



TIFIG

2017/2018

Determinación de estándares de diseño y construcción que permitan un funcionamiento bioclimático de escuelas infantiles ubicadas en territorios con clima mediterráneo.



Autora: Vazquez-Illá Muñoz, Leyre

Tutor: Carrión Mondéjar, Juan Carlos



Trabajo final de grado

Universidad Politécnica de Valencia

Curso académico 2017/2018

Determinación de estándares de diseño y construcción que permitan un funcionamiento bioclimático de escuelas infantiles ubicadas en territorios con clima mediterráneo.

Autora: Vazquez-Illá Muñoz, Leyre

Tutor: Carrión Mondéjar, Juan Carlos

Agradecimiento:

“A mi profesor y tutor Juan Carlos Carrión, por su dedicación en todas las correcciones realizadas a lo largo del curso”.

Índice

0. Resumen	(pág. 5)
0.1. Palabras clave	
1. Abstract	(pág. 6)
1.1. Key words	
2. Introducción	(pág. 8)
2.1. Programa de necesidades de una escuela infantil	(pág. 9)
2.2. La arquitectura bioclimática y sostenible	(pág. 10)
3. Salud y construcción	(pág. 12)
3.1. ¿Cómo afecta la arquitectura actual a nuestra salud y a la salud de los niños?	(pág. 13-14)
3.2. Materiales de construcción saludables y perjudiciales	(pág. 14)
4. Análisis de escuelas infantiles actuales en el ámbito mediterráneo (¿Qué se está haciendo?)	(pág. 16)
4.1. Escuela infantil La Monsina	(pág. 18)
4.2. Escuela infantil Vicente Blasco Ibañez	(pág. 23)
4.3. Escuela infantil de primer ciclo La Rambleta-Moncada	(pág. 28)
5. Estándares bioclimáticos que debe cumplir una escuela (¿Qué se debe hacer?)	(pág. 34)
5.1. Formas geométricas sencillas	(pág. 35)
5.2. Formas geométricas complejas	(pág. 35)
5.3. Envoltente del edificio. Particiones interiores.	(pág. 37)
5.4. Radiación solar y sistemas de protección solar	(pág. 48)
5.5. Ventilación natural pasiva	(pág. 52)
6. Conclusiones	(pág. 56)
7. Bibliografía	(pág. 62)

0. Resumen:

Con este trabajo, se pretende analizar, desde el punto de vista bioclimático y de eficiencia energética, una serie de escuelas infantiles construidas en regiones con clima mediterráneo. De este análisis se pretende concluir qué criterios constructivos y de diseño son adecuados para un buen funcionamiento del edificio y cuáles no. El objetivo es definir unos parámetros generales de construcción, para así cumplir con criterios bioclimáticos, mejorar la eficiencia energética y proyectar espacios adecuados para niños hasta la etapa preescolar.

En primer lugar, se hará una breve introducción acerca de lo que son escuelas infantiles y su programa de necesidades, así como los materiales adecuados para la construcción de escuelas infantiles y edificios en general.

Una vez introducidos los términos generales del trabajo, se empezará analizando tres escuelas infantiles en territorio de clima mediterráneo, con el fin de sacar unas conclusiones de ellas, tanto positivas como negativas y poder definir estándares de diseño y construcción para escuelas infantiles en general.

Las conclusiones de este estudio permitirán crear una guía básica y esencial para la construcción de escuelas infantiles para un espectro de edades comprendidas entre 0 y 5 años, en un clima mediterráneo.

Palabras clave:

Escuelas infantiles, confort, edificios saludables, bioclimática

I. Abstract:

With this essay, we pretend to analyse a variety of kindergarten schools located in a Mediterranean region, to focus on bioclimatic and energy efficient aspects. From this analysis, we pretend to conclude with a variety of design and constructive standards.

The objective of this work, is to define general construction parameters to meet bioclimatic standards, improve energy efficiency buildings and design adequate children spaces up to the kindergarten age.

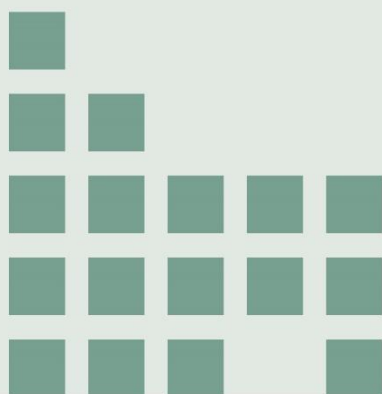
In first place, we will describe a short introduction about kindergarten schools and their needs, as well as, the adequate materials to construct an optimum building.

Once introduced the basic information, we will analyse three kindergarten schools in a Mediterranean region, with the aim to conclude with positive and negative design and constructive standards.

This conclusion will provide a basic guideline to construct schools within the age from 0 to 5 years, in a Mediterranean region

Key words:

Kindergarten schools, comfort, healthy buildings, bioclimatic



INTRODUCCIÓN

2. Introducción:

2.1. Programa de necesidades de una escuela infantil

La infancia de los seres humanos se divide en cinco etapas esenciales: neonatal, lactante, primera infancia, preescolar y escolar.

Las escuelas infantiles abarcan la gran mayoría de éstas, desde los lactantes hasta la edad de preescolar, por lo que intervienen un gran rango de edades con diferentes necesidades. Se dividen estas escuelas en dos ciclos diferenciados:

- El primer ciclo será de 0 a 2 años donde el niño necesita espacios acotados y confortables para sentirse cómodo con su nuevo hogar.

- El segundo ciclo será de 3 a 5 años donde los niños comienzan a experimentar con ellos mismos, necesitan espacios donde puedan explorar libremente y a su vez ser atendidos igual que en su casa. Es importante que el niño esté en un grado de confort adecuado, sin deslumbramientos, cambios de temperatura notorios, ni fuertes corrientes de aire para sentirse en un ambiente cómodo.

Los centros de educación infantil podrán impartir el primer y/o segundo ciclo, ambos con una intencionalidad educativa voluntaria para ayudar al desarrollo físico, intelectual y social de los niños.

Para poder construir una escuela infantil bioclimática, previamente es necesario definir un programa de necesidades básico, el cual se muestra a continuación:

- Las aulas, tendrán unas dimensiones mínimas de 30-50 m², dependiendo de la edad del niño, todas ellas ventiladas y con posibilidad de ser oscurecidas. Éstas, se calcularán a 2 m² por plaza matriculada y además deberán contar con un espacio diferenciado para el descanso y la higiene del niño.
- Para niños menores de 2 años, será obligatorio disponer de dormitorios que a su vez dispongan de una buena circulación del aire para evitar ambientes perjudiciales para la salud del niño y del cuidador.
- La cocina para la preparación de alimentos también será necesaria siendo aconsejable una superficie mínima de 30 m² para unas 90 plazas matriculadas.
- También se dispondrán aulas multifuncionales de unos 60 m² para que los niños puedan realizar actividades lúdicas o sirva de vestíbulo de atención de familias.
- Los patios exteriores deberán tener en su gran mayoría suelo blando para reducir el impacto de los golpes, siendo la superficie mínima de unos 4 m² por niño.
- En cuanto a los almacenes se necesitarán espacios donde se puedan guardar alimentos, material didáctico, de limpieza y aparcamiento, con una superficie mínima de 10-15 m² cada uno.

2.2. La arquitectura bioclimática y sostenible

Los edificios están constituidos por capas que protegen a los usuarios del ambiente exterior. Varios fenómenos afectan mucho a la calidad y confort de la estancia, como las temperaturas extremas, que cada vez son más severas debidas al cambio climático, la radiación solar, los vientos y las lluvias torrenciales. Es por todo ello por lo que refrigeramos o calentamos los edificios. La utilización de aires acondicionados debido a espacios mal diseñados puede producir diversas afecciones en los usuarios, como son las infecciones respiratorias, patologías alérgicas y sequedad del ambiente. Los niños son los más vulnerables a los resfriados y enfermedades, por lo que utilizar estos aparatos en demasía, proporcionará una estancia con temperaturas inadecuadas o corrientes de aire, aumentando el riesgo de que enfermen.

La arquitectura bioclimática y sostenible, consiste en diseñar edificios con elementos arquitectónicos de funcionamiento pasivo, que proporcionen ambientes de confort en el interior del recinto, reduzcan el consumo energético, disminuyan el impacto ambiental y proporcionen un ambiente interior beneficioso para la salud del usuario. Así pues, esta arquitectura tiende a llamarse también: arquitectura sostenible, natural o ecológica, abarcando todos estos conceptos para su óptima construcción y posterior funcionamiento.

Recursos naturales:

- Soleamiento
- Vegetación
- Lluvia
- Vientos dominantes de la zona

Son edificios que en su mayoría prescinden de aparatos que modifican la temperatura artificialmente e intentan proteger el interior de manera lógica e intuitiva como ya se establecía antiguamente con ciertos conceptos básicos. Figuras como Sócrates, Aristóteles y Vitruvio ya defendían ideas bioclimáticas que hoy en día muchos arquitectos no tienen en cuenta.

Desde el principio, los seres humanos ya tenían claro como influía el clima en la arquitectura para proporcionar estancias de confort:

- Sócrates ya establecía conceptos como *“en las casas orientadas al sur, el sol penetra por el pórtico en invierno, mientras que en verano el arco solar descrito se eleva sobre nuestras cabezas y por encima del tejado, de manera que hay sombra...”*
- Aristóteles afirmaba que *“resguardarse del frío norte y aprovechar el calor del sol es una forma moderna y civilizada”*
- Vitruvio defendió que *“tomar buena nota de los países y climas donde vamos a construir, una casa apropiada para Egipto no lo es para Roma”, “no se debe hacer sombra con nuevos edificios”*.
- El observatorio de Stonehenge se dispuso de tal manera para que tuviese relación directa con el movimiento del sol y modificar las energías del recinto delimitado.



Fig.1 Observatorio Stonehenge

Estas nociones, así como criterios básicos de ventilación cruzada, protección de fachadas, fachadas bien aisladas, reducción de puentes térmicos y materiales “saludables” se deberían tener en cuenta en todos los edificios. Generalmente en la actualidad muchos edificios no lo contemplan y es por ello por lo que utilizamos nuevos recursos y tecnologías para forzar un ambiente adecuado interior consumiendo de esta manera un mayor porcentaje de energías procedentes de combustibles fósiles, favoreciendo un ambiente exterior más contaminado e inadecuado para el usuario.

El clima mediterráneo es un clima templado, que se caracteriza por veranos húmedos y muy calurosos e inviernos templados y lluviosos, con otoños y primaveras variables, siendo las temperaturas cada vez más extremas debidas al cambio climático. La temperatura media es de 20°C, alcanzándose temperaturas máximas por encima de los 40º, por lo que se tienen que tener muy en cuenta las protecciones solares desde abril hasta septiembre y la composición del cerramiento en todas las estaciones del año.

Una temperatura y ventilación adecuadas en el interior de un aula aseguran un aumento en la concentración y desarrollo del niño y mejora su salud mental y física. Los niños, son una población de riesgo frente a olas de calor, todos los años hay quejas de los usuarios y padres, del exceso de frío o calor dentro de las escuelas. Se quejan de que los centros no tienen instalados aires acondicionados de calor o frío para así poder garantizar una temperatura adecuada interior:

“Mi colegio es un infierno: 34 grados en el aula y manguerazos para evitar desmayos”- (El confidencial. 14.06.2017)

“La AMPA denuncia que las instalaciones alcanzan temperaturas de 30 o 31°C”- (El País. 11.09.2014)

“...” aseguran que sus aulas son saunas, y así no piensan dar clase”- (La sexta. 30.07.2018)

Sin embargo, la instalación de aires acondicionados no es la mejor solución para los más pequeños por lo comentado en apartados anteriores, se debería prevenir y construir edificios bioclimáticamente correctos para que el propio edificio, a coste energético prácticamente nulo, mantenga una temperatura interior de confort, independientemente de la estación del año.

SALUD Y CONSTRUCCIÓN

3. Salud y construcción

3.1. ¿Cómo afecta la arquitectura actual a nuestra salud y a la salud de los niños?

La arquitectura bioclimática también comprende aspectos de arquitectura saludable, por lo que para crear una arquitectura que no perjudique a nuestra salud se deberán utilizar materiales no tóxicos (los que se utilizan habitualmente en construcción contienen COV y formaldehído), minimizar el uso de aparatos electrónicos, favorecer una buena ventilación (siendo lo recomendable 50m³ por hora de aire fresco), utilizar eficientemente recursos energéticos y acabados superficiales adecuados en paredes, techos y suelos.

Durante las últimas décadas, la arquitectura se ha ido alejando de los patrones naturales y se ha ido fijando más en el desarrollo tecnológico e industrial, todo esto nos ha llevado a generar edificios con una de las patologías que afectan nuestra salud: Síndrome del edificio enfermo:

El aire interior contaminado de los edificios debido por ejemplo a una inadecuada ventilación o materiales utilizados, puede generar diversas afecciones tales como:

- Irritaciones de ojos nariz y garganta
- Sensación de sequedad en membranas y mucosas
- Ronquera
- Respiración dificultosa
- Erupciones cutáneas
- Hipersensibilidades
- Vómitos, mareos y vértigos
- Dolor de cabeza
- Fatiga mental
- Infecciones respiratorias

Uno de los principales contaminantes es el exceso de CO₂ producido generalmente por los seres humanos, por lo que se debe proporcionar espacios bien ventilados.

El aire interior del edificio suele estar más contaminado que el espacio exterior, para las escuelas infantiles esto es un tema muy importante, ya que los niños pasan del 40 % al 80 % del día en la escuela y pertenecen a uno de los grupos de riesgo más vulnerables.

Un valor bajo de oxígeno en una escuela infantil, debido a espacios mal ventilados, produce un alto índice de dióxido de carbono, lo cual puede dejar a los ocupantes con un estado de ánimo cansado, desmotivado e irritante. Para ello se deberán analizar cuatro parámetros cruciales:

- Temperatura
- Humedad
- Composición del aire (alérgenos, polvo...)
- Electro contaminación

Un nivel de iluminación bajo, un contraste insuficiente, los brillos excesivos y los destellos pueden generar estrés óptico generando irritación de ojos y por consiguiente, dolores de cabeza.

La iluminación artificial a su vez también puede afectar a la salud de los ocupantes si no se regula de la forma adecuada. Nuestro sistema biológico está regulado por la longitud de onda del espectro solar sabiendo si es de noche, por la mañana o por la tarde.

Por tanto, la luz artificial debe acompañar al espectro solar para no tener efectos secundarios como: sueño durante el día, insomnio por la noche, cansancio o depresión. Para ello en las escuelas se deberá fomentar lo máximo posible la iluminación natural, pero a su vez poder proporcionar sistemas para oscurecer las aulas para que los niños duerman en horarios que cronológicamente los adultos no tienen por qué dormir.

3.2. Materiales de construcción saludables y perjudiciales

La elección de los materiales, a la hora de construir un espacio saludable, es fundamental, ya que hay multitud de materiales que se utilizan actualmente y son perjudiciales a largo plazo para nuestra salud física y mental.

Para sacar posteriormente unas conclusiones acerca de los materiales más recomendados para la construcción de escuelas infantiles, se han analizado las propiedades de ciertos materiales comunes. Muchos materiales procesados liberan sustancias que favorecen la aparición de ciertas enfermedades respiratorias como el asma, e incluso algunas de ellas son potencialmente cancerígenas, como el formaldehído, declarado así por la OMS. Sin embargo, materiales como la piedra natural, la arcilla cocida, madera, el corcho, los morteros de cal, o el polipropileno son algunos de los materiales considerados como saludables y bioclimáticamente adecuados. Estos materiales, ayudan a mejorar el ambiente interior de las estancias debido a que no producen emisiones dañinas para el ser humano.

A continuación, se muestra una guía de algunos materiales utilizados en construcciones actuales y su toxicidad:

3.2.1 Aglomerado de madera:

Producto elaborado con fibras de madera de tamaño similar al polvo y utilizado especialmente para particiones interiores, mobiliario o incluso carpinterías por su gran ahorro económico respecto a una madera maciza natural.

Este material contiene resinas tóxicas de formaldehído, por lo que el aserrín sobrante es peligroso para el uso en escuelas, por ello, en caso de colocarlo deberá estar totalmente sellado para evitar la liberación de toxinas, siendo mejor la utilización de contrachapado para evitar así los productos a base de formaldehído ureico.

3.2.2 Aislante de espuma plástica (PVC o polireutano)

Producto utilizado especialmente para aislar cerramientos, particiones o cubiertas. Su mayor problema son las emanaciones de componentes orgánicos volátiles y son especialmente tóxicos cuando arden. Para evitar esto, se puede sustituir por aislantes como la viruta de madera o el corcho aglomerado que son materiales menos perjudiciales para la salud y presentan muy buenas características térmicas y aislantes.

3.2.3 Aislante de fibra de vidrio:

Es un compuesto sintético de carácter vítreo fabricado a partir de arena silíceo, presenta fenol formaldehído (componente cancerígeno) y fibras muy pequeñas que pueden ser despegadas cuando se manipula este material e inhaladas. A diferencia del amianto (actualmente prohibido), la fibra de vidrio desaparece paulatinamente del sistema respiratorio, causando aun así afecciones respiratorias. Aunque según la Asociación Internacional para la Investigación contra el cáncer y la agencia de Sustancias Tóxicas es un material "seguro" se debe tener especial cuidado en su tratamiento final, estando bien sellado y evitando el contacto con el aire exterior para evitar posibles inhalaciones.

3.2.4 Formaldehído:

Es un compuesto químico altamente inflamable, volátil y tóxico que provoca al inhalarlo sofocos, irritaciones y problemas respiratorios. Se utiliza principalmente en espumas sellantes, barnices, resinas melamínicas, madera fenólica y otros más. Por lo que se debe evitar su uso en escuelas infantiles para evitar posibles inhalaciones.

3.2.5 Cemento/hormigón:

Producto elaborado con áridos y agua. su proceso de producción no produce efluentes ni tampoco presenta ningún subproducto tóxico. El consumo de energía es menor que el de metales o plásticos por lo que es un material recomendable

ANÁLISIS DE ESCUELAS INFANTILES

(¿Qué se está haciendo?)

4. Análisis de escuelas infantiles en el ámbito mediterráneo

Para poder obtener unas conclusiones, se han analizado 3 escuelas infantiles construidas en el ámbito mediterráneo. Para ello, se ha generado un análisis resumido de cada una de ellas mediante símbolos de elaboración propia, valorando los aspectos más importantes a tener en cuenta para una óptima construcción.

LEYENDA:






































	Aulas situadas a norte		Aulas situadas a este		Servicios y administración situados a norte		Servicios y administración situados a este
	Aulas situadas a sur		Aulas situadas a oeste		Servicios y administración situados a sur		Servicios y administración situadas a oeste
	Protección solar adecuada		Huecos de menor tamaño para ventilar		Fachada con materiales absorbentes/ oscuros		Fachada con materiales reflectantes/ claros
	Protección solar deficiente		Huecos tamaño estándar		Pared interior con materiales absorbentes/ oscuros		Pared interior con materiales reflectantes/ claros
	Sin protección solar		Huecos de suelo a techo		Suelo pulido/reflectante		Suelo color oscuro/ absorbente
	Espacios poco luminosos		Espacios muy luminosos		Cubierta convencional		Cubierta vegetal
	Elementos para oscurecer las ventanas		Sin elementos para oscurecer las ventanas		Sobrecalentamiento de espacios		Espacios fríos, con corriente de aire
	Vegetación hoja perenne		Muros con mucha inercia térmica		Ventilación cruzada		Ventilación estándar
	Vegetación hoja caduca		Muros con poca inercia térmica		Fachadas de vidrio		Huecos de ventana fija
	Vegetación escasa / sin vegetación						

Fig.2 Leyenda análisis de escuelas –(Elaboración propia)

4.1. Escuela infantil La Monsina

Datos técnicos

- **Arquitectos:** Ángel Luis Rocamora Ruiz, Alexandre Marcos
- **Situación:** Callosa de Segura, Alicante
- **Superficie:** 1350m²
- **Premio Arquitectura COACV**

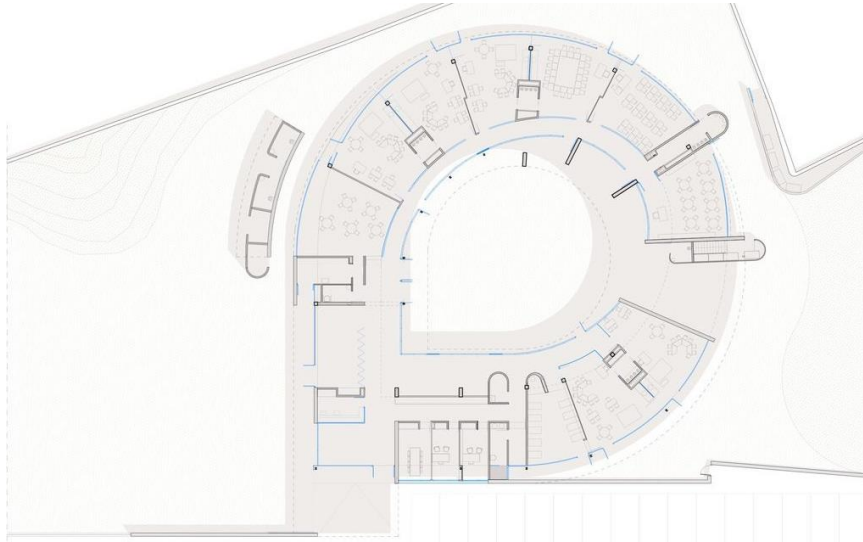
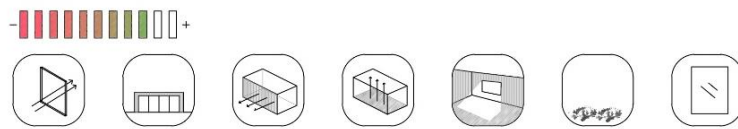
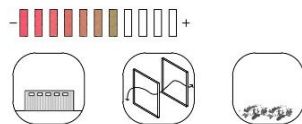


Fig.3 Planta tipo escuela La Monsina

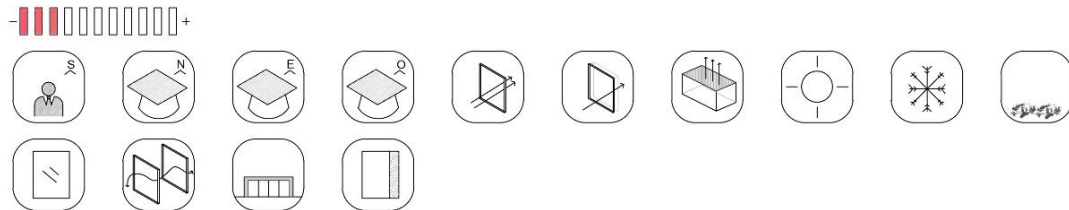
ILUMINACIÓN



VENTILACIÓN



EFICIENCIA ENERGÉTICA



RENDIMIENTO ESCOLAR





Fig.4 Imagen del comedor con orientación este-oeste sin protecciones solares



Fig.5 Imagen patio infantil, sin vegetación ni espacios frescos



Fig.6 Imagen aula tipo

▪ **Entorno y forma:**

La escuela infantil La Monsina, se sitúa en la provincia de Alicante, en la ciudad Callosa de Segura, relativamente próxima a la costa, en la calle Reino Unido, en un entorno residencial y aislado del carácter urbano, lo cual es un aspecto positivo para el flujo de la renovación del aire interior. A 500 metros en dirección noroeste, se encuentra la Sierra de Callosa de Segura (572 m de altura), que ayuda a reducir la velocidad del viento cuando sopla en esa dirección, pudiendo crear corrientes de vientos inesperados y remolinos cuando sopla en dirección Este-Oeste. Al estar situada a medio kilómetro de la Sierra, estos remolinos no son perceptibles.

En la parte Este se sitúa una serie de plantaciones de árboles frutales que están a 57 metros de la fachada de la escuela, midiendo en torno a los 2-2,5 metros de altura. Estos árboles, al ser permeables al viento, pueden ayudar a reducir ligeramente la velocidad del viento, siendo la máxima reducción en un rango de 5 a 8 veces la altura de la barrera (A). La escuela se sitúa sin embargo a una distancia de 20 veces la altura del árbol, por lo que los vientos en la fachada Este, impactan con la velocidad de origen directamente contra el vidrio simple y la carpintería de aluminio, siendo esto un aspecto a tener en cuenta para la climatización y confort interior.

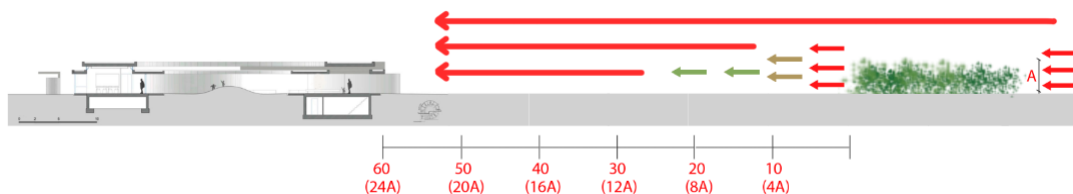


Fig.7 Relación altura/distancia vegetación (Elaboración propia)

La escuela genera un recorrido circular rodeando el patio central de infantil. Presenta una única altura de 3 m hasta el falso techo en las aulas, siendo de 2,5 m en la entrada, zonas húmedas y de tránsito. La parte interior del edificio tiene una superficie aproximada de 780 m², con un patio interior de 310 m², lo cual presenta un coeficiente de superficie elevado, siendo:

Coeficiente de superficie= superficie de la envolvente/superficie útil en planta

La superficie útil de un edificio, y la superficie total de su envolvente tiene un efecto relevante a la hora del consumo energético. Una altura elevada en techos supone un mayor consumo de energía necesaria para iluminar artificialmente. La escuela La Monsina, presenta una altura de techos superior al mínimo por lo que se podría nivelar la altura con la entrada y los pasillos, para así reducir la estratificación térmica y por tanto el consumo de energía.

Al tener una forma circular, se han abierto huecos en todo su perímetro, iluminando los espacios en todas las orientaciones, permitiendo así un contacto directo con el jardín, pero unas mayores pérdidas de energía.

- **Envoltorio del edificio:**

La envoltorio es la capa más importante del edificio para crear un confort interior adecuado. Está en contacto directo con el terreno o con el exterior, por lo que debe tener un sistema constructivo adecuado para reducir las pérdidas de energía y conseguir una temperatura interior óptima.

El edificio presenta una estructura de hormigón visto, envolviendo el interior con vidrios fijos en su mayoría y aperturas de vidrios practicables para su ventilación. Un vidrio pierde diez veces más de energía que la porción de un muro que reemplaza, por lo que este edificio podría presentar unas pérdidas de energía considerables. Se perderá un gran porcentaje de calor en invierno por conducción térmica, filtración del aire y radiación y supondrán una fuente de ganancias térmicas en verano, por lo que será necesario el uso intensivo de aire acondicionado y aun así se generarán estancias con temperatura no confortable.

Los huecos, presentan el elemento más débil de la envoltorio desde el punto de vista térmico y acústico. El vidrio de la Monsina, se supone un vidrio sencillo monolítico con factor solar de 0,89 la transmitancia aproximada será de 5,5 para un cerramiento vertical. Al tener una transmitancia térmica elevada en comparación a un vidrio aislante laminar ($U=2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) o a un cerramiento opaco, las pérdidas de energía en esta escuela serán mayores, por lo que llevará a un consumo mayor de calefacción y refrigeración para mantener un interior de confort adecuado. Para su cálculo se optará por usar la ecuación siguiente, o las tablas del CTE Catalogo de Elementos Constructivos.

$$U_h = (1 - FM) \times U_{h,v} + FM \times U_{h,m}$$

A mayor porcentaje y superficie de hueco, mayor será su pérdida de calor, nuestro caso, la imagen D del diagrama inferior se asemeja al alzado de la escuela, lo que supone un 80% de proporción de superficie de ventanas, esto, conlleva a que más del 40% de energía se perderá a través de los huecos, siendo esto un aspecto desfavorable en cuanto a conservación de energía.

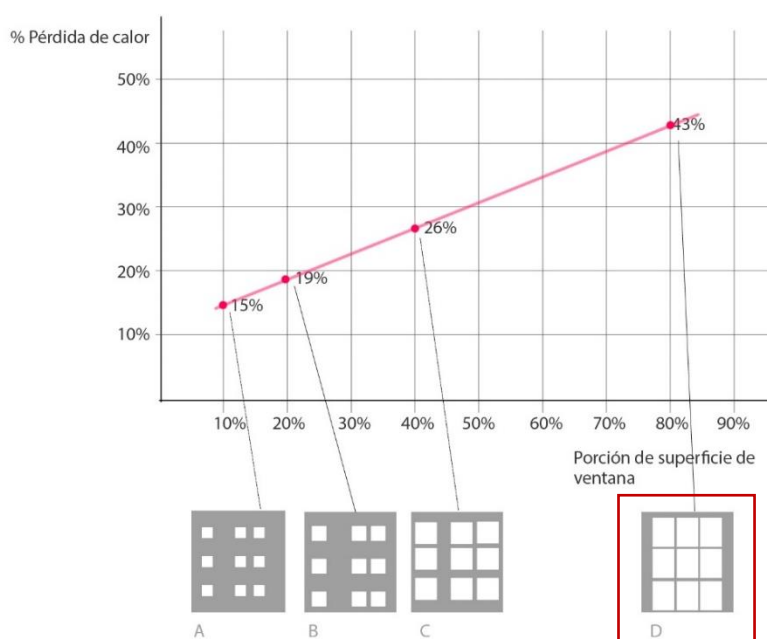


Fig.8 Gráfico pérdida de calor respecto a porción de superficie de ventana (Elaboración propia)

Por otro lado, las propiedades de los marcos de ventana que influyen en la pérdida de energía son: la transmitancia térmica y la absorptividad.

En el caso de la escuela mencionada anteriormente, se distingue un marco metálico con una supuesta rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm, por lo que presentará una transmitancia de $4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, un valor elevado respecto a una carpintería de madera ($U=2,2\text{W/m}^2\text{K}$) o PVC de dos cámaras ($U=2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) o de tres cámaras ($U=1,8$). Así pues, el color del marco no afectará a la absorptividad y por tanto en el factor solar modificado debido a que se supone rotura de puente térmico incorporado.

Otro de los factores que influyen en el comportamiento térmico, es la permeabilidad al aire de la ventana cerrada y su sistema de apertura. Al situarse en el interior de Alicante se situará en una zona climática C, por lo que el CTE DB HE1 asegura que la permeabilidad al aire máxima será de $27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$, un valor inferior que para las zonas B y A de $50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

- **Espacio interior:**

La escuela La Monsina presenta un uso diurno desde septiembre hasta finales de julio, por lo que comprende una etapa calurosa del verano. Toda su envolvente tanto exterior como interior es de vidrio por lo que la radiación solar incidirá sobrecalentando el espacio, debilitando los efectos de aislamiento térmico y acústico y aumentando por ello el uso de aire acondicionado y los costes.

Los acabados interiores de hormigón presentan una reflectancia a su vez elevada, por tener colores claros y pavimentos pulidos, por lo que aumenta la luminosidad interior. Aunque la luminosidad interior es un aspecto positivo, esta escuela presenta un exceso de iluminación por lo que será difícil oscurecer las aulas en las horas que el niño duerme. Al tener una mayor reflectancia lumínica, la superficie de vidrio podría ser menor, lo cual supondría un ahorro energético considerable.

- **Soleamiento y protección solar:**

El edificio presenta un elevado sobrecalentamiento solar, debido a que carece de protecciones solares horizontales en la cara sur y protecciones verticales en las caras oeste y este. La forma de espiral genera una serie de voladizos para protegerse del sol y la lluvia, pero éstos, al estar mal orientados no protegen las estancias interiores de la escuela. A su vez, la cara norte, donde se sitúan la mayor parte de las aulas, presenta también una gran superficie de vidrio, esto lleva a estancias muy frías en invierno y estancias muy calurosas por la mañana en las épocas de verano.

Las zonas de juego exterior apenas tienen protecciones solares, por lo que en las épocas más calurosas el niño podrá presentar golpes de calor por el sobrecalentamiento solar.

- **Ventilación**

Se han generado unas ventanas en la parte superior del forjado (altura excesivamente elevada para garantizar una apertura fácil de las mismas), para ventilar las estancias. Al presentar una forma circular, las aulas se encuentran todas ventiladas, pero no todas las estancias aprovechan los vientos dominantes de la zona. Las aperturas se producen tanto en las caras este-oeste como en las norte-sur.

4.2. Escuela infantil en el centro Existente CEIP Vicente Blasco Ibañez

Datos técnicos

- **Arquitectos:** Garcia Floquet Arquitectos
- **Situación:** Cheste, Valencia
- **Superficie:** 923m²

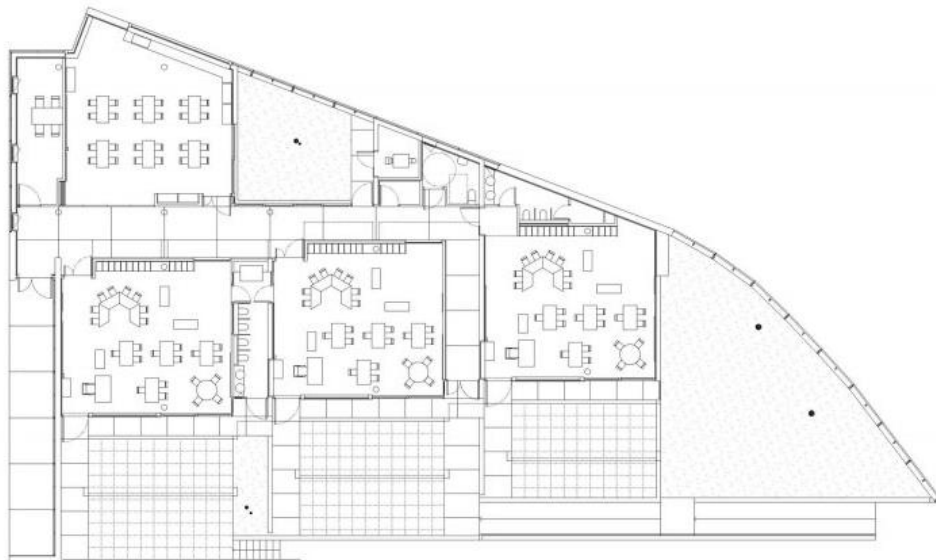
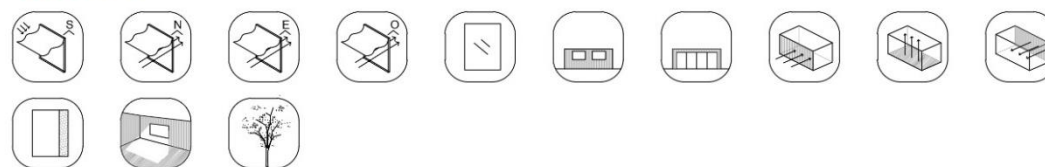


Fig.9 Planta tipo Escuela infantil en el centro existente Blasco Ibañez

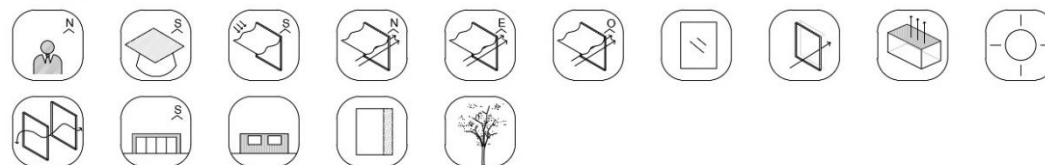
ILUMINACIÓN



VENTILACIÓN



EFICIENCIA ENERGÉTICA



RENDIMIENTO ESCOLAR





Fig.10 Imagen fachada norte con protección solar vertical y horizontal



Fig.11 Imagen fachada oeste con protección solar horizontal



Fig.12 Imagen aulas orientadas a sur con protección solar horizontal

- **Entorno y forma:**

La escuela infantil Vicente Blasco Ibáñez se sitúa en la provincia de Valencia, en Cheste en un entorno residencial y aislado de carácter urbano, lo cual es un aspecto positivo para el flujo de la renovación del aire interior. Es una escuela de 3 aulas situadas en dirección sur, una orientación óptima si comprende las protecciones solares adecuadas para evitar el sobrecalentamiento de los espacios.

Cada aula tiene un patio exterior situado a 6 metros del límite del patio de la escuela primaria, esto hubiese sido una distancia demasiado próxima para favorecer la entrada del soleamiento si no se hubiera elevado 2 metros respecto la cota de primaria, por tanto, se favorece la entrada de aire, sol y se aumentan las visuales a la cota de un adulto.

La vegetación es escasa, pudiendo encontrar algún árbol de hoja perenne, por lo que cuando el viento sople en dirección sureste impactará directamente con las aulas.

La escuela configura una forma irregular que se adapta a los lindes de la parcela. Presenta una superficie útil de 923 m² teniendo un coeficiente elevado de superficie. La superficie útil en planta y la superficie de la envolvente tienen un efecto relevante a la hora del consumo energético. En la escuela Blasco Ibañez, la altura es homogénea en casi todo su recorrido exceptuando el pasillo que aumenta entorno al 1,5m para abrir huecos que iluminan las estancias interiores mediante lucernarios.

- **Envolvente del edificio:**

El edificio presenta una estructura de hormigón visto, pero a diferencia de La Monsina, esta escuela presenta un tratamiento de fachada más adecuado que la anterior reduciendo así la superficie innecesaria de ventana en orientaciones que no son recomendables. Aun así, las protecciones solares, que se comentarán más adelante, siguen sin cumplir las condiciones de confort óptimas. Como ya se ha comentado anteriormente, un vidrio pierde diez veces más de energía que la porción de un muro que reemplaza, por lo que este edificio presentará unas pérdidas menores de energía respecto La Monsina.

Un muro convencional de unos 30cm de hormigón armado tiende a tener una transmitancia térmica de 0,49 W/m²K que es un valor alto comparado con un muro compuesto de termo arcilla de última generación U= 0,22 W/m²K o con las construcciones de madera que tienen una transmitancia entorno a los 0,12-0,15 W/m²K.

A mayor porcentaje y superficie de hueco, mayor será su pérdida de calor, en las fachadas este, oeste y norte, la escuela presenta unas ventanas de tamaño semejante a la imagen C del diagrama inferior, lo que supone un 40% de proporción de superficie de ventanas, esto, conlleva a que entorno al 26% de energía se perderá a través de los huecos, un valor inferior respecto a la escuela comentada anteriormente, pero mejorable.

Por otro lado, en la fachada sur, se puede apreciar un aumento en el tamaño de la ventana ocupando prácticamente todo el alzado de las aulas, por lo que se asemejará a la imagen D del diagrama inferior, suponiendo así un 80% de porción de superficie de ventana y por consecuencia una pérdida del 43% de energía.

En suma, se deberán tener en cuenta las propiedades de los marcos ya que influirán en la transmitancia térmica y la absortividad, pudiéndose apreciar dos tipos de marcos en las fachadas. En la fachada sur, se encuentran un gran marco de madera envolviendo una ventana fija de

tamaño considerable, presentando pues un valor de transmitancia entorno a los $2,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$. A continuación de la ventana fija, se sitúan en la misma fachada, dos ventanas con marco de aluminio y encima del vidrio fijo y el comentado ahora, 4 ventanas de tamaño reducido también de aluminio para ventilar la estancia.

Si se hubiera considerado una buena eficiencia energética, se debería haber reducido el número y tamaño de los huecos y colocar un único tipo de marco, siendo el más recomendable el de madera, ya que la transmitancia del marco de aluminio supuesto presentará una transmitancia aproximada de $4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, un valor bastante más elevado respecto al de la madera.

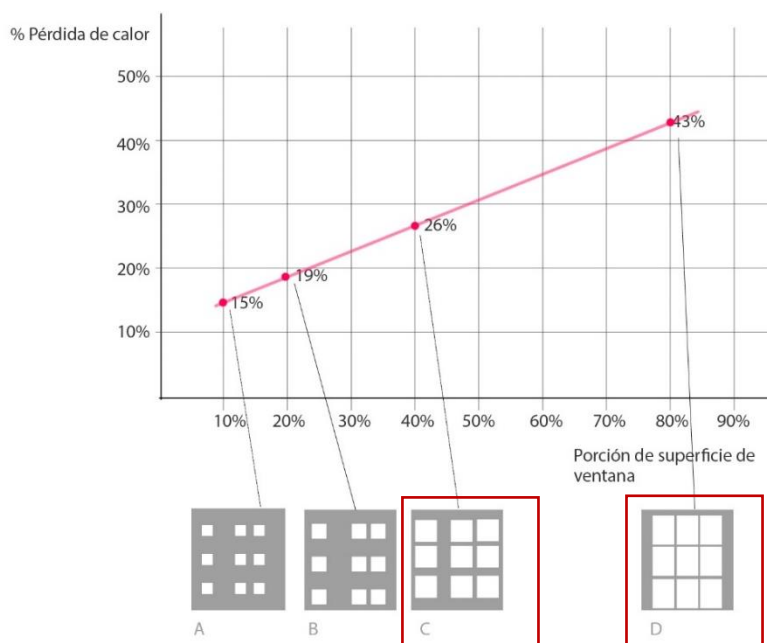


Fig.13 Gráfico pérdida de calor respecto a porción de superficie de ventana (Elaboración propia)

- **Espacio interior:**

Al igual que todas las escuelas, presenta un uso diurno desde septiembre hasta finales de julio, por lo que también comprende una etapa calurosa del verano. A diferencia de la escuela anterior, tanto su fachada exterior como las fachadas interiores, presentan una menor superficie de vidrio, por tanto, el espacio interior estará menos sobrecalentado y presentará unas mejores condiciones de confort térmicas.

Tanto la fachada como la cubierta presentan una gran inercia térmica, por lo que para un uso diurno es más recomendable proyectar una envolvente con un buen aislante por el interior, pero con menor masa térmica. En esta escuela, debido a la masa de los cerramientos, se almacenará energía en los mismos durante el día, (porcentaje bastante inferior que en La Monsina), pero por la noche lo disipará gradualmente, por lo que por la mañana el edificio no tendrá una temperatura adecuada de confort, si no una similar al exterior, teniendo que utilizar sistemas de calefacción y refrigeración para alcanzar una temperatura adecuada.

Los acabados interiores presentan una reflectancia elevada, el suelo de linóleo de color claro, presenta una reflectancia alrededor del 59%, a su vez las paredes de color crema claro tendrán una reflectancia de 55-65%, en cuanto al pasillo hay zonas de azulejo de baldosa cerámica blanca,

por lo que aumentará la luminosidad interior. Al presentar un porcentaje menor de huecos, una menor superficie planta-envolvente y una buena reflectancia respecto a la escuela La Monsina, tendrá por tanto un ahorro mayor de energía. Por el contrario, ninguna de las dos escuelas analizadas, presentan sistemas para oscurecer las aulas, por lo que presenta un aspecto negativo ya que será difícil que el niño concilie el sueño en un espacio tan iluminado.

- **Soleamiento y protección solar:**

El edificio presenta un menor sobrecalentamiento solar que el comentado anteriormente, ya que existen algunas protecciones solares adecuadas que reducirán el impacto de la radiación solar sobre el vidrio. Por el contrario, el color oscuro de la fachada hará que la escuela absorba un gran porcentaje de radiación solar en épocas calurosas, afectando sobre todo al aula polivalente a norte, donde en las épocas de mayor temperatura, a primera hora de la mañana, la estancia estará con una temperatura superior a lo recomendable.

En la fachada sur, se encuentra un elevado porcentaje de vidrio, protegido adecuadamente con toldos despleables, por lo que podrán ser retirados en invierno para introducir radiación solar en el interior y así calentar las aulas y podrán ser colocados en las épocas mas calurosas cuando la radiación solar alcance mayor porcentaje de superficie interior y por tanto, presentar a su vez protecciones solares para el patio exterior de juegos.

Sin embargo, las fachadas restantes, presentan un aspecto positivo, que es el de reducir el tamaño de huecos, pero no poseen las protecciones solares adecuadas. Las fachadas este y oeste presentan unas lamas de madera horizontales, por lo que el sol incidirá igualmente dentro de los espacios incomodando al usuario y sobrecalentando sobre todo la zona de la entrada y sala de espera situado en la fachada oeste.

En la cara norte, se han utilizado lamas horizontales y verticales, una protección innecesaria en cierto modo, aunque útil para tapar los aseos a la calle. La sala polivalente se encuentra en la cara norte, una orientación relativamente adecuada ya que se realizarán actividades de manera no continua.

- **Ventilación**

Todas las aulas presentan unas ventanas abatibles de menor tamaño para ventilar, en la parte superior de la fachada, que coinciden con la pared opuesta que da al pasillo también con unas ventanas abatibles para producir una ventilación cruzada, aunque hubiese habido una mejor ventilación cruzada si las ventanas de la fachada hubiesen estado en la parte baja de la misma, para poder producir un recorrido de aire en diagonal en vez de horizontal.

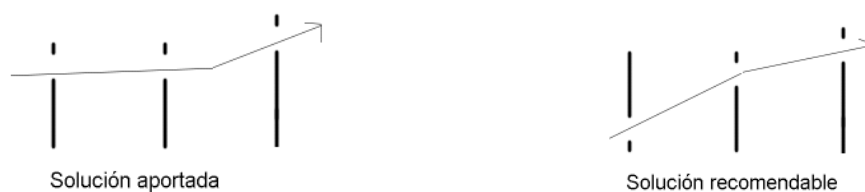


Fig.14 Esquema ventilación cruzada (Elaboración propia)

4.3. Escuela infantil de primer ciclo la Rambleta-Moncada

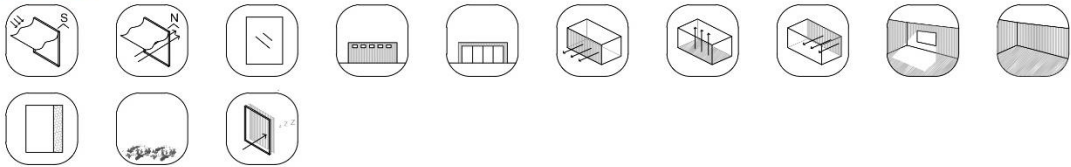
Datos técnicos

- **Arquitectos:** Antonio Altarriba Comes, Miguel Noguera Mayén
- **Situación:** Moncada, Valencia
- **Superficie:** 921m²

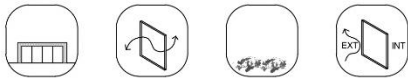


Fig.15 Planta tipo Escuela La Rambleta

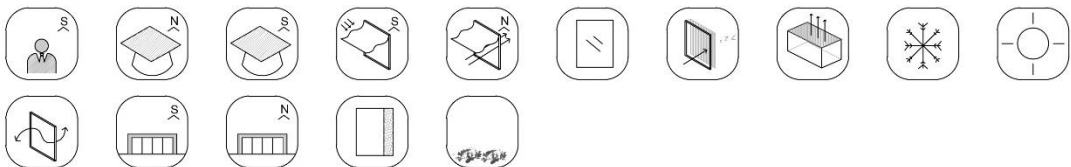
ILUMINACIÓN



VENTILACIÓN



EFICIENCIA ENERGÉTICA



RENDIMIENTO ESCOLAR





Fig.16 Imagen aulas orientadas al patio norte con protección solar horizontal



Fig.17 Imagen aulas orientadas al patio sur con protección solar de lamas horizontales

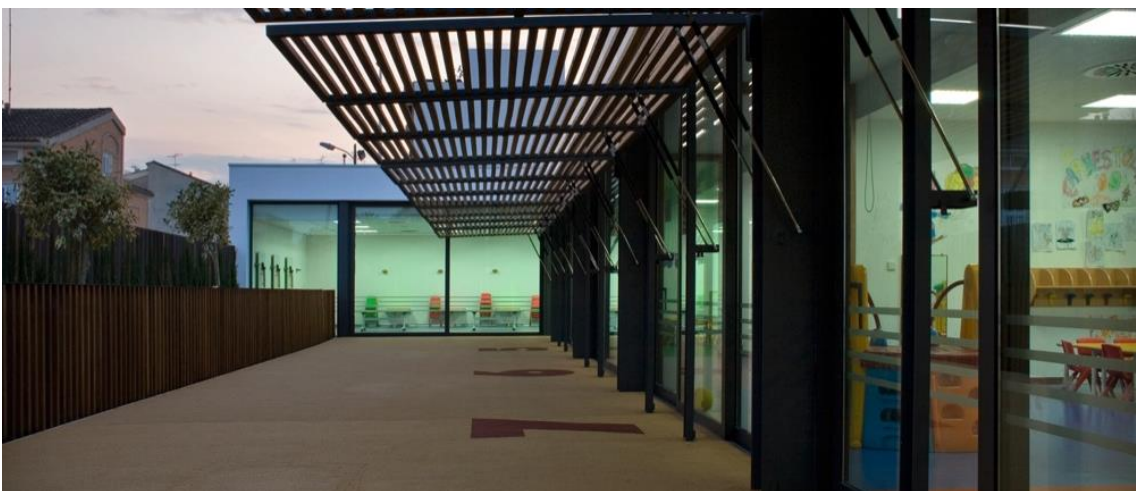


Fig.18 Fachada oeste entrada y sala multiusos

- **Entorno y forma:**

La escuela infantil de primer ciclo La Rambleta se sitúa en Moncada, en la provincia de Valencia. Se encuentra al norte del casco urbano en una zona de expansión y rodeada de edificación residencial. Es una escuela de 8 aulas situadas en direcciones opuestas, por lo que solo la mitad estará dotada de una orientación óptima.

Todas las estancias del edificio vuelcan hacia el interior, evitando así el contacto directo con el tráfico rodado, aunque es escaso en esta zona. Cada 4 aulas existen un patio longitudinal de poca anchura, al que arrojarán sombras las fachadas colindantes.

La vegetación tanto en el patio a norte como en el patio a sur es inexistente, por lo que se deberá tener sistemas adecuados para proporcionar un ambiente fresco en épocas de temperatura elevada. La escuela, sin embargo, al volcar todo hacia el interior como si fuera una casa patio, se encuentra protegida frente al viento.

Presenta una geometría rectangular ocupando una parcela de 1346m² y una superficie en planta del edificio de 921m², por lo que presentará un coeficiente elevado de superficie. La altura es constante en prácticamente todo el edificio de planta baja, por lo que las pérdidas de calor serán constantes.

- **Envolvente del edificio:**

El edificio presenta una estructura de hormigón y se resuelve el revestimiento exterior con un monocapa de color blanco, lo cual permite una máxima reflexión del sol y un zócalo de piedra natural tipo filita. El tamaño de ventana es considerable, por lo que tiende a perder más energía que la escuela infantil Blasco Ibañez, sin embargo, presenta un tratamiento mejor que la Monsina, ya que no toda su envolvente es vidrio.

A mayor porcentaje y superficie de hueco, mayor será su pérdida de calor, la escuela se abre hacia el interior del patio. Las aberturas principales se producen en las orientaciones norte y sur, por lo que habrá diferencia de iluminación y temperatura entre una estancia y otra. A su vez, aparece un pequeño patio central que ilumina y ventila la sala polivalente, la cual presenta unas dimensiones insuficientes para una óptima iluminación y renovación de aire. La cocina, la zona donde mayor ventilación natural debería haber, no presenta ninguna abertura al exterior directa, simplemente se comunica con el comedor que se abre al patio sur de juegos.

Las fachadas norte y sur presentan vidrios de suelo a techo, lo que supone un tamaño de ventanas semejante al diagrama D, y a su vez supone una mayor pérdida de energía respecto a la porción de superficie de fachada ciega.

Por otro lado, existen unas ventanas fijas, alargadas y muy estrechas situadas en un almacén y orientadas en la fachada norte. Esto apenas supone un 15% de pérdida de calor respecto a la porción de ventana, pero hubiese sido necesario que fuesen practicables para poder ventilar el almacén de manera natural.

En suma, se deberán tener en cuenta las propiedades de los marcos ya que influirán en la transmitancia térmica y la absortividad, pudiéndose observar un marco de aluminio con supuesta rotura de puente térmico, lo cual supone una transmitancia elevada de 4 W/m²·K.

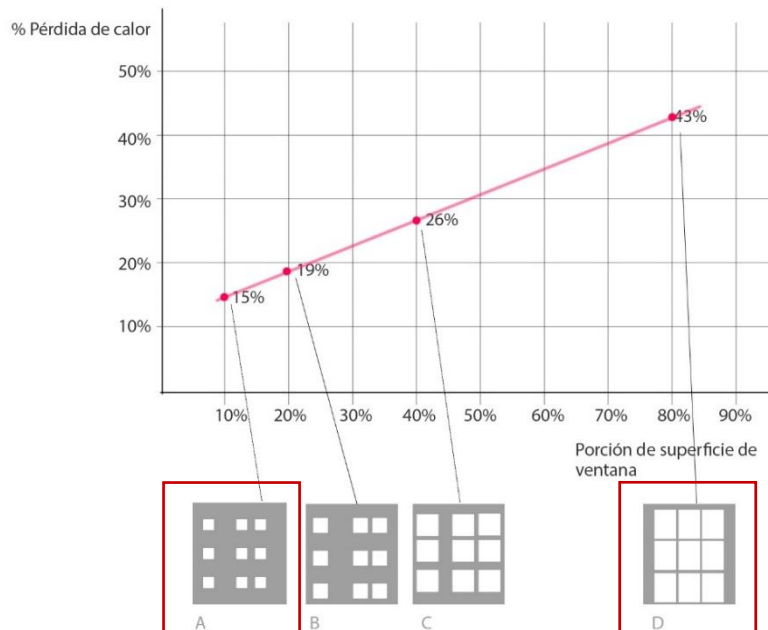


Fig.19 Gráfico pérdida de calor respecto a porción de superficie de ventana (Elaboración propia)

- **Espacio interior:**

Al igual que todas las escuelas, presenta un uso diurno desde septiembre hasta finales de julio, por lo que también comprende una etapa calurosa del verano. A diferencia de la escuela infantil La Monsina, tanto su fachada exterior como sus fachadas interiores, presentan una menor superficie de vidrio y la fachada sur se encuentra con unas protecciones solares medianamente aceptables, por lo que el espacio interior de las aulas orientadas a sur estará menos sobrecalentado y presentarán unas mejores condiciones de confort térmicas.

Sin embargo, las aulas orientadas a norte serán espacios fríos y sombríos en invierno y espacios muy calurosos a primera hora de la mañana a partir de los meses de mayo, por lo que los niños situados en esas aulas tendrán un menor confort térmico y lumínico y por tanto un menor rendimiento académico y de descanso.

Debido a que presenta un uso diurno, al igual que en las escuelas anteriores, deberá tener una fachada de poca inercia térmica con un buen aislante por el interior.

Los acabados interiores presentan una reflectancia elevada, el suelo de linóleo multicolor de colores claros, presenta una reflectancia alrededor del 59%, a su vez las paredes blancas tendrán una reflectancia 70-80%, por lo que aumentará la luminosidad interior, lo cual será un aspecto positivo sobre todo para las aulas oscuras orientadas a norte.

Al contrario de que las escuelas analizadas anteriormente, ésta presenta un sistema de cortinas de color blanco para oscurecer las aulas. Sin embargo, se podría haber utilizado un color más oscuro para un mayor oscurecimiento de la estancia en el caso que se quiera usar el aula para el descanso del niño.

Según la descripción del arquitecto existe una pequeña habitación orientada en la fachada norte, junto a la sala de profesores, utilizada para el descanso del niño. Las aberturas de los huecos se

protegerán del sol mediante un sistema de toldos móviles, que tapanán la iluminación de las aulas a norte.

- **Soleamiento y protección solar:**

El edificio, cuenta con protecciones solares tanto a norte como a sur, lo cual debido al ángulo y cantidad de radiación solar que incide en la fachada norte, es innecesaria su protección, ya que lo único que hará es oscurecer aún más los espacios.

Las aulas a sur contienen unas mallorquinas elevables de lamas de madera de aproximadamente 3m de largo, ya que ocupa la longitud entera de la ventana. Por lo que cuando se elevan las lamas, ocupan una superficie horizontal de 3 metros. Para ver si la superficie horizontal de la protección en esta escuela es la adecuada con la orientación y la altura de la ventana, se ha utilizado la carta solar. Con ello, se verá si es excesiva o insuficiente la proyección horizontal de las mallorquinas elevables.

La escuela se encuentra en Valencia, por lo que presenta una latitud de 40°N y se han escogido los meses desde el 21 de marzo al 23 de septiembre a las 8 horas de la carta solar, que viene a ser a las 10 horas civil con una inclinación del rayo de sol de 23° , por tanto, la protección horizontal protegerá desde las 10:00 horas hasta las 18:00 horas.

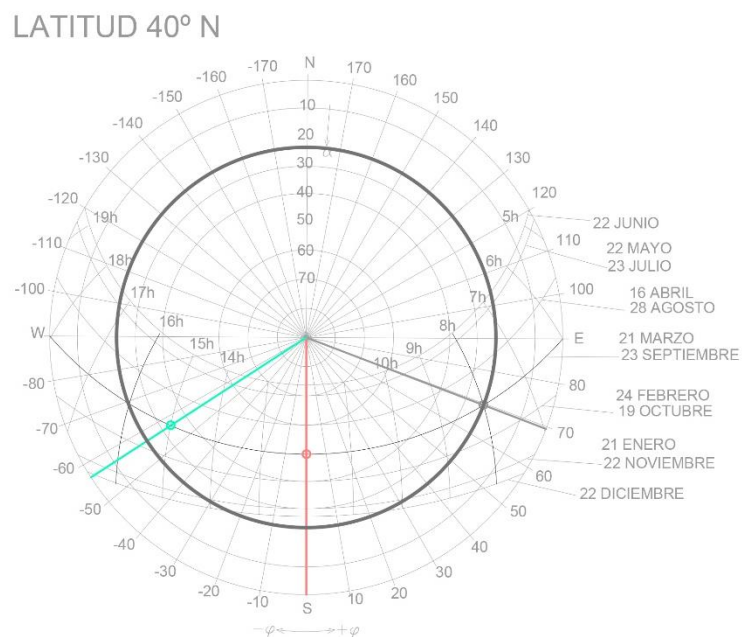


Fig.20 Gráfico Carta Solar (Elaboración propia)

❖ Método de cálculo

Se ha trazado una circunferencia en el punto de intersección de la curva horizontal 21 M -23 S, obteniendo así un ángulo de inclinación del rayo solar respecto al sur de 67° .

Posteriormente, en la sección del hueco dibujada en la página siguiente, se ha trazado una recta con una inclinación de 23° ($90-67=23$) y una horizontal hasta hacer coincidir con la recta inclinada.

Finalmente, la distancia horizontal medida (7.07m) se traza en planta con una inclinación de 23° respecto al hueco, por lo que se obtiene un voladizo de 2.74m, lo que resulta algo inferior al colocado en la escuela. Para protegerse completamente de la incidencia del sol, se debería haber alargado las mallorquinas elevables en planta 6.45m para evitar la radiación solar lateral.

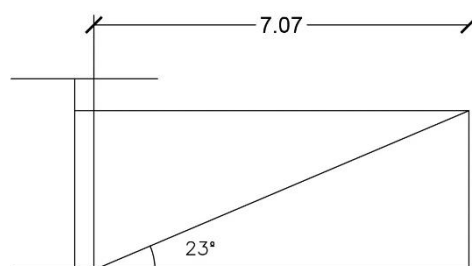


Fig.21 Sección hueco 3m a 23° (trazado de AutoCad)

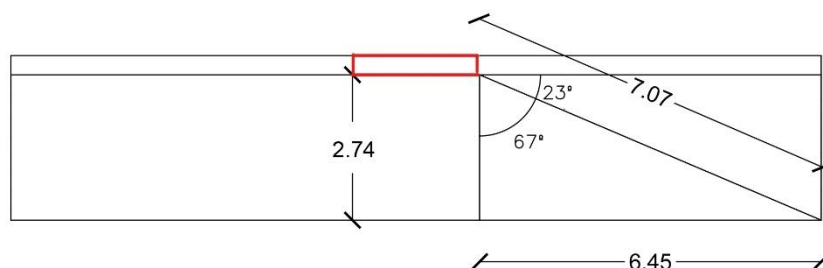


Fig.22 Planta hueco (Elaboración propia)

▪ Ventilación:

Las aulas de la escuela presentan una ventilación normal, no existe la ventilación cruzada y ventilan a través de la puerta de las aulas que dan al patio exterior. A su vez, cada aula presenta una orientación diferente, por lo que el aire exterior introducido en las aulas a norte será diferente a las aulas a sur con una temperatura y velocidad del aire distinta.

A diferencia de las escuelas analizadas anteriormente, la cocina no presenta ventilación natural, un aspecto muy negativo ya que es un espacio que debería estar completamente ventilado por higiene y sanidad. Se podría haber colocado la cocina abriendo al patio interior que ventila la sala polivalente. Lo mismo pasa con todos los aseos de la escuela, que no cuentan con ventilación natural.

Por tanto, la escuela infantil de primer ciclo La Rambleta, no se encuentra ventilada adecuadamente para tener unas condiciones óptimas de confort ni de eficiencia energética.

**ESTÁNDARES BIOCLIMÁTICOS QUE
DEBE CUMPLIR UNA ESCUELA**

(¿Qué se debe hacer?)

5. Estándares bioclimáticos que debe cumplir una escuela infantil

Una vez analizados los aspectos más relevantes de las tres escuelas anteriores, se procede a extraer unas conclusiones, con el fin de poder crear una guía básica para la construcción de una escuela infantil bioclimática y saludable.

5.1. Formas geométricas sencillas:

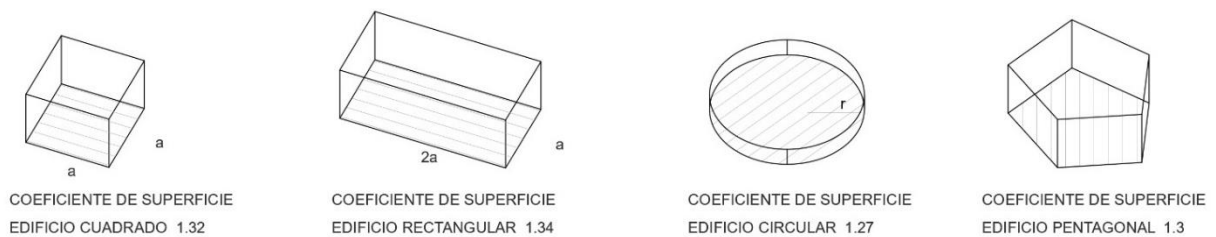


Fig.23 Diagramas representativos de coeficientes de superficie (Elaboración propia)

Se puede observar como una escuela en planta circular obtiene el coeficiente más eficaz, aunque se puede tener flexibilidad entorno a estas formas debido a que las diferencias entre ellos no son excesivamente grandes y, en suma, la función prima frente a la forma y con una buena envolvente, la diferencia de pérdida de calor entre formas apenas es notoria.

5.2. Formas geométricas complejas:

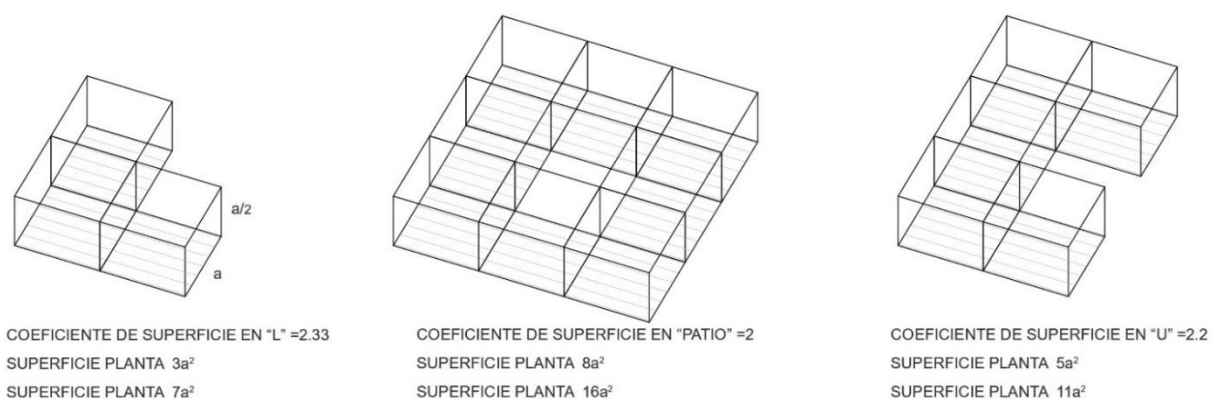


Fig.24 Diagramas representativos de coeficientes de superficie (Elaboración propia)

Se puede observar como las plantas geométricas más complejas tienen un efecto mayor respecto al coeficiente de superficie y su consumo energético. Suponiendo una superficie igual en planta cuadrada como en forma de L se reducirá en un 8% el consumo energético en una planta cuadrada, respecto a la forma en L.

En cuanto a la orientación, se debe tener en cuenta que, siguiendo criterios pedagógicos, una buena orientación será la sureste sobre todo los espacios de uso continuo como aulas, espacios

polivalentes o comedor, para así poder iluminar el espacio interior al máximo posible y proporcionar una luz cálida y cambiante. También, será recomendable proyectar espacios que no necesiten mucha luz en la cara norte, como por ejemplo aseos o la cocina.

Un edificio cuadrado que tenga ventanas en todas sus orientaciones nunca tendrá una orientación óptima para todas las estancias. En el caso de que el edificio solo presente huecos de ventanas en una de sus fachadas, la mejor orientación será la orientación sur debido a que nos situamos en el régimen mediterráneo del hemisferio norte y tendremos un mayor índice de radiación solar que se podrá reducir en las épocas de mayor calor con protecciones solares adecuadas horizontales

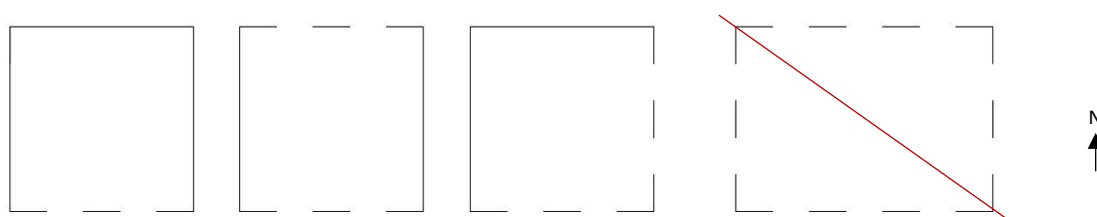


Fig.25 Diagramas representativos de posibles orientaciones de huecos de ventana (Elaboración propia)

Cuando el edificio necesite abrir huecos en dos fachadas, para optimizar la ventilación y ahorro energético se deberán colocar antes en la fachada norte-sur que en la este-oeste para así facilitar que el aire interior circule de un espacio cálido a un espacio frío. Siempre y cuando se sitúen en la fachada norte las estancias húmedas o que no necesiten radiación solar excesiva como puede ser una ludoteca, gimnasio o zona de juegos y actividades.

En el caso que la escuela disponga de ventanas en dos fachadas adyacentes, siendo ésta la más recomendable ya que proporcionará un consumo menor de energía, los huecos se deberán situar en la fachada sur y este para aprovechar una máxima iluminación y los vientos predominantes del clima mediterráneo.

Cuando un edificio no es de planta cuadrada, para garantizar un menor consumo energético, si todas sus ventanas son uniformes en todo su perímetro, será recomendable colocar la mayor cantidad de ventanas orientadas a la fachada sur, abriendo un número menor de huecos a este y a norte, siendo recomendable mantener la fachada oeste lo más ciega posible.

Con todo esto, se resume, que tanto para edificios cuadrados o rectangulares, la orientación óptima para colocar el mayor número de huecos será la sur o sureste en el clima mediterráneo, ya que es una orientación más calurosa que la orientación norte, por lo que proporcionará espacios más cálidos y confortables y en el caso de épocas de calor, se colocarán protecciones solares para reducir la incidencia del sol.

Si se necesita abrir huecos de ventanas en diferentes orientaciones se deberá tener en cuenta las condiciones citadas anteriormente y evitar la apertura de huecos en todas las fachadas sin protección solar como en el caso de la escuela infantil La Monsina, ya que las pérdidas de calor y frío serán muy elevadas. Abrir huecos únicamente en fachadas este-oeste, este-norte, oeste-norte o norte puro, deberá evitarse, debido a que no se aprovechará adecuadamente la radiación solar y surgirán un mayor número de pérdidas de calor en invierno y estancias sobrecalentadas en verano.

5.3. Envolvente del edificio y particiones interiores

La envolvente exterior, la componen elementos como muros, ventanas, puertas y cubiertas que ofrecen protección frente a las pérdidas o ganancias energéticas a lo largo de la vida útil del edificio. Para evitar que se produzcan estas pérdidas o ganancias y tener un cerramiento óptimo, éste deberá proporcionar buena estanqueidad al agua y al aire para así evitar posibles filtraciones, proporcionar estabilidad y aislar térmica y acústicamente evitando posibles puentes térmicos.

Los puentes térmicos se producen principalmente por la interrupción del material aislante térmico. El calor puede traspasar de un espacio interior acondicionado a un espacio exterior y viceversa. El aire puede filtrarse por las ventanas, dinteles, puertas, tuberías y cables que atraviesan el edificio. Para evitar las posibles filtraciones de aire y puentes térmicos la envolvente térmica deberá ser lo más estanca posible y deberán estar bien selladas todas aquellas uniones en contacto con el exterior.

La inercia térmica, es la propiedad de los materiales para almacenar calor y en la mayoría de los casos, para enlentecer el paso de la energía, a su través, en función del tiempo. Un edificio compuesto con materiales de elevado calor específico necesitará grandes cantidades de energía para elevar su temperatura interior en la misma cantidad de tiempo. Para tener fachadas con mucha inercia térmica se necesitará materiales de cierto espesor y baja conductividad térmica. Sin embargo, no todas las construcciones necesitan fachadas compuestas por materiales de mucha inercia térmica, como es el caso de las escuelas infantiles, ya que no se logrará calentar el interior del edificio hasta casi el momento del cierre de éste. Por tanto, para evitar que el cerramiento acumule energía deberá estar compuesto por materiales de poca inercia térmica y bajo calor específico.

Por tanto, necesitaremos cerramientos aislados térmicamente, con baja capacidad de acumular energía.

Se deberá construir principalmente en seco, ya que este tipo de construcción genera menor cantidad de residuos, proporcionando así una construcción sostenible. Se ha diseñado por ello, una serie de soluciones constructivas con poca inercia térmica realizadas mayoritariamente en seco.

Algunas soluciones cuentan con acabado y aislante exterior, un elemento estructural que soporte las cargas suficientes del edificio y un material aislante con su acabado interior. En el caso de colocar un único aislante, será más recomendable colocarlo en la cara interior para evitar mayores pérdidas de energía.

A continuación, se muestran 100 materiales sostenibles adecuados para utilizar en los cerramientos de las escuelas. Como se ha comentado anteriormente, para realizar una envolvente óptima, se deberán escoger materiales que tengan poca inercia térmica y capacidad calórica y mayoritariamente que se construyan en seco.

Material	Lambda W/mK	Densidad kg/m3	Calor específico J/m2K
Ytong - Fábrica de bloques densidad 350 kg/m3	0,09	350	1000
Ytong - Fábrica de bloques densidad 400 kg/m3	0,1	400	1000
Ytong - Fábrica de bloques densidad 500 kg/m3	0,125	500	1000
Ytong - Fábrica de bloques densidad 550 kg/m3	0,14	550	1000
Ytong - Placas de cubierta densidad 500 kg/m3	0,13	500	1000
Ytong - Placas de forjado/cubierta densidad 600 kg/m3	0,16	600	1000
Aislantes - EPS I	0,04	30	1500
Aislantes - EPS II	0,035	20	1500
Aislantes - Lana mineral I	0,045	40	1500
Aislantes - Lana mineral II	0,04	30	1500
Aislantes - Lana mineral III	0,035	20	1500
Aislantes - Panel vidrio celular	0,05	110	1500
Aislantes - PUR I	0,027	30	1500
Aislantes - PUR II	0,035	30	1500
Aislantes - XPS I	0,04	25	1500
Aislantes - XPS II	0,035	25	1500
Aislantes - XPS III	0,03	25	1500
Cerámico - Azulejo	1,3	840	1000
Cerámico - Gres	2,3	1000	1000
Corcho - Placas de corcho	0,065	400	1300
Fábrica - Bloque cerámico arcilla aligerada espesor	0,42	1080	1000
Fábrica - Bloques hormigón áridos ligeros macizo	0,32	1000	1000
Fábrica - Bloques hormigón áridos ligeros perforado	0,47	1000	1000
Fábrica - Bloques hormigón convencional	0,92	1100	1000
Fábrica - Ladrillo hueco LH	0,43	930	1000
Fábrica - Ladrillo hueco LH gran formato	0,22	630	1000
Fábrica - Ladrillo macizo LM	1	2100	1000
Fábrica - Ladrillo perforado LP	0,57	1100	1000
Fábrica - Teja de arcilla cocida	1	2000	1000
Hormigón armado	2,3	2400	1000
Hormigón con áridos ligeros	1,35	1800	1000
Hormigón en masa	1,65	2400	1000
Madera - Tablero contrachapado	0,15	800	2100
Madera conífera	0,15	600	2100
Madera frondosa	0,18	800	2100
Mortero de áridos ligeros	0,41	900	1000
Mortero de cemento (>2000 kg/m3)	1,8	2100	1000
Mortero de cemento (1000-1250 kg/m3)	0,55	1125	1000
Mortero de cemento (1250-1450 kg/m3)	0,7	1350	1000
Mortero de cemento (1450-1600 kg/m3)	0,8	1525	1000
Mortero de cemento (1600-1800 kg/m3)	1	1700	1000
Mortero de cemento (1800-2000 kg/m3)	1,3	1900	1000
Mortero de cemento (500-750 kg/m3)	0,3	625	1000
Mortero de cemento (750-1000 kg/m3)	0,4	875	1000
Yeso	0,43	1200	1000
Yeso - enlucido	0,57	1200	1000
Yeso - PYL	0,25	900	1000

Fig.26 Tabla resumen datos técnicos materiales sostenibles (Obtenido de la asignatura criterios bioclimáticos)

5.3.1 Fachadas

Solución 1 (Exterior-Interior) CERRAMIENTOS ULMA

- I. Placa de hormigón polímero 1,4cm
- II. Cámara de aire
- III. Lámina termo reflectante
- IV. Aislante lana mineral de 9,4cm
- V. Dos paneles de yeso laminado de 1,2cm cada uno, es decir un total de 1,4cm
- VI. Aislante lana mineral de 4,5cm
- VII. Acabado interior de yeso laminado 2,4cm

A continuación, se muestra unos cálculos realizados mediante un documento Excel elaborado por el profesorado de la Unidad Docente de Física Aplicada, donde se reflejan los diferentes materiales y los resultados obtenidos en cuanto a desfase y la transmitancia térmica. Se observa que tanto el desfase como la transmitancia obtenidos son valores mínimos, por lo que será adecuado este cerramiento para edificios de uso diurno como las escuelas infantiles.

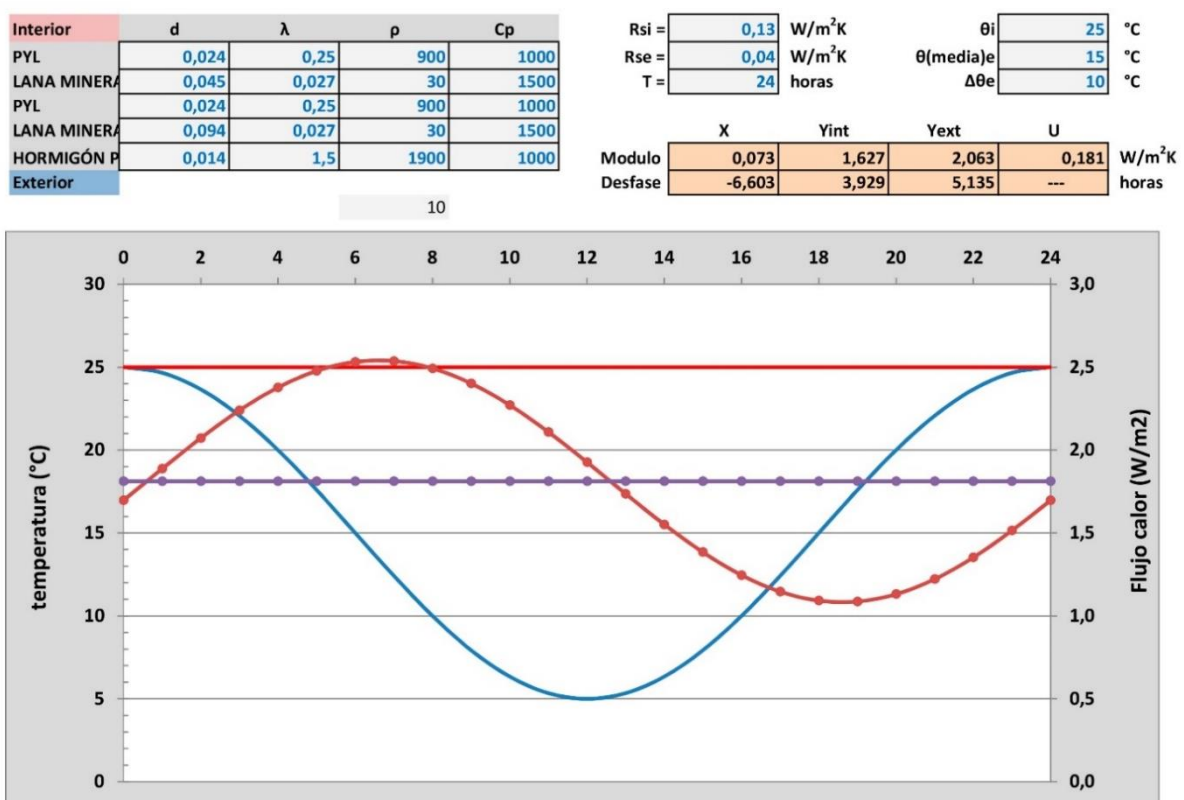


Fig.27 Cálculo transmitancia de cerramiento (Excel – Departamento física aplicada)

▪ Solución 2 (Exterior-Interior)

- I. Placa de madera natural PARKLEX de 1,2cm sujeta mediante estructura auxiliar de montantes
- II. Placas de corcho con un espesor total de 4 cm
- III. Bloque Ytong de 15 cm de espesor
- IV. Placas de corcho con un espesor total de 4 cm
- V. Placa de yeso laminado 1,2cm

Como se puede observar, la solución prefabricada anterior presenta un desfase negativo de 6,603horas comparado con un desfase positivo de 9,629 de la solución con madera natural. A su vez, esta solución nos muestra una mayor transmitancia térmica por lo que desde el punto de vista energético, la primera solución será la óptima, aunque desde el punto de vista de sostenibilidad y salud la última solución sería mejor. Por tanto, ambas soluciones podrían ser válidas

Interior	d	λ	ρ	Cp
PYL	0,012	0,25	900	1000
PLACA CORCH	0,04	0,065	400	1300
BLOQUE YTON	0,15	0,09	350	1300
PLACA CORCH	0,08	0,065	400	1300
PLACA MADE	0,012	0,15	600	2100
Exterior				

Rsi =	0,13	W/m ² K	θi	25	°C
Rse =	0,04	W/m ² K	θ(media)e	15	°C
T =	24	horas	Δθe	10	°C

	X	Yint	Yext	U	
Modulo	0,037	1,771	2,152	0,262	W/m ² K
Desfase	9,629	2,978	3,598	---	horas

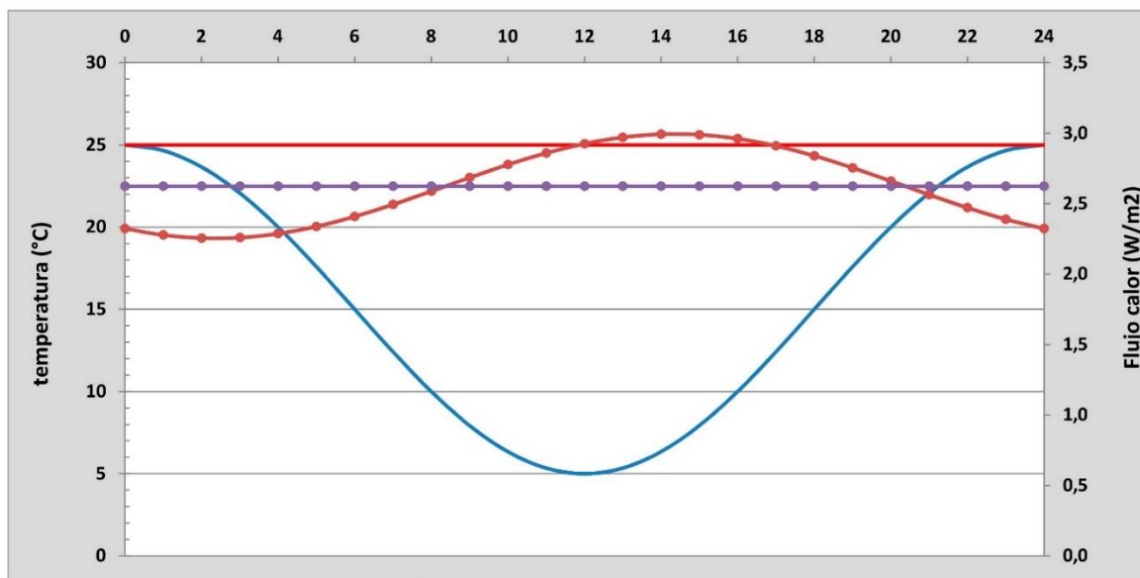
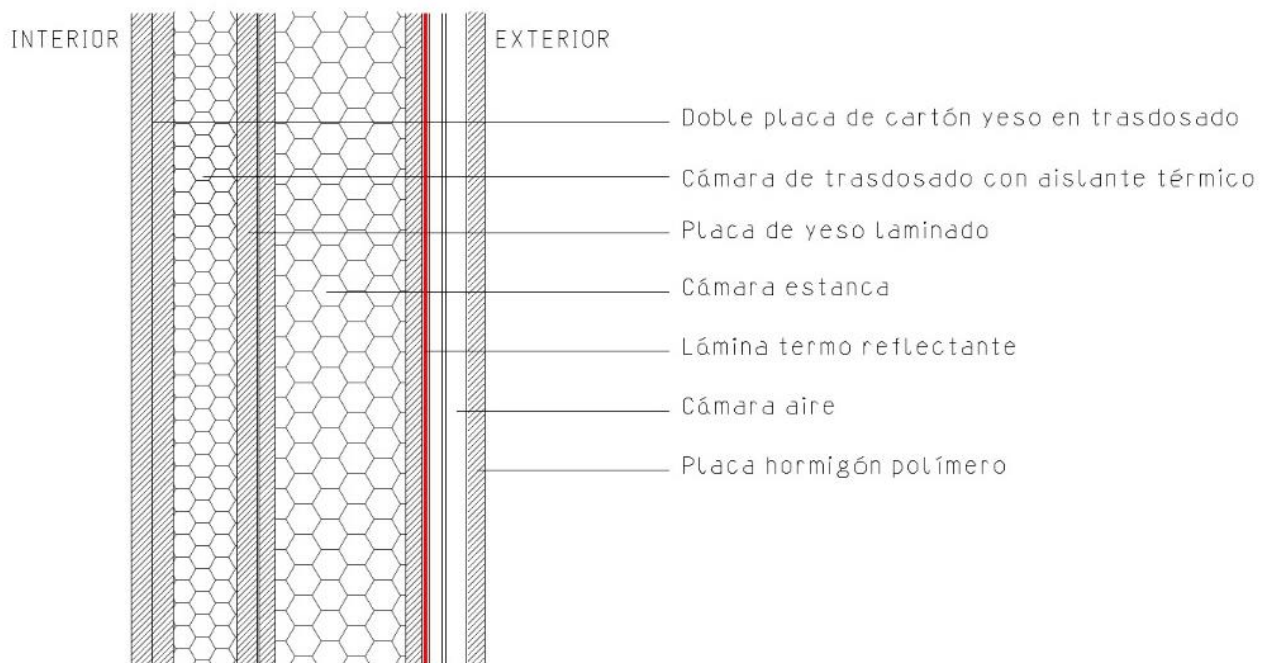


Fig.28 Cálculo transmitancia de cerramiento (Excel – Departamento física aplicada)

Solución 1 de fachada



Solución 2 de fachada

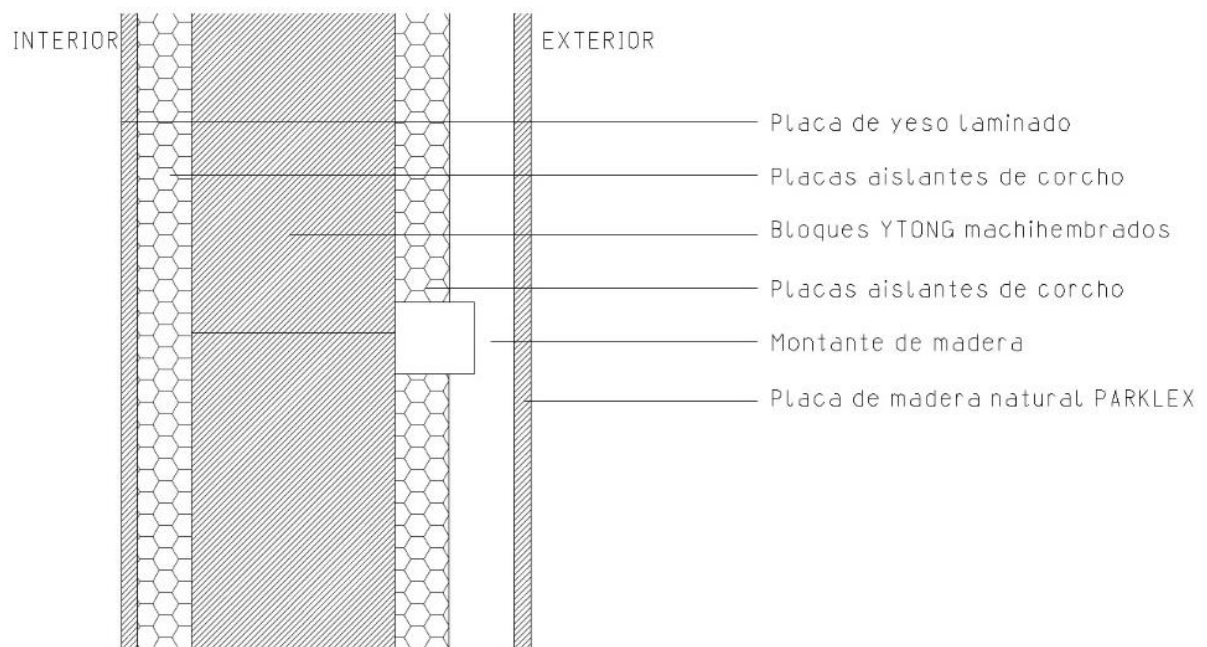


Fig.29 Posibles soluciones constructivas de izquierda a derecha: Interior-Exterior (Elaboración propia)

5.3.2 Cubierta

Las cubiertas son una parte muy importante de la envolvente para reducir las pérdidas de calor en invierno y el sobrecalentamiento en verano. Una solución óptima frente a esto y además ecológica y sostenible sería la cubierta vegetal sobre un forjado ligero de vigas de madera.

- Ventajas de cubiertas vegetales:

- I. Reduce el efecto de isla de calor durante las épocas más calurosas:

No acumula calor por lo que el desprendimiento de calor hacia el interior será notablemente más bajo que una cubierta no vegetal. Un techo con acabado asfáltico, por ejemplo, presenta un albedo, es decir la cantidad de energía reflejada, de 8 % y una cubierta vegetal, está en torno al 25%, por lo que estas tienen una mayor capacidad de reflexión. A su vez, debido a la vegetación, la cubierta transpira, absorbiendo la humedad de la tierra y expulsándolo en forma de vapor de agua. Por tanto, las cubiertas vegetales alcanzan unas temperaturas inferiores que una cubierta convencional, pudiéndose alcanzar una temperatura de 70 grados en una cubierta de asfalto y en una cubierta verde, entorno a los 25 grados.

- II. Aumenta el aislamiento térmico y acústico debido al sustrato y las plantas

- III. Mayor protección frente a la lámina impermeable

- IV. Eficacia mayor de los paneles solares debido a la temperatura inferior que se acumula en cubierta

- V. Posibilidad de acumular agua de lluvia

- Solución cubierta vegetal

Una cubierta vegetal puede ser extensivas, semi-intensivas e intensivas dependiendo de la altura del sustrato y la vegetación que se le quiere poner. Una cubierta intensiva, aportará mejores resultados que la extensiva debido al porcentaje mayor de vegetación presente.

- I. **Cubierta vegetal extensiva**

Tendrá un sustrato de 7-15cm de espesor, proporcionando un efecto pradera y exige poco mantenimiento.

Vegetación: sédum tapizante

- II. **Cubierta vegetal semi-intensiva**

Tendrá un sustrato de 15-40cm de espesor, utilizando especies de plantas con mayor altura y mantenimiento, pudiendo ser transitable.

Vegetación: arbustos pequeños y plantas aromáticas

- III. **Cubierta vegetal intensiva**

Tendrá un sustrato de 50-100cm de espesor, utilizando especies de plantas ornamentales, arbustivas e incluso arbolado, será necesario un sistema de irrigación.

- Capas cubierta vegetal extensiva (Interior-Exterior)
 - I. Soporte estructural
 - II. Formación de pendientes con corcho 4cm de espesor
 - III. Barrera contravapor
 - IV. Aglomerado de corcho expandido 8cm de espesor
 - V. Impermeabilizante EPDM, capa geotextil y capa drenante
 - VI. Sustrato vegetal 10cm de espesor
 - VII. Vegetación tapizante

En los cálculos obtenidos por el programa de EXCEL, no se ha tenido en cuenta la transmitancia del soporte estructural, ni las láminas impermeables, geotextil y drenante, ya que el resultado variará mínimamente.

Si se coloca una cubierta vegetal en vez de extensiva, intensiva, obtendremos una transmitancia inferior. Siendo, la transmitancia de la cubierta intensiva entorno a los $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$, por lo que a mayor sustrato menor será su transmitancia térmica



Fig.30 Imagen cubierta ajardinada empresa SOCYR

Interior	d	λ	ρ	C_p					
Formación de	0,04	0,065	400	1300	$R_{si} =$	0,13	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\theta_i =$	25
Aglomerado c	0,08	0,036	120	1300	$R_{se} =$	0,04	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\theta(\text{media})_e =$	15
	1	1	1	1	$T =$	24	horas	$\Delta\theta_e =$	10
	1	1	1	1					
Sedum y sust	0,12	0,12	400	1424					
Exterior									

	X	Y_{int}	Y_{ext}	U	
Modulo	0,049	1,364	2,231	0,166	$\text{W/m}^2\text{K}$
Desfase	-11,269	3,281	2,784	---	horas

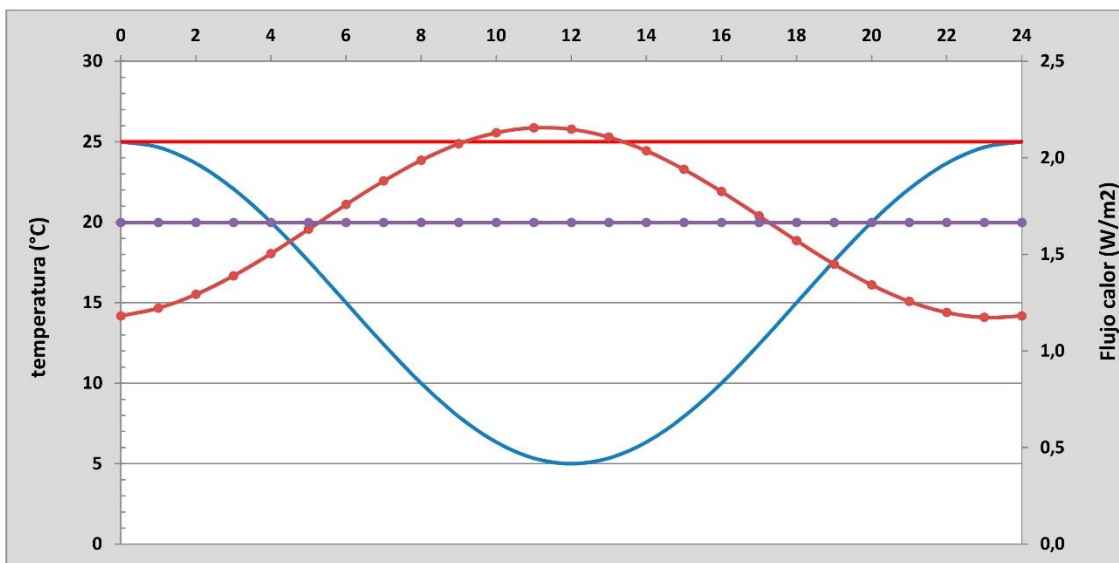


Fig.31 Cálculo transmitancia de cubierta vegetal tapizante (Excel – Departamento física aplicada)

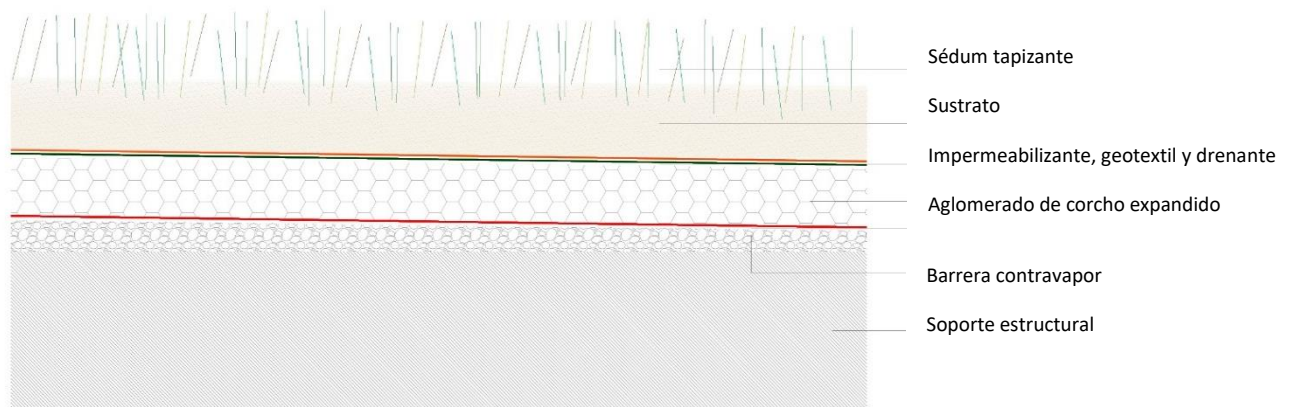


Fig.32 Esquema cubierta vegetal extensiva ecológica (Elaboración propia)

5.3.3 Suelo

Para finalizar con las envolventes, se deberá colocar un suelo con cierto calor específico como por ejemplo una piedra natural o un terrazo y debajo del mortero de agarre un aislante térmico, para que cuando el sol incida sobre los huecos acristalados caliente el suelo, retenga el calor y no pase al subsuelo y por tanto lo devuelva al ambiente en un corto espacio del tiempo.

Otro material que se podría utilizar en la superficie del suelo es el linóleo, siendo adecuado, sobre todo para posibles impactos del niño contra el suelo. Se presentan en diversos colores y estampados, por lo que podremos utilizar colores claros y dibujos divertidos para crear un ambiente más infantil, confortable y luminoso. El linóleo está compuesto por resinas naturales, aceite de linaza y materiales vegetales y de rápida renovación, por lo que presenta a su vez características de sostenibilidad.

El suelo deberá estar en las épocas de invierno lo más caliente posible, ya que los niños de la etapa preescolar pasan la mayor parte del tiempo en el mismo y suelos demasiado fríos podrían ser incómodos para ellos.

Por norma general, será más eficiente la colocación de radiadores de aluminio en vez de suelo radiante, sin embargo, la calefacción por el suelo es la más eficaz para el confort del niño si la escuela no es excesivamente grande, ya que mantiene la temperatura constante del suelo y la de la estancia, por lo que el niño estará con una temperatura adecuada cuando esté en contacto con el suelo. Para evitar un consumo excesivo, se podrán colocar placas solares que permitan el funcionamiento de éste. A continuación, se muestra una posible solución de suelo en contacto con el terreno y su transmitancia térmica que consta de:

- **Solución 1 (Exterior-Interior)**
 - I. Losa maciza de hormigón 25 cm de espesor e impermeabilizante
 - II. Placa de corcho aislante de 6 cm de espesor
 - III. Mortero de cemento de 10 cm de espesor y suelo radiante opcional
 - IV. Linóleo de 3 mm de espesor

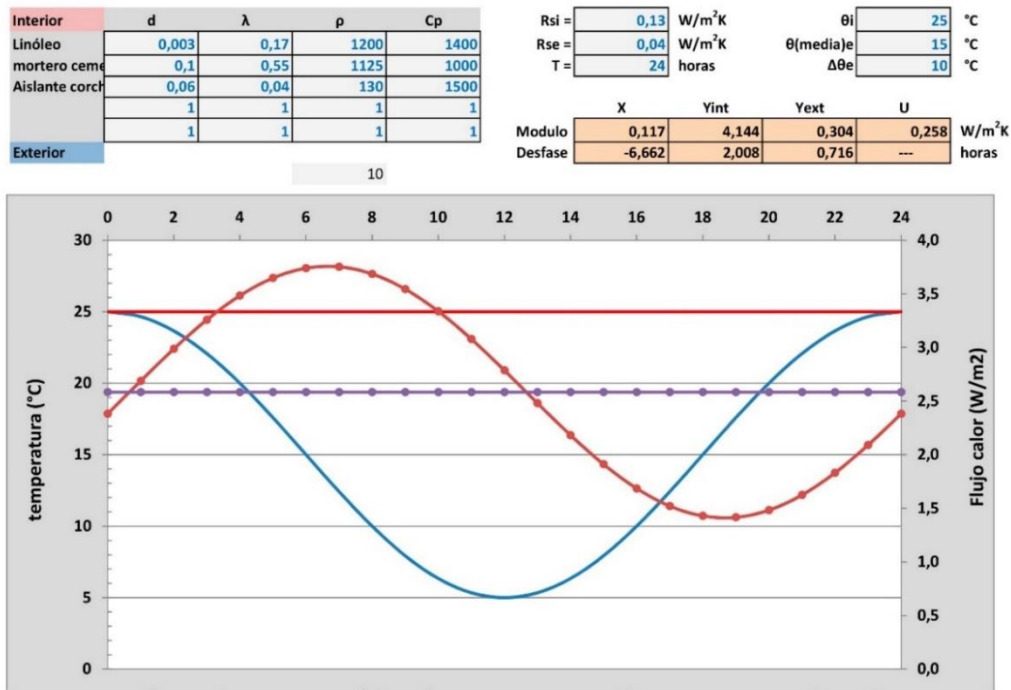


Fig.33 Cálculo transmitancia de solución suelo linóleo en contacto con el forjado (Excel – Departamento física aplicada)

▪ Solución 2 (Exterior-Interior)

- V. Losa maciza de hormigón 25 cm de espesor e impermeabilizante
- VI. Placa de corcho aislante de 6 cm de espesor
- VII. Mortero de cemento de 10 cm de espesor y suelo radiante opcional
- VIII. Roca metamórfica de 3 cm de espesor

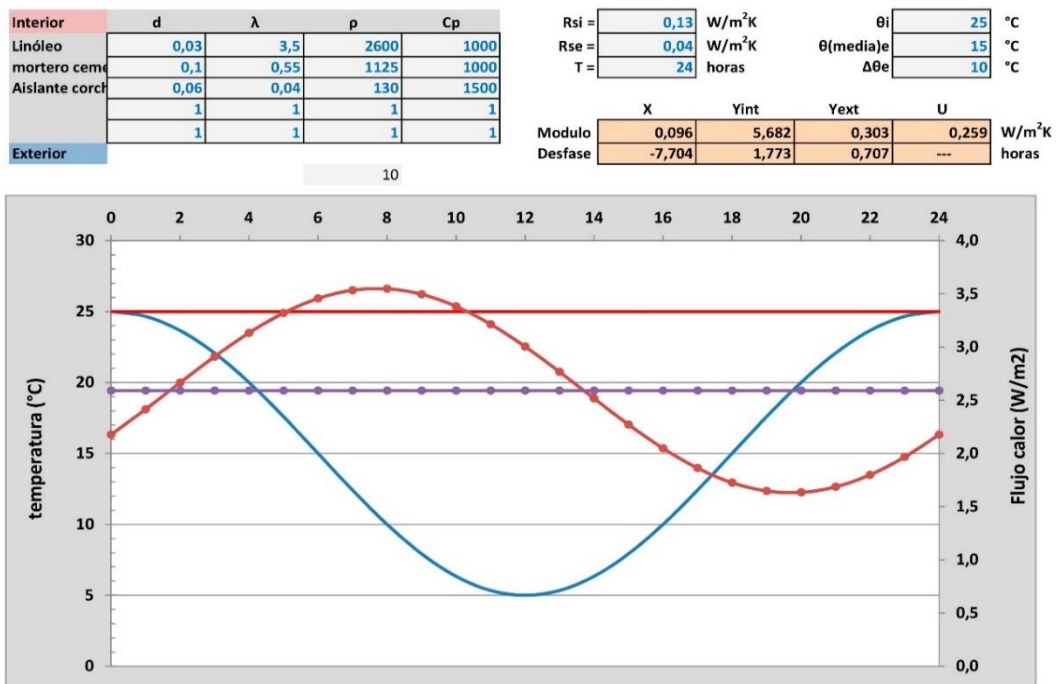


Fig.34 Cálculo transmitancia de solución suelo de mármol en contacto con el forjado (Excel – Departamento física aplicada)

Si se coloca una roca metamórfica de 3 cm de espesor con mucho calor específico, como por ejemplo el mármol, los valores de transmitancia y desfase horario, serán prácticamente similares a los del linóleo, por lo que ambas soluciones podrían ser adecuadas.

En los huecos de ventana se producen los mayores intercambios energéticos, por lo que este aspecto se debe tener muy en cuenta a la hora de proyectarlos. Los vidrios deberán colocarse, la mayor parte, preferiblemente a sur, protegidos adecuadamente mediante elementos horizontales. En cuanto al tipo de vidrio se puede elegir entre varios:

- **Vidrios reflectantes:** dejan pasar poca radiación solar y contaminan el entorno produciendo deslumbramientos en el exterior, por lo que no son nada adecuados para escuelas infantiles.
- **Vidrios absorbentes:** sobrecalientan el espacio interior, por lo que tampoco son muy adecuados para ello
- **Vidrios bajo emisivos:** emiten poca energía calorífica, es un vidrio muy aislante, por lo que la energía interior no se escapa y las filtraciones de aire si se sellan adecuadamente no se producen. Por ello son los más recomendables.

En cuanto a las particiones interiores se deberá construir en seco y reducir los deshechos producidos. Una solución óptima será una tabiquería de Fermacell, que estará compuesta por dos paneles sujetos a montantes y entre ellos un aislante térmico y acústico. Esta tabiquería no contiene formaldehído, por lo que es un material a su vez saludable. Los paneles podrán ser de madera, yeso o metálicos colocando siempre que sea posible superficies claras para aumentar la luminancia interior y por tanto el rendimiento académico.

Los materiales utilizados en el interior de las escuelas, sobre todo en las aulas, deberán tener en su mayoría colores claros, para así, aumentar la iluminación natural y reducir el consumo energético. Los suelos y muebles reflectantes también pueden contribuir a ello. A continuación, se muestra una lista de materiales utilizados actualmente y sus respectivas reflectancias lumínicas. Se han obtenido del libro Arquitectura ecológica de Francis D K Ching.

Hormigón	Reflectancia %
Negro pulido	0
Gris pulido	20
Claro pulido	60
Pavimento de hormigón reflectante	66-93

Mobiliario	Reflectancia %
Escritorio lacado gris	63
Tablón anuncios corcho	10
Tejido gris	51
Encimeras	4-85

Paredes	Reflectancia %
Paneles oscuros	10
Estopa	10
Contrachapado	30
Falsos techos	Reflectancia %
Piezas convencionales	76-80
Piezas de alta reflectancia	90

Pinturas	Reflectancia %
Blanco de alta reflectancia	90
Blanco convencional	70-80
Crema claro	70-80
Amarillo claro	55-65
Verde claro	53
Verde	49
Azul intermedio	49
Amarillo intermedio	47
Naranja intermedio	42
Verde intermedio	41
Rojo intermedio	20
Marrón intermedio	16
Gris azulado oscuro	16
Marrón oscuro	12

Maderas	Reflectancia %
Arce	54
Chopo	52
Pino blanco	51
Pino rojo	49
Pino de california	38
Abedul	35
Haya	26
Roble	23
Cerezo	20

Moquetas	Reflectancia %
Oscura	2-5
Linóleo	Reflectancia %
Blanco	54-59
Negro	0-9

Un edificio con superficies interiores reflectantes requerirá un 11 % menos de iluminación artificial que un edificio que cuente con superficies de reflectancia convencional, por lo que mayores niveles de reflectancia logran ahorros más significativos. La solución en si no es tener todas las superficies interiores reflectantes, si no evitar los materiales absorbentes y poco reflectantes.

Por tanto, las soluciones optimas en cuanto a luminancia natural podrán contener los siguientes acabados:

- **Paredes interiores:** podrán tener pinturas de colores claros evitando los colores oscuros y mates como verde, azul negro o rojo e incluso acabados de madera como arce o chopo.
- **Pavimentos:** los pavimentos podrán ser de linóleo claro, un material muy adecuado en escuelas infantiles debido a su resistencia, amortiguación de golpes y fácil de quitar en caso de suelo dañado. Aunque el pavimento de hormigón reflectante tiene una mayor reflectancia, este no será del todo muy adecuado ya que es un pavimento muy rígido y frío para una etapa infantil, donde los niños prácticamente están todo el rato en contacto con el suelo. Las moquetas en si también amortiguan golpes, pero es un material que almacena mucha suciedad y si es de color oscuro no favorece la iluminación de la estancia.
- **Falsos techos:** para la colocación de falsos techos será recomendable usar piezas de alta reflectancia.
- **Oscurecimiento de ventanas:** será más recomendable el uso de pantallas reflectantes en vez del uso de cortinas y tapices oscuros, en el caso que se quiera obtener una estancia más oscura para favorecer el sueño del niño, se colocaran cortinas o un store oscuro para evitar la incidencia del sol

A su vez, todos los materiales y acabados utilizados deberán estar libres de tóxicos, sustancias que puedan desprenderse fácilmente o que creen campos magnéticos.

5.4. Radiación solar y sistemas de protección solar

Se deberán abrir huecos mayoritariamente en orientaciones sureste o sur para proporcionar una adecuada ventilación e iluminación y captación de energía. La fachada orientada a sur es la que más radiación solar óptima recibirá tanto en los meses de invierno como en los meses de verano, pero ésta deberá estar correctamente protegida para evitar los espacios sobrecalentados, en las condiciones de verano.

Se deberán colocar elementos de protección, horizontales, para reducir las ganancias solares en verano y consecuentemente, la necesidad de energía para refrigeración. Si se diseñan correctamente, no obstaculizarán el sol de invierno cuando dichas ganancias solares sean útiles. Para el dimensionamiento óptimo de los elementos de protección solar horizontal, se podrá utilizar la carta solar, obteniendo con ella, las dimensiones exactas de voladizo para impedir la radiación solar en verano y facilitarla en invierno, en un determinado periodo del día y en un determinado periodo estacional.

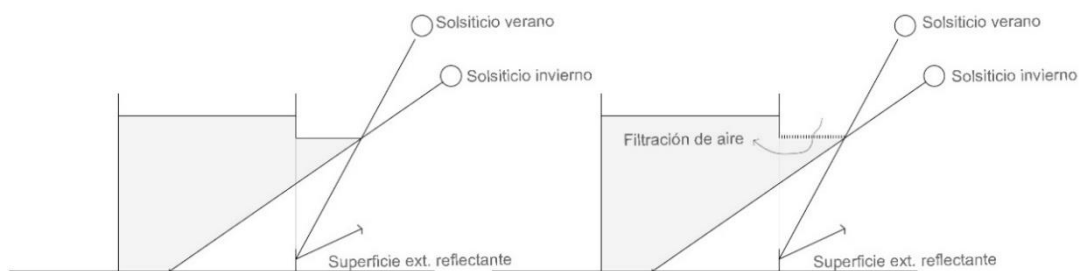


Fig.35 Esquema de solsticio (Elaboración propia)

A continuación, se muestran algunas medidas estándar de ventanas Technal orientadas a sur, suroeste y la longitud de estas para una latitud de 40° desde las 8 horas de cálculo hasta las 16 horas de cálculo para los meses del 23 de septiembre al 21 de marzo.

- **Orientación sur (8h de cálculo, 10h reales y 16h de cálculo, 18h reales) (Fig.36)**

Para un hueco de medidas 2,1 x 1,2 m (A) se necesitará un voladizo de 1,93m y para cubrir la incidencia del sol lateralmente se prolongará 4,56 m desde el vértice final del hueco, obteniendo un voladizo total de 10,31 m.

Para un hueco superior de 2,15 x 1,65 m (B) se necesitará un voladizo de 1,98m y para cubrir la incidencia del sol lateralmente se prolongará 4,67 m desde el vértice final del hueco, por lo que obtendremos un voladizo total de 10,98 m.

Para un hueco más cuadrado de 2,19 x 2,5m (C) se necesitará un voladizo de 1,98m y para cubrir la incidencia del sol lateralmente se prolongará 4,67 m desde el vértice final del hueco, por lo que obtendremos un voladizo total de 10,98 m.

- **Orientación sur (12h de cálculo, 14h reales) (Fig.37)**

Para un hueco de medidas 2,1 x 1,2 m (A') se necesitará un voladizo de 1,35m y para cubrir la incidencia del sol lateralmente se prolongará 1,13 m desde el vértice final del hueco, obteniendo un voladizo total de 3,46 m.

Para un hueco superior de $2,15 \times 1,65$ m (B') se necesitará un voladizo de $1,38$ m y para cubrir la incidencia del sol lateralmente se prolongará $1,16$ m desde el vértice final del hueco, por lo que obtendremos un voladizo total de $3,96$ m.

Para un hueco más cuadrado de $2,19 \times 2,5$ m (C') se necesitará un voladizo de $1,41$ m y para cubrir la incidencia del sol lateralmente se prolongará $1,18$ m desde el vértice final del hueco, por lo que obtendremos un voladizo total de $4,87$ m.

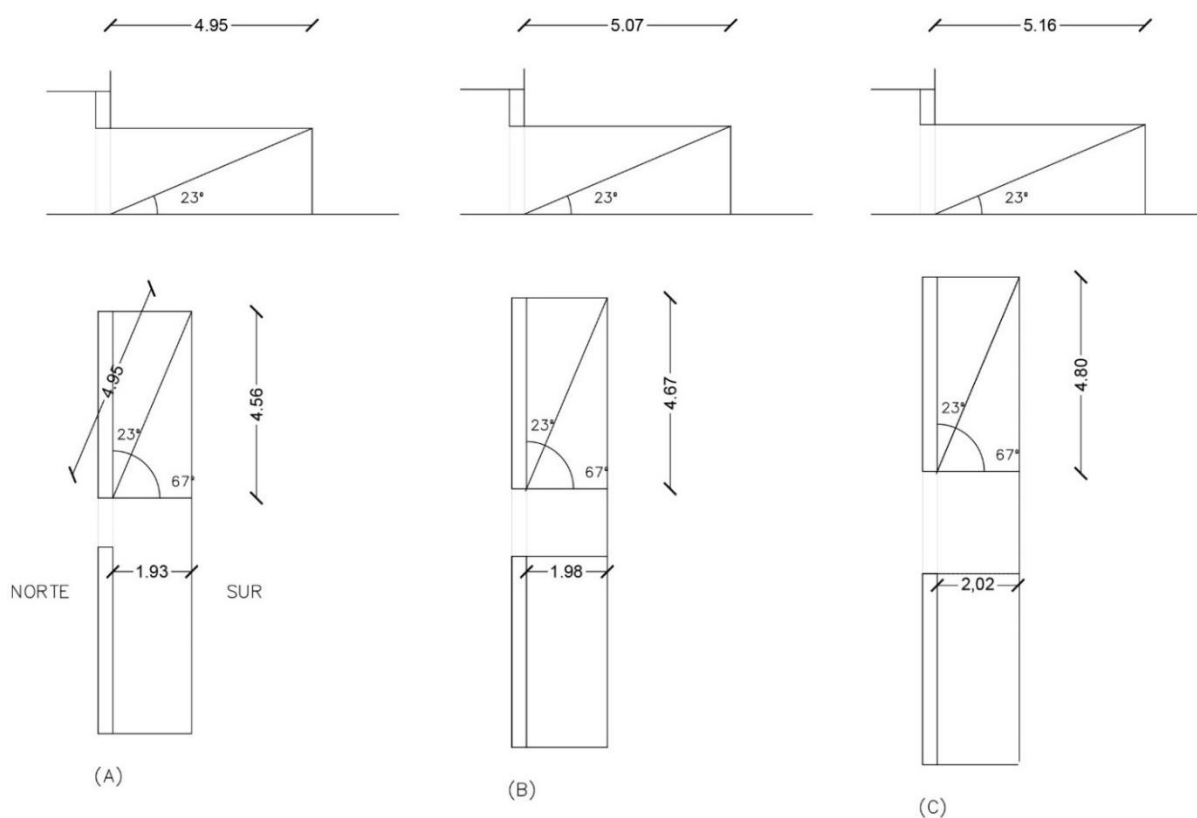


Fig.36 Longitud de voladizo orientación sur 8h y 16h de cálculo ventanas estándares

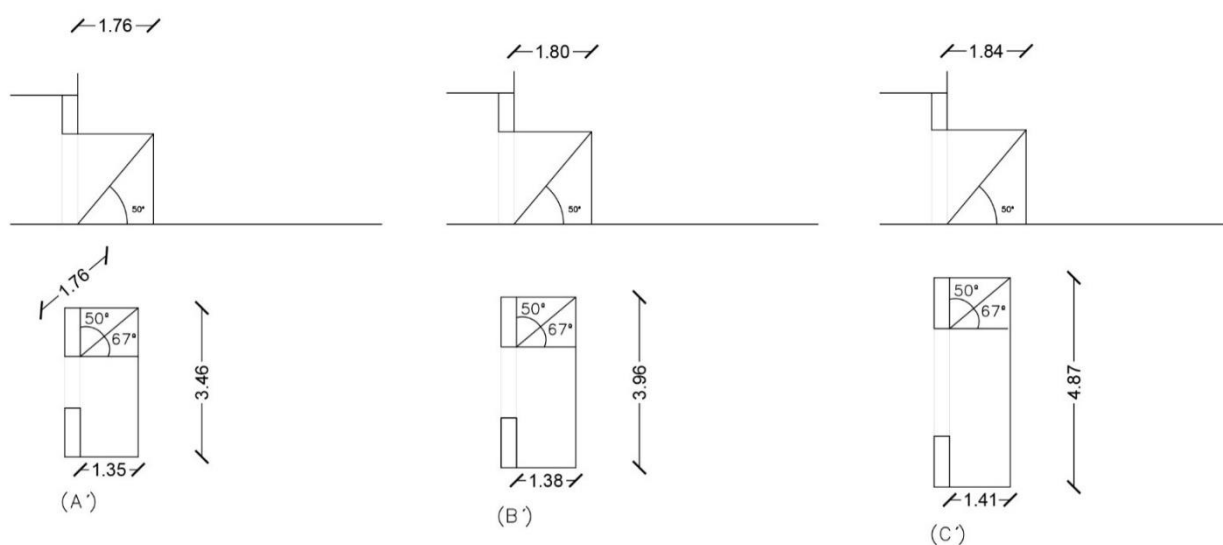


Fig.37 Longitud de voladizo orientación sur 12h de cálculo ventanas estándares

- **Orientación suroeste (8h de cálculo, 10h reales y 16h de cálculo, 18h reales) (Fig.38)**

Para un hueco de medidas 2,1 x 1.2 m (A) se necesitará un voladizo cuadrado de 4,05m medido desde el último eje del hueco de la ventana para cubrir la incidencia solar de la orientación sur.

Para un hueco superior de 2,15 x 1,65 m (B) se necesitará un voladizo de 4,54m x 4,12m. El ancho del voladizo se medirá desde el último eje del hueco de la ventana para cubrir la incidencia solar de la orientación sur.

Para un hueco más cuadrado de 2,19 x 2,5m (C) se necesitará un voladizo de 5,45m x 4,20. El ancho del voladizo se medirá desde el último eje del hueco de la ventana para cubrir la incidencia solar de la orientación sur.

Como se puede observar para una orientación suroeste simétrica a una orientación sureste, obtendremos un voladizo con menor superficie que un voladizo orientado a sur y con proporciones más cuadradas.

- **Orientación suroeste (12h de cálculo, 14h reales) (Fig.39)**

Para un hueco de medidas 2,1 x 1.2 m (A') se necesitará un voladizo de 2,20m x 1,52m

Para un hueco superior de 2,15 x 1,65 m (B') se necesitará un voladizo 2,67m x 1,52m

Para un hueco más cuadrado de 2,19 x 2,5m (C') se necesitará un voladizo de 3,54m x 1,48m

Como se puede observar un horario donde el ángulo de radiación solar presenta una inclinación de 50º, superior a los 23º de la orientación sur, necesitará un voladizo de menores dimensiones. Para dimensionar el voladizo óptimo que reduzca la máxima incidencia solar en verano, se deberá tener en cuenta el que presente un ángulo menor.

- **Orientación este y oeste**

En el caso de que se abran huecos de ventana en las fachadas este y oeste las protecciones solares horizontales no serán las más recomendadas, ya que el sol filtrará molestando y deslumbrando los espacios interiores. Por tanto, se deberán colocar lamas verticales separadas ligeramente de la fachada para así además aumentar la ventilación y reducir el sobrecalentamiento de la fachada.

Aunque se pueden abrir huecos a oeste con sus respectivas protecciones, siempre que se pueda se deberá dejar esta fachada ciega, ya que aporta un sol tardío y muy molesto para la concentración y el descanso del niño.

- **Orientación norte**

Si se abren huecos a norte, deberán ser mínimos, ya que apenas aportan iluminación y sobrecalientan los espacios en las épocas de verano a primera y última hora de la tarde, por lo que en estas orientaciones se deberán colocar zonas de cocción y alimentos, aseos o espacios multifuncionales de juego y actividad o para ventilar espacios.

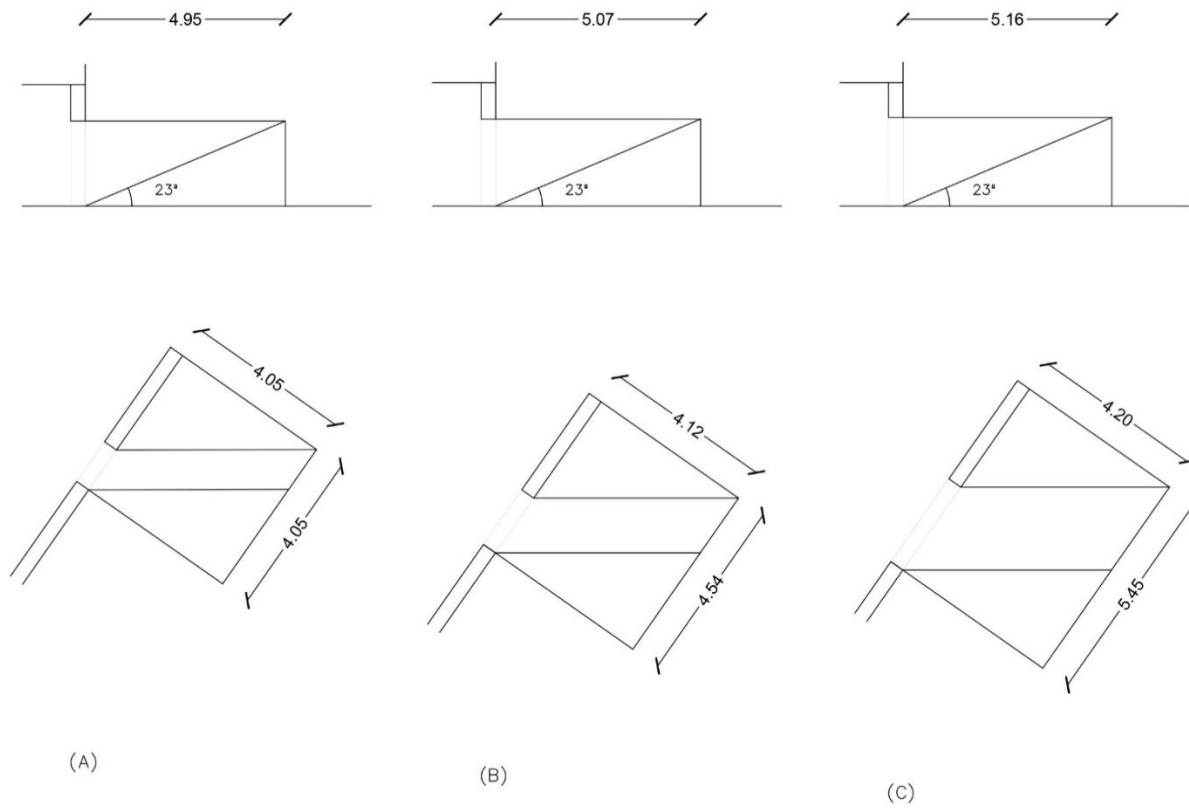


Fig.38 Longitud de voladizo orientación suroeste 8h y 16h de cálculo ventanas estándares

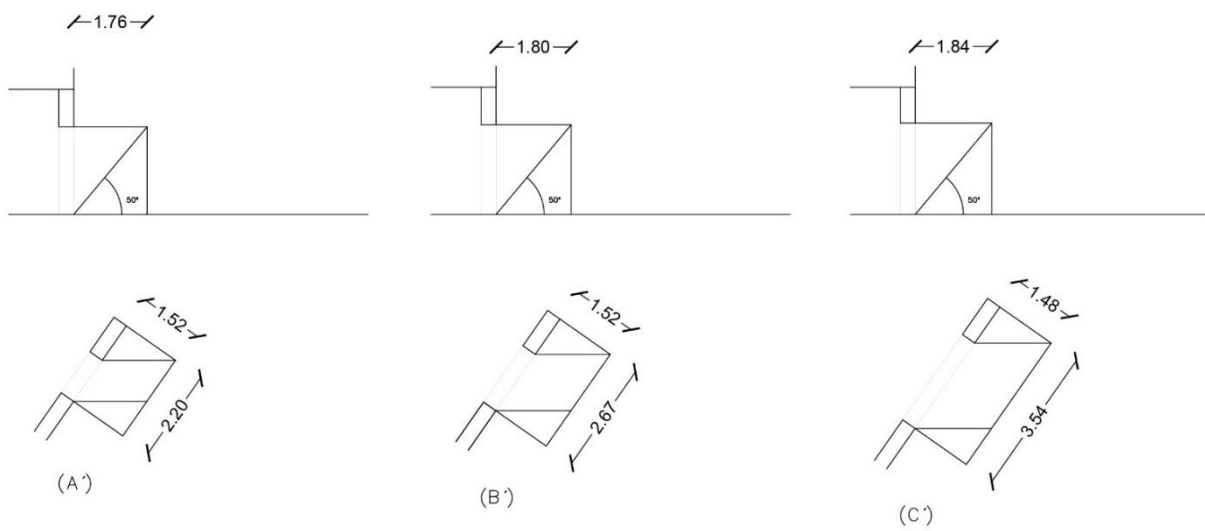


Fig.39 Longitud de voladizo orientación suroeste 12h de cálculo ventanas estándares

5.5. Ventilación natural pasiva

Para un diseño óptimo de sistemas de ventilación, se deberán tener en cuenta una serie de aspectos como la orientación del edificio y la ventilación natural. Todos los espacios de una escuela infantil deberán estar bien ventilados para proporcionar un aire fresco y renovado y así evitar posibles problemas de salud, salubridad e higiene.

Por tanto, para lograr una ventilación pasiva y óptima en las escuelas de clima mediterráneo, se deberán seguir los siguientes estándares:

5.5.1. Sistemas de ventilación cruzada:

La ventilación cruzada consiste en abrir huecos de ventanas opuestas o adyacentes para producir una entrada y salida de aire. El aire caliente sube, por lo que habrá que colocar sistemas de escape en la parte superior del muro.

- Efecto Venturi:

El efecto Venturi explica como un fluido en movimiento dentro de un conducto aumentará su velocidad disminuyendo su presión después de pasar por una zona de menor sección. Este fenómeno se produce por los cambios de presiones y temperaturas y se puede aplicar para ventilar las estancias interiores.

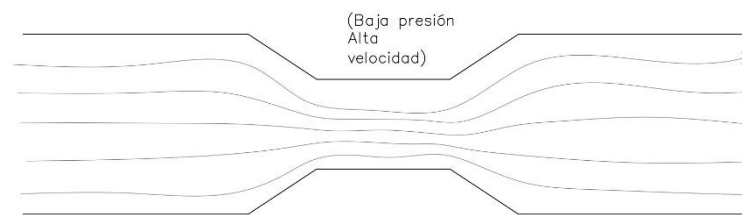


Fig.40 Diagrama efecto Venturi (Elaboración propia)

Por tanto, para poder aplicarlo, se deberán colocar huecos de diferentes tamaños para así modificar la velocidad del aire, colocando aberturas inferiores de entrada de aire, situadas en la zona de vientos dominantes con un tamaño de hueco mayor al de salida, por donde el aire se expulsará. Se producirá la succión de aire interior debido a la diferencia de presiones entre el aire exterior e interior de la escuela

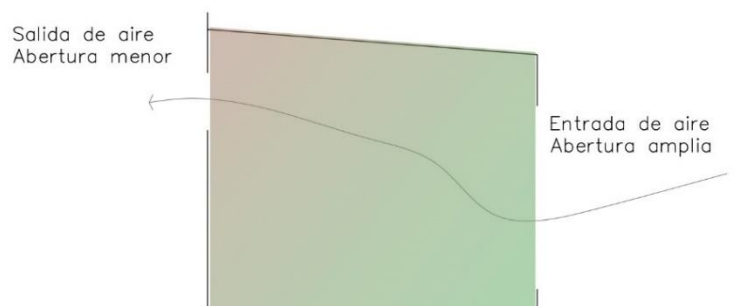


Fig.41 Diagrama efecto Venturi en ventilación cruzada (Elaboración propia)

- Efecto Chimenea:

Consiste en abrir unas aberturas en la fachada y en la cumbre de las estancias del edificio. En este caso será recomendable colocarlas en cada estancia de la escuela. El aire entrará por los huecos de ventana en fachada, este se calentará por la ocupación de las personas en las aulas, por lo que tendrá un peso específico menor y por tanto se elevará expulsándose por la cumbre o chimenea. El aire, al salir crea una ligera depresión por lo que la presión del aire en el interior es menor que en el exterior, provocando la entrada de aire desde el exterior con mayor velocidad.

Este será adecuado siempre y cuando en invierno se cierre la abertura de salida.

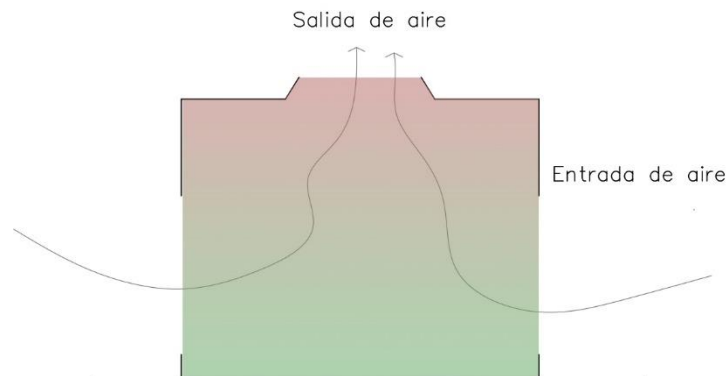


Fig.42 Diagrama efecto Chimenea en ventilación cruzada (Elaboración propia)

- Ventilación a través de un patio:

La ventilación mediante un patio ha sido un gran descubrimiento de la arquitectura tradicional en climas áridos, pudiendo generar ventilación incluso en épocas de calma. Para que un patio funcione eficazmente se deberán cultivar plantas e incluso que haya una fuente o estanque para refrescar y humedecer el ambiente sobre todo en el interior del territorio mediterráneo.

Las plantas presentan evaporación de agua, por lo que hará descender la temperatura del patio, creando una zona de altas presiones succionando el aire que se encuentra encima de él. Por tanto, se deberán abrir huecos de ventanas hacia el patio y a su vez que den al exterior para así producir una ventilación cruzada óptima aun cuando no existan corrientes de aire. El hueco de ventana de entrada de aire será de mayor tamaño que el de salida de aire para que ocurra llamado efecto Venturi.

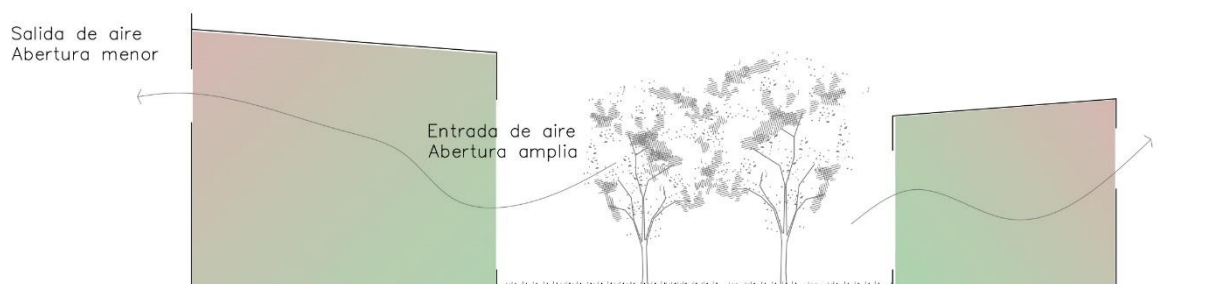


Fig.43 Diagrama ventilación cruzada a través de un patio (Elaboración propia)

A continuación se muestran posibles esquemas del movimiento del aire generados por la ventilación cruzada y los efectos de las posibles alteraciones de presión y velocidad del aire en diferentes casos:

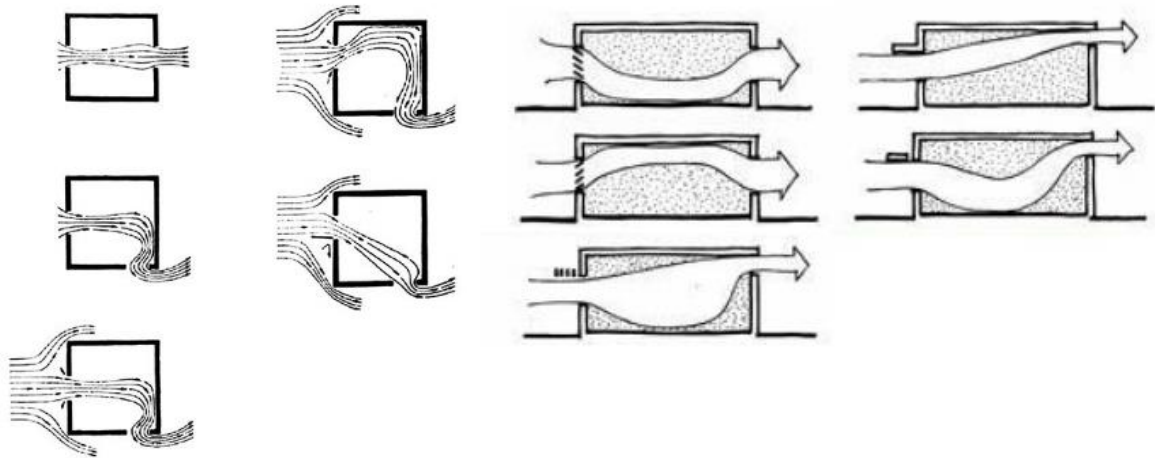


Fig.44 Esquemas ventilación cruzada (Tectónica 25)

5.5.2. Torres de viento:

Hay diversos tipos de torres de viento y se utilizarán para diferentes climas. El clima en el régimen mediterráneo presenta un clima más seco en el interior que en el exterior, por lo que se deberán colocar diferentes torres de viento.

- Torre de viento de paredes cruzadas (A):

Podrá funcionar correctamente en escuelas situadas tanto en la costa del mediterráneo como en el interior. Una buena posición de esta sería colocarla en el pasillo, para que la ventilación de las aulas se produzca por las puertas o ventanas interiores que a su vez iluminan y proporcionan vistas desde el interior del pasillo para poder controlar a los más pequeños desde todas las áreas.

La parte superior de la torre tendrá unas aberturas en los cuatro lados y paredes que se cruzan. El aire entrará por un lado de la torre y saldrá por el otro lado arrastrando el aire caliente acumulado en el aula.

- Torre de viento evaporativa (B):

Este sistema funcionará en climas con temperaturas más elevadas y secas, por lo que será adecuado colocarlas en el interior del área mediterránea.

Debido a la acumulación de radiación en el terreno, el aire a nivel del suelo estará con una temperatura mayor que a la altura de la cubierta.

La torre recoge aire fresco desde la zona más alta y donde circula a mayor velocidad. Este aire va descendiendo y enfriándose hasta llegar a la estancia, pudiendo colocar humidificadores para tener un ambiente menos seco.

En épocas de invierno, las aperturas de chimenea se cerrarán para evitar las pérdidas de calor.

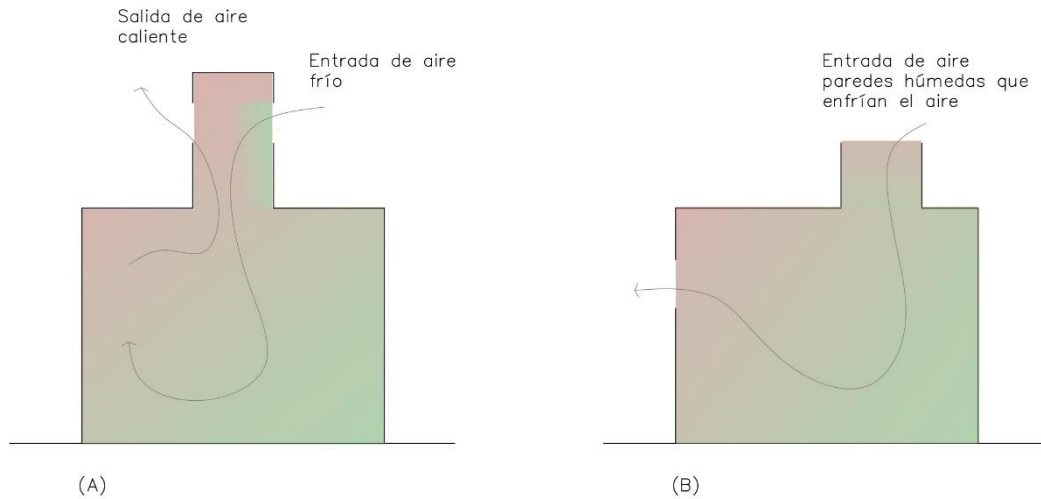


Fig.45 Esquemas ventilación mediante torres de viento (Elaboración propia)

5.5.3. Ventilación a través del subsuelo:

Una última forma para proporcionar aire fresco en las escuelas podría ser mediante la ventilación a través del subsuelo, que aprovecha la diferencia de temperaturas entre el aire y el interior del terreno. En el subsuelo, el aire siempre será más fresco que en el exterior.

Para ello se colocará a una profundidad de aproximadamente 2m una tubería que conecte el exterior con el interior de la escuela. estas tuberías de unos 10cm de diámetro serán de cobre o de cemento y permitirán la entrada de aire.

La entrada de aire se ubicará en una zona sombría y con vegetación como por ejemplo un patio, para así dejar pasar un aire más fresco. El aire fresco empujará al aire caliente y se situará en las zonas altas de la estancia, por lo que se colocará una abertura para expulsar el aire cálido acumulado.

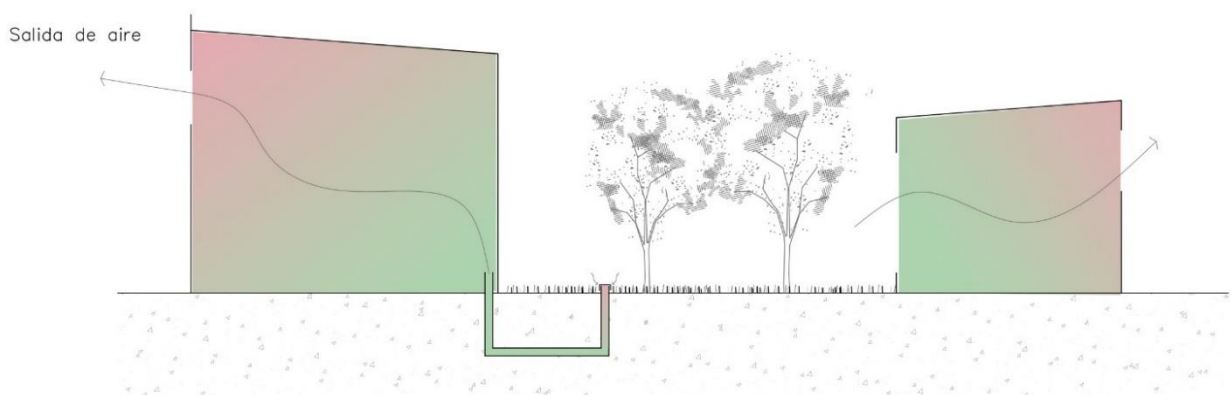


Fig.46 Diagrama ventilación cruzada a través del subsuelo (Elaboración propia)

CONCLUSIONES

6. Conclusiones

Con este trabajo se ha analizado una serie de escuelas infantiles y se han determinado una variedad de parámetros con el fin de poder construir escuelas infantiles saludables, confortables y con criterios bioclimáticos y sostenibles en el ámbito mediterráneo.

Por tanto, para un óptimo funcionamiento del edificio, se deberá tener en cuenta una serie de parámetros esenciales, tanto en su diseño como en su construcción.

Con la adecuada combinación de todos estos parámetros, obtendremos espacios confortables dentro de las escuelas infantiles, que evitarán posibles golpes de calor producidos por las altas temperaturas, en las condiciones de verano y espacios fríos y húmedos en las condiciones de invierno.

Tras analizar una serie de escuelas infantiles, se puede concluir que éstas, en general, no presentan unos estándares de funcionamiento energético adecuado, por lo que es necesario establecer unos parámetros básicos de diseño y construcción que satisfagan el confort de los usuarios en dichas escuelas infantiles.

A continuación, se muestra un resumen de todo esto:

❖ Escuela infantil La Monsina:

- Tiene una excesiva iluminación y radiación solar y no presenta sistemas de oscurecimiento de ventana para las horas de descanso del niño
- No existen protecciones solares adecuadas, por lo que tendrán espacios sobrecalentados desde los meses de marzo hasta octubre.
- Todas las fachadas son de vidrio por lo que tendrán unas pérdidas y ganancias de energía considerables.
- Existe ventilación cruzada mediante ventanas de tamaño reducido en la parte superior de los muros, por tanto, no se producirán succiones de viento suficientes para que fluya el aire con más rapidez.
- Las aulas se encuentran en diferentes orientaciones como Norte, Este y Oeste, todas ellas como se ha comentado sin protección solar adecuada, por lo que cada aula se encontrará en condiciones de confort y energía distintas. A su vez, las aulas a norte serán aulas más frías y oscuras en invierno y con una temperatura elevada a primera hora de la mañana en verano.
- Los despachos se encuentran a sur, orientación poco adecuada ya que son espacios poco utilizados y podrían haberse colocado en la fachada norte. Además, al no tener protecciones solares adecuadas, los espacios estarán sobrecalentados y será incómodo trabajar en ellos por el exceso de radiación solar introducida en ellos.
- El patio de juegos central presenta ligeras sombras producidas por la cubierta. Al estar envuelto entre fachadas de vidrio, no tener vegetación y ser un espacio pequeño, será difícil la circulación del aire.
- Por tanto, se puede concluir que La Monsina es una escuela estéticamente agradable con una iluminación aparentemente buena y con un premio en arquitectura en COACV, pero bioclimáticamente no funciona, por lo que el rendimiento y confort de los niños debería ser inadecuado.

❖ Escuela infantil en el centro Existente CEIP Vicente Blasco Ibañez

- Los espacios interiores se encuentran en orientaciones óptimas, siendo las aulas a sur toldos regulables horizontales y los despachos a norte.
- La iluminación en las aulas es óptima, pero no existen elementos para oscurecer las ventanas en las horas de descanso del niño.
- Todas las estancias incluidos los aseos están ventilados, por lo que se generan espacios con una buena renovación de aire.
- Aunque no hay mucha, existe vegetación cercana que proporciona sombra y espacios más frescos.
- Las protecciones solares a sur son adecuadas, pero en el resto de las orientaciones no lo son. En la fachada orientada a Oeste, existen protecciones solares horizontales, que deberían ser verticales para poderse proteger de la inclinación del sol. En la fachada norte, existen protecciones verticales y horizontales que son totalmente innecesarias.
- Por tanto, se puede concluir que esta escuela funciona energéticamente mejor que la escuela mencionada anteriormente y por consiguiente el rendimiento y confort del niño podría ser más adecuado. Presenta parámetros bioclimáticos adecuados, pero pueden ser mejorados.

❖ Escuela infantil de primer ciclo la Rambleta-Moncada

- Las aulas presentan huecos orientados de manera diferente, tres de ellos están orientados en la cara norte y los tres restantes en la cara sur, por lo que no todas las aulas tendrán la misma iluminación natural ni consumo energético.
- Existen protecciones solares en la fachada norte y sur, siendo innecesarias la instalación de estas en los huecos orientados a norte, ya que el sol apenas incidirá sobre ello.
- La vegetación es escasa y los patios son de dimensiones reducidas, por lo que la renovación de aire fresco será más complicada que por ejemplo en la escuela anterior.
- En cuanto a las zonas húmedas, baños y cocina, no están ventiladas naturalmente, por lo que se necesitarán obligatoriamente sistemas de ventilación forzada, reduciendo el confort del usuario.
- Los despachos, se encuentran orientados en la cara sur, con la misma protección que protegería las aulas a norte, toldos horizontales correderos, por lo que cuando se necesite proteger de la incidencia del sol en los despachos, las aulas a norte presentarán una menor iluminación natural.
- Casi toda la fachada es blanca, por lo que en las épocas más calurosas la radiación solar se reflejará reduciendo así el sobrecalentamiento del edificio.
- Por tanto, se puede concluir que la escuela de primer ciclo La Rambleta-Moncada funciona peor que la escuela anterior mencionada, por lo que el rendimiento del niño y el confort del usuario en la escuela será desigual en caso de no utilizar sistemas de climatización y ventilación forzada.

❖ Forma del edificio:

- Si el edificio consta de formas simples, será conveniente realizar una forma circular antes que una cuadrada o rectangular. Con esto conseguiremos un coeficiente de forma más reducido, por lo que consumirán menos energía.
- Si el edificio consta de formas más complejas, será conveniente realizar una forma de escuela en patio.

❖ Orientación del edificio y las estancias:

- Las aulas deben estar ubicadas de forma que reciban siempre radiación solar e iluminación desde la orientación Sur, con protección de los huecos acristalados frente a la radiación solar, para evitar sobrecalentamiento en los meses de verano.
- La cocina y los aseos deberán situarse en zonas donde la radiación solar sea mínima, pero tenga una iluminación constante, por lo que será útil colocarlas en la cara norte.
- Los despachos y entrada podrán colocarse en la cara este o norte del edificio, si los despachos son de uso muy continuo, será aconsejable colocarlos en la fachada sur para poder recibir la máxima iluminación natural posible.
- Ante todo, se deberá evitar los huecos a poniente para reducir el sobrecalentamiento de la escuela.
- Los espacios al aire libre destinados al uso de los niños deben cumplir los mismos condicionantes que las aulas, con vegetación de hoja caduca para favorecer la sombra en los meses de calor y permitir el asoleo en los meses fríos.

❖ Protección solar

- Orientación sur: para un hueco acristalado de por ejemplo 2,1 x 1.2 m, se deberá colocar un voladizo de aproximadamente 2 metros de ancho. Para evitar la entrada de radiación solar por el lateral, el voladizo deberá alargarse aproximadamente el doble del hueco de ventana en planta, en este ejemplo 4,5m, o colocar protecciones solares verticales en los laterales del voladizo.
- Orientación este: las protecciones solares deberán ser verticales, pudiendo ser lamas practicables.
- Orientación oeste: en caso de que se abran huecos se deberá colocar las mismas protecciones que a este, pero esta orientación siempre que se pueda se deberá evitar
- Orientación norte: no necesita ninguna protección solar, pero muchas estancias de uso continuo orientadas a norte no son recomendables, ya que en épocas de mayor temperatura se sobrecalientan y en invierno son estancias frías debido a la escasa radiación solar que incide sobre ellas.

❖ Cerramiento exterior y particiones interiores

- La envolvente del edificio se deberá diseñar con prácticamente la inexistencia de puentes térmicos, con un sistema constructivo que minimice el almacenamiento de energía, pero que le confiera cierta inercia térmica que amortigüe la variación de temperaturas exteriores, para así evitar la pérdida de energía diaria destinada a calentar en invierno o enfriar en verano la cara interior de los cerramientos.
- Se deberá colocar materiales sostenibles y saludables como el corcho, la madera o semejantes y evitar ante todo posibles materiales tóxicos como el formaldehído u otros citados anteriormente.
- Fachadas: deberán tener asilamiento por el interior, preferiblemente doble aislante, uno exterior y otro interior, para evitar puentes térmicos y el sobrecalentamiento del edificio.
- Cubiertas: las cubiertas vegetales serán las que mejor rendimiento energético tendrán, siendo las intensivas las que menos transmitancia térmica tengan.
- Suelos en contacto con el terreno: deberán tener materiales con mucho calor específico como la piedra natural o terrazo para que se caliente con rapidez cuando el sol incida en las épocas de invierno. Un aislante bajo este deberá ser necesario para evitar que el calor se disipe al subsuelo.
- Un sistema óptimo de calefacción será mediante suelo radiante funcionando con paneles solares.
- Vidrios: los vidrios bajo emisivos serán los más recomendables ya que es un vidrio altamente aislante.
- Los colores de las estancias interiores deberán ser colores claros poco absorbente y muy reflectantes.
- Se deberán evitar acabados de materiales que puedan generar deslumbramientos en las aulas o sobrecalentamiento de sus superficies interiores.
- Otro aspecto muy importante a tener en cuenta será el acondicionamiento acústico de las aulas y espacios de reunión.

❖ Ventilación

- Se debe favorecer la ventilación natural, con huecos acristalados de mayor tamaño situados en las fachadas sometidas a la presión del viento procedente del Mar Mediterráneo en los meses de calor y huecos de menor tamaño, preferiblemente en fachadas opuestas a las anteriores o en fachadas perpendiculares a las de captación de viento.
- Todos los espacios se deberán proyectar de manera que favorezcan el ahorro energético, con iluminación y ventilación adecuadas, por ejemplo, los aseos deberán poseer iluminación y ventilación natural.
- Siempre que se pueda se deberán colocar patios vegetales o plantas cercanas a los huecos para proporcionar estancias más frescas.
- Si se colocan torres de viento, la más eficaz para escuelas situados en la costa será la de paredes cruzadas y para escuelas en el interior del mediterráneo donde el clima es más seco será más recomendable la torre de viento evaporativa.
- Siempre y cuando sea difícil captar aire, será recomendable usar la ventilación a través del subsuelo para refrescar las aulas interiores de la escuela.



BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía:

LIBROS Y DOCUMENTOS

- Boletín oficial del estado (BOE núm. 62-pág 24831)
- Catálogo Technal
- CIR-expertos en aislamientos y suministro industrial (aglomerado de corcho expandido)
- Construcciones escolares Ministerio de Educación Nacional y Dirección General de Enseñanza
- IBO- Austrian Institute for Healthy and Ecological Buildings
- Ficha técnica Superboard
- Francis D.K. Ching, Ian M. Shapiro - Arquitectura ecológica un manual ilustrado
- Grupo Xella bloques Ytong
- Jean-Pierre Oliva, Samuel Courgey - L'isolation thermique ecologique (terre vivante)
- Johan Van Lengen – Manual del arquitecto descalzo
- José Luis Angulo Barquín – Primaria
- Paneles SIP página web oficial
- Ramon Araujo – Tectónica 25 - La arquitectura y el aire: ventilación natural
- ULMA Architectural Solutions

IMÁGENES Y DIAGRAMAS

- Fig.1 Observatorio Stonehenge – canalviajes.com
- Fig. 3,4,5 y 6 Escuela infantil La Monsina - Página web: metalocus.es
- Fig. 9,10,11 y 12 Escuela infantil Vicente Blasco Ibañez - Página web: vacarquitectura.es
- Fig. 15,16,17 y 18 Escuela infantil de primer ciclo La Rambleta-Moncada -Página web: arquiectosdevalencia.es
- Resto de diagramas e imágenes son de elaboración propia

PERIÓDICOS Y NOTICIAS

- La Sexta noticias 30.07.2018 (Pág.11)
- El Confidencial 14.06.2017 (Pág.11)
- El País 11.09.2014 (Pág.11)

