

# DEPARTAMENTO INFRAESTRUCTURA ESCOLAR

## Transformando espacios educativos Guía para Intervenciones de Conservación

## **MINISTERIO DE EDUCACIÓN**

### **Ministra de Educación**

Adriana Delpiano Puelma

### **Director de Educación Pública**

Rodrigo Egaña Baraona

### **Jefe División de Asuntos Económicos y Financieros**

Francisco Jeria León

### **Jefa Departamento de Infraestructura y Equipamiento Educacional**

Jadille Baza Apud

## **REALIZACIÓN**

Micaela Rozenstark Herrera

Esteban Montenegro Iturra

Área de Arquitectura

Departamento de Infraestructura Escolar

Diseño y Diagramación

Área de Arquitectura

Departamento de Infraestructura Escolar

Foto de portada: Proyecto de rehabilitación  
de patio de juegos Jardín Infantil Sergio  
Melo - Coprin, Castro, Región de Los Lagos.  
Fuente: Fundación Patio Vivo



## Contenido

1. Introducción .....	5
2. Intervenciones.....	7
<b>a. Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de habitabilidad y confort, y disminuir los costos de operación.....</b>	<b>7</b>
i. <b>Envolvente térmica y control de infiltraciones.....</b>	<b>7</b>
ii. <b>Incorporación de chifloneras y cerramiento de circulaciones.....</b>	<b>17</b>
iii. <b>Incorporación de dispositivos de control solar.....</b>	<b>18</b>
iv. <b>Cambio de luminarias (LED o Fluorescentes).....</b>	<b>24</b>
v. <b>Incorporación de aislamiento y/o acondicionamiento acústico.....</b>	<b>26</b>
vi. <b>Cambio de sistemas de calefacción e incorporación de sistemas de ventilación mecánica.....</b>	<b>29</b>
vii. <b>Cambio sistemas de Agua Caliente Sanitaria (Sistemas solares térmicos).....</b>	<b>32</b>
viii. <b>Cambio de artefactos sanitarios y/o griferías por equipos más eficientes (eficiencia hídrica).....</b>	<b>33</b>
ix. <b>Incorporación de plantas solares fotovoltaicas.....</b>	<b>37</b>
<b>b. Intervenciones orientadas a mejorar los patios escolares como espacios educativos para promover la convivencia.....</b>	<b>47</b>
i. <b>Revitalización de los patios escolares.....</b>	<b>47</b>
ii. <b>Juegos infantiles no estructurados.....</b>	<b>58</b>
iii. <b>Incorporación de patios cubiertos o cerrados.....</b>	<b>59</b>
<b>c. Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de seguridad y convivencia escolar .....</b>	<b>61</b>
i. <b>Rediseño de servicios higiénicos.....</b>	<b>61</b>
<b>d. Intervenciones destinadas a cumplir condiciones de accesibilidad universal.....</b>	<b>63</b>
i. <b>Ruta accesible - Medios de acceso (rampas, ascensores).....</b>	<b>63</b>
ii. <b>Adaptación SSHH.....</b>	<b>64</b>

3. Resumen de intervenciones.....	65
4. Bibliografía .....	67

# 1. Introducción

El Catastro de Infraestructura Escolar realizado por el Ministerio de Educación durante los años 2012–2013, permitió contar por primera vez con información objetiva respecto de la situación de la infraestructura de los establecimientos públicos de nuestro país. Se levantó información de 5.509 locales escolares, equivalentes al 99,01% del total de establecimientos municipales del país (sobre un universo de 5.558). La información levantada indica que el parque municipal cuenta con más de 44 millones de m<sup>2</sup> de terreno y casi 8,5 millones de m<sup>2</sup> construidos, con un total de 69.172 recintos docentes, de los cuales 49.800 son aulas (Ministerio de Educación, 2013).

La información levantada nos indica que si bien existen establecimientos que presentan un alto grado de deterioro, su número supera sólo levemente el 10% (un 10,3% de los establecimientos presentan un deterioro<sup>1</sup> mayor a 40%). Los datos nos muestran que, por el contrario, la gran mayoría de los establecimientos presentan deterioros menores al 40% e incluso inferiores al 20%. (De acuerdo al catastro, 2.810 locales presentaban un grado de deterioro de su

infraestructura inferior al 20%, mientras que en 1.716 unidades educativas el deterioro se situaba entre 20 y 39,9%).

Por lo tanto, **el principal desafío en el ámbito de la infraestructura escolar, corresponde más bien a recuperar y mejorar los edificios existentes**. La presente guía tiene como fin entregar lineamientos para orientar este tipo de intervenciones, de manera que se conciban con estándares de calidad que efectivamente contribuyan a mejorar el estado general de los edificios escolares existentes, generando condiciones de confort y habitabilidad adecuadas para alumnos, profesores y demás usuarios. La evidencia internacional muestra que estas condiciones de confort pueden tener un impacto positivo sobre los desempeños académicos y el bienestar general de los usuarios<sup>123</sup>.

Para orientar las intervenciones a realizar, se han definido cuatro grandes ámbitos de acción:

- Intervenciones orientadas a mejorar **condiciones de habitabilidad y confort**, y disminuir los costos de operación.
- Intervenciones orientadas a mejorar los **patios escolares** como espacios educativos.

---

<sup>1</sup> Deterioro, se refiere a déficit del estado inicial y a la pérdida de la calidad constructiva del edificio producto del uso u otros factores.

<sup>2</sup> Hescong Mahone Group. (1999). *Windows and classrooms: a study of student performance and the indoor environment*. Los Angeles: California Energy Commission.

<sup>3</sup> Küller, R. et C., Lindsten. (1992). *Health and behavior of children in classrooms with and without windows*. *Journal of Environmental Psychology*, 12(4): p.305-317.

<sup>4</sup> Shendell, D. et al. (2004). *Associations between classroom CO2 concentrations and student attendance in Washington and Idaho*. *Indoor Air*, 14 : p. 333–341.

- Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de **seguridad y convivencia**
- Intervenciones destinadas a cumplir condiciones de **accesibilidad universal**.

Si bien estas intervenciones se orientan a disminuir el deterioro de los locales escolares concibiendo soluciones integrales, es importante mencionar que el alcance de los proyectos específicos dependerá de las necesidades particulares de cada establecimiento y del financiamiento con el que se cuenta para diseñar y ejecutar dichas intervenciones. Según esto se sugiere dar prioridad a cada aspecto en el siguiente orden:

- Habitabilidad, salubridad y seguridad.
- Mantenimiento y disminución de costos de operación.

## 2. Intervenciones

### a. Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de habitabilidad y confort, y disminuir los costos de operación

#### i. Envoltente térmica y control de infiltraciones

Apunta a intervenciones que permitan mejorar los cerramientos exteriores del edificio, incorporando aislación térmica, ventanas con menor transmitancia térmica (Doble vidrio hermético), así como sellos y otras estrategias que minimicen las infiltraciones de aire del edificio. Del mismo modo, se pueden considerar otras estrategias de calentamiento pasivo en fachadas, tales como muros trombe, dobles fachadas o similares. Un edificio con una buena envoltente, que evite pérdidas de calor por conducción y por infiltraciones, tendrá un mejor confort térmico para sus ocupantes, menor riesgo de ocurrencia de condensación, y mayor durabilidad de la edificación. En edificios con climatización, esto se traduce también en una disminución de la demanda energética de calefacción y/o refrigeración, lo que a su vez implica menores costos de operación.

En general, la aislación térmica de la envoltente se logra a través de la **incorporación de un material aislante** y de la **especificación de ventanas**, que cumplan con determinados estándares según la zona climática. Las soluciones que se propongan deberán considerar, para cada elemento arquitectónico que conforme la envoltente térmica del edificio, los niveles de transmitancia térmica (Valor U) definidos en el Manual CES para el nivel "Bueno", según la zona climática en donde se encuentre situado el local escolar (ver tabla 1).

Elemento	Transmitancia térmica (U - W/m <sup>2</sup> K) por zona climática (Nch 1079)								
	Norte Litoral	Norte desértico	Norte Valles -T	Central Litoral	Central interior	Sur Litoral	Sur Interior	Sur Extremo	Andina
Cubiertas y pisos ventilados	0,40	0,25	0,40	0,35	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15
Muros	2,1	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70	0,60	0,30	0,50
Ventanas y lucarnas	3,6	2,8	2,8	2,8	1,6	1,6	1,6	1,2	1,6

*Tabla 1. Valores de transmitancia térmica mínimos exigidos para los distintos elementos de la envolvente.  
Fuente: Manual CES.*

Los elementos que conforman la envolvente térmica del edificio son los siguientes:

- **Cubiertas:** cerramientos superiores en contacto con el exterior o con espacios no habitables.
- **Muros envolventes o Fachadas:** cerramientos exteriores del edificio, pueden ser opacos (muros) o traslúcidos (vanos).
- **Medianeros:** cerramientos que colindan con otro edificio y corresponden a una división común. Si existe un espacio o una junta de dilatación entre dos muros medianeros, se considerará para efectos térmicos, una fachada.
- **Pisos:** cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados en contacto con el exterior, el terreno o un espacio no habitable.
- **Pisos ventilados:** Se trata de cerramientos horizontales (losas, entrepisos, etc) que quedan expuestos al exterior, en contacto con el aire, y por lo tanto tienen un mayor requerimiento térmico y energético.

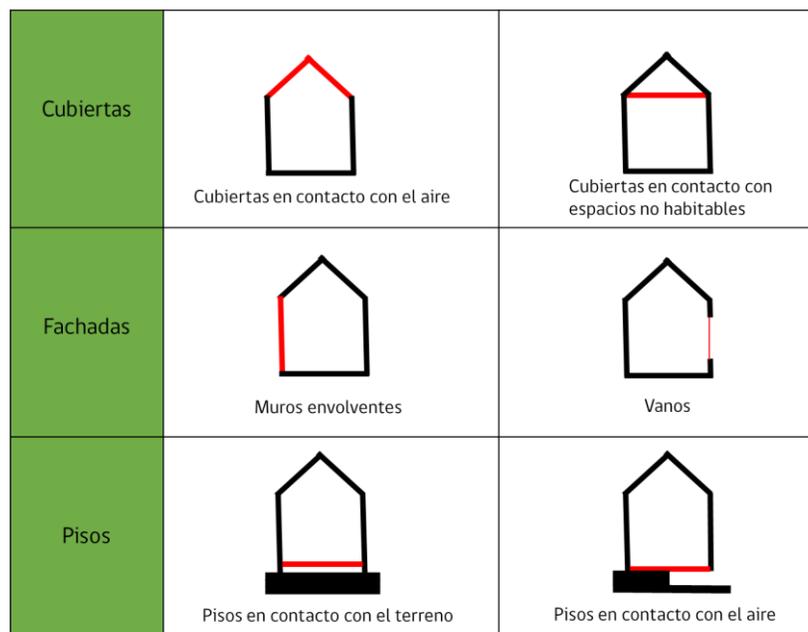


Figura 1. Esquema ubicación aislación térmica. Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.

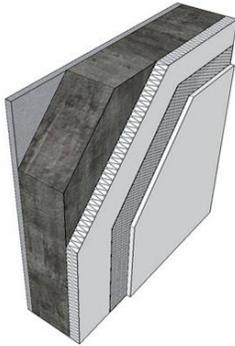
En general, se recomienda considerar aislación térmica por el exterior de los muros de albañilería u hormigón armado, ya que esta solución evita riesgos de condensación y las patologías constructivas asociadas. Además permite aprovechar la inercia térmica del ladrillo y del hormigón. La solución más utilizada actualmente en el país corresponde al sistema EIFS (*External Insulation and Finish System*) o SATE (Sistema de acabado y aislación térmica). Consiste en adherir a los muros exteriores, una capa de poliestireno expandido. Para ello se utiliza un mortero especial. Luego, sobre el poliestireno se aplica una malla y sobre ésta, capas sucesivas de pintura elastomérica de terminación (ver figura 2).

También es posible considerar otros tipos de revestimientos sobre el EIFS. Para ello se considera una estructura secundaria de soporte, sobre la cual se fija el material de terminación. Esta solución es especialmente recomendable en climas más lluviosos, pues asegura una mayor protección del poliestireno contra la humedad (Es necesario recordar que el poliestireno expandido pierde su capacidad aislante en la medida que absorbe humedad). Además, esta opción permite contemplar una cámara de aire ventilada entre el EIFS y el revestimiento exterior (fachada ventilada), la cual resulta especialmente

beneficiosa en el periodo de calor. Por contraparte, los principales inconvenientes de este tipo de solución con la mayor complejidad constructiva y los puentes térmicos que deben ser evitados al fijar la estructura de soporte secundaria.

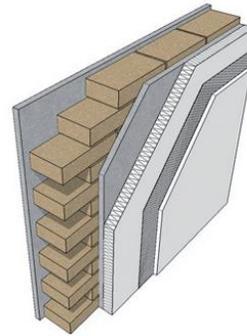


Figura 2. Aplicación de envoltente térmica exterior tipo EIFS. Fuente: Enchape Térmico EIFS | Petromur. <http://www.petromur.cl>



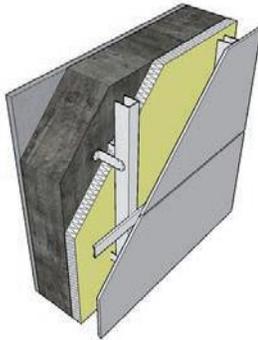
### Solución muro N°1

Muro de hormigón armado de e: 200 mm con estuco interior de e: 25 mm y sistema EIFS o SATE, con material aislante de poliestireno expandido de densidad de 20 Kg/m<sup>3</sup>.



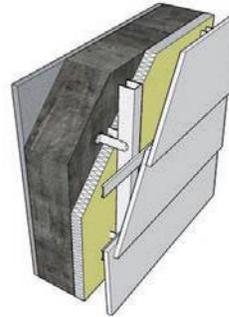
### Solución muro N°2

Muro de albañilería de ladrillos de densidad 1400 kg/m<sup>3</sup>, estuco interior de e: 25 mm y sistema EIFS o SATE, con material aislante de poliestireno expandido de densidad 20 kg/m<sup>3</sup>.



### Solución muro N°3

Muro de hormigón armado de e: 200 mm con estuco interior de e: 25 mm y sistema de fachada ventilada, con aislante térmico de lana de vidrio en rollo, en diferentes espesores, cámara de aire ventilada y revestimiento exterior en panel de fibrocemento.



### Solución muro N°4

Muro de hormigón armado de e: 200 mm con estuco interior de e: 25 mm y sistema de fachada ventilada en estructura metálica, con aislante térmico de lana de vidrio en rollo, en diferentes espesores, cámara de aire ventilada y revestimiento exterior tablillas de fibrocemento tipo Siding.

Figura 3. Soluciones tipo para incorporar aislación térmica en muros de hormigón armado o albañilería.

Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.



Figura 4. Instalación Sistema EIFS Proyecto Mejoramiento Envolvente Térmica, Escuela Fuerte Baquedano, Coyahique.  
Fuente: Departamento de Infraestructura Escolar, Mineduc.



*Figura 5. Proyecto terminado Mejoramiento Envoltente Térmica, Escuela Fuerte Baquedano, Coyahique.  
Fuente: Departamento de Infraestructura Escolar, Mineduc.*



*Figura 6. Instalación Sistema EIFS Envoltente Térmica, Proyecto Sello Liceo Artístico de Quinta Normal, Región Metropolitana. Fuente: Departamento de Infraestructura Escolar, Mineduc*

En el caso de muros en base a tabiquerías de acero o madera, se puede instalar la aislación al interior de la estructura, pero se debe considerar una capa de aislación adicional por el interior o por exterior que permita minimizar los puentes térmicos que se generan en los elementos de la estructura (pilares o pies derechos).

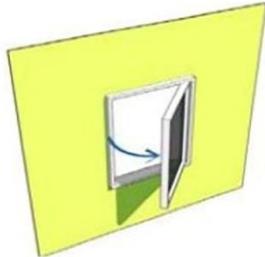
Elemento		Solución recomendada	Materiales recomendados
Cubierta	Entretecho existente	Instalar aislación térmica homogénea sobre el cielo, cubriendo todas las cerchas o vigas de cielo	Celulosa proyectada Lana Mineral o Lana de vidrio Poliuretano proyectado
	Sin entretecho	En lo posible instalar sándwich de cubierta que incluya aislación térmica continua o bien considerar aislación entre vigas pero sumando una capa adicional de aislante que permita minimizar los puentes térmicos	Panel de cubierta con alma de poliuretano Panel de OSB con alma de Poliéstireno expandido (tipo SIP)
Muros	Hormigón armado	Instalar aislación exterior continua (EIFS)	Poliéstireno expandido adherido por el exterior (EIFS), con o sin fachada ventilada.
	Albañilería	Instalar aislación exterior continua (EIFS)	Poliéstireno expandido adherido por el exterior (EIFS), con o sin fachada ventilada.
	Tabiquerías de madera o acero	Instalar aislación térmica homogénea cubriendo toda la estructura	Celulosa proyectada Lana Mineral o Lana de vidrio Poliuretano proyectado
Pisos ventilados	Losas ventiladas de H.A.	Instalar aislación exterior continua (EIFS)	Poliéstireno expandido adherido por la parte inferior de la losa (EIFS),

*Tabla 2. Recomendaciones sobre instalación de aislación térmica. Fuente: Elaboración propia.*

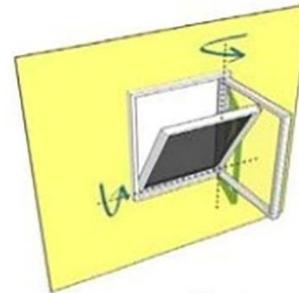
En cuanto al control de infiltraciones, es necesario precisar que se trata de una medida imprescindible para mejorar el desempeño energético de un edificio, pues no basta sólo con incorporar aislación térmica, sino que es necesario evitar que se generen pérdidas por los intersticios de los elementos de la envolvente. Para ello, en general se considera la incorporación de sellos y burletes en puertas y ventanas, además de sellos en las uniones de las estructuras, en cajas eléctricas, etc.

Además, es posible reducir las infiltraciones con simples decisiones de diseño, como por ejemplo respecto al tipo de ventana. Tal como lo muestra la figura 4, las ventanas del tipo corredera generan infiltraciones casi 10 veces más altas que una ventana de abatir u oscilobatiente. Por lo tanto, es más recomendable especificar ventanas oscilobatientes o de abatir, por sobre las correderas.

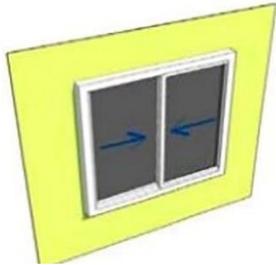
Permeabilidad al aire promedio de  
ventanas a 100 Pa ( $m^3/h$ ) según tipo



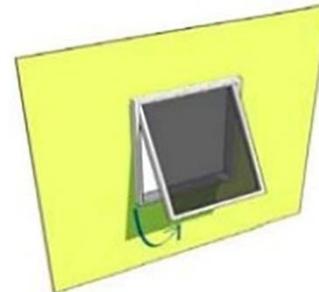
Ventana de abatir:  $3,4 m^3/h$



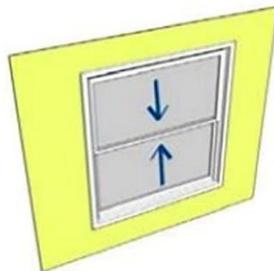
Ventana oscilo batiente:  $2,9 m^3/h m^2$



Ventana de corredera: 1  
hoja móvil  $12,9 m^3/h m^2$ ; 2  
hojas móviles:  $23,4 m^3/h m^2$



Ventana proyectante:  $7,6 m^3/h m^2$   
Proyectante de doble  
contacto:  $4,5 m^3/h m^2$



Ventana guillotina:  $19,7 m^3/h m^2$

Figura 7. Infiltraciones según tipo de ventana. Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.

## ii. Incorporación de chifloneras y cerramiento de circulaciones

Intervenciones que se deberán considerar principalmente en establecimientos que se emplazan en climas fríos o templados, debido a que se hace necesario proteger los accesos a los edificios de las temperaturas exteriores y del viento en invierno.

Con este fin se recomienda que la entrada a los edificios sea por un espacio cerrado o vestíbulo configurado por dobles puertas (chifloneras). Esta estrategia permite que el acceso actúe como una zona de transición que evita excesivas pérdidas de calor por ventilación, como asimismo cerrar las circulaciones verticales y horizontales que se encuentren actualmente expuestas.

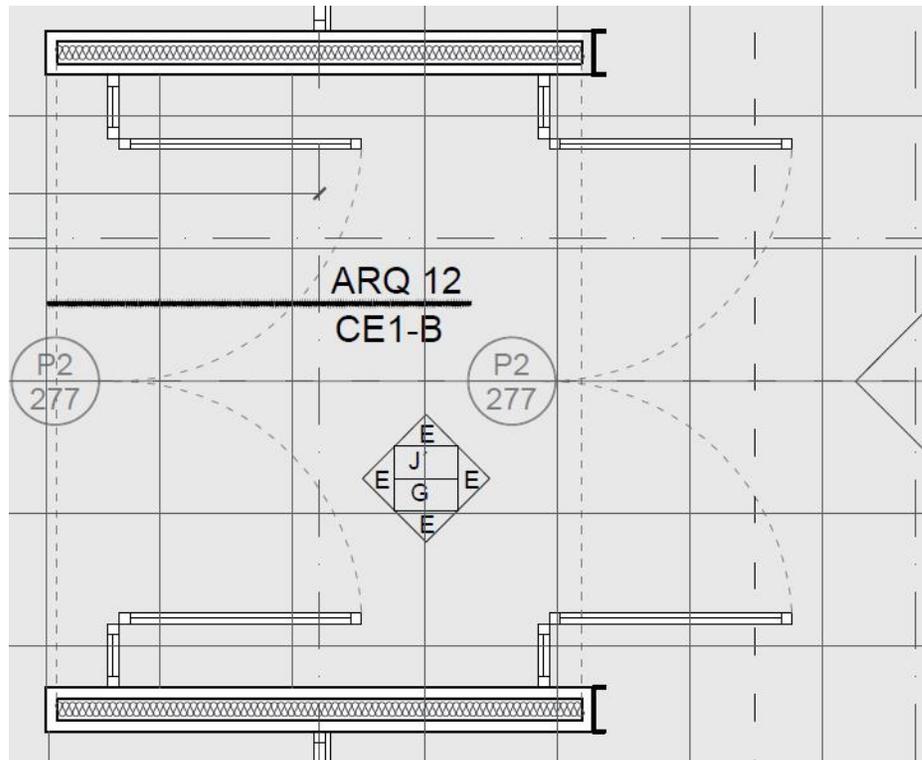


Figura 8. Esquema de un acceso con chiflonera. Fuente: Elaboración propia.

### iii. Incorporación de dispositivos de control solar

Apuntan a intervenciones que incorporen elementos en fachadas destinados a controlar el ingreso de rayos solares al interior de los recintos habitables, de manera de aprovechar de mejor manera la luz natural, principalmente en recintos docentes, evitando el deslumbramiento y el sobrecalentamiento de los espacios interiores.

En general, estos dispositivos de control solar debiesen diseñarse de manera de reducir el ingreso de la radiación solar en los meses cálidos, pero a la vez permitir el aporte de la radiación solar en los meses de bajas temperaturas, como estrategia de precalentamiento pasivo.

Algunas de las soluciones propuestas podrían ser (elementos fijos, móviles o de ambos):

- **Construcción de Aleros, volados o voladizos para las fachadas con orientación norte:** Estos dispositivos permiten sombrear las ventanas, limitando la entrada de radiación solar en verano, pero permitiendo su ingreso en invierno. Para su correcto funcionamiento se deben diseñar considerando los ángulos solares de invierno y verano (solsticios). La idea es que el ancho del alero esté dimensionado para no permitir el ingreso de los rayos solares de verano, cuando el sol está más alto. Por el contrario, en invierno, los rayos solares son inclinados, por lo que pueden ingresar a pesar del alero. La figura 5 muestra un ejemplo para Santiago, mientras que la figura 6 entrega los ángulos solares para algunas ciudades de Chile.

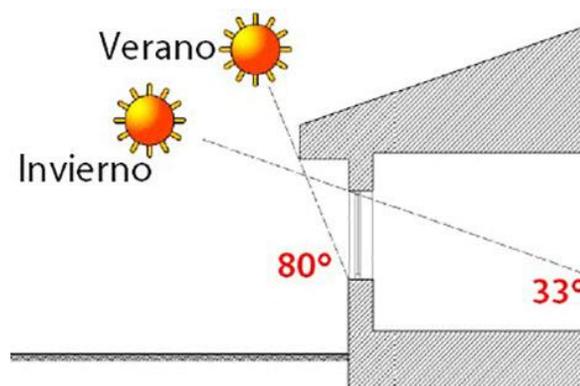
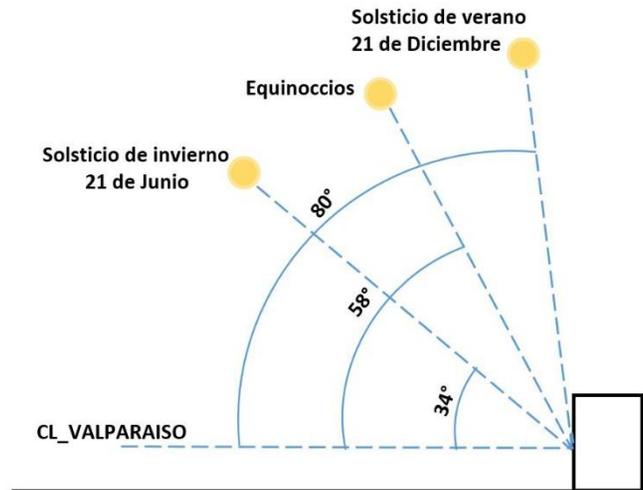
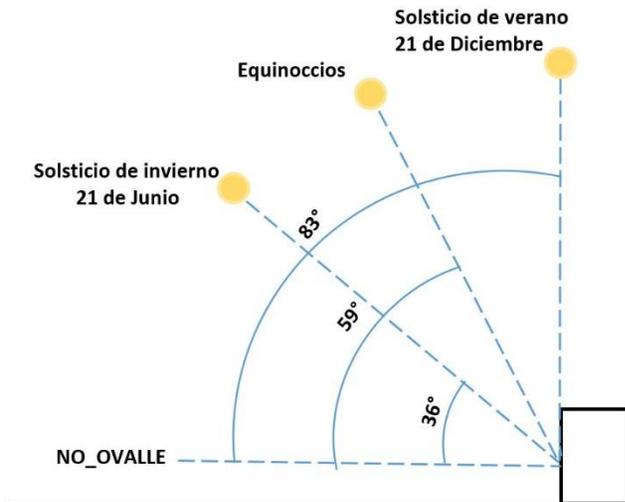
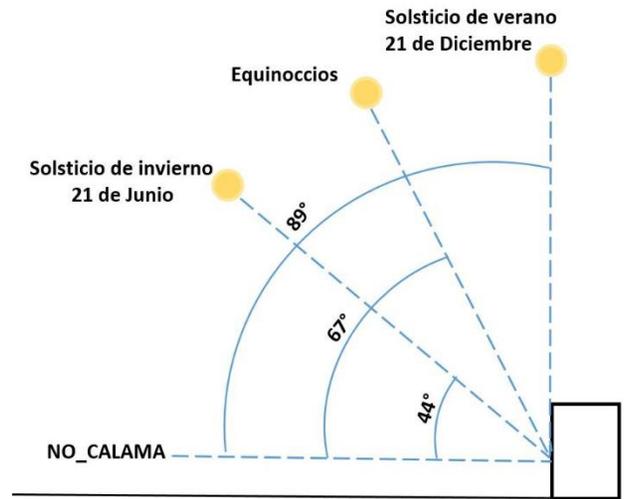
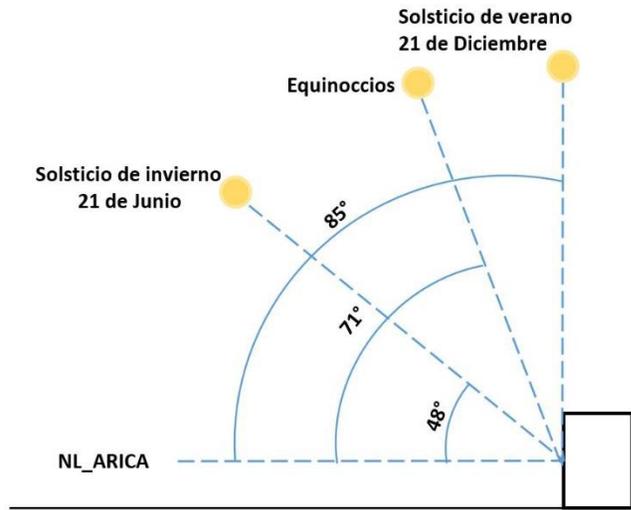
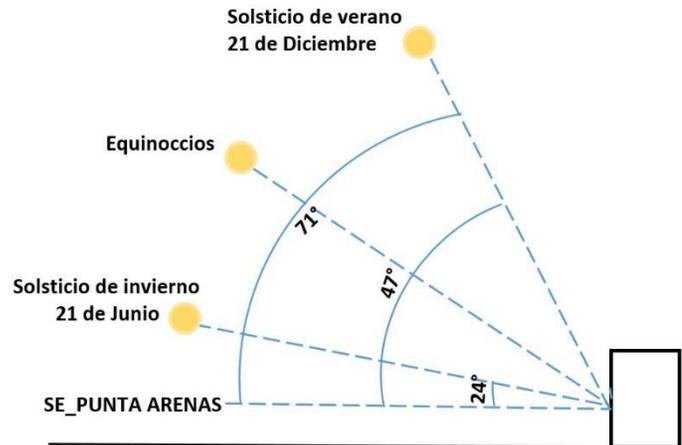
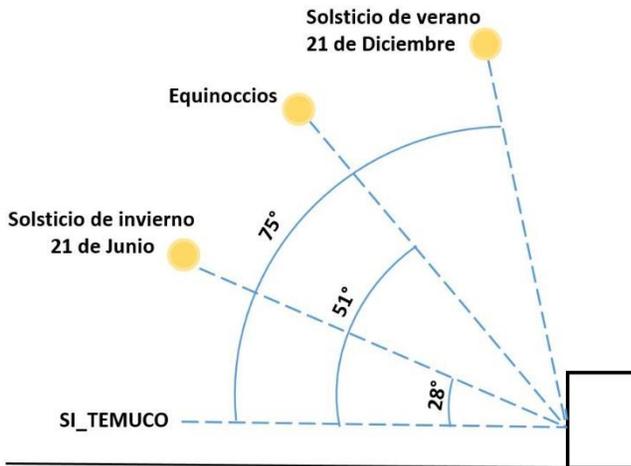
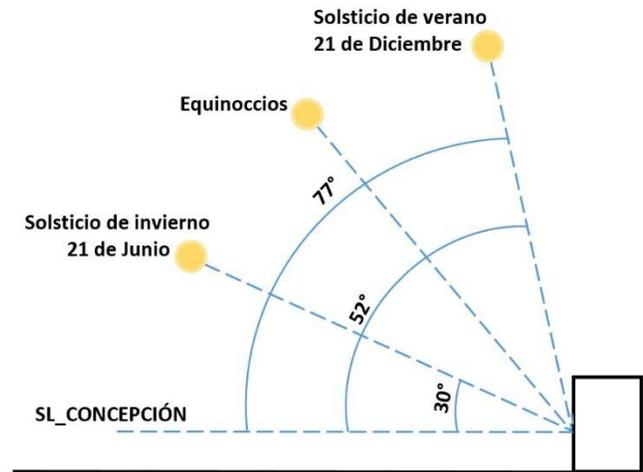
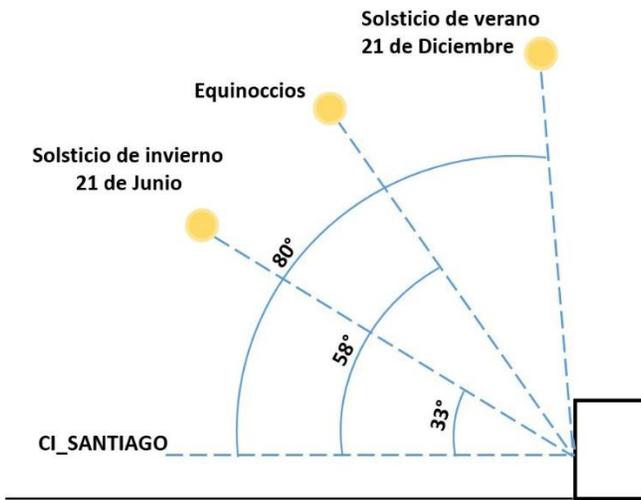


Figura 9. Ejemplo de dimensionamiento de alero norte en función de los ángulos solares de los solsticios de invierno y verano para la ciudad de Santiago. Fuente: Elaboración propia.





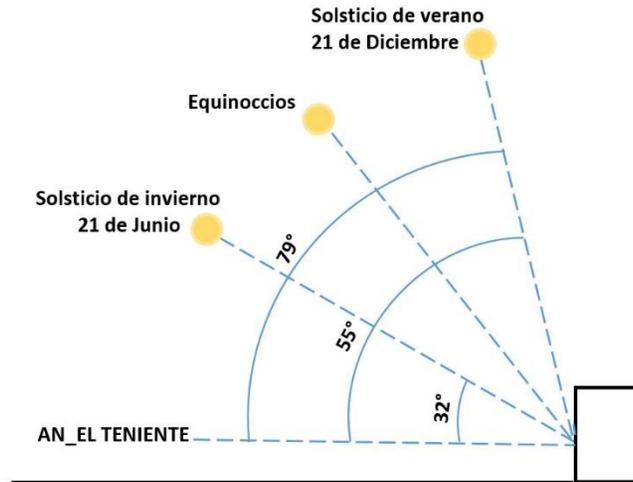


Figura 10. Ángulos solares para nueve ciudades de Chile. Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.

- Celosías y Quebra vistas exteriores:** Se trata de dispositivos que permiten controlar el paso de la radiación solar en las ventanas. Pueden ser fijos o móviles. En el caso de las fachadas norte, deben ser horizontales (por el mismo principio explicado en el punto anterior - aleros), mientras que en las fachadas oriente y poniente deben ser verticales o compuestos (horizontales más lamas verticales).

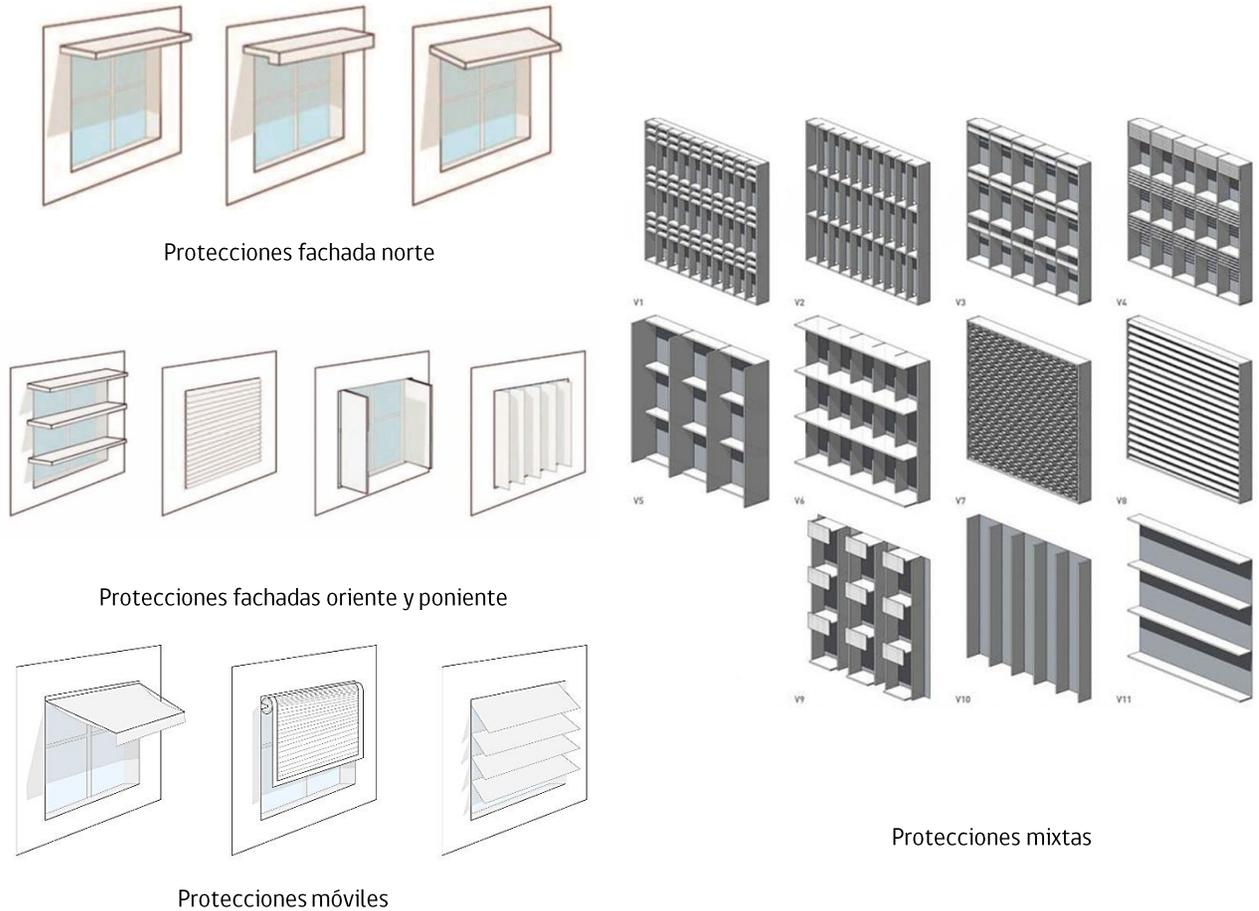


Figura 11. Protecciones solares exteriores. Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.

- **Repisas o bandejas de luz** (*light shelf*) Consisten en instalar una placa horizontal en el tercio superior de las ventanas, la cual tiene como fin hacer rebotar los rayos solares hacia el interior del recinto, mejorando la distribución de la luz natural. Además permiten bloquear parte de los rayos solares evitando que ingresen en la parte inferior de la ventana. Con este dispositivo es posible aumentar el ingreso de la luz natural hasta 2 veces el alto de la ventana (ver figura 12).

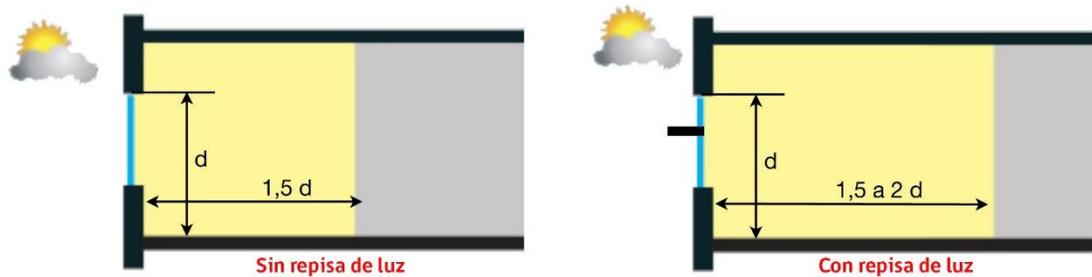


Figura 12. Efecto de una bandeja solar en la penetración de la luz natural. Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.



Figura 13. Bandeja solar interior. Fuente: <https://www.ykkap.com/commercial/product/sun-control/luminance/>

#### iv. Cambio de luminarias (LED o Fluorescentes)

Se refiere al cambio por luminarias más eficientes, del tipo fluorescentes o led, las cuales permiten reducir los costos de operación y mantenimiento, dado su menor consumo energético y mayor vida útil.

Al elaborar el respectivo proyecto deberá tenerse en consideración la mantención de niveles adecuados de iluminación, en concordancia con los valores de iluminancia establecidos en la Norma Chilena Eléctrica 4/2003 para Instalaciones de consumo en baja tensión y en el Manual de Certificación Edificio Sustentable.

Ampolletas				Tubos		
Tipo de Ampolleta	 LED	 Ampolleta Incandescente	 Fluorescentes Compactas (CFL)	Tipo de Tubo	 LED	 Fluorescentes
Consumo en Watts	7W	60 W	16 W	Consumo en Watts	18W	36W (7W + por cada balastro)
Vida Útil	50.000 H	1.000 H	8.000 H	Vida Útil	50.000 H	8.000 H
Ahorro de consumo	LED	90% al cambiar por LED	50% al cambiar por LED	Ahorro de consumo	LED	50% al cambiar por LED
Impacto Ambiental				Impacto Ambiental		
Contiene Mercurio (Tóxico)	NO	NO	SI	Contiene Mercurio (Tóxico)	NO	SI
Emisiones de dióxido de carbono	205 kilo / año	2041 kilos / año	477 kilo / año	Emisiones de dióxido de carbono	205 kilo / año	477 kilo / año
Datos Importantes				Datos Importantes		
Sensibilidad a bajas temperaturas	NO	Algunas	SI	Sensibilidad a bajas temperaturas	NO	SI
Sensible a la humedad	NO	Algunas	SI	Sensible a la humedad	NO	SI
Ciclos de encendido/Apagado	Sin efecto	Algunos	SI	Ciclos de encendido/Apagado	Sin efecto	SI
Activa instantáneamente	SI	SI	No - toma tiempo para calentarse	Activa instantáneamente	SI	SI
Durabilidad	Durable	Poca, por su vidrio o filamentos	Poca, por su vidrio	Durabilidad	Durable	Poca, por su vidrio

Tabla 3. Comparación entre los distintos tipos de luminarias disponibles en el mercado. Fuente: ekoled

- **Emisión de Luz**



Las ampolletas incandescentes crean luz al pasar electricidad a través de un filamento metálico hasta que se vuelve tan caliente que brilla. Las bombillas incandescentes liberan el 90% de su energía en forma de calor.



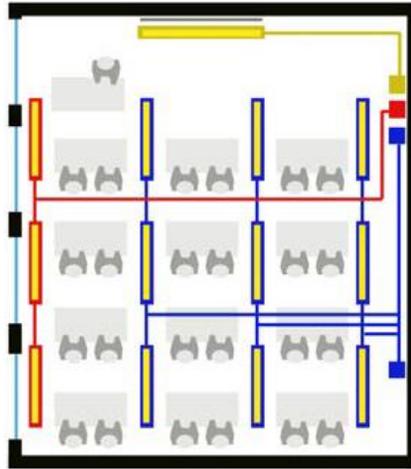
En una CFL, (ampolleta de ahorro de energía), la corriente eléctrica es conducida a través de un tubo que contiene gases. Esta reacción produce la luz ultravioleta que se transforma en luz visible por el revestimiento fluorescente (llamado fósforo) en el interior.



Las LED Utilizan diodos emisores de luz para producir luz de manera muy eficiente. El movimiento de los electrones a través de un material semiconductor ilumina las fuentes de luz pequeñas que llamamos LEDs. Una pequeña cantidad de calor es liberado hacia atrás, en un disipador de calor, en un producto bien diseñado, los LEDs son prácticamente fríos al tacto.

*Figura 14. Emisión de luz por tipo de luminaria. Fuente: ekoled*

Además, al reparar o reponer circuitos de iluminación, se debiese considerar una zonificación de los centros de iluminación en cada recinto, de manera de independizar su encendido. La zonificación consiste conectar la iluminación individualmente en varios sectores. Así, las diferentes partes del edificio pueden ser selectivamente iluminadas en función de la iluminación natural (o entrada de luz), o de acuerdo a las áreas que tengan la misma actividad o los mismos períodos de ocupación.



*Figura 15. Zonificación del sistema de iluminación en una sala de clases. Fuente: Manual de Eficiencia Energética en edificios públicos.*

#### **v. Incorporación de aislamiento y/o acondicionamiento acústico.**

Intervenciones que apunten a mejorar el confort acústico principalmente en recintos docentes. Se contemplan tanto estrategias de acondicionamiento como de aislación acústica.

**Acondicionamiento Acústico:** Corresponde a medidas destinadas a mejorar la transmisión del sonido al interior de los recintos, especialmente en aulas y otros recintos docentes, así como en los espacios de oficina. Básicamente se trata de **incorporar materiales absorbentes en cielos y/o paredes**, con el fin de reducir el tiempo de reverberación y así aportar a la inteligibilidad de la palabra.



Figura 16. Ejemplos de soluciones de absorción acústica. En general se contempla un material absorbente (lana mineral por ejemplo) y luego un revestimiento de terminación perforado (placa metálica, yeso cartón, madera ranurada, etc.)

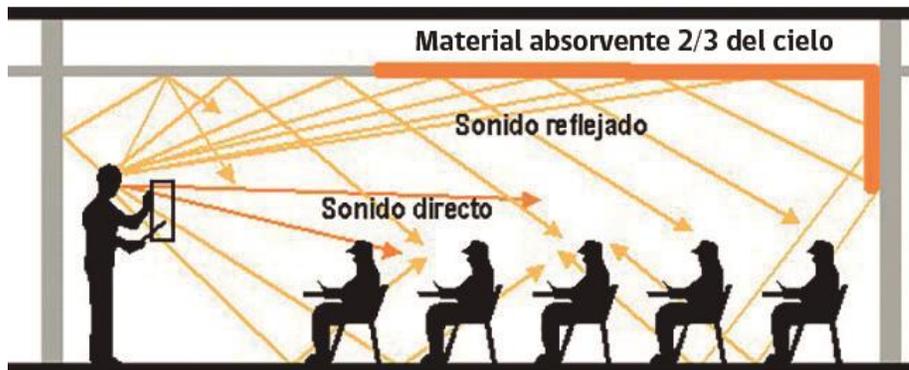


Figura 17. Esquema de ubicación de material absorbente al interior de un recinto docente. Se debe ubicar en 2/3 del cielo y en la parte posterior se la sala, dejando el primer tercio con un material reflectante (losa) que permita difundir el sonido (voz). Fuente: Elaboración propia.

**Aislamiento acústico:** Contempla la aplicación de estrategias destinadas a minimizar la transmisión de ruidos provenientes del exterior o del interior (recintos vecinos, instalaciones o equipos). Se trata de considerar materiales o medidas de diseño que minimicen la transmisión del sonido. Por ejemplo, incorporar ventanas con doble vidrio herméticos en aquellas que dan hacia el exterior, reemplazar tabiques entre aulas por tabiques acústicos, con separación de la estructura, incorporar sellos acústicos en uniones, puertas y ventanas, etc.



*Figura 18. Solución de absorción acústica en tabique y cielo acústico, Proyecto Sello Liceo Artístico de Quinta Normal.  
Fuente: DIE Mineduc*

## vi. Cambio de sistemas de calefacción e incorporación de sistemas de ventilación mecánica.

Intervenciones que apunten tanto a eliminar los sistemas de calefacción a llama abierta ubicados al interior de los recintos docentes, dada la alta contaminación intra domiciliaria que generan, como a reemplazar otros sistemas de calefacción obsoletos o ineficientes. Se debe privilegiar además el uso de tecnologías de alta eficiencia y de energías renovables no convencionales, en reemplazo de los combustibles fósiles tradicionales a fin de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y su impacto sobre el efecto invernadero. En general se debiese optar por sistemas centralizados en base a calderas, a biomasa idealmente, con radiadores, dada su mayor eficiencia y mejores condiciones de confort interior.



Figura 19. Ejemplos de sistemas de calefacción individual (estufas). Aquellas con llama abierta general alta contaminación interior. Las otras generan menos contaminación, pero requieren igualmente de ventilación, con las consecuentes pérdidas térmicas. Fuente: [www.vivesustentable.cl](http://www.vivesustentable.cl).

Estas intervenciones debiesen en lo posible estar acompañadas por un mejoramiento de la envolvente (descrito en el punto i anterior), de manera de dimensionar los nuevos sistemas con menores demandas térmicas.

Algunos de los sistemas de calefacción recomendados son los siguientes:

- Termo estufas a biomasa (edificios pequeños)
- Calderas de biomasa (pellets, astillas y/o madera)
- Calderas de condensación (gas)
- Bombas de calor (eléctricas)

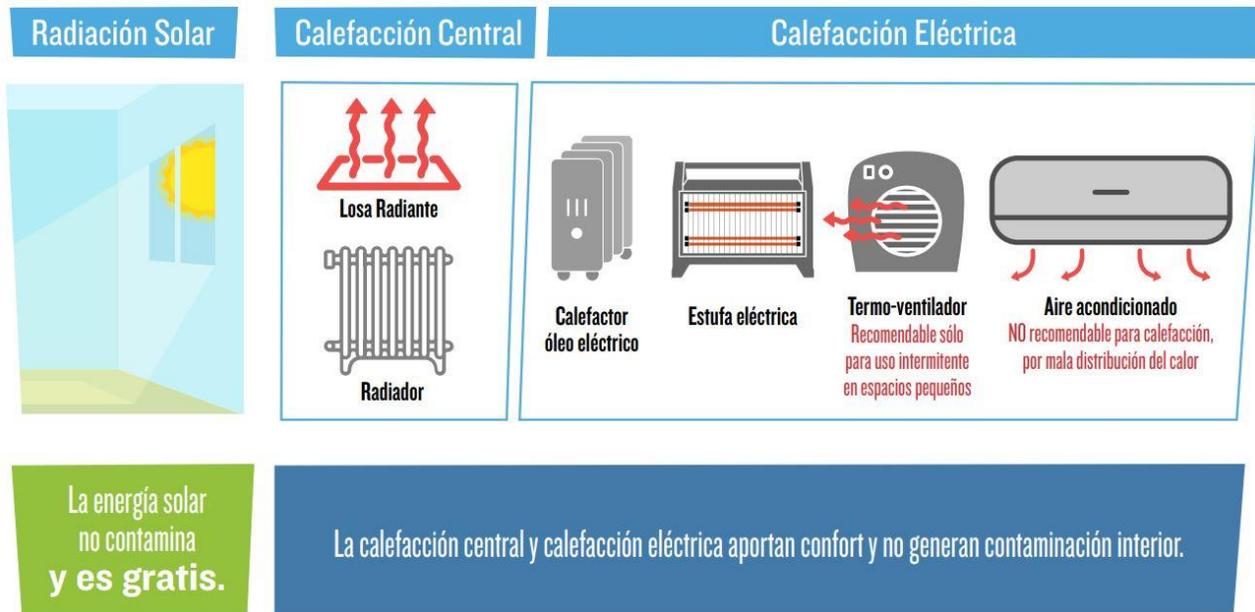


Figura 20. Sistemas de calefacción que no generan contaminación interior. Fuente: [www.vivesustentable.cl](http://www.vivesustentable.cl)

Complementariamente, en aquellos casos de edificios ubicados en climas fríos, se sugiere además evaluar la incorporación de sistemas de ventilación mecánica, que optimicen las renovaciones de aire y permitan controlar y minimizar las infiltraciones, aumentando la eficiencia del sistema de calefacción. Lo anterior dado que en climas fríos la ventilación natural es difícil de controlar y suele ser excesiva, produciendo pérdidas térmicas.

Estos sistemas de ventilación mecánica debiesen ir acompañados además de equipos recuperadores de calor, los cuales permiten, mediante intercambiadores térmicos, aprovechar el calor del aire viciado, transfiriéndolo al aire fresco.



Figura 21. Equipo de recuperación de calor y esquema de su funcionamiento.

## vii. Cambio sistemas de Agua Caliente Sanitaria (Sistemas solares térmicos)

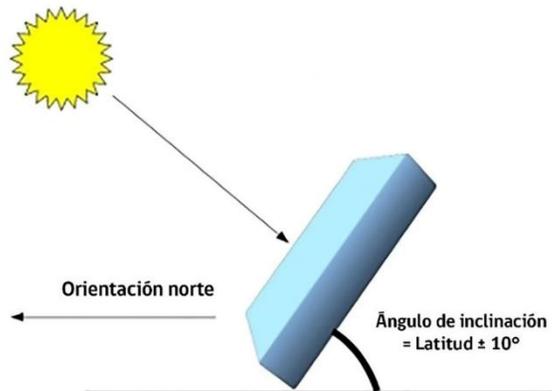
Instalación de colectores solares térmicos y dispositivos acumuladores, para abastecer al local escolar de ACS, a fin de lograr un aprovechamiento térmico de la energía solar y a disminuir los costos de operación por este ítem. Las instalaciones de energía solar térmica pueden proporcionar entre un 50% y un 70% del agua caliente demandada y la inversión es amortizada con el ahorro energético que se tendrá.

Según la demanda energética para agua caliente sanitaria que tenga el local escolar, los colectores solares podrán apuntar a los tres niveles de temperatura:

- **De baja temperatura.** Utilizando colectores simples del tipo panel plano con o sin vidrio.
- **De temperatura media.** Utilizando colectores planos de tubo evacuado, heat pipe, concentradores CPC.
- **De alta temperatura.** Utilizando concentradores lineales cilíndricos y parabólicos con seguimiento en un eje, concentradores de disco con motor stirling de seguimiento en dos ejes, heliostatos con seguimiento en dos ejes y concentradores de torre.



Figura 22. Tipos de colectores solares. Fuente: Manual de instalación de sistemas solares térmicos 2.



*Figura 23. Ubicación óptima de los colectores solares. La inclinación debe estar entre  $\pm 10^\circ$  respecto la latitud del lugar. Por ejemplo en Santiago, cuya latitud es  $33^\circ$ , la inclinación debiese estar entre  $23^\circ$  y  $43^\circ$ .*

*Fuente: Elaboración propia.*

### **viii. Cambio de artefactos sanitarios y/o griferías por equipos más eficientes (eficiencia hídrica).**

A fin de disminuir los costos de operación en el ítem de agua y de cuidar el medio ambiente, esta intervención apunta a reemplazar artefactos sanitarios y/o griferías por equipos eficientes privilegiando la eficiencia hídrica.

Los siguientes son elementos que permiten mejorar la eficiencia hídrica:

- **Grifería:**
  - Aireadores
  - Perlizadores
  - Reductores de caudales
  - Reguladores automáticos (temporizador o sensores)

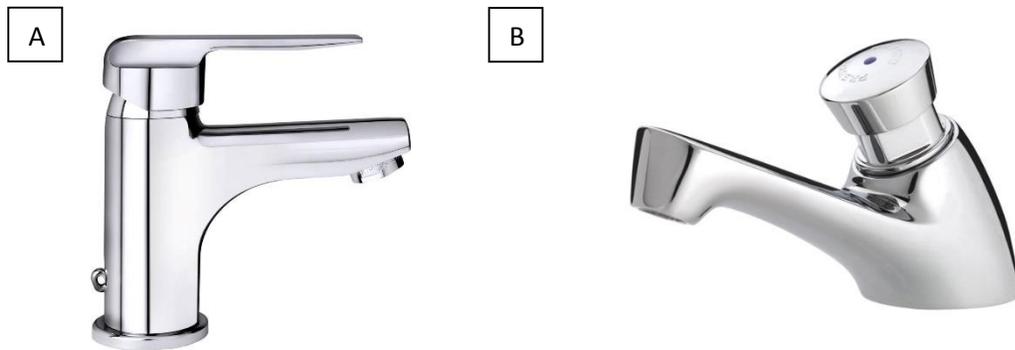


Figura 24. A) Grifería monomando con reductor de caudal. B) Grifería de repisa con pulsador temporizado

➤ **Artefactos sanitarios eficientes:**

- Inodoros con doble opción de descarga o interrupción de descarga.
- Urinarios con temporizador
- Urinarios sin agua (con filtro biodegradable)

➤ **Otros:**

- Sistemas de riego eficientes (goteo, exudación, etc.)

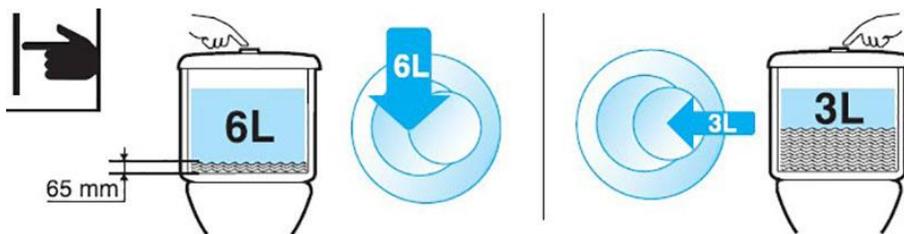


Figura 25. Artefacto con doble pulsador

Por otra parte, este tipo de intervención, permitirá instalar los artefactos sanitarios con las características de accesibilidad universal, estipuladas en el Decreto 50 del Minvu, considerando además del tipo de artefacto sanitario, las alturas de instalación, espacios libres, etc.

➤ **Artefactos sanitarios con características universales:**

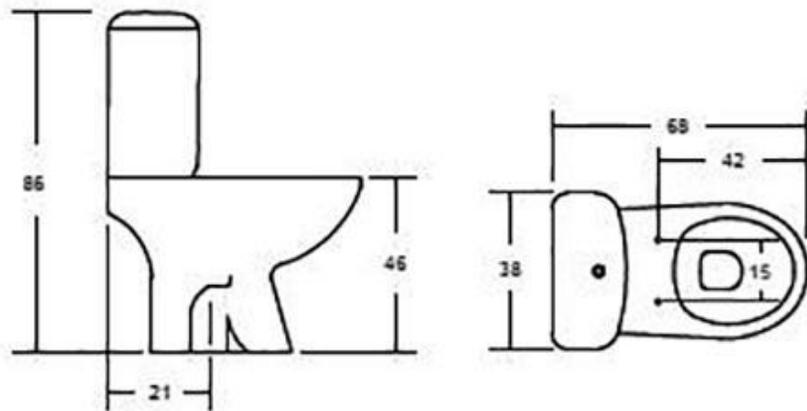
- Lavamanos sin pedestal, instalado a una altura de 0,80 m desde el NPT. Dejando un espacio libre mínimo de 0,70 m bajo la cubierta de este.
- Grifería deberá ser de palanca, de presión o de acción automática mediante sistema de sensor y no podrá estar instalada a más de 0,45 m del borde del artefacto.
- Inodoro deberá contemplar al menos un espacio de transferencia lateral y paralelo a este artefacto, de al menos 0,80 m de ancho por 1,20 m de largo que permita la aproximación lateral de un usuario en silla de ruedas. La altura de asiento del inodoro será de 0,46 m a 0,48 m, medida desde el nivel de piso terminado.



*Figura 26. Artefactos sanitarios aptos para personas con capacidades diferentes. Fuente: proveedor específico.*



- WC con altura para accesibilidad universal



- Lavamanos suspendido

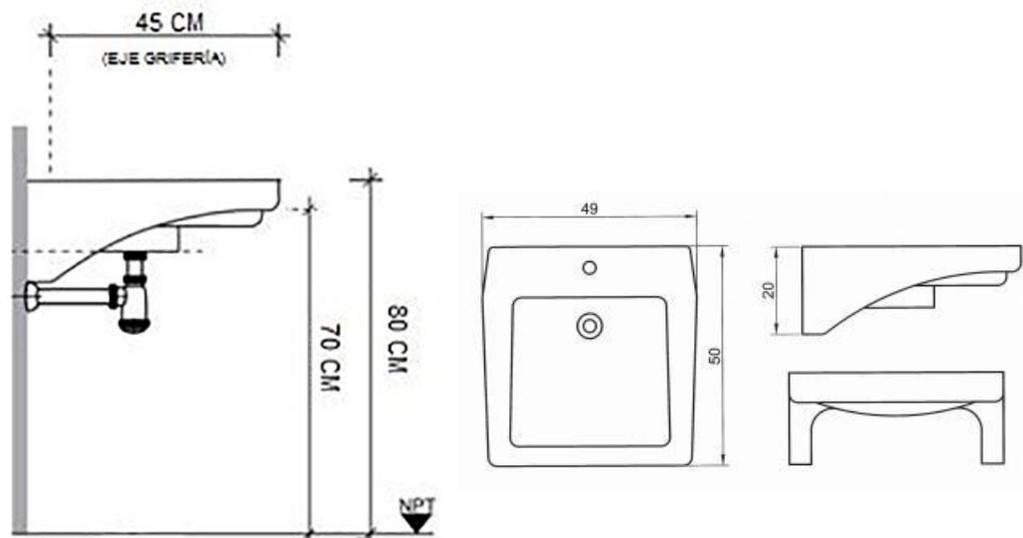


Figura 27. Detalle instalación de artefactos con medidas establecidas en Decreto 50 del Minvu, respecto de accesibilidad universal.  
Fuente: Ficha de proveedor específico.

## **ix. Incorporación de plantas solares fotovoltaicas**

La Ley de generación distributiva que entró en vigencia en 2016 ha permitido que los costos de instalación de una planta solar fotovoltaica se reduzcan significativamente, dado que permite prescindir de instalaciones y baterías de acumulación de la energía generada, al permitir inyectar a la red pública la energía generada. Lo anterior sumado al enorme potencial de radiación solar que presenta nuestro país especialmente en la zona centro norte, hacen recomendables este tipo de iniciativas.

Esta línea de intervención apunta a aprovechar este potencial instalando plantas fotovoltaicas en el local escolar; generando importantes ahorros en los costos de operación. Según estimaciones del Ministerio de Energía, una planta de este tipo puede cubrir sobre el 80% del consumo de un edificio escolar, dependiendo del tamaño de la planta y la ubicación de la escuela.

Para implementar un sistema fotovoltaico en la cubierta de un edificio para fines educacionales, se pueden establecer ciertos criterios de diseño y anticipar algunos aspectos que facilitarán la futura instalación de éste.

En lo global, los criterios de diseño de un SFV además deberán cumplir con la normativa nacional vigente, a saber:

- a. D.S. N°71 Reglamento de la Ley N° 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales.
- b. Procedimiento de comunicación de puesta en servicio de generadoras residenciales RGR N°1/2014.
- c. Instructivo diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, RGR N° 02/2014.
- d. Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, y Norma Chilena Eléctrica 4/2003 para Instalaciones de consumo en baja tensión.
- b. Instrucciones y Resoluciones de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), contenidas en sus normas técnicas y otros documentos oficiales.
- c. Decreto Supremo No 327, del Ministerio de Minería, de 1997: Reglamento de la ley General de Servicios eléctricos y sus modificaciones posteriores.
- d. Diseño Estructural – Cargas de viento NCh.432-2010.

- e. Diseño Sísmico de Edificios NCh.433-1996 Mod 2009.
- f. Diseño Estructural –Cargas de Nieve Nch.431-2010.
- g. Materiales a utilizar para construcción de estructuras de soporte, en general normas del Instituto Nacional de Normalización (INN).

Lo más importante de cautelar es que la futura instalación fotovoltaica deberá ser inscrita, por un instalador eléctrico autorizado, en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

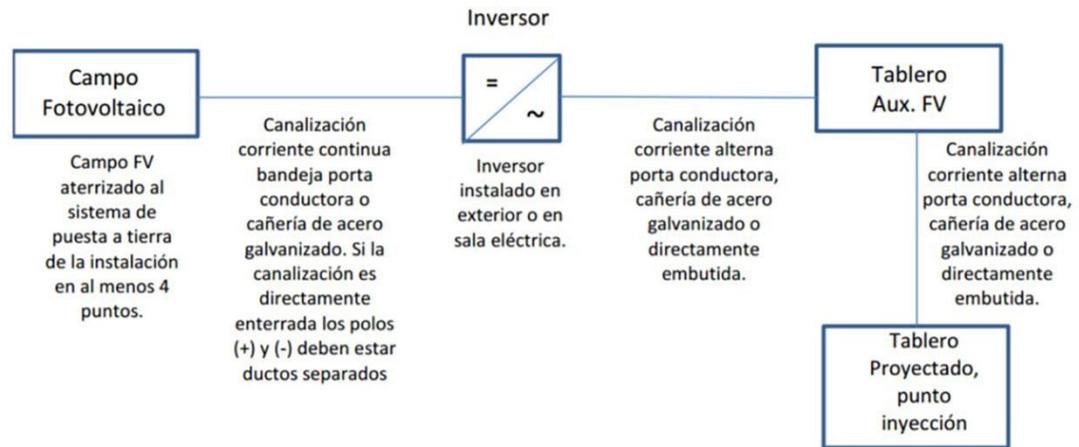
Los criterios a considerar por parte de la empresa contratista van desde disponer de la superficie útil necesaria hasta los componentes eléctricos, tableros, canalizaciones, sistemas de puesta a tierra entre otros. A continuación se detallan los requisitos que deberán ser considerados en el proyecto a ejecutar:

- I. **De diseño del edificio:** El diseño de la estructura y cubierta del techo, su localización, altura, orientación y ángulo de inclinación serán las condiciones preestablecidas para el diseño del futuro sistema fotovoltaico. La empresa contratista deberá entregar una ficha en la cual se entreguen los siguientes datos que servirán de insumo para el diseño de la futura instalación solar fotovoltaica, entre otros:
  - Superficie disponible en la techumbre
  - Orientación
  - Inclinación
  - Material de la cubierta
  - Material de la estructura del techo
- II. **Acceso a la cubierta del techo:** Se debe contemplar un acceso expedito y seguro a la cubierta donde se instalará el SFV, ya sea escalera tipo gatera o escalera con barandas y/o descansos.
- III. **Acceso al entretecho del edificio:** Se debe diseñar un acceso interior seguro tipo escotilla u otro con baranda que permita la inspección de la estructura del techo.
- IV. **Iluminación entretecho:** Se debe considerar iluminación en el entretecho de la instalación, de manera de facilitar inspecciones o futuros desarrollos como los sistemas fotovoltaicos.

- V. **Equipos y componentes sobre la cubierta:** Equipos, ductos, chimeneas, antenas o cualquier otro componente propio del edificio que deba instalarse sobre la cubierta del techo, debe ser proyectados en las techumbres con orientación sur, de manera de no provocar sombras al futuro sistema fotovoltaico.
- VI. **Sala eléctrica:** Se debe diseñar una sala eléctrica con espacio suficiente para albergar los equipos inversores y tableros eléctricos del sistema fotovoltaico, con una superficie aproximada de 15 m<sup>2</sup>. Al interior de esta sala se debe considerar un espacio libre para instalar el Tablero Eléctrico Auxiliar que albergue las protecciones del SFV. Por ejemplo, para un sistema de 100 [kWp] se sugiere utilizar armarios eléctricos 1500 x 1000 [mm], para dar cumplimiento a la normativa respecto de:
- Cumplir con el volumen de espacio libre de 25% para proveer de ampliaciones de acuerdo al numeral 6.2.1.8 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
  - Incorporar terminales, rotulación y chapa con llave, para que cumpla los numerales 5.4.3.3, 5.4.2.9 y 6.2.1.3 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
  - Realizar conexiones realizadas de dispositivo a dispositivo, para que cumpla el numeral 6.2.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
  - Estampar la identificación, la tensión, la corriente y el número de fases para cumplir el numeral 6.0.4 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
  - Proteger las partes metálicas del tablero contra tensiones peligrosas, para que cumpla los numerales 6.2.4.2 y 10.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- VII. **Inversor:** Se debe considerar el espacio requerido para la instalación del o los inversores de la planta solar fotovoltaica. Se sugiere como lugar de instalación la sala eléctrica del inmueble. Ésta deberá contar con condiciones de ventilación adecuadas de modo de no superar los 30°C y debe estar libre de radiación directa. Es caso que proyecte la instalación del inversor a la intemperie, éste debe ser del grado de protección para exterior y se deberá considerar una protección para evitar la radiación solar directa.

De todas formas, el (los) inversor (es) deben encontrarse a no más de 30 [mts] del campo fotovoltaico, ya sea instalados en la cubierta o en una sala destinada para usos eléctricos, donde lleguen canalizaciones adecuadas y con espacio libre suficiente.

**Esquema de disposición de equipos:**



*Figura 28. Esquema de una planta solar fotovoltaica.*

VIII. **Canalizaciones:** El diseño de las canalizaciones se debe dividir en canalizaciones de corriente continua, canalizaciones de corriente alterna, canalizaciones subterráneas con cámaras y canalización señal grupo electrógeno o grupo de generación eléctrica de emergencia (si este último existiera).

- **Canalizaciones CC:** La canalización en corriente continua debe proteger los cables solares desde el campo fotovoltaico. Desde la cubierta debe proyectarse en el diseño una entrada al entretecho, shaft o escalerilla principal hasta el o los inversores del sistema fotovoltaico. La canalización debe ser metálica, tipo bandeja porta conductores cerrada con tapa o conduit de acero galvanizado en caliente para uso eléctrico sin costura interior. Como mínimo 2 cañerías de 2" cada una.

- **Canalización CA:** Desde la salida en corriente alterna de o los inversores, se debe proyectar un sistema de canalizaciones para uso eléctrico sobrepuesto o embutido hasta un Tablero Eléctrico Auxiliar que albergue las protecciones y dispositivos de control especificados en los Instructivos Técnicos de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) RGR N°1/2014 y RGR N°2/2014. Como mínimo 2 cañerías de 2" cada una.
- **Canalizaciones Subterráneas por cámaras:** En caso de proyectarse canalizaciones subterráneas en corriente continua, estas deberán contar con canalizaciones independientes para los polos positivos y negativos si el sistema de canalización es tubo plástico rígido (t.p.r). Podrá ser un solo ducto de sección adecuada si se considera conduit de acero galvanizado en caliente para uso eléctrico sin costura interior. Como mínimo 2 cañerías de 2" cada una.
- **Canalización señal de grupo electrógeno:** Si se considera en el diseño la operación de un grupo electrógeno de respaldo para la instalación con tablero de transferencia automática (TTA), se deberá considerar una canalización desde el TTA hasta el espacio destinado a la instalación del Tablero Eléctrico Auxiliar Fotovoltaico.
- **Canalización sistema de monitoreo:** Se deberá considerar la canalización en ductos metálicos de acuerdo a la norma EN 50174 desde la red de internet proyectada (para cable Ethernet) hasta es espacio diseñado para alojar el o los inversores, es decir considerar un punto de red libre en la sala eléctrica y otro en el último piso cerca del techo con orientación norte. El objetivo de este sistema de monitoreo es contar con información instantánea del estado de la planta SFV, la cual puede ser proyectada en monitores en el hall del establecimiento u otro espacio similar, con un sentido pedagógico y de sensibilización de toda la comunidad escolar respecto del uso de las energías renovables no convencionales.

IX. **Sistema de Puesta a Tierra (SPT):** La tierra de la instalación eléctrica no debe superar los 20 [ $\Omega$ ] medidos, dado que el SFV se conectará a ella para aterrizar tanto la estructura de soporte, las masas y proteger el tablero del SFV.

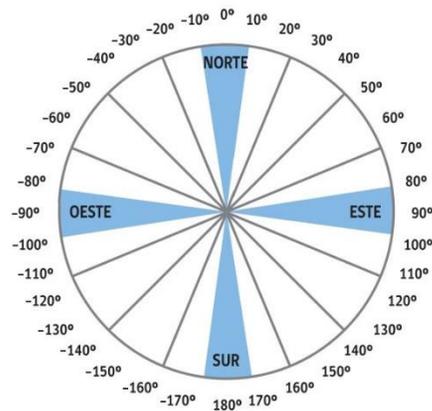
- X. **Punto de inyección:** El punto de conexión escogido, debe ser capaz de soportar la energía generada por el SFV, tanto en los conductores aguas abajo del SFV, como la protección de cabecera.
- XI. **Medidor bidireccional:** Se debe incorporar al diseño un equipo de medida bidireccional programable y autorizado por la SEC para que registre las inyecciones del SFV y los consumos eléctricos del inmueble

### **Criterios de diseño de un sistema solar fotovoltaico**

A continuación se incluye información relevante para considerar en el diseño y dimensionamiento de un SFV, utilizada en el Programa de Techos Solares Públicos del Ministerio de Energía. El objetivo de esta información es transmitir a la empresa contratista los criterios generales de diseño óptimo de un sistema fotovoltaico, de manera que, en caso que se realicen modificaciones al anteproyecto entregado en el legajo de licitación, dichos cambios tengan en consideración estos criterios.

#### **I. Orientación**

La orientación corresponde al ángulo acimutal, que es el ángulo que parte el punto cardinal norte y crece en sentido horario de 0° a 360°, o que va de 0° hasta 180° y 0° a -180°, con sentidos que se pueden ver en la siguiente ilustración.



*Figura 29. Ángulo Azimut. Fuente: Ministerio de Energía.*

Para aprovechar al máximo la radiación solar con los paneles solares lo ideal es que estos estén recibiendo la mayor cantidad de luz solar de manera directa durante el año. Como Chile es un país del hemisferio sur, los paneles deben mirar hacia el norte, es decir tener una orientación de  $0^\circ$ . La razón de esto es que la tierra gira de tal manera, que el sol se encuentra siempre dentro la franja llamada zona intertropical y estará, para gran parte del país, siempre al norte (ver ilustración siguiente)

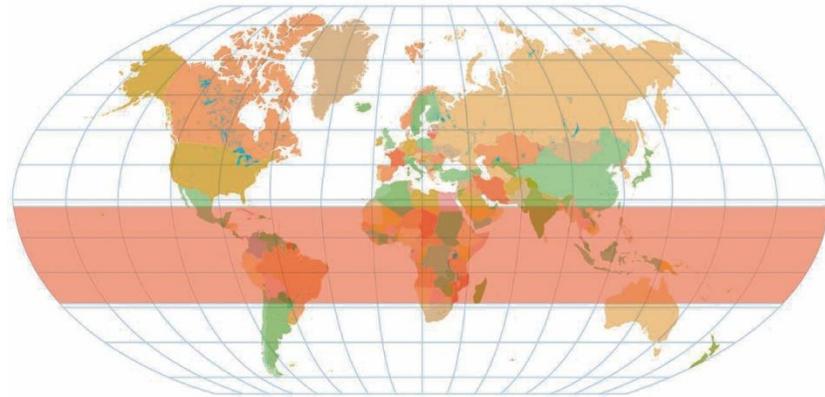


Figura 30. Mapamundi con la zona intertropical en rojo. Fuente: <http://www.tropicalfoodies.com/tropicalcountries-where/>

## II. Inclinación

La inclinación del techo o de los módulos se mide con respecto a la horizontal, como se puede ver en la siguiente ilustración.

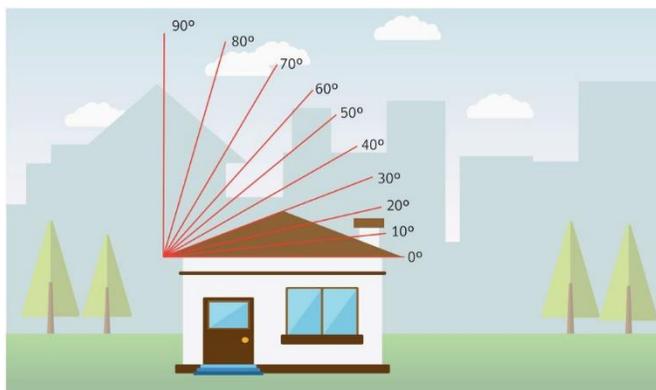


Figura 31. Inclinación de techo. Fuente: Ministerio de Energía.

En la mayoría de los casos, la inclinación ideal para los módulos de un sistema FV es cercana al ángulo de la latitud en donde se encuentran, ya que con ella la generación anual de energía será cercana al máximo. Generalmente, por motivos de fabricación de las estructuras, las inclinaciones de estas son de 5°, 10°, 20° o 30°, por lo que se usan aquellas que forman un ángulo neto similar a la latitud del lugar. Por efecto de las sombras que se producen entre los módulos fotovoltaicos, la inclinación de éstos afecta el espacio que requieren, en caso de que sean instalados en superficies o techos planos o con poca inclinación. Esto se ejemplifica en la siguiente tabla:

	Copiapó (latitud -27°)	Santiago (latitud -33°)	Parral (latitud -36°)
kW Instalados	Área libre en techo	Área libre en techo	Área libre en techo
5	80 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	110 m <sup>2</sup>
10	140 m <sup>2</sup>	170 m <sup>2</sup>	190 m <sup>2</sup>
20	260 m <sup>2</sup>	320 m <sup>2</sup>	350 m <sup>2</sup>
50	610 m <sup>2</sup>	750 m <sup>2</sup>	830 m <sup>2</sup>
100	1200 m <sup>2</sup>	1500 m <sup>2</sup>	1630 m <sup>2</sup>

Tabla 4. Ejemplos de dimensionamiento de plantas solares fotovoltaicas para tres ciudades de Chile. Fuente: Ministerio de Energía.

**La instalación debe estar dentro de la zona azul y celeste marcada en las tablas adjuntas a continuación, es decir, con una pérdida menor al 10% de la máxima generación dependiendo de la orientación e inclinación.**

Orientación / Ángulo	270°	280°	290°	300°	315°	325°	0°	35°	45°	60°	70°	80°	90°
5°	6,4%	6,6%	6,3%	5,9%	4,6%	4,2%	3,7%	4,1%	4,3%	5,7%	6,1%	6,3%	7,0%
10°	7,7%	7,1%	6,2%	5,1%	3,9%	3,1%	2,2%	2,9%	3,6%	4,8%	5,8%	6,6%	7,3%
20°	10,1%	8,6%	6,9%	5,1%	3,0%	1,4%	0,0%	1,3%	2,5%	4,5%	6,1%	7,8%	9,3%
30°	13,4%	10,8%	8,5%	6,6%	4,0%	1,4%	0,1%	1,3%	3,3%	5,7%	7,8%	10,0%	12,5%
40°	17,3%	14,4%	11,8%	9,3%	6,6%	4,2%	2,4%	3,3%	5,4%	8,4%	10,5%	13,1%	15,8%
45°	19,3%	16,3%	13,6%	11,0%	8,4%	7,0%	4,5%	6,2%	7,2%	9,3%	12,2%	15,1%	17,3%

*Tabla 5. Aplica para Regiones I, II, III. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo. Fuente: Ministerio de Energía. \*Cálculos obtenidos en bases a simulaciones en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, datos de Calama.*

Orientación / Ángulo	270°	280°	290°	300°	315°	325°	0°	35°	45°	60°	70°	80°	90°
5°	8,9%	8,3%	7,8%	7,4%	6,7%	4,2%	3,7%	4,1%	4,3%	5,7%	6,1%	6,3%	7,0%
10°	9,3%	9,1%	8,6%	6,3%	5,1%	4,5%	3,6%	5,0%	8,5%	7,1%	8,1%	9,1%	8,9%
20°	11,1%	8,2%	7,2%	5,4%	3,3%	2,1%	0,7%	3,1%	4,5%	6,9%	8,7%	10,7%	12,7%
30°	14,0%	11,1%	8,5%	6,2%	3,3%	1,8%	0,0%	3,2%	5,0%	8,1%	10,6%	13,3%	16,1%
40°	17,7%	14,2%	11,1%	8,4%	5,2%	3,6%	1,7%	5,3%	7,3%	10,9%	13,7%	16,8%	20,2%
45°	19,8%	16,1%	12,9%	10,1%	6,8%	5,2%	3,4%	7,1%	9,0%	12,7%	15,6%	18,9%	22,5%

*Tabla 6. Aplica para Regiones IV, V y RM. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo. Fuente: Ministerio de Energía. \*Cálculos obtenidos en bases a simulaciones en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, datos de Santiago.*

Orientación / Ángulo	270°	280°	290°	300°	315°	325°	0°	35°	45°	60°	70°	90°
5°	10,6%	10,1%	9,5%	9,0%	8,3%	8,0%	7,6%	8,4%	8,8%	9,6%	10,1%	11,3%
10°	10,9%	9,8%	8,7%	7,7%	6,4%	5,8%	5,0%	6,6%	7,4%	8,8%	9,9%	12,3%
20°	12,4%	10,1%	8,1%	6,2%	3,9%	2,8%	1,4%	4,3%	5,8%	8,4%	10,5%	14,8%
30°	14,8%	11,7%	8,8%	6,3%	3,3%	1,7%	0,0%	3,8%	5,8%	9,4%	12,1%	18,1%
40°	18,1%	14,3%	10,9%	7,9%	4,4%	2,7%	0,9%	5,3%	7,6%	11,7%	14,8%	21,9%
45°	20,0%	15,9%	12,3%	9,2%	5,6%	3,9%	2,2%	6,8%	9,1%	13,3%	16,5%	24,0%

*Tabla 7. Aplica para Regiones VI y VII. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo. Fuente: Ministerio de Energía. Cálculos obtenidos en bases a simulaciones en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, datos de Parral*

## **b. Intervenciones orientadas a mejorar los patios escolares como espacios educativos para promover la convivencia**

### **i. Revitalización de los patios escolares**

Apunta a intervenciones que promuevan el aprendizaje activo, por medio de la renovación de patios duros, residuales o no conformados, transformándolos en espacios de esparcimiento que permitan el contacto cotidiano de los alumnos con la naturaleza. De este modo, se generan espacios de juego, para compartir y en relación directa con la vegetación. Idealmente, se busca que estas intervenciones estén vinculadas al Proyecto Educativo Institucional del establecimiento.

Los principales objetivos de estas intervenciones buscan promover nuevos usos y actividades en el patio, tanto recreativas como pedagógicas, y recuperar y hacer “habitables” patios que en la actualidad no reúnan las condiciones necesarias para ser usados por la comunidad y principalmente por los alumnos. Los nuevos usos buscan diversificar los tipos de juego, generar lugares de encuentro y aulas abiertas para hacer clases al aire libre, de modo de contribuir a mejorar los procesos de enseñanza/ aprendizaje. Se recomienda incluir material vegetal de distintas texturas, colores, olores y vegetación que marque el paso estacional, entre otros, para motivar que los alumnos desarrollen sus diferentes sentidos.

El patio es un “recinto docente normativo” que influye en la capacidad que tiene un establecimiento educacional, por ello es importante mencionar que las intervenciones que se proyecten en él no deben afectar la superficie normativa y/o generar espacios que no puedan ser utilizados por los alumnos.

Estas intervenciones promueven el movimiento físico, la interacción entre pares, el juego y el contacto cotidiano con la naturaleza. Por estos motivos son especialmente atinentes al contexto actual, dado el alto déficit de áreas verdes que presentan gran parte de las ciudades de nuestro país, las preocupantes cifras de obesidad infantil que muestran nuestros niños, niñas y jóvenes, y la necesidad de mejorar la convivencia escolar en los establecimientos educacionales.

- Ninguna región en Chile supera los 9 m<sup>2</sup> por habitante que recomienda la Organización Mundial de la Salud.
- En Santiago se observa que el déficit de áreas verdes se intensifica en las comunas de menor ingreso per cápita.
- De esta forma, principalmente en las zonas urbanas, el patio escolar se constituye como el principal espacio de juego para niños de escasos recursos.

#### Áreas verdes con mantenimiento municipal por habitante y región (m<sup>2</sup>/habitante)

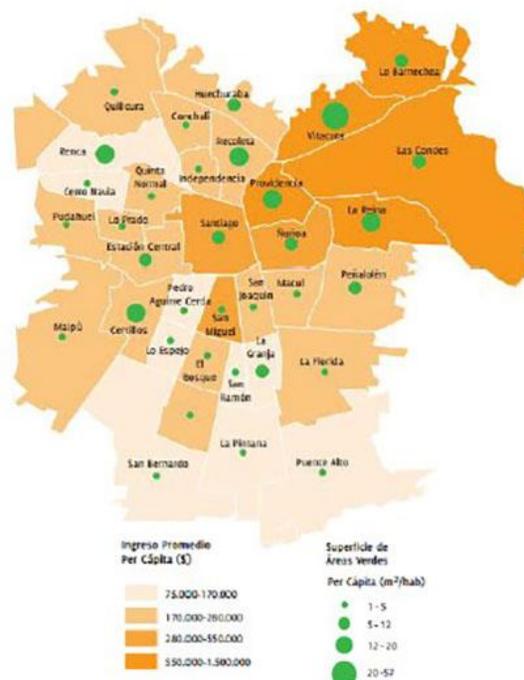
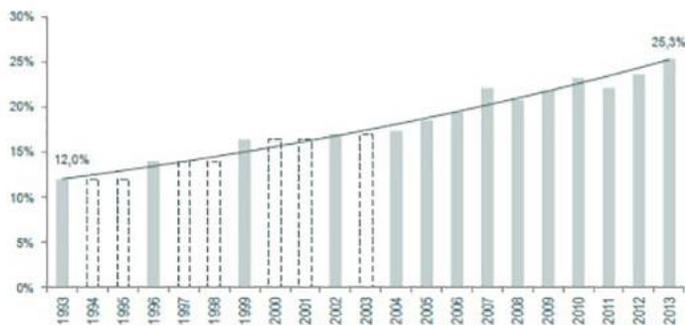


Figura 32. Disponibilidad de áreas verdes en Chile. Fuente: Fundación Patio Vivo.

- En Chile más de un 26% de los niños se encuentra en un estado de sobrepeso, incluyendo obesidad. Esto lo ubica por sobre el promedio de la OECD y dentro de los países con un mayor índice en esta medida.
- En los últimos 20 años la prevalencia de obesidad en escolares de primero básico se ha duplicado.
- En el Estudio Nacional de educación física del 2013 se encontró que un 25% de los alumnos de octavo básico tenían una razón cintura-estatura mayor a 0,55x, lo que indica factores de riesgo cardiovascular y metabólico.

Prevalencia de obesidad en escolares de primero básico en Chile



Sobrepeso en niños entre los 5 y 17 años

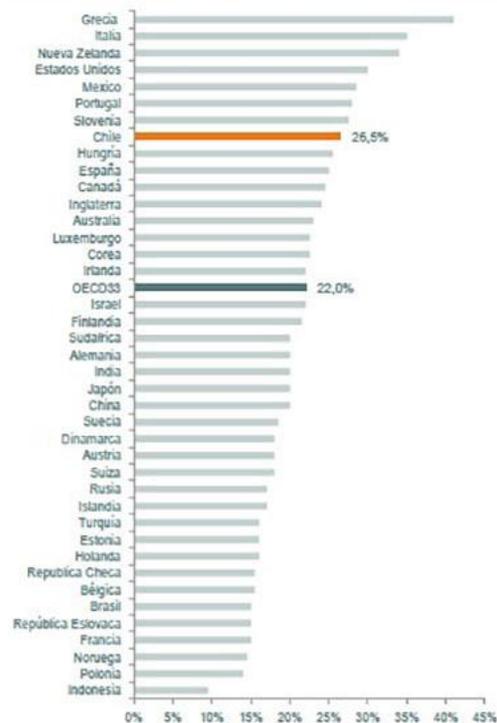
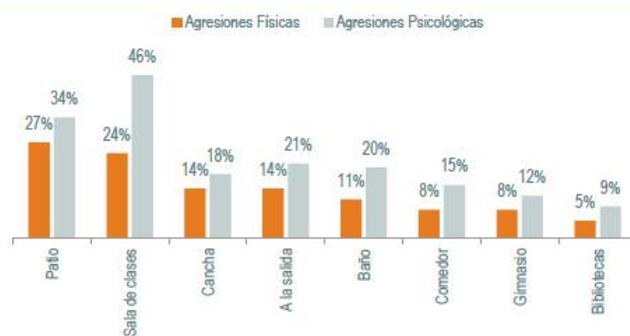


Figura 33. Datos de prevalencia de obesidad infantil en Chile. Fuente: Fundación Patio Vivo.

Lugar donde los estudiantes se sienten inseguros (%)



Estudiantes agredidos por estudiantes según lugar (%)



Porcentaje de niños que declaran haber estado en una pelea en los últimos 12 meses

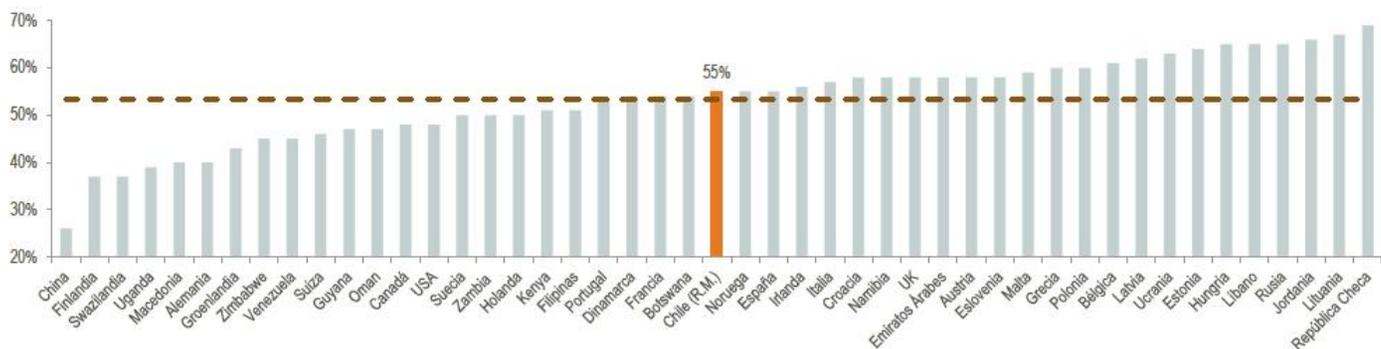


Figura 34. Datos de violencia escolar en Chile. Fuente: Fundación Patio Vivo.

Se recomienda hacer las siguientes intervenciones:

- **Incorporar la naturaleza:** plantar árboles grandes que resistan el juego de los niños. Elegir flora nativa porque se adaptará mejor a las condiciones climáticas y son una buena manera de contextualizar a la escuela con su entorno. También es recomendable incluir flora que marque el paso estacional.
- **Generar espacios de encuentro:** crear espacios para la conversación y reunión en el patio, estos lugares también podrán ser utilizados para actividades académicas.
- **Estructuras para el juego libre:** instalar estructuras de juego que promuevan diferentes tipos juegos, movimientos y que acojan los intereses de niños y niñas de las diferentes edades.
- **Disponer de un aula abierta:** crear un espacio donde el profesor pueda hacer clases al aire libre.
- **Recuperar los espacios en desuso:** aprovechar espacios que no se usan en el patio y convertirlos en un lugar para los estudiantes más tranquilos, con bancas y plantas.
- **Preferir pavimentos blandos:** ofrecen mayor posibilidad de juego y convierten el espacio en un lugar más acogedor, recomendamos el uso de maicillo, tierra, gravilla o mulch (chip de madera).
- **Construir huertos escolares:** siempre y cuando haya un equipo docente y paradocentes que sea responsable de su mantención y cuidado.
- **Generar sombras vegetales:** crear espacios de sombra con árboles, parrones y pérgolas.



*Figura 35. Juegos no estructurados, Aula abierta, espacios de encuentro, etc. en Liceo Municipal Atenea, Cunco.*

*Fuente: Fundación Patio Vivo*



*Figura 36. Fotos proyecto de naturalización de patios ejecutado por la Fundación Patio Vivo en el Liceo Mercedes Marín del Solar, Macul. Considera plaza de juegos y Aula Abierta, con 800 m2 intervenidos y 25 Profesores capacitados. El costo del proyecto fue de 20 millones. Duración proyecto: 6 meses. Fuente: Fundación Patio Vivo.*



Figura 37. Escuela Sagrada Familia, Quinta Normal. Proyecto de rehabilitación de patio de juegos para el movimiento. 1500 m<sup>2</sup> intervenidos, 28 profesores capacitados. Costo: 19 millones. Fuente: Fundación Patio Vivo.



Figura 38. Patio Colegio Ayelén, Rancagua, Año: 2017, Superficie intervenida: 1.400 m<sup>2</sup>, Costo: 1,32 UF/m<sup>2</sup> Fuente: Fundación Patio Vivo.



Figura 39. Patios Colegio Victoria Prieto Santiago, Año: 2017, Superficie intervenida: 514 m<sup>2</sup>, Costo: 1,33 UF/m<sup>2</sup>. Fuente: Fundación Patio Vivo.



*Figura 40. Patio Liceo Politécnico Santa Cruz, Cusco, Año: 2016, Superficie intervenida: 700 m<sup>2</sup>, Costo: 2.25 UF/m<sup>2</sup>.  
Fuente: Fundación Patio Vivo.*

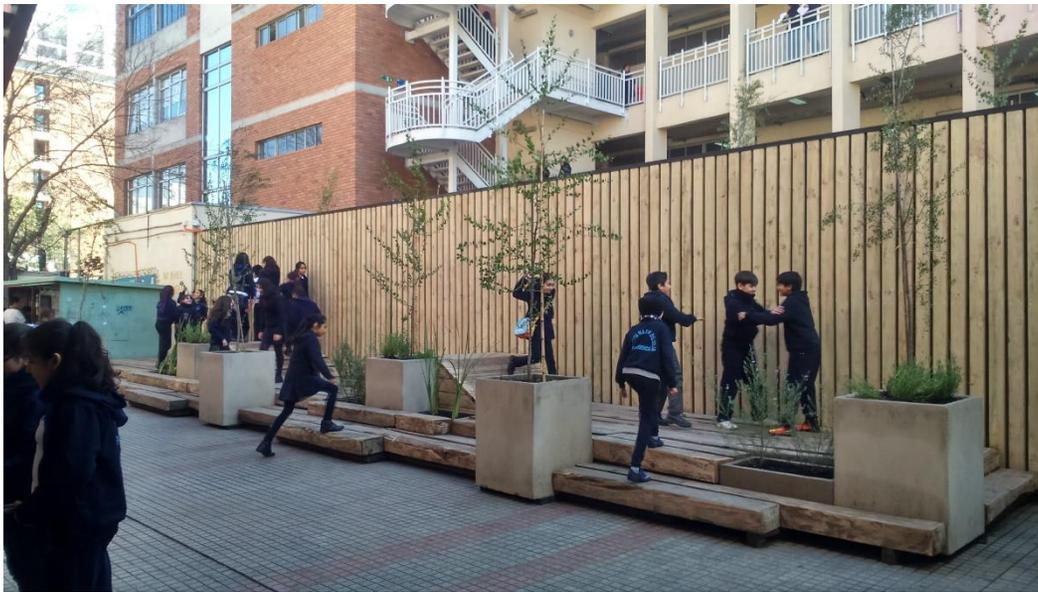


Figura 41. Patio Escuela Mercedes Marín del Solar, Providencia, Año: 2016, Superficie intervenida: 268 m<sup>2</sup>, Costo: 3.12 UF/m<sup>2</sup>.  
Fuente: Fundación Patio Vivo.

## ii. Juegos infantiles no estructurados

Con la intención de promover el contacto de los alumnos con la naturaleza y mejorar la convivencia escolar, este tipo de intervenciones apunta a generar áreas de juegos no estructurados o juego libre, que permitan la exploración, la relación de los niños con la naturaleza de una manera segura y el aprendizaje a partir de la experiencia. Se busca que los estudiantes se vinculen con el espacio de su escuela, de modo de propiciar el apego escolar y de que cada niño y niña se sienta acogido por su establecimiento educacional.

Los juegos infantiles no estructurados, son espacios de juego que no tienen un principio ni un final y promueven que sean los niños los que crean su manera de jugar y ocupar el espacio, así cada estudiante encuentra un lugar para su sano desarrollo.

Se recomienda realizar las siguientes intervenciones:

- Juegos topográficos (ej. abalcomamientos, pendientes, pirámides)
- Crear espacios de juego con material vegetal (madera, troncos)
- Crear bancas que sirvan para conversar, pero que también sean espacios para compartir y jugar.
- Instalar juegos de barras.
- Aprovechar los espacios bajo los árboles con columpios y otras estructuras que inviten a permanecer bajo los árboles.



Figura 42. Ejemplo de juegos no estructurados. Fuente: Fundación Patio Vivo.

### iii. Incorporación de patios cubiertos o cerrados

Uno de los principales motivos que impiden el uso de patios existentes es la falta de sombra o refugio ante diferentes situaciones climáticas. Es por esto que estas intervenciones apuntan a generar patios que cuenten con características acordes para ser utilizados en distintos escenarios.

Las intervenciones pueden ser las siguientes:

- Construcción de sombreaderos con distintas alternativas de materialidad según la zona (tenso estructura, palillaje, etc.)
- Ampliación de circulaciones que permitan generar patios cerrados.



*Figura 43. Ejemplo de tenso estructura de sombra para zona juegos. Fuente: Colegio en México.*



*Figura 44. Ejemplo de tenso estructura de sombra para patios. Fuente: Colegio en México.*

## c. Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de seguridad y convivencia escolar

### i. Rediseño de servicios higiénicos

Intervenciones que apunten a mejorar las condiciones de seguridad a través del diseño, disminuyendo situaciones de riesgo para la comunidad educativa. Un nivel de acción se refiere a los espacios seguros dentro del local escolar en términos de otorgar un mayor grado de seguridad a los estudiantes ante eventos de violencia escolar.

Esta intervención permitirá también, considerar en el rediseño de los SSHH, las características de accesibilidad universal, requeridas por el Decreto N°50 del Minvu, respecto de incorporar una cabina en la batería de baños de alumnos y alumnas, para el uso de personas con capacidades diferentes, descrito en la letra a. punto viii precedente, de la presente guía.

Las intervenciones pueden ser las siguientes:

- Eliminar espacios residuales o escondidos dentro de los SSHH.
- Diseñar accesos claros que favorezcan el control visual.
- Habilitar SSHH que se encuentren en desuso.
- Instalación de separadores en urinarios, duchas y vestidores.
- Instalación de artefactos sanitarios con características universales.



Figura 45. Ejemplo de servicio higiénico con lavamanos mixtos.

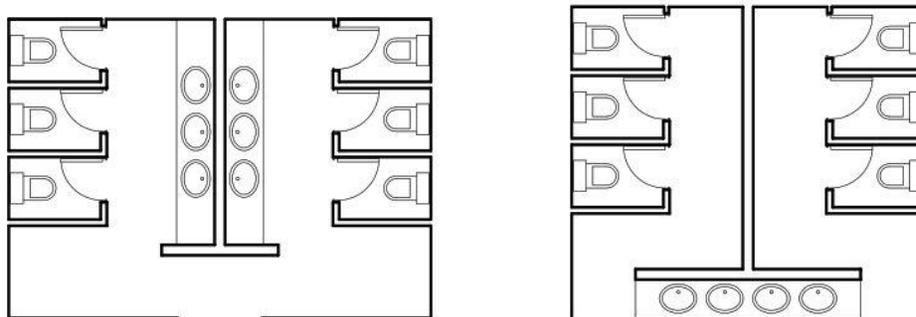


Figura 46. Esquema de rediseño de servicios higiénicos, disminuyendo las áreas cerradas y aumentando el control visual.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 47. Ejemplo de servicio higiénico con zona de lavamanos abierta.

Para esta intervención, se sugiere también considerar la posibilidad de plantear diferenciados los baños de 1° a 4° básico y los de 5° a 8° básico, siempre que el diseño de los núcleos húmedos lo permitan. Lo anterior con el fin de contribuir a mejorar las condiciones de seguridad y la convivencia escolar.

## **d. Intervenciones destinadas a cumplir condiciones de accesibilidad universal.**

### **i. Ruta accesible – Medios de acceso (rampas, ascensores)**

Intervenciones que apunten a la inclusión, permitiendo el acceso de todos los usuarios al local escolar y al desplazamiento seguro y fluido dentro de este, principalmente a recintos docentes y de atención de público en recintos administrativos. Se debe tener en consideración la modificación de la OGUC publicada en marzo del 2016 (Decreto N°50 del Minvu), la cual aumenta las exigencias a este respecto. Entre otros aspectos, se exige mayor cantidad de SSHH para personas con discapacidad (para cada nivel educativo), se establece la exigencia de generar una ruta accesible de 1,5 metros de ancho que permita acceder a todos los recintos, y se disminuye la pendiente máxima permitida para las rampas, del 12% al 8% máximo.

Estas intervenciones pueden plantearse en dos aspectos:

#### 1) Mantenición:

- De elementos mecánicos existentes (ascensores, rampas mecánicas) o habilitación de rampas existentes que no cumplan con pendiente mínima o bien se encuentren en condiciones no seguras.
- Reposición de señalética, antideslizante en circulaciones verticales, pavimentos en mal estado, etc.

#### 2) Construcción: De rampas en el caso que el edificio y el terreno lo permitan, o bien, instalación de elementos mecánicos.



### 3. Resumen de intervenciones

A fin de dar mayor claridad a los sostenedores de establecimientos educacionales, respecto de poder identificar y relacionar las necesidades de infraestructura específicas con cada ámbito de acción, y así propender a incorporar en cada proyecto los lineamientos y estándares tratados en la presente Guía para Intervenciones de Conservación, se ha elaborado la siguiente tabla con algunas de las intervenciones más comunes que se han realizado por planes de emergencia y/o conservación con financiamiento del Ministerio de Educación:

Ámbitos de Acción	Intervenciones Propuestas	Otras intervenciones posibles dentro de cada ámbito
Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de habitabilidad y confort, y disminuir los costos de operación	Envolvente térmica y control de infiltraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición de techumbre</li> <li>• Reposición de puertas y ventanas existentes</li> <li>• Instalación de elementos de control solar (persianas, cortinas, etc)</li> <li>• Mejoramiento y/o mantención sistema de iluminación.</li> <li>• Mejoramiento y/o reparaciones terminaciones interiores de recintos docentes.</li> <li>• Habilitación de recintos docentes.</li> <li>• Mejoramiento y/o mantención de zonas húmedas (SSHH, Duchas, Cocina, etc.)</li> <li>• Mejoramiento, reparación y/o mantención sistema de aguas lluvias.</li> </ul>
	Incorporación de chifloneras y cerramiento de circulaciones	
	Incorporación de dispositivos de control solar	
	Cambio de luminarias (LED o Fluorescentes)	
	Incorporación de aislamiento y/o acondicionamiento acústico.	
	Cambio de sistemas de calefacción e incorporación de sistemas de ventilación mecánica.	
	Cambio sistemas de Agua Caliente Sanitaria (Sistemas solares térmicos)	
	Cambio de artefactos sanitarios y/o griferías por equipos más eficientes (eficiencia hídrica).	
Incorporación de plantas solares fotovoltaicas		

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento y/o mantención fachadas.</li> <li>• Mantención y/o modificación sistema de calefacción</li> </ul>
Intervenciones orientadas a mejorar los patios escolares como espacios educativos	Re naturalización de patios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de patios</li> <li>• Pavimento multicanchas</li> <li>• Multicanchas techadas</li> <li>• Renovación de zonas de juegos básica y pre-básica</li> <li>• Recuperación de espacios en desuso.</li> <li>• Habilitación de áreas verdes</li> </ul>
	Juegos infantiles no estructurados	
	Incorporación de patios cubiertos o cerrados	
Intervenciones orientadas a mejorar condiciones de seguridad y convivencia escolar	Rediseño de servicios higiénicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de SSHH</li> <li>• Remodelación de recintos con poco control visual</li> <li>• Mejoramiento y/o reposición de cierres perimetrales</li> </ul>
Intervenciones destinadas a cumplir condiciones de accesibilidad universal.	Ruta accesible -Medios de acceso (rampas, ascensores)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervenciones para normalizar la accesibilidad universal.</li> <li>• Reposición de pavimentos</li> <li>• Habilitación de baño para discapacitados</li> </ul>
	Adaptación SSHH	

*Tabla 8. Resumen de intervenciones más comunes de emergencia y/o conservación financiadas por Planes del Ministerio de Educación con fuentes de financiamiento como FIE-PMU, FAEP, línea 104, etc. Relacionadas a los ámbitos de acción de la presente guía.*

*Fuente: Elaboración propia.*

## 4. Bibliografía

- Armijo, G. e. (2011). Post-Occupancy Evaluation of State Schools in 5 Climatic Zones of Chile. *Gazi University Journal of Science*, 24(2):365-374.
- Boudeguer, A. e. (2010). *Ciudades y Espacios para todos: Manual de Accesibilidad Universal*. Santiago, Chile.: Corporación Ciudad Accesible.
- Gargiulo, C. (2014). *Aprendizajes en las escuelas del siglo XXI: Notas técnicas*. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo. Dirección de Educación.
- Heschong Mahone Group. (1999). *Windows and classrooms: a study of student performance and the indoor environment*. Los Angeles: California Energy Commission.
- INNOVA-CORFO, P. (2010). *Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental y Uso Eficiente de Energía en Edificaciones Públicas, Mediante Monitorización de Edificios Construidos*. Santiago, Chile.
- Küller, R. e. (1992). Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *Journal of Environmental Psychology*, 12(4): p.305-317.
- Ministerio de Educación – Departamento de Infraestructura Escolar. (2014). *Criterios de diseño para los nuevos espacios educativos en el marco del Fortalecimiento de la Educación Pública*. Santiago, Chile.
- Ministerio de Educación / UNESCO. (1999). *Guía de Diseño de Espacios Educativos*. Santiago, Chile. : Proyecto conjunto UNESCO-OREALC "Reforma Educativa Chilena: Optimización de la inversión en Infraestructura Educativa".
- Ministerio de Educación. (2015). *Plan Estratégico de Infraestructura Escolar*. Santiago, Chile.: Departamento de Infraestructura Escolar.
- Ministerio de Educación. (Diciembre 2013). Catastro de infraestructura escolar 2012. Resultados para establecimientos municipales. *Revista de Educación N°365*, 18-24.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2012). *Espacios Educativos Seguros. Orientaciones técnicas de diseño de infraestructura para la prevención de la violencia escolar*. Santiago, Chile.: Subsecretaría de Prevención del Delito.
- Nair, P. e. (2005). *The Language Of School Design: Design Patterns for 21st Century Schools*. DesignShare.
- Proyecto BID. (2015). *Proyecto BID "Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI"*. Washington DC.
- Shendell, D. e. (2004). Associations between classroom CO2 concentrations and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air*, 14 : p. 333-341.

Trebilcook, M. (2015). *Metodología para el análisis dinámico del confort térmico en el proceso de diseño arquitectónico de establecimientos educacionales en Chile*. Santiago, Chile.: Proyecto FONDECYT Regular 1130596.

