq 0,2$   | 0,90                 | 0,71               | 0,43             | 0,16      |
|                     | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,94                 | 0,82               | 0,6              | 0,27      |
|                     | $D/H > 0,5$          | 0,98                 | 0,93               | 0,84             | 0,65      |
| <b>Este</b>         | $0 < D/H \leq 0,2$   | 0,92                 | 0,77               | 0,55             | 0,22      |
|                     | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,96                 | 0,86               | 0,7              | 0,43      |
|                     | $D/H > 0,5$          | 0,99                 | 0,96               | 0,89             | 0,75      |
| <b>Oeste</b>        | $0 < D/H \leq 0,2$   | 0,92                 | 0,77               | 0,55             | 0,22      |
|                     | $0,2 < D/H \leq 0,5$ | 0,96                 | 0,86               | 0,7              | 0,43      |
|                     | $D/H > 0,5$          | 0,99                 | 0,96               | 0,89             | 0,75      |

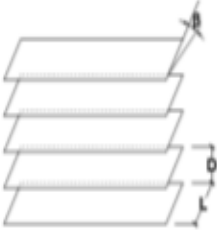
**NOTA:** En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

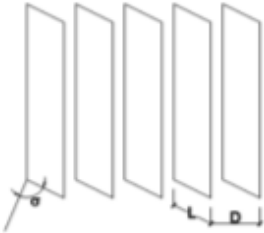
| Orientación fachada |                       | $0,05 < R/W \leq 0,1$ | $0,1 < R/W \leq 0,2$ | $0,2 < R/W \leq 0,5$ | $R/W > 0,5$ |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| <b>Norte</b>        | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,82                  | 0,74                 | 0,62                 | 0,39        |
|                     | $0,1 < R/H \leq 0,2$  | 0,76                  | 0,67                 | 0,56                 | 0,35        |
|                     | $0,2 < R/H \leq 0,5$  | 0,56                  | 0,51                 | 0,39                 | 0,27        |
|                     | $R/H > 0,5$           | 0,35                  | 0,32                 | 0,27                 | 0,17        |
| <b>Noreste</b>      | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,86                  | 0,81                 | 0,72                 | 0,51        |
|                     | $0,1 < R/H \leq 0,2$  | 0,79                  | 0,74                 | 0,66                 | 0,47        |
|                     | $0,2 < R/H \leq 0,5$  | 0,59                  | 0,56                 | 0,47                 | 0,36        |
| <b>Noroeste</b>     | $R/H > 0,5$           | 0,38                  | 0,36                 | 0,32                 | 0,23        |
|                     | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,86                  | 0,81                 | 0,72                 | 0,51        |
|                     | $0,1 < R/H \leq 0,2$  | 0,79                  | 0,74                 | 0,66                 | 0,47        |
| <b>Este</b>         | $0,2 < R/H \leq 0,5$  | 0,59                  | 0,56                 | 0,47                 | 0,36        |
|                     | $R/H > 0,5$           | 0,38                  | 0,36                 | 0,32                 | 0,23        |
|                     | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,91                  | 0,87                 | 0,81                 | 0,65        |
|                     | $0,1 < R/H \leq 0,2$  | 0,86                  | 0,82                 | 0,76                 | 0,61        |
| <b>Oeste</b>        | $0,2 < R/H \leq 0,5$  | 0,71                  | 0,68                 | 0,61                 | 0,51        |
|                     | $R/H > 0,5$           | 0,53                  | 0,51                 | 0,48                 | 0,39        |
|                     | $0,05 < R/H \leq 0,1$ | 0,91                  | 0,87                 | 0,81                 | 0,65        |
|                     | $0,1 < R/H \leq 0,2$  | 0,86                  | 0,82                 | 0,76                 | 0,61        |



Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB HE 2006.

Tabla Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos.

|  | Orientación fachada | Angulo de inclinación ( $\beta$ ) |                                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|                                                                                   |                     | $< 30^\circ$                      | $\geq 30^\circ$ y $< 60^\circ$ | $\geq 60^\circ$ |
|                                                                                   | Norte               | 0,49                              | 0,42                           | 0,26            |
|                                                                                   | Noroeste            | 0,54                              | 0,44                           | 0,26            |
|                                                                                   | Noreste             | 0,54                              | 0,44                           | 0,26            |
|                                                                                   | Oeste               | 0,57                              | 0,45                           | 0,27            |
|                                                                                   | Este                | 0,57                              | 0,45                           | 0,27            |

|  | Orientación fachada | Angulo de inclinación ( $\sigma$ ) |                 |                 |                |                  |                  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                                                   |                     | $\geq 60^\circ$                    | $\geq 45^\circ$ | $\geq 30^\circ$ | $\geq 0^\circ$ | $\geq -30^\circ$ | $\geq -45^\circ$ | $\geq -60^\circ$ |
|                                                                                   | Norte               | 0,37                               | 0,44            | 0,49            | 0,53           | 0,47             | 0,41             | 0,32             |
|                                                                                   | Noroeste            | 0,46                               | 0,53            | 0,56            | 0,56           | 0,47             | 0,4              | 0,3              |
|                                                                                   | Noreste             | 0,38                               | 0,44            | 0,5             | 0,56           | 0,53             | 0,48             | 0,38             |
|                                                                                   | Oeste               | 0,39                               | 0,47            | 0,54            | 0,63           | 0,55             | 0,45             | 0,32             |
|                                                                                   | Este                | 0,44                               | 0,52            | 0,58            | 0,63           | 0,5              | 0,41             | 0,29             |

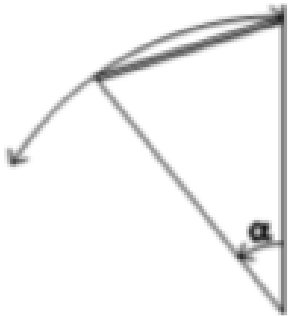
- Notas:
- Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación D/L igual o inferior a 1.
  - El ángulo  $\sigma$  debe ser medido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB HE 2006.

Tabla Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos.

Diagrama de un toldo en una fachada. Se muestra un triángulo formado por la fachada vertical, el toldo inclinado y la línea horizontal de proyección. El ángulo entre la fachada y el toldo está etiquetado como  $\alpha$ . Una flecha curva indica el ángulo de inclinación.

| Orientación Fachada<br>< 30°       |          | Ángulo ( $\alpha$ )       |                 |      |
|------------------------------------|----------|---------------------------|-----------------|------|
|                                    |          | $\geq 30^\circ$ y<br><60° | $\geq 60^\circ$ |      |
| Tejido opaco<br>( $\tau=0$ )       | Norte    | 0,02                      | 0,05            | 0,22 |
|                                    | Noroeste | 0,02                      | 0,05            | 0,22 |
|                                    | Noreste  | 0,02                      | 0,05            | 0,22 |
|                                    | Oeste    | 0,04                      | 0,08            | 0,28 |
|                                    | Este     | 0,04                      | 0,08            | 0,28 |
| Tejido<br>translucido ( $\tau=0$ ) | Norte    | 0,22                      | 0,25            | 0,42 |
|                                    | Noroeste | 0,22                      | 0,25            | 0,42 |
|                                    | Noreste  | 0,22                      | 0,25            | 0,42 |
|                                    | Oeste    | 0,24                      | 0,28            | 0,48 |
|                                    | Este     | 0,24                      | 0,28            | 0,48 |



| Orientación Fachada         |          | Ángulo (α) |     |      |
|-----------------------------|----------|------------|-----|------|
|                             |          | 30°        | 45° | 60°  |
| Tejido opaco<br>(τ=0)       | Norte    | 0,43       | 0,2 | 0,14 |
|                             | Noroeste | 0,61       | 0,3 | 0,39 |
|                             | Noreste  | 0,61       | 0,3 | 0,39 |
|                             | Oeste    | 0,67       | 0,4 | 0,28 |
|                             | Este     | 0,67       | 0,4 | 0,28 |
| Tejido<br>translúcido (τ=0) | Norte    | 0,63       | 0,4 | 0,34 |
|                             | Noroeste | 0,81       | 0,5 | 0,42 |
|                             | Noreste  | 0,81       | 0,5 | 0,42 |
|                             | Oeste    | 0,87       | 0,6 | 0,48 |
|                             | Este     | 0,87       | 0,6 | 0,48 |

Notas:  
τ=Transmitancia de tejido en toldos, adimensional.

Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB HE 2006.

Tabla Factor de sombra para lucernarios.

|     |      | Y/Z  |      |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
|     |      | 0,10 | 0,50 | 1,00 | 2,00 | 5,00 | 10,00 |
| X/Z | 0,1  | 0,42 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,44 | 0,44  |
|     | 0,5  | 0,43 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,51 | 0,52  |
|     | 1,0  | 0,43 | 0,48 | 0,52 | 0,55 | 0,58 | 0,59  |
|     | 2,0  | 0,43 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,66 | 0,68  |
|     | 5,0  | 0,44 | 0,51 | 0,58 | 0,66 | 0,75 | 0,79  |
|     | 10,0 | 0,44 | 0,52 | 0,59 | 0,68 | 0,79 | 0,85  |

Notas:  
1. Los valores de factor de sombra que se indican en esta tabla son válidos para lucernarios sensiblemente horizontales.  
2. En caso de lucernarios de planta elíptica o circular podrán tomarse como dimensiones características equivalentes los ejes mayor (y) y menor (x) o el diámetro.

Fuente: Elaboración propia en base a CTE DB HE 2006.

## Apéndice 12: Cálculo simplificado de Transmitancia (U) para pisos en contacto con el terreno.

A continuación se describen los pasos para determinar las transmitancias (valor U) para los pisos en contacto con el terreno, (con una profundidad de hasta 0,5 m por debajo del terreno), mediante un cálculo simplificado. Para otros casos de análisis se puede utilizar el método de cálculo descrito en la norma UNE-EN ISO 13370:1998.

- Identificar uno de los tres tipos de soluciones de pisos en contacto con el terreno indicados a continuación y en caso de tener aislación, su conductividad térmica ( $\lambda$ ), espesor (e) y la longitud o distancia de desarrollo (D) de la aislación si es que tiene:

- Sin aislación
- Con aislación horizontal en el perímetro
- Con aislación vertical en el perímetro

- Con los antecedentes del edificio calcular la longitud característica  $B'$ , como el cociente entre la superficie del piso en contacto con el terreno y la longitud de su perímetro según la siguiente expresión:

$$B' = \frac{A}{1/2P}$$

Dónde:

- $A$  = Área del piso en contacto con el terreno. ( $m^2$ )  
 $P$  = Perímetro del piso en contacto con el terreno. (m)

- Para aquellas soluciones de piso en contacto con el terreno que contemplen la utilización de material aislante, calcular la resistencia térmica ( $R_a$ ) de éste según la siguiente expresión:

$$R_a = \frac{e}{\lambda}$$

Donde:

- $R$  = Resistencia térmica ( $m^2K/W$ )  
 $e$  = Espesor del aislante  
 $\lambda$  = Conductividad térmica

- La transmitancia térmica de pisos de soluciones en contacto con el terreno que no dispongan de material aislante se obtendrán de la columna  $R_s$  de la Tabla 37, en función de su longitud característica  $B'$ . Valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.
- La transmitancia térmica de pisos de soluciones en contacto con el terreno que dispongan de material aislante se obtendrán de la Tabla 37, en función de la distancia de desarrollo (D) de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante  $R_a$  calculada mediante la expresión del punto C y la longitud característica  $B'$ . Valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.
- La transmitancia térmica límite a cumplir será la correspondiente a la columna de  $D=0,50m$  y  $R_a=0,50$ , para la longitud característica  $B'$  previamente definida. La transmitancia térmica del piso del proyecto deberá ser menor o igual a la transmitancia térmica límite.

Tabla Transmitancia Térmica U de pisos en contacto con el terreno (W/m²K)

|     |      | D=0,50 m  |      |      |      |      | D=1,0     |      |      |      |      | D≥1,5m    |      |      |      |      |
|-----|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|
|     |      | Ra(m²K/W) |      |      |      |      | Ra(m²K/W) |      |      |      |      | Ra(m²K/W) |      |      |      |      |
| B'  | Rs   | 0,50      | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 0,50      | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 0,50      | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
| 1   | 2,35 | 1,57      | 1,30 | 1,16 | 1,07 | 1,01 | 1,39      | 1,01 | 0,80 | 0,66 | 0,57 | -         | -    | -    | -    | -    |
| 5   | 0,85 | 0,69      | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,58 | 0,65      | 0,58 | 0,54 | 0,51 | 0,49 | 0,64      | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,44 |
| 6   | 0,74 | 0,61      | 0,57 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,58      | 0,52 | 0,48 | 0,46 | 0,44 | 0,57      | 0,50 | 0,45 | 0,43 | 0,41 |
| 7   | 0,66 | 0,55      | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,53      | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,41 | 0,51      | 0,45 | 0,42 | 0,39 | 0,37 |
| 8   | 0,60 | 0,50      | 0,47 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,48      | 0,43 | 0,41 | 0,39 | 0,38 | 0,47      | 0,42 | 0,38 | 0,36 | 0,35 |
| 9   | 0,55 | 0,46      | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,44      | 0,40 | 0,38 | 0,36 | 0,35 | 0,43      | 0,39 | 0,36 | 0,34 | 0,33 |
| 10  | 0,51 | 0,43      | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,41      | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,40      | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,31 |
| 12  | 0,44 | 0,38      | 0,36 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,36      | 0,33 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,36      | 0,32 | 0,30 | 0,28 | 0,27 |
| 14  | 0,39 | 0,34      | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,32      | 0,30 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,32      | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,25 |
| 16  | 0,35 | 0,31      | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,29      | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,29      | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 |
| 18  | 0,32 | 0,28      | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,27      | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,27      | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 |
| ≥20 | 0,30 | 0,26      | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,25      | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,21 | 0,25      | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,20 |

Para ver un ejemplo de aplicación, se puede revisar el “Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética, sección 2.3.



## Apéndice 13: Hermeticidad de la envolvente

### Protocolo complementario ensayo de infiltración de aire

#### 1. Introducción

El objetivo de este protocolo es incorporar al sistema de certificación CES un Apéndice con el detalle de la metodología necesaria para demostrar el cumplimiento del requerimiento CES asociado a la medición del nivel de infiltración de aire, de uno o más recintos, de un edificio mediante el ensayo de blower-door.

#### 2. Norma referencia

- Ejecución del ensayo  
Para la ejecución del ensayo de infiltración de aire en la envolvente se utiliza la NCh3295, esta norma está basada en la norma ASTM E799-10, siendo idénticas. Además cita a otras 3 normas ASTM como referencia:
  - ASTM E631 | terminología
  - ASTM E741 | ensayo con gas trazador
  - ASTM E1258 | Calibración flujo aire

La norma ASTM E1258 se considera parte del procedimiento de calibración del equipo de ensayo.

#### 3. Requisitos técnicos de equipos

De acuerdo con la referencia NCh-ISO17025 para laboratorios de ensayo, y que es requerido por MINVU para la acreditación en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción (D.S. N°10), establece la obligatoriedad de un plan de calibraciones y/o verificaciones periódicas para las magnitudes relevantes de medición.

Las magnitudes relevantes para este ensayo corresponden a:

- Medición de presión | exactitud  $\pm 5\%$  presión medida o 0,25 Pa
- Flujo de aire |  $\pm 5\%$  del flujo medido | calibración según ASTM E1258
- Temperatura |  $\pm 1$  °C
- Velocidad del viento (datos ambientales)

Como recomendación se establece el siguiente programa mínimo:

| MAGNITUD            | Verificación       | Calibración |
|---------------------|--------------------|-------------|
| Presión             | n.a.               | 3 años      |
| Flujo de aire       | Anual / ASTM E1258 | n.a.        |
| Temperatura         | n.a.               | 3 años      |
| Velocidad de viento | n.a.               | 5 años      |

#### 4. Requisitos técnicos de informes

Adicionalmente a los requisitos que se deben informar establecidos en la norma de ensayo de referencia, se solicita informar la precisión del ensayo. Esta punto se aborda en la NCh-ISO17025 como incertidumbre de ensayo y se deberá incluir con estos lineamientos.

### 5. Procedimiento de ensayo

Complementariamente a lo indicado en la norma de ensayo de referencia, se establecen las siguientes condiciones para el sellado de elementos:

| ELEMENTOS                      | Sellado                                                                                                                                                                | Sin sellar                                                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Puertas                        | <ul style="list-style-type: none"><li>Encuentro de la hoja de la puerta y su marco.</li><li>Rejilla de ventilación</li><li>Espacio bajo la hoja de la puerta</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Encuentro marco de la puerta y vano</li></ul> |
| Ventanas                       | Marco y hojas practicables                                                                                                                                             | Encuentro marco de la ventana y vano                                                |
| Aberturas de ventilación       | Todas                                                                                                                                                                  | n.a                                                                                 |
| Chimeneas                      | Todas                                                                                                                                                                  | 5 años                                                                              |
| Zonas interconectadas          | Todas                                                                                                                                                                  | n.a                                                                                 |
| Cielos falsos                  | Espacio sobre cielo falso conectado a otros recintos                                                                                                                   | n.a                                                                                 |
| Sanitarios y desagües          | Todas                                                                                                                                                                  | n.a                                                                                 |
| Lámparas y sistemas eléctricos | Todas                                                                                                                                                                  | n.a                                                                                 |

### 6. Selección de recintos para ensayo

De acuerdo a lo establecido en el artículo 4.1.10 de la OGUC, específicamente en el punto 2.C Infiltración de aire, se indica la cantidad de recintos a ensayar para los usos salud y educación:

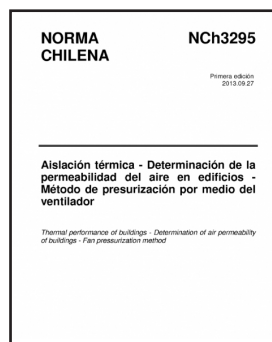
- Educación
  - Tipo de recintos considerados:
    - Laboratorios
    - Talleres y multitalleres
    - Aulas
    - Aulas de integración
    - Sala de profesores
    - Salas de actividades de párvulos
    - Biblioteca o CRA
  - Tamaño de la muestra de ensayo:
- Salud
  - Tipo de recintos considerados: Recintos regularmente ocupados (RRO) del perímetro del edificio
  - Tamaño de la muestra de ensayo: 5% de los recintos perimetrales acondicionados
- Otros usos de Edificios
  - Tipo de recintos considerados: Recintos regularmente ocupados (RRO) del perímetro del edificio
  - Tamaño de la muestra de ensayo: 5% de los recintos perimetrales acondicionados

## 7. Otros

- Requisito establecido en el artículo 4.1.10 de la OGUC

| Provincia                                                                                                                                                                                                                         | Clase de infiltración de aire<br>50Pa<br>ach |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Arica, Iquique, Tocopilla, Chañaral, Isla de Pascua                                                                                                                                                                               | ---                                          |
| Parinacota, Tamarugal, El Loa, Coyhaique, Aysén, General Carrera, Capitán Prat, última Esperanza, Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica Chilena                                                                                 | 4,0                                          |
| Copiapó, Limarí, Los Angeles, Valparaíso, Santiago, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante, Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua, Talca, Concepción, Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Ranco, Osorno, Llanquihue, Palena, Chiloé | 5,0                                          |
| Antofagasta, Huasco, Elqui, Choapa, Petorca, Quillota, San Felipe de Aconcagua, San Antonio, Marga-Marga, Chacabuco, Curicó, Linares, Cauquenes, Diguillín, Puntilla, Itata, Biobío                                               | 8,0                                          |

- Norma de ensayo



<https://tipbook.iapp.cl/ak/7ba2f4bd8e4ba3715cad4afabda5061914006c38/embed/view/nch3295#page/1>

## Apéndice 14: DAP

La declaración ambiental tipo III, declaración ambiental de producto o DAP, proporciona datos ambientales cuantificados utilizando parámetros predeterminados, que se basan en la norma ISO 14040 e ISO 14044 y, cuando corresponda, información ambiental adicional. [ISO 14025]

Los objetivos de las DAP son:

- Proporcionar información basada en el ACV e información adicional de los aspectos ambientales de los productos.
- Ayudar a los compradores y usuarios a hacer comparaciones de manera informada entre los productos; estas declaraciones no son aseveraciones comparativas
- Promover la mejora del desempeño ambiental
- Proporcionar información para evaluar los impactos ambientales de los productos a lo largo de su ciclo de vida.

De acuerdo a la norma ISO21930, "el objetivo de una DAP de los productos de construcción es fomentar la demanda y el suministro de productos de construcción que produzcan los menores impactos en el medio ambiente, mediante una información verificable y exacta de los aspectos ambientales de esos productos de construcción, estimulando por tanto el potencial de una mejora ambiental continua dirigida por el mercado."

"Las DAP de productos de construcción pretenden proporcionar información para la planificación y la evaluación de edificios. Las DAP también se pueden utilizar por otras partes interesadas como compradores, arquitectos, etc., para comparar los impactos ambientales de los productos de construcción bajo determinadas condiciones."

El fabricante, o grupo de fabricantes, del producto de construcción es el único dueño de los datos y el responsable de la DAP del producto según la RCP. Nadie, distinto de dichos fabricantes, está autorizado a declarar el comportamiento ambiental de un producto de construcción. El desarrollo de una DAP es voluntario y basado en la norma ISO14025.

Para obtener una declaración ambiental de producto se deben seguir los pasos como lo indica la siguiente figura:



Proceso para la obtención de la DAP

- 1. Buscar las Reglas de Categoría de Producto (RCP):** Contactar al programa DAPCO para iniciar el proceso. La empresa que desea declarar un producto deberá solicitar al administrador una guía para el procedimiento de desarrollo de una DAP y las Reglas de Categoría de Producto (RCP) aplicables a su producto.
- 2. Conducir el Análisis de Ciclo de Vida (ACV):** Desarrollar un estudio de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de acuerdo con las Reglas de Categoría de Producto (RCP) correspondientes. Al momento de ejecutar el ACV, la empresa o consultor de ACV podrá consultar la base de datos ambientales del programa DAPCO. El informe del ACV seguirá el formato determinado por las RCP.

3. **Construir la DAP:** El administrador desarrollará la DAP preliminar con la información obtenida del informe de ACV, siguiendo el procedimiento establecido en las reglas generales de operación del programa DAPCO y las indicaciones del RCP correspondiente.
4. **Verificar la DAP:** La DAP preliminar será verificada por el administrador para comunicación B2B. En el caso de que se desee realizar una DAP para comunicación de tipo B2C, se podrá contactar un verificador acreditado, quién recibirá el informe de ACV y el borrador de la DAP. El verificador deberá comprobar que el borrador de la declaración sigue las reglas correspondientes y es coherente con los resultados del ACV desarrollado. Esta comprobación podrá incluir una visita in situ a las instalaciones de la empresa.
5. **Registrar y Publicar la DAP:** Una vez finalizada la verificación, el administrador registrará la DAP y publicará el perfil detallado del producto en la página web del programa, quedando a disposición pública.

De acuerdo a la norma ISO14025, todos los impactos ambientales relevantes del producto a lo largo de todo su ciclo de vida deben ser tomados en consideración en la declaración. La norma ISO 21930 especifica que "Cuando una DAP incluye todas las etapas del ciclo de vida, tales como producto, diseño y construcción, uso y mantención y fin del ciclo de la vida útil, la DAP se llama "de la cuna a la tumba" (cradle to grave) y se convierte en una DAP de productos de la construcción basada en el ACV".

Sin embargo de acuerdo a la norma ISO 21930 "En muchos casos se realizan las DAP para aquellos productos de construcción en los cuales no se han considerado algunas etapas específicas del ciclo de vida". Este es el caso de los materiales o componentes de construcción con varias funciones posibles dentro de un edificio, por lo que se desconocen las etapas de su uso y fin de ciclo de vida útil.

En el marco del programa DAPCO se podrá preparar una DAP a partir de módulos de información, es decir, sin considerar ciertas etapas específicas del ciclo de vida, sólo bajo algunas excepciones establecidas por la norma ISO 14025:

- La información de las etapas específicas (por ejemplo, las etapas de uso o de fin de la vida útil de un producto) no esté disponible y no se puedan modelar escenarios razonables, o
- Que razonablemente se espere que estas etapas sean ambientalmente no significativas.

En ambos casos, se requerirá que el cumplimiento de las excepciones sea debidamente justificado. Toda omisión de información ambiental deberá ser descrita y justificada en el documento de RCP.

En este tipo de DAP deberá quedar claramente estipulado que no se cubren todas las etapas del ciclo de vida.

## Apéndice 15: Iluminación Artificial

### 1. Características de la grilla de análisis para el cálculo de iluminancia.

El número mínimo de puntos a considerar para las mediciones de cada plano de análisis, será en función del índice local (K) y de la obtención de un reparto de cuadrículado simétrico, definiéndose la grilla de cálculo. Su determinación será realizada de acuerdo a la fórmula expresada y el número de puntos mínimos que se detallan en la siguiente tabla.

$$K = L \times A / H \times (L + A)$$

Donde:

$L$  = Longitud del local, en metros

$A$  = Anchura del local, en metros

$H$  = Distancia del plano de trabajo a las luminarias, en metros

| Índice del local   | Nº de puntos |
|--------------------|--------------|
| $K < 1$            | 4            |
| $K \geq 1$ y $< 2$ | 9            |
| $K \geq 2$ y $< 3$ | 16           |
| $K \geq 3$         | 25           |

El cálculo se realizará por medio de software tales como: Dialux, Relux, AGI32, Oxytech u otro similar. Para más detalles ver el Apéndice 14.

Se deben considerar las reflectancias señaladas en la sección 5 Reflectancias para elementos interiores, de este apéndice.

### 2. Iluminancias mínimas por tipo de recinto

Iluminación en lugares de trabajo para interiores, tareas y actividades, según el pliego técnico normativo RIC N°10. (Véase 5.3 UNE-EN 12464-1). A continuación, se presentan las exigencias lumínicas por tipo de actividad. Se seleccionaron los recintos que comúnmente se utilizan en la certificación. En caso de que el tipo de recinto no aparezca en las tablas, como los relacionados a actividades industriales podrá revisar el pliego técnico Ric n°10.

#### 1. Zona de tráfico y áreas comunes dentro de edificios

##### 1.1. Zonas de tráfico

| Tipo actividad                  | Em Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Áreas de circulación y pasillos | 100    | 28   | 0,40 | 40 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminancia al nivel del suelo</li> <li>Ra y UGR similares a áreas adyacentes</li> <li>150 lux si hay vehículos en el recorrido</li> <li>El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche</li> <li>Debería tenerse cuidado para</li> <li>Evitar el deslumbramiento de conductores y peatones</li> </ul> |

| Tipo actividad                                           | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                     |
|----------------------------------------------------------|--------|------|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Escaleras, escaleras automáticas, cintas transportadoras | 150    | 25   | 0,40 | 40 | Requiere contraste mejorado sobre los escalones                                   |
| Ascensores, montacargas                                  | 100    | 25   | 0,40 | 40 | El nivel de iluminación en frente del montacargas debería ser al menos Em=200 lux |
| Rampas/tramos de carga                                   | 150    | 25   | 0,40 | 40 |                                                                                   |

## 1.2. Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios

| Tipo de interior, tarea y actividad                     | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                         |
|---------------------------------------------------------|--------|------|------|----|-------------------------------------------------------|
| Cantinas, despensas                                     | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                       |
| Salas de descanso                                       | 100    | 22   | 0,40 | 80 |                                                       |
| Salas para ejercicio físico                             | 300    | 22   | 0,40 | 80 |                                                       |
| Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios | 200    | 25   | 0,40 | 80 | En cada baño individual si está completamente cerrado |
| Enfermería                                              | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                                       |
| Salas para atención médica                              | 500    | 16   | 0,60 | 90 | $4\ 000\ K \leq TCP \leq 5\ 000\ K$                   |

## 1.3. Salas de control

| Tipo de interior, tarea y actividad        | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|--------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Salas de material, salas de mecanismos     | 200    | 25   | 0,40 | 60 |               |
| Sala de fax, correos, cuadro de contadores | 500    | 19   | 0,60 | 80 |               |

## 1.4. Salas de almacenamiento, almacenes fríos

| Tipo de interior, tarea y actividad               | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                       |
|---------------------------------------------------|--------|------|------|----|-------------------------------------|
| Almacenes y cuarto de almacén                     | 100    | 25   | 0,40 | 60 | 200 lux si está ocupado en continuo |
| Áreas de manipulación de paquetes y de expedición | 300    | 25   | 0,60 | 60 |                                     |

### 1.5. Áreas de almacenamiento con estanterías

| Tipo de interior, tarea y actividad     | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                            |
|-----------------------------------------|--------|------|------|----|----------------------------------------------------------|
| Pasillos: sin guarnecer                 | 20     | -    | 0,40 | 40 | Iluminancia a nivel del suelo                            |
| Pasillos: guarnecidos                   | 150    | 22   | 0,40 | 60 | Iluminancia a nivel del suelo                            |
| Estaciones de control                   | 150    | 22   | 0,60 | 80 |                                                          |
| Cara de la estantería de almacenamiento | 200    | -    | 0,40 | 60 | Iluminancia vertical, puede utilizarse iluminación móvil |

### 1.6. Oficinas

| Tipo de interior, tarea y actividad                           | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                           |
|---------------------------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------|
| Archivos, copias, etc.                                        | 300    | 19   | 0,40 | 80 |                                                         |
| Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos | 500    | 19   | 0,60 | 80 | Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1 |
| Dibujo técnico                                                | 750    | 16   | 0,70 | 80 |                                                         |
| Puestos de trabajo de CAD                                     | 500    | 19   | 0,60 | 80 | Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1 |
| Salas de conferencias y reuniones                             | 500    | 19   | 0,60 | 80 | La iluminación debería ser controlable                  |
| Mostrador de recepción                                        | 300    | 22   | 0,60 | 80 |                                                         |
| Archivos                                                      | 200    | 25   | 0,40 | 80 |                                                         |

## 2. Establecimientos minoristas

### 2.1. Establecimiento minoristas

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Área de ventas                      | 300    | 22   | 0,40 | 80 |               |
| Área de cajas                       | 500    | 19   | 0,60 | 80 |               |
| Mesa de envolver                    | 500    | 19   | 0,60 | 80 |               |

## 3. Lugares de pública concurrencia

### 3.1. Áreas comunes

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones            |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|--------------------------|
| Hall de entrada                     | 100    | 22   | 0,40 | 80 | UGR solo si es aceptable |
| Guardarropas                        | 200    | 25   | 0,40 | 80 |                          |
| Salones                             | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                          |
| Oficinas de taquillas               | 300    | 22   | 0,60 | 80 |                          |



### 3.2. Restaurantes y hoteles

| Tipo de interior, tarea y actividad      | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                       |
|------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------|
| Recepción/caja, conserjería              | 300    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                     |
| Cocinas                                  | 500    | 22   | 0,60 | 80 | Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante     |
| Restaurante, comedor, salas de reuniones | -      | -    | -    | 80 | El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmosfera apropiada |
| Restaurante auto-servicio                | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                     |
| Buffet                                   | 300    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                     |
| Sala de conferencias                     | 500    | 19   | 0,60 | 80 | El alumbrado debería ser controlable                                |
| Pasillos                                 | 100    | 25   | 0,40 | 80 | Durante la noche son aceptables niveles inferiores                  |

### 3.3. Teatros, salas de conciertos, salas de cines

| Tipo de interior, tarea y actividad         | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                  |
|---------------------------------------------|--------|------|------|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| Salas de ensayos                            | 300    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                |
| Camerinos                                   | 300    | 22   | 0,60 | 90 | La iluminación de espejos para maquillaje debe estar libre de deslumbramientos |
| Áreas de asientos – mantenimiento, limpieza | 200    | 22   | 0,50 | 80 | Iluminación a nivel del suelo                                                  |
| Área del escenario - jarcias                | 300    | 25   | 0,40 | 80 | Iluminación a nivel del suelo                                                  |

### 3.4. Ferias, pabellones de exposiciones

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Alumbrado general                   | 300    | 22   | 0,40 | 80 |               |

### 3.5. Museos

| Tipo de interior, tarea y actividad  | Ēm Lux | UGRL | U0 | Ra | Observaciones                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------|--------|------|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obras exhibidas insensibles a la luz |        |      |    |    | La iluminación es determinada por los requisitos de presentación                                                                                                                     |
| Obras exhibidas sensibles a la luz   |        |      |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>La iluminación es determinada por los requisitos de presentación</li> <li>2Es imprescindible la protección contra radiación dañina</li> </ul> |

3.6. Biblioteca

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Estanterías                         | 200    | 19   | 0,40 | 80 |               |
| Área de lectura                     | 500    | 19   | 0,60 | 80 |               |
| Mostrador                           | 500    | 19   | 0,60 | 80 |               |

3.7. Aparcamientos de vehículos público (interior)

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rampas de acceso/salida (de día)    | 300    | 25   | 0,40 | 40 | <ul style="list-style-type: none"><li>Iluminancias a nivel de suelo</li><li>Se deben reconocer los colores de seguridad</li></ul>                                                                                                                                        |
| Rampas de acceso/salida (de noche)  | 75     | 25   | 0,40 | 40 | <ul style="list-style-type: none"><li>Iluminancias a nivel de suelo</li><li>Se deben reconocer los colores de seguridad</li></ul>                                                                                                                                        |
| Calles de circulación               | 75     | 25   | 0,40 | 40 | <ul style="list-style-type: none"><li>Iluminancias a nivel de suelo</li><li>Se deben reconocer los colores de seguridad</li></ul>                                                                                                                                        |
| Áreas de aparcamiento               | 75     | -    | 0,40 | 40 | <ul style="list-style-type: none"><li>Iluminancias a nivel de suelo</li><li>Se deben reconocer los colores de seguridad</li><li>Una elevada iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de las caras de las personas y, por ello, la sensación de seguridad</li></ul> |
| Caja                                | 300    | 19   | 0,60 | 80 | <ul style="list-style-type: none"><li>Deben evitarse los reflejos en las ventanas</li><li>Debe prevenirse el deslumbramiento desde el exterior</li></ul>                                                                                                                 |

4. Lugares de pública concurrencia

4.1. Jardines infantiles, guarderías

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                                                             |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sala de juegos                      | 300    | 22   | 0,40 | 80 | Deberán evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas |
| Guardería                           | 300    | 22   | 0,40 | 80 | Deberán evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas |
| Sala de manualidades                | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                           |

## 4.2. Edificios educativos

| Tipo de interior, tarea y actividad                | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                                                          |
|----------------------------------------------------|--------|------|------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aulas, aulas de tutoría                            | 300    | 19   | 0,60 | 80 | La iluminación debe ser controlable                                                                                    |
| Aulas para clases nocturnas y educación de adultos | 500    | 19   | 0,60 | 80 | La iluminación debe ser controlable                                                                                    |
| Auditorium, sala de lectura                        | 500    | 19   | 0,60 | 80 | La iluminación debe ser controlable para colocar varias A/V necesarias                                                 |
| Pizarras negras, verdes y blancas                  | 500    | 19   | 0,70 | 80 | Deben evitarse reflexiones especulares<br>El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada |
| Mesa de demostraciones                             | 500    | 19   | 0,70 | 80 | En salas de lectura 750 lux                                                                                            |
| Aulas de arte                                      | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas de arte en escuelas de arte                  | 750    | 19   | 0,70 | 90 | $5000\text{ K} \leq \text{TCP} \leq 6500\text{ K}$                                                                     |
| Aulas de dibujo técnico                            | 750    | 16   | 0,70 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas de prácticas y laboratorios                  | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas de manualidades                              | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Talleres de enseñanza                              | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas de prácticas de música                       | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas de prácticas de informática                  | 300    | 19   | 0,60 | 80 | Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1                                                                |
| Laboratorio de lenguas                             | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas de preparación y talleres                    | 500    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Hall o vestíbulo de entrada                        | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                        |
| Áreas de circulación, pasillos                     | 100    | 25   | 0,40 | 80 |                                                                                                                        |
| Escaleras                                          | 150    | 25   | 0,40 | 80 |                                                                                                                        |
| Aulas comunes de estudio y aulas de reunión        | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                        |
| Sala de profesores                                 | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Biblioteca: estanterías                            | 200    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Biblioteca: salas de lectura                       | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |
| Almacenes de material de profesores                | 100    | 25   | 0,40 | 80 |                                                                                                                        |
| Salas de deportes, gimnasios, piscinas             | 300    | 22   | 0,60 | 80 | Para actividades más específicas, se deben usar los requisitos de la norma UNE-EN 12193                                |
| Cantinas escolares                                 | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                        |
| Cocina                                             | 500    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                                                        |

5. Establecimientos sanitarios

5.1. Salas para uso general

| Tipo de interior, tarea y actividad                | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                         |
|----------------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Salas de espera                                    | 200    | 22   | 0,40 | 80 | Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes |
| Pasillos: durante el día                           | 100    | 22   | 0,40 | 80 | Iluminancias a nivel del suelo                                                        |
| Pasillos: limpieza                                 | 100    | 22   | 0,40 |    | Iluminancias a nivel del suelo                                                        |
| Pasillos: durante la noche                         | 50     | 22   | 0,40 | 80 | Iluminancias a nivel del suelo                                                        |
| Pasillos con usos múltiples                        | 200    | 22   | 0,60 | 80 | Iluminancias a nivel del suelo                                                        |
| Salas de día                                       | 200    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                       |
| Montacargas, ascensores para personas y visitantes | 100    | 22   | 0,60 | 80 | Iluminancias a nivel del suelo                                                        |
| Ascensores de servicio                             | 200    | 22   | 0,60 | 80 | Iluminancias a nivel del suelo                                                        |

5.2. Salas de personal

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Oficina de personal                 | 500    | 19   | 0,60 | 80 |               |
| Salas de personal                   | 300    | 19   | 0,60 | 80 |               |

5.3. Salas de guardia, salas de maternidad

| Tipo de interior, tarea y actividad          | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                         |
|----------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Alumbrado general                            | 100    | 19   | 0,40 | 80 | Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes |
| Alumbrado de lectura                         | 300    | 19   | 0,70 | 80 | Iluminancia a nivel del suelo                                                         |
| Exámenes simples                             | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                                                                       |
| Examen y tratamiento                         | 1000   | 19   | 0,70 | 90 |                                                                                       |
| Alumbrado nocturno, alumbrado de observación | 5      | -    | -    | 80 |                                                                                       |
| Cuartos de baño y servicio para pacientes    | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                       |

5.4. Salas de examen (general)

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones         |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|-----------------------|
| Alumbrado general                   | 500    | 19   | 0,60 | 90 | 4000 K ≤ TCP ≤ 5000 K |
| Examen y tratamiento                | 1000   | 19   | 0,70 | 90 |                       |

## 5.5. Salas de examen ocular

| Tipo de interior, tarea y actividad                           | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones         |
|---------------------------------------------------------------|--------|------|------|----|-----------------------|
| Alumbrado general                                             | 500    | 19   | 0,60 | 90 | 4000 K ≤ TCP ≤ 5000 K |
| Examen ocular externo                                         | 1000   | -    | -    | 90 |                       |
| Pruebas de lectura y visión cromática con diagramas de visión | 500    | 16   | 0,70 | 90 |                       |

## 5.6. Salas de examen auditivo

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Alumbrado general                   | 300    | 19   | 0,60 | 90 |               |
| Examen auditivo                     | 1000   | -    | -    | 90 |               |

## 5.7. Salas de escáner

| Tipo de interior, tarea y actividad                    | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                           |
|--------------------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------|
| Alumbrado general                                      | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                                         |
| Escáneres con mejoradores de imágenes y sistemas de TV | 50     | 19   | -    | 80 | Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1 |

## 5.8. Salas de parto

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Alumbrado general                   | 300    | 19   | 0,60 | 80 |               |
| Examen y tratamiento                | 1000   | 19   | 0,70 | 80 |               |

## 5.9. Salas de tratamiento (general)

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                       |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|-------------------------------------|
| Díálisis                            | 500    | 19   | 0,60 | 80 | La iluminación debe ser controlable |
| Dermatología                        | 500    | 19   | 0,60 | 90 |                                     |
| Salas de endoscopia                 | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                     |
| Salas de yesos                      | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                                     |
| Baños médicos                       | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                     |
| Masajes y radioterapia              | 300    | 19   | 0,60 | 80 |                                     |

## 5.10. Áreas de operación

| Tipo de interior, tarea y actividad    | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones            |
|----------------------------------------|--------|------|------|----|--------------------------|
| Salas preoperatorias y de recuperación | 500    | 19   | 0,60 | 90 |                          |
| Salas de operación                     | 1000   | 19   | 0,60 | 90 |                          |
| Quirófano                              |        |      |      |    | Ēm: 10.000 a 100.000 lux |

## 5.11. Unidad de cuidados intensivos

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                 |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|-------------------------------|
| Alumbrado general                   | 100    | 19   | 0,60 | 90 | Iluminancia a nivel del suelo |
| Exámenes simples                    | 300    | 19   | 0,60 | 90 | Iluminancia a nivel de cama   |
| Examen y tratamiento                | 1000   | 19   | 0,70 | 90 | Iluminancia a nivel de cama   |
| Vigilancia nocturna                 | 20     | 19   | -    | 90 |                               |

## 5.12. Dentistas

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                       |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------|
| Alumbrado general                   | 500    | 19   | 0,60 | 90 | La iluminación debe estar libre de deslumbramiento para el paciente |
| En el paciente                      | 1000   | -    | 0,70 | 90 |                                                                     |
| Quirófano                           | -      | -    | -    | -  | En la norma UNE-EN ISO 9680 se dan requisitos específicos           |
| Comparación del blanco dental       | -      | -    | -    | -  | En la norma UNE-EN ISO 9680 se dan requisitos específicos           |

## 5.13. Laboratorios y farmacias

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones         |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|-----------------------|
| Alumbrado general                   | 500    | 19   | 0,60 | 80 |                       |
| Inspección de colores               | 1000   | 19   | 0,70 | 90 | 6000 K ≤ TCP ≤ 6500 K |

## 5.14. Salas de descontaminación

| Tipo de interior, tarea y actividad | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones |
|-------------------------------------|--------|------|------|----|---------------|
| Salas de esterilización             | 300    | 22   | 0,60 | 80 |               |
| Salas de desinfección               | 300    | 22   | 0,60 | 80 |               |

## 5.15. Salas de autopsias y depósitos mortuorios

| Tipo de interior, tarea y actividad  | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                      |
|--------------------------------------|--------|------|------|----|----------------------------------------------------|
| Alumbrado general                    | 500    | 19   | 0,60 | 90 |                                                    |
| Mesa de autopsia y mesa de disección | 5000   | -    | -    | 90 | Pueden ser necesarios valores mayores de 5 000 lux |

## 6. Áreas de transportes

### 6.1. Aeropuertos

| Tipo de interior, tarea y actividad                       | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------|--------|------|------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Salas de llegada y salida, áreas de recogida de equipajes | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Áreas de conexión                                         | 150    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Mostradores de información, facturación                   | 500    | 19   | 0,70 | 80 | Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1                                                                                                                                                                                                                                     |
| Aduanas y mostradores de control de pasaportes            | 500    | 19   | 0,70 | 80 | Tiene que proporcionarse reconocimiento facial                                                                                                                                                                                                                                              |
| Áreas de espera                                           | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Salas de consigna                                         | 200    | 25   | 0,40 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Áreas de control y seguridad                              | 300    | 19   | 0,60 | 80 | Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1                                                                                                                                                                                                                                     |
| Torre de control de tráfico aéreo                         | 500    | 16   | 0,60 | 80 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La iluminación debe ser regulable</li> <li>• Trabajo en EPV: véase el apartado 4.9 de UNE-EN 12464-1</li> <li>• Se debe evitar el deslumbraimiento de luz diurna</li> <li>• Deben evitarse reflejos en ventanas, especialmente de noche</li> </ul> |
| Hangares de reparación y ensayo                           | 500    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Áreas de ensayo de motores                                | 500    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Áreas de medición en hangares                             | 500    | 22   | 0,60 | 80 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 6.2. Instalaciones ferroviarias

| Tipo de interior, tarea y actividad                          | Ēm Lux | UGRL | U0   | Ra | Observaciones                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------|--------|------|------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andenes completamente cubiertos, número pequeño de pasajeros | 100    | -    | 0,40 | 40 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestar especial atención al borde la plataforma</li> <li>• Evitar el deslumbramiento para conductores de vehículos</li> <li>• Iluminancia a nivel del suelo</li> </ul> |
| Andenes completamente cubiertos, número grande de pasajeros  | 200    | -    | 0,50 | 60 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestar especial atención al borde la plataforma</li> <li>• Evitar el deslumbramiento para conductores de vehículos</li> <li>• Iluminancia a nivel del suelo</li> </ul> |
| Pasos subterráneos de pasajeros, número pequeño de pasajeros | 50     | 28   | 0,50 | 40 | Iluminancia a nivel de suelo                                                                                                                                                                                     |
| Pasos subterráneos de pasajeros, número grande de pasajeros  | 100    | 28   | 0,50 | 40 | Iluminancia a nivel de suelo                                                                                                                                                                                     |
| Sala de taquillas y vestíbulo                                | 200    | 28   | 0,50 | 40 |                                                                                                                                                                                                                  |
| Oficina de billetes, de equipajes y contadores               | 300    | 19   | 0,50 | 80 |                                                                                                                                                                                                                  |
| Salas de espera                                              | 200    | 22   | 0,40 | 80 |                                                                                                                                                                                                                  |
| Hall de entrada, hall de estación                            | 200    | -    | 0,40 | 80 |                                                                                                                                                                                                                  |
| Salas de contadores y máquinas                               | 200    | 28   | 0,40 | 60 | Los colores de seguridad deben ser reconocibles                                                                                                                                                                  |
| Túneles de acceso                                            | 50     | -    | 0,40 | 20 | Iluminancia a nivel de suelo                                                                                                                                                                                     |
| Naves de mantenimiento y servicio                            | 300    | 22   | 0,50 | 60 |                                                                                                                                                                                                                  |



## 7. Potencia Instalada. Cálculo de la potencia instalada de referencia.

### Opción A: Potencias instaladas uso del edificio.

Multiplicar la superficie útil del edificio por la potencia indicada para el tipo de uso indicado en la Tabla 39. No se permitirá homologar potencias a tipos de uso que no aparezcan en la Tabla 39.

Tabla Requerimientos de eficiencia energética para iluminación interior.

| Requerimientos de eficiencia energética para iluminación interior |                           |                    |                           |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| Tipo de uso                                                       | Potencia w/m <sup>2</sup> | Tipo de uso        | Potencia w/m <sup>2</sup> |
| Centro de convención                                              | 13                        | Hospital           | 13                        |
| Cafetería                                                         | 15                        | Hotel              | 11                        |
| Comercio                                                          | 16                        | Librería           | 14                        |
| Consultorio                                                       | 11                        | Museo              | 12                        |
| Educación                                                         | 13                        | Oficina            | 11                        |
| Estadios                                                          | 12                        | Penitenciaria      | 11                        |
| Estacionamiento cerrado                                           | 3                         | Teatro             | 17                        |
| Gimnasio                                                          | 12                        | Policía / bomberos | 11                        |
| Habitación                                                        | 11                        | Transporte         | 11                        |

Fuente: Adaptación de la tabla 9.5.1 del estándar Ashrae 90.1-2007

### Opción B: Potencias instaladas por tipo de recinto

Seguir los siguientes pasos:

- Sumar la superficie (m<sup>2</sup>) útil por tipo de uso interno del edificio (programa de uso).
- Multiplicar la superficie (m<sup>2</sup>) de cada tipo de uso por los w/m<sup>2</sup> correspondientes indicados en la Tabla 40.
- Sumar las la potencias (w) resultantes del paso anterior. El resultado será la potencia instalada de referencia en el interior del edificio.

Densidades de potencia de Iluminación, según el método de espacio por espacio.

| Densidades de potencia de Iluminación, según el método de espacio por espacio |                  |                                    |                    |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------|------------------|
| Tipos de espacio común                                                        | w/m <sup>2</sup> | Edificio - Tipos                   | Espacio Específico | w/m <sup>2</sup> |
| Oficina individual                                                            | 12               | Gimnasio                           | Área de juegos     | 15               |
| Oficinas en planta abierta                                                    | 12               |                                    | Área de Ejercicio  | 10               |
| Sala de conferencia, reuniones o Multipropósito                               | 14               | Juzgado / Comisaría / Centro penal | Sala de audiencias | 20               |
|                                                                               |                  |                                    | 10                 |                  |
| Aula / Conferencia / Formación                                                | 15               | Celdas de aislamiento              | Salas de jueces    | 14               |

| Densidades de potencia de Iluminación, según el método de espacio por espacio |                                      |      |                                            |                                                    |      |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|------|----|
| Tipos de espacio común                                                        |                                      | w/m² | Edificio - Tipos Espacio Específico        |                                                    | w/m² |    |
| Lobby                                                                         | Lobby genérico                       | 14   | Estación Bomberos                          | sala de máquinas                                   | 9    |    |
|                                                                               | Para Hotel                           | 12   |                                            | Salas de descanso                                  | 3    |    |
|                                                                               | Para Artes escénicas Teatro          | 36   | Oficina de Correos- Área de Clasificación  |                                                    | 13   |    |
|                                                                               | Para Cine                            | 12   | Centro Convenciones-Espacio de exposición  |                                                    | 14   |    |
| zona de asientos para Público                                                 | Zona de asientos ge-<br>nérica       | 10   | Biblioteca                                 | Archivo tarjetas y cataloga-<br>ción               | 12   |    |
|                                                                               | Para Gimnasio                        | 4    |                                            | Pilas                                              | 18   |    |
|                                                                               | Para Centro de Ejer-<br>cicio        | 3    |                                            | Área de Lectura                                    | 13   |    |
|                                                                               | Para Centro de con-<br>venciones     | 8    | Hospital                                   | Emergencia                                         | 29   |    |
|                                                                               | Para Penitenciaria                   | 8    |                                            | Recuperación                                       | 9    |    |
|                                                                               | Para edificios religio-<br>sos       | 18   |                                            | Estación de Enfermería                             | 11   |    |
|                                                                               | Para arena deportiva                 | 4    |                                            | Exámenes / Tratamiento                             | 16   |    |
|                                                                               | Para Artes Escénicas<br>Teatro       | 28   |                                            | Farmacia                                           | 13   |    |
|                                                                               | Para cine                            | 13   |                                            | Habitaciones de pacientes                          | 8    |    |
|                                                                               | Para Transporte                      | 5    |                                            | Sala de Operaciones                                | 24   |    |
| Atrio - Primeros Tres Pisos                                                   |                                      | 6    | Sala recién nacido                         |                                                    | 6    |    |
| Atrio –Sumar por cada piso adicional                                          |                                      | 2    | Suministros médicos                        |                                                    | 15   |    |
| Salón / Recreación                                                            |                                      | 13   | Terapia Física                             |                                                    | 10   |    |
| Para el Hospital                                                              |                                      | 9    | Radiología                                 |                                                    | 4    |    |
| Comedor                                                                       | Comedor genérico                     | 10   | Lavandería                                 |                                                    | 6    |    |
|                                                                               | Para Motel                           | 14   | Servicio Automotriz / Reparación           |                                                    | 8    |    |
|                                                                               | Para Hotel                           | 14   | Fabricación                                | Sala de trabajo <7,5m Altu-<br>ra de piso a techo  | 13   |    |
|                                                                               | Para bar Salón / Ocio<br>Gastronomía | 13   |                                            | Sala de trabajo ≥ 7,5m Altu-<br>ra de piso a techo | 18   |    |
|                                                                               | Para Penitenciaria                   | 15   |                                            | Manufactura detallada                              | 23   |    |
|                                                                               | Para Comedor familiar                | 23   |                                            | Sala de equipamiento                               | 13   |    |
| Preparación de Alimentos                                                      |                                      | 13   | Sala de Control                            |                                                    | 5    |    |
| Laboratorio                                                                   |                                      | 15   | Hotel / Habitaciones de huéspedes          |                                                    | 12   |    |
| Baños                                                                         |                                      | 10   | Dormitorio - lugares habitables            |                                                    | 12   |    |
| Armario / Probador                                                            |                                      | 6    | Museo                                      | Exposición General                                 |      | 11 |
| Corredor                                                                      | Corredor / Transición                | 5    |                                            | Restauración                                       |      | 18 |
|                                                                               | Para Hospital                        | 11   | Banco/Oficina - Área de Actividad Bancaria |                                                    | 16   |    |
|                                                                               | Para espacios de ma-<br>nufactura    | 5    | Edificios religio-<br>sos                  | Púlpito, Coro                                      |      | 26 |
| Escaleras - Activo                                                            |                                      | 6    | Sala comunitaria                           |                                                    | 10   |    |

| Densidades de potencia de Iluminación, según el método de espacio por espacio |  |      |                                     |                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|--|------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----|
| Tipos de espacio común                                                        |  | w/m² | Edificio - Tipos Espacio Específico | w/m²                                                          |    |
| Almacenamiento con alta circulación                                           |  | 9    | Retail                              | Área de Ventas                                                | 18 |
| Almacenamiento alta circulación Hospital                                      |  | 10   |                                     | Centro Comercial Pasillo                                      | 18 |
| Almacenamiento baja circulación                                               |  | 3    | Arena deportiva                     | Área Anillo Deportes                                          | 29 |
| Almacenamiento baja circulación Museo                                         |  | 9    |                                     | Área Deportes con Cancha exterior                             | 25 |
| Eléctrico / mecánico                                                          |  | 16   |                                     | Área de juego interior                                        | 15 |
| Taller                                                                        |  | 20   | Bodega industrial                   | Almacenamiento materiales Finos                               | 15 |
| Área de Ventas                                                                |  | 18   |                                     | Almacenamiento de mate-<br>riales Medianos o volumi-<br>nosos | 10 |
| Transporte                                                                    |  |      |                                     | Área de estacionamiento                                       | 2  |
| Vestíbulo Aeropuerto                                                          |  |      | 6                                   |                                                               |    |
| Área de equipaje                                                              |  |      | 11                                  |                                                               |    |
| Terminal - Venta de pasajes                                                   |  |      | 16                                  |                                                               |    |

Fuente: Adaptación de la tabla 9.6.1 del estándar Ashrae 90.1-2007

## 8. Ajustes de la potencia instalada o consumo de energía por sistema de control

### 8.1 Control horario programable y/o de presencia

En el caso de sistemas de control horario programable y/o de presencia, la potencia instalada de iluminación artificial podrá reducir en los porcentajes indicados en la siguiente tabla.

Densidades de potencia de Iluminación, según el método de espacio por espacio.

| Tipo de sistema de control                          | Edificio de superficie útil $\leq 460 \text{ m}^2$ y operación no continua las 24 horas | Otros edificios |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Control horario programable                         | 10%                                                                                     | 0%              |
| Detector de presencia                               | 15%                                                                                     | 10%             |
| Detector de presencia y control horario programable | 15%                                                                                     | 10%             |

Fuente: Según tabla G.3.2 del estándar Ashrae 90.1-2007

### 5.2 Control mediante fotoceldas

En el caso de sistemas de control con fotoceldas que permiten balance automático del sistema de iluminación en base al aporte de luz natural, la reducción de la potencia instalada declarada deberá justificarse en base a una de las siguientes alternativas:

- Modelando el efecto del sistema de control directamente en el modelo de demanda y consumo de energía, y luego entregando el reporte del programa de simulación.
- Calculando en forma previa en programa especializado la reducción del horario de uso del sistema de iluminación, homologando posteriormente en términos porcentuales la reducción de horas de uso a la reducción de la potencia instalada.
- En base a mediciones realizadas en un edificio existente o recinto experimental.

En caso de utilizar planilla de cálculo, deberá utilizarse las alternativas b) o c).

## 9. Recomendaciones de potencia instalada para espacios exteriores del edificio.

Requerimientos de eficiencia energética para iluminación exterior.

|                                                       |                       |                                  |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Estacionamientos descubiertos                         |                       | 1,6 W/m <sup>2</sup>             |
| Exteriores descubiertos                               | General               | 2,2 W/m <sup>2</sup>             |
|                                                       | Calzadas < 3 mt ancho | 3,3 W/ml                         |
|                                                       | Escaleras             | 10,8 W/m <sup>2</sup>            |
| Entradas y salidas de edificio                        | Principales           | 98 W/ml                          |
|                                                       | Otras puertas         | 66 W/ml                          |
| Canopies, voladizos                                   |                       | 13,5 W/m <sup>2</sup>            |
| Fachadas de edificio                                  |                       | 2,2 W/m <sup>2</sup> o 16,4 W/ml |
| Accesos con inspección, áreas descubiertas para carga |                       | 5,4 W/m <sup>2</sup>             |

Fuente: Adaptación de la tabla 9.4.5 del estándar Ashrae 90.1-2007.

## 10. Reflectancia para elementos interiores.

Valores estándar de reflectancia para elementos interiores

| Elemento Interior | Factor de reflectancia |
|-------------------|------------------------|
| Cielo             | 0,7                    |
| Paredes           | 0,5                    |
| Suelo             | 0,2                    |
| Mobiliario        | 0,35                   |

Valores estándar de reflectancia para terminaciones interiores

| Terminación Interior       | Factor de reflectancia |
|----------------------------|------------------------|
| Papel blanco               | 0,8                    |
| Acero inoxidable           | 0,4                    |
| Pavimento de cemento       | 0,4                    |
| Alfombra (crema)           | 0.35                   |
| Alfombra (colores oscuros) | 0.35                   |
| Madera (clara)             | 0.4                    |
| Madera (colores medios)    | 0.2                    |
| Madera (roble oscuro)      | 0.1                    |
| Baldosas de cantera        | 0.1                    |
| Cristales de ventana       | 0.1                    |

Fuente: Adaptación de la tabla 1 CIBSE Lighting Guide 7.

## 11. Cálculo del deslumbramiento índice DGP.

El cálculo del índice de probabilidad de deslumbramiento DGP se determina por medio de software especializado en iluminación. El *Daylighting Glare Probability* (DGP), se determina de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$DGP = 5.87 \times 10^{-5} \times E_v + 9.18 \times 10^{-2} \times \log \left( 1 + \sum_i \frac{L_{s,i}^2 \times w_{s,i}}{E_v^{1,87} \times P_i^2} \right) + 0.16$$

Donde:

$E_v$  = Iluminancia vertical en el ojo [lux]

$E_s$  = Iluminancia de la fuente [cd/m<sup>2</sup>]

$W_s$  = Ángulo sólido de la fuente [sr]

$p$  = Posición del observador [-]

## Apéndice 16: Características de programas especializados de simulación de Energías Renovables e Iluminación Artificial

### 1. Programas informáticos de cálculo de Energía Renovable No Convencional

| Nombre del programa | Alcance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Interfaz y motor                                                                                                                                           | Base de datos                                                  | Gratuito |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|
| RETscreen           | <p>Permite evaluar la producción y el ahorro energéticos, los costes, la reducción de emisiones, la viabilidad financiera y el riesgo de varios tipos de Tecnologías de energías Renovables y eficiencia Energética</p> <p>Aplica a proyectos de pequeña y gran escala</p> <p>Proyectos nuevos o existentes</p> <p>Simultáneamente proyectos de eficiencia energética, cogeneración y ER en el mismo análisis</p> <p>Posibilidad de manejo de escenarios para el mismo proyecto (sensibilidad)</p>                                                                                                                                                                               | <p>Se basa en Microsoft Excel</p> <p>Programa y base de datos disponibles en 35</p>                                                                        | <p>Posee extensa base de datos climáticos</p>                  | SI       |
| SAM Nrel            | <p>Realiza predicciones de desempeño y estimaciones de costo de energía para proyectos de red de energía basándose en costos de operación e instalación así como otros inputs ingresados por el usuario.</p> <p>Realiza simulaciones entregando resultados para generar un proceso iterativo.</p> <p>Permite la creación de modelos de desempeño para diversas tecnologías, tales como sistemas fotovoltaicos, concentración parabólica de energía solar, concentración lineal Fresnel de poder solar, alta y baja energía eólica y energía de biomasa entre otros.</p> <p>Permite comparación de casos dentro del mismo archivo</p> <p>Incluye diversos modelos financieros</p> | <p>Interfaz simple permite el fácil ingreso de información, incluso para usuarios sin experiencia con modelos computacionales</p> <p>Se basa en TRNSYS</p> | <p>Se debe seleccionar, ingresar o crear la data de clima.</p> | SI       |

| Nombre del programa | Alcance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Interfaz y motor                                                                                                                                                                                    | Base de datos                                                                                                                                                                                     | Gratuito |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| TRNSYS              | <p>Permite simulación de desempeño y costo energético en proyectos. Permite análisis que dependan del paso del tiempo</p> <p>Aplicación en sistemas de energía solar, baja calefacción y ventilación, energías renovables y cogeneración entre otros.</p> <p>Software abierto</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Estructura modular: usuario ingresa los componentes de los proyectos y la relación entre ellos.</p> <p>Dada su estructura permite una mayor flexibilidad</p> <p>Permite el uso de modelos 3D</p> | <p>Posee amplia base de datos de componentes comúnmente usados en proyectos energéticos.</p> <p>Permite crear componentes DLL</p>                                                                 | NO       |
| TRANSOL             | <p>Permite el diseño, el cálculo y la optimización de sistemas solares térmicos</p> <p>Permite calcular una gran variedad de configuraciones de sistemas solares térmicos para Agua Caliente Sanitaria, calefacción, piscinas e incorpora también sistemas de refrigeración solar y aplicaciones para procesos industriales.</p> <p>Los resultados de las simulaciones se presentan en detallados informes de MS EXCEL que incluyen información general del sistema, información sobre la demanda, balance del sistema, eficiencia, análisis de pérdidas y consumos parásitos del sistema.</p> | Se basa en TRNSYS                                                                                                                                                                                   | <p>Incorpora una extensa base de referencias climáticas y un sistema de interpolación de datos que permite simular el comportamiento de un sistema solar térmico en cualquier punto del mundo</p> | NO       |

## 2. Programa Informático de cálculo de iluminación artificial.

| Nombre del Programa | Alcances y cálculos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Interfaz y motor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Input y resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gratuito |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Dialux              | <p>Luz diurna: cálculo y visualización perfectos.</p> <p>Escenas luminosas: diseño, proyecto y documentación realistas.</p> <p>Iluminación de emergencia: según la EN 1838, simple posicionamiento del número exacto de los cuerpos iluminantes a lo largo de las vías de fuga y de las zonas antipánico.</p> <p>Color: proyecto con filtros de colores, fuentes luminosas y materiales de colores.</p> <p>Realismo fotográfico: gracias al módulo de Ray-Tracing integrado.</p> <p>Colores falseados: los colores falseados facilitan con un vistazo un análisis cualitativo en el caso de geometrías complejas.</p> <p>Elementos inteligentes: las lámparas de pared se colocan correctamente de manera automática y el ordenador está siempre encima de la mesa.</p> | <p>Cálculo: con el sistema en Radiosity, rápido y cuidadoso siempre.</p> <p>Visualización interactiva 3-D: es suficiente "pasear" por el interior del local.</p> <p>Film: moviéndose por el interior de la vista realista del proyecto es posible guardar una película que enviar por correo electrónico a los propios clientes.</p> <p>Vista: realista gracias al uso de muebles y texturas.</p> <p>Guías: ayudan paso a paso gracias a preguntas específicas sobre el proyecto.</p> <p>Drag and drop: muebles superficies (Texture) y cuerpos iluminantes se insieren en el local de manera sencilla y rápida.</p> | <p>Interacción: importación y exportación: archivos .dwg y .dxf se pueden importar y a continuación exportar una vez realizado el proyecto junto con los resultados.</p> <p>Importación 3-D: posibilidad de inserir edificios completos como objetos 3-D.</p> <p>Dialux Light: la manera más sencilla de proyectar "paso a paso".</p> <p>Resultados: los resultados se pueden imprimir o enviar como archivo .pdf. Todas las vistas y todos los rendering pueden guardarse como archivos. jpg.</p> | Si       |



| Nombre del Programa | Alcances y cálculos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Interfaz y motor                                                                                                                                                                                                                                                                          | Input y resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                | Gratuito                           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Relux               | <p>Funciones de programa</p> <p>Modelador 2D/3D con funciones boolean</p> <p>Asistente EasyLux para edición exprés</p> <p>Banco de datos de luces, lámparas y sensores con más de 300.000 productos</p> <p>Biblioteca de materiales, texturas y mobiliario</p> <p>Simulación de las áreas de captura del sensor en 2D/3D</p> <p>Análisis de rentabilidad</p> <p>Análisis del efecto de la luz de día con diagramas ISO-LUX</p> <p>Rentabilidad del control de la luz de día.</p> <p>Luz dinámica con ReluxVivaldi</p> <p>Módulo de oferta de simulación reglamentaria</p> <p>Equipos de interior y exterior según EN 12464</p> <p>Iluminación de emergencia según EN 1838</p> <p>Calles según EN 13201</p> <p>Lugares para practicar deporte según FIFA</p> <p>Luz día según CIE</p> <p>Constancias de consumo energía</p> <p>Ambientes, zonas, pisos, objetos según normas EN15193 y DIN18599</p> | <p>Simulación de luminarias en 2D/3D con el procedimiento Radiosity</p> <p>Visualizador (render) con el procedimiento Raytracing para imágenes perfectas</p> <p>Moviemaker y presentación 3DStereo</p> <p>Generación de diagramas de isolíneas, pseudo color y distribución de luz 3D</p> | <p>Importación: DXF, DWG para 2D DXF, 3DS, WRL para 3D JPG, PNG, WMP imágenes</p> <p>Exportación: DXF, DWG para escenas HDR para simulaciones XLS para listas AVI, JPEG, BMP películas</p> <p>Diagrama de la altitud solar</p> <p>Director de edición con generador integrado de archivos PDF</p> | Hay versión gratuita y otra pagada |

| Nombre del Programa | Alcances y cálculos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Interfaz y motor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Input y resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gratuito |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| AGI32               | <p>Exterior (general):<br/>Iluminancia (fc or lux)<br/>Horizontal, Vertical,<br/>excitación luminosa<br/>variable (lm/sq ft or lm/<br/>sq m) desde superficies,<br/>Densidad de potencia<br/>luminosa(watts/ sq ft) ,<br/>Luminosidad (cd/m2) en<br/>pseudocolores, entre otros</p> <p>Interior: Iluminancia (fc or<br/>lux) Horizontal, Vertical,<br/>excitación luminosa<br/>variable (lm/sq ft or lm/sq<br/>m),densidad de potencia<br/>luminosa (watts/ sq ft),<br/>clasificación de brillo<br/>unificado, luminancia(cd/<br/>m2) en pseudocolores,<br/>entre otros</p> <p>Vial: Exterior (general):<br/>Iluminancia (fc or lux)<br/>Horizontal, Vertical,<br/>excitación luminosa<br/>variable (lm/sq ft or lm/<br/>sq m), Iluminación de<br/>pavimento (cd/m2) y<br/>cantidades asociadas para<br/>IES, CIE y los métodos AS/<br/>NZ, entre otros</p> <p>Luz de día: Iluminancia (fc<br/>or lux) Horizontal, Vertical,<br/>excitación luminosa<br/>variable (lm/sq ft or lm/<br/>sq m), modelos de cielo<br/>IES y CIE, factor de luz<br/>de día (DF), criterio LEED,<br/>luminosidad(cd/m2) en<br/>pseudocolores, entre otros</p> | <p>Modelo directo<br/>de estructuras<br/>complejas en AGI32<br/>Permite asignar<br/>superficies y<br/>terminaciones<br/>Incluye biblioteca<br/>de modelos y datos<br/>realistas<br/>Modelos pueden<br/>explorarse de forma<br/>interactiva sin<br/>recalcular<br/>Define recorrido<br/>de rayos de luz de<br/>manera fotorrealista<br/>Genera películas y<br/>animaciones</p> | <p>AGI32 importa y exporta<br/>los formatos DWG y DXF<br/>formats usando el toolkit<br/>Autodesk RealDWG®</p> <p>Cálculos se pueden<br/>exportar a DWG y DXF<br/>para ser integrados a<br/>archivos CAD<br/>Capturas y modelos<br/>pueden generarse como<br/>JPG o BMP o a mundos<br/>interactivos (VRML)<br/>Genera documentos .txt y<br/>pdf</p> | NO       |

| Nombre del Programa  | Alcances y cálculos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Interfaz y motor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Input y resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Gratuito |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Oxytech, LITESTAR 4D | <p>Proyecto luminotécnico<br/>- Gestión ficheros 2D 3D – Rendering<br/>Iluminación de interiores - EN 12464:<br/>Proyecto de interiores guiado<br/>Proyecto de interiores avanzado (libre)</p> <p>Disposición libre de las luminarias</p> <p>Disposición automática de las luminarias (método flujo total)<br/>Cálculo del deslumbramiento (UGR - VCP)<br/>Iluminación de emergencia - EN 1838<br/>Iluminación de viales - EN 13201 - UNI 11248 - UNI 10819<br/>Iluminación de estructuras deportivas - EN 12193 - FIFA 2011<br/>Iluminación de túneles - UNI 11095<br/>Rendering en tiempo real, Ray-Tracing 640x480 px, Ray-Tracing hasta una resolución de 640x480 ... HD<br/>Gestión de fotometrías<br/>Funciones de elaboración de ficheros fotométricos</p> | <p>Gestión de mobiliario y objetos<br/>Gestión de mobiliario y objetos Drag&amp;Drop (Arrastrar y Soltar) del WebCatalog del fabricante<br/>Búsqueda de productos en diagrama de árbol en 3 niveles configurables (Búsqueda en Diagrama Árbol)<br/>Catálogo electrónico interactivo por Internet<br/>Visualización de fotometrías en 3D<br/>Catálogo electrónico interactivo</p> | <p>Importación ficheros 2D (Dxf) y 3D (3DS y Obj)<br/>Importación del Plug-in de datos de los fabricantes<br/>Importación ficheros OXL-LDT-IES con Drag&amp;Drop (Arrastrar y Soltar)<br/>Importación de ficheros LDT - IES 86-91-95-01 - Cibse TM14 - CIE102 – LTLI<br/>Exportación de ficheros LDT - IES 86-91-95-01 - Cibse TM14 - CIE102 – LTLI<br/>Almacenaje de tablas en fichero de texto Txt<br/>Almacenaje de gráficos en fichero raster (BMP-JPG-PCX-PNG-TGA)</p> |          |

Apéndice 17: Hoja de cálculo tipo para carga térmica

Hoja de cálculo de la carga térmica de refrigeración

Datos generales

| Superficie de local       | m²                      | Tipo de local               |           |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------|
| Ocupación                 | Personas                |                             |           |
| Ventilación               |                         | Persona =                   | m³/h      |
| Infiltraciones            | m³/h                    |                             |           |
| Temperatura exterior      | °C                      |                             |           |
| Humedad relativa exterior | %                       | Humedad absoluta exterior   | g/kg      |
| Temperatura interior      | °C                      |                             |           |
| Humedad relativa interior | %                       | Humedad absoluta interior   | g/kg      |
| Diferencia temperaturas   | °C                      | Diferencia humedad absoluta | g/kg      |
| Mes de cálculo            |                         |                             |           |
| Hora solar de cálculo     |                         |                             |           |
| Localidad                 |                         | Latitud                     |           |
| Oscilación térmica diaria | °C                      |                             |           |
| luminación                |                         |                             |           |
| Fluorescente              |                         |                             |           |
|                           |                         | W                           |           |
| Incandescente             |                         |                             |           |
| Radiación solar           |                         |                             |           |
| Superficie (m ²)          | Radiación unitaria W/m² | Factores de atenuación      | Resultado |
| Ventana N                 | X                       | X                           |           |
| Ventana E                 | X                       | X                           |           |
| Ventana                   | X                       | X                           |           |
| Ventana                   | X                       | X                           |           |
| Ventana                   | X                       | X                           |           |
| Claraboya                 | x                       | X                           |           |

## Radiación y transmisión (paredes exteriores y techo)

| Superficie (m <sup>2</sup> ) | Transmitancia térmica W/m <sup>2</sup> K | Δt (°C) | Resultado |
|------------------------------|------------------------------------------|---------|-----------|
| Pared N                      | X                                        | X       |           |
| Pared E                      | X                                        | X       |           |
| Pared                        | X                                        | X       |           |
| Pared                        | X                                        | X       |           |
| Techo                        | X                                        | X       |           |
| Techo                        | x                                        | X       |           |

## Transmisión (ventanas, paredes interiores y suelo)

| Superficie (m <sup>2</sup> ) | Transmitancia térmica W/m <sup>2</sup> K | Δt (°C) | Resultado |
|------------------------------|------------------------------------------|---------|-----------|
| ventanas                     | X                                        | X       |           |
| Pared interior               | X                                        | X       |           |
| Pared interior               | X                                        | X       |           |
| Pared interior               | X                                        | X       |           |
| Pared interior               | X                                        | X       |           |
| Pared interior               | x                                        | X       |           |
| Suelo                        |                                          |         |           |

## Ventilación

| Caudal(m <sup>3</sup> ) | Δt (°C) | Factor de bypass |
|-------------------------|---------|------------------|
| Aire de ventilación     | X       | X                |

## Carga sensible interior

| W                            |   |                    |  |
|------------------------------|---|--------------------|--|
| Iluminación Incandescente    | X | X                  |  |
| Iluminación Fluorescente     | X | X                  |  |
| Calor sensible por persona W |   | Número de personas |  |
| Personas                     |   | X                  |  |
| Otras fuentes                |   | X                  |  |

|                                   |                              |         |                    |
|-----------------------------------|------------------------------|---------|--------------------|
| Carga sensible efectiva parcial   |                              |         |                    |
| Factor de seguridad: 10%          |                              |         |                    |
| Carga sensible efectiva total (a) |                              |         |                    |
| Carga latente                     |                              |         |                    |
|                                   | Caudal(m³)                   | Δt (°C) |                    |
| Aire infiltración                 | X                            |         | X                  |
|                                   | Caudal(m³)                   | Δt (°C) | Factor de bypass   |
| Aire de ventilación               | X                            | X       | X                  |
|                                   | Calor sensible por persona W |         | Número de personas |
| Personas                          |                              | X       |                    |
| Otras fuentes                     |                              | X       |                    |
| Carga latente efectiva parcial    |                              |         |                    |
| Factor de seguridad: 10%          |                              |         |                    |
| Carga latente efectiva total (b)  |                              |         |                    |
| Carga efectiva total (a+b)        |                              |         |                    |

## Apéndice 18: Determinación de la energía primaria consumida

### 1. Determinación de la energía primaria, EPc

$$EPc = kWhdt + kWhde$$

Dónde:

- *kWhdt*: kWh de energía primaria consumidos por demanda térmica en Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS).
- *kWhde*: kWh de energía primaria consumidos por demanda eléctrica en Climatización, Iluminación, Ventilación, Artefactos y Otros consumos

Para consumos por demanda térmica en Calefacción y ACS, se utilizará la siguiente fórmula,

$$\frac{kWh \text{ de demanda}}{RE} * FEP \text{ combustible}$$

Para consumos por demanda eléctrica en Climatización, se utilizará la siguiente fórmula,

$$\frac{kWh \text{ de demanda}}{RE} * FEP \text{ electricidad}$$

Para consumos por demanda eléctrica en Iluminación, Ventilación, Equipos y artefactos, Otros consumos, se utilizará la siguiente fórmula,

$$\frac{kWh \text{ de demanda}}{FEP \text{ electricidad}}$$

Dónde:

- *FEP*: Factor de energía primaria del combustible<sup>46</sup> (ver Tabla 46)
- *RE*: Rendimiento estacionario del equipo (ver Apéndice 8)

| Fuente de energía | FEP |
|-------------------|-----|
| Diésel            | 1,1 |
| Gas Natural       | 1,1 |
| Gas Licuado       | 1,1 |
| Carbón            | 1,1 |
| Pellets de Madera | 1,2 |
| Leña              | 1,1 |
| Electricidad      | 2   |
| ERNc in-situ      | 0,0 |

Tabla 46 FEP para distintas fuentes de energía. Fuente: IIT y Fundación Chile

Para la estimación de las demandas de cada uno de los usos finales, se podrá utilizar tanto un cálculo mediante planilla como dinámico, en base a lo definido en el Apéndice 8.

<sup>46</sup> Se define como: energía disponible a nivel domiciliario/energía primaria necesaria para obtener esa disponibilidad de energía a nivel domiciliario.

## Apéndice 19: Sistemas de agua potable eficientes

### PROCEDIMIENTO

#### 1. Estimar usuarios de jornada completa, media jornada y transitorios.

Se deberá identificar como usuarios de jornada completa a todos aquellos de los que se espere una ocupación del edificio de 30 horas semanales o más, de media jornada a aquellos de los que se espere una jornada de entre 10 y 30 horas semanales en el edificio, mientras que los usuarios transitorios serán aquellos que utilicen el edificio menos de 10 horas semanales.

En los proyectos en que se conoce la ocupación de jornada completa, de media jornada y de uso transitorio, se debe utilizar los números reales. Si debido a la naturaleza del edificio, el equipo de proyectista no puede conocer la cantidad de ocupantes que no sean de jornada completa y o de los funcionarios en el caso de educación, se deben utilizar los siguientes procedimientos para estimarlos según el destino general de uso (Educación, Salud, Oficina).

#### Educación:

Para estimar el número usuarios totales, primero se debe calcular el número de alumnos dividiendo la superficie útil de salas por la densidad indicada para éstas en el Apéndice 1 y luego sumarla con el número de funcionarios obtenido de la división de la superficie del edificio completo por los <sup>2</sup> por persona indicados en la siguiente tabla:

| Educación                  | m <sup>2</sup> por Persona |              |
|----------------------------|----------------------------|--------------|
|                            | Funcionarios               | transitorios |
| Salas cunas y párvulos     | 14                         | 0            |
| Educación básica           | 30                         | 0            |
| Educación media y superior | 46                         | 0            |
| Educación especial         | 14                         | 0            |

#### Salud y Oficina:

Se debe dividir la superficie útil de proyecto en cada recinto apuntado en la siguiente tabla por los m<sup>2</sup> por persona correspondientes. El resultado se debe utilizar con el tipo de usuario indicado.

| Salud y Oficina                                                | m <sup>2</sup> por Persona | Tipo de usuario |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| Ambulatorios y diagnóstico                                     | 6                          | 1 Jornada       |
| Consultas                                                      | 3                          | 1 Jornada       |
| Habitaciones                                                   | 8                          | 1 Jornada       |
| Área tratamiento                                               | 5                          | 1 Jornada       |
| Oficina                                                        | 10                         | 1 Jornada       |
| Salones de reuniones                                           | 0,8                        | Transitorio     |
| Salones, auditorios                                            | 0,5                        | Transitorio     |
| Salas de espera (Solo edificios de Salud y Servicios Públicos) | 0,8                        | ½ Jornada       |



Luego de estimar los usuarios transitorios, de media jornada y de jornada completa totales, se debe diferenciar a los usuarios por género (cuando no se sepa la ocupación desagregada entre hombres y mujeres, se debe asumir que los usuarios serán 50% hombres y 50% mujeres).

Ejemplo:

| Tipo de usuario  | Horas de permanencia                    | Hombres | Mujeres |
|------------------|-----------------------------------------|---------|---------|
| Jornada completa | 30 o más horas por semana               | 350     | 340     |
| Media jornada    | Menos de 30 y 10 o más horas por semana | 4       | 4       |
| Transitorio      | Menos de 10 horas por semana            | 50      | 50      |

## 2. Asignar usuarios por grupo de artefactos.

Si se utilizan artefactos con distintas características de consumo hídrico, se deben hacer grupos con las mismas características y asociarlos con sus respectivos usuarios. Por ejemplo, si en un colegio los inodoros para profesores necesitan 5 litros por descarga y el resto de los inodoros utiliza 6 y no hay diferencia en los otros artefactos, se deben hacer un grupo para los profesores y otro para el resto, los que a su vez estarán diferenciados por género.

Ejemplo:

| Grupo 1 (profesores/as) |                        |           | Grupo 2 (otros baños) |                  |           |           |                        |           |
|-------------------------|------------------------|-----------|-----------------------|------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|
| Tipo de usuario         |                        | Hombres   | Mujeres               | Tipo de usuario  |           | Hombres   | Mujeres                |           |
| Jornada completa        |                        | 10        | 10                    | Jornada completa |           | 340       | 330                    |           |
| Media jornada           |                        | 4         | 4                     | Media jornada    |           | 0         | 0                      |           |
| Transitorio             |                        | 0         | 0                     | Transitorio      |           | 50        | 50                     |           |
| Artefacto               |                        | Caudal    |                       | Artefacto        |           | Caudal    |                        |           |
| Inodoro                 |                        | 5,0       | Lt/desc               | Inodoro          |           | 6,0       | Lt/desc                |           |
| Urinarios               |                        | No Aplica | Lt/desc               | Urinarios        |           | No Aplica | Lt/desc                |           |
| Llaves                  | Lavamanos              | 9         | Lt/min                | Llaves           | Lavamanos | 9         | Lt/min                 |           |
|                         | Ducha                  | 9         | Lt/min                |                  | Llaves    | Ducha     | 9                      | Lt/min    |
|                         | Lavaplatos y lavacopas | 9         | Lt/min                |                  |           | Llaves    | Lavaplatos y lavacopas | 9         |
| Máquinas                | Lava vajillas          | No aplica | Lt/kg                 | Máquinas         |           |           | Lava vajillas          | No aplica |
|                         | Lavadero               | No aplica | Lt/kg                 |                  | Máquinas  |           | Lavadero               | No aplica |
|                         | Máquina de lavar ropa  | No aplica | Lt/kg                 |                  |           | Máquinas  | Máquina de lavar ropa  | No aplica |

## 3. Calcular los usos diarios por artefacto.

Multiplicar los usuarios de cada artefacto (descritos en el paso anterior) con el uso diario esperado apuntado en la Tabla 47 de acuerdo a la Ecuación 1.

Si algún grupo de artefactos no incluye urinarios, los usos diarios correspondientes a éstos se deben sumar a los usos diarios de los inodoros.

1 usos inodoro + 2 usos urinario = 3 usos inodoro.

Ecuación 1 Usos diarios por artefacto

$$Usos\ diarios\ artefacto\ N = [(P_{Jor} * U_{Jor}) + (P_{Med} * U_{Med}) + (P_{Tran} * U_{Tran})]$$

Donde:

- $P_{Jor}$  = Número de personas con jornada completa que usan el artefacto (según paso 2)
- $P_{Med}$  = Número de personas con media jornada que usan el artefacto (según paso 2)
- $P_{Tran}$  = Número de personas con media jornada que usan el artefacto (según paso 2)
- $U_{Jor}$  = Usos diarios de personas con jornada completa (según Tabla 46)
- $U_{Med}$  = Usos diarios de personas con jornada completa (según Tabla 46)
- $U_{Tran}$  = Usos diarios de personas con jornada completa (según Tabla 46)

Tabla 47 Uso diario de artefactos sanitarios por destino de uso.

| Usos diarios           |               | Oficina       |           |           |             | Educación |           |             | Salud     |           |             | Seguridad |           |             |
|------------------------|---------------|---------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
|                        | Uso           | Tiempo de uso | 1 jornada | ½ jornada | transitorio | 1 jornada | ½ jornada | transitorio | 1 jornada | ½ jornada | transitorio | 1 jornada | ½ jornada | transitorio |
| Inodoro                | desc/ usuario | N/A           | 1,0       | 0,5       | 0,1         | 1,0       | 0,5       | 0,1         | 1,0       | 0,5       | 0,6         | 3,0       | 1,5       | 0,2         |
| Urinario <sup>47</sup> | desc/ usuario | N/A           | 2,0       | 1,0       | 0,2         | 2,0       | 1,0       | 0,2         | 3,0       | 1,5       | 0,6         | 2,0       | 1,0       | 0,2         |
| Lavamanos              | seg/ usuario  | 15            | 3,0       | 1,5       | 0,5         | 3,0       | 1,5       | 0,5         | 8,0       | 4,0       | 4,0         | 5,0       | 2,5       | 0,6         |
| Ducha                  | seg/ usuario  | 300           | 0,1       | 0,5       | -           | 0,1       | 0,5       | -           | 0,1       | 0,5       | -           | 0,1       | 0,5       | -           |
| Lavaplatos             | seg/ usuario  | 15            | 1,0       | 2,3       | 0,6         | 1,0       | 3,0       | -           | 1,0       | 3,0       | 1,8         | 1,0       | 2,3       | -           |
| Lava vajillas          | kg/usuario    | 0,15          | -         | -         | -           | 1,0       | 0,5       | -           | 1,7       | 0,9       | -           | 1,4       | 0,7       | -           |
| Lavadero               | kg/usuario    | 0,90          | -         | -         | -           | 1,0       | 0,5       | -           | 1,7       | 0,9       | -           | 1,4       | 0,7       | -           |
| Máquina de lavar ropa  | kg/usuario    | 0,90          | 1,0       | 0,5       | -           | 1,0       | 0,5       | -           | 1,0       | 0,5       | -           | 1,0       | 0,5       | -           |

Fuente: Adaptación TDRé (CITEC UBB)

Ejemplo Ecuación:

$$Usos\ diarios\ inodoros\ profesoras = \left[ (10*(1 + 2)) + (4*(0,5 + 1)) + (0*(0,1 + 0,2)) \right] = 36$$

4. Calcular demanda diaria de referencia por cada artefacto.

Se debe multiplicar el consumo de referencia indicado en la Tabla 48 con los usos diarios obtenidos del paso iii como se indica en la Ecuación siguiente. En los casos para los que se indica unidad de tiempo (lt/seg), el caudal se debe multiplicar también por el tiempo de uso señalado en la Tabla 47.

En casos justificados por el equipo de proyecto, tales como establecimientos de salud con condiciones especiales de uso, se podrá modificar los consumos indicados como referencia.

En caso de tratarse de la mejora a una edificación existente dónde se realice un cambio de artefactos o de sistemas de control de caudales, se debe considerar como referencia los caudales de los artefactos existentes. Si no es posible conocer, medir o estimar dichos caudales, se deberán utilizar los valores de la Tabla 47.

47 Si no se utiliza urinarios en algún grupo de artefactos, sus usos diarios deben sumarse a los de inodoros.

## Ecuación 2: Demanda diaria de referencia por artefacto

$$\text{Demanda diaria de referencia por artefacto} = \text{Consumo por uso} * \text{usos diarios}$$

Tabla 48 Caudales de referencia de artefactos.

| Artefacto |                        | Caudal |          |
|-----------|------------------------|--------|----------|
| Inodoro   |                        | 7,00   | Lt/desc. |
| Urinarios |                        | 3,80   | Lt/desc. |
| Grifería  | Lavamanos              | 0,20   | Lt/seg   |
|           | Ducha ½"               | 0,20   | Lt/seg   |
|           | Ducha ¾"               | 0,32   | Lt/seg   |
|           | Lavaplatos y lavacopas | 0,20   | Lt/seg   |
| Máquinas  | Lava vajillas          | 15,00  | Lt/kg    |
|           | Lavadero               | 30,00  | Lt/kg    |
|           | Máquina de lavar ropa  | 20,00  | Lt/kg    |

Fuente: Elaboración propia en base a anexo 3 del RIDAA, Catastro OCUC 2008; NCh 700:2011, NCh 407:Of.2005 y TDR DA/MOP

Ejemplo de la ecuación para calcular la Demanda diaria de referencia por artefacto:

$$\text{Demanda de referencia inodoros profesoras} = [7\text{Lt} * 36] = 252 \text{ litros por día}$$

### 5. Calcular demanda diaria de proyecto de cada artefacto.

Se debe multiplicar el consumo del artefacto utilizado en el proyecto con los usos diarios obtenidos del paso iii como se indica en la Ecuación. En los casos para los que se indica unidad de tiempo (lt/seg) el caudal se debe multiplicar por el tiempo de uso señalado en la Tabla 47.

Para los urinarios accionados con grifería manual, se debe considerar un caudal igual al indicado como referencia. Para urinarios hechos en obra sin grifería (no se deben contar las llaves de paso) el proyectista debe justificar el caudal indicado para la línea base y para el proyecto.

## Ecuación 3: Demanda diaria por artefacto

$$\text{Demanda diaria por artefacto} = \text{Consumo artefacto utilizado} * \text{usos diarios}$$

Ejemplo:

$$\text{Demanda inodoros profesoras} = [5\text{Lt} * 60] = 300 \text{ litros por día}$$

En los casos en que la grifería incluya sistemas de control automatizado tales como temporizadores y o detectores de presencia, el tiempo de uso indicado en la Tabla 47 se debe remplazar por 12 segundos. Cuando el proyectista estime que el tiempo de uso es menor, debe utilizar el tiempo que estime apropiado y justificarlo en una memoria técnica.

En los casos donde se utilice inodoros de doble descarga, el volumen de agua que se debe indicar es el promedio de las dos descargas.

Consideraciones para la especificación de griferías y artefactos eficientes.

- No utilizar más de un aireador por artefacto.
- Los artefactos válidos para el cálculo de demanda diaria de proyecto deben estar ensayados a una presión dinámica de 3 bar (Tal como indican las normas NCh 700:Of.2008, NCh 3203:2010, NCh 3252:2011 que son de obligado cumplimiento).
- Cuando se especifique artefactos con caudal menor a 5 litros por minuto verificar que la presión de la red de agua potable sea suficiente para que se cumplan su función, ya que la presión de ensayo es a 3 bar, y la presión en la red del edificio puede ser menor. Lo anterior es importante en especial cuando se consideren equipos para generación de agua caliente sanitaria, como calefontos.

## 6. Calcular demanda anual de referencia.

Se debe sumar las demandas diarias de cada grifería y artefacto de los casos de referencia y multiplicar por el número total de jornadas en que se utilizará el edificio como se indica en la siguiente ecuación.

Ecuación 4: Demanda total edificio de referencia

$$Demanda\ total\ referencia = (Dem\ artefacto\ 1 + Dem\ artefacto\ 2 + \dots + Dem\ artefacto\ n) * Jornadas\ de\ uso$$

## 7. Calcular demanda anual de proyecto.

Se deben sumar las demandas diarias de cada grifería y artefacto especificado, y multiplicar por el número total de jornadas en que se utilizará el edificio de acuerdo a la Ecuación 5.

La reutilización de aguas grises y aguas lluvias se descontarán de la demanda total de proyecto, como se indica en la ecuación. La reutilización de aguas grises y aguas lluvias podrá aplicarse cumpliendo siempre con las condiciones y restricciones normativas existentes (ver Apéndice 20)

Ecuación 5: Demanda total Proyecto

$$Demanda\ proyecto = [(Dem\ Ar_1 + Dem\ Ar_2 + \dots + Dem\ Ar_n) * (Jornadas\ de\ uso)] - Aguas_{LL\ y\ G}$$

Donde:

$Dem\ Ar_i$  = Demanda diaria de artefacto 1 (obtenida del paso v)

$Dem\ Ar_n$  = Demanda diaria de artefacto n (obtenida del paso v)

$Dem_{ALL\ y\ G}$  = Aguas lluvia o grises captadas o reutilizadas que desplacen el uso de agua potable (ver Apéndice 20)

## 8. Calcular porcentaje de reducción.

Se debe restar a la demanda total de referencia la demanda total de proyecto y dividir por la demanda total de referencia como se indica en la Ecuación . El porcentaje de reducción de la demanda de agua obtenido de esta operación, es el que se debe asociar al puntaje por **"instalación de Agua Potable: Sistemas eficientes"**.

Ecuación 6: Porcentaje de reducción

$$\% \text{ reducción demanda de agua} = \left( \frac{Dem\ referencia - Dem\ proyecto}{Dem\ referencia} \right) * 100$$

## 9. Calcular Demanda de agua por metro cuadrado de edificio (este indicador de carácter informativo)

Se debe dividir la demanda de proyecto por la superficie construida como se indica en la Ecuación 7: Demanda de agua por metro cuadrado. Este indicador es necesario para comparar el comportamiento del edificio proyectado con otros.

Ecuación 7: Demanda de agua por metro cuadrado

$$Demanda\ de\ agua\ por\ m^2 = \left( \frac{Demanda\ de\ proyecto}{Superficie\ Construida} \right)$$

## 10. Recomendaciones.

Para mejorar la gestión del agua es conveniente incluir remarcadores de consumo de agua para diferenciar usos y distintos recintos.

## Apéndice 20: Procedimiento para cálculo de Paisajismo eficiente

El cumplimiento del requerimiento se realizará calculando la evapotranspiración de proyecto y de referencia, en el mes más caluroso del año, para luego determinar la disminución porcentual de la primera respecto a la segunda de acuerdo a lo indicado en los siguientes pasos:

### 1. Verificar que el área de paisajismo con vegetación sea igual o mayor que un 20% del terreno donde se emplaza el proyecto.

El proyecto podrá optar a cumplir con los requerimientos de paisajismo eficiente, solo si cumple que:

$$\text{Área de paisajismo con vegetación} \geq (\text{terreno de emplazamiento} * 0,2)$$

Se debe considerar como superficie de paisajismo para el cálculo, las áreas del terreno conformada por especies vegetales definido como "área verde" descartando áreas de esparcimiento o circulación peatonal conformado por otros elementos complementarios como superficies cubiertas por Mulch (cubierta o mantillo sobre el suelo de materiales orgánicos tales como hojas, astillas, corteza, coníferas de pino, cáscaras de nuez y compost grueso, e inorgánicos tales como minerales, grava, granito, piedras de río y volcánicas) donde no se considere vegetación.

Se podrá incluir como superficie de paisajismo las cubiertas "verdes" o vegetales del edificio siempre que sean accesibles (física o visualmente) para al menos el 80% de los usuarios del edificio, y las áreas verdes en zonas fuera del terreno del edificio, pero incluidas en el proyecto de paisajismo y el proyecto de riego del edificio, como por ejemplo el área verde junto a la calzada peatonal en la vía pública que enfrenta al edificio. Se podrá incluir como superficie computable la de los muros "verdes" o vegetales del edificio, siempre que sean visualmente accesibles desde el interior del edificio o desde patios, atrios o plazas ubicadas dentro del terreno del edificio y accesibles para al menos el 80% de los usuarios del edificio.

Las superficies utilizadas para contabilizar el paisajismo serán consistentes con las utilizadas en la variable de "Riego: Sistemas de eficientes".

Se excluyen de la superficie de paisajismo los pavimentos, considerados como la superficie artificial que se hace para que el piso esté sólido y llano, tales como radieres, baldosas, adoquines, etc

### 2. Individualizar sectores de paisajismo

Definir sectores de paisajismo en función de cuatro características : factor especie, factor densidad, factor microclima y sistema de riego. Por ejemplo, si un jardín de 300m<sup>2</sup>, de los cuales 100m<sup>2</sup> tienen cubresuelo, otro sector tiene 100m<sup>2</sup> de césped, y otra con 100m<sup>2</sup> con el mismo cubresuelo que antes, se debe individualizar dos sectores de paisajismo: 200m<sup>2</sup> con cubresuelo (100+100) y 100m<sup>2</sup> con césped.

### 3. Calcular el Coeficiente de Paisajismo de referencia (I) para cada sector de paisajismo, según la Ecuación 4

Ecuación 4: Coeficiente de Paisajismo de referencia.

$$KL(r) = K_{s(r)} * K_{d(r)} * K_{mc(r)}$$

Fuente: Ahorro en el uso del agua 2011, GBC Chile y LEED v2009

Donde:

| Definición                           | Símbolo     |
|--------------------------------------|-------------|
| Coeficiente Paisajismo de referencia | $KL_{(r)}$  |
| Factor especie de referencia         | $K_{s(r)}$  |
| Factor densidad de referencia        | $K_{d(r)}$  |
| Factor microclima de referencia      | $K_{mc(r)}$ |

- Para calcular el coeficiente de paisajismo de referencia utilizar los valores indicados en la columna "medio" de la Tabla 53, salvo que el proyectista justifique el reemplazo de dichos valores.
- Para línea base de edificación existente: los valores de eficiencia, factor especie, factor densidad y factor microclima utilizados para definir la línea base serán los correspondientes a las condiciones existentes de área verde del edificio. Si no se cuenta con dicha información, se deberá utilizar el mismo procedimiento que para los edificios nuevos descrito en el punto anterior.

Tabla 49: Factores por tipo de vegetación.

|                                        | Factor de Especie (K)s |       |                     | Factor de densidad (K)d |       |      | Factor Microclima (K)mc |       |      |
|----------------------------------------|------------------------|-------|---------------------|-------------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|
| Tipo de vegetación                     | Bajo                   | Medio | Alto <sup>(1)</sup> | Bajo                    | Medio | Alto | Bajo                    | Medio | Alto |
| Árboles                                | 0,2                    | 0,5   | 0,9                 | 0,5                     | 1     | 1,3  | 0,5                     | 1     | 1,4  |
| Arbustos, Trepadoras y Crasas          | 0,2                    | 0,5   | 0,7                 | 0,5                     | 1     | 1,1  | 0,5                     | 1     | 1,3  |
| Gramíneas                              | 0,3                    | 0,6   | 0,8                 | 0,5                     | 1     | 1,1  | 0,5                     | 1     | 1,3  |
| Cactáceas                              | 0,2                    | 0,5   | 0,7                 | 0,5                     | 1     | 1,1  | 0,5                     | 1     | 1,3  |
| Cubresuelos, Tapizantes y Herbáceas    | 0,3                    | 0,5   | 0,7                 | 0,5                     | 1     | 1,1  | 0,5                     | 1     | 1,3  |
| Aplicación mixta sin considerar césped | 0,2                    | 0,5   | 0,9                 | 0,6                     | 1,1   | 1,3  | 0,5                     | 1     | 1,4  |
| Césped                                 | 0,6                    | 0,7   | 0,8                 | 1 <sup>(2)</sup>        | 1     | 1    | 0,8                     | 1     | 1,2  |

Nota: Las crasas de bajo tamaño, por ejemplo la doca, se considerarán como Cubresuelo.

Estos son valores de referencia. En algunos casos el (k)s puede ser más alto, dependiendo de la especie. Por ejemplo, algunos tipos de césped o algunas especies tropicales o de climas lluviosos también pueden tener (k)s mayores a 1.

(1) La densidad del césped debiera considerarse siempre de valor 1

Fuente: Elaboración propia en base a "Ahorro en el uso del agua 2011" GBC Chile y LEED v2009.

#### 4. Calcular el coeficiente de paisajismo de proyecto (KL) para cada sector de paisajismo, según la Ecuación 9:

Ecuación 9: Coeficiente Paisajismo de proyecto

$$KL = K_s * K_d * K_{mc}$$

Donde:

| Definición             | Símbolo  |
|------------------------|----------|
| Coeficiente Paisajismo | $KL$     |
| Factor especie         | $K_s$    |
| Factor densidad        | $K_d$    |
| Factor microclima      | $K_{mc}$ |

- Para el coeficiente de paisajismo del proyecto utilizar los valores justificados por el proyectista, reflejados en el proyecto de paisajismo y riego (utilizar como referencia la tabla 49.)
- En la Tabla 50 se nombran algunas especies que podrían considerarse con un bajo coeficiente de paisajismo. Sin perjuicio de lo anterior, su uso o colocación se verán afectadas por la zona climática del proyecto, por lo que el proyectista debe cuidar que las especies especificadas sean aptas para las condiciones de emplazamiento.

##### 5. Calcular la evapotranspiración $[ETL_{mm}]$ del proyecto según la Ecuación 6 y la Evapotranspiración de referencia $[ETL_{mm}(r)]$ según la Ecuación 7, para cada sector de paisajismo.

Ecuación 10: Evapotranspiración de proyecto

$$ETL_{mm} = ETO_{mm} * KL$$

Ecuación 11: Evapotranspiración de referencia

$$ETL_{mm}(r) = ETO_{mm} * KL_{(r)}$$

Donde:

| Definición                               | Símbolo       |
|------------------------------------------|---------------|
| Coeficiente de Paisajismo                | $KL$          |
| Coeficiente Paisajismo de referencia     | $KL_r$        |
| Evapotranspiración de referencia (en mm) | $ETL_{mm}(r)$ |
| Evapotranspiración del Proyecto (en mm)  | $ETL_{mm}$    |
| Evapotranspiración local (en mm)         | $ETO_{mm}$    |

El valor de evapotranspiración  $ETO_{mm}$  de la zona donde se emplaza el edificio se puede obtener en la Comisión Nacional de Riego<sup>48</sup>. En la Tabla 50 se indican algunos valores para distintas localidades del país.



Tabla 50 Tabla de precipitaciones anuales y evapotranspiración local del mes más alto del año.

| Localidad    | Precipitación anual (mm) | Evapotranspiración enero (mm) | Localidad    | Precipitación anual (mm)49 | Evapotranspiración enero (mm) |
|--------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|
| Arica        | 0,5                      | 210                           | Talca        | 721,2                      | 197                           |
| Iquique      | 0,6                      | 221                           | Linares      | 966,9                      | 196                           |
| Antofagasta  | 1,7                      | 232                           | Cauquenes    | 696,8                      | 198                           |
| Chañaral     | 11,5                     | 186                           | Chillán      | 1.107,0                    | 196                           |
| La Serena    | 78,0                     | 185                           | Talcahuano   | 1.107,5                    | 136                           |
| Quillagua    | 0,7                      | -                             | Concepción   | 1.110,1                    | 141                           |
| Calama       | 6,4                      | 184                           | Valdivia     | 1.871,0                    | 142                           |
| Copiapó      | 12,0                     | 192                           | Puerto Montt | 1.802,7                    | 121                           |
| Vallenar     | 31,6                     | 193                           | Los Ángeles  | 1.072,0                    | 209                           |
| Vicuña       | 92,0                     | 239                           | Traiguén     | 944,9                      | 171                           |
| Ovalle       | 125,7                    | 176                           | Temuco       | 1.157,4                    | 171                           |
| Combarbalá   | 214,6                    | 180                           | Loncoche     | 2.068,3                    | 154                           |
| Illapel      | 219,8                    | 177                           | Osorno       | 1.331,8                    | 145                           |
| Quintero     | 341,0                    | 150                           | Ancud        | 2.704,7                    | 134*                          |
| Viña del Mar | 508,4                    | 147                           | Castro       | 1.871,2                    | 130*                          |
| Valparaíso   | 372,5                    | 150                           | Aysén        | 2.647,2                    | 121                           |
| San Antonio  | 388,0                    | 132                           | Punta Arenas | 375,7                      | 106                           |
| Chanco       | 781,9                    | 144                           | Potrerillos  | 12,9                       | 210                           |
| San Felipe   | 234,2                    | 179                           | El Teniente  | 785,1                      | -                             |
| Los Andes    | 275,5                    | 190                           | I. de Pascua | 1.147,2                    | -                             |
| Santiago     | 312,5                    | 210                           | J. Fernández | 1.041,5                    | -                             |
| Rancagua     | 436,2                    | 196                           | Antártica    | 797,2                      | -                             |
| Curicó       | 701,9                    | 196                           | -            | -                          | -                             |

\*= Corresponde al mes de diciembre

Fuente: Elaboración propia en base a la tabla 3 de la NCh 1079:Of.2008 y el programa para determinación de evapotranspiración local de la Comisión Nacional de Riego.

Para ver registros de precipitaciones más específicos ver el siguiente link de la DGA del MOP <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>

## 6. Calcular Evapotranspiración ponderada de referencia y de proyecto.

Multiplicar la evapotranspiración de cada sector de paisajismo por su respectiva superficie (m<sup>2</sup>), luego sumarlas y finalmente dividir por el área total. Este procedimiento se debe realizar del mismo modo para calcular la evapotranspiración de referencia (*ETLmm*) y de proyecto (*ETLmm*) de acuerdo a la Ecuación 12:

Ecuación 8: Evapotranspiración ponderada

$$ETLmm = \frac{\sum \{ (superficie\ sector\ de\ paisajismo) * (ETLmm\ sector\ de\ paisajismo) \}}{Superficie\ total\ del\ proyecto\ de\ paisajismo}$$

49 En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no virga, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico.

Ejemplo de cálculo de evapotranspiración ponderada de proyecto (se debe hacer igual para la de referencia):

$$ETL_{mm} = \frac{(200m^2 * ETL_{mm} \text{ cubresuelo}) + (100m^2 * ETL_{mm} \text{ césped})}{300m^2}$$

## 7. Calcular porcentaje de disminución de la evapotranspiración de proyecto con respecto a la evapotranspiración de referencia como se indica en la Ecuación 9.

Ecuación 9: Porcentaje de reducción de la evapotranspiración

$$\% \text{ de reducción de evapotranspiración} = \left( \frac{ETL_{mm}(R) - ETL_{mm}}{ETL_{mm}(R)} \right) * 100$$

## 8. Tablas de referencia de especies

Tabla 51 Especies que podrían considerarse con un bajo coeficiente de paisajismo (KL).

| Arboles                       | Arboles                        | Arboles                      |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Abies cefalonica              | Convolvulus cneorum            | Lavatera assurgentiflora     |
| Abies pinsapo                 | Coreopsis lanceolata           | Leonotis leonurus            |
| Acacia baileyana              | Coreopsis tinctoria            | Leptospermum laevigatum      |
| Acacia caven                  | Coreopsis verticillata cvs.    | Leptospermum scoparium       |
| Acacia cultriformis           | Coronilla emerus               | Limonastrum monopetalum      |
| Acacia cyanophylla            | Coronilla minima               | Limonium cossonianum         |
| Acacia cyclops                | Correa spp.                    | Limonium insigne             |
| Acacia dealbata               | Corylus maxima                 | Limonium latifolium          |
| Acacia decurrens              | Cotinus coggygria              | Limonium perezii             |
| Acacia karoo                  | Cotyledon spp.                 | Lobelia laxiflora            |
| Acacia longifolia             | Crassula spp.                  | Lonicera japonica            |
| Acacia melanoxylon            | Cupressus arizonica var.glabra | Maytenus boaria              |
| Acacia pendula                | Cupressus cashmeriana          | Melaleuca armillaris         |
| Acacia podalyriaefolia        | Cupressus glabra               | Melaleuca decussata          |
| Acacia pycnantha              | Cupressus sempervirens         | Melaleuca elliptica          |
| Acacia retinoides             | Cupressus lusitanica           | Melaleuca linariifolia       |
| Acacia saligna                | Cyclamen hederifolium          | Melaleuca nesophila          |
| Acacia verticillata           | Cydonia oblonga                | Melaleuca styphoides         |
| Achillea ageratum             | Cynodon dactylon               | Melia azedarach              |
| Achillea filipendulina        | Cytisus scoparius              | Melissa officinalis          |
| Achillea millefolium          | Cytisus x praecox              | Mesembryanthemum spp.        |
| Achillea odorata              | Dasylirion spp.                | Mimosa pudica                |
| Achillea tomentosa            | Dracaena draco                 | Mimulus luteus               |
| Adenocarpus decorticans       | Drosanthemum floribundum       | Muehlenbeckia complexa       |
| Aeonium spp.                  | Echeveria spp.                 | Myrtus communis              |
| Agave spp.                    | Echinocactus spp.              | Nandina domestica            |
| Ageratum coelestis            | Echium vulgare                 | Neodopsis decaryi            |
| Ailanthus altissima           | Elaeagnus angustifolia         | Oenothera fruticosa          |
| Álamo carolinio               | Elaeagnus commutata            | Oenothera macrocarpa         |
| Aloe vera                     | Elaeagnus pungens              | Oenothera missouriensis      |
| Ampelodesmos mauritanica      | Elaeagnus X ebbingei           | Oenothera tetragona          |
| Andropogon spp.               | Eriocephalus africanus         | Olea europaea                |
| Anemoma decapeltata foliolosa | Erodium x variable             | Olea europaea var.sylvestris |
| Aphyllantes monspeliensis     | Eryobotrya japonica            | Olea europea                 |

|          |                          |                         |                         |
|----------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Arbustos | Centranthus ruber        | Juniperus oxycedrus     | Tamarix africana        |
|          | Cephalocereus spp.       | Juniperus phoenicea     | Tamarix anglica         |
|          | Ceratonia siliqua        | Juniperus sabina        | Tamarix canariensis     |
|          | Cercis siliquastrum      | Juniperus squamata      | Tamarix gallica         |
|          | Cereus peruvianus        | Juniperus thurifera     | Ulmus glabra            |
|          | Chamelaucium uncinatum   | Juniperus virginiana    | Ulmus minor             |
|          | Chorisia speciosa        | Kalanchoe spp.          | Ulmus pumila            |
|          | Cistus albidus           | Kleinia tomentosa       | Washingtonia filifera   |
|          | Cistus clusii            | Kniphofia uvaria        | Washingtonia robusta    |
|          | Cistus crispus           | Koeleruteria paniculata | Yucca aloefolia         |
|          | Cistus landanifer        | Lagunaria patersonii    | Yucca elephantiphes     |
|          | Cistus laurifolius       | Lampranthus aurantiacus | Yucca filamentosa       |
|          | Cistus monspeliensis     | Lantana camara          | Yucca gloriosa          |
|          | Cistus salviifolius      | Lantana montevidensis   | Zamia furfuraceae       |
|          | Cneorum tricocon         | Laurus nobilis          | Ziziphus jujuba         |
|          | Colutea arborescens      | Lavandula spp.          |                         |
|          | Acacia redolens          | Lavanda                 | Rosmarinus officinalis  |
|          | Agapanthus africanus     | Lavandula stoechas      | Ruta graveolens         |
|          | Algarrobo europeo        | Libertia chilensis      | Salvia aneustifolia     |
|          | Alstroemeria sp.         | Lobelia excelsa         | Salvia argentea         |
|          | Azara celastrina         | Nerium oleander         | Salvia leucantha        |
|          | Azara dentata            | Paqueret amarillo       | Salvia microphylla      |
|          | Azara integrifolia       | Pistacia atlantica      | Salvia ornamental       |
|          | Baccharis linearis       | Plumbago                | Salvia sclarea          |
|          | Bignonia                 | Plumbago scandens       | Sambucus spp.           |
|          | Buddleja globosa         | Plumeria rubra          | Satureja gilliesii      |
|          | Cassia closiana          | Portieria chilensis     | Schinus polygamus       |
|          | Cassia tomentosa         | Pouteria splendens      | Senecio cineraria       |
|          | Ceatonus vr. Rastrera    | Punica granatum         | Senna artemisoides      |
|          | Chaenomeles lagenaria    | Puya berteroniana       | Senna candolleana       |
|          | Chrysanthemum frutescens | Puya chilensis          | Sophora macrocarpa      |
|          | Colliguay odorifera      | Puya coerulea           | Sophora macrocarpa      |
|          | Dimorfoteca enana        | Pyracantha coccinea     | Spartium junceum        |
|          | Eringium paniculata      | Reichea coquimbensis    | Spartium junceum        |
|          | Escallonia illinita      | Retama monosperma       | Teucrium aragonense     |
|          | Escallonia pulverulenta  | Retama sphaerocarpa     | Teucrium fruticans      |
|          | Escallonia Rubra var.    | Rhamnus saxatilis       | Trevoa quinquinervis    |
|          | Euonymus alatus          | Ribes rubrum            | Verónica                |
|          | Granado enano            | Robinia hispida         | Vitex agnus-castus      |
|          | Hemerocallis sp.         | Romero                  | Zantedeschia aethiopica |
|          | Hibisco rojo             | Romneya coulteri        | Zephirantes candida     |
|          | Laurenti na              |                         |                         |

|            |                            |                             |                                      |
|------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Cubresuelo | Alyssum mariti mun         | Oenothera speciosa          | Carex brunnea                        |
|            | Carpobrotus chilensis      | Pasithaea careulea          | Carex Flagellifera                   |
|            | Chrysanthemum coronarium   | Phycella ignea              | Cortaderia rudiusscula               |
|            | Festuca glauca             | Rodophiala advena           | Cortaderia Selloana                  |
|            | Gazania                    | Rodophiala ti lti lensis    | Festuca Glauca                       |
|            | Hypericum calycinum        | Rudbeckia                   | Festuca scabriuscula                 |
|            | Iberis sempervirens        | Salvia Californiana         | Miscanthus Sinesis                   |
|            | Mesembrianthemum gramineum | Sisirinchium graminifolium  | Miscanthus Sinesis Variegada         |
|            | Santolina chamaecyparissus | Sisyrrinchium arenarium     | Penisetun Setaceum                   |
|            | Scholtzia californica      | Sisyrrinchium graminifolium | Penisetun Setaceum Rubrum            |
|            | Sedum spurium              | Sisyrrinchium striatum      | Pennisetum chilensis                 |
| Herbáceas  | Vitadinia                  | Solidago Chilensis          | Sti pa caudata                       |
|            | Alonsoa meridionalis       | Tulbaghia                   | Stapellia spp.                       |
|            | Alstroemeria magnifi ca    | Verbena Bonariensis         | Portulacaria afra                    |
|            | Alstroemeria pelegrina     | Stipa barbata               | Portulacaria grandiflora             |
|            | Alstroemeria pulchra       | Stipa capillaris            | Sedum acre                           |
|            | Alstroemeria revoluta      | Stipa offneri               | Sedum sediforme                      |
|            | Alstroemeria umbellata     | Stipa parviflora            | Sedum sielbodii                      |
|            | Alstroemeria violacea      | Stipa pennata               | Ampelopsis quinquefolia              |
|            | Bulbine Amarillo           | Silene spp.                 | Bougainvillea glabra                 |
|            | Erigeron mucronatum        | Verbena hybrids             | BTecomaria capensis                  |
|            | Erysimum "Bowles"          | Verbena repens              | Cissus striata                       |
| Herbáceas  | Eschscholzia californica   | Tagetes lemmoni             | Clematis flammulla                   |
|            | Gaura Lindhimeri           | Saponaria ocymoides         | Discti ti s buccinatoria             |
|            | Gazania rigens             | Stachys byzantina           | Jazmín de España                     |
|            | Geum magellanicum          | Stachys lanata              | Jazmín Polianta                      |
|            | Glandularia berteroi       | Echinopsis chiloensis       | Lantara camana                       |
|            | Glandularia berteroi       | Eulichnia acida             | Plumbago capensis sin. P. auriculata |
|            | Nepeta mussinii            | Maihuenia popegii           | Rosa climbing                        |
|            | Oenothera blanca           | Opunti a berteroi           | Solanum ligustrinum                  |

Fuente: Elaboración propia en base a "Formulación Sello de Eficiencia Hídrica en el Paisaje", OCUC. 2009 y catastro de especies de IDIEM.

Nota: El uso de una u otra especie dependerá de distintos factores, entre ellos las características climáticas en el que se emplaza proyecto. Será el proyectista de paisajismo quien deberá especificar las especies más adecuadas para cada proyecto.

Tabla 52 Especies dañinas.

| Especies dañinas     |                          |                             |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Acacia negra         | Lantana                  | Opunti a stricta            |
| Acacia pálida        | Lechetrezna frondosa     | Clidemia hirta              |
| Arbol de la pimienta | Ligustro                 | Hedychium gardnerianum      |
| Arbol de la quinina  | Mezquite                 | Fallopia japonica           |
| Arroyuela            | Miconia                  | Myrica Faya                 |
| Caña común           | Pino resinero            | Mikania micrantha           |
| Carpinchera          | Salicaria púrpura        | Psidium catt leianum        |
| Carrizo marciego     | Shoebutt on ardisia      | Hiptage benghalensis        |
| Cayeputi australiano | Siam leed                | Pueraria montana var.lobata |
| Chumbera             | Acacia mearnsii          | Lantana camara              |
| Clidemia             | Leucaena leucocephala    | Euphorbia esula             |
| Edichio              | Schinus terebinthifolius | Ligustrum robustum          |
| Falopia japonesa     | Cinchona pubescens       | Prosopis glandulosa         |
| Faya                 | Cecropia peltata         | Miconia calvenscens         |
| Guaco                | Arundo donax             | Pinus pinaster              |
| Guayabo fresero      | Mimosa pigra             | Lythrum salicaria           |
| Hiptage              | Imperata cilíndrica      | Ardisia elliptica           |
| Kudzú                | Melaleuca quinquenervia  | Chromolaena odorata         |

Fuente: "Formulación Sello de Eficiencia Hídrica en el Paisaje", OCUC. 2009.

## Apéndice 21: Procedimiento para cálculo de Instalación de Riego eficiente

El cumplimiento de los requerimientos se realizará calculando la demanda estimada de agua para riego del proyecto y la demanda de referencia, en el mes más caluroso del año, para luego determinar la disminución porcentual de la primera respecto a la segunda. Se debe realizar el mismo procedimiento para calcular la demanda de referencia y la demanda de proyecto de acuerdo a lo indicado en los siguientes pasos:

**1. Calcular el agua demandada para riego ( $AD$ ) para cada sector de paisajismo según la Ecuación 14 y el agua demanda de referencia para cada sector de paisajismo según la Ecuación 15, y a continuación sumar el agua total demandada para riego de cada sector de paisajismo tanto para el proyecto ( $ATD$ ) como para la referencia ( $ATD_r$ ).**

Ecuación 10: Agua demandada para riego

$$Agua\ demandada\ para\ riego\ de\ proyecto\ (AD) = \left( Area * \frac{ETL_{mm}}{IE} \right) * CE$$

Ecuación 11: Total demanda de referencia

$$Agua\ demanda\ para\ riego\ de\ referencia\ (AD_r) = \left( Area * \frac{ETL_{mm}}{0,5} \right) * 1$$

Donde

| Definición                                                                                                                 | Símbolo    |                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|
| Superficie del sector de paisajismo                                                                                        | Area       | Estos valores deben ser iguales para referencia y proyecto |
| Evapotranspiración del sector de paisajismo (mm).<br>Utilizar valor obtenido con la metodología señalada en el Apéndice 19 | $ETL_{mm}$ |                                                            |
| Eficiencia del sistema de riego                                                                                            | IE         |                                                            |
| Controlador de riego (factor)                                                                                              | CE*        |                                                            |

\*= si no incluye controlador de riego el factor utilizado debe ser 1. A menor CE, menor demanda de agua.

- Para sistema proyectado: Utilizar los valores justificados por el proyectista, según Tabla 53.

Tabla 53: Eficiencia de sistema de riego.

| Método de Riego                               | Factor |
|-----------------------------------------------|--------|
| Riego por manguera (eficiencia de referencia) | 0,5    |
| Aspersión (regador de impacto)                | 0,75   |
| Aspersión (boquilla fija y rotores)           | 0,8    |
| Aspersión (rotores MP rotador)                | 0,85   |
| Microjet y micro-aspersores                   | 0,85   |
| Goteo                                         | 0,9    |

Fuente: Elaboración propia en base a información de la Comisión Nacional de Riego

Nota 1: Se considera que los sistemas de riego tecnificado son automatizados. Para sistemas no automatizados, se deberá utilizar factor de eficiencia de 0,5

Nota 2: El riego por goteo se debe ajustar al factor de densidad (K)<sub>d</sub> de las especies considerado en el cálculo del coeficiente de paisajismo (KL)

## 2. Calcular el agua total demandada del proyecto según Ecuación 16

Ecuación 12: Agua total requerida

$$\text{Agua total demandada (ATD)} = \text{Agua demandada para riego} - (\text{Agua reutilizada} + \text{Agua de otras fuentes})$$

El agua reutilizada se debe considerar de acuerdo a lo establecido en el Apéndice 20: Aprovechamiento de aguas lluvias y aguas grises.

En un Caso 1 (edificio en una zona con precipitaciones iguales o menores a 500 mm), el agua total demandada (ATD) incluye el uso de agua de otras fuentes, tanto superficiales como sub-superficiales, que se encuentran dentro del terreno del proyecto.

En un Caso 2 (edificio en una zona con precipitaciones mayores a 500 mm), el ATD sólo incluye agua potable, es decir el agua de otras fuentes superficiales y sub-superficiales podrá utilizarse para reducir el ATD.

En ambos casos, si se riega con agua de fuentes superficiales o sub-superficiales, se deberá demostrar que el volumen de agua consumida de dichas fuentes es igual o menor al agua lluvia captada, retenida y/o infiltrada en el terreno. Para más información ver el Apéndice 20

Para todos los casos, el agua de riego deberá cumplir con la norma NCh 1333:Of.1978 de Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

## 3. Calcular porcentaje de reducción de demanda de agua para el riego, según Ecuación 13

Ecuación 13: porcentaje de reducción demanda de agua para riego

$$\% \text{ reducción demanda de agua para riego} = \left( \frac{ATD_r - ATD}{ATD_r} \right) * 100$$



## Apéndice 22: Aprovechamiento de aguas lluvias y aguas grises

Con el objetivo de disminuir el consumo de agua y reducir el impacto en la red de alcantarillado e infraestructura de drenaje de agua lluvia, se permitirá la utilización de aguas lluvias y grises tratadas para riego, carga de inodoros y otros usos que no requieren agua potable.

El aprovechamiento de aguas grises es aplicable a todo edificio de nueva construcción que no cuente con redes públicas de alcantarillado enfrente de su respectivo terreno, según lo dispuesto en el DS 1199/04<sup>50</sup> de la Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS. La reutilización de aguas lluvias podrá ser utilizada en todo edificio

### Consideraciones

**1. Tratamiento de aguas grises:** Se deberá desarrollar un proyecto de reciclaje de aguas grises con una red de recolección propia, diferenciándola de las redes de recolección de aguas lluvias. Los materiales, componentes, artefactos, equipos y sistemas especificados para su ejecución deberán acreditar su certificación de conformidad por laboratorios y organismos acreditados por el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización, de acuerdo a los procedimientos de certificación que determine la autoridad competente. Junto con el proyecto de reciclaje de aguas grises, deberá entregarse un estudio de riesgos de salud en caso de presentarse cualquiera de estos proyectos, evitando en todo momento cualquier contacto humano directo con estos efluentes una vez en operación.

**2. Recolección de aguas lluvias:** Se deberá desarrollar un proyecto de recolección de aguas lluvias que optimice la captación de las precipitaciones anuales, maximizando el aprovechamiento tanto de las superficies edificadas de cubierta como de pavimentos exteriores, evitando en todo caso el escurrimiento de aguas lluvias hacia el exterior de los deslindes de la propiedad. Como antecedente de los niveles de pluviosidad, se deberá consultar la columna "normal anual" de la tabla de informe de precipitaciones de la página de la dirección meteorológica de Chile<sup>51</sup> o la tabla 3 de la NCh 1079:Of.2008 homologando las precipitaciones del lugar de emplazamiento del proyecto con la localidad a menor distancia en la tabla. En el anexo A1 se describen algunos valores para distintas localidades del país. El proyecto debe estimar una captación neta en base a las tablas citadas.

**3. Calidad del agua:** Para ambos proyectos se deberá definir sistemas apropiados de acumulación, filtrado y desinfección, de acuerdo a factores como el volumen acumulable, la forma y oportunidad de provisión y el destino de consumo, considerando el cumplimiento de los estándares incluidos en la NCh 1333:Of.1978 sobre calidad del agua. Asimismo, deberá resolverse la forma de manejo y disposición de los sedimentos generados.

<sup>50</sup> Reglamento de las concesiones sanitarias de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas y de las normas sobre calidad de atención a los usuarios de estos servicios.

<sup>51</sup> [www.meteochile.gob.cl/inf\\_precipitacion.php](http://www.meteochile.gob.cl/inf_precipitacion.php)

## Apéndice 23: Diseño Integrado de Anteproyecto

### Procedimientos para un Proceso de Diseño Integrado de Anteproyecto:

#### 1. Definición del Encargo para el equipo de proyecto.

El mandante y coordinador de proyecto (puede ser un ITO, el gerente de proyecto, el arquitecto jefe, etc) deben definir el encargo, objetivos generales del proyecto y las competencias requeridas de los especialistas de Eficiencia Energética y Sustentabilidad, Electricidad, Iluminación, Climatización (cuando aplique), Redes sanitarias y Arquitectura.

La "Definición del encargo para el equipo de proyecto" se comprobará mediante la generación de un documento del tipo Términos de Referencia, Bases Técnicas de Licitación, u otro similar.

#### 2. Definición del equipo de proyecto y Plan de trabajo.

- **Equipo de proyecto:** Debe estar compuesto al menos por los asesores de Eficiencia Energética y Sustentabilidad, electricidad, iluminación, climatización (cuando aplique), redes sanitarias, un arquitecto a cargo del diseño y coordinador de proyecto (puede ser uno de los profesionales anteriores).
- **Plan de trabajo:** Acordar etapas en que se realizará reuniones del equipo de proyecto para decidir la estrategia, procedimientos, canales de comunicación, programas informáticos<sup>52</sup> a utilizar y tiempos de desarrollo de las partidas de diseño.

La "Definición del equipo de proyecto y plan de trabajo" se comprobará mediante la realización de acta(s) de la(s) reunión(es) del equipo de proyecto. Las actas deben incluir: asistentes a la reunión, hora y fecha de realización, temas tratados y los acuerdos tomados.

En caso de no existir dicha(s) acta(s), podrá(n) ser reemplazada(s) por una carta firmada por el "Cliente" y el "coordinador de proyecto", dando fe de la realización de las reuniones. Dicha carta, al igual que las actas, deben incluir los temas tratados, los asistentes y acuerdos tomados.

#### 3. Definición de estrategias generales de diseño.

Elaborar un expediente o documento que reúna las condiciones climáticas del lugar de proyecto (asoleamiento, precipitaciones, humedad, viento, otros). Con este antecedente el equipo de proyecto debe definir las pautas con que desarrollará el diseño esquemático o anteproyecto (ver: Tabla 55: Estrategias de diseño pasivo, Anexo 2 Bases línea de apoyo DIIEEarq de la AChEE 2013).

La "Definición de estrategias generales de diseño" se comprobará mediante la realización de acta(s) de la(s) reunión(es) del equipo de proyecto. Las actas deben incluir: asistentes a la reunión, hora y fecha de realización, temas tratados y los acuerdos tomados.

En caso de no existir dicha(s) acta(s), podrá(n) ser reemplazada(s) por una carta firmada por el "Cliente" y el "coordinador de proyecto", dando fe de la realización de las reuniones. Dicha carta, al igual que las actas, deben incluir los temas tratados, los asistentes y acuerdos tomados.

#### 4. Evaluación temprana de estrategias de diseño arquitectónico pasivo y sistemas activos.

##### Diseño arquitectónico pasivo:

Realizar análisis de Calidad del ambiente interior y Eficiencia Energética mediante herramienta de análisis prestacional con planilla de cálculo<sup>53</sup> o programa informático<sup>54</sup> en etapas de diseño esquemático o anteproyecto para los siguientes escenarios:

52 Se recomienda utilizar sistemas de Modelado de información para la edificación (BIM, Building Information Modeling) para coordinar las especialidades.

53 El análisis prestacional con planilla de cálculo se podrá utilizar solamente cuando se cumplan las condiciones definidas en las condiciones de evaluación para cada requerimiento.

54 Las condiciones que deben cumplir los programas informáticos para hacer los análisis prestacional dinámico están definidas en el Apéndice 8.

- Dos o más alternativas de diseño para el confort visual mediante Iluminación natural.
- Dos o más conjuntos de envolvente térmica del edificio para evaluar y aplicar estrategias de climatización pasiva.
- Dos o más alternativas estrategias de ventilación.

Ver Tabla 50: Estrategias de diseño pasivo, Anexo 2 Bases línea de apoyo DIIEarq de la AChEE 2013

#### **Sistemas activos:**

- Proponer dos o más sistemas de calefacción y/o enfriamiento activo con criterios de eficiencia energética (si aplica).
- Proponer dos o más alternativas de sistemas de iluminación artificial para optimizar el uso de energía.
- Proponer artefactos sanitarios con eficiencia hídrica indicando litros por minuto o litros por descarga según corresponda (ver apéndice sistemas eficientes).
- Evaluar la incorporación de energías renovables
- Evaluar otras actividades pertinentes que permitan mejorar la información para la toma de decisión sobre la materialización del anteproyecto de Arquitectura.

Ver Tabla 51: Estrategias de diseño activo, Anexo 2 Bases línea de apoyo DIIEarq de la AChEE 2013.

### **5. Informe de eficiencia energética, calidad ambiental interior y sistemas activos.**

Realizar informe que dé cuenta de:

1. **Condiciones climáticas** del lugar de proyecto (asoleamiento, precipitaciones, humedad, viento)
2. **Indicadores** de calidad del ambiente interior y eficiencia energética logrados en la Evaluación temprana de estrategias de diseño arquitectónico pasivo y sistemas activos.
3. Evaluación de la eficiencia energética de los **sistemas activos** requeridos por el proyecto.
4. Evaluación de incorporación de **energías renovables**.
5. **Evaluación económica** de las medidas planteada.
6. **Estrategias escogidas** para lograr una adecuada calidad del ambiente interior, eficiencia energética y eficiencia hídrica en la etapa de proyecto.
7. Incorporación de otras áreas que el equipo de proyecto estime pertinentes para lograr un mejor diseño en términos de eficiencia energética y calidad ambiental, tales como paisajismo, diseño acústico, diseño urbano u otros.

## **Clasificación de medidas de eficiencia energética aplicables a anteproyectos de arquitectura de interés público** (Para optar a la línea de apoyo "Diseño Integrado para Anteproyectos de Arquitectura de interés Público" de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética).

Tabla 50 Estrategias de diseño pasivo, Anexo 2 Bases línea de apoyo DIEEarq de la AChEE 2013

| <b>Estrategias de diseño pasivo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Asistencia técnica en el desarrollo conceptual del anteproyecto</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Asesoramiento en diseño conceptual                                                                                                                                                                                                                                                                  | Análisis conceptual del diseño, factor de forma del edificio, orientación, asoleamiento, uso de vientos predominantes, proporción de vanos, sistemas constructivos a utilizarse.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Evaluación y diseño de envolvente de baja transmitancia térmica y riesgo de condensación</b>                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1. Materialidad de envolvente con baja transmitancia térmica.<br>2. Soluciones a puentes térmicos en envolvente.<br>3. Soluciones a infiltraciones de aire en la envolvente<br>4. Soluciones de sobrecalentamiento de techumbres.<br>5. Soluciones de condensación intersticial en muros compuestos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialidad de envolvente con baja transmitancia térmica</li> <li>• Evaluación y rediseño de encuentros muro-muro, muro-techo, muro-piso y voladizos</li> <li>• Asesoramiento en la incorporación de membranas de aire, sellos y modelos de puertas y ventanas de baja infiltración</li> <li>• Evaluación de la incorporación de membranas o pinturas reflectantes para reducir el sobrecalentamiento</li> <li>• Evaluación de la incorporación de membranas de vapor</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Evaluación y diseño de estrategias para calentamiento (calefacción) o enfriamiento (refrigeración).</b>                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1. Protecciones solares.<br>2. Espacios o dispositivos de calentamiento solar pasivo.<br>3. Espacios o dispositivos de enfriamiento solar pasivo.<br>4. Incorporación de tubo intercambiador geotérmico.                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del aporte del uso de protecciones de vanos como quiebra vistas, aleros o pantallas, con el objetivo de reducir ganancias solares excesivas.</li> <li>• Evaluación y diseño de espacios solares (invernaderos), chimeneas solares, muros trombe u otros sistemas de ganancia solar indirecta.</li> <li>• Evaluación y diseño de espacios para la incorporación de ventilación natural por estratificación de temperatura (uso de atrios o espacios centrales), uso de espacios para refrigeración evaporativa de flujo descendente.</li> <li>• Simulación y evaluación de incorporar tubo intercambiador o "pozo canadiense" para calentamiento y/o enfriamiento</li> </ul> |
| <b>Evaluación de estrategias de iluminación natural</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Evaluación mediante indicadores                                                                                                                                                                                                                                                                     | Corrección de tipología de ventanas, profundidad y altura de recintos, incorporación de dispositivos difusores de luz, atrios de luz. Evaluación mediante cálculo de indicadores de factor de luz día, autonomía lumínica y demanda de energía, iluminancia media y uniformidad de la luz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Tabla 51 Estrategias de diseño activo, Anexo 2 Bases línea de apoyo DIIEarq de la AChEE 2013.

| Estrategias de diseño activo de eficiencia energética para etapa de anteproyecto                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Evaluación de alternativas eficientes de generación de energía para climatización del edificio (calefacción, enfriamiento y ventilación). | Evaluación de uso de sistemas de generación eficientes en base a energías no renovables tales como: calderas a gas, bombas de calor, etc: o en base a energías renovables, tales como: bombas de calor geotérmicas, calderas de Biomasa con absorción, paneles solares térmicos, ruedas desecantes<br>Uso de recuperación de calor, free-cooling, otros. |
| Evaluación de alternativas eficientes de distribución de energía para climatización del edificio                                          | Evaluación de alternativas de sistemas de distribución y su optimización de acuerdo al sistema de generación a utilizar.                                                                                                                                                                                                                                 |
| Evaluación de alternativas tecnológicas de iluminación artificial.                                                                        | Evaluación de la optimización del confort lumínico y consumo eléctrico (en parte o el total de recintos del proyecto), en cuanto a ubicación de equipos y alternativas tecnológicas para luminarias.                                                                                                                                                     |
| Cálculo de desempeño de la incorporación de sistemas de eficiencia hídrica.                                                               | Evaluación de sistemas de ahorro hídrico tales como: grifería eficiente, uso de fluxómetros, inodoros y otras estrategias tales como recuperación de aguas lluvia o aguas grises.                                                                                                                                                                        |

## Apéndice 24: Sello "Plus Operación"

El Sello "Plus Operación" es una certificación adicional y opcional, que tiene por objetivo promover la mantención en el tiempo de las condiciones de calidad ambiental y eficiencia energética con las cuales fue certificado el edificio, como también promover y facilitar el mejoramiento continuo de la gestión medioambiental y energética del edificio.

El Sello "Plus Operación" será otorgado a cualquier edificio que haya obtenido la "Certificación Edificio Sustentable" cuando el Propietario y el Administrador del Edificio suscriban un "Compromiso" de cumplimiento de las condiciones para la obtención del Sello y cumplan con los otros requerimientos indicados en el punto *Obtención del sello "Plus Operación"* de este apéndice.

El Sello se podrá solicitar en cualquier momento, en conjunto con la "Certificación Edificio Sustentable" o posterior a ésta, e incluso en cualquier momento posterior a la ocupación del edificio, tendrá una vigencia de tres años y se deberá realizar revisiones anuales para conservarlo.

El Sello se revisará o renovará sobre la base de la verificación del cumplimiento de protocolos de administración, gestión, mantención y reposición del edificio y su mejoramiento continuo, sobre aquellas partes, componentes, equipos e instalaciones que se establezcan para las diferentes tipologías que se certifiquen, tal como se indica en los puntos *Revisión anual del sello "Plus Operación"* y *Renovación del sello "Plus Operación"* de este apéndice.

### 1. Obtención del sello "Plus Operación"

Una vez obtenida la "Certificación de Edificio Sustentable", o en paralelo a la obtención de ésta, el cliente podrá solicitar el sello "Plus Operación" al cumplir con los siguientes requerimientos:

1. **Plan anual de gestión, mantención y reposición de los sistemas del edificio.** Entregar plan anual de mantención y reposición de los elementos arquitectónicos del edificio así como de las instalaciones, tales como equipos e insumos, incluyendo los sistemas de generación de energía renovable. Se recomienda elaborar un plan diferenciado por semestre para detallar mejor las medidas a implementar.
2. **Compromiso de registro y entrega de información de consumos mensuales de energía, agua, mantenciones y reposiciones.** Entregar compromiso directo del mandante y del administrador del edificio de llevar registro mensual de los consumos mensuales de electricidad, agua, combustible, así como de mantenciones y reposiciones de insumos. Los mensuales debieran diferenciarse por uso final; en el caso de energía separando el consumo de iluminación, climatización y otros; y en el caso de agua separando en agua para consumo humano, para riego, y para procesos.
3. **Compromiso de registro y entrega de información de generación de residuos.** Entregar compromiso directo del mandante y del administrador del edificio de llevar registro mensual de la generación de residuos en m3.
4. **Compromiso de realizar encuestas de satisfacción a los usuarios del edificio.** Entregar compromiso directo del mandante y del administrador de realizar encuestas semestrales de satisfacción de los usuarios. Para efectos de este requerimiento, se entiende por usuario a aquellas personas que utilizan regularmente el edificio.

En los casos de edificios acogidos al régimen de copropiedad inmobiliaria, para obtener el Sello "Plus Operación" deben incorporar los compromisos descritos anteriormente en el reglamento de copropiedad inmobiliaria.

En el caso de edificios existentes que ya tengan un período de ocupación igual o mayor a 12 meses, para obtener el Sello "Plus Operación" se deberá adjuntar el informe de auto-diagnóstico, descrito en el siguiente punto.

### 2. Revisión anual del sello "Plus Operación"

Al cumplirse cada año desde la entrega del sello "Plus Operación", el Mandante o Administrador del edificio deberá entregar un informe de auto-diagnóstico a la entidad evaluadora, dentro de los seis meses posteriores al cumplimiento del periodo anual. El Mandante y/o Administrador del edificio podrá asesorarse por un consultor externo para la realización de este informe, el cuál deberá contener al menos:

## 1. Gastos mensuales de energía y agua.

- **Generación mensual de residuos.** Se agrega en esta versión, el registro mensual de la generación de residuos, para luego ingresar un indicador anual de generación de residuos. Esta información será para tener un catastro en volumen de la cantidad de residuos generados por año.  
Voluntariamente el edificio puede también almacenar, separar y reciclar desviando los residuos de la disposición final, valorizando los residuos, lo que podría ser usado como estrategia para reducir los residuos generados por el edificio.
- **Encuestas semestrales de satisfacción de los usuarios.**
- **Bitácora de mantenimiento y reposición.**  
Entrega de copia de la bitácora de operación, mantenimiento, reposición y consumos de acuerdo a lo comprometido en la obtención del Sello “Plus Operación”
- **Auto-diagnóstico de la gestión del edificio**  
El auto-diagnóstico del comportamiento del edificio, en cuanto su calidad ambiental, uso de energía y agua, deberá basarse en las encuestas de satisfacción de los usuarios, la bitácora de mantenimiento y reposición, medición y verificación (M&V) de los consumos de energía y agua y otras consideraciones que el administrados o mandante estime pertinentes.  
Las condiciones de operación declaradas en el primer informe de auto-diagnóstico definirán la “línea base” de la operación del edificio, ante las cuales se compararán las condiciones de años posteriores.
- **Propuestas de mejora en la gestión del edificio.**  
Se deberá definir las mejoras y/o medidas correctivas a implementar en el edificio, tanto a nivel de consumo de energía y agua, como de satisfacción de los usuarios. En este último caso, se implementarán medidas correctivas cuando exista un nivel de satisfacción de los usuarios menor al 80%. Las medidas correctivas deben estar jerarquizadas y acompañadas de una definición de los objetivos esperados de cada una de ellas. Se deberán realizar capacitaciones a los usuarios del edificio para la correcta aplicación de las medidas correctivas. Las propuestas deberán basarse en el auto-diagnóstico realizado en el paso anterior.

Los edificios que cuenten con la certificación “ISO 50001 Gestión de la energía”, se considerarán como satisfactorios en lo relacionado con consumo de energía y deben incluir en el informe solamente los otros parámetros comprometidos en la obtención del sello “Plus Operación” (tales como encuestas de satisfacción de los usuarios, agua, etc) y una copia de la certificación ISO 50001.

Luego de la entrega del informe, la Entidad Evaluadora lo revisará, y en caso de existir observaciones se las entregará al cliente y/o administrador del edificio, quienes deberán resolverlas y volver a entregar el informe para que se proceda a aprobar la mantención del Sello “Plus Operación”.

En caso de no recibir la información mencionada en los plazos definidos, la Entidad Administradora retirará el Sello “Plus Operación” de la certificación que haya obtenido el edificio. En dicho caso, un edificio podrá optar a recuperar su Sello, adjuntando a la solicitud correspondiente un informe de auto-diagnóstico que cubra un período de al menos 12 meses de operación.

Asimismo, en el caso de edificios existentes que ya tengan un período de ocupación igual o mayor a 12 meses, el informe de auto-diagnóstico se deberá entregar al momento de solicitar del sello “plus operación”.

En forma aleatoria, la Entidad Administradora podrá solicitar a la Entidad Evaluadora realizar visitas inspectivas para verificar el cumplimiento de los compromisos de operación. En las visitas no se indagará en aspectos ajenos a los exigidos ni se realizarán ensayos, salvo duda razonable del correcto cumplimiento de los requerimientos.

Para más detalles sobre las visitas inspectivas, ver sección 3.3 “del Manual de Operación” de la certificación.



### 3. Renovación del sello “Plus Operación”

En un periodo de 5 años, y luego de aprobado por parte de la Entidad Evaluadora el quinto informe de auto-diagnóstico, la Entidad Administradora procederá a renovar el sello “Plus Operación”.

La aprobación del quinto informe de auto-diagnóstico estará sujeta a si el cliente logra demostrar el mejoramiento de las condiciones de operación del edificio respecto a la “línea base” definida en el primer año de operación. De esta forma, se busca asegurar la implementación y éxito del Plan de Gestión y Mantenimiento del edificio durante su fase de operación.

La renovación del sello se deberá realizar cada 5 años.



## Recomendaciones para Criterios de Mantenimiento (Para la Gestión de la Operación y Mantenimiento)

La siguiente sección del apéndice consiste en una serie de recomendaciones básicas de mantenimiento, como una forma de complementar los requerimientos definidos para obtener el Sello "Plus Operación".

Las recomendaciones están orientadas a los administradores y operarios de edificios de uso público, por lo cual el foco está puesto en recomendaciones básicas de mantenimiento, y criterios que deben ser considerados al momento de encargar tareas más complejas, como aquellas referidas a los sistemas de ventilación mecánica e instalaciones térmicas. En estos casos, primarán las recomendaciones del fabricante de los artefactos y equipos instalados.

### Generalidades

El mantenimiento abarca un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones y los edificios en general puedan funcionar adecuadamente en el tiempo. Esto va desde limpieza de canaletas de agua lluvia, hasta trabajos más complejos referidos a instalaciones.

En este documento, se establecen recomendaciones básicas de mantenimiento de distintos aspectos del edificio, agrupados como:

- Elementos constructivos del edificio
- Instalaciones sanitarias
- Sistemas de iluminación artificial
- Sistemas de ventilación mecánica
- Instalaciones térmicas

Se recomienda utilizar los criterios de mantenimiento indicados por el fabricante de los sistemas para los siguientes aspectos (este documento no contiene recomendaciones específicas para ellos):

- Tratamiento de la dureza del agua
- Artefactos sanitarios (limpieza de aireadores)
- Sistemas de energía renovables no convencionales

Algunas tareas de mantenimiento, como por ejemplo la limpieza regular, no requieren de expertos ni especialistas y pueden ser ejecutadas rápida y fácilmente por alguno de los operarios del edificio. Otras tareas requieren disponibilidad de tiempo y capacidades especializadas.

### Beneficios

El mantenimiento sistemático de un edificio, además de mantener los rendimientos de equipos y sistemas y de mejorar las condiciones de confort interior, conlleva una serie de beneficios tales como:

- Aumento de la vida útil de los materiales de construcción
- Mantención del valor del edificio
- Mejoramiento de la apariencia del edificio
- Prevención de daños
- Identificación y corrección de eventos que pueden desembocar en problemas de uso

Por su parte, la falta de mantenimiento en un edificio puede generar:

- Fallas prematuras o aceleradas de los materiales de construcción
- Pérdida de funcionalidad de algún elemento y por lo tanto del edificio
- Incremento en los costos de las reparaciones posteriores
- Daños generales por problemas no resueltos en su etapa inicial
- Efectos sobre el confort, seguridad y salud de los usuarios del edificio

## Recomendaciones

En general, el mantenimiento de un edificio debiera realizarse en el marco de un programa de mantenimiento, en base a tareas periódicas de carácter semanal, mensual y anual. El programa debe incluir al menos los siguientes criterios:

- Persona o personal responsable de implementar el programa
- Definición de los elementos constructivos, artefactos, instalaciones y sistemas a los cuales se debe realizar mantenimiento
- Definición del período de revisión de cada uno de ellos
- Método de mantención que se aplica
- Registro y reporte de donde y cuando se produce la mantención de cada elemento constructivo, instalación y sistema
- Recopilar información mensual de los recambios producidos y el tipo y cantidad de accesorios utilizados

Respecto al registro, este debe reflejar los resultados de las tareas realizadas, debiendo documentar la siguiente información como mínimo:

- Tipo de elemento, artefacto, instalación o sistema, y su ubicación
- Quién realiza el mantenimiento y/o limpieza
- Fecha de ejecución
- Listas de materiales sustituidos o repuestos cuando se haya efectuado este tipo de operaciones
- Observaciones que se crean oportunas

A continuación, se describen recomendaciones básicas de mantenimiento de distintos aspectos del edificio.

### 1. Elementos constructivos del edificio

#### Generalidades

Es común que las construcciones presenten deterioros por el paso del tiempo por solicitudes de carácter natural o en forma provocada. Es por ello que es necesario realizar revisiones periódicas y mantenciones preventivas y correctivas de los elementos constructivos del edificio, tales como muros, techumbre, cubierta, entre otros.

Por otra parte, para obtener una adecuada iluminación y ventilación natural y correcto aspecto en la fachada del edificio es necesario tener un apropiado mantenimiento de ventanas y limpieza de los vidrios, utilizando en lo posible productos apropiados y "amigables" con el medio ambiente.

Dada la permanencia de las personas en espacios interiores, el mantenimiento de una ventilación adecuada tiene una gran importancia, debido, entre otros aspectos, a los efectos de la calidad del aire en la salud y el rendimiento de las personas.

Convendrá revisar y efectuar las actividades de limpieza y mantención como mínimo 2 veces al año. Estas acciones de deberán realizar de manera de no interferir en el normal funcionamiento de la edificación.

#### Recomendaciones y calendario de mantenimiento

- Limpiar techumbre, cubierta, bajada de aguas lluvias y canaletas 2 veces al año, y en los períodos donde hay un aumento de lluvia y viento
- Revisar los muros perimetrales y radieres, de manera de contralar cualquier fisura o destroz
- Realizar un programa de mantenimiento y limpieza de vidrios en forma periódica
- Revisar los sellos de cerámicas de pisos y muros anualmente
- Revisar periódicamente en las instalaciones la humedad generada por la mala ventilación
- Evitar la condensación artificial o intersticial, o el ingreso de agua y humedad que pueda perjudicar el componente térmico y la salubridad interior
- Utilizar paños o lanas apropiadas para la limpieza de vidrios, con el fin de no producir daños en material
- Incorporar línea de detergentes y accesorios de limpieza productos que no generen peligros para el operario que realiza la actividad ni para terceros, y que sean "amigables" con el medio ambiente. Se debe asegurar que los disolventes y otros productos químicos se almacenen y se manejan adecuadamente, con la ventilación apropiada

## 2. Instalaciones sanitarias

### Generalidades

Los edificios cuentan con un conjunto de instalaciones que le permiten que sea habitable. Las instalaciones sanitarias, compuestas por redes, griferías y *fittings* deben mantenerse en perfecto estado para evitar fallas que afecten la habitabilidad de los edificios y los gastos asociados al uso y tratamiento de agua.

### Recomendaciones y calendario de mantenimiento

- Revisión periódica de los sellos de lavamanos y WC para detectar si existe algún tipo de rotura, perforación, u otro. Reemplazar el sello de acuerdo a lo indicado por el fabricante.
- Revisar el estado de la grifería y sifones, limpiándolos periódicamente.

## 3. Sistemas de iluminación artificial

### Generalidades

Con el paso del tiempo, la suciedad que se va depositando sobre las luminarias más la disminución de flujo luminoso que experimentan las bombillas a lo largo del tiempo, hace que el nivel inicial de iluminación descienda sensiblemente.

Se pueden obtener prestaciones adecuadas de los sistemas de iluminación a través de buenas prácticas de mantenimiento y limpieza de cada luminaria o lámpara existente en la edificación.

### Recomendaciones y calendario de mantenimiento

- Efectuar semanalmente la limpieza de las luminarias, de manera general (desempolvar las iluminarias)
- Revisar mensualmente el mantenimiento realizado, si se han generados cambios en algunas luminarias, se deberá incorporar como anexo al manual o programa.

## 4. Sistemas de ventilación mecánica

### Generalidades

La condición que debe cumplir el sistema de ventilación mecánica es entregar niveles adecuados de calidad del aire. Un adecuado mantenimiento y limpieza de los equipos de ventilación ayuda al sistema operar en condiciones adecuadas.

### Recomendaciones

Se deberá realizar mantenimiento y limpieza de al menos:

- Rejillas
- Filtros de aire
- Silenciadores
- Humidificadores
- Correas
- Componentes de medición o control
- Conductos de ventilación
- Extractores

La periodicidad de mantenimiento y limpieza debe realizarse según recomendaciones del fabricante. Sin perjuicio de ello, se recomienda una mantención y limpieza mensual, salvo para filtros y rejillas donde la revisión podrá ser anual.

Después de la limpieza, todos estos componentes deben inspeccionarse para garantizar que no se han producido daños y pérdida de funcionalidad de cada instalación.

En el caso de la limpieza de conductos de ventilación pueden usarse los siguientes métodos.

- Método de contacto: Se usa un aspirador por el interior de los conductos de aire.
- Método de arrastre de aire: Consiste en introducir aire comprimido en los conductos para despegar de las superficies las posibles partículas de polvo y suciedad, las cuales serán arrastradas por las propias corrientes de aire y evacuadas del sistema mediante aspiración
- Método de cepillado mecánico: Se realiza a través de un cepillo rotatorio insertado en los conductos para remover y desprender las partículas de suciedad de las paredes, las cuales serán arrastradas a través del conducto hacia un aspirador

## 5. Instalaciones térmicas

### Generalidades

Las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas son entregar niveles adecuados de temperatura a través de las instalaciones de calefacción y climatización. Un adecuado mantenimiento y limpieza de los equipos de climatización e instalaciones térmicas ayuda a que el sistema opere en condiciones apropiadas.

### Recomendaciones

Las mantenciones que deben realizarse y su periodicidad son las indicadas en el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile" (RITCH 2007) en la sección ITE 08. Mantenimiento, las tablas 8 a 10<sup>55</sup>.

La siguiente tabla resume las responsabilidades para el mantenimiento de las instalaciones térmicas en función de la potencia instalada.

Tabla 52: Responsabilidades para mantenimiento de instalaciones térmicas en función de la potencia instalada.

| Instalaciones                                                             | Responsabilidades para la mantenimiento                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potencia térmica menor a 100 kW                                           | Debe ser mantenidas de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los equipos componentes, por personal calificado                                                                                                                                                                                       |
| Superior a 100 kW térmicos                                                | Desde el momento en que se realiza la recepción provisional de la instalación, el propietario debe realizar las funciones de mantenimiento, sin que estas puedan ser sustituidas por la garantía de la empresa instaladora. El mantenimiento será efectuada por empresas mantenedoras debidamente autorizadas |
| Potencia instalada igual o mayor que 5000 kW de calor y/o 1000 kW en frío | Debe existir un director técnico de mantenimiento que debe poseer como mínimo el título técnico de una especialidad competente.                                                                                                                                                                               |

Fuente: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile, RITCH 2007

### Calendario de Mantenimiento

Según lo indicado en el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile" (RITCH 2007) en la sección ITE 08. Mantenimiento, las tablas 8 a 10

# Referencias



La siguiente lista de referencias muestra en primer lugar aquellas consideradas como de carácter transversal para esta certificación. Luego de ello, las referencias se ordenan en función de temas específicos.

## 1. Referenciales generales

- CITEC UBB, DECON UC. (2013), *TDR DA MOP - Términos de referencia estandarizados 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*
- IHOBE. (2010), *Green Building Rating System: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?*
- IHOBE. (2010), *Guías de edificación ambientalmente sostenible.*
- INN. (2007) NCh 3048/1:2007 (ISO/TS 21931-1:2006: *Sustentabilidad en la construcción de edificios – métodos de para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad – Parte 1: Edificios.*)
- INN. (2007), NCh 3049/1:2007 (ISO/TS 21931-1:2006: *Sustentabilidad en la construcción de edificios – métodos de evaluación del comportamiento ambiental de los trabajos de construcción – Parte 1: Edificios.*)
- Instituto de la Construcción. (2012), *Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.*
- Ministerio de Vivienda España. (2006), *Código Técnico de la Edificación.*
- MINVU. (2013), *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.*

## 2. Confort térmico

- AENOR (2005), *UNE-EN ISO 7730 -Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local-*
- AENOR (2008), *UNE EN 15251 - Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido-*
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE). (2010), *Standard ANSI/ASHRAE 55-2010.*
- Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G., DITAR. (2007), *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile (RITCH).*
- CIBSE. (2006), *Guide A: Environmental Design.*
- INN. (2007). NCh 3055:2007: *Directrices para determinación de la calidad ambiental interna en edificios de uso comercial.*

- INN. (2008). NCh 1973:Of.2008: *Características Higrotérmicas de los Elementos y Componentes de Edificación: temperatura: superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial métodos de cálculo.*
- MINEDUC. (2010), DS 560.
- MINEDUC. (2010), DS 580 mod. 2010 establece exigencias de temperaturas mínimas en aulas en zonas climáticas SL, SI, SE y An.
- MINSAL. (1999), DS 594/1999 Reglamento sobre condiciones sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de trabajo.

## 3. Confort visual

- AENOR. (2008), *UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.*
- ASHRAE. (2007), *Ashrae 90.1-2007. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.* Atlanta.
- BSI. (2008), *BS 8206 Part 2 2008 - Code of Practice for Day Lighting.*
- CEN Brussels. (2007), *EN 15251 (2007): Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings-addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.*
- CEN. (2011), *EN 12464-1.*
- CIBSE. (2005), *Lighting Guide 07: Office Lighting.*
- Department for Education and Skills UK. (2003), *Building Bulletin 87 - Guidelines for environmental design in schools-*
- Fenercom. (2006), *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación.*
- ICS. (2002), *EN12464-1 Luz y Alumbrado o Iluminación – Alumbrado de los puestos de trabajo-Parte 1: Puestos de trabajo en interiores.*
- IDEA. (2005), *Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios.*
- IESNA. (2000), *IESNA Lighting Handbook 2000,*
- INN. (2003), NCh Elec.4:2003 *Electricidad Instalaciones de consumo en baja tensión.*
- MINEDUC. (2010), *Decreto Supremo 548 modificado el 2010. Norma exigencias de plantas físicas de los establecimientos de educación reconocidos oficialmente por el estado.*
- MINEDUC. (2010), *Decreto Supremo 560 modifica al D. S. 548. Norma exigencias de plantas físicas de los establecimientos de educación reconocidos oficialmente por el estado.*
- Ministerio de Educación de Colombia. (2006), *Colombia NTC 4595: Ingeniería Civil y Arquitectura.*
- Ministerio de minas y energía República de Colombia. (2010), *Anexo general, Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. RETILAP. Resolución N° 180540.*
- MINSAL. (1999), *Decreto N° 594 -1999 Análisis de las condiciones ambientales lumínicas.*
- UNE 12464.1 Iluminación de interiores



## 4. Calidad del aire

- AENOR. (2007), *UNE-EN 13779: Ventilación de los edificios no residenciales – Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos*.
- AENOR. (2008), *UNE EN 13.779-2008: Ventilación de edificios no residenciales*.
- AENOR. (2008), *UNE EN 15.251. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido*.
- AIA. (1993), *Guidelines for construction and equipment of hospital and medical facilities*.
- ASHRAE. (2007), *ASHRAE Handbook 2007 – HVAC applications*.
- ASHRAE. (2008), *ASHRAE 170-2008. Ventilation for Healthcare Facilities*.
- ASHRAE. (2010), *ASHRAE 62.1-2010. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.
- Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G. [CChR&C], División Técnica de Aire Acondicionado y Refrigeración [DITAR]. (2007), *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile (RITCH)*.
- CIBSE. (2005), *Guide B: Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration*.
- CIBSE. (2006), *Guide A: Environmental Design*.
- Consejo de la Comunidad Europea (CCE). (1992), *Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings*. Luxemburgo: CE.
- Department for Education and Skills UK. (2006), *Building Bulletin 101: Ventilation of School Buildings V1.4*.
- EPA. (1991) *Building Air Quality, A guide for building owners and facility managers*. Estados Unidos.
- MINEDUC. (2010), *DS 560*.
- MINEDUC. (2010), *DS 580 mod. 2010 DS47-1992 Exigencias de superficie practicable y renovación de aire en aulas*.
- Ministerio de educación de Colombia. (2006), *Colombia: NTC 4595: Ingeniería Civil y Arquitectura: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares*.
- Ministerio de trabajo e inmigración, Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2006), *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo*. España.
- MINSAL. (2008), *DS 58/2008 Normas técnicas básicas para la autorización sanitaria de los establecimientos asistenciales*.
- MINSAL. (1999), *DS 594/1999 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo*.
- SCAQMD. (2005), *RULE 1168*.
- SCAQMD. (2013), *RULE 1113*.

## 5. Confort acústico

- American National Standards Institute. (2002), *ANSI S12.60- 2002, Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools*.
- BRE. (2003), *BRE Acoustics*.
- CEN. (2007), *EN 15251: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings-addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*. Brussels.
- USGBC. (2008), *Leed Minimum Acoustical Performance, Schools*.
- INN. (1961), *NCh 351:Of.2000 Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios*.
- INN. (2000), *NCh 352/1:Of.2000 Condiciones Acústicas que deben cumplir los edificios*.
- INN. (1961), *NCh352:Of.1961 Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios*.
- INN. (2001), *NCh 2502/1:1999 Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental - Parte 1: Magnitudes básicas y procedimientos*.
- INN. (2003), *NCh 2786:Of.2003 Acústica - Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción - Mediciones en laboratorio de la aislación acústica aérea de elementos de construcción*.
- INN. (2002), *NCh 2785:Of.2003 - Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción - Mediciones en terreno de la aislación acústica aérea entre recintos*.
- INN. (2003), *NCh 2803:2003 Acústica. Verificación de la calidad acústica de las construcciones*.
- INN. (2013). *NCh 3307:2013 Acústica de la construcción - Estimación del comportamiento acústico de construcciones a partir del desempeño de elementos*.
- ISO. (1998), *ISO 140-5: 1998*.
- ISO. (1998), *ISO 140-7:1998*.
- Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire (1996), *Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA)*. Francia.
- Ministerio de educación de Colombia. (2006), *Colombia: NTC 4595: Ingeniería Civil y Arquitectura: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares*.
- MINSAL. (1999), *DS 594/1999 Reglamento sobre condiciones sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de trabajo*.
- MINVU, (2012), *Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico del Ministerio de Vivienda y Urbanismo*.
- MMA. (2011), *D.S N° 38/11*.
- OMS. (1999), *Guía para el ruido*.
- TSO. (2008), *SHTM 08-01: Acoustics*. Department of Health.



## 6. Demanda y Consumo de Energía

- AChEE. (2012), *Guía para la eficiencia energética en Establecimientos Educativos*.
- AChEE. (2012), *Guía para la eficiencia energética en Recintos de Salud*.
- Ambiente Consultores. (2000). *Análisis de variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios*.
- ASHRAE. (2004), *Ashrae Advanced Energy Design Guides*.
- ASHRAE. (2007), *ASHRAE 90.1-2007. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. Atlanta.
- Cámara chilena de refrigeración y climatización A.G.[CChR&C], División técnica de aire acondicionado y refrigeración [DITAR]. (2007), *Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios en Chile RITCH*. Santiago, Chile.
- CDT. (2008), *Aislación Térmica Exterior: Manual de Diseño para soluciones en edificaciones*.
- CDT. (2011), *Recomendaciones técnicas para la especificación de ventanas*.
- CEE. (1992), *Directiva 92/42 CEE*.
- CEN. (2007), *EN 15217 - ISO/TC 163: Energy Performance of buildings – Method for expressing energy performance and for energy certification of buildings*.
- CIBSE. (2006), *Guide B: Heating, ventilating, air conditioning and refrigeration*.
- DCLG. (2002), *Building Regulation L2*. Inglaterra.
- DECON. (2002), *Cálculo de Rentabilidad Económica Grupo de Estudios II, Etapa 3*.
- Department for Education and Skills UK. (2003), *Building Bulletin 87 - Guidelines for environmental design in schools-*.
- IEA. (2009), *Escala de calificación energética, edificios de nueva construcción*.
- IEA. (2009), *Escala de calificación energética, edificios existentes*.
- IEC. (2008), *Estándar IEC 60034-30*
- INN. (1989), *NCh1960:Of.1989: Aislación térmica, cálculo de coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas*.
- INN. (1991), *NCh 853:Of.1991*
- INN. (2007), *NCh 853:Of.2007 Acondicionamiento térmico – envolvente térmica de edificios – cálculo de resistencias y transmitancias*.
- INN. (2008), *NCh 3136/1:2008 ISO 10211-1:1995: Puentes Térmicos en construcción de edificios – Flujos de calor y temperatura*.
- INN. (2008), *NCh 3136/1:Of.2008*.
- INN. (2008), *NCh1079:Of.2008 Arquitectura y construcción: zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico*.
- INN. (2008), *NCh3117:Of.2008 Comportamiento térmico de edificios – Transmisión de calor por terreno*.

- INN. (2008), *NCh3149/1:2008 : Diseño ambiental de edificios – Eficiencia energética – Terminología*.
- INN. (2013). *NCh 3387:2013 Aislamiento térmico de la conducción de agua para uso sanitario y calefacción - Requisitos, materiales e instalación*
- Instituto de la Construcción. (2005), *Guía técnica para la prevención de patologías en las viviendas sociales*.
- ISO. (1998), *UNE-EN ISO 13370:1998. (Cálculo simplificado de Transmitancia (U) para pisos en contacto con el terreno)*
- Ministerio de Energía. (2010), *Norma Técnica aprobada en la ResEx N° 502, del 30 de septiembre de 2010, del Ministerio de Energía*.
- Ministerio de Hacienda. (2009), *Ley 20.365 Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos*.
- Ministerio de la Presidencia de España. (2007), *Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, Real Decreto 1027/2007*.

## 7. Hermeticidad

- AENOR. (2002), *UNE-EN 13829:2002 Determinación de la estanqueidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador*.
- ASHRAE. (1988), *ANSI/ASHRAE 119-1988 Capacidad del edificio para limitar infiltraciones de aire*.
- CDT. (2011), *Recomendaciones técnicas para la especificación de ventanas*.
- DCLG. (2010), *Approved Document L2A: Conservation of fuel and power (New buildings other than dwellings)*. Inglaterra.
- Gobierno Federal Alemán. (2007), *EnEV 2007 - Energieeinsparverordnung für Gebäude Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende . Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)*. Alemania
- INN. (2000), *NCh888:Of.2000: Arquitectura y construcción. Ventanas. Requisitos básicos*.
- INN. (2000), *NCh890:Of.2000: Arquitectura y construcción. Ventanas. Ensayos de resistencia al viento*.
- INN. (2000), *NCh 891:Of.2000: Arquitectura y construcción - Puertas y ventanas - Ensayo de estanqueidad al agua*.
- INN. (2001), *NCh 892:Of.2001: Arquitectura y construcción: Ventanas – Ensayo de estanqueidad al aire*.
- IRANOR. (1986), *UNE 85-220-86: criterios de elección de las características de las ventanas relacionadas con su ubicación y aspectos ambientales*.
- Ossio, Veas. (2012), *Exigencias europeas para infiltraciones de aire: Lecciones para Chile*.

## 8. Energía y Agua incorporada

- AENOR. (2006), *UNE EN ISO 14040:2006 Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Principios y marco de referencia*.
- AENOR. (2006), *UNE EN ISO 14044:2006 Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Requisitos y directrices*.
- AENOR. (2006), *UNE-EN ISO 14025: 2006 Etiquetas y declaraciones ambientales Declaraciones ambientales tipo III Principios y procedimientos*.
- AENOR. (2010), *UNE-ISO 21930:2010 Sostenibilidad en la construcción de edificios Declaración ambiental de productos de construcción*.
- CEN. (2009), *prEN 15804:2009 Sustainability of construction Works – Environmental product declarations – Core rules for the Product Category of Construction Products*
- CEN. (2009), *prEN 15942:2009 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Communication format – Business to Business*.
- INN. (1999), *NCh-ISO 14040:1999 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*.
- ISO. (1999), *ISO 14021:1999, Environmental labels and declarations -- Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)*
- ISO. (2000), *ISO 14020:2000 Environmental labels and declarations – General principles*
- ISO. (2006), *ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures*
- ISO. (2006), *ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*
- ISO. (2006), *ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*
- ISO. (2007), *ISO 21930:2007 Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products*.

## 9. Consumo de Agua

- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith; M. (2006), *FAO 56 Evapotranspiración del cultivo*.
- GBC Chile. (2011), *Ahorro en el uso del agua 2011*
- Gobierno de la Generalidad de Cataluña (2006), *Decreto 21/2006 Regula adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios*. España
- INN. (1987), *NCh1333:Of.1978 Modificada en 1987: ingeniería sanitaria – requisitos de calidad de agua para diferentes usos*.
- INN. (1999), *NCh1105:Of.1999 Alcantarillado de aguas residuales – diseño y cálculo de redes*.

- INN. (2000), *NCh2485:Of.2000 Instalaciones domiciliarias de agua potable – diseño, cálculo y requisitos de las redes interiores*.
- INN. (2005), *NCh 407:Of.2005 Artefactos sanitarios de loza vítrea - Requisitos y métodos de ensayo*.
- INN. (2011), *NCh 3252:2011 Grifería sanitaria con flujo temporizado - Requisitos*
- INN. (2010), *NCh 3203:2010 Grifería sanitaria - Reguladores de flujo – Requisitos*
- INN. (2011), *NCh 700:2011 Grifería sanitaria - Requisitos y métodos de ensayo*
- INN. (2008), *NCh 700:Of.2008 Agua - Llaves o válvulas de uso domiciliario - Requisitos*
- Marcos Neira. (2006), *Tesis "Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación"*.
- MOP. (2002), *Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA) y Anexos*.
- Observatorio de Ciudades UC. (2009), *Formulación Sello de Eficiencia Hídrica en el Paisaje*.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS, (2011), *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2011*
- Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS. (2004), *DS1199/04 reglamento concesiones sanitarias*.
- USGBC. (2012), *Water Use Reduction Additional Guidance*.

## 10. Residuos

- Ministerio de Salud. (1976), *Resolución 7328/76 "Norma sobre eliminación de basuras en edificios elevados"*.
- Ministerio de Salud. (2009), *Decreto N°6 "Reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS)*.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013), *Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, artículo 5.8.3*.

## 11. Diseño Integrado de Anteproyecto

- ACHEE. (2013), *Bases línea de apoyo DIEEarq de la AChEE 2013*
- AIA. (2007), *Integrated Project Deliberly*
- AIA. (2009), *Experiences in Collaboration: On the Path to IPD*.
- AIA. (2010), *Integrated Project Delivery For Public and Private Owners*
- AIA. (2010), *Integrated Project Deliberly: Case Studies*
- ASHRAE, (2011), *Advanced Energy Design Guide for Small to Medium Office Buildings*.

## 12. Gestión de la Operación y Mantenimiento

- AChEE. (2009), *Diagnósticos Energéticos en Edificios Públicos de las regiones de Aysén y Magallanes y Antártica Chilena*.
- AChEE. (2012), *Guía para la eficiencia energética en Establecimientos Educativos*.
- AChEE. (2012), *Guía para la eficiencia energética en recintos de salud*.
- Ambiente Consultores. (2011), *Diagnostico Habitabilidad, Eficiencia y Seguridad del Edificio MOP Morandé 45, 59 y 71, Santiago*.
- Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G., DITAR. (2007), *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile (RITCH)*.
- Conserjería de educación y ciencia. Dirección general de construcciones y equipamiento escolar. (2002), *Uso y mantenimiento de centros educativos [en línea] Andalucía*. España, Junta de Andalucía.
- Department of education, State department of education of IDAHO. (2006), *Best practices maintenance plan for school buildings*.
- Department of Energy US. (2002), *International Performance Measurement & Verification Protocol*.
- FEMP. (2004), *Operation and Maintenance Best Practice*.
- FENERCOM. (2010), *Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Hospitales*.
- Instituto de la Construcción, (2005), *Guía técnica para la prevención de patologías en viviendas sociales*.
- Instituto de la Construcción. (2005), *Manual de uso y mantenimiento para una vivienda sana*.
- Instituto de la Construcción. (2012), *Manual de Gestión de la energía en Edificios Públicos*.
- ISO. (2011), *ISO 50001 Gestión de la energía*.
- Presidencia del gobierno. (2010), *Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE) y sus instrucciones complementarias (ITE)*. Real decreto 1751/1998. Madrid, España.
- USGBC. (2009), *LEED EB:OM v2009*.



# Glosario y Definiciones





## Glosario y Definiciones

La siguiente lista muestra en primer lugar aquellas definiciones y conceptos considerados como de carácter transversal para efectos de la certificación. Luego de ello, las definiciones y conceptos se ordenan en función de temas específicos.

### 1. Definiciones generales

**Espacio habitable:** Todo espacio o recinto sometido a la ocupación de personas, de forma sostenida o eventual, y con requerimientos de confort térmico, resultando en una demanda energética de calefacción y/o refrigeración para proveer estas condiciones de confort.

**Espacio no habitable:** Pudiendo ser objeto de ocupación eventual de personas, estos espacios o recintos no presentan requerimientos de confort térmico, por lo que se considera su operación en régimen de temperatura en oscilación libre. No obstante, se puede registrar casos excepcionales de espacios o recintos sin ocupación de personas con requerimientos particulares de temperatura o ventilación, debiendo ser incorporada al cálculo de la demanda energética.

**Recintos docentes regularmente ocupados:** Consiste en espacios habitables que son usados por ocupantes al menos 1 hora continua al día con actividades educacionales.

En el caso de establecimientos de educación básica y media ubicados en las zonas SI, SE y An, y con cualquier opción de cálculo utilizada, se considerarán como regularmente ocupadas las circulaciones entre salas.

**Recintos no regularmente ocupados:** Son espacios destinados al tránsito o estadía esporádica de personas, o que son usados por ocupantes en menos de 1 hora al día.

**Recintos regularmente ocupados:** Consiste en todos los espacios habitables, destinados a la permanencia de personas y que son ocupados al menos 1 hora continua al día.

### 2. Confort térmico

**Confort térmico pasivo:** Confort higrotérmico logrado sin la utilización de un sistema de calefacción y o refrigeración activo.

**Confort higrotérmico:** Manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. En él influyen una serie de factores tales como temperatura del aire, temperatura radiante, humedad, velocidad del aire, metabolismo y vestimenta.

**Modelo de confort adaptativo:** Modelo que relaciona rangos de temperaturas interiores aceptables con parámetros climáticos exteriores.

### 3. Confort visual

**Autonomía de Iluminación Natural del Espacio (sDA):** Se define como el porcentaje (%) del área de análisis que está dentro de los niveles de iluminación natural adecuados dentro de un periodo de operación determinado a lo largo del año.

**Campo visual:** Extensión del espacio físico visible desde una posición dada.

**Confort visual:** Manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.

**Contraste:** Sensación subjetiva de la diferencia en apariencia de dos partes de un campo visual.

**Deslumbramiento:** Se define como la incomodidad en la visión producida cuando partes del campo visual son muy brillantes en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado.

**Eficiencia Lumínica (Lm/W):** Flujo luminoso por unidad de potencia, definido para el tipo de luminaria a utilizar.

**Entorno visual:** Espacio que puede ser visto desde una posición moviendo la cabeza y los ojos.

**Factor Luz Día (FLD):** Medida de iluminancia de luz natural interior en una posición dada, expresada como un porcentaje de las iluminancias exteriores.

**Iluminación Directa:** Iluminación en la cual el rayo de luz se dirige desde la fuente (luminaria) hacia la superficie, sin mediar obstáculo alguno.

**Iluminación Indirecta:** Iluminación en la cual el rayo de luz se ve interrumpido por obstáculos, por lo que la luz que ilumina los objetos o superficie proviene de la reflexión de la luz en otros objetos o en los paramentos del recinto.

**Iluminancia útil:** Porcentaje (%) del tiempo en que el plano de trabajo está dentro de un rango de iluminancia recomendada para el espacio o tarea visual.

**Iluminancia:** Flujo incidente por unidad de área en una superficie iluminada.

**Índice de deslumbramiento unificado [UGR]:** Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior.

**Luminancia:** Cociente entre la intensidad luminosa procedente de una superficie en una dirección dada y el área aparente de dicha superficie. Cuando las superficies son iluminadas, la luminancia depende del nivel de iluminación y de las características de reflexión de la propia superficie.

**Plano de trabajo:** Plano horizontal sobre el cual se calculará la iluminancia media. Usualmente para oficinas y similar se considera 0.85 metros.

**Reflectancias:** Cociente entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente en las condiciones dadas. Se expresa en tanto por ciento o en tanto por uno.

**Rendimiento cromático [IRC] de las fuentes lumínicas:** La capacidad de una fuente de luz para reproducir un color relativamente a ese mismo color iluminado por una fuente de luz patrón. Analíticamente, el rendimiento de color de una fuente de luz está definido por el Índice de Rendimiento Cromático. Un buen rendimiento cromático está indicado por IRC alto.

**Sistema de temporización:** conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática, el apagado de una instalación en función de un tiempo de encendido prefijado.

**Temperatura de color (de una fuente):** Temperatura del cuerpo negro en la que éste emite luz con la misma apariencia cromática que la fuente de luz considerada, en Kelvin (K). Temperaturas de color de 4000 K o superiores pertenecen a luz blanca y fría; temperaturas de color de menos de 3000 K tienen apariencia cálida.

**Uniformidad media:** La relación entre la iluminancia del área de tarea y la iluminancia de los espacios circundantes.

## 4. Calidad del aire

**Ventilación:** Proceso de renovación del aire de los recintos para limitar el deterioro de su calidad, desde el punto de vista de su composición, y que se realiza mediante entrada de aire exterior y evacuación de aire viciado.

**Ventilación Natural:** Ventilación en la que la renovación del aire se produce exclusivamente por la acción del viento o por la existencia de un gradiente de temperaturas entre el punto de entrada y el de salida.

**Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural:** Caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto según uso para lograr una condición aceptable de concentración de CO<sub>2</sub>

**Ventana operable:** Aquella que es posible manipular, como las ventanas correderas, ventanas abatibles y oscilobatientes. Quedan excluidas aquellas ventanas fijas.

**Abertura de admisión:** Abertura de ventilación que sirve para el ingreso de aire, comunicando el recinto con el exterior, directamente o a través de un conducto de admisión.

**Abertura de extracción:** Abertura de ventilación que sirve para la extracción, comunicando el recinto con el exterior, directamente o a través de un conducto de extracción.

**Ventilación Híbrida:** Ventilación en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce como en la ventilación natural, y cuando son desfavorables, como en la ventilación mecánica.

**Ventilación Mecánica:** Ventilación en la que la renovación del aire se produce por el funcionamiento de aparatos electro-mecánicos dispuestos al efecto. Puede ser con admisión mecánica, con extracción mecánica o equilibrada.

**Caudal mínimo:** Ventilación necesaria por superficie de recinto y ocupantes.

**Filtraje:** Capacidad de un elemento -un filtro- para remover y reducir la concentración de partículas o materiales gaseosos desde un caudal de aire, tales como polvo, polen, moho, bacterias y humo.

**Monitoreo de la calidad del aire:** Capacidad de monitorear la concentración de CO<sub>2</sub> al interior de recintos de alta ocupación.

**Compuestos orgánicos volátiles (COV):** Sustancias químicas que contienen carbono y tienden a evaporarse fácilmente a temperatura ambiente. Se encuentran presentes principalmente en los materiales de construcción utilizados en un edificio, así como en los muebles, accesorios y equipos para su decoración y acondicionamiento. Sus efectos a la salud son variables en función del tipo de compuesto, sin embargo de manera general, se considera que el 80% de los COV son potenciales irritantes a la piel, ojos y tracto respiratorio, y el 25% podrían ser cancerígenos. Otros efectos característicos son: dolores de cabeza, irritación de mucosas y disfunciones neuropsicológicas.



## 5. Confort acústico

**Absorción acústica:** Es el fenómeno físico que se describe a través del porcentaje de la energía sonora, que se transforma en calor (disipación) cuando ésta incide en una superficie. La capacidad de los materiales para absorber el sonido se cuantifica mediante el coeficiente de absorción, que varía desde 0 a 1.

**Acondicionamiento acústico:** El acondicionamiento acústico es una estrategia empleada para controlar el tiempo de reverberación al interior de un recinto.

**Aislamiento acústico:** Propiedad física de un elemento o solución constructiva que determina la capacidad para atenuar la transmisión sonora.

**Confort acústico:** Situación en que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para la comunicación y la salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.

**Decibel (dB):** Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es utilizado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

**Decibel A, dB(A):** Unidad de medida del ruido que toma en cuenta las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

**Ensayo de Laboratorio:** Ensayo de elementos que deberá ser realizado por un laboratorio inscrito en el Registro Oficial del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

**Ensayo en terreno:** Ensayo que se realiza en terreno de acuerdo a normativa, y tiene la ventaja de evaluar en situación real la solución constructiva empleada, considerando la influencia de la ejecución en obra de la solución.

**Frecuencia (f):** Número de oscilaciones de una onda sonora sinusoidal ocurridas en una unidad tiempo. Se mide en ciclos por segundo o Hertz (Hz).

**Índice de Reducción Acústica (R):** diferencia de niveles entre el recinto de emisión sonora y el recinto de recepción, corregidos por la relación entre el área del elemento constructivo ensayado y el área de absorción equivalente del recinto receptor. Se determina experimentalmente en laboratorio según la norma NCh 2786:Of.2003.

**Índice Ponderado de Reducción Acústica:** Es el valor en decibeles a 500 Hz, de la curva de referencia una vez ajustada a los valores experimentales, según el método especificado en la norma ISO 717-1.

**Inteligibilidad de la palabra:** Índice de comprensión de la palabra dependiente del nivel y características del ruido de fondo, del tiempo de reverberación y de otras características del recinto.

**Puente Acústico:** Discontinuidad de un elemento constructivo que genera una mayor transmisión de la energía acústica.

**Reverberación:** Fenómeno físico de persistencia del sonido en el interior de un recinto una vez cesada la emisión de la fuente de ruido a causa de las reflexiones superficiales en el mismo.

**Ruido:** Sonido no deseado, capaz de generar una sensación auditiva desagradable.

**Sonido:** Es cualquier variación de la presión en el aire que pueda generar una sensación auditiva.

**Tiempo de Reverberación:** Es el tiempo en que la energía acústica se reduce a la millonésima parte de su valor inicial (ó 60 dB), una vez cesada la emisión de la fuente.

## 6. Energía

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

**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.

**Captadores solares:** Son los elementos que capturan la radiación solar y la convierten en energía térmica.

**Componente de la envolvente:** Unidad constructiva menor de la envolvente, incluida como parte integrante de sus elementos (muros, techumbre y piso) con el objeto de reforzar su desempeño o cumplir funciones específicas de intercambio entre el medio exterior y el espacio interno del edificio. Su operación puede tener carácter pasivo o mecánico.

**Demanda de energía:** Cantidad de energía (en kWh/m<sup>2</sup>año) requerida para calefaccionar o refrigerar un espacio o edificio, compensando el efecto de las pérdidas y ganancias térmicas, y así mantener una condición de temperatura o confort térmico interior en base a los requerimientos individuales de cada recinto. Se diferencia del consumo energético en que este último es la energía efectiva utilizada para cubrir la demanda, incorporando el tipo de instalación, el efecto de su eficiencia y sus pérdidas por distribución, entre otros.

**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.

**Emisividad (E):** Es la cantidad de energía que se transmite al exterior, tras recibir una radiación incidente del interior en la banda de frecuencias infrarrojas  $> 4000$  nm. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%). Cuanto más baja es la emisividad mejor refleja la energía calorífica. Para el vidrio sin tratar la emitancia es de 0,84.

**Energía renovable no convencional (ERNC):** Energías provenientes de fuentes renovables no convencionales o procesos de cogeneración de alta eficiencia, producidas in-situ o en redes térmicas distritales o "eléctricas locales", para cubrir en parte la demanda de energía primaria del edificio. Se entenderá por fuentes renovables no convencionales las definidas en la ley 20.257: biomasa, hidráulica inferior a 20MW, geotérmica, solar, eólica, mareomotriz.

**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.

**Factor de sombra (FS):** Es la fracción de la radiación incidente en una superficie semitransparente que es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros (no del vidrio).

**Factor solar de la superficie acristalada ( $\phi$ ):** Relación entre la energía solar transmitida a través una superficie transparente, o componente de vano, y la energía solar incidente sobre la misma. Denominado como  $\phi$ , se expresa como un valor que va de 0 a 1 y, al ser menor este valor, es mayor la protección a la radiación solar. Su método de cálculo está definido en la norma ISO 15099:2003.

**Coeficiente de Sombra (CS):** Es la razón entre el "Factor solar de la superficie semitransparente ( $\phi$ )" de un vidrio particular "x" respecto a la de un vidrio plano incoloro de 3 mm de espesor. Como referencia, un vidrio incoloro de 3mm posee un CS aproximadamente igual a 1,00 y un  $\phi$  de 0,87.

**Factor Solar modificado:** Es la fracción de la radiación solar que es transmitida a través de la ventana o lucernario, considerando el Factor de Sombra (FS), el factor solar de la superficie acristalada ( $\phi$ ), la transmitancias térmica y absortividad del marco.

**Masa térmica:** Sistema material con un potencial de acumulación de calor, caracterizado generalmente por un espesor considerable, un elevado calor específico volumétrico y una conductividad térmica moderada. Ello permite la distribución gradual de la energía a través del material y, dado que requiere una cantidad importante de energía para elevar su temperatura, permite el control de las oscilaciones térmicas extremas mediante el fenómeno de inercia térmica.

**Otros consumos de energía:** Energía consumida en procesos diferentes al de iluminación, climatización y ACS.

**Puente térmico:** Sección de la envolvente térmica a través de la cual la transferencia de calor entre el interior y el exterior se produce de forma más expedita debido a una menor resistencia térmica, producida por una discontinuidad en su materialidad o espesor.

**Radiación solar:** Es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

**Rendimiento nominal:** Representa la razón entre la energía o calor suministrado o extraído de una fuente o ambiente, y el consumo de energía de la maquina que realiza dicha acción (trabajo suministrado a la máquina).

**COP:** *Coefficient of Performance*, o coeficiente de rendimiento. Representa la razón entre el calor suministrado al ambiente a calefaccionar y el trabajo suministrado a la máquina.

**EER:** *Energy Efficiency Ratio*, o coeficiente de eficiencia energética. Eficiencia de las máquinas frigoríficas, representa la razón entre el calor extraído de la fuente fría y el trabajo suministrado a la máquina.

**Transmitancia térmica (U):** Flujo de calor o energía, en kcal o watt (W), que pasa por unidad de superficie del elemento, en  $m^2$ , y por grado de diferencia de temperaturas, en  $^{\circ}C$  o K, entre los dos ambientes separados por dicho elemento. Generalmente se mide en  $(W/m^2K)$

## 7. Hermeticidad

**Blower door test:** Prueba de auditoría de hermeticidad, consistente en la utilización de un ventilador conectado al exterior para reducir la presión de aire interior de un edificio. El diferencial de presión produce un flujo de aire, lo que permite identificar y caracterizar los puntos de infiltración.

**Hermeticidad de la Envolvente:** Es un término genérico para describir la resistencia de la envolvente del edificio a las infiltraciones.

**Infiltración:** Es un intercambio de aire no controlado desde el exterior hacia el interior de una edificación a través de grietas, porosidad y otras aperturas no intencionales en la envolvente del edificio. Medida como tasa de flujo volumétrico de aire exterior hacia el interior de un edificio, el proceso de infiltración se produce de manera no controlada, a diferencia de la ventilación.

**Permeabilidad al aire de carpintería de ventanas:** Es una propiedad física utilizada para medir la hermeticidad al aire de la envolvente de un edificio, y se define como el índice de traspaso de aire por hora [m³/h] por m² de área de envolvente a un diferencial de presión de referencia.

## 8. Energía y Agua incorporada

**Administrador del programa:** Organismo u organismos que llevan a cabo un programa de declaraciones ambientales tipo III. [ISO 14025]

**Agua incorporada en los materiales estructurales del edificio:** Se refiere al agua consumida a lo largo del ciclo de vida de un material de construcción.

**Análisis de ciclo de vida; ACV:** Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida. [ISO 14040:2006]

**Análisis del inventario del ciclo de vida; ICV:** Fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas para un sistema del producto a través de su ciclo de vida. [ISO 14040:2006]

**Categoría de impacto:** Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida. [ISO 14040:2006]

**Categoría de producto:** Grupo de productos de la construcción que pueden cumplir funciones equivalentes. [ISO 21930:2010]

**Energía de proceso:** Entrada de energía requerida en un proceso unitario, para llevar a cabo el proceso o hacer funcionar el equipo, excluyendo las entradas de energía para la producción y suministro de esta energía. [ISO 14040:2006]

**Energía incorporada en los materiales estructurales del edificio:** Se refiere a la energía primaria consumida a lo largo del ciclo de vida de un material de construcción.

**Familia de productos:** Grupo de productos que poseen compuestos y procesos de producción similares, y por tanto sin variaciones significativas entre los impactos de cada producto, respaldado por un informe de ACV.

**Impacto ambiental:** Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso [ISO 14025]

**Materia prima:** Materia primaria o secundaria que se utiliza para elaborar un producto. [ISO 14040:2006]

**Mecanismo ambiental:** Sistema de procesos físicos, químicos y biológicos para una categoría de impacto dada, que vincula los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida con indicadores de categoría y con puntos finales de categoría. [ISO 14040:2006]

**Módulo de información:** recopilación de datos utilizada como base para la declaración ambiental tipo III que abarca a un proceso unitario o a una combinación de procesos unitarios que forman parte del ciclo de vida de un producto. [ISO 14025]

**Producto auxiliar; producto complementario; productos de construcción:** Que permite a otros productos de construcción cumplir su uso previsto.

**Producto intermedio:** Salida de un proceso unitario que es entrada de otros procesos unitarios que requiere una transformación adicional dentro del sistema. [ISO 14040:2006]

**Producto:** Cualquier bien o servicio. [ISO 14040:2006]

**Productos de construcción:** Bienes o servicios usados durante el ciclo de vida de un edificio u otra obra de construcción. [Adaptado de las Normas ISO 6707-1 e ISO 14021]

**Reglas de categoría de producto; RCP:** Conjunto de reglas específicas, requisitos y guías para el desarrollo de **declaraciones ambientales tipo III** para una o más **categorías de producto**. [ISO 14025]

**Revisión de las RCP:** Proceso en el que un panel de **tercera parte** verifica las **reglas de categorías de producto**. [ISO 14025]

**Salida:** Flujo de producto, de materia o de energía que sale de un proceso unitario. [ISO 14040:2006]. Los productos y las materias incluyen materias primas, productos intermedios, coproductos y emisiones.

**Verificación:** Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados. [ISO 14025]

**Verificador:** Persona u organismo que lleva a cabo una verificación. [ISO 14025]

## 9. Agua

**Demanda de agua paisajismo:** Cantidad de agua requerida para irrigar el proyecto de paisajismo.

**Dureza del agua:** La dureza del agua se debe principalmente a la presencia y alta concentración de iones de calcio y magnesio.

**Evapotranspiración de proyecto de paisajismo:** Pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.

**Paisajismo o "arquitectura del paisaje":** Actividad capaz de modificar un espacio exterior, trabajando con elementos orgánicos (flora y fauna) y/o inorgánicos, para satisfacer las necesidades de uso del espacio exterior para un determinado grupo de usuarios, ya sea en un medio urbano o rural.

**Sistema eficiente de riego:** Sistema de riego con características que permiten disminuir el consumo de agua.

**Sistema de agua potable eficiente:** Sistema que contempla elementos para disminuir el consumo de agua, tales como, inodoros, lavamanos y grifería eficientes, sistemas de control. Se excluyen el sistema o llave de riego y la red contra incendios.

## 10. Residuos

**Equipamiento para el Manejo de Residuos durante la operación del edificio:** "Puntos limpios" o contenedores para recibir residuos por separado durante la operación del edificio

**Manejo de Residuos durante la construcción:** Acciones destinadas a tener un manejo adecuado de los residuos durante la construcción del edificio.

## 11. Diseño Integrado de Anteproyecto

**Diseño Integrado de Anteproyecto:** Es un proceso donde todas las partes implicadas en el desarrollo de un edificio trabajan juntas para lograr el objetivo común de maximizar el resultado final del proyecto a través de un diseño colaborativo. Este enfoque permite no sólo ahorrar dinero en la etapa de proyecto, sino también mejorar el rendimiento durante la etapa de operación con respecto a un edificio proyectado con el sistema tradicional.

## 12. Gestión de la Operación y Mantenimiento

**Gestión de la Operación y Mantenimiento:** Decisiones y acciones destinadas al control y manejo de la infraestructura y el equipamiento, incluyendo actividades de decisión como programación y definición de procedimientos de optimización y control, y de acciones como rutinas preventivas y predictivas.





