



Universidad de Chile

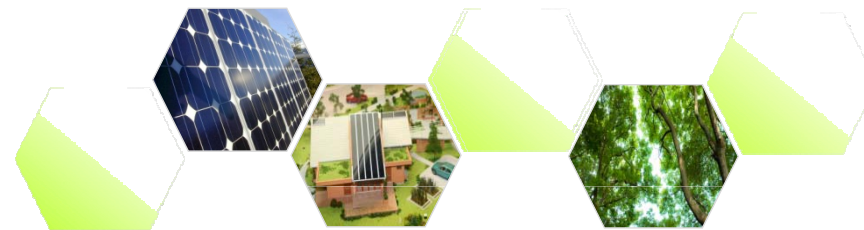
DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

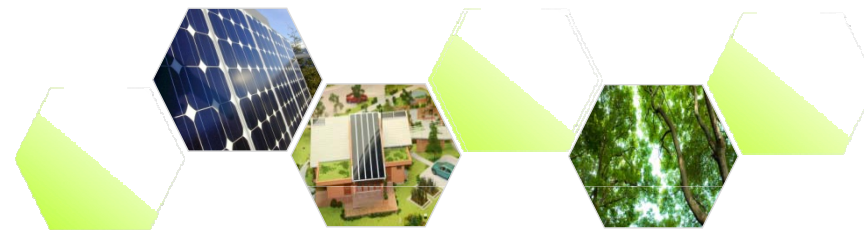
DISEÑO DE ENVOLVENTE DE ALTA EFICIENCIA

Miguel Bustamante S.
miguel.bustamante@idiem.cl

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



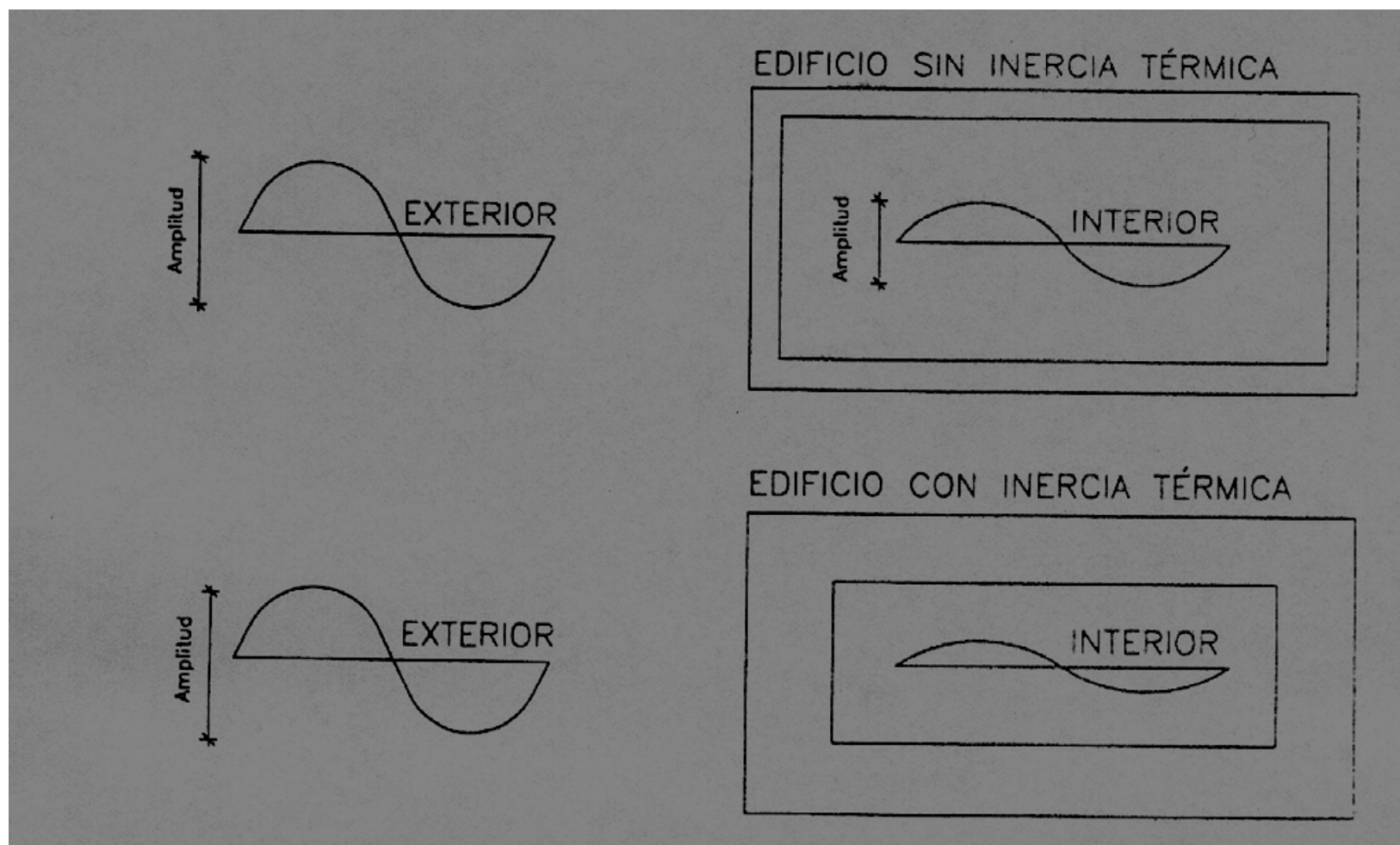
INERCIA TÉRMICA

- La inercia es la dificultad que ofrecen los cuerpos para cambiar el estado en que se encuentran. Es por lo tanto, la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura y, se obtiene cuantificando su masa. Se mide en el número de kilocalorías o julios necesarios para elevar en un grado su temperatura.

DEPENDE DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS.

- MASA
- DENSIDAD
- CALOR ESPECÍFICO

SUSTANCIA O ELEMENTO	CALOR ESPECÍFICO	
	$\text{kJ} / (\text{kg}^{\circ}\text{C})$	$\text{kcal} / (\text{kg}^{\circ}\text{C})$
Agua a 4 °C	4,18	1,00
Cobre	3,72	0,89
Hierro	3,63	0,87
Madera de pino	2,72	0.65
Aluminio	2,63	0,63
Hielo	2.09	0,50
Roca sólida	1,25	0,30
Aire	1,00	0,24
Hormigón	0,89	0,22
Aislante térmico	0,84	0,20
Vidrio	0,80	0,19
PVC	0,75	0,18



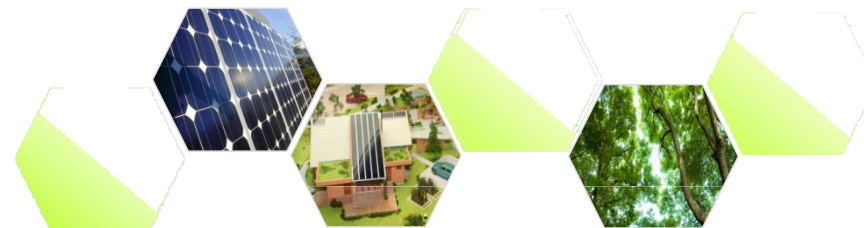
EXTERIOR

INTERIOR

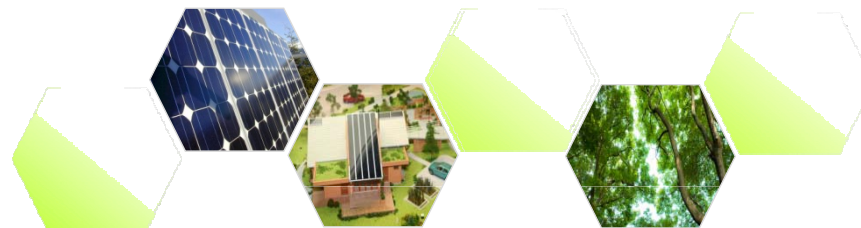
DESFASE Y AMORTIGUAMIENTO DE LA ONDA TÉRMICA

EL DESFASE QUE ES GENERALMENTE DE VARIAS HORAS, DEPENDE DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, DE LA DENSIDAD, DEL ESPESOR, DEL CALOR ESPECÍFICO Y DEL PERIODO DEL FENÓMENO QUE PARA APLICACIONES CLIMÁTICAS ES DE 24 HORAS.

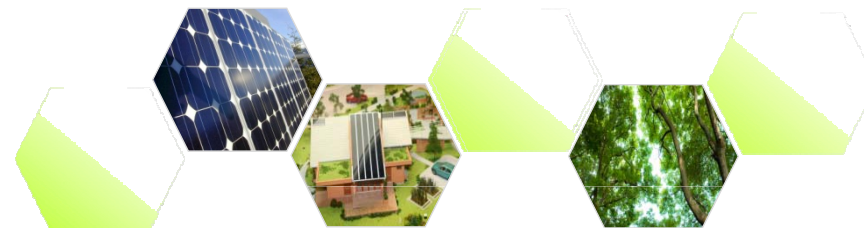
LOS DESFASES MAYORES SE OBTIENEN PARA LOS MATERIALES MÁS DENSOS Y CON MAYOR ESPESOR, CON EL CALOR ESPECÍFICO ALTO Y UNA BAJA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.

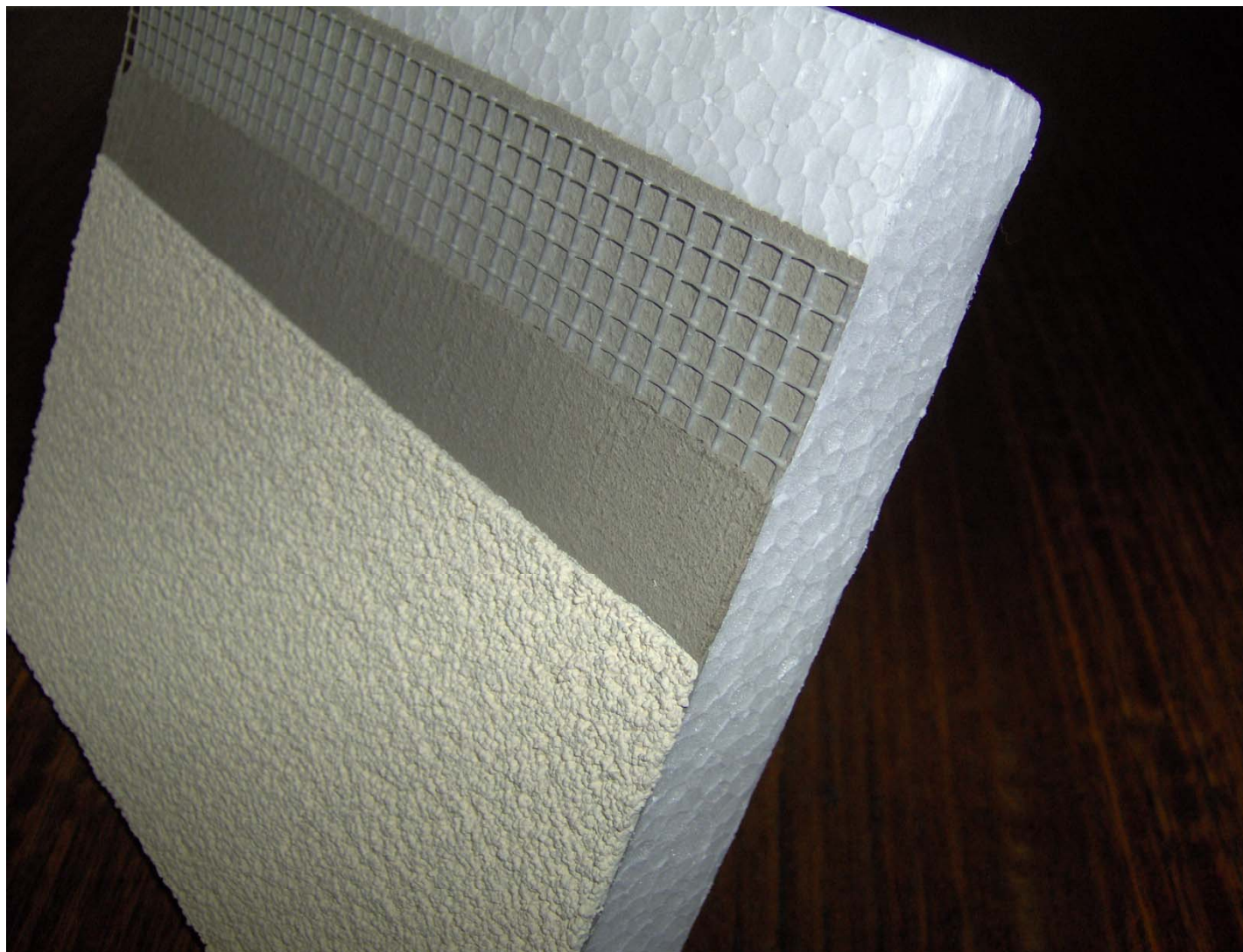


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



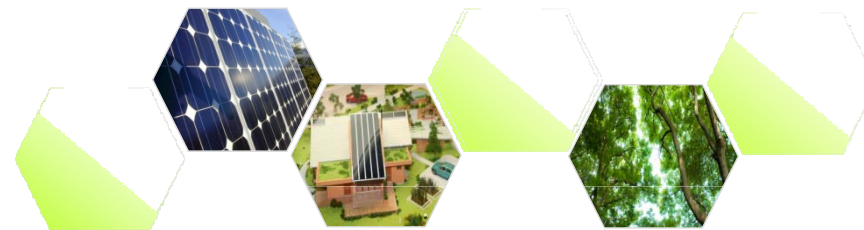
DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



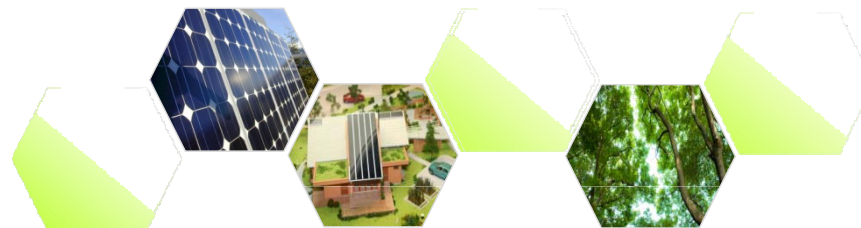


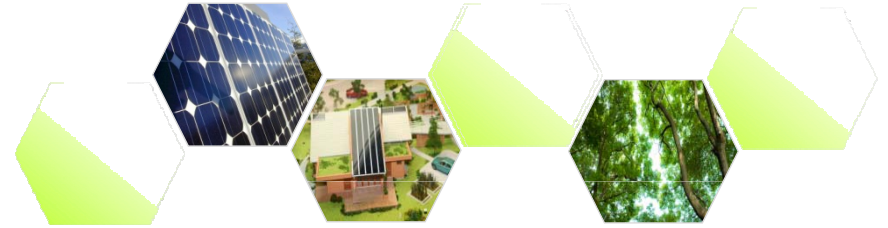


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



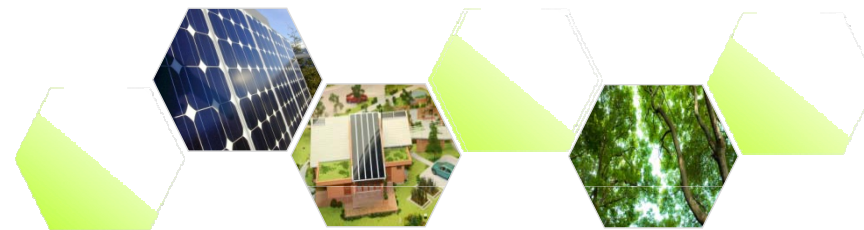


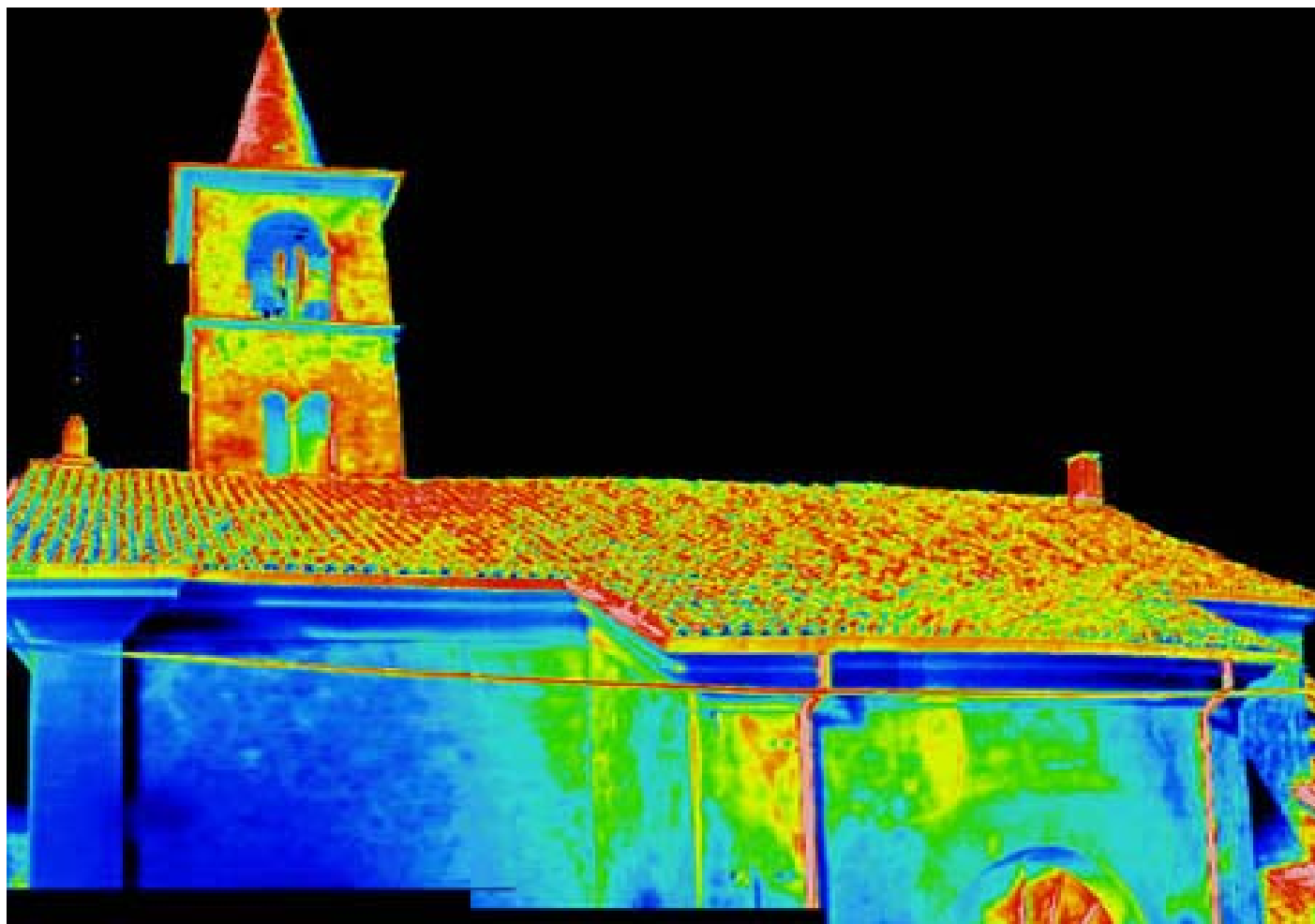
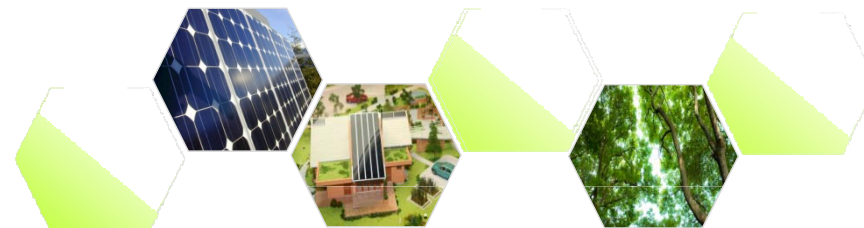
TERMOGRAFÍA

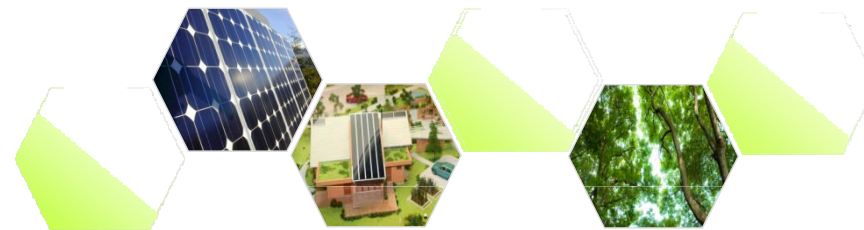
- Revisar el aislamiento de las paredes
- Revisar penetraciones ocultas
- Revisar hermeticidad
- Revisar si se evitan puentes térmicos



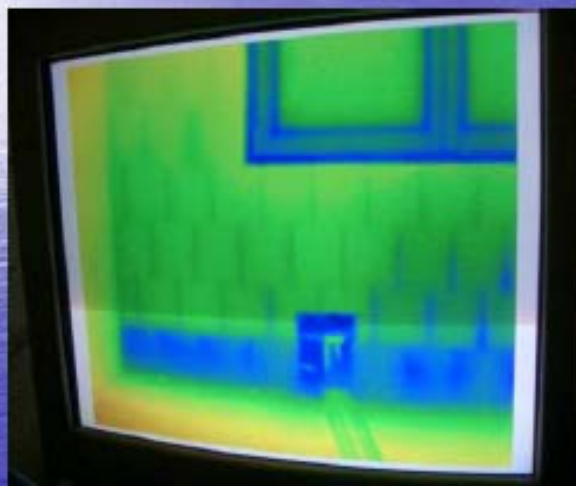
DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

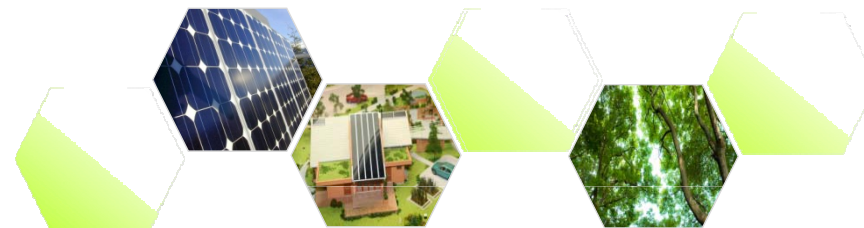




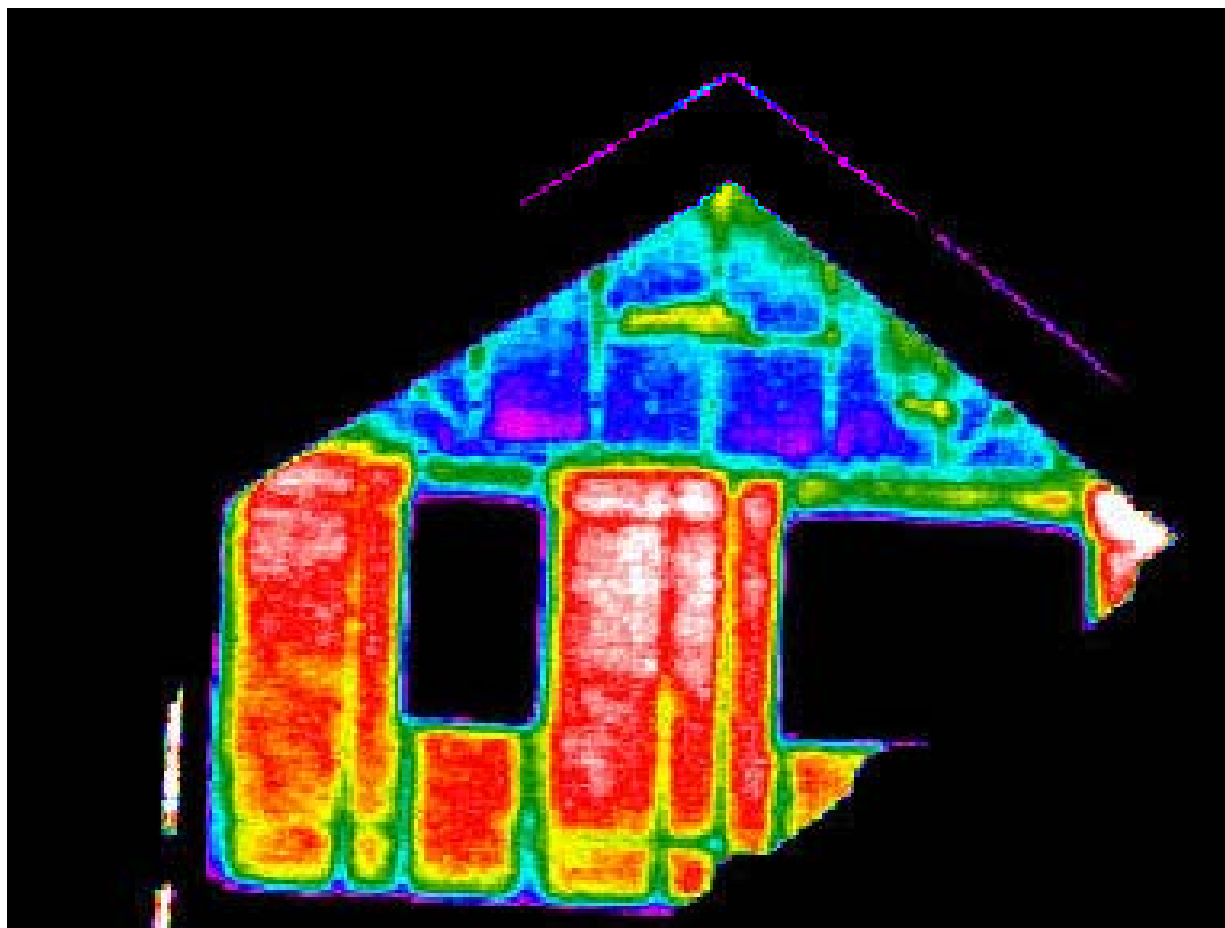
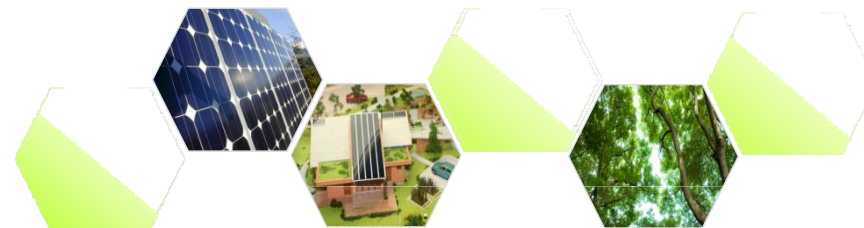


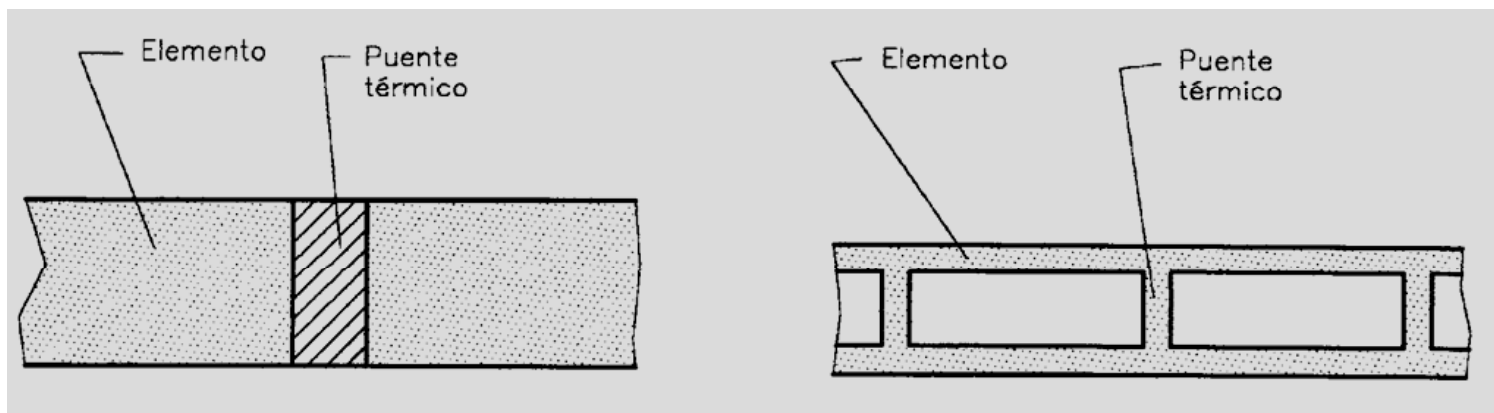
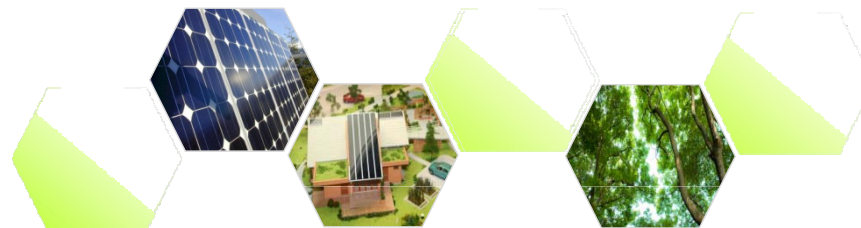
Se detectan puentes térmicos ocultos:
mampostería húmeda por debajo de la capa de
impermeabilización
Debilitamiento de la mampostería debido a nichos en la pared
para los conductos de los radiadores



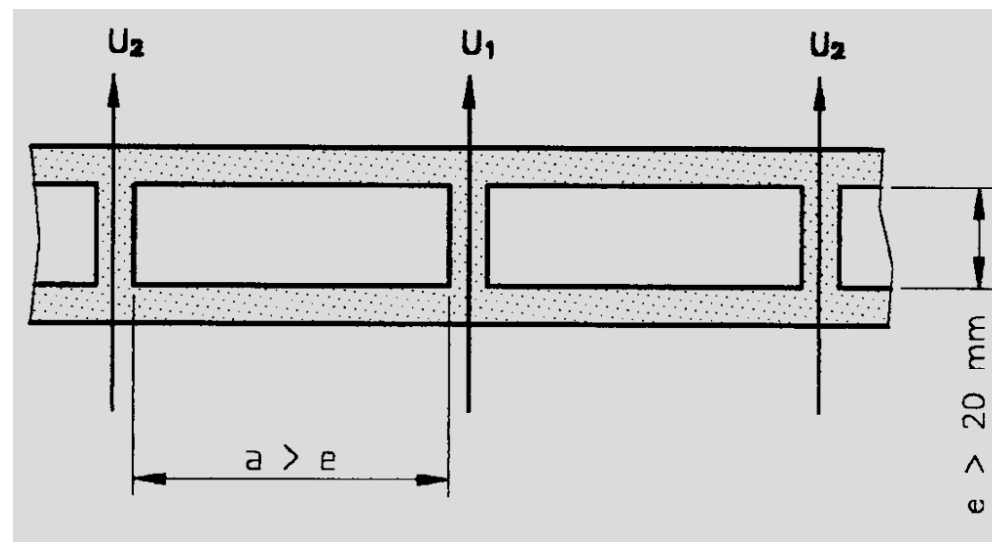
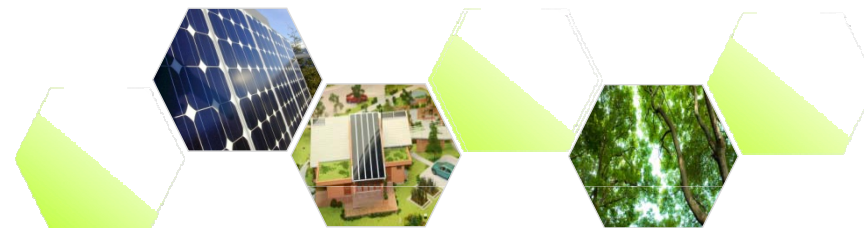


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

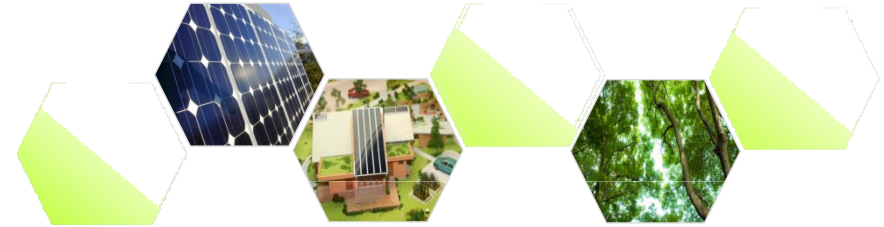




$$\overline{U} = \frac{1}{R_T} = \frac{\sum U_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

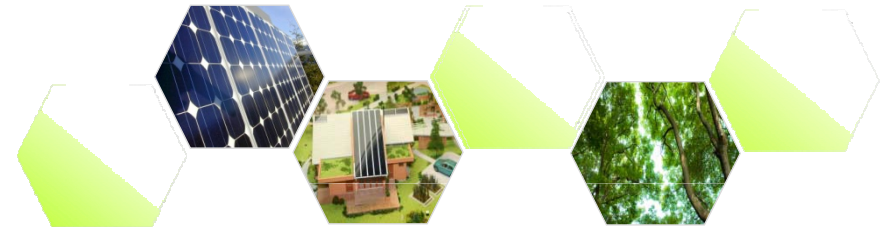


**Elemento conformado por bloques huecos de hormigón
para el cual se puede aplicar el concepto de
transmitancia térmica media**



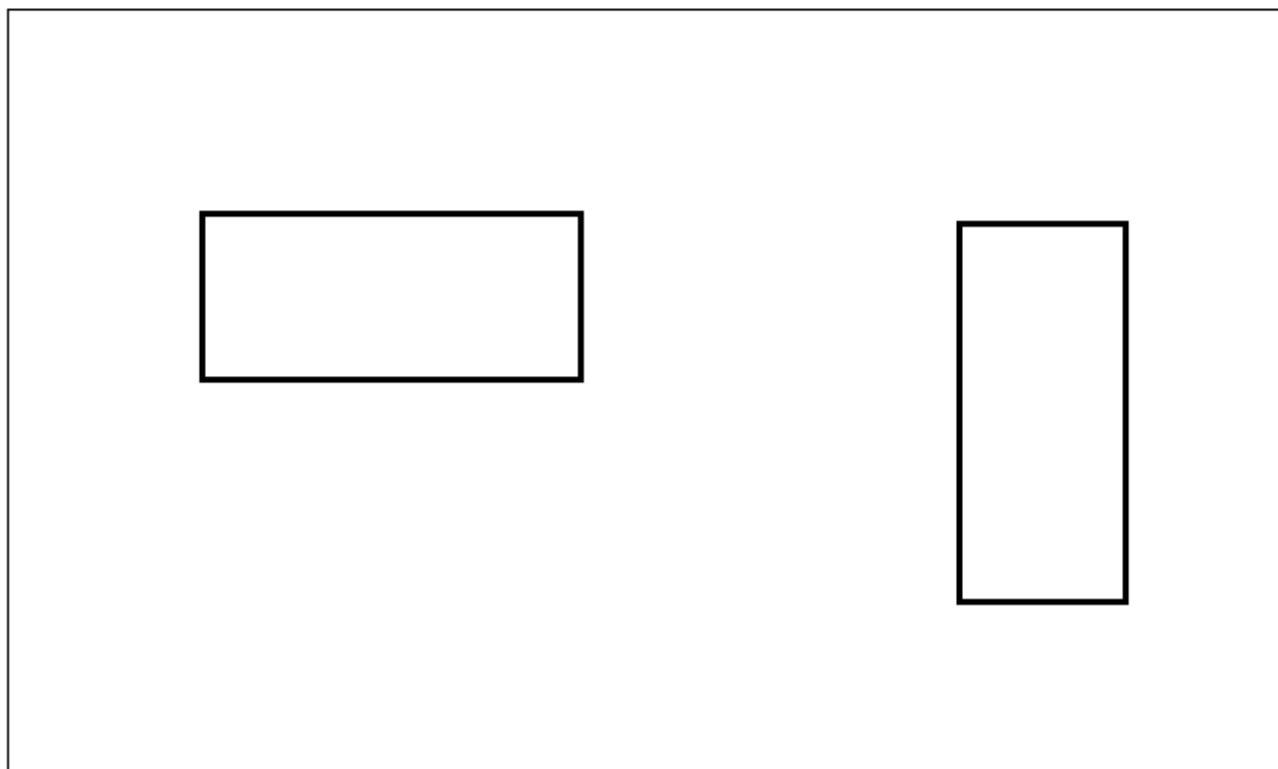
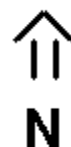
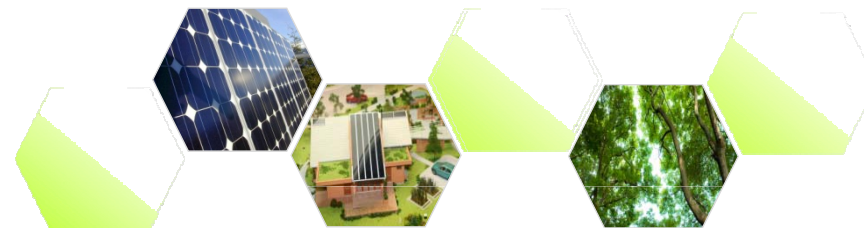
$$G_{v1} = \frac{\sum U \cdot S}{V} \left[\frac{W}{m^3 \cdot C} \right]$$

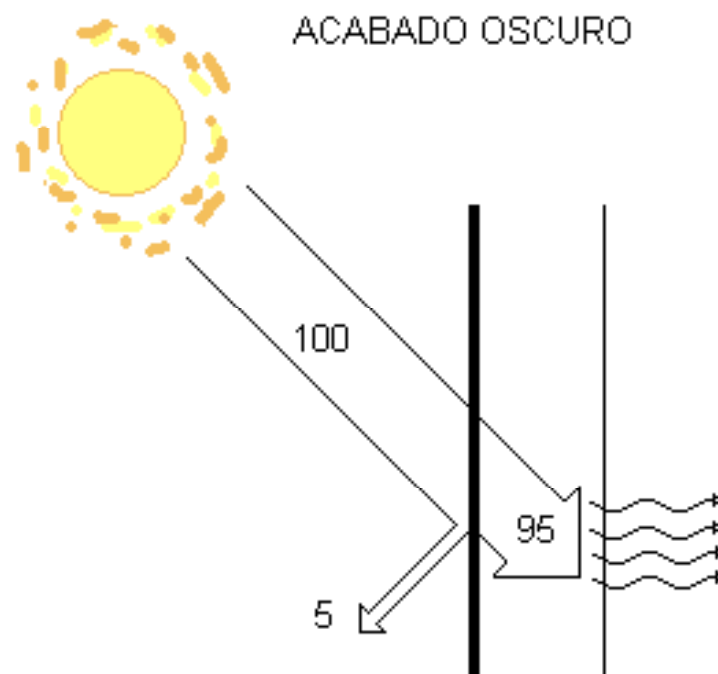
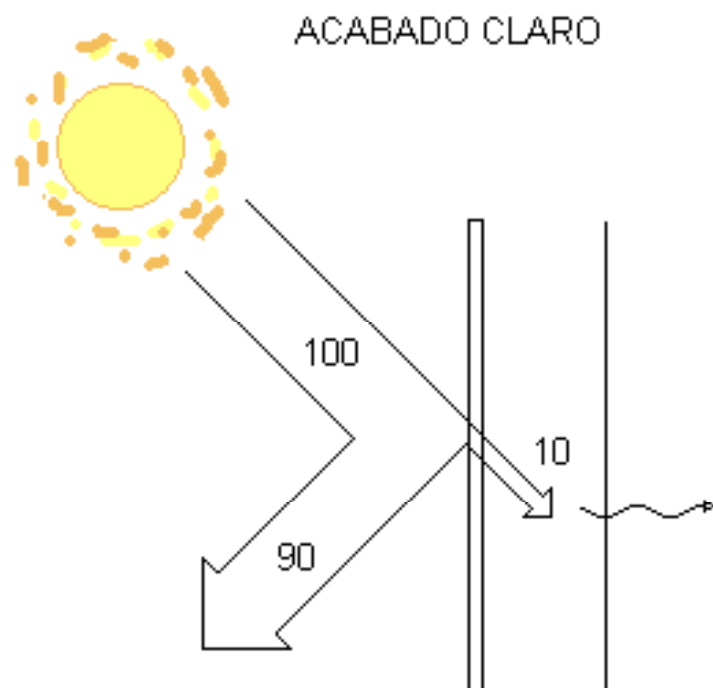
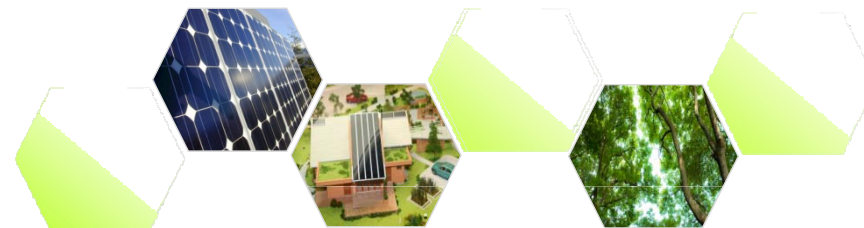
$$G_{v1} = \frac{\sum U_m \cdot S_m + U_v \cdot S_v + \sum U_c \cdot S_c + \sum U_p \cdot S_p}{V}$$

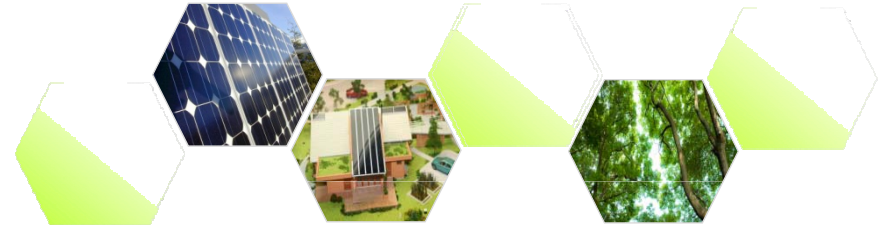


$$G_{v2} = \frac{\sum U.S}{V} + 0,35 n \quad \frac{W}{m^3 \text{ } ^\circ C}$$

$$G_{v2} = \frac{\sum U_m . S_m + U_v . S_v + \sum U_c . S_c + \sum U_p . S_p}{V} + 0,35 n$$

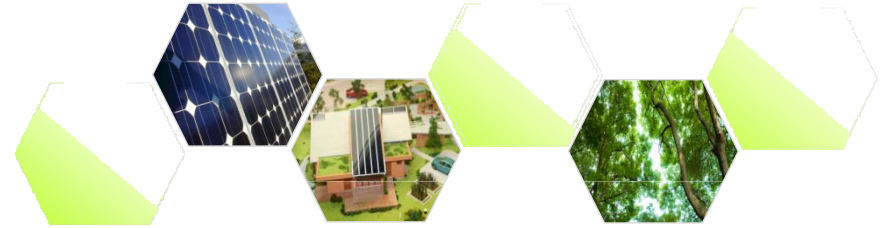






PATOLOGÍA DE LAS CONSTRUCCIONES

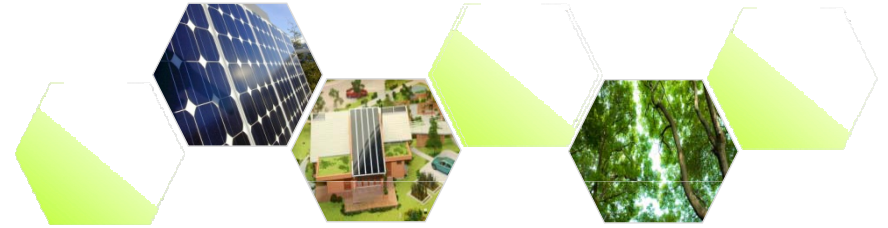
- Los edificios sufren deterioros y “enfermedades” durante su vida útil.
- Uno de los factores más importantes de estas patologías lo constituyen las humedades que, por diversas causas, afectan al edificio.



EFFECTOS Y DAÑOS

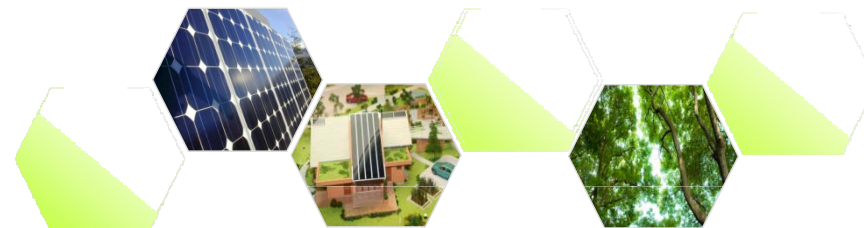
Las humedades son causa, entre otras, de:

- Mala calidad de vida.
- Aumento de enfermedades bronquiales
- Depreciación del inmueble.
- Acortamiento de su vida útil.
- Sobre gastos de mantención por reparaciones.
- Aumento del gasto energético de calefacción.



TIPOS DE HUMEDAD

- **HUMEDAD DE CONSTRUCCIÓN**
- **HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO**
- **HUMEDAD ACCIDENTAL**
- **HUMEDAD DE LLUVIAS**
- **HUMEDAD DE CONDENSACIÓN**



HUMEDAD DE CONSTRUCCIÓN



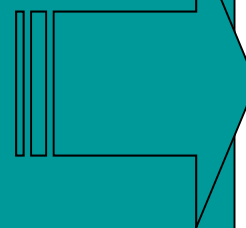
Una vez terminada la construcción queda atrapada una gran cantidad de agua en los materiales, humedad que lentamente se evapora demorando meses y, a veces, años.

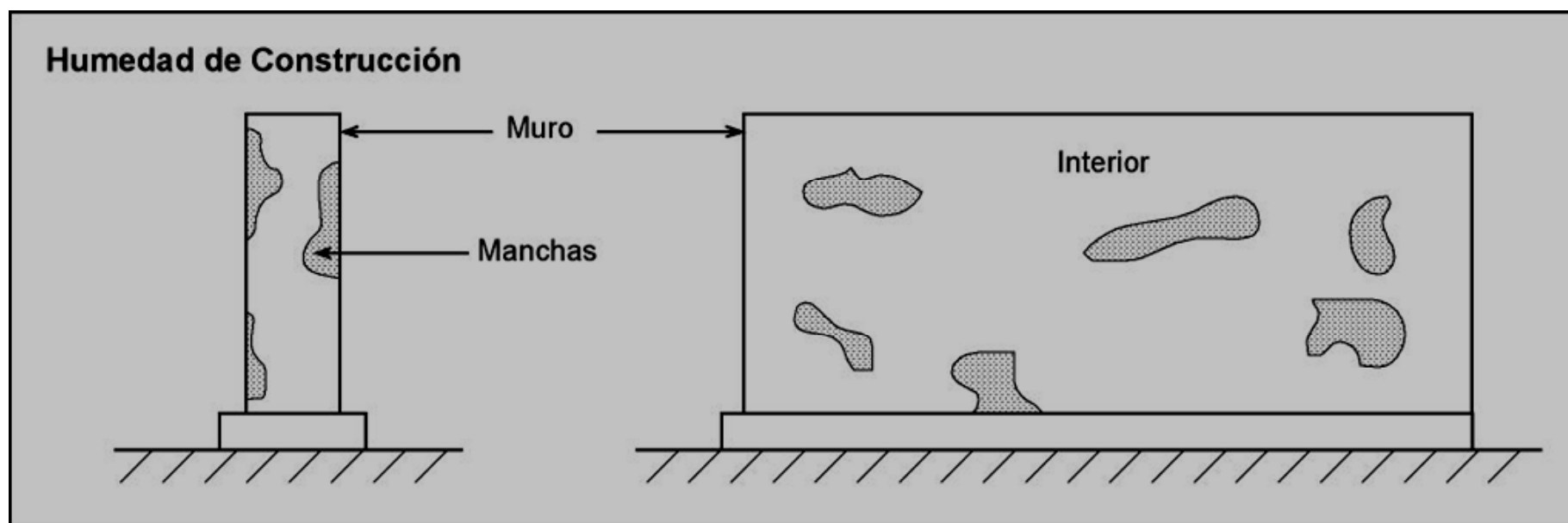
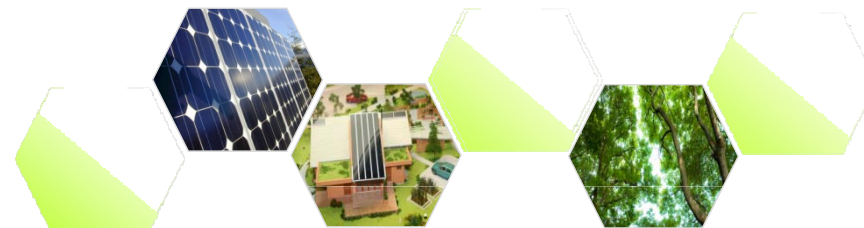
Hormigones

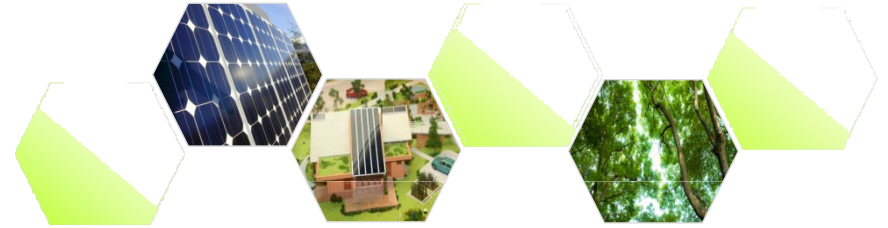
Yesos

Morteros

construcción
descuidada



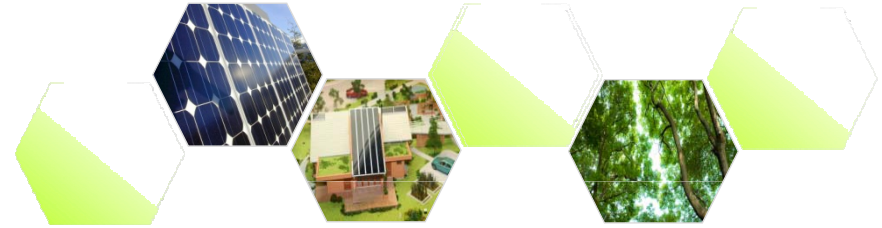




CAUSAS - SINTOMAS

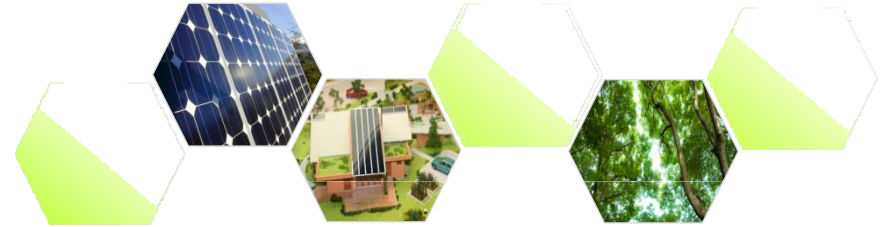
- **MANCHAS DE HUMEDAD EN LOS MUROS**
- **DESPRENDIMIENTO DE PINTURA PAPELES MURALES**
- **MOHOS EN ZONAS POCO ILUMINADAS Y VENTILADAS**
- **EFLORESCENCIAS**





- **HINCHAMIENTO Y TORCEDURA DE MADERAS EN CONTACTO CON LOS MUROS**
- **OLOR A HUMEDAD**
- **PIEZAS Y RECINTOS SENSIBLEMENTE "FRIOS".**





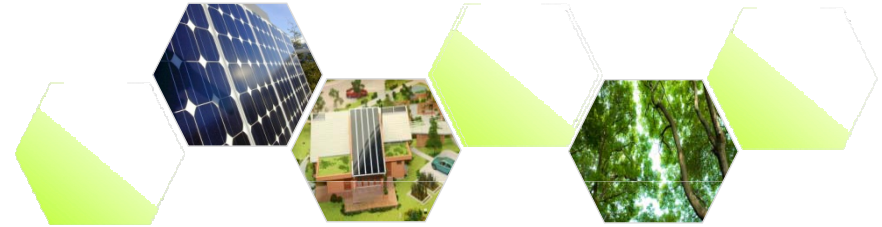
SECADO EN OBRA

LOS MUROS SE CONSIDERAN SECOS SI NO SE PRODUCEN INTERCAMBIOS DE HUMEDAD CONSIDERABLES CON EL MEDIO AMBIENTE.

SE SABE QUE CUANTO MÁS EXTENSA ES LA SUPERFICIE DE EVAPORACIÓN, MAYOR ES LA CANTIDAD DE LÍQUIDO SUSCEPTIBLE DE EVAPORARSE.

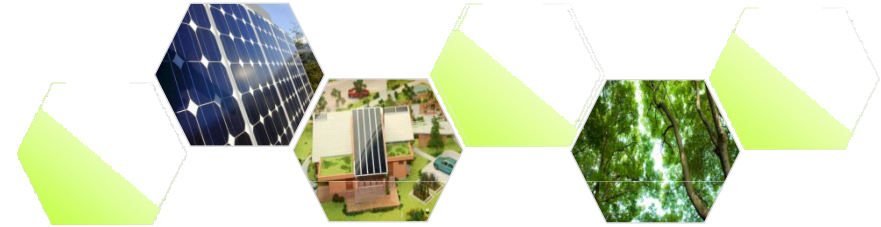
LOS FACTORES QUE RIGEN EL PROCESO SON LOS SIGUIENTES:





SECADO EN OBRA

- LA TEMPERATURA
- LA VELOCIDAD DEL AIRE
- LA HUMEDAD RELATIVA
- LA POROSIDAD DEL MATERIAL
- EL ESPESOR DEL MURO (EL TIEMPO DE SECADO VARÍA PROPORCIONALMENTE CON EL CUADRADO DEL ESPESOR)



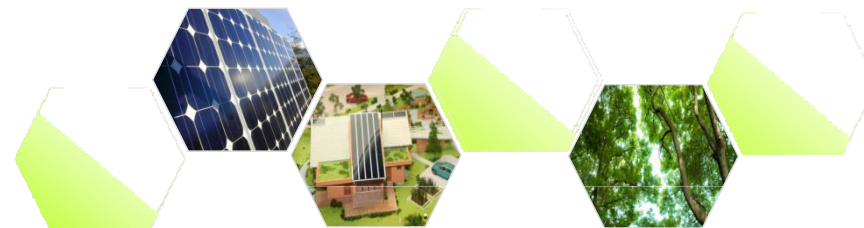
FÓRMULA DE CARDIEGUES

$$T = S \cdot e^2$$

T = DURACIÓN DEL SECADO, días

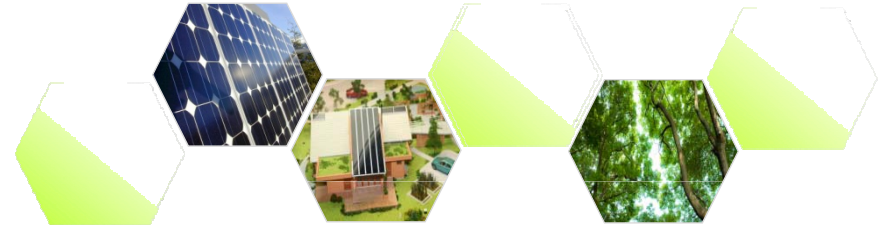
e = ESPESOR DEL MURO, (cm).

S = COEFICIENTE CARACTERÍSTICO
DEL MURO, (días/cm²).



VALORES DEL COEFICIENTE $\underline{S}$

MATERIALES	S
HORMIGÓN	1,6
ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS	0,28

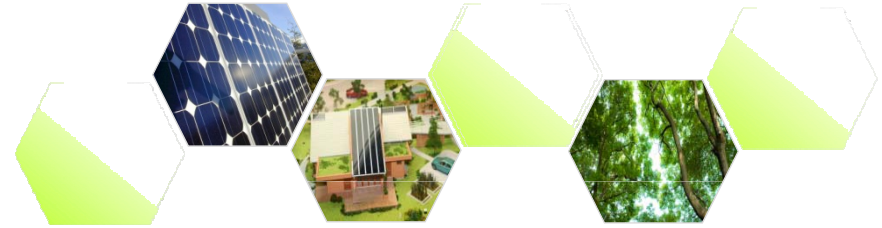


HUMEDAD DE SUELO

Los cimientos de un edificio están directamente en contacto con el terreno, si este, por cualquier razón, permanece húmedo, el agua que rodea los cimientos ejercerá una presión que procurará impregnar el cimiento y aun más, tratará de subir hacia los muros por capilaridad.

- *Capa freática cercana o terrenos bajos.*
- *Mal drenaje.*
- *Aguas lluvia evacuadas junto a los cimientos sin buen drenaje.*
- *Riego de jardines junto a los cimientos*

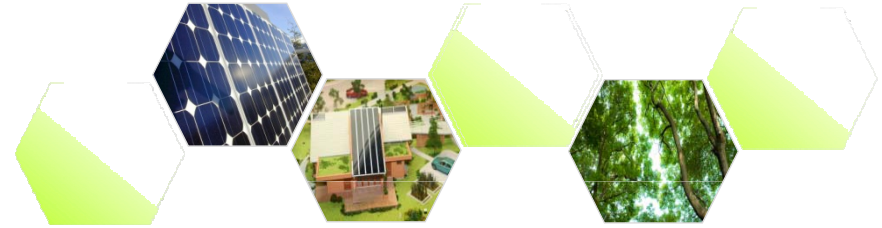




CARACTERÍSTICAS

- **ES MÁS O MENOS IGUAL EN TODOS LOS EDIFICIOS DE LA MISMA ZONA, CONSTRUIDOS EN LA MISMA ÉPOCA Y CON SIMILARES MATERIALES.**
- **LOS NIVELES CAMBIAN DE INVIERNO A VERANO EN FORMA MUY REGULAR**

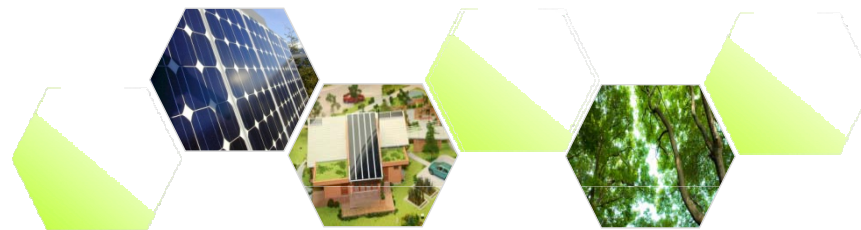




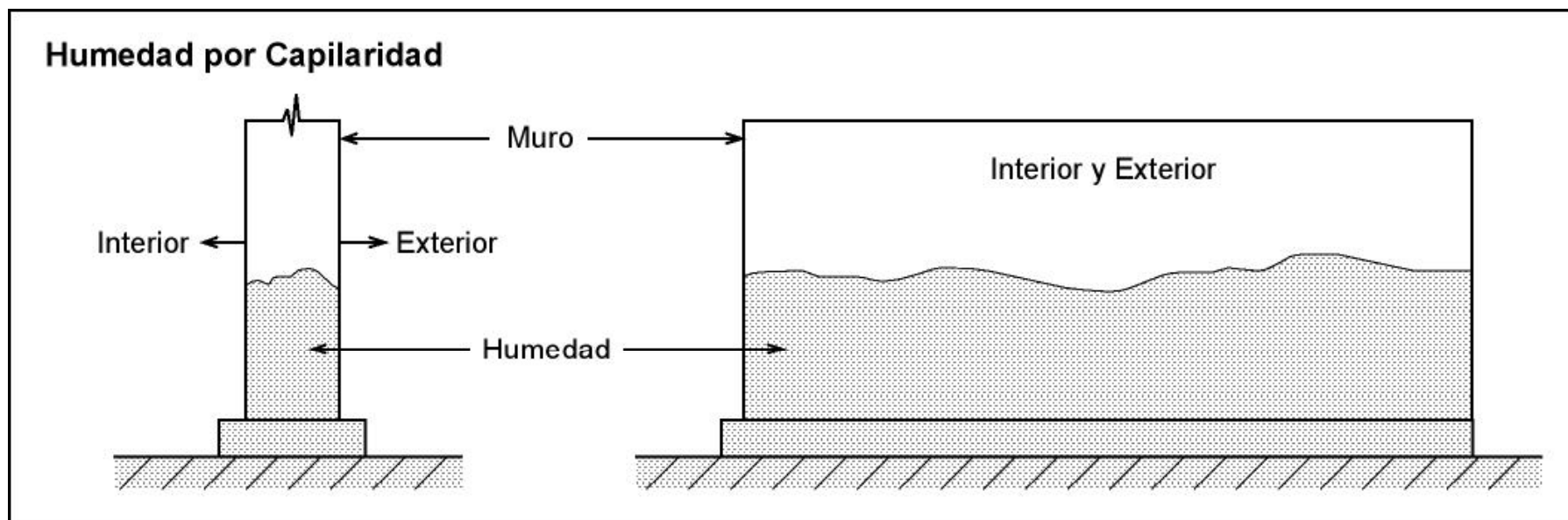
CARACTERÍSTICAS DE LA HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO.

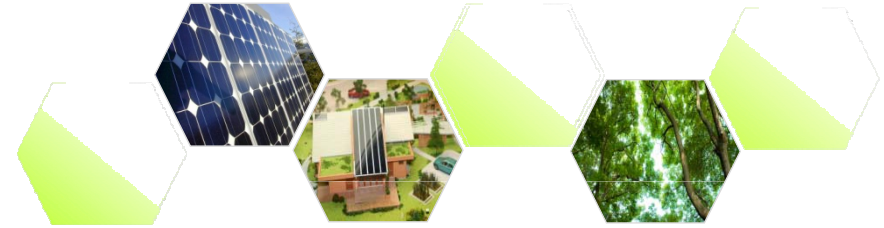
- **ATACA AL EDIFICIO EN TODA SU PLANTA, MÁS O MENOS UNIFORME, SALVO QUE SU ESTRUCTURA ESTÉ CONSTITUIDA POR MATERIALES DIFERENTES.**
- **LA ALTURA A LA QUE SE ELEVA ES MÁXIMA EN LOS MUROS CON EXPOSICIÓN AL SUR Y MÍNIMA EN LOS DE EXPOSICIÓN NORTE.**





Humedad por capilaridad

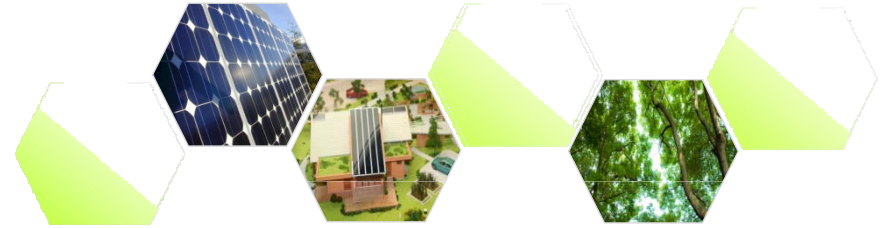




DAÑOS PROVOCADOS POR LA HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO

- **ENFRIAMIENTO DE LOS MUROS. CONDENSACIONES**
- **EFFECTO DAÑINO DIRECTO DE LA PARED HÚMEDA SOBRE MUEBLES Y OTROS ELEMENTOS ADOSADOS A ÉSTA.**
- **AUMENTO DE LA HUMEDAD EN EL AIRE DEL LOCAL**
- **CORROSIÓN DE ARMADURAS EN EL HORMIGÓN ARMADO**

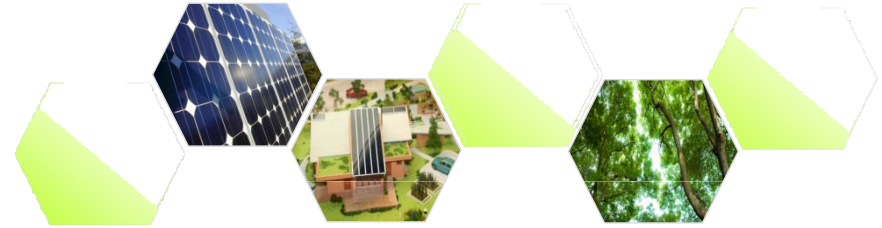




DAÑOS PROVOCADOS POR LA HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO

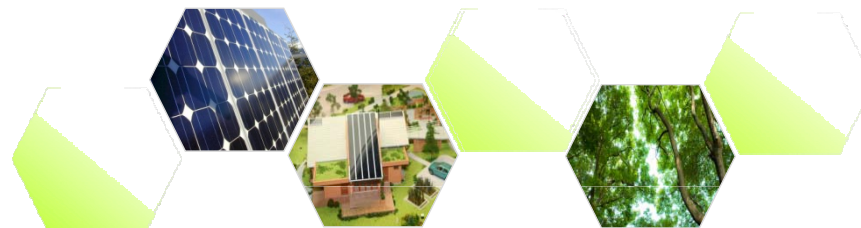
- **METEORIZACIÓN PRODUCIDA AL SOLIDIFICARSE EL AGUA POR LAS HELADAS**
- **DESTRUCCIÓN DE PINTURAS Y ESTUCOS**
- **MANCHAS Y MOHOS ABUNDANTES**
- **DISMINUCIÓN DE LA RESISTENCIA TÉRMICA DE LOS MUROS**



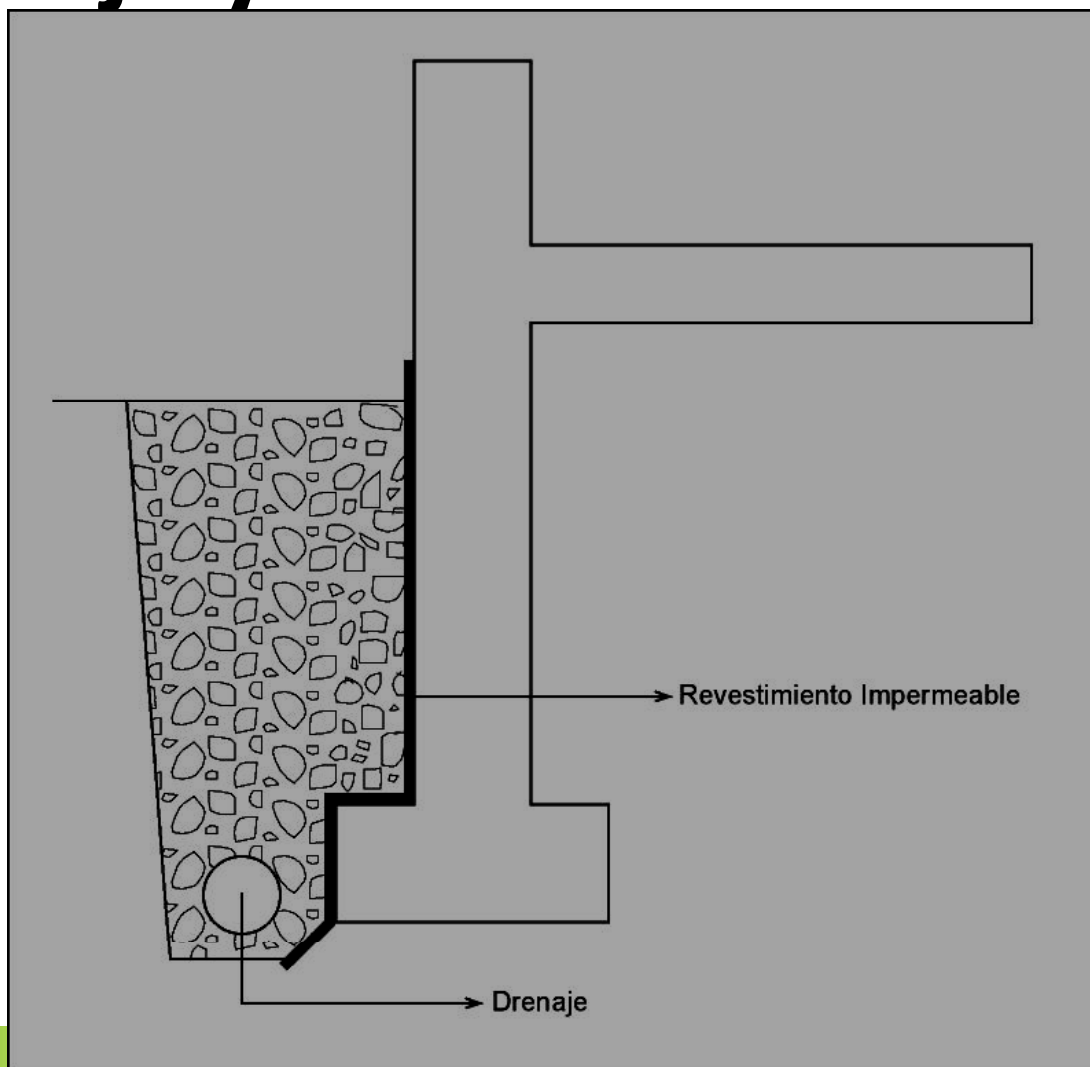


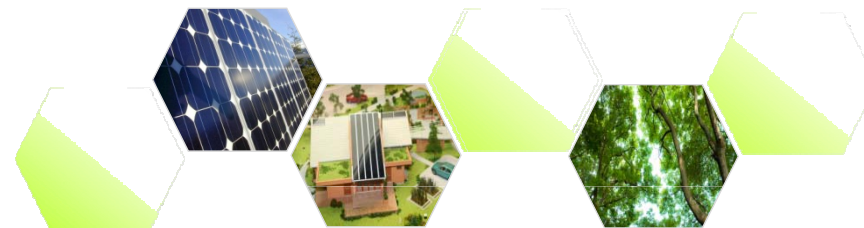
PREVENCIÓNES Y SOLUCIONES PARA EVITAR LA HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO

- **TRATAMIENTOS HIDRÓFUGOS**
- **TRATAMIENTO ELECTRO-OSMÓTICO**
- **SECAMIENTO DEL MURO POR TUBOS KNAPEN**
- **CÁMARAS DE AIRE**
- **BARRERAS ANTICAPILARES**
- **JUNTAS IMPERMEABLES**

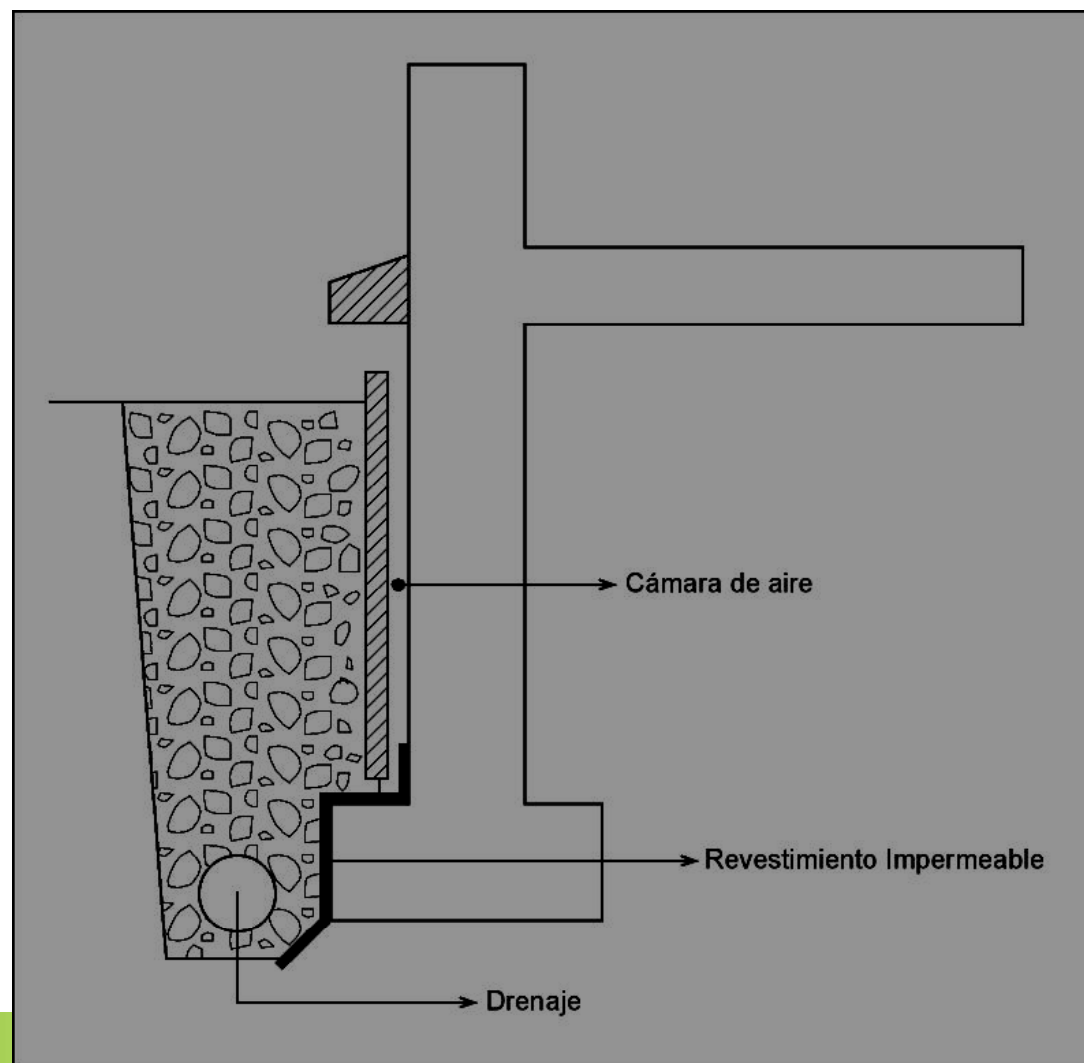


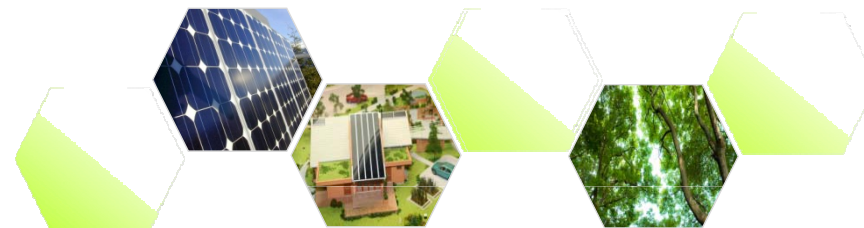
Drenaje y revestimiento



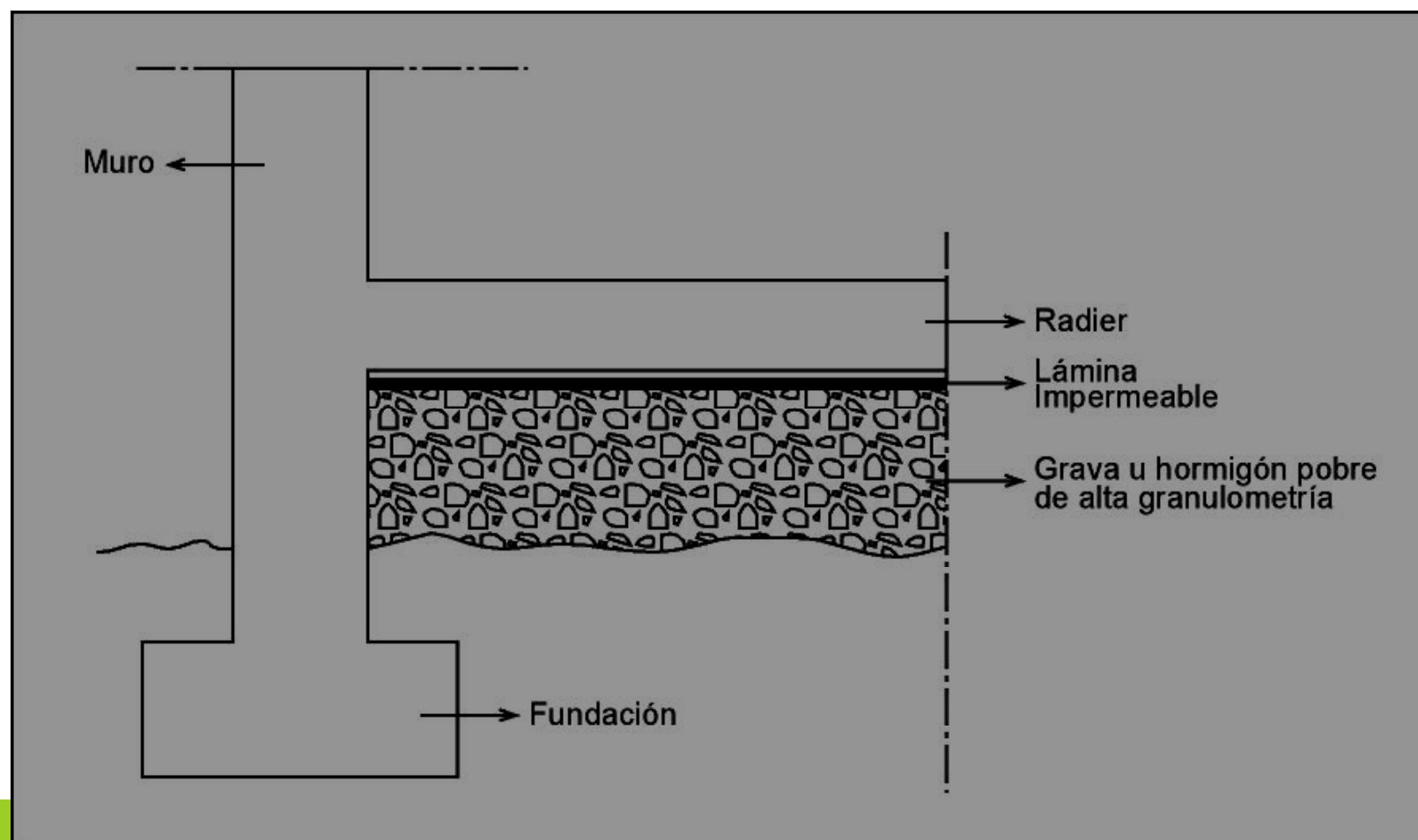


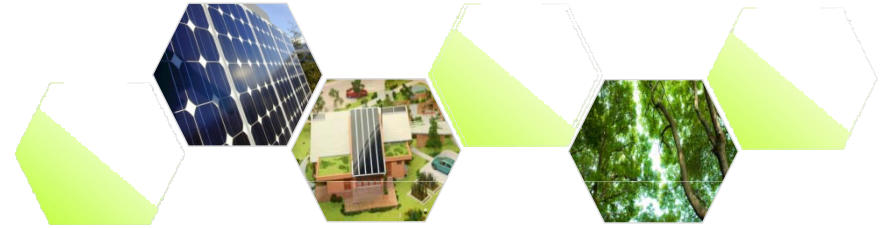
Cámara de aire, drenaje y revestimiento impermeable





Barrera anticapilar

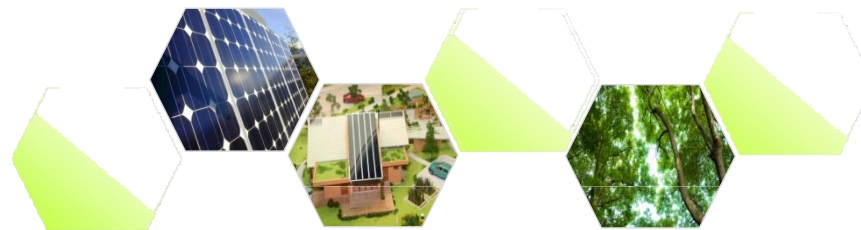




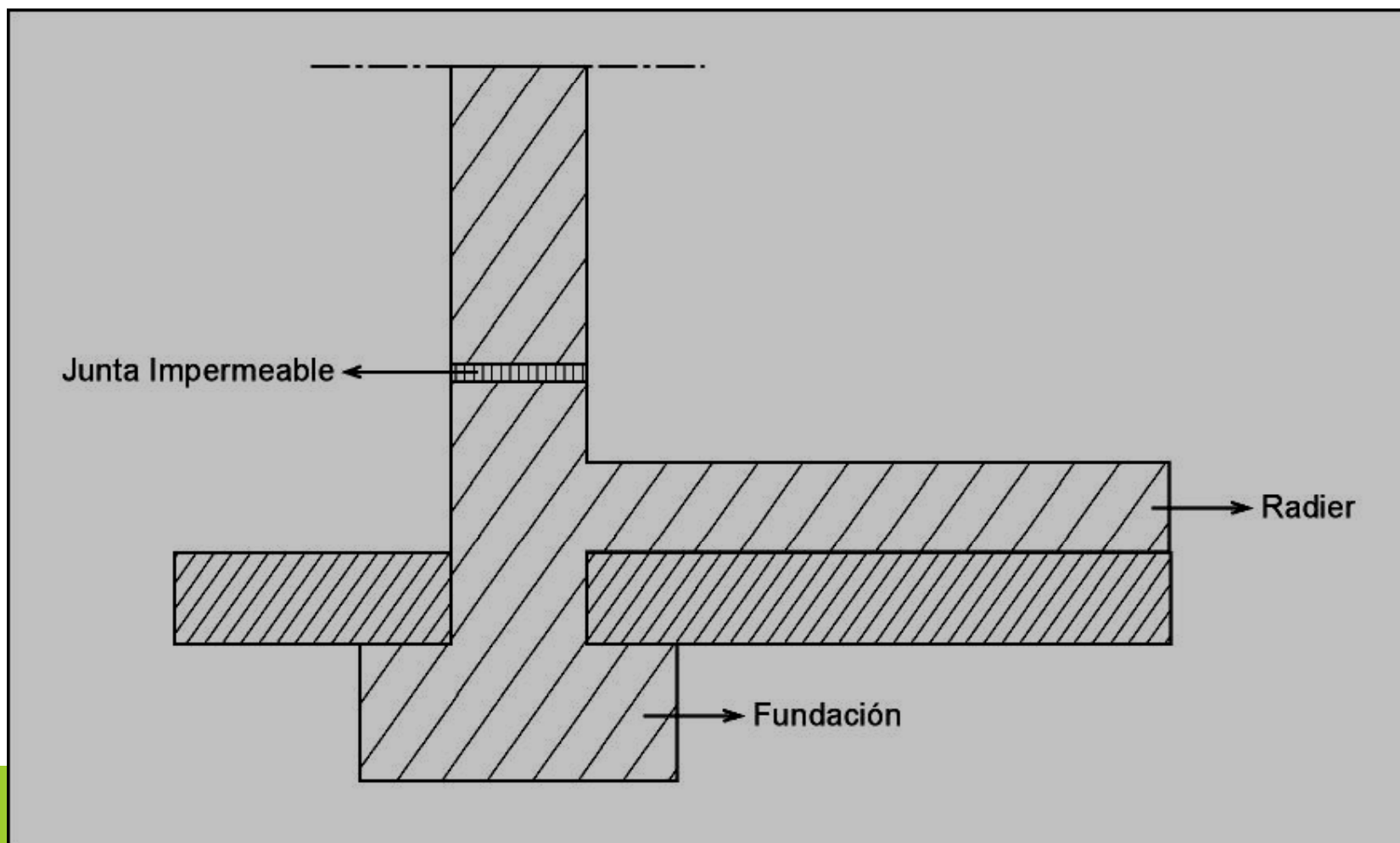
CARACTERÍSTICAS DE LA HUMEDAD PRODUCIDA POR EL AGUA DISPERSA

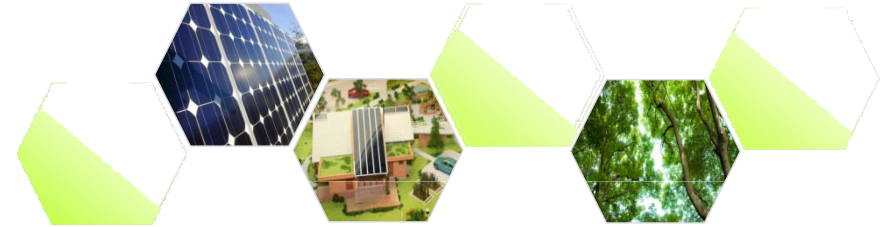
- **SUS MANIFESTACIONES SUELEN ESTAR A MENUDO LOCALIZADAS EN UN SOLO LADO DEL EDIFICIO**
- **ES CARACTERÍSTICA DE UN SOLO EDIFICIO O DE UN GRUPO LIMITADO DE EDIFICIOS BASTANTE CERCANOS**
- **PRESENTA A MENUDO OSCILACIONES DE ALTURA ANUALES O ESTACIONALES**



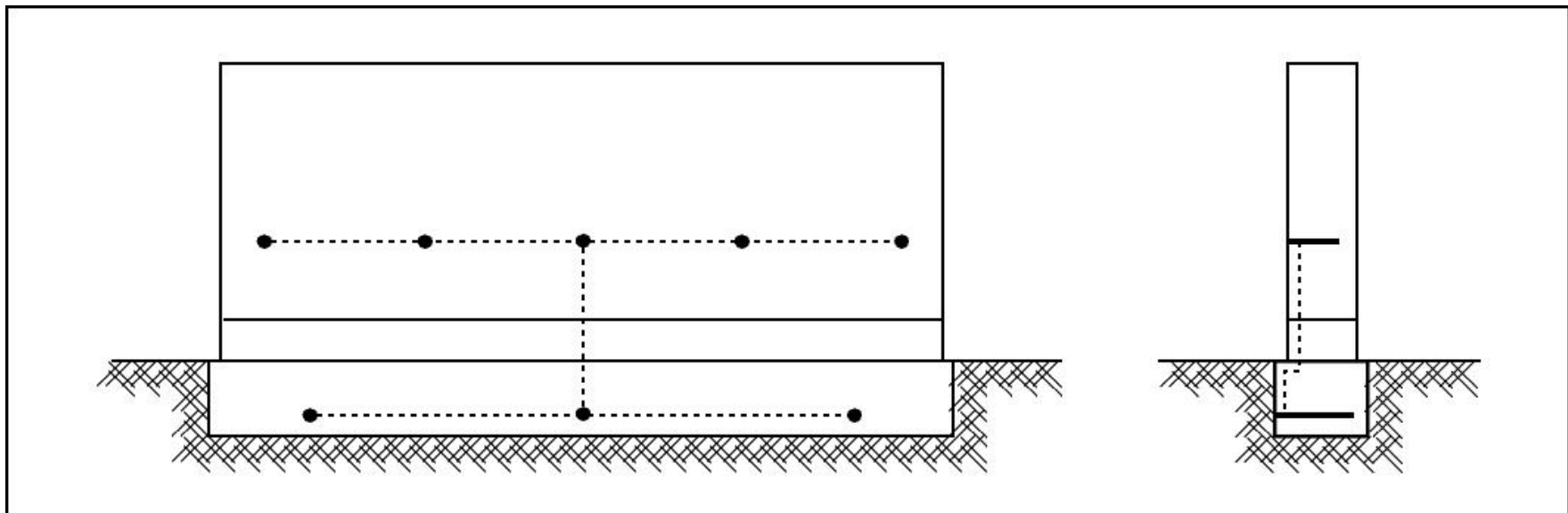


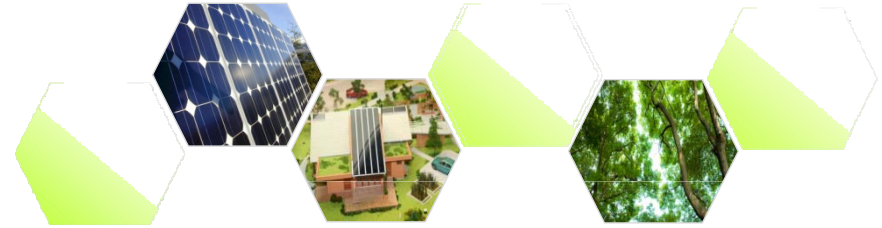
Junta impermeable.





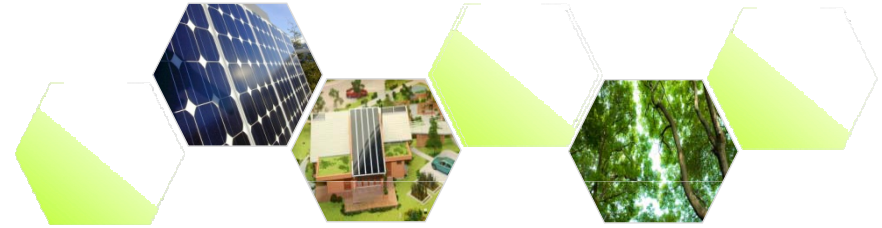
Electro-osmosis pasiva.





PREVENCIÓN

- ➡ No construir en terrenos bajos, húmedos.
- ➡ Drenar adecuadamente el terreno , previo estudio de mecánica de suelos.
- ➡ Preparar adecuadamente el terreno protegiendo cimientos y radieres con film o geotextiles impermeables.
- ➡ Alejar bajadas de aguas lluvia de los cimientos.
- ➡ No hacer jardines junto a los cimientos.
- ➡ Impermeabilizar la masa del hormigón de cimientos.
- ➡ Impermeabilizar el mortero de pega de las albañilerías hasta 1 m.
- ➡ No impermeabilizar el exterior de los muros sin verificar su total secamiento.



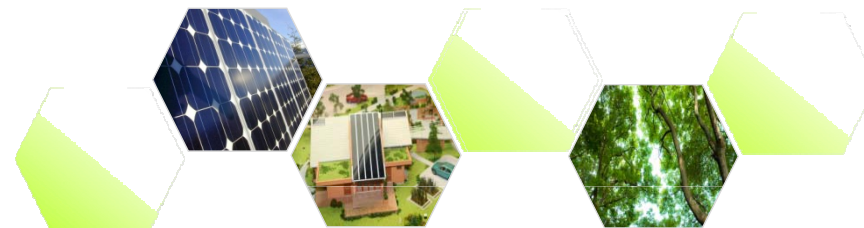
HUMEDAD CAUSADA POR LLUVIAS

Chile tiene muchas zonas donde llueve con viento. En estas zonas hay que tomar especiales precauciones respecto a la infiltración de agua de lluvia, la cual se filtra por intersticios, cubiertas con poco declive, mal ajuste de ventanas y puertas, etc.

Cuando llueve con vientos de más de 25 km/h es posible que por m² de muro vertical caiga más agua que por igual superficie de techo horizontal. Ello suele suceder en las regiones costeras desde la V Región al sur.

Cada mm de agua caída equivale a 1 litro por m² horizontal.

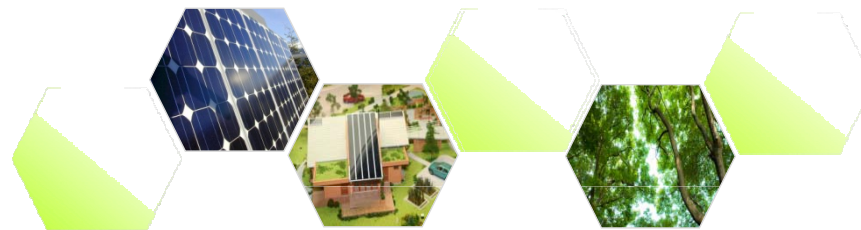




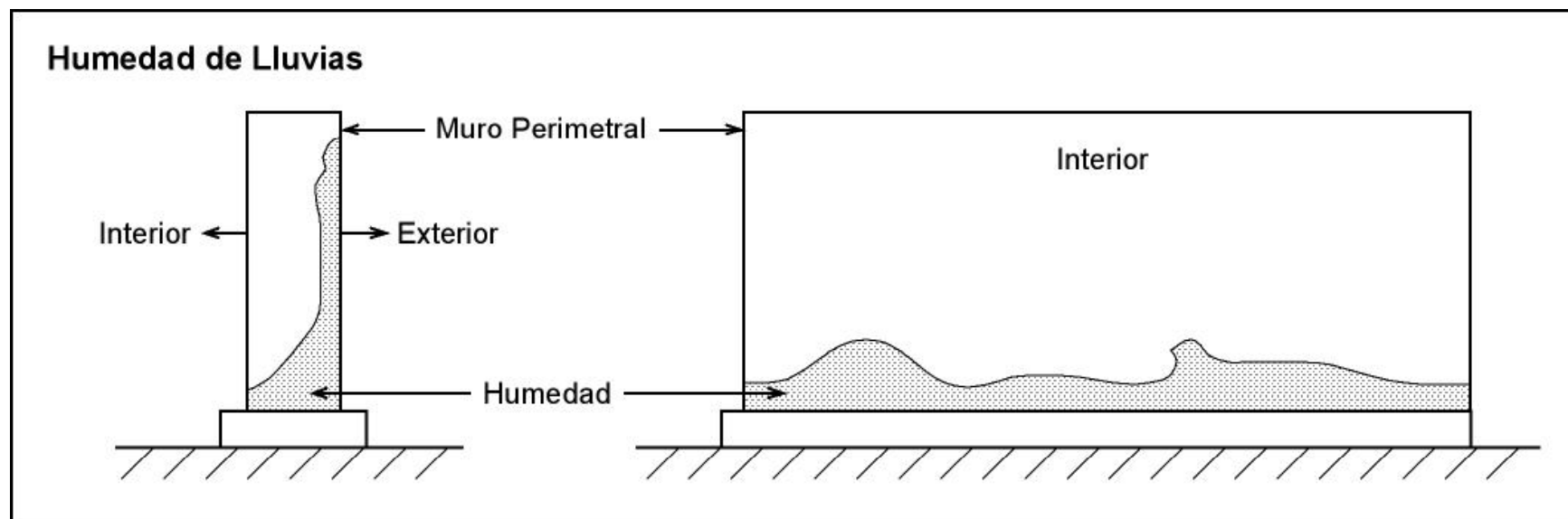
INFILTRACIONES POR LLUVIAS

*Caso de mala calidad del
mortero de pega*

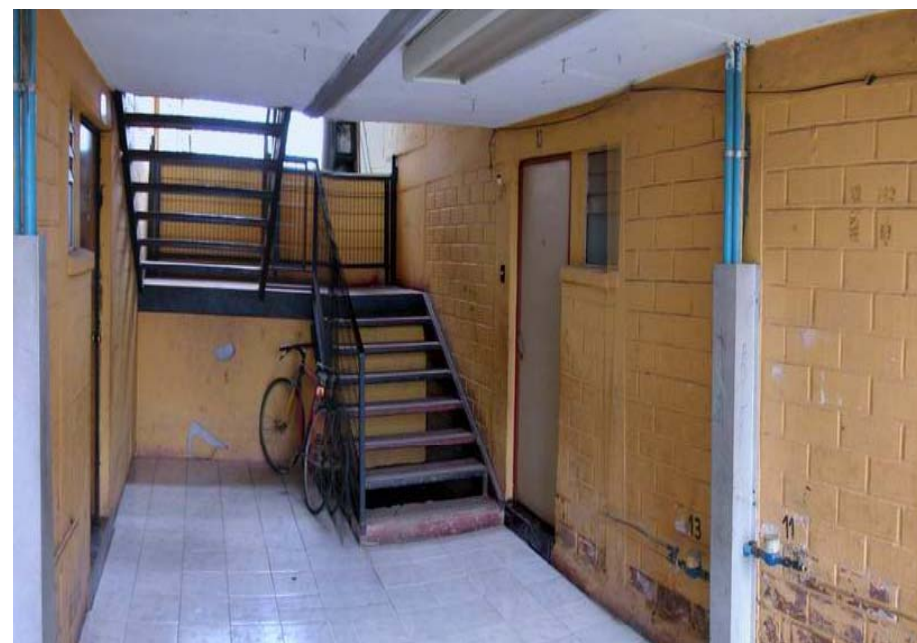
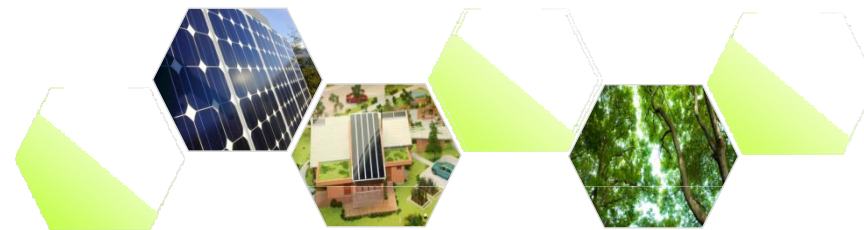




Humedad de Lluvia.

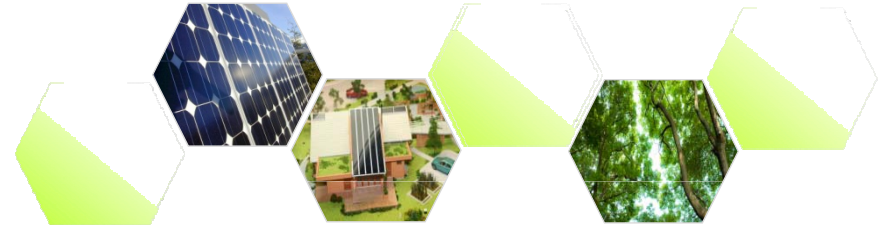


DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



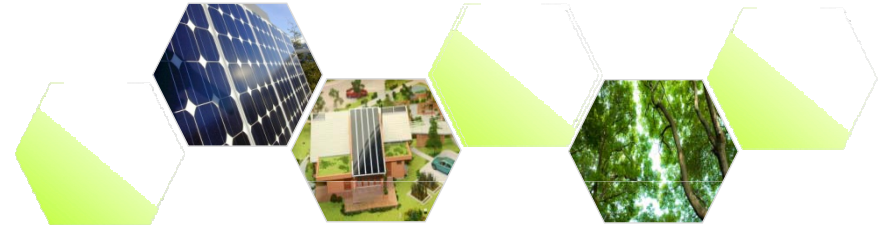
DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES





PREVENCIÓN DE HUMEDADES POR LLUVIA

- ➡ Diseñar pendientes de cubiertas adecuadas a la cantidad de agua caída (mm/h) de la zona.
- ➡ Procurar hermetismo de perfiles de ventanas y puertas a la lluvia con viento.
- ➡ Diseñar pendientes mayores para tejas que para cubiertas lisas (ver NCh 1079).
- ➡ Diseñar la orientación de ventanas tomando en cuenta la dirección de los vientos de invierno.
- ➡ Poner canaletas y bajadas adecuadas según lluvia.
- ➡ Bota-aguas adecuados en ventanas.
- ➡ No usar estucos rugosos en el exterior.
- ➡ Usar protecciones exteriores sobre los muros de orientación N-O.



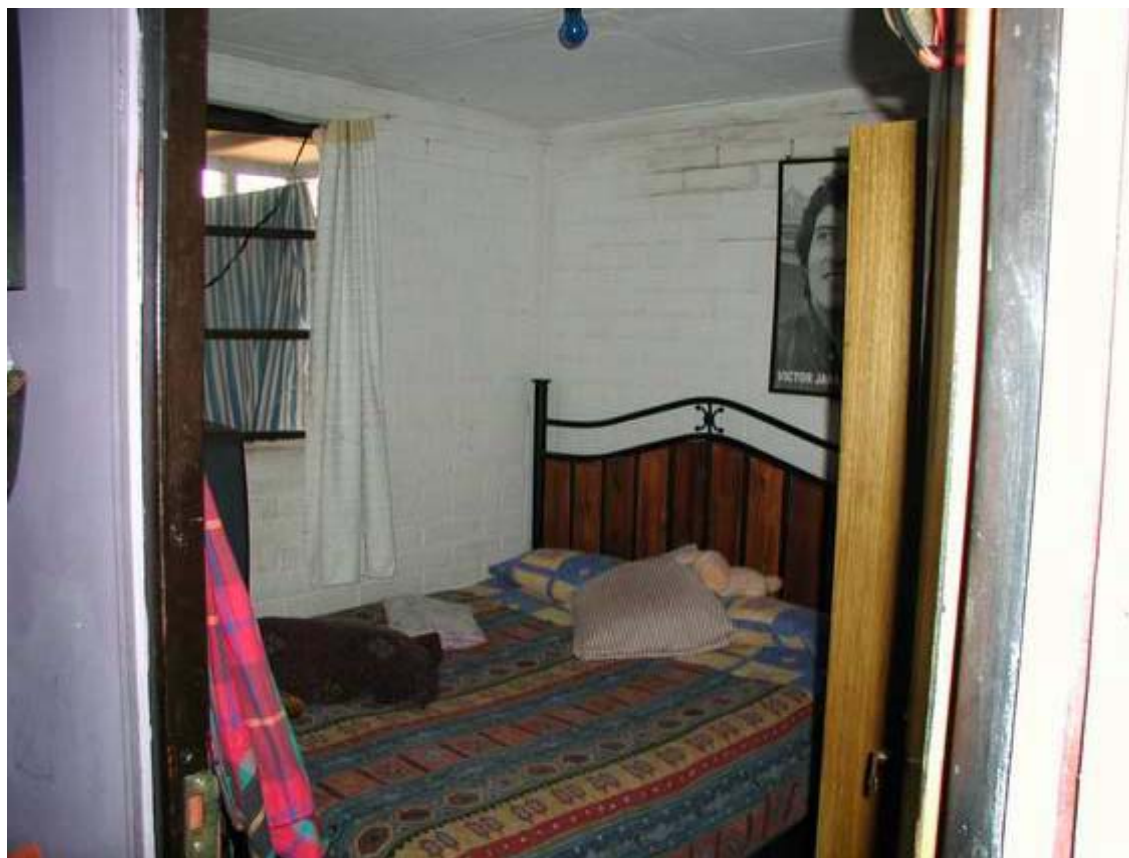
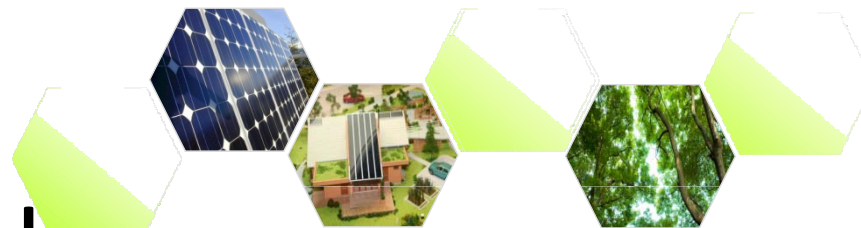
Humedades accidentales

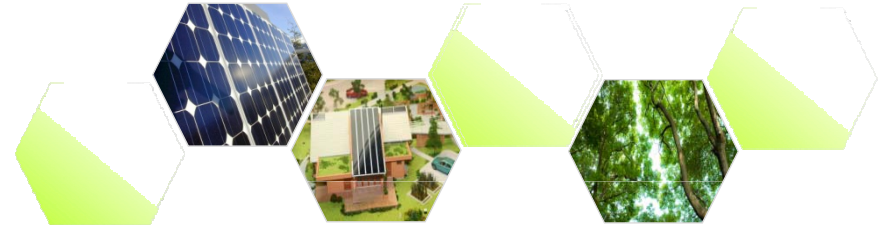
Son las filtraciones por mala ejecución tal como goteras del techo, filtraciones de lima-hoyas, bajadas de agua, filtraciones de cañerías de agua potable, desagües mal diseñados, etc.

Se deben a mala ejecución de la obra (si es nueva) o a falta de mantención de las viviendas con ciertos años de antigüedad.



Ejemplos

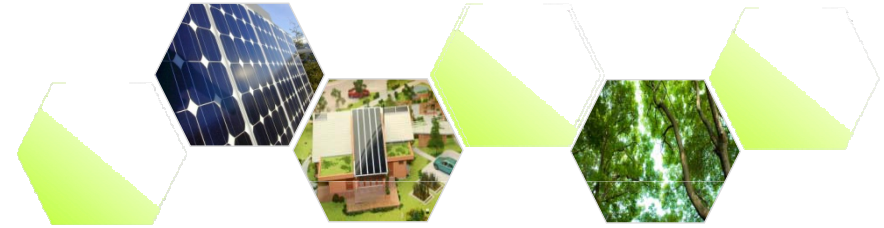




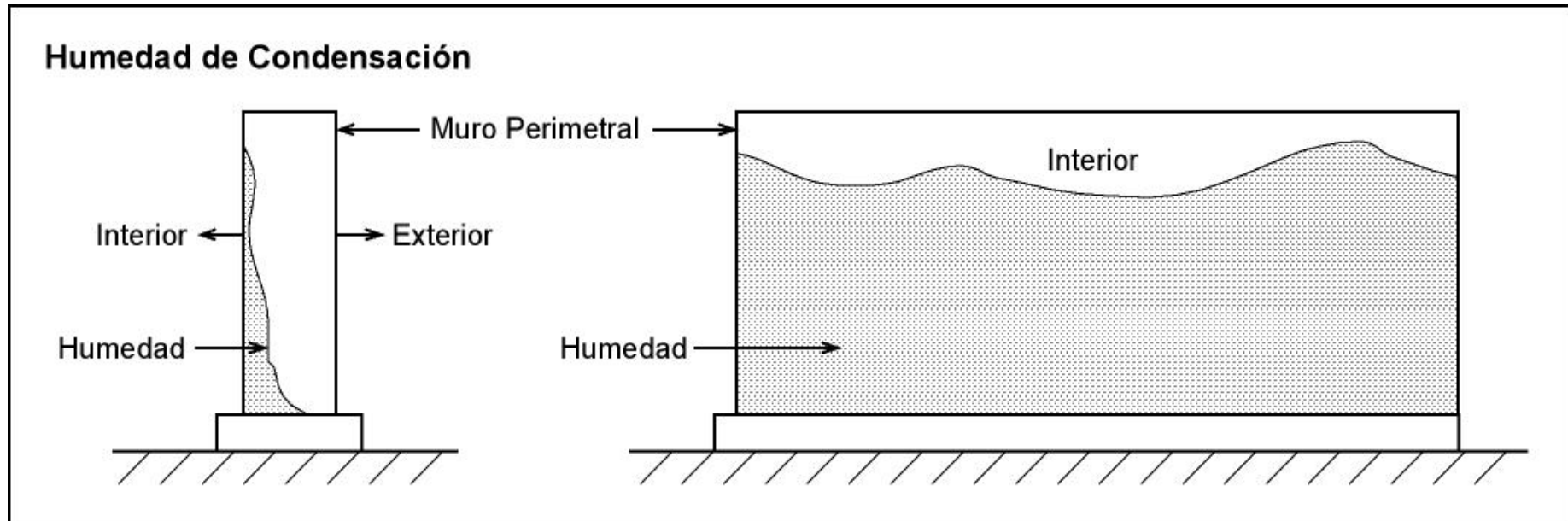
HUMEDAD POR CONDENSACIÓN SÍNTOMAS

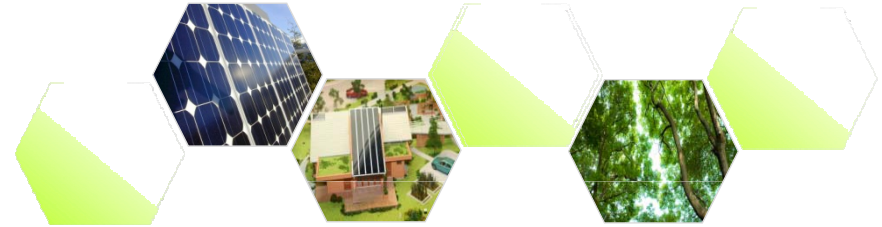
- SE PRESENTA EN FORMA ESTACIONAL, DE PREFERENCIA EN INVIERNO.
- SE DA ESPECIALMENTE EN AMBIENTES HÚMEDOS COMO COCINA BAÑO.
- SE PUEDE PRESENTAR EN MUROS CON CAÑERÍAS DE GUA FRÍA EMPOTRADA.
- SUELE PRESENTARSE EN RECINTOS SOBRE HABITADOS Y MAL VENTILADOS APARECE PRIMERAMENTE EN ELEMENTOS DE ELEVADA TRANSMITANCIA TÉRMICA.





Humedad por condensación





Baja aislación térmica de los elementos muros perimetrales



La condensación se agrava cuanto mayor es la transmitancia térmica del elemento envolvente, ocurriendo en rincones y aristas superiores o detrás de muebles y cuadros debido a que en esos lugares la circulación del aire es menor por razones geométricas.



Otro lugar donde se suelen producir condensaciones es en el interior de los closet en contacto con muros exteriores.

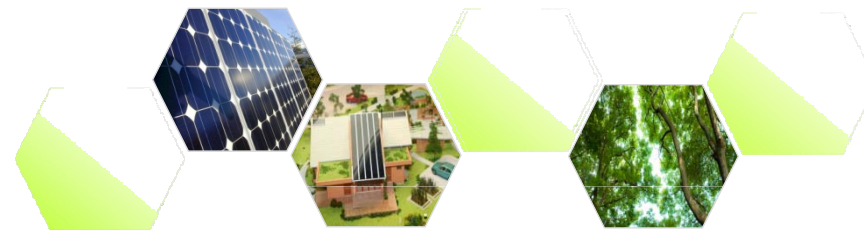


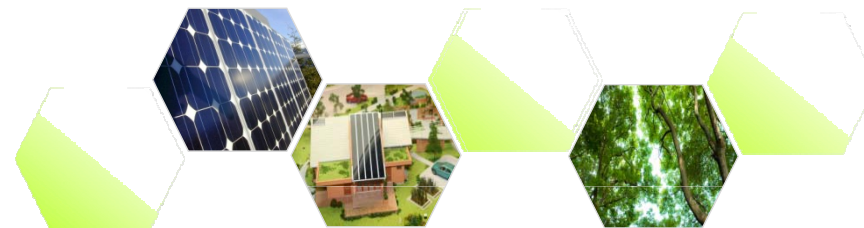


DIPLOMA DE POSTÍTULO



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

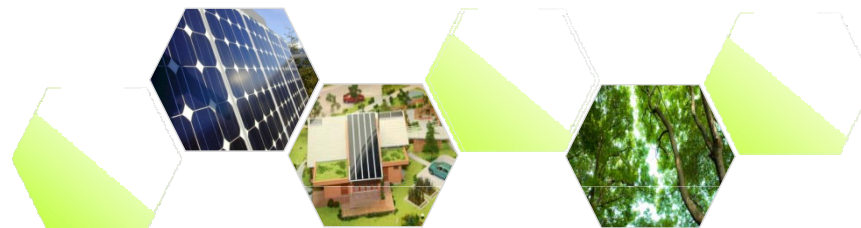


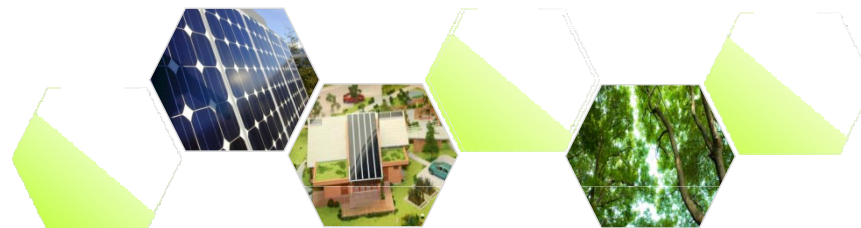


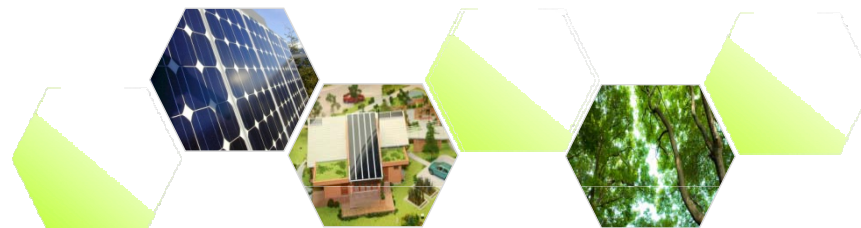


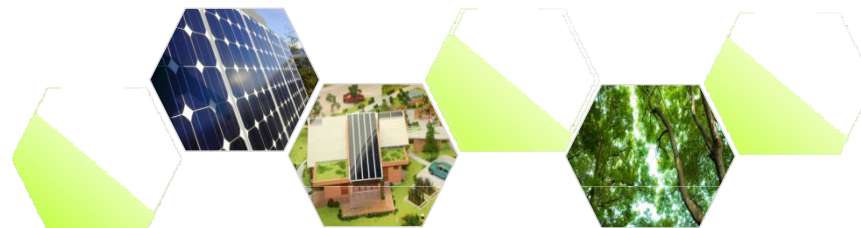
DIPLOMA DE POSTÍTULO

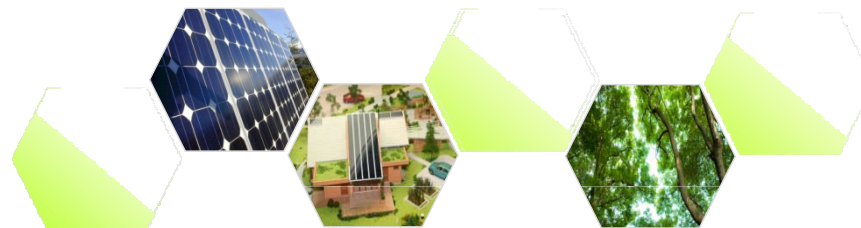
DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

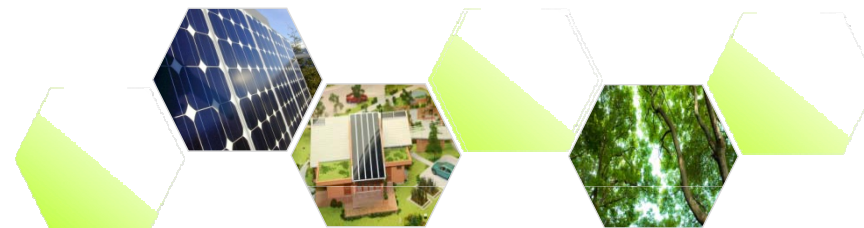


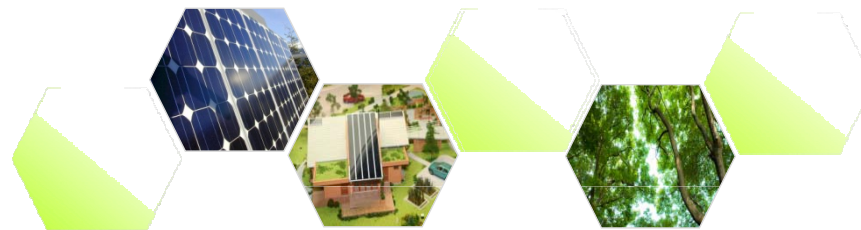


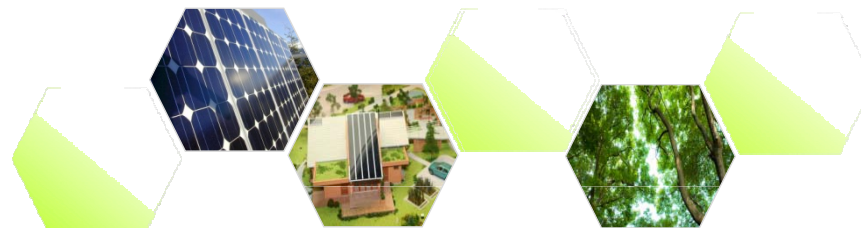


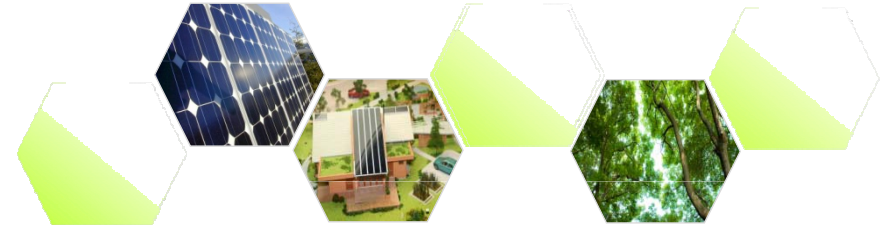










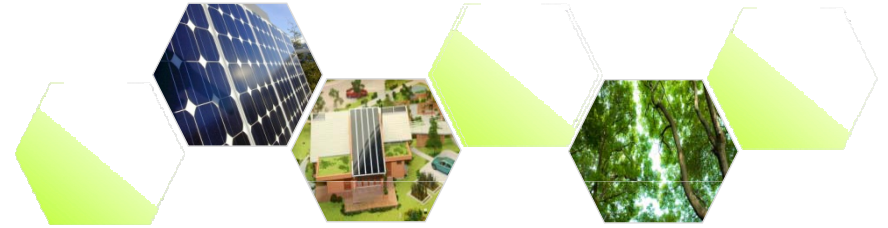


FACTORES CAUSANTES DE LA CONDENSACIÓN

A) ALTA HUMEDAD RELATIVA.

**B) BAJA RESISTENCIA TÉRMICA DE
ELEMENTOS PERIMETRALES.**

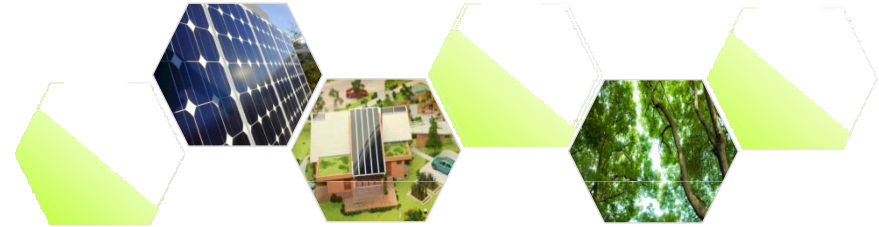




SOLUCIONES PARA ELIMINAR LA HUMEDAD DE CONDENSACIÓN

- AISLACIÓN TÉRMICA
- VENTILACIÓN ADECUADA





La condensación superficial e intersticial se producen por la combinación de tres factores:

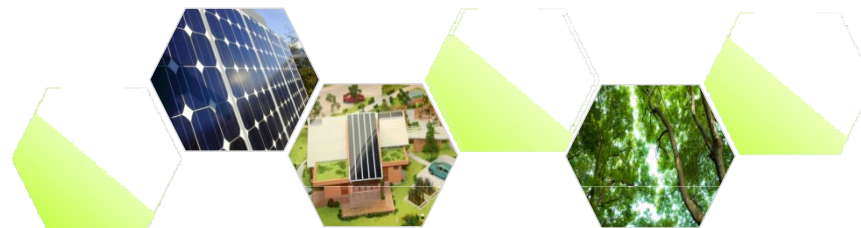


- ➔ *Paredes perimetrales frías*
- ➔ *Cielos fríos*
- ➔ *Puentes térmicos en la envolvente*
- ➔ *Elementos malos aislantes tales como antepechos, vidrios, marcos, etc.*

Alta humedad relativa ocurre por

- ➔ Exceso de personas y exceso de actividad física.
- ➔ Uso de calefacción húmeda (estufas a gas o parafina de llama abierta)
- ➔ Falta de campana extractora en cocina, sobre todo si está integrada al living.
- ➔ Falta de extracción de aire del baño y cocina.
- ➔ Lavado de ropa al interior de la vivienda.
- ➔ Secado y planchado de ropa al interior de la vivienda
- ➔ Exceso de plantas de interior.
- ➔ Falta de ventilación.





Humedad generada por estufas



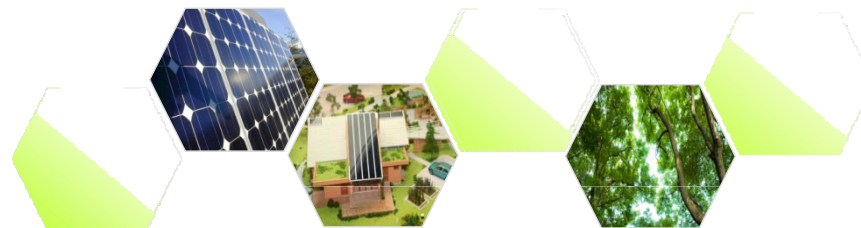
Las estufas de llama abierta tales como a parafina, gas licuado (corriente o catalítico), gas de cañería y gas natural producen importantes cantidades de vapor de agua que va a parar al ambiente. Igual cosa ocurre en las cocinas sin campana de extracción.



*1 kg de gas natural produce
2,25 L de agua*

*1 kg de gas licuado produce 1,7
L de agua*

*1kg de petróleo o derivados
produce 1,25 L de agua*



Lavado y secado de ropa



El lavado de ropa en lavadora produce poca evaporación de agua. Las lavadoras modernas centrifugan la ropa entregándola húmeda pero no seca.



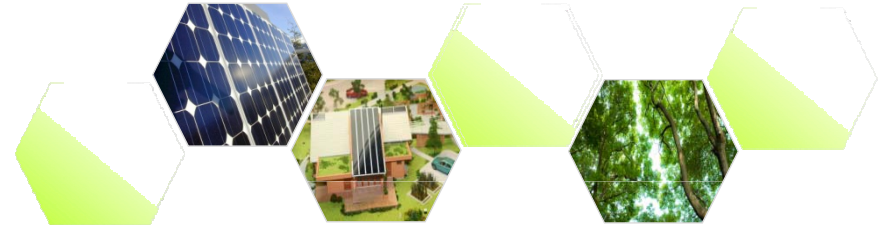
El secado de ropa genera gran cantidad de humedad, sea secado tradicional o secado en secadoras mecánicas. Estas evaporan el agua al ambiente más rápidamente que el secado natural.

La ropa estrujada a mano puede retener 2,5 veces su peso en agua.

La ropa centrifugada puede retener 1,5 veces su peso en agua.

La ropa de algodón retiene más agua que los tejidos sintéticos.

Lo importante es no secar la ropa dentro de la vivienda sino afuera, sea en patio, terraza o logia.



Ventilación



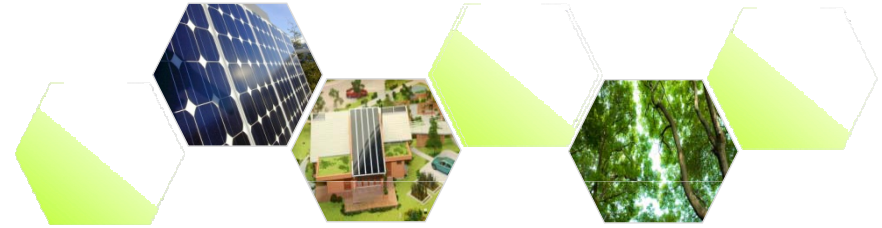
Todos los sistemas de ventilación, natural o forzada expulsan humedad de la vivienda, por lo tanto son benéficos. No obstante, en invierno cuando el aire exterior es muy frío esta ventilación es contraproducente por cuanto se pierde el confort y se malgasta energía de calefacción.



El aire interior se lleva 0,3 kcal por cada m³ que se expulsa y por cada grado Celsius de diferencia de temperatura.



La ventilación se activa por campanas de cocina, ductos de calefones, extractores de aire, ductos de chimeneas, celosías en ventanas, puertas y ventanas con mal ajuste, etc.



Consejos prácticos

para evitar daños por condensación



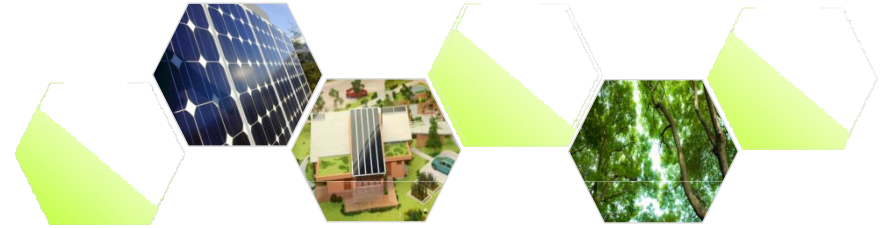
La barrera de vapor se debe colocar en la cara caliente del elemento.



Los aislantes térmicos deben instalarse en la cara fría del elemento.



Se posibilita la eliminación de vapor de agua hacia el exterior si las capas cercanas a la capa fría son de menos resistencia a la difusión del vapor. Sin embargo, la capa externa debe ser suficientemente impermeable a la lluvia.

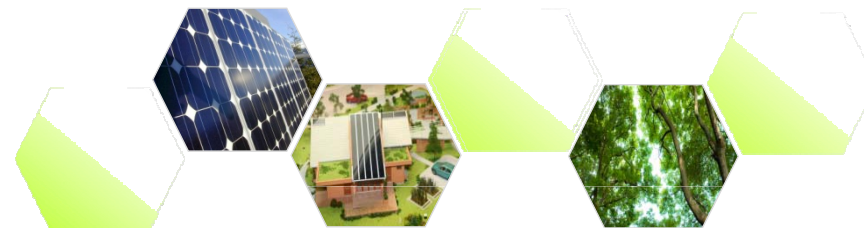


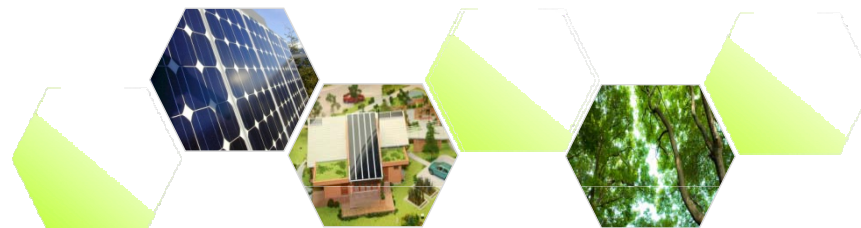
En resumen

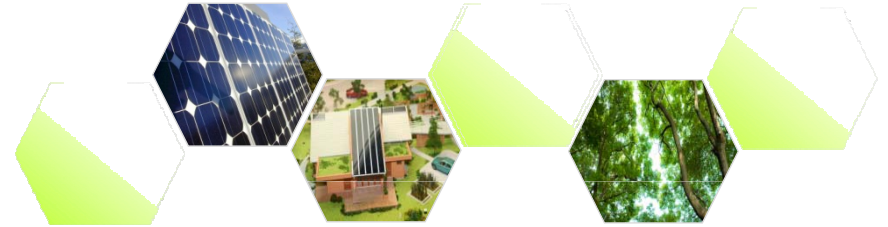
Las humedades producen tantos problemas que se ha dado en llamar patología de la construcción a su estudio: fenomenología, sintomatología, consecuencias, prevención y tratamientos.

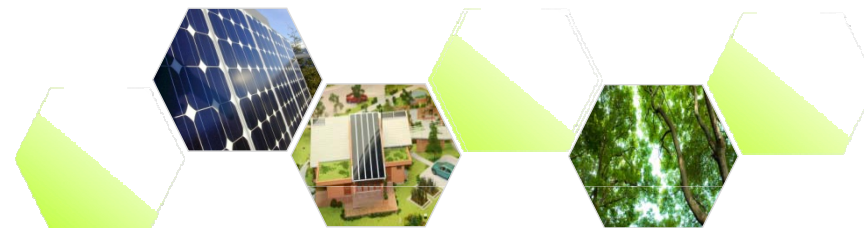
De los 5 tipos de humedades, cada una obedece a fenómenos distintos por lo que tienen tratamientos distintos.

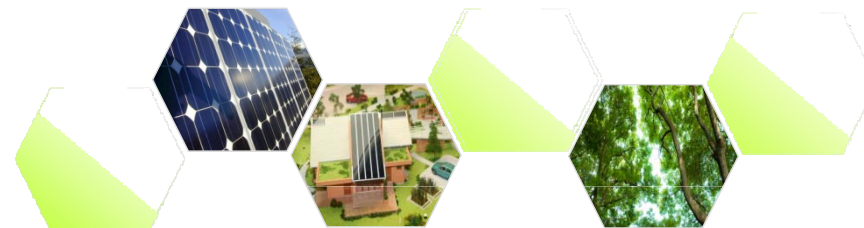
Sólo un análisis de cada caso, considerando el clima, local, el destino del edificio, el tipo de materiales, el diseño, etc., permite dar una solución adecuada al problema.





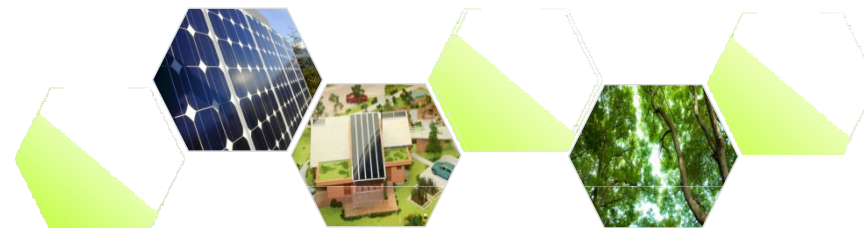






Primer indicio de humedad en Muro 1

T humedad 1:15 h
T agua 1:50 h
Area húmeda 2,15 m²
Agua absorbida 119,7 litros

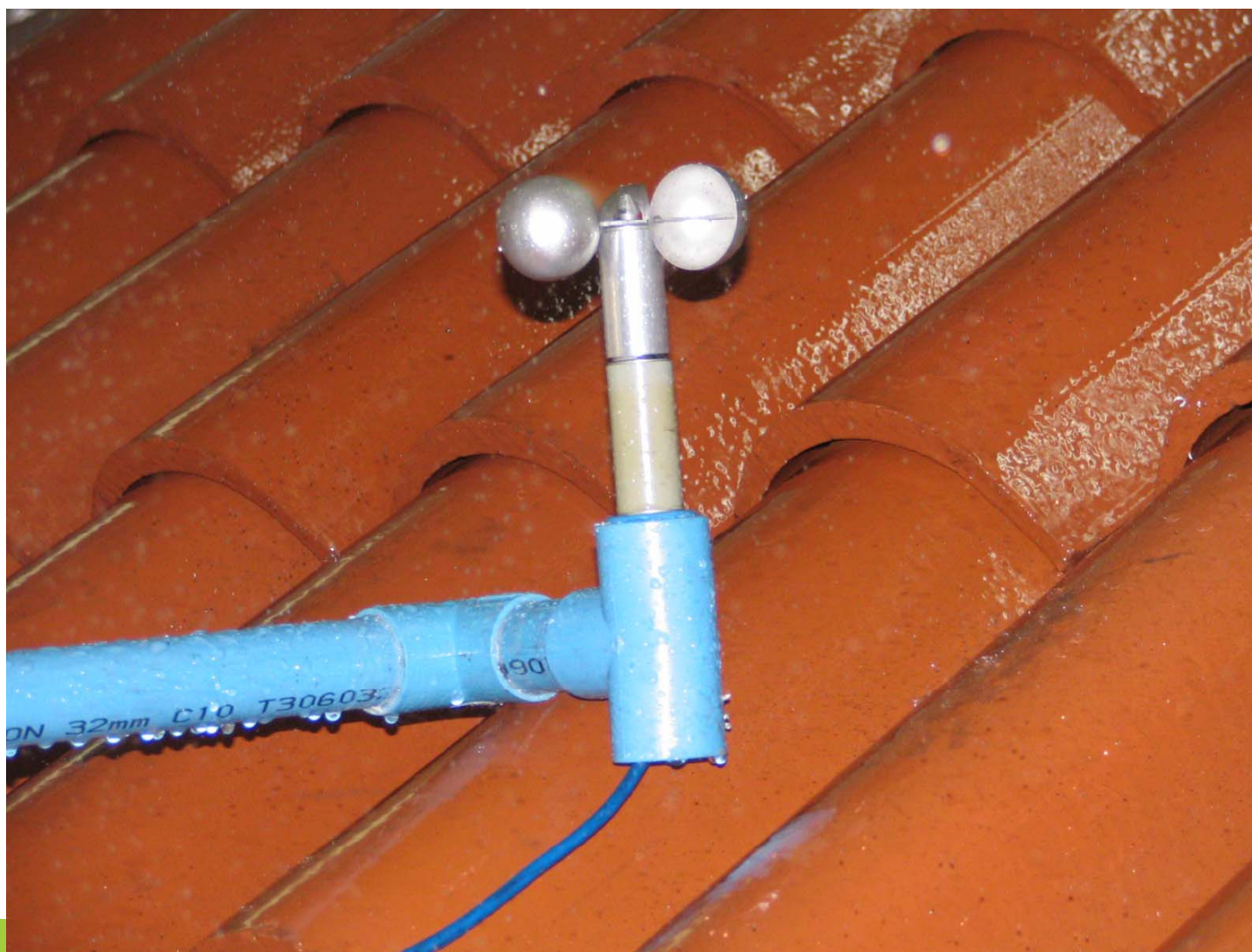


T humedad 2:26 h
T agua 4:47 h
Area húmeda 2,23 m²
Agua absorbida 205,8
litros



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES





TEJA ROJO ARCILLA

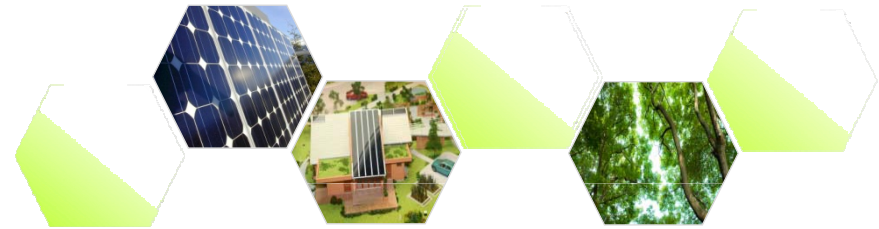


TEJA RÚSTICA



TEJA COLONIAL CHILENA





RESUMEN: DAÑOS POR HUMEDAD EN LOS EDIFICIOS

- **DETERIORO DE TERMINACIONES**
- **DETERIORO ESTRUCTURAL: CORROSIONES.**
- **DISMINUCIÓN DE LA AISLACIÓN TÉRMICA**
- **AUMENTO DE GASTOS POR CALEFACCIÓN**
- **AMBIENTES INSANOS**
- **AUMENTO DE LOS GASTOS DE MANTENCIÓN**
- **DESVALORIZACIÓN DE LA PROPIEDAD**
- **MENOR VIDA ÚTIL DEL EDIFICIO**

PROBLEMA DE HUMEDAD AGUDIZADO

- **ECONOMÍA MAL ENTENDIDA EN MATERIALES.**
- **INDUSTRIALIZACIÓN Y PREFABRICACIÓN SIN TOMAR RESGUARDO FRENTE A LA HUMEDAD.**
- **RAPIDEZ DE CONSTRUCCIÓN.**
- **DESCUIDO EN EL DISEÑO, DESCONOCIENDO ASPECTOS DE LA FÍSICA DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA LOCALIDAD.**
- **NOTABLE DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE LAS VIVIENDAS.**
- **FALTA DE MANTENCIÓN DE LAS VIVIENDAS.**

DISEÑO DE ENFRIACIONES

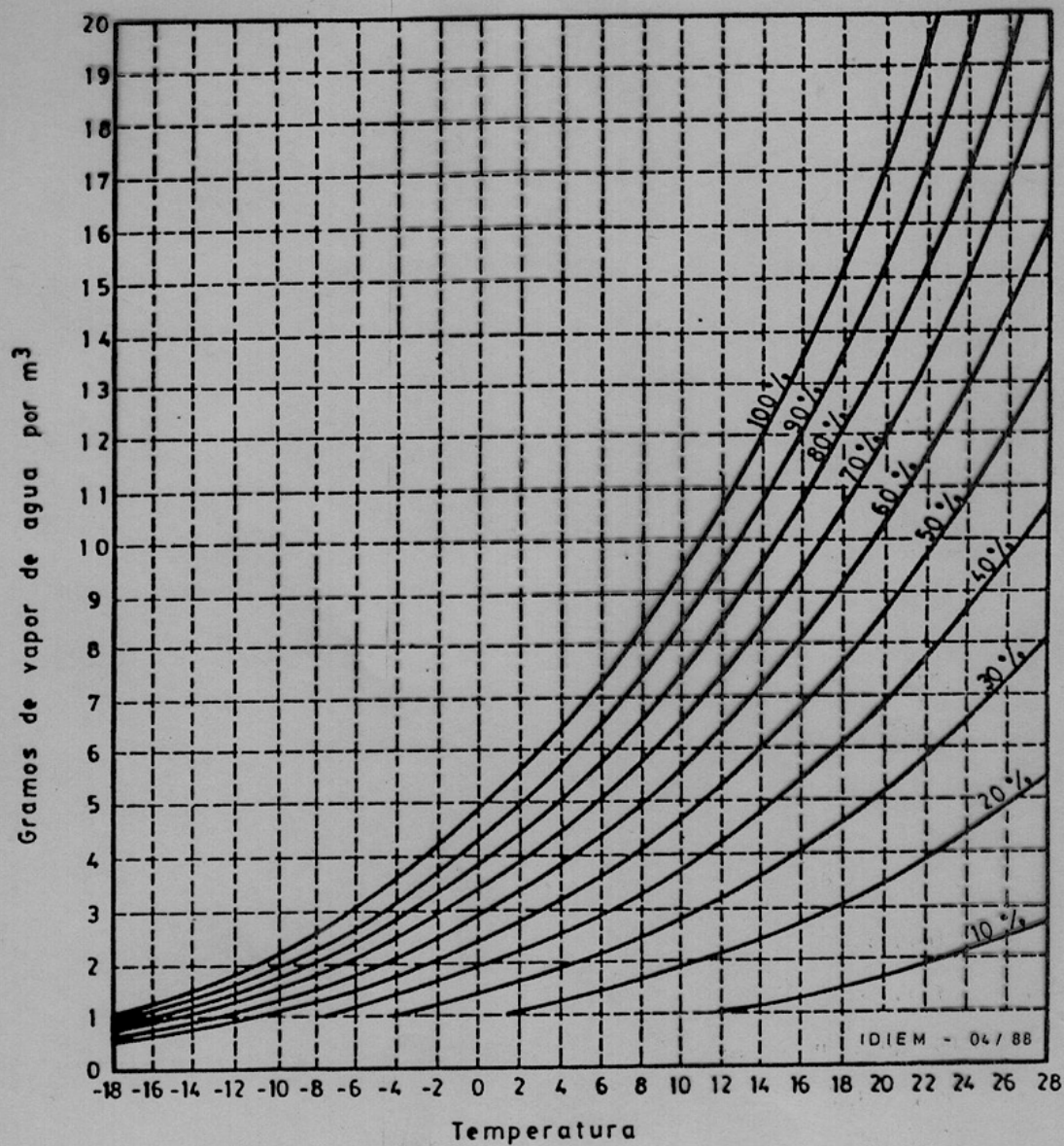
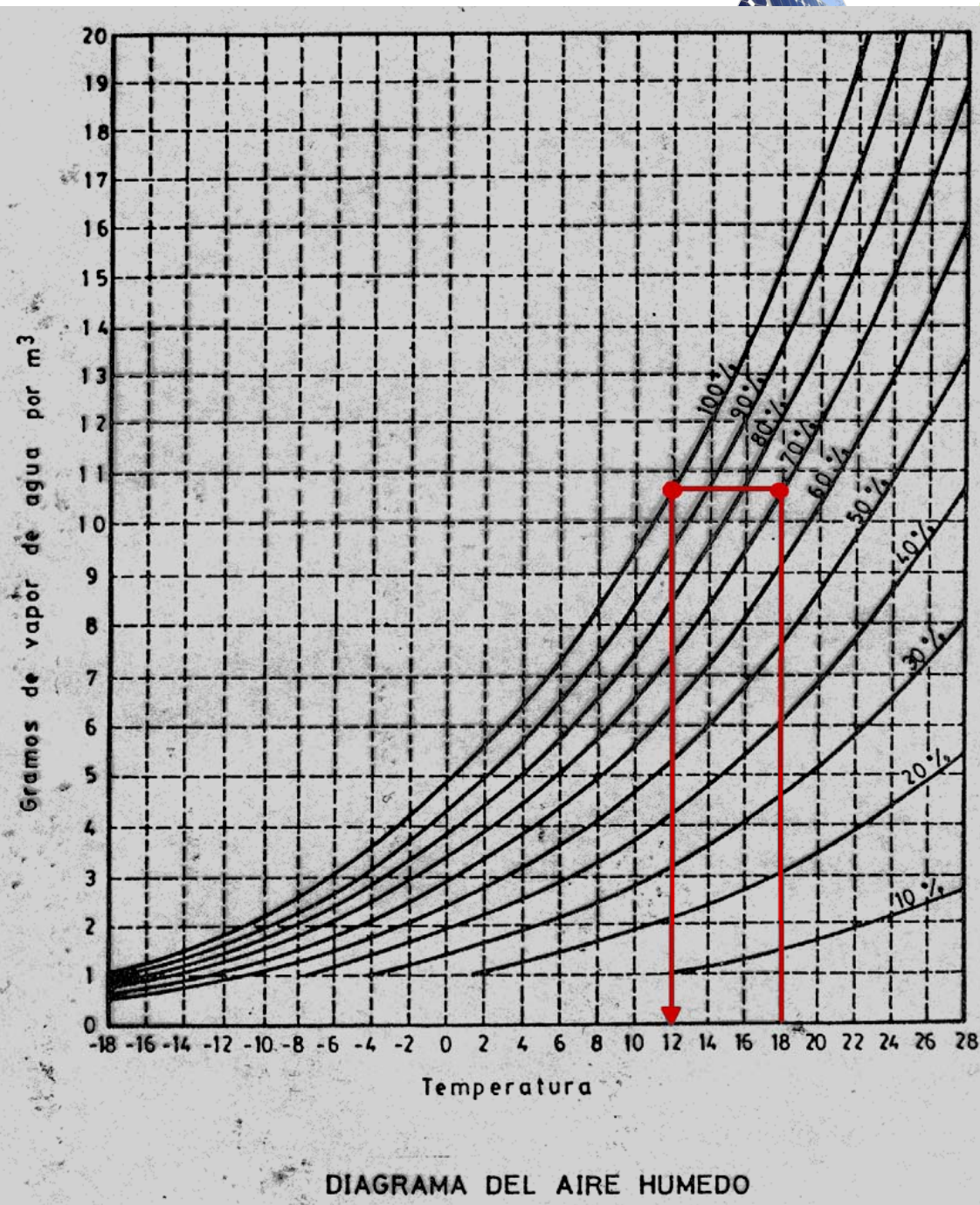
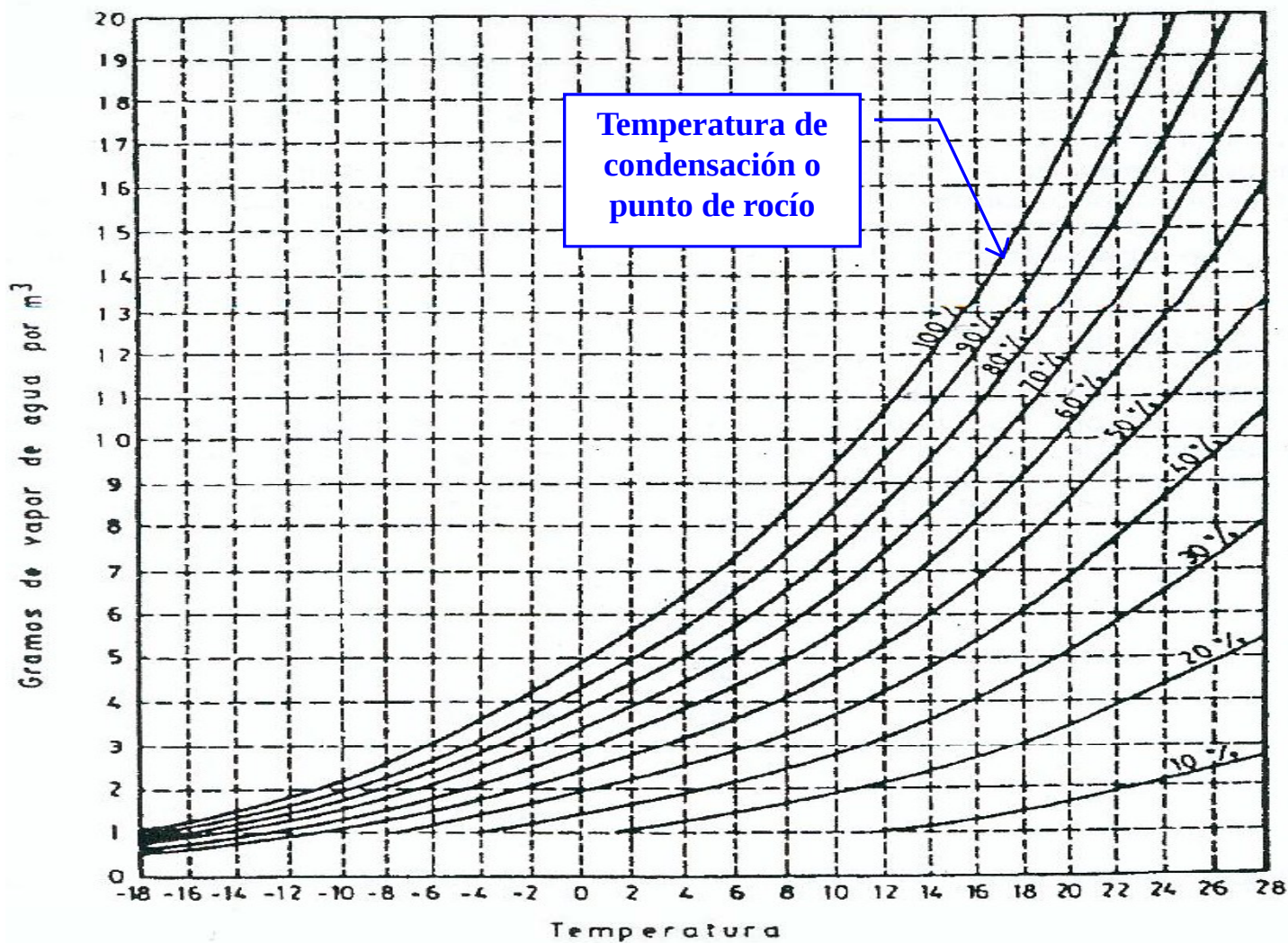
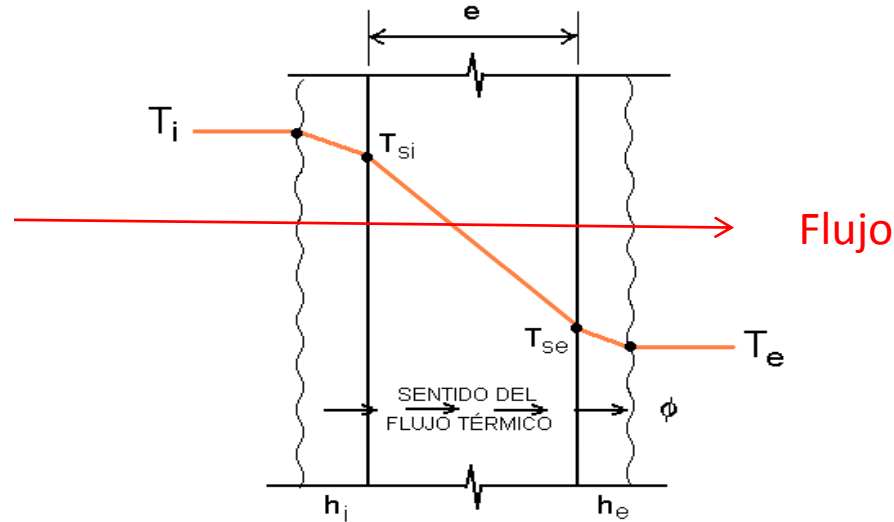
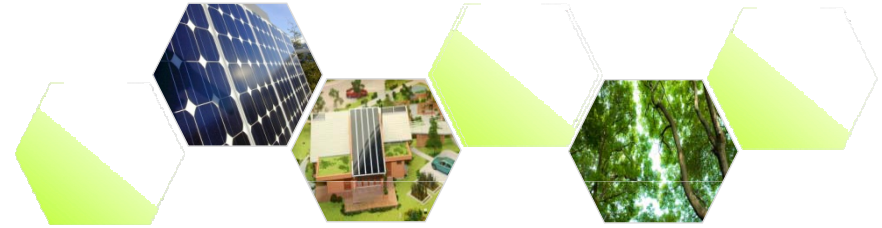


DIAGRAMA DEL AIRE HUMEDO







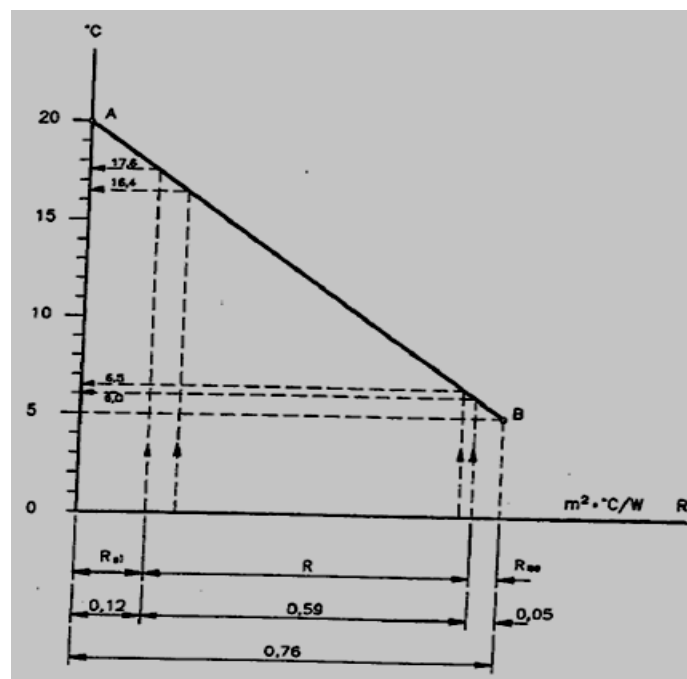
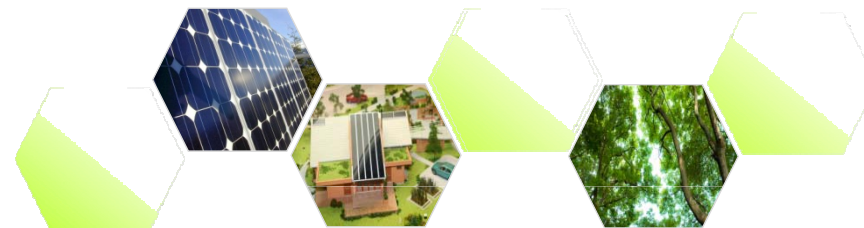
$$\phi_1 = U (T_i - T_e)$$

$$\phi_2 = h_i (T_i - T_{si})$$

$$U (T_i - T_e) = h_i (T_i - T_{si})$$

$$T_{si} = t_i - \frac{U}{h_i} (t_i - t_e)$$

Si $t_{si} < t_r \Rightarrow$ **CONDENSACIÓN**



El método consiste en calcular la resistencia térmica de cada capa R , colocando su valor en el eje de las abscisas en forma consecutiva, $R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se}$ y en el eje de las ordenadas la temperatura. Tomando papel milimetrado se elige una escala adecuada de modo que dé la precisión deseada. Se traza una recta entre el punto A (temperatura interior y $R = 0$) y el punto B (temperatura exterior y $R_T = 0,76 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$)

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 0,76 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

