



Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina (CEELA)

ACOMPañAMIENTO TÉCNICO PARA LA ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTE DEL CAPÍTULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN: NEC-HS-EE

14-02-2025



INFORME 2:



ESTUDIO
ECONÓMICO



Empa

Materials Science and Technology

TÉCNICO
DE LA



THINKING
FOR
TOMORROW

IMPLEMENTACIÓN DE

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NEC-HS-EE Y SU PROPUESTA DE AJUSTE.

Autores

Guillermo Soriano

Daniela Rueda

José Macías

Frank Porras

Pamela Zhindon

Supervisión general

CEELA - EBP Chile

Contraparte técnica

CEELA - EBP Chile

Índice

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. | METODOLOGÍA | 5 |
| 3. | EVALUACIÓN TÉCNICA | 8 |
| 3.1 | TECHO | 9 |
| | Situación de mercado | 9 |
| | Situación NEC vigente | 10 |
| | Situación propuesta | 11 |
| 3.2 | PARED | 12 |
| | Situación de mercado | 12 |
| | Situación NEC vigente | 14 |
| | Situación propuesta | 15 |
| 3.3 | PISOS | 17 |
| | Situación de mercado | 17 |
| | Situación NEC vigente | 18 |
| | Situación propuesta | 19 |
| 3.4 | ELEMENTOS TRANSLÚCIDOS | 21 |
| | Situación de mercado | 21 |
| | Situación NEC vigente | 22 |
| | Situación propuesta | 23 |
| 4. | ANÁLISIS ECONÓMICO | 25 |
| 4.1 | DEFINICIÓN DE TIPOLOGÍAS | 25 |
| | Valorización de la vivienda base | 26 |
| 4.2 | ELEMENTO DE LA ENVOLVENTE: SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA Y VALORIZACIÓN. | 28 |
| | 4.2.1 Techos | 28 |
| | 4.2.2 Paredes | 30 |
| | 4.2.3 Pisos | 32 |
| | 4.2.4 Elementos Translúcidos | 34 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5. | RESULTADOS | 39 |
| | 5.1. Comparativo Elementos de envolvente por zona climática | 39 |
| | 5.2 Comparativo Tipologías de vivienda por zona climática | 39 |
| <hr/> | | |
| 6. | ANEXOS | 44 |
| | 6.1. Cálculo de Transmitancia Térmica (Valor U) de los elementos analizados | 44 |
| | 6.1.1 Techos | 44 |
| | 6.1.2 Paredes | 47 |
| | 6.1.3 Pisos | 50 |
| | 6.1.4 Elementos Translúcidos | 54 |
| | 6.2 Valores referenciales para Índice de Reflectancia Solar (SRI) | 55 |
| | 6.3 Análisis de Precios Unitarios | 56 |
| | 6.2.1 APU's referentes a Techos | 57 |
| | 6.2.2 APU's referentes a paredes | 63 |
| | 6.2.3 APU's referentes a Pisos | 72 |
| | 6.2.4 APU's referentes a Elementos Translúcidos | 80 |

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la NEC-HS-EE contempla exigencias prescriptivas (requerimientos de obligatorio cumplimiento) para ciertos aspectos que influyen en el desempeño energético y confort térmico de las edificaciones residenciales. Entre estos: la envolvente de la edificación y su desempeño térmico, la calidad del aire y los niveles de iluminación.

La actualización de la norma actual se enfoca en la definición de nuevos valores prescriptivos para los elementos de la envolvente: techos, paredes, pisos y áreas translúcidas. El presente informe analiza el impacto económico de la implementación de soluciones constructivas para cumplimiento de los valores prescriptivos de la norma NEC-HS-EE y su propuesta de ajuste.

2. METODOLOGÍA

Este estudio se organiza en dos secciones, por un lado, la parte técnica donde se revisan las soluciones constructivas que cumplen los valores prescriptivos para la envolvente de la norma vigente, y las soluciones constructivas que cumplirían con la prescripción propuesta en la actualización de la NEC-HS-EE.

Como segundo eje, se analiza el componente económico. Se valorizan las soluciones constructivas de la evaluación técnica y se realiza una comparación económica de su implementación en cuatro tipologías de vivienda (1 planta, 2 plantas, departamento, vivienda social) para las seis zonas climáticas establecidas en Ecuador.

Evaluación técnica

Este análisis consiste en validar los materiales y soluciones constructivas para los elementos de envolvente -techo, pared, piso y ventanas- que están presentes en el mercado local y que cumplen con las exigencias prescriptivas tanto de la norma actual como del ajuste propuesto. Para ello se contempla el siguiente desarrollo:

- *Situación actual:*
Repaso de los materiales y paquetes constructivos más utilizados en el mercado y su desempeño térmico.
- *Situación NEC vigente*
Planteo de soluciones constructivas para su cumplimiento de valores prescriptivos de la norma actual, mediante revisión de fichas técnicas de materiales y cálculo de transmitancia térmica del paquete mediante método de cálculo teórico basado en la norma ISO 6946. Este método se basa en el cálculo de la transmitancia térmica estacionaria de un cerramiento convencional a través del espesor y de la conductividad térmica de sus diferentes capas, así como de sus resistencias térmicas superficiales.

- Situación propuesta
Planteo de soluciones constructivas para su cumplimiento de valores prescriptivos de la propuesta de actualización, mediante revisión de fichas técnicas de materiales y cálculo de transmitancia térmica del paquete.

Evaluación económica

Este análisis estima el impacto económico de la implementación de las soluciones constructivas de los elementos de la envolvente (techo, paredes, cubierta, ventanas) que cumplan con la normativa NEC vigente y su propuesta de actualización. Para ello se plantea el siguiente desarrollo:

- *Tipologías de vivienda*

Descripción: Se definen las especificaciones técnicas de la vivienda de cada tipología, en base a la información del análisis de mercado de los antecedentes técnicos del Informe 2 de la Consultoría “DESARROLLO DE INSUMOS PARA UNA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTE DEL CAPÍTULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN: NEC-HS-EE”. Conjuntamente, se establecen superficie de construcción y porcentajes de áreas de los elementos de envolvente a analizar por tipología.

Valorización: Se define el costo directo por metro cuadrado de construcción de cada tipología mediante análisis de costos especificados por la Cámara de la Construcción de las ciudades mayormente pobladas (Quito, Guayaquil y Cuenca) y los indicadores las Estadísticas de Edificaciones ESED de los años 2023 y 2022.

- *Elemento de la Envolvente: Solución constructiva*

Este tema se desarrolla para cada uno de los cuatro elementos: techos, paredes, pisos y áreas translúcidas de forma separada.

Por cada elemento se establece el paquete constructivo y su costo/m² por zona climática, tanto de la solución que cumple con la NEC actual como de la propuesta. Nuevamente, por cada elemento, se valoriza el costo total de la solución (Área del elemento x Costo/M²) en cada tipología de vivienda.

Finalmente, se establece el porcentaje de reducción de costos por elemento entre las exigencias de la norma actual y la propuesta.

| | | ZONA CLIMATICA | |
|---------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| | | NEC Actual | Propuesta |
| Elemento 1 | TIPOLOGÍA | Solución Constructiva | Solución Constructiva |
| | AREA ELEMENTO | Costo / M2 | Costo / M2 |
| | A | COSTO TOTAL | COSTO TOTAL |
| | B | COSTO TOTAL | COSTO TOTAL |
| | C | COSTO TOTAL | COSTO TOTAL |
| | D | COSTO TOTAL | COSTO TOTAL |
| REDUCCIÓN | | % | |

Figura 1. Esquema de Valorización del Costo Total de Elemento.

Resultados

- *Comparativo entre Elementos de la envolvente por zona climática*
Considerando los costos de los elementos de la envolvente que cumple con las exigencias de la NEC actual y de la propuesta de actualización, definidos en el capítulo anterior, esta sección estima que en qué elemento se produce el mayor porcentaje de reducción de costos.
- *Comparativo entre Tipologías de vivienda por zona climática*
Con el fin de establecer el costo directo total de la vivienda que cumpla con las exigencias de la NEC vigente y de la vivienda que cumpla con la NEC de la propuesta de actualización, se requiere definir el costo de los otros elementos que no se modifican con la normativa.
Para ello, se consideran el costo directo total de la vivienda definido en la sección 4.1 Definición de tipologías, y los costos totales de cada elemento de la envolvente según la construcción tipo del mercado actual de la sección 4.2 Elemento Envolvente: solución Constructiva y valorización. Este esquema se presenta en la Figura 2.

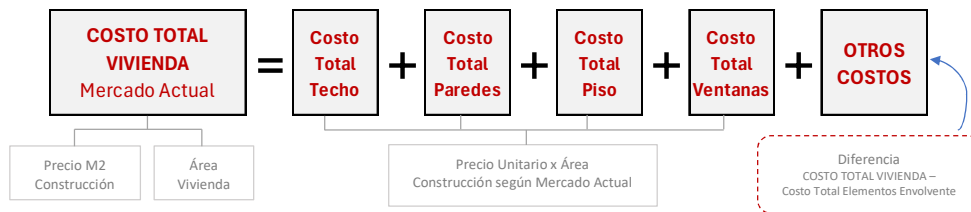


Figura 2. Esquema para Definición de costos de vivienda tipo según la construcción del mercado actual.

Una vez que se establece un valor total por Otros Costos de la Vivienda, este constituye el valor base, para que partir del cual, se adicionen los costos de las soluciones constructivas de Techo, Paredes, Piso y Ventanas. De esta manera, se definen el Costo Total de las Viviendas que cumplen con la NEC actual y con la propuesta de actualización de la NEC, el cual se ilustra en la Figura 3.

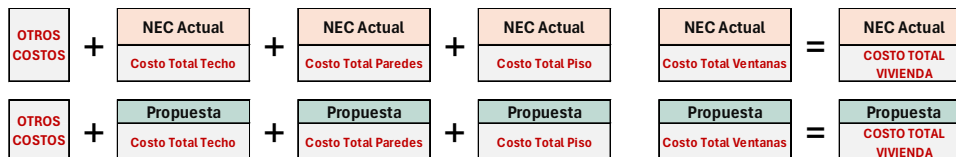


Figura 3. Esquema para Definición de Costo Total Vivienda respecto a NEC Actual y Propuesta de Cambio.

Finalmente, por zona climática y tipología, se genera el comparativo entre el costo total de una vivienda que cumple con la NEC actual y el costo total de una vivienda que cumple con la propuesta de actualización de la normativa.

3. EVALUACIÓN TÉCNICA

En esta sección se revisan las soluciones constructivas de elementos de envolvente: techos, paredes, pisos y áreas translúcidas. Se enfoca en que los paquetes constructivos incluyan materiales que estén presentes en el mercado local, y que los paquetes constructivos cumplan con las exigencias prescriptivas tanto de la norma actual como del ajuste propuesto.

Las exigencias prescriptivas que se revisan de la norma actual se disponen en el documento NEC-HS-EE Capítulos 4.1.4 Cerramientos opacos y 4.1.5 Elementos translúcidos. Las tablas que resumen esta información se desarrollan en la sección 4.1.3 Clima del mismo documento:

- Tabla 4: Requisitos de envolvente para la zona climática 1
- Tabla 5: Requisitos de envolvente para la zona climática 2
- Tabla 6: Requisitos de envolvente para la zona climática 3
- Tabla 7: Requisitos de envolvente para la zona climática 4
- Tabla 8: Requisitos de envolvente para la zona climática 5
- Tabla 9: Requisitos de envolvente para la zona climática 6

La Tabla 1 muestra un ejemplo de las tablas de la norma actual, donde se muestran valores de transmitancia térmica, resistencia térmica y coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC).

Tabla 1. Exigencias Prescriptivas de la Norma Actual.

| Elementos opacos | Habitable | | | | No habitable | |
|---|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| | Climatizado | | No climatizado | | Montaje máximo | Valor Min. R de aislamiento |
| | Montaje máximo | Valor Min. R de aislamiento | Montaje máximo | Valor Min. R de aislamiento | | |
| Techos | U-0.273 | R-3.3 | U-3.3 | R-0.3 | U-4.7 | R-0.21 |
| Paredes, sobre nivel del terreno | U-0.857 | R-1.0 | U-4.61 | R-0.2 | U-5.46 | NA |
| Paredes, bajo nivel de terreno | C-6.473 | NA | C-6.473 | NA | C-6.473 | NA |
| Pisos | U-1.625 | R-1.3 | U-3.4 | R-0.3 | U-3.4 | NA |
| Puertas opacas | U-3.2 | NA | U-3.2 | NA | U-3.2 | NA |
| Ventanas | Transmitancia máxima | Montaje máximo SHGC | Transmitancia máxima | Montaje máximo SHGC | Transmitancia máxima | Montaje máximo SHGC |
| Area translúcida vertical $\geq 45^\circ$ | U-6.81 | SHGC-0.25 | U-3.84 | SHGC-0.77 | U-6.81 | NA |
| Area translúcida horizontal $< 45^\circ$ | U-11.24 | SHGC-0.19 | U-11.24 | SHGC-0.19 | U-11.24 | NA |

La actualización de la norma se enfoca en adecuar el estándar prescriptivo actual a un estándar con valores prescriptivos que sean factibles de implementar en Ecuador y que mejoren el desempeño térmico de las viviendas que se construyen actualmente.

Este informe revisa los valores de transmitancia térmica (Valor U) de los paquetes constructivos y la resistencia térmica (Valor R) de los materiales que los componen.

El ajuste de la norma considera un solo tipo de espacio habitable, por lo que no habría distinción en espacios climatizados o no climatizados. De esta manera, el análisis técnico considera como exigencias prescriptivas a cumplir el Valor U (Transmitancia Térmica) de los espacios climatizados.

A continuación, se desarrollan las secciones de Situación de mercado, Situación NEC vigente y Situación propuesta para cada uno de los elementos de la envolvente: Techos, paredes, pisos y elementos translúcidos.

3.1 TECHO

Situación de mercado

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Edificaciones ESED 2021, en Ecuador el material más utilizado en los techos de las viviendas registradas fue mayoritariamente hormigón armado. En zonas climáticas cálidas, se aprecia que además de la losa de hormigón, los techos de las viviendas se realizan en fibrocemento y planchas metálicas como el zinc, como muestra la Figura 4.

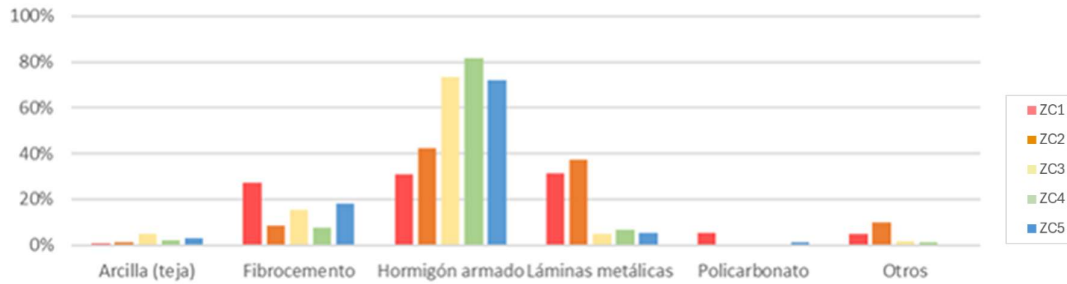


Figura 4. ESED 2021 Materiales predominantes en techos

En los años siguientes, la información de la ESED 2023 y ESED 2022 muestra que esta tendencia se mantiene. La mayoría de cubiertas son de hormigón armado, fibrocemento (Eternit) y planchas metálicas (zinc). Figura 5 y Figura 6.

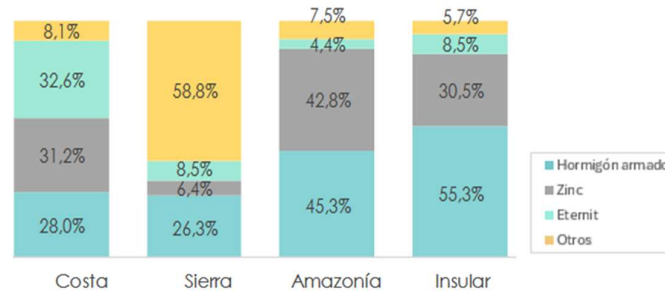


Figura 5. ESED 2022 - Materiales predominantes en techos

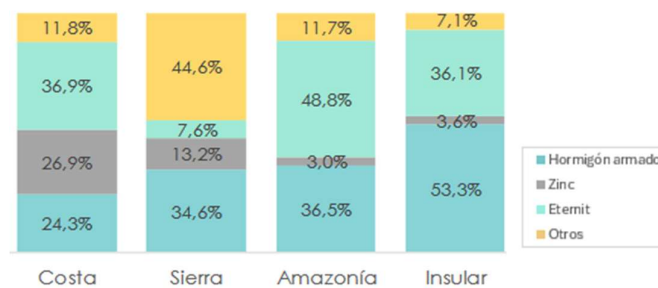




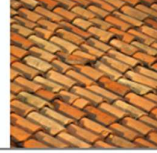


Figura 6. ESED 2023 - Materiales predominantes en techos

En la Tabla 2 se muestran los valores U de algunos de los materiales más utilizados para cubiertas de viviendas a nivel nacional. Se puede apreciar que el rango varía desde 4.70W/m²k para losas de hormigón, 3.50-3.10W/m²k para fibrocemento y zinc; y 2.90-2.80 W/m²k en materiales como teja de arcilla y paja.

Tabla 2. Mercado actual: Tipos de techos y transmitancia térmica (Valor U).

| | Losa Hormigón | Fibrocemento | Zinc | Paja | Teja |
|--------------------------------|---|---|---|--|---|
| Tipo de techo |  |  |  |  |  |
| Valor U [W/ m ² -K] | 4,70 | 3,10 | 3,50 | 2,80 | 2,90 |

Situación NEC vigente

Actualmente, la norma NEC considera un valor U máximo de 0.273 W/m²k para los elementos de cubierta en todas las zonas climáticas. Para conseguir el valor U que la norma exige, se requieren soluciones que incorporen aislamiento térmico en el paquete constructivo.

Como primera opción se consideró una solución con paneles metálicos tipo sandwich, que incorporan aislamientos como PIR y PUR. Según las fichas técnicas de los productos, estos paneles pueden cumplir con el valor de 0.273 W/m²k en espesores de 90-100mm con aislante PUR.

Considerando que la losa de hormigón es uno de los materiales más comunes en la configuración de cubierta en viviendas según la ESED 2021 (Figura 4), se plantea una segunda opción donde a la losa se incorpora una capa de aislamiento de 80mm para conseguir el valor U de la norma actual.

En la Tabla 3 se pueden apreciar las soluciones constructivas en techos para cumplimiento de la NEC-HS-EE:

Tabla 3: Análisis de soluciones constructivas de techo según estándar vigente de la NEC-HS-EE

| Zona Climática | Valor U [W/m ² K] | NEC ACTUAL: Soluciones Constructivas | |
|--|------------------------------|--|--|
| | | OPCION 1 | OPCION 2 |
| ZC1 ZC2 ZC3 ZC4 ZC5 ZC6 | 0.273 | Techo conformado por: Panel aislante PUR e=80mm Cámara de aire e>300mm Tumbado de Gypsum e=12mm U=0.25W/m ² K | Losa de hormigón e=100mm Capa de PUR proyectado e=80mm Cámara aire >30mm Tumbado de Gypsum e=12mm U=0.27W/m ² K |

Situación propuesta

En respuesta a los restrictivos valores de la NEC Actual para techos ($U=0.273 \text{ W/m}^2\text{K}$), la propuesta incluye valores por zona climática, que van desde $0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$ para ZC1 (Guayaquil, Manta, Esmeraldas, entre otras), $0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ para ZC2 (Tena, Catamayo); y un valor máximo de $0.79 \text{ W/m}^2\text{K}$ para ZC3, ZC4, ZC5 y ZC6, las cuales incluyen ciudades de la sierra ecuatoriana como Quito, Cuenca, Ambato, Riobamba. Como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Valores Prescriptivos para normativa NEC Actual y Propuesta

| Zona Climática | TECHO - Valor U [$\text{W/m}^2\text{-K}$] | |
|----------------|---|-----------|
| | NEC Actual | Propuesta |
| ZC1 | 0.273 | Máx. 0.44 |
| ZC2 | 0.273 | Máx. 0.50 |
| ZC3 | 0.273 | Máx. 0.79 |
| ZC4 | 0.273 | Máx. 0.79 |
| ZC5 | 0.273 | Máx. 0.79 |
| ZC6 | 0.273 | Máx. 0.79 |

En la propuesta, los valores U de cubierta son menos restrictivos, por lo que se analizan las soluciones constructivas propuestas adaptando el espesor del aislante para cumplir con los valores de transmitancia térmica (Valor U). Por lo tanto, la Tabla 5 muestra como opción primera, los paneles aislantes de techo tipo sandwich pueden cumplir con espesores de 50mm para zonas climáticas 1 y 2, y con paneles de espesor de 30mm para zonas climáticas 3, 4, 5 y 6. En el caso de las losas de hormigón, se puede agregar una capa de aislamiento bajo losa, cuyo espesor de 45mm podría cumplir en ZC1, el espesor de 40mm en ZC2 y el espesor de 20mm en el resto de zonas climáticas.

Tabla 5: Análisis de soluciones constructivas de techo según estándar propuesto

| Zona Climática | Valor U [$\text{W/m}^2\text{K}$] | PROPUESTA: Soluciones Constructivas | |
|--------------------------|------------------------------------|--|--|
| | | OPCION 1 | OPCION 2 |
| ZC1 | 0.44 | Panel aislante PUR e=50mm Cámara de aire + Tumbado gypsum $U=0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ | Losa de hormigón + Capa de PUR proyectado e=45mm $U=0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ZC2 | 0.50 | Panel aislante PUR e=40mm Cámara de aire + Tumbado gypsum $U=0.46 \text{ W/m}^2\text{K}$ | Losa de hormigón + Capa de PUR proyectado e=40mm $U=0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| ZC3 ZC4 ZC5 ZC6 | 0.79 | Panel aislante PUR e=30mm Cámara de aire + Tumbado gypsum $U=0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$ | Losa de hormigón + Capa de PUR proyectado e=20mm $U=0.79 \text{ W/m}^2\text{K}$ |

3.2 PARED

Situación de mercado

Basado en la información de la ESED 2021, los materiales predominantes en la construcción de las paredes de la envolvente son bloque de hormigón y ladrillo. En la Figura 7, se puede apreciar que tanto en zonas climáticas 1, 2 y 3 el material predominante es bloque, mientras en zonas más frías es el ladrillo.

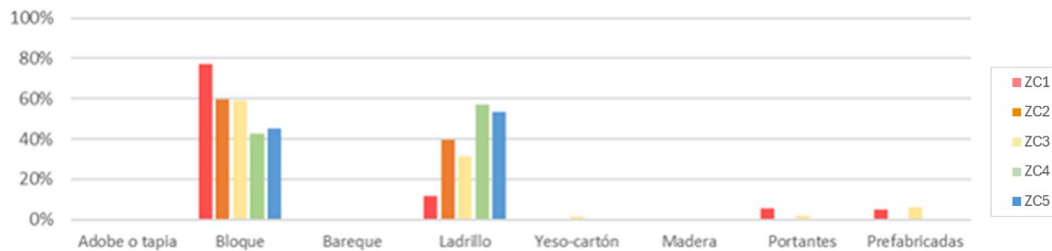


Figura 7. ESED 2021 Materiales predominantes en paredes

Las Figuras 8 y 9 muestran que bloque es uno de los elementos que más se utilizan en la construcción de paredes.

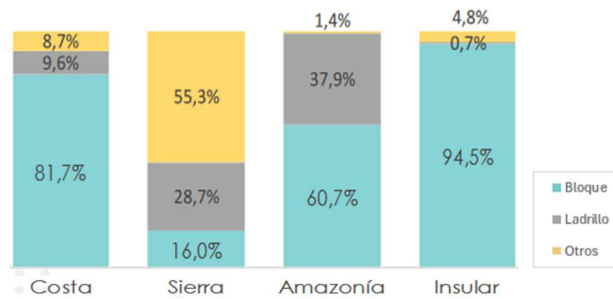


Figura 8. ESED 2022 Materiales predominantes en paredes

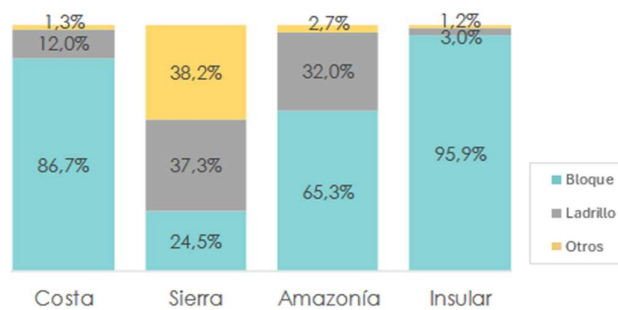


Figura 9. ESED 2023 Materiales predominantes en paredes

En referencia a los bloques de concreto, la NTE INEN 3066 los clasifica según su uso y densidad. Esta normativa nacional establece que los bloques clase A y B (Tabla 6) tienen una resistencia a la compresión mayor a 4Mpa por lo que se pueden considerar para paredes de envolvente. Normalmente, estos bloques de Clase A y Clase B tienen una densidad igual o mayor a 1680 kg/m³. Tabla 7.

Tabla 6. Cuadro de Clasificación del Bloque según su uso y densidad.

| Clase | Uso |
|-------|----------------------------|
| A | Mampostería estructural |
| B | Mampostería no estructural |
| C | Alivianamientos en losas |

Tabla 7. Cuadro de Clasificación del Bloque según su densidad.

| Tipo | Densidad del hormigón (kg/m ³) |
|---------|--|
| Liviano | < 1 680 |
| Mediano | 1 680 a 2 000 |
| Normal | > 2 000 |

En cuanto a los ladrillos, la NTE INEN 3049 los cataloga según su tipo en estructural, no estructural y fachadas; y su vez, en perforados y macizos. Según el diseño de la vivienda y su estructura, todos estos tipos de ladrillos pueden ser utilizados como parte de la envolvente en paredes.

Tabla 8. Cuadro de Clasificación del Ladrillo según sus perforaciones.



| Tipo | Disposición de sus perforaciones y volumen |
|----------------|--|
| Estructural | Perforación horizontal (PH) |
| | Perforación vertical (PV) |
| | Macizas (M) |
| No estructural | Perforación horizontal (PH) |
| | Perforación vertical (PV) |
| | Macizas (M) |
| Fachadas | Perforación horizontal (PH) |
| | Perforación vertical (PV) |
| | Macizas (M) |

Normalmente, se entiende que un bloque/ladrillo de mayor densidad tiene una conductividad térmica mayor, por lo que su desempeño como aislante térmico es inferior a un bloque de menor densidad. Sin embargo, desde el punto de vista estructural, un bloque más denso tiene una mayor resistencia a la compresión, por lo que la selección del tipo de bloque de pared dependerá también de los requisitos estructurales que tenga la vivienda.

En la tabla 9 se muestran valores de transmitancia térmica para paredes de bloque y ladrillo enlucidas con diferentes espesores. Las paredes de bloque de concreto de 20cm y densidad media tienen el mejor desempeño térmico con valores U de 1.98W/m²K aproximadamente; se puede apreciar que el bloque del mismo espesor y de mayor densidad tiene un menor desempeño térmico con valores U de 2.43W/m²K aproximadamente. En el caso de las paredes de bloque de 15cm el rango de transmitancia térmica van desde 2.35 – 2.80 W/m²K aprox.; y para las paredes de 10cm desde 2.88 – 3.32 W/m²K. Para las paredes de ladrillo de 15cm se muestran valores de

transmitancia en casos donde se considera ladrillo hueco y el ladrillo macizo, con un rango de transmitancia que pueden ir desde 2.22 – 2.88 W/m²K aprox.

Tabla 9. Mercado actual: Tipos de paredes y transmitancia térmica (Valor U).

| TIPO PARED | | | VALOR U [W/ m ² -K] | |
|----------------------------|--|-----------------------|---|--|
| PARED DE BLOQUE ENLUCIDA | BLOQUE DE CONCRET | ESPEJOR | Densidad media 1680 - 2000 Kg/m ³ | Densidad alta >2000 Kg/m ³ |
| |  | Bloque concreto 20 cm | 1.98 | 2.43 |
| | | Bloque concreto 15cm | 2.35 | 2.80 |
| | | Bloque concreto 10cm | 2.88 | 3.32 |
| TIPO PARED | | | VALOR U [W/ m ² -K] | |
| PARED DE LADRILLO ENLUCIDA | LADRILLO | ESPEJOR | HUECO | MACIZO |
| |  | Ladrillo 15cm | 2.22 | 2.58 |

Situación NEC vigente

Los valores prescriptivos actuales de la norma describen valores tan restrictivos como 0.404 W/m²k en zonas frías, hasta valores de 0.857 W/m²k en las zonas más cálidas. Estos valores están completamente desfasados de las características térmicas de los materiales del mercado actual, que se muestran en la Tabla 9. La propuesta incluye reducir la exigencia para paredes, de tal manera que estén más acorde a los materiales que se utilizan en la construcción actual.

Para cumplir la prescripción de la norma actual, las soluciones constructivas deben incorporar aislamiento en el paquete de la pared. Como primera opción se considera una pared de bloque, a la que se adiciona en la parte interior un tabique simple de gypsum con aislante (Figura 10). Dependiendo del Valor U, el espesor del aislamiento varía para cumplir el valor, por lo que, se calculan espesores de aislamiento desde 30mm en las zonas más cálidas, hasta espesores de 80mm en las zonas más frías.

La selección de esta configuración de tabique gypsum con lana de roca se debe a la disponibilidad de estos productos en el mercado. Aunque en este caso, las características del material solo permiten que se instale hacia la parte interior del muro; cabe recalcar que la recomendación general es que el aislante se coloque por fuera de

los muros, para permitir que las ganancias o cargas térmicas internas se liberen al exterior.

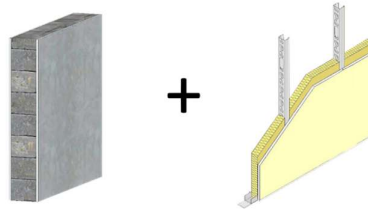
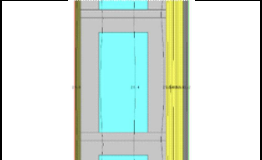
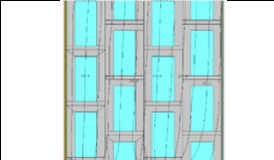


Figura 10. Esquema de Configuración de Solución Constructiva: Pared + Aislante interior.

En la Tabla 10 se resumen la configuración de los paquetes constructivos de paredes para la NEC actual:

Tabla 10. Paredes: Análisis de soluciones constructivas de paredes según estándar vigente de la NEC-HS-EE

| Zona Climática | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL: Soluciones Constructivas | |
|----------------|-----------------|---|--|
| | | OPCION 1 | OPCION 2 |
| ZC1 | 0.857 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 30mm U=0.819 W/m2K | Bloque hormigón E=62cm U=0.846 W/m2K |
| ZC2 | 0.701 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 40mm U=0.662 W/m2K | Bloque hormigón E=77cm U=0.643 W/m2K |
| ZC3 | 0.592 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 50mm U=0.564 W/m2K | Bloque hormigón E=92cm U=0.567 W/m2K |
| ZC4 | 0.513 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 60mm U=0.496 W/m2K | Bloque hormigón E=105cm U=0.469 W/m2K |
| ZC5 | 0.453 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 70mm U=0.434 W/m2K | Bloque hormigón E=122cm U=0.426 W/m2K |
| ZC6 | 0.404 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 80mm U=0.389 W/m2K | Bloque hormigón E=137cm U=0.384 W/m2K |
| Esquema | |  |  |

Situación propuesta



En la propuesta se plantea que los valores para paredes sean de máximo 2.35 W/m2K para la mayoría de las zonas climáticas (ZC1, ZC2, ZC3, ZC4, ZC5) a excepción de Zona Climática 6, donde el valor U se mantiene en 0.40 W/m2K, como se puede ver en la Tabla 11.

Tabla 11. Pared: Valores Prescriptivos para NEC actual y Propuesta.

| Zona Climática | PARED - Valor U [W/m2-K] | |
|----------------|--------------------------|-----------|
| | NEC Actual | Propuesta |
| ZC1 | 0.857 | Máx. 2.35 |
| ZC2 | 0.701 | Máx. 2.35 |
| ZC3 | 0.592 | Máx. 2.35 |
| ZC4 | 0.513 | Máx. 2.35 |
| ZC5 | 0.453 | Máx. 2.35 |
| ZC6 | 0.404 | Máx. 0.40 |

De esta manera; en la mayoría de las zonas, las soluciones constructivas para paredes de la envolvente pueden incluir materiales como bloque de hormigón y ladrillo con espesores de entre 15-20cm dependiendo de las propiedades del material. En la zona climática más fría la solución constructiva debe incluir algún tipo de aislante para conseguir el valor de transmitancia térmica especificada, el cual se puede conseguir con un aislante de mínimo 80mm, como se ilustra en la Tabla 12.

Tabla 12. Análisis de soluciones constructivas para Paredes según estándar propuesto

| Zona Climática | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA: Soluciones Constructivas | |
|----------------|-----------------|--|--|
| | | OPCION 1 | OPCION 2 |
| ZC1 | Máx. 2.35 | Pared de bloque de hormigón E= 20-15cm U= 2.00 - 2.35 W/m2K  | Pared de ladrillo enlucido E= 15cm U= 2.00-2.35 W/m2K  |
| ZC2 | | | |
| ZC3 | | | |
| ZC4 | | | |
| ZC5 | | | |
| ZC6 | Máx. 0.40 | Pared de bloque de hormigón + Aislante E= 80mm U=0.389 W/m2K | - |

3.3 PISOS

Situación de mercado

La Encuesta Nacional de Edificaciones (ESED) no considera diferencia entre los materiales de obra gruesa y los materiales para acabados en la sección de Materiales predominantes en pisos, por lo que en este caso se establece el material predominante para obra gruesa y para acabado del piso. En la Figura 11 se puede ver que tanto hormigón como material de obra gruesa y cerámica como material de acabado predominan en la ESED 2021.

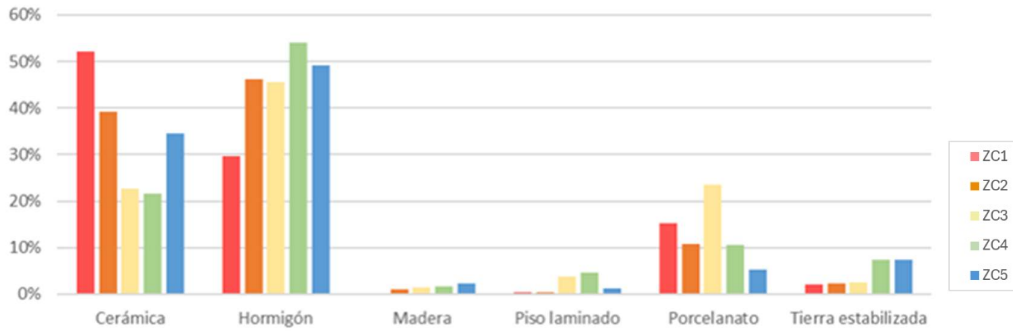


Figura 11. ESED 2021 Materiales predominantes en pisos

Las Figuras 12 y 13 muestran que la tendencia se mantiene en cuanto a hormigón y cerámica como los materiales más utilizados en la construcción de pisos.

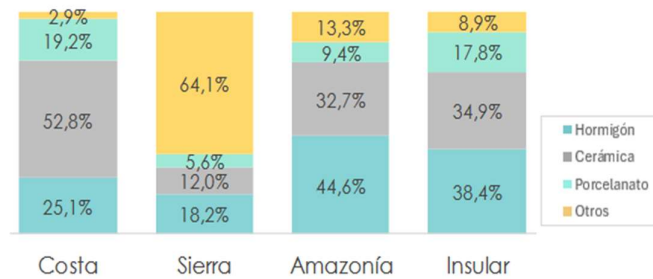


Figura 12. ESED 2022 Materiales predominantes en pisos

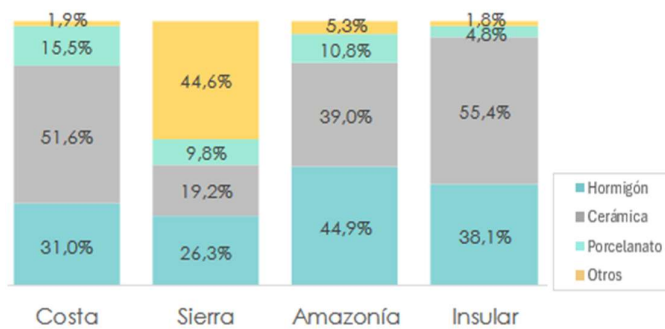


Figura 13. ESED 2023 Materiales predominantes en pisos

La Tabla 13 muestra configuraciones de piso y su valor de transmitancia térmica. Contrapisos de hormigón con espesores de 50-100mm y recubrimiento cerámico pueden ser desde 4.44 W/m²K hasta los 3.95W/m²K dependiendo de la conductividad térmica del hormigón. Al considerar un recubrimiento tipo maderado/laminado/piso flotante el valor U se reduce debido a las propiedades térmicas de los mismos, sin embargo, debido a su reducido espesor no se consiguen valores inferiores a 3 W/m²K.

Tabla 13. Mercado actual: Tipos de pisos y transmitancia térmica (Valor U).

| TIPO PISO | | VALOR U [W/ m ² -K] | | |
|---|---|------------------------------------|--|--|
| Contrapiso de hormigón con recubrimiento cerámico |  | ESPESOR | Conductividad Concreto <i>K = 1.80 W/m</i> | Conductividad Concreto <i>K = 2.10 W/m</i> |
| | | Contrapiso e=50mm + Cerámica | 4.44 | 4.52 |
| | | Contrapiso e=80mm + Cerámica | 4.13 | 4.24 |
| | | Contrapiso e=100mm + Cerámica | 3.95 | 4.08 |
| Contrapiso de hormigón con Piso Flotante |  | ESPESOR | Conductividad P. Flotante <i>K = 0.10 W/m</i> | Conductividad P. Flotante <i>K = 0.20 W/m</i> |
| | | Contrapiso e=80mm + Piso flotante | 3.24 | 3.73 |
| | | Contrapiso e=100mm + Piso flotante | 3.15 | 3.60 |


Situación NEC vigente

Referente a los pisos, la normativa actual requiere valores U de hasta 1.825 W/m²K para zona climática 1 (húmedo muy caluroso), en la cual se encuentran la mayoría de ciudades en la costa ecuatoriana.

A partir de zona climática 2 (húmedo caluroso), la cual representa ciudades como Macas, Sucúa, Puyo, el valor U se reduce considerablemente, por lo que se requieren configuraciones de piso que consideren algún tipo de aislante para conseguir valores inferiores a 0.50W/m²K que requiere la norma.

A continuación, la Tabla 14 presenta posibles soluciones constructivas para cumplir con los valores prescriptivos tanto de la NEC actual como de la propuesta. Como base se considera un contrapiso de 80mm, un recubrimiento cerámico y un panel aislante dependiendo de la exigencia prescriptiva.

Tabla 14. Análisis de soluciones constructivas de pisos según estándar vigente de la NEC-HS-EE

| Zona Climática | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL: Soluciones Constructivas | |
|----------------|-----------------|--|--|
| | | OPCION 1 | |
| ZC1 | 1.825 | Losade hormigón 80mm + Aislante E= 20mm U=1.18 W/m2K |  |
| ZC2 | 0.496 | Losade hormigón 80mm + Aislante E= 40mm U=0.50 W/m2K | |
| ZC3 | 0.496 | Losade hormigón 80mm + Aislante E= 40mm U=0.50 W/m2K | |
| ZC4 | 0.420 | Losade hormigón 80mm + Aislante E= 50mm U=0.42 W/m2K | |
| ZC5 | 0.363 | Losade hormigón 80mm + Aislante E= 80mm U=0.28 W/m2K | |
| ZC6 | 0.321 | Losade hormigón 80mm + Aislante E= 80mm U=0.28 W/m2K | |

En la NEC actual, el valor de 1.825W/m2K se consigue al adicionar un aislante de máximo 20 mm ya sea de poliuretano PUR o poliestireno EPS en el contrapiso de hormigón. Para los valores U de entre 0.496 -0.420 W/m2K de las zonas climáticas 2, 3 y 4 se requiere adicionar aislantes de al menos 40-50mm. Finalmente, para conseguir valores inferiores a 0.362-0.321 W/m2K se requiere adicionar aislantes de al menos 80 mm.

Situación propuesta

Por otro lado, la propuesta de actualización propone que las zonas climáticas 1 y 2 no incluyan ningún tipo de aislamiento para que el calor interno no se retenga a través del piso. En este caso, se plantean valores máximos de 4.75W/m2K.




Para las zonas climáticas 3, 4 y 5, las cuales incluyen ciudades como Quito, Cuenca, Riobamba, Ambato, Latacunga (continental lluviosa, continental templada, fría) se plantea un valor máximo de 1.00W/m2K, el cual implica un cierto grado de aislamiento para proporcionar un mayor confort interna en estas viviendas. Finalmente, se mantiene el valor para la zona climática 6 (muy fría) donde se requiere un valor de máximo 0.32 W/m2K (Tabla 15).

Tabla 15. Techo: Valores Prescriptivos para NEC actual y Propuesta.

| Zona Climática | PISOS - Valor U [W/m2-K] | |
|----------------|--------------------------|-----------|
| | NEC Actual | Propuesta |
| ZC1 | 1.825 | Máx. 4.75 |
| ZC2 | 0.496 | Máx. 4.75 |
| ZC3 | 0.496 | Máx. 1.00 |
| ZC4 | 0.420 | Máx. 1.00 |
| ZC5 | 0.363 | Máx. 1.00 |
| ZC6 | 0.321 | Máx. 0.32 |

En el caso de la propuesta de actualización, las zonas 1 y 2 no requieren aislamiento en la configuración base del contrapiso para conseguir valores inferiores a las 4.75 W/m2K. Para las zonas más frías ZC3, ZC4 y ZC5 se considera adicionar un aislante EPS de hasta 30mm para conseguir el valor máximo de 1.00 W/m2K. El valor para zona climática 6 se mantiene en 0.32 W/m2K, por lo que se requiere un aislante de al menos 80mm, como se indica en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis de soluciones constructivas para Pisos según estándar propuesto

| Zona Climática | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA: Soluciones Constructivas | |
|----------------|-----------------|--|---|
| | | OPCION 1 | |
| ZC1 | Máx. 4.75 | Losas de hormigón 80mm Recubrimiento Cerámico/ Recubrimiento Piso Flotante Sin Aislamiento U= 4.52 -3.15 W/m2K |  |
| ZC2 | Máx. 4.75 | | |
| ZC3 | Máx. 1.00 | Losas de hormigón 80mm + Aislante E= 30mm U=0.89 W/m2K |  + |
| ZC4 | Máx. 1.00 | | |
| ZC5 | Máx. 1.00 | | |
| ZC6 | Máx. 0.32 | Losas de hormigón 80mm + Aislante E= 80mm U=0.28 W/m2K |  |

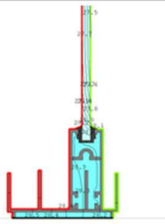
3.4 ELEMENTOS TRANSLÚCIDOS

Situación de mercado

Para elementos translúcidos en fachada, el mercado actual considera ventanas corredizas/abatibles con perfilería de aluminio y un vidrio simple claro flotado de 6mm como la construcción tipo.

Esta configuración de ventana con un vidrio simple de 6mm tiene valores U entre 5.40-5.80 W/m²K, como se indica en la Tabla 17.

Tabla 17. Mercado actual: Tipos de paredes y transmitancia térmica (Valor U).

| MERCADO ACTUAL CONSTRUCCIÓN TIPO | | Valor U (W/m ² -K) |
|--|--|-------------------------------|
| Ventana corrediza Marco aluminio sistema "S200" Vidrio claro flotado e=6mm |  | 5.80 - 5.40 |

En lo referente la relación muro-ventana (WWR: Window-to-Wall Ratio), las viviendas unifamiliares generalmente tienen porcentajes entre 10-25% dependiendo del diseño y tipo de proyecto. En edificaciones en altura, generalmente esta relación aumenta dependiendo de las necesidades y diseño del proyecto.

En la Tabla 18 se muestran ejemplos del porcentaje de ventana respecto a la fachada frontal de la edificación.

Tabla 18. Relación de Muro-Ventana (WWR Window-to-Wall Ratio) de algunas tipologías de vivienda en Guayaquil.

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| WWR 12% | WWR 27% | WWR 37% | WWR > 40% |

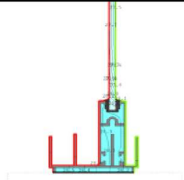
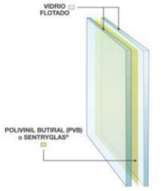
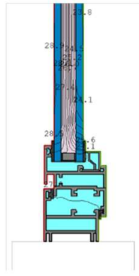
Situación NEC vigente

Referente a la cristalería, la norma hace actualmente una distinción entre edificaciones con relación muro-ventana WWR menor a 40% y edificaciones con WWR mayor a 40%. Los valores prescriptivos de transmitancia térmica y SHGC (Coeficiente de Ganancia de Calor Solar) solo se consideran en edificaciones con un porcentaje menor al 40%.

En este caso, para edificaciones con WWR de hasta 40% la norma actual requiere valores U de hasta 6.81 W/m²K en ZC1, 4.26 W/m²K en ZC1, 3.69 W/m²K en ZC3, 2.27 W/m²K en ZC4 y un máximo de 1.99 W/m²K en ZC5 y ZC6.

La Tabla 19 incluye algunas de las opciones que se pueden considerar para cumplir con la norma vigente. En este escenario, solamente la zona climática 1 considera vidrio simple flotado, el cual puede tener un Valor U de 5.40 W/m²K aproximadamente. Para cumplir con los valores de ZC2 y ZC3 se requiere que el vidrio tenga un mejor desempeño, el cual se puede lograr con un vidrio flotado Low-E o un vidrio tipo cámara. Finalmente, para cumplir con las exigencias de zonas climáticas 4, 5 y 6 se requieren vidrios de excelente desempeño, el cual se podría definir como vidrios tipo cámara con Low-E.

Tabla 19. Análisis de soluciones constructivas de elementos translúcidos según estándar vigente de la NEC-HS-EE

| Zona Climática | Valor U [W/m ² K] | NEC ACTUAL: Soluciones Constructivas | |
|----------------|------------------------------|--|---|
| | | WWR < 40 % | |
| | | OPCION 1 | |
| ZC1 | 6.81 | Vidrio claro flotado e=6mm U=5.80 - 5.40 W/m ² K |  |
| ZC2 | 4.26 | Vidrio Laminado e= 10mm Dos vidrios flotados 6+4 Low-E |  |
| ZC3 | 3.69 | U= 3.31 - 2.72 W/m ² K | |
| ZC4 | 2.27 | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e= 4mm |  |
| ZC5 | 1.99 | Cámara e= 12mm V. Claro Low E e= 4mm | |
| ZC6 | 1.99 | U= 1.82 W/m ² K | |

Situación propuesta

La propuesta de actualización define valores prescriptivos diferenciados basados en la relación muro-ventana (WWR): edificaciones con WWR de hasta 25% y edificaciones con WWR entre 25%-40%, demandando vidrio de mayor desempeño térmico para viviendas con mayor porcentaje de WWR.

En la propuesta, para edificaciones con WWR menor a 25%, la norma exige valores de hasta 5.60 W/m²K en la mayoría de zonas climáticas a excepción de ZC6, donde la exigencia es de hasta 1.99 W/m²K; y para edificaciones con WWR entre 25% y 40%, la norma exige valores de hasta 5.60 W/m²K en zonas climáticas cálidas ZC1 y ZC2, valores máximos de 3.20 W/m²K para zonas climáticas templadas ZC3, ZC4 y ZC5, y se mantiene el valor de 1.99 W/m²K para zona climática 6. A continuación, se muestra la Tabla 20, la cual compara los diferentes escenarios.

Tabla 20. Elementos Translúcidos: Valores Prescriptivos para NEC actual y Propuesta.

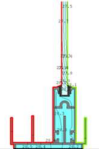
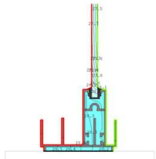
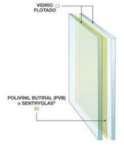
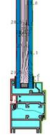
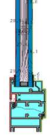
| Zona Climática | ELEMENTOS TRANSLUCIDOS Valor U [W/m ² -K] | | Zona Climática | ELEMENTOS TRANSLUCIDOS Valor U [W/m ² -K] | |
|----------------|---|-----------|----------------|---|-----------|
| | NEC Actual | Propuesta | | NEC Actual | Propuesta |
| WWR | < 40 % | < 25 % | WWR | < 40 % | 25 - 40 % |
| ZC1 | 6.81 | Máx. 5.60 | ZC1 | 6.81 | Máx. 5.60 |
| ZC2 | 4.26 | Máx. 5.60 | ZC2 | 4.26 | Máx. 5.60 |
| ZC3 | 3.69 | Máx. 5.60 | ZC3 | 3.69 | Máx. 3.20 |
| ZC4 | 2.27 | Máx. 5.60 | ZC4 | 2.27 | Máx. 3.20 |
| ZC5 | 1.99 | Máx. 5.60 | ZC5 | 1.99 | Máx. 3.20 |
| ZC6 | 1.99 | Máx. 1.99 | ZC6 | 1.99 | Máx. 1.99 |

Como respuesta a las exigencias prescriptivas de la norma actual, se propone que en las edificaciones que tienen WWR menor a 25%, las ventanas cumplan un valor máximo de 5.40 W/m²K en todas las zonas climáticas a excepción de ZC6, por lo que se puede considerar el vidrio standard que se usa en la construcción actualmente: vidrio claro flotado de entre 4-6mm.

En edificaciones con WWR entre 25-40% se plantean vidrios de mejor desempeño para las zonas climáticas templadas (ZC3, ZC4, ZC5), en este caso se podría utilizar un vidrio laminado 10mm, el cual se conforma de un vidrio flotado de 6mm y un vidrio flotado Low-E de 4mm.

Finalmente, para la zona climática 6, se considera que con un porcentaje menor al 40% se utilice un vidrio de excelente desempeño térmico, como podría ser un vidrio cámara de 23mm constituido por un vidrio flotado e = 4mm, cámara de 12mm rellena con argón o al vacío, y un vidrio Low-E de 4mm. (Tabla 21).

Tabla 21. Análisis de soluciones constructivas para elementos translúcidos según estándar propuesto

| Zona Climática | Valor U [W/m ² K] | PROPUESTA: Soluciones Constructivas | | | |
|----------------|------------------------------|---|--|---|--|
| | | WWR < 25 % | | WWR 25 - 40 % | |
| | | OPCION 1 | | OPCION 1 | |
| ZC1 | Máx. 5.60 | Vidrio claro flotado e=6mm U=5.80 - 5.40 W/m ² K |  | Vidrio claro flotado e=6mm |  |
| ZC2 | Máx. 5.60 | | | U=5.80 - 5.40 W/m ² K | |
| ZC3 | Máx. 3.20 | | | Vidrio Laminado e= 10mm |  |
| ZC4 | Máx. 3.20 | | | Dos vidrios flotados 6+4 Low-E | |
| ZC5 | Máx. 3.20 | | | U= 3.31 - 2.72 W/m ² K | |
| ZC6 | Máx. 1.99 | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e = 4mm / Cámara e = 12mm V. Claro Low E e = 4mm U= 1.82 W/m ² K |  | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e = 4mm / Cámara e = 12mm V. Claro Low E e = 4mm U= 1.82 W/m ² K |  |

4. ANALISIS ECONÓMICO

Este análisis estima el impacto económico de la implementación de las soluciones constructivas de los elementos de la envolvente (techo, paredes, cubierta, ventanas) en las cuatro tipologías de vivienda para todas las zonas climáticas.

El capítulo se divide en:

- Definición de tipologías de vivienda
- Solución constructiva y valorización por cada elemento de la envolvente: techos, paredes, pisos y elementos translúcidos.
- Análisis comparativo de viviendas

4.1 DEFINICIÓN DE TIPOLOGÍAS

Las cuatro tipologías de vivienda se definen en el Informe 2 de la Consultoría “DESARROLLO DE INSUMOS PARA UNA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTE DEL CAPÍTULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN: NEC-HS-EE”, el cual fue desarrollado como parte del Proyecto CEELA en 2023.





Las tipologías se enumeran a continuación:

- Tipología A: Vivienda unifamiliar de una planta
- Tipología B: Vivienda unifamiliar de dos plantas
- Tipología C: Departamento en edificio multifamiliar
- Tipología D: Vivienda unifamiliar de interés social

Las especificaciones técnicas de la vivienda de cada tipología se definen en base a la información del análisis de mercado de los antecedentes técnicos del Informe indicado anteriormente.

En la Tabla 22 se resumen las características técnicas de cada una de las tipologías, las cuales incluyen en cuanto a su geometría e implantación: Ocupación sobre terreno, Superficie, Razón de Volumen a Superficie; en cuanto a la envolvente, incluyen materialidad y áreas de Techo, Paredes, Piso y Ventanas.

Tabla 22. Tipologías de Vivienda y sus características

| TIPOLOGÍA | | A | B | C | D | |
|------------|-------------------------------|---|---|--|---|--|
| | |  |  |  |  | |
| GEOMETRÍA | Descripción | Vivienda unifamiliar de una planta. | Vivienda unifamiliar de dos plantas. | Departamento en edificio multifamiliar. | Vivienda unifamiliar de Interés social | |
| | Ocupación sobre terreno | Aislada | Aislada | Aislada | Adosada | |
| | Superficie en m2 | 68 | 113 | 107 | 55 | |
| | Razón de Volumen a Superficie | 3 | 3 | 3 | | |
| ENVOLVENTE | Techo | Materialidad | Cubierta de fibrocemento con tumbado. | Cubierta de fibrocemento con tumbado. | Losa hormigón armado | Cubierta de fibrocemento |
| | | Área | 103 | 80 | 107 | 73 |
| | Paredes | Materialidad | Bloque de concreto (15cm) con revestimientos | Bloque de concreto (15cm) con revestimientos | Bloque de concreto (15cm) con revestimientos | Bloque de concreto (10cm) con revestimientos |
| | | Área | 92 | 135 | 101 | 95 |
| | Piso | Materialidad | Hormigón armado con recubrimiento cerámico. | Hormigón armado con recubrimiento cerámico. | Hormigón armado con recubrimiento cerámico. | Hormigón armado con recubrimiento cerámico. |
| | | Área | 68 | 57 | 107 | 55 |
| | Ventana | Materialidad | Artesanal Aluminio - Vidrio simple 6mm. | Artesanal Aluminio - Vidrio simple 6mm. | Artesanal Aluminio - Vidrio simple 6mm. | Artesanal Aluminio - Vidrio simple 6mm. |
| | Escenario 1 | Relación Ventana Pared | 15% | 15% | 20% | 10% |
| | | Área | 7.20 | 14.40 | 25.20 | 4.80 |
| | Escenario 2 | Relación Ventana Pared | > 25% | > 25% | > 25% | 10% |
| | | Área | 15.00 | 25.00 | 35.00 | 4.80 |

Valorización de la vivienda base

Establecer el costo directo de construcción por metro cuadrado implica no solamente parámetros técnicos y constructivos sino también índices económicos, de rendimiento e incluso, la ciudad de construcción.

Entre las fuentes oficiales consultadas, el INEC establece el costo proyectado por metro cuadrado de los principales cantones del país, mientras las Cámara de la Construcción de Guayaquil, Quito y Cuenca establecen también costos por metro cuadrado de la construcción en su localidad.

En la Tabla 23 se muestran costos/m2 de las tres ciudades mayormente pobladas para una vivienda unifamiliar tipo. Se resalta el costo/m2 en Quito, donde la Cámara de Construcción en 2024 establece un costo de \$412.09/m2, y un costo de \$415,00/m2 según información de la Encuesta Nacional de Edificaciones ESED 2023 y ESED 2022. Este último costo/m2 se selecciona como un valor acercado a la realidad constructiva del país.

Para el tema de vivienda social, se toma la información de la Cámara de Construcción de Guayaquil del año 2024, donde se establece el costo directo de vivienda social en \$326.48/m².





Tabla 23. Listado de Costos/m² de viviendas

| FUENTE | | Vivienda | Viv. Social |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------|-------------|
| CÁMARA DE LA CONSTRUCCION | Cámara Construcción Quito 2024 | \$ 412.09 | |
| | Cámara Construcción Guayaquil 2024 | \$ 758.55 | |
| | Cámara Construcción Guayaquil 2024 | | \$ 326.48 |
| | Cámara Construcción Cuenca 2024 | \$ 491.87 | |
| INEC - ESED 2023 | Quito | \$ 415.00 | |
| | Guayaquil | \$ 300.00 | |
| | Cuenca | \$ 380.00 | |
| INEC - ESED 2022 | Quito | \$ 415.00 | |
| | Guayaquil | \$ 361.00 | |
| | Cuenca | \$ 339.00 | |

Para edificación en altura se considera un costo adicional de \$250/m² para cubrir con las especificaciones técnicas de un esqueleto estructural más reforzado y las características extras que se consideran en edificaciones en altura: ascensores, detección/extinción de incendios, áreas comunales, bombas, etc.

Considerando los costos directos por metro cuadrado de construcción, el costo de la vivienda por tipología se define en la Tabla 24.

Tabla 24. Valoración del Costo Total Directo de la vivienda de cada tipología.

| Tipología | A | B | C | D |
|--------------------------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| Descripción | Vivienda unifamiliar de una planta. | Vivienda unifamiliar de dos plantas. | Departamento en edificio multifamiliar. | Vivienda unifamiliar de Interés social |
| Costo Directo / M ² | \$ 415.00 | \$ 415.00 | \$ 665.00 | \$ 326.48 |
| COSTO TOTAL DIRECTO VIVIENDA | \$ 28,220.00 | \$ 46,895.00 | \$ 71,155.00 | \$ 17,956.40 |

4.2 ELEMENTO DE LA ENVOLVENTE: SOLUCION CONSTRUCTIVA Y VALORIZACIÓN.

4.2.1 Techos

La definición de la solución constructiva se basa en la disponibilidad de los materiales en el mercado. En el caso de cubierta, se disponen de varios tipos de paneles que pueden cumplir con las exigencias térmicas de la normativa.

A continuación, en la Tabla 25 se presentan los costos por m² del material.

Tabla 25. Listado de precios de materiales para techos

| PANEL TECHO | Valor U [W/m²K] | Precio Material / m² |
|---|---------------------------------------|--|
| Placa ondulada de fibrocemento | n.a | \$7.85 |
| Placa ondulada de fibrocemento prepintada | n.a | \$12.25 |
| Panel metálico acabado prepintado | n.a | \$8.01 |
| Panel PUR 30mm (acabado prepintado) | 0.733 | \$32.25 |
| Panel PUR 40mm (acabado prepintado) | 0.550 | \$34.21 |
| Panel PUR 50mm (acabado prepintado) | 0.440 | \$36.72 |
| Panel PUR 60mm (acabado prepintado) | 0.370 | \$40.90 |
| Panel PUR 70mm (acabado prepintado) | 0.314 | \$45.07 |
| Panel PUR 80mm (acabado prepintado) | 0.280 | \$49.25 |
| Panel PUR 90mm (acabado prepintado) | 0.240 | \$53.42 |
| Panel PUR 100mm (acabado prepintado) | 0.220 | \$55.82 |

Considerando las propiedades térmicas del material y sus costos, se realiza el análisis de precios unitarios de cada rubro que forma el paquete constructivo del techo, tanto de las opciones que cumplen con los valores prescriptivos de la Norma NEC-HS-EE y de las opciones que cumplen con la propuesta de actualización.

Adicional, en esta sección, se incluye el costo directo de una cubierta de fibrocemento pintado, el cual considerarse como una tipología tipo en el mercado actual. Como se puede ver en la Tabla 26.

Tabla 26. Listado de precios de Soluciones Constructivas de Techos

| TECHO: Mercado actual | | P.U /m2 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| APU-001 | Cubierta de fibrocemento prepintado | \$ 17.11 |
| APU-006 | Tumbado de gypsum | \$ 13.96 |
| Total : | | \$ 31.07 |
| TECHO: NEC ACTUAL ZC1 - ZC6: | | P.U /m2 |
| APU-005 | Panel tipo sánduche PUR E=80mm | \$ 54.11 |
| APU-006 | Tumbado de gypsum | \$ 13.96 |
| Total : | | \$ 68.07 |
| TECHO: PROPUESTA ZC1: | | P.U /m2 |
| APU-004 | Panel tipo sánduche PUR E=50mm | \$ 41.58 |
| APU-006 | Tumbado de gypsum | \$ 13.96 |
| Total : | | \$ 55.54 |
| TECHO: PROPUESTA ZC2: | | P.U /m2 |
| APU-003 | Panel tipo sánduche PUR E=40mm | \$ 39.07 |
| APU-006 | Tumbado de gypsum | \$ 13.96 |
| Total : | | \$ 53.03 |
| TECHO: PROPUESTA ZC3 - ZC6: | | P.U /m2 |
| APU-002 | Panel tipo sánduche PUR E=30mm | \$ 37.11 |
| APU-006 | Tumbado de gypsum | \$ 13.96 |
| Total : | | \$ 51.07 |

En el siguiente resumen Tabla 27, se puede apreciar la diferencia del costo/m2 de implementar techos que cumplan con la NEC actual y techos que cumplan con la propuesta de actualización.

Mientras que el costo de implementar una cubierta que cumpla la NEC actual ronda los \$68/m2, las cubiertas que cumplen con la actualización rondan valores entre \$50-\$55/m2.

Tabla 27. Soluciones Constructivas de Techos y su costo/m2

| Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL | | Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA | |
|--|-----------------|---|-------------|--------------------------|-----------------|--|-------------|
| | | OPCION 1 | Precio / m2 | | | OPCION 1 | Precio / m2 |
| ZC1 ZC2 ZC3 ZC4 ZC5 ZC6 | 0.273 | Panel aislante PUR e=80mm Cámara de aire Tumbado de Gypsum U=0.25W/m2K | \$68.07 | ZC1 | 0.44 | Panel aislante PUR e=50mm Cámara de aire + Tumbado gypsum U=0.38 W/m2K | \$55.54 |
| | | | | ZC2 | 0.50 | Panel aislante PUR e=40mm Cámara de aire + Tumbado gypsum U=0.46 W/m2K | \$53.03 |
| | | | | ZC3 ZC4 ZC5 ZC6 | 0.79 | Panel aislante PUR e=30mm Cámara de aire + Tumbado gypsum U=0.59 W/m2K | \$51.07 |

A continuación, se valoriza el costo total (Área del elemento x Costo/M2) de la implementación del techo en cada tipología de vivienda por zona climática. Por lo tanto, se establece que la propuesta de actualización implica una reducción en el costo de los techos del 19% en zona climática 1, del 22% en zona climática 2 y del 25% en zonas climáticas 3, 4, 5 y 6, como se puede ver en la Tabla 28.

Tabla 28. Comparativo entre Costo total de la implementación del techo en cada tipología de vivienda por zona climática de la NEC Actual vs Propuesta de Actualización.

| TIPOLOGÍA | AREA TECHO | ZC1 | | ZC2 | | ZC3, ZC4, ZC5, ZC6 | |
|------------------|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Techo con panel PUR e=80mm + tumbado | Techo con panel PUR e=50mm + tumbado | Techo con panel PUR e=80mm + tumbado | Techo con panel PUR e=40mm + tumbado | Techo con panel PUR e=80mm + tumbado | Techo con panel PUR e=30mm + tumbado |
| | | \$68.10 / M2 | \$55.50 / M2 | \$68.10 / M2 | \$53.00 / M2 | \$68.10 / M2 | \$51.10 / M2 |
| A | 103.00 | \$ 7,014.30 | \$ 5,716.50 | \$ 7,014.30 | \$ 5,459.00 | \$ 7,014.30 | \$ 5,263.30 |
| B | 80.00 | \$ 5,448.00 | \$ 4,440.00 | \$ 5,448.00 | \$ 4,240.00 | \$ 5,448.00 | \$ 4,088.00 |
| C | 107.00 | \$ 7,286.70 | \$ 5,938.50 | \$ 7,286.70 | \$ 5,671.00 | \$ 7,286.70 | \$ 5,467.70 |
| D | 73.00 | \$ 4,971.30 | \$ 4,051.50 | \$ 4,971.30 | \$ 3,869.00 | \$ 4,971.30 | \$ 3,730.30 |
| REDUCCIÓN | | -19% | | -22% | | -25% | |

4.2.2 Paredes

En esta sección se presentan los costos directos de las soluciones constructivas de paredes que cumplen con la NEC actual y la propuesta de actualización. (Tabla 29)

Tabla 29. Listado de precios de Soluciones Constructivas de Paredes

| PARED: NEC ACTUAL ZC1 - ZC2: | | P.U /m2 |
|-------------------------------------|--|-----------------|
| APU-009 | Enlucido de mortero 1:3 | \$ 9.92 |
| APU-007 | Bloque de hormigón e=100mm | \$ 14.86 |
| APU-011 | Instalación de lana de roca e=50mm | \$ 6.00 |
| APU-013 | Tabique de cartón yeso 1 cara, acabado empaste interior y pintura de fondo | \$ 11.31 |
| Total : | | \$ 42.08 |
| PARED: NEC ACTUAL ZC1 - ZC6: | | P.U /m2 |
| APU-009 | Enlucido de mortero 1:3 | \$ 9.92 |
| APU-007 | Bloque de hormigón e=100mm | \$ 14.86 |
| APU-012 | Instalación de lana de roca e=100mm | \$ 10.88 |
| APU-013 | Tabique de cartón yeso 1 cara, acabado empaste interior y pintura de fondo | \$ 11.31 |
| Total : | | \$ 46.96 |
| PARED: PROPUESTA ZC1 - ZC5: | | P.U /m2 |
| APU-009 | Enlucido de mortero 1:3 | \$ 9.92 |
| APU-008 | Bloque de hormigón e=150mm | \$ 16.94 |
| APU-009 | Enlucido de mortero 1:3 | \$ 9.92 |
| APU-010 | Empaste interior y pintura de fondo | \$ 4.79 |
| Total : | | \$ 36.78 |

En el siguiente Tabla 30 se puede ver que la NEC actual considera soluciones con aislamiento para conseguir los valores prescriptivos, por ello el costo varía desde \$42-\$47 aproximadamente. En el caso de la propuesta, se plantea que en la mayoría de zonas climáticas soluciones como paredes de bloque o ladrillo puedan cumplir con la prescripción, por lo que los costos estarían alrededor de los \$36-\$37 considerando una pared de bloque de hormigón de 15cm enlucida.

Tabla 30. Soluciones Constructivas de Pared y su costo/m2

| Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL | | Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA | |
|--------------|-----------------|---|-------------|--------------|-----------------|--|-------------|
| | | OPCION 1 | Precio / m2 | | | OPCION 1 | Precio / m2 |
| ZC1 | 0.857 | Pared conformada por Bloque de 10cm enlucido Lana de roca e=50mm Tabique gypsum U=0.622 W/m2K | \$42.08 | ZC1 | Máx. 2.35 | Pared enlucida de bloque de hormigón E= 15cm U= 2.35 W/m2K | \$36.78 |
| ZC2 | 0.701 | | | ZC2 | | | |
| ZC3 | 0.592 | Pared conformada por Bloque de 10cm enlucido Lana de roca e=100mm Tabique gypsum U=0.354 W/m2K | \$46.96 | ZC3 | | | |
| ZC4 | 0.513 | | | ZC4 | | | |
| ZC5 | 0.453 | | | ZC5 | | | |
| ZC6 | 0.404 | | | ZC6 | | | |

Considerando las soluciones constructivas expuestas, se valoriza el costo total (Área del elemento x Costo/M2) de la implementación de las paredes en cada tipología de vivienda por zona climática. Se aprecia que la propuesta de actualización tiene reducciones entre el 13%-22% en el costo directo de paredes en la mayoría de las zonas climáticas a excepción de la zona 6 donde la prescripción no se modifica. (Tabla 31)

Tabla 31. Comparativo entre Costo total de la implementación de paredes en cada tipología de vivienda por zona climática de la NEC Actual vs Propuesta de Actualización.

| TIPOLOGÍA | AREA PAREDES | ZC1 - ZC2 | | ZC3, ZC4, ZC5 | | ZC6 | |
|------------------|--------------|---|--|---|--|---|---|
| | | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Bloque + lana de roca 50mm + gypsum \$42.10 / M2 | Bloque de hormigón e=150mm \$36.80 / M2 | Bloque + lana de roca 100mm + gypsum \$47 / M2 | Pared de bloque enlucido E= 15cm \$36.80 / M2 | Bloque + lana de roca 100mm + gypsum \$47 / M2 | Bloque + lana de roca 100mm + gypsum \$47 / M2 |
| A | 92.00 | \$ 3,873.20 | \$ 3,385.60 | \$ 4,324.00 | \$ 3,385.60 | \$ 4,324.00 | \$ 4,324.00 |
| B | 135.00 | \$ 5,683.50 | \$ 4,968.00 | \$ 6,345.00 | \$ 4,968.00 | \$ 6,345.00 | \$ 6,345.00 |
| C | 101.00 | \$ 4,252.10 | \$ 3,716.80 | \$ 4,747.00 | \$ 3,716.80 | \$ 4,747.00 | \$ 4,747.00 |
| D | 95.00 | \$ 3,999.50 | \$ 3,496.00 | \$ 4,465.00 | \$ 3,496.00 | \$ 4,465.00 | \$ 4,465.00 |
| REDUCCIÓN | | -13% | | -22% | | 0% | |

4.2.3 Pisos

Para la sección de pisos se han revisado diferentes tipos de aislantes que podrían ser adaptados a la tipología de piso que comúnmente se construye en Ecuador. Entre estos aislantes se enumeran las planchas puras de Poliuretano PUR con densidades de 38Kg/m³, planchas de Poliestireno en densidades de 12Kg/m³ y 20Kg/m³. Es importante mencionar que, al considerarse el aislante como capa entre el material de mejoramiento y el hormigón del contrapiso, la densidad y espesor del producto debe considerarse dentro del estudio estructural para evitar que se den asentamientos en la edificación. (Tabla 32)

De esta manera, las planchas de EPS se consideran solamente para aislamientos que requieran espesores de 20-30mm. En espesores mayores, se considera planchas de PUR que tendrían mayor resistencia a la compresión.

Tabla 32. Listado de precios de materiales para pisos

| Aislante para pisos | Espesor | Valor R [m ² K/W] | Valor U [m ² K/W] | Precio Material / m ² |
|---|---------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Plancha pura espuma Poliuretano PUR de alta densidad 38Kg/m ³ Conductividad 0.025 W/mK | 40 mm | 1.60 | 0.63 | \$14.90 |
| | 50 mm | 2.00 | 0.50 | \$16.90 |
| | 80 mm | 3.20 | 0.31 | \$22.90 |
| | 100 mm | 4.00 | 0.25 | \$27.90 |
| Plancha espuma Poliestireno EPS Densidad 12Kg/m ³ Conductividad 0.04 W/mK | 20mm | 0.50 | 2.00 | \$2.05 |
| | 30mm | 0.75 | 1.33 | \$3.07 |
| | 50mm | 1.25 | 0.80 | \$5.12 |
| | 70mm | 1.75 | 0.57 | \$7.17 |
| | 100mm | 2.50 | 0.40 | \$10.24 |
| Plancha espuma Poliestireno EPS Densidad 20Kg/m ³ | 20mm | 0.50 | 2.00 | \$4.05 |
| | 30mm | 0.75 | 1.33 | \$5.12 |

A continuación, en la Tabla 33 se presentan los costos directos de configuraciones de piso que cumplen con la NEC actual y con la propuesta de actualización.

Tabla 33. Listado de precios de Soluciones Constructivas de Pisos

| PISO: NEC ACTUAL ZC1 | | P.U /m2 |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| APU-016 | Losa Hormigón f'c210 kg/cm2 e=8cm | \$ 15.73 |
| APU-017 | Malla electrosoldada 15 x 15 cm | \$ 3.21 |
| APU-019 | Plancha EPS 20 Kg/m3 E=20mm | \$ 5.05 |
| APU-018 | Material mejoramiento e=10cm | \$ 3.89 |
| Total : | | \$ 27.87 |

| PISO: NEC ACTUAL ZC2 - ZC3 | | P.U /m2 |
|-----------------------------------|--|-----------------|
| APU-016 | Losa Hormigón f'c210 kg/cm2 e=8cm | \$ 15.73 |
| APU-017 | Malla electrosoldada 15 x 15 cm | \$ 3.21 |
| APU-021 | Panel aislante puro (38KG/m3) PUR 40mm | \$ 15.90 |
| APU-018 | Material mejoramiento e=10cm | \$ 3.89 |
| Total : | | \$ 38.72 |

| PISO: NEC ACTUAL ZC4 | | P.U /m2 |
|-----------------------------|--|-----------------|
| APU-016 | Losa Hormigón f'c210 kg/cm2 e=8cm | \$ 15.73 |
| APU-017 | Malla electrosoldada 15 x 15 cm | \$ 3.21 |
| APU-022 | Panel aislante puro (38KG/m3) PUR 50mm | \$ 17.90 |
| APU-018 | Material mejoramiento e=10cm | \$ 3.89 |
| Total : | | \$ 40.72 |

| PISO: NEC ACTUAL ZC5 - ZC6 | | P.U /m2 |
|-----------------------------------|--|-----------------|
| APU-016 | Losa Hormigón f'c210 kg/cm2 e=8cm | \$ 15.73 |
| APU-017 | Malla electrosoldada 15 x 15 cm | \$ 3.21 |
| APU-023 | Panel aislante puro (38KG/m3) PUR 80mm | \$ 23.90 |
| APU-018 | Material mejoramiento e=10cm | \$ 3.89 |
| Total : | | \$ 46.72 |

| PISO: PROPUESTA ZC1 - ZC2 | | P.U /m2 |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| APU-016 | Losa Hormigón f'c210 kg/cm2 e=8cm | \$ 15.73 |
| APU-017 | Malla electrosoldada 15 x 15 cm | \$ 3.21 |
| APU-018 | Material mejoramiento e=10cm | \$ 3.89 |
| Total : | | \$ 22.82 |

| PISO: PROPUESTA ZC3 - ZC5 | | P.U /m2 |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| APU-016 | Losa Hormigón f'c210 kg/cm2 e=8cm | \$ 15.73 |
| APU-017 | Malla electrosoldada 15 x 15 cm | \$ 3.21 |
| APU-020 | Plancha EPS 20 Kg/m3 E=30mm | \$ 6.12 |
| APU-018 | Material mejoramiento e=10cm | \$ 3.89 |
| Total : | | \$ 28.94 |

En el siguiente cuadro Tabla 34, se muestran las soluciones constructivas y su costo/m2 por zona climática. Se aprecia que todas las soluciones de la NEC actual cuentan con aislantes tipo EPS y PUR, por lo que su costo es más elevado que las opciones de la propuesta de actualización donde las zonas climáticas 1 y 2 se proponen sin aislante y las zonas climáticas 3, 4 y 5 cuentan con el aislante cuyo espesor ya mejora las condiciones internas para el confort sin recurrir a un espesor exagerado.

La zona climática 6 se mantiene con la prescripción de la norma actual.

Tabla 34. Soluciones Constructivas de Pisos y su costo/m2

| Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL | | Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA | |
|--------------|-----------------|--|-------------|--------------|-----------------|--|-------------|
| | | OPCION 1 | Precio / m2 | | | OPCION 1 | Precio / m2 |
| ZC1 | 1.825 | Losa de hormigón 80mm + Aislante E= 20mm U=1.18 W/m2K | \$27.87 | ZC1 | Máx. 4.75 | Losa de hormigón 80mm Recubrimiento Cerámico/ Recubrimiento Piso Flotante Sin Aislamiento U= 4.52 -3.15 W/m2K | \$22.82 |
| ZC2 | 0.496 | Losa de hormigón 80mm + Aislante E= 40mm U=0.50 W/m2K | \$38.72 | ZC2 | Máx. 4.75 | Losa de hormigón 80mm + Aislante E= 30mm U=0.89 W/m2K | \$28.94 |
| ZC3 | 0.496 | | | ZC3 | Máx. 1.41 | | |
| ZC4 | 0.420 | Losa de hormigón 80mm + Aislante E= 50mm U=0.42 W/m2K | \$40.72 | ZC4 | Máx. 1.41 | Losa de hormigón 80mm + Aislante E= 80mm U=0.28 W/m2K | \$46.72 |
| ZC5 | 0.363 | Losa de hormigón 80mm + Aislante E= 80mm U=0.28 W/m2K | \$46.72 | ZC5 | Máx. 1.41 | | |
| ZC6 | 0.321 | | | ZC6 | Máx. 0.32 | | |

En la Tabla 35, se calcula el costo total (Área del elemento x Costo/M2) de la implementación del piso en cada tipología de vivienda por zona climática. Tabla 35. Comparativo entre Costo total de la implementación del piso en cada tipología de vivienda por zona climática de la NEC Actual vs Propuesta de Actualización.

| | | ZC1 | | ZC2 | | ZC3 | |
|------------------|-----------|---|--|---|--|---|---|
| TIPOLOGÍA | AREA PISO | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Losa hormigón + Aislante EPS 20mm \$27.90 / M2 | Losa hormigón Sin aislante \$22.80 / M2 | Losa hormigón + Aislante PUR 40mm \$38.70 / M2 | Losa hormigón Sin aislante \$22.80 / M2 | Losa hormigón + Aislante PUR 40mm \$38.70 / M2 | Losa hormigón + Aislante EPS 30mm \$28.90 / M2 |
| A | 68.00 | \$ 1,897.20 | \$ 1,550.40 | \$ 2,631.60 | \$ 1,550.40 | \$ 2,631.60 | \$ 1,965.20 |
| B | 57.00 | \$ 1,590.30 | \$ 1,299.60 | \$ 2,205.90 | \$ 1,299.60 | \$ 2,205.90 | \$ 1,647.30 |
| C | 107.00 | \$ 2,985.30 | \$ 2,439.60 | \$ 4,140.90 | \$ 2,439.60 | \$ 4,140.90 | \$ 3,092.30 |
| D | 55.00 | \$ 1,534.50 | \$ 1,254.00 | \$ 2,128.50 | \$ 1,254.00 | \$ 2,128.50 | \$ 1,589.50 |
| REDUCCIÓN | | -18% | | -41% | | -25% | |

| | | ZC4 | | ZC5 | | ZC6 | |
|------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
| TIPOLOGÍA | AREA PISO | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Losa hormigón + Aislante PUR 50mm \$25.90 / M2 | Losa hormigón + Aislante EPS 30mm \$28.90 / M2 | Losa hormigón + Aislante PUR 80mm \$38.70 / M2 | Losa hormigón + Aislante EPS 30mm \$28.90 / M2 | Losa hormigón + Aislante PUR 80mm \$38.70 / M2 | Losa hormigón + Aislante PUR 80mm \$38.70 / M2 |
| A | 68.00 | \$ 2,767.60 | \$ 1,965.20 | \$ 3,175.60 | \$ 1,965.20 | \$ 3,175.60 | \$ 3,175.60 |
| B | 57.00 | \$ 2,319.90 | \$ 1,647.30 | \$ 2,661.90 | \$ 1,647.30 | \$ 2,661.90 | \$ 2,661.90 |
| C | 107.00 | \$ 4,354.90 | \$ 3,092.30 | \$ 4,996.90 | \$ 3,092.30 | \$ 4,996.90 | \$ 4,996.90 |
| D | 55.00 | \$ 2,238.50 | \$ 1,589.50 | \$ 2,568.50 | \$ 1,589.50 | \$ 2,568.50 | \$ 2,568.50 |
| REDUCCIÓN | | -29% | | -38% | | 0% | |

Finalmente, se puede ver la reducción en costos que se da con la propuesta de actualización versus la NEC actual. En ZC1 se da una reducción del 18%, en ZC2 del 41%, en ZC3 del 25%, en ZC4 del 29% y en ZC5 del 38%.

4.2.4 Elementos Translúcidos

En los elementos translúcidos, el vidrio es el principal material a ser revisado para conseguir los valores de transmitancia térmica y coeficiente de ganancia de calor solar.

En el listado de la Tabla 36 se enumeran opciones de vidrio y su costo por plancha y metro cuadrado. Se puede ver un aumento estable en el costo de vidrio flotado al aumentar el espesor, sin embargo, otras tecnologías de vidrios implican mayores precios. Mientras un vidrio flotado de 8mm tiene un valor de 15\$ por m², un vidrio laminado con tecnología Low-E cuesta \$43 aproximadamente, y un vidrio tipo cámara Low-E puede costar casi el doble del último.

Tabla 36. Listado de precios de materiales para vidrios

| PLANCHA DE VIDRIO (Dimensión 2.44m x 3.30m) | | Precio Unitario | Precio m² |
|--|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Vidrio flotado claro | e = 4mm | \$ 46.00 | \$ 6.51 |
| Vidrio flotado claro | e = 6mm | \$ 75.00 | \$ 10.62 |
| Vidrio flotado claro | e = 8mm | \$ 107.00 | \$ 15.15 |
| Vidrio Laminado Claro | e = 6mm | \$ 118.00 | \$ 16.71 |
| Vidrio Laminado | e = 10mm | \$ 307.20 | \$ 43.50 |
| Dos vidrios flotados 6+4 Low-E Claro | | | |
| Vidrio tipo cámara | e = 24.38mm | | |
| Vidrio Laminado 4+4 (8mm) Low-E | | - | \$ 74.00 |
| Espaciador 10mm (Aire desecado) | | | |
| Vidrio claro flotado e=6mm | | | |

Considerando los precios del material principal, se generan los costos de diferentes tipos de ventana por m². En la Tabla 37 se aprecian soluciones constructivas para cumplimiento de las exigencias prescriptivas de la norma actual según la zona climática.

Se puede observar que la ventana tipo (Vidrio flotado, perfilería aluminio corrediza) tiene un valor aproximado de \$77, mientras que una de las ventanas de mejor desempeño térmico del mercado tiene un costo de al menos tres veces más que la ventana tipo.

Tabla 37. Listado de precios de Soluciones Constructivas de Ventana

| ELEMENTOS TRANSLÚCIDOS | | Dimensiones | Precio Unitario | Precio m2 |
|------------------------|--|-------------|-----------------|-----------------|
| APU-024 | Ventana corrediza aluminio natural S200 Vidrio flotado Claro | 2.00x1.00m | \$154.00 | \$77.00 |
| APU-025 | Ventana Batiente Marco PVC Vidrio Laminado 3+3 | 2.00x1.00m | \$213.70 | \$106.85 |
| APU-026 | Ventana Batiente Marco Aluminio S. Europeo Vidrio Laminado LowE e= 10mm | 2.00x1.00m | \$365.40 | \$182.70 |
| APU-027 | Ventana Batiente Marco PVC Vidrio cámara claro e=20mm | 2.00x1.00m | \$299.30 | \$149.65 |
| APU-028 | Ventana Batiente Marco Aluminio S. Europeo Vidrio tipo cámara térmico e = 24.38mm | 2.00x1.00m | \$446.40 | \$223.20 |

En los siguientes comparativos se muestran dos casos, el primero donde la relación muro-ventana WWR es menor al 25% y el segundo donde el WWR está entre el 25-40%.

En el primer escenario (Tabla 38) la propuesta define que el costo de la ventana por metro cuadrado se reduce significativamente para las zonas climáticas 2, 3, 4 y 5. En las zonas ZC1 y ZC6 el costo/m2 se mantiene.

Tabla 38. Soluciones Constructivas de Ventanas y su costo/m2 – WWR <25%

| Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL | | Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA | |
|--------------|-----------------|---|-------------|--------------|---|---|-------------|
| | | WWR < 40 % | | | | WWR < 25 % | |
| | | OPCION 1 | Precio / m2 | | | OPCION 1 | Precio / m2 |
| ZC1 | 6.81 | Vidrio claro flotado e=6mm U=5.80 - 5.40 W/m2K | \$77.00 | ZC1 | Máx. 5.60 | Vidrio claro flotado e=6mm U=5.80 - 5.40 W/m2K | \$77.00 |
| ZC2 | 4.26 | Vidrio Laminado e= 10mm Dos vidrios flotados 6+4 Low-E | \$182.70 | ZC2 | | | |
| ZC3 | 3.69 | U= 3.31 - 2.72 W/m2K | | ZC3 | | | |
| ZC4 | 2.27 | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e= 4mm Cámara e= 12mm V. Claro Low E e= 4mm U= 1.82 W/m2K | | ZC4 | | | |
| ZC5 | 1.99 | | ZC5 | | | | |
| ZC6 | | | ZC6 | Máx. 1.99 | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e= 4mm Cámara e= 12mm V. Claro Low E e= 4mm U= 1.82 W/m2K | \$223.20 | |

En el segundo escenario (Tabla 39), WWR entre 25-40%, la exigencia prescriptiva aumenta para las zonas climáticas 3, 4 y 5, donde el precio/m2 de \$77 aumenta a \$182.70 aproximadamente para cumplir con la transmitancia exigida.

Tabla 39. Soluciones Constructivas de Ventanas y su costo/m2 – WWR 25-40%%

| Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | NEC ACTUAL | | Zona Climát. | Valor U [W/m2K] | PROPUESTA | |
|--------------|-----------------|---|-------------|--------------|-----------------|---|-------------|
| | | WWR < 40 % | | | | WWR 25 - 40 % | |
| | | OPCION 1 | Precio / m2 | | | OPCION 1 | Precio / m2 |
| ZC1 | 6.81 | Vidrio claro flotado e=6mm U=5.80 - 5.40 W/m2K | \$77.00 | ZC1 | Máx. 5.60 | Vidrio claro flotado e=6mm U=5.80 - 5.40 W/m2K | \$77.00 |
| ZC2 | 4.26 | Vidrio Laminado e= 10mm Dos vidrios flotados 6+4 Low-E U= 3.31 - 2.72 W/m2K | \$182.70 | ZC2 | Máx. 3.20 | Vidrio Laminado e= 10mm Dos vidrios flotados 6+4 Low-E U= 3.31 - 2.72 W/m2K | \$182.70 |
| ZC3 | 3.69 | | | ZC3 | | | |
| ZC4 | 2.27 | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e= 4mm Cámara e= 12mm V. Claro Low E e= 4mm U= 1.82 W/m2K | \$223.20 | ZC4 | Máx. 1.99 | Vidrio Tipo Cámara 20mm V. Gris e= 4mm Cámara e= 12mm V. Claro Low E e= 4mm U= 1.82 W/m2K | \$223.20 |
| ZC5 | | | | ZC5 | | | |
| ZC6 | 1.99 | | | ZC6 | | | |

A continuación, se valoriza el costo total (Área del elemento x Costo/M2) de la implementación de las ventanas en cada tipología de vivienda por zona climática.

En el primer escenario (Tabla 40), la propuesta define una importante reducción del 58% en ZC2 y ZC3, mientras una reducción aún mayor del 66% en las ZC4 y ZC5.

Tabla 40. Comparativo entre Costo total de la implementación de Ventanas WWR<25% en cada tipología de vivienda por zona climática de la NEC Actual vs Propuesta de Actualización.

| WWR < 25 % | | ZC1 | | ZC2, ZC3 | | ZC4, ZC5 | |
|------------------|-------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| TIPOLOGÍA | AREA VIDRIO | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Vidrio flotado e=6mm | Vidrio flotado e=6mm | Vidrio laminado e=10mm Low-E | Vidrio flotado e=6mm | Vidrio tipo Cámara e=20mm | Vidrio flotado e=6mm |
| | | \$77.00 / M2 | \$77.00 / M2 | \$182.70 / M2 | \$77.00 / M2 | \$223.20 / M2 | \$77.00 / M2 |
| A | 7.20 | \$ 554.40 | \$ 554.40 | \$ 1,315.44 | \$ 554.40 | \$ 1,607.04 | \$ 554.40 |
| B | 14.40 | \$ 1,108.80 | \$ 1,108.80 | \$ 2,630.88 | \$ 1,108.80 | \$ 3,214.08 | \$ 1,108.80 |
| C | 25.20 | \$ 1,940.40 | \$ 1,940.40 | \$ 4,604.04 | \$ 1,940.40 | \$ 5,624.64 | \$ 1,940.40 |
| D | 4.80 | \$ 369.60 | \$ 369.60 | \$ 876.96 | \$ 369.60 | \$ 1,071.36 | \$ 369.60 |
| REDUCCIÓN | | 0% | | -58% | | -66% | |

En el segundo escenario (Tabla 41), la propuesta mantiene la reducción del 58% en ZC2, y considera una reducción del 18% en ZC4 y ZC5. En las ZC1, ZC3 y ZC6 no existen variaciones frente a la NEC actual.

Tabla 41. Comparativo entre Costo total de la implementación de Ventanas WWR 25-40% en cada tipología de vivienda por zona climática de la NEC Actual vs Propuesta de Actualización.

| WWR 25 - 40 % | | ZC1 | | ZC2 | | ZC3 | |
|------------------|-------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| TIPOLOGÍA | AREA VIDRIO | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Vidrio flotado e=6mm | Vidrio flotado e=6mm | Vidrio laminado e=10mm Low-E | Vidrio flotado e=6mm | Vidrio laminado e=10mm Low-E | Vidrio laminado e=10mm Low-E |
| | | \$77.00 / M2 | \$77.00 / M2 | \$182.70 / M2 | \$77.00 / M2 | \$182.70 / M2 | \$182.70 / M2 |
| A | 15.00 | \$ 1,155.00 | \$ 1,155.00 | \$ 2,740.50 | \$ 1,155.00 | \$ 2,740.50 | \$ 2,740.50 |
| B | 25.00 | \$ 1,925.00 | \$ 1,925.00 | \$ 4,567.50 | \$ 1,925.00 | \$ 4,567.50 | \$ 4,567.50 |
| C | 35.00 | \$ 2,695.00 | \$ 2,695.00 | \$ 6,394.50 | \$ 2,695.00 | \$ 6,394.50 | \$ 6,394.50 |
| D | 4.80 | \$ 369.60 | \$ 369.60 | \$ 876.96 | \$ 369.60 | \$ 876.96 | \$ 876.96 |
| REDUCCIÓN | | 0% | | -58% | | 0% | |

| WWR 25 - 40 % | | ZC4, ZC5 | | ZC6 | |
|------------------|-------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| TIPOLOGÍA | AREA VIDRIO | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| | | Vidrio tipo cámara e=20mm | Vidrio laminado e=10mm Low-E | Vidrio tipo cámara e=20mm | Vidrio tipo cámara e=20mm |
| | | \$223.20 / M2 | \$182.70 / M2 | \$223.20 / M2 | \$223.20 / M2 |
| A | 15.00 | \$ 3,348.00 | \$ 2,740.50 | \$ 3,348.00 | \$ 3,348.00 |
| B | 25.00 | \$ 5,580.00 | \$ 4,567.50 | \$ 5,580.00 | \$ 5,580.00 |
| C | 35.00 | \$ 7,812.00 | \$ 6,394.50 | \$ 7,812.00 | \$ 7,812.00 |
| D | 4.80 | \$ 1,071.36 | \$ 876.96 | \$ 1,071.36 | \$ 1,071.36 |
| REDUCCIÓN | | -18% | | 0% | |

5. RESULTADOS

Los resultados del análisis económico se resumen en dos secciones, la primera un análisis comparativo entre los elementos de la envolvente y el segundo entre viviendas que cumplen con la NEC actual y viviendas que cumplen con la propuesta de actualización NEC.

5.1. Comparativo Elementos de envolvente por zona climática

Una vez revisados los costos directos de las diferentes soluciones constructivas que cumplen con la NEC vigente y con la NEC propuesta, las cuales se detallan en las tablas 28, 31, 35, 40 y 41, esta información se resume en la Tabla 42, la cual estima que la mayor reducción de costos en la propuesta de actualización de la NEC-HS-EE se produce en las áreas translúcidas que tienen una relación muro-ventana (WWR) de hasta 25%.

Estos elementos translúcidos WWR<25% tienen una reducción del 66% en costos en las zonas climáticas 4 y 5; mientras, en las zonas climáticas 2 y 3 se da una reducción de hasta 58%. Cuando la relación muro-ventana WWR está entre 25%-40%, la reducción de costos se da solamente en la zona climática 2.

Después de los elementos translúcidos, la mayor reducción se da en los pisos de las zonas climáticas 2 y 5, donde se produce una reducción de costos de entre 41%-38%.

En lo referente a techos hay reducciones entre el 19-25% en todas las zonas climáticas; de igual manera, en las paredes los costos se reducen entre 13%-25% en cinco de las seis zonas climáticas, por lo que su aplicación desde el punto de vista financiero también es factible.

Tabla 42. Porcentaje de Reducción de Costo/m² de la Propuesta de Cambio versus la NEC actual.

| ELEMENTOS ENVOLVENTE | ZC1 | ZC2 | ZC3 | ZC4 | ZC5 | ZC6 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| TECHOS | -19% | -22% | -25% | -25% | -25% | -25% |
| PAREDES | -13% | -13% | -22% | -22% | -22% | 0% |
| PISOS | -18% | -41% | -25% | -29% | -38% | 0% |
| A. TRANSLUCIDAS WWR < 25 % | 0% | -58% | -58% | -66% | -66% | 0% |
| A. TRANSLUCIDAS WWR 25 % - 40% | 0% | -58% | 0% | -18% | -18% | 0% |

5.2 Comparativo Tipologías de vivienda por zona climática

Partiendo de la información y los costos generados en el Capítulo 4: Análisis Económico, la Tabla 43 incluye información del costo directo total de la vivienda por tipología definido en la Tabla 24 (Pág. 28), y los costos totales de cada elemento de la envolvente según la construcción tipo del mercado actual, información de las tablas 28, 31, 35, 40.

Tabla 43. Tabla de Valorización del Costo Total de los elementos de envolvente en Vivienda Mercado Actual.

| TIPOLOGÍA | Costo /M2 VIVIENDA | COSTO TOTAL VIVIENDA | Techo Fibrocemento | Bloque de hormigón e=150mm | Losa hormigón Sin aislante | Vidrio flotado e=6mm | OTROS COSTOS |
|-----------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------|
| | | | \$31.10 / M2 | \$36.80 / M2 | \$22.80 / M2 | \$77.00 / M2 | |
| A | \$ 415.00 | \$ 28,220.00 | \$ 3,199.87 | \$ 3,385.60 | \$ 1,550.40 | \$ 554.40 | \$ 19,529.73 |
| B | \$ 415.00 | \$ 46,895.00 | \$ 2,485.34 | \$ 4,968.00 | \$ 1,299.60 | \$ 1,108.80 | \$ 37,033.26 |
| C | \$ 665.00 | \$ 71,155.00 | \$ 3,324.14 | \$ 3,716.80 | \$ 2,439.60 | \$ 1,940.40 | \$ 59,734.06 |
| D | \$ 326.48 | \$ 17,956.40 | \$ 2,267.87 | \$ 3,496.00 | \$ 1,254.00 | \$ 369.60 | \$ 10,568.93 |

El valor de **Otros Costos**, establecido en la Tabla 43, constituye el precio base sobre el cual, se adicionarían los costos de las soluciones constructivas que cumplen con la NEC actual y con la NEC propuesta, los cuales se definieron en las Tablas 28, 31, 35, 40 y 41. De esta manera, se define el Costo Total Vivienda para cada caso. La Figura 14 ilustra la metodología a seguir:

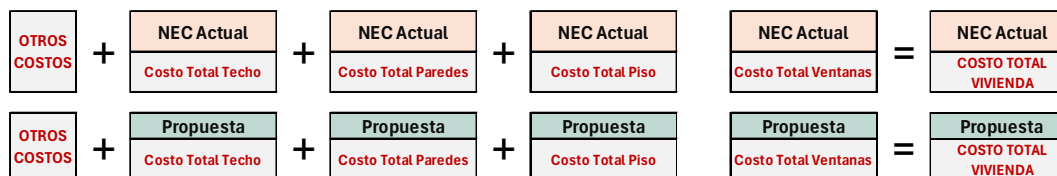


Figura 14. Esquema para Definición de Costo Total Vivienda respecto a NEC Actual y Propuesta de Cambio.

La Tabla 44 genera el siguiente comparativo, donde por zona climática y tipología se muestra el COSTO TOTAL DE VIVIENDA que cumple con la NEC actual y el COSTO TOTAL DE VIVIENDA que cumple con la propuesta de cambio.

La Tabla 45 simplifica la información de la tabla anterior al calcular el Porcentaje de Reducción en el COSTO TOTAL DE VIVIENDA que implica la propuesta de cambio en la NEC Actual.

Se puede observar que el mayor porcentaje de reducción se da en las tipologías D y A para las zonas climáticas más frías.

La información generada en el comparativo de la Tabla 44 se resume en los cuadros de la Figura 15, donde, por tipología las barras muestran el COSTO TOTAL DE VIVIENDA que cumple con la NEC Actual versus el COSTO TOTAL DE VIVIENDA de la propuesta. De esta manera se puede apreciar en que zona climática hay un mayor y menor impacto económico. Además, para referencia, se adiciona la línea base del Costo Total de una Vivienda según la construcción actual.

Tabla 44. Comparativo del Costo Total de Vivienda que cumple con la NEC Actual y con la Propuesta.

| Tipol. | MERCADO ACTUAL LÍNEA BASE | ZONA CLIMÁTICA 1 | | ZONA CLIMÁTICA 2 | | ZONA CLIMÁTICA 3 | | ZONA CLIMÁTICA 4 | | ZONA CLIMÁTICA 5 | | ZONA CLIMÁTICA 6 | |
|--------|---------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta | NEC Actual | Propuesta |
| A | \$ 28,220.00 | \$ 32,868.83 | \$ 30,736.63 | \$ 34,364.27 | \$ 30,479.13 | \$ 34,815.07 | \$ 30,698.23 | \$ 35,242.67 | \$ 30,698.23 | \$ 35,650.67 | \$ 30,698.23 | \$ 37,391.63 | \$ 35,640.63 |
| B | \$ 46,895.00 | \$ 50,863.86 | \$ 48,849.66 | \$ 53,001.54 | \$ 48,649.66 | \$ 53,663.04 | \$ 48,845.36 | \$ 54,360.24 | \$ 48,845.36 | \$ 54,702.24 | \$ 48,845.36 | \$ 57,068.16 | \$ 55,708.16 |
| C | \$ 71,155.00 | \$ 76,198.56 | \$ 73,769.36 | \$ 80,017.80 | \$ 73,501.86 | \$ 80,512.70 | \$ 73,951.26 | \$ 81,747.30 | \$ 73,951.26 | \$ 82,389.30 | \$ 73,951.26 | \$ 84,576.66 | \$ 82,757.66 |
| D | \$ 17,956.40 | \$ 21,443.83 | \$ 19,740.03 | \$ 22,545.19 | \$ 19,557.53 | \$ 23,010.69 | \$ 19,754.33 | \$ 23,315.09 | \$ 19,754.33 | \$ 23,645.09 | \$ 19,754.33 | \$ 23,645.09 | \$ 22,404.09 |

Tabla 45. Porcentaje de Reducción de Costo Total de la Propuesta de Cambio versus la NEC actual.

| Tipol. | MERCADO ACTUAL LÍNEA BASE | ZONA CLIMÁTICA 1 | | ZONA CLIMÁTICA 2 | | ZONA CLIMÁTICA 3 | | ZONA CLIMÁTICA 4 | | ZONA CLIMÁTICA 5 | | ZONA CLIMÁTICA 6 | |
|--------|---------------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | NEC Actual | % Reducción | NEC Actual | % Reducción | NEC Actual | % Reducción | NEC Actual | % Reducción | NEC Actual | % Reducción | NEC Actual | % Reducción |
| A | \$ 28,220.00 | \$ 32,868.83 | -6.5% | \$ 34,364.27 | -11.3% | \$ 34,815.07 | -11.8% | \$ 35,242.67 | -12.9% | \$ 35,650.67 | -13.9% | \$ 37,391.63 | -4.7% |
| B | \$ 46,895.00 | \$ 50,863.86 | -4.0% | \$ 53,001.54 | -8.2% | \$ 53,663.04 | -9.0% | \$ 54,360.24 | -10.1% | \$ 54,702.24 | -10.7% | \$ 57,068.16 | -2.4% |
| C | \$ 71,155.00 | \$ 76,198.56 | -3.2% | \$ 80,017.80 | -8.1% | \$ 80,512.70 | -8.1% | \$ 81,747.30 | -9.5% | \$ 82,389.30 | -10.2% | \$ 84,576.66 | -2.2% |
| D | \$ 17,956.40 | \$ 21,443.83 | -7.9% | \$ 22,545.19 | -13.3% | \$ 23,010.69 | -14.2% | \$ 23,315.09 | -15.3% | \$ 23,645.09 | -16.5% | \$ 23,645.09 | -5.2% |

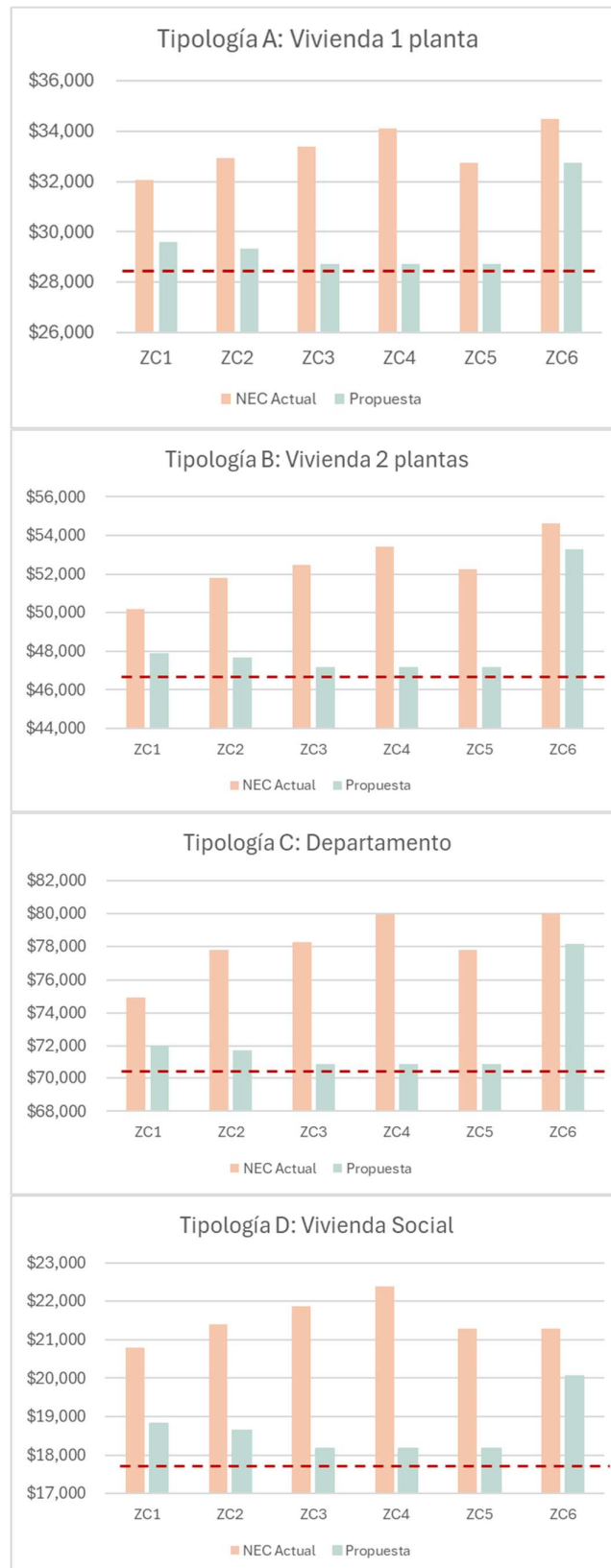


Figura 15. Gráficos del Costo Total de Vivienda que cumple con la NEC Actual y con la Propuesta, por Tipología

En la tipología A, la mayor reducción se da en la zona climática 5; en la tipología B, C y D se da una mayor reducción en las ZC4 y ZC5.

Además, respecto a la línea base, la tipología B es donde hay una menor brecha entre el costo de la construcción del mercado actual y el costo de la propuesta de cambio; y la tipología D es donde existe una mayor brecha. Sin embargo, en general se observa que los valores se acercan a la realidad de mercado, a excepción de la zona 6, pero que en esta zona prácticamente no se construye.

6. ANEXOS

6.1. Cálculo de Transmitancia Térmica (Valor U) de los elementos analizados

El cálculo de transmitancia térmica del paquete constructivo se realiza mediante método de cálculo teórico basado en la norma ISO 6946. Este método se basa en el cálculo de la transmitancia térmica estacionaria de un cerramiento convencional a través del espesor y de la conductividad térmica de sus diferentes capas, así como de sus resistencias térmicas superficiales.

Los cálculos del Valor U se realizan para techos, paredes y pisos; y para elementos translúcidos se considera la información de las fichas técnicas del producto.

6.1.1 Techos

Situación de mercado

Cálculo 1: Techo con panel de fibrocemento y tumbado

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Rse | | | 0.040 |
| Panel Cubierta Fibrocemento | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Cámara de aire no ventilada | 0.300 | | 0.150 |
| Tumbado de gypsum | 0.012 | 0.250 | 0.048 |
| Rsi | | | 0.100 |
| | | Valor R Total | 0.35 |
| | | Valor U [W/m2K] | 2.87 |

Cálculo 2: Techo con panel metálico y tumbado

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Rse | | | 0.040 |
| Panel Metálico Prepintado | 0.002 | 50.000 | 0.000 |
| Cámara de aire no ventilada | 0.300 | | 0.150 |
| Tumbado de gypsum | 0.012 | 0.250 | 0.048 |
| Rsi | | | 0.100 |
| | | Valor R Total | 0.34 |
| | | Valor U [W/m2K] | 2.96 |

Situación NEC vigente

Cálculo 3: Techo con panel aislante E=80mm (Cumple en Zonas Climáticas 1-6)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|-----------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Rse | | | 0.040 |
| Panel PUR 80mm | 0.080 | 0.022 | 3.636 |
| Cámara de aire no ventilada | 0.300 | | 0.150 |
| Tumbado de gypsum | 0.012 | 0.250 | 0.048 |
| Rsi | | | 0.100 |
| Valor R Total | | | 3.97 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.25 |

Situación NEC propuesta

Cálculo 4: Techo con panel aislante E=50mm (Cumple en Zona Climática 1)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|-----------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Rse | | | 0.040 |
| Panel PUR 50mm | 0.050 | 0.022 | 2.273 |
| Cámara de aire no ventilada | 0.300 | | 0.150 |
| Tumbado de gypsum | 0.012 | 0.250 | 0.048 |
| Rsi | | | 0.100 |
| Valor R Total | | | 2.61 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.38 |

Cálculo 5: Techo con panel aislante E=40mm (Cumple en Zona Climática 2)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|-----------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Rse | | | 0.040 |
| Panel PUR 40mm | 0.040 | 0.022 | 1.818 |
| Cámara de aire no ventilada | 0.300 | | 0.150 |
| Tumbado de gypsum | 0.012 | 0.250 | 0.048 |
| Rsi | | | 0.100 |
| Valor R Total | | | 2.16 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.46 |

Cálculo 6: Techo con panel aislante E=30mm (Cumple en Zonas Climáticas 3, 4, 5, 6)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Rse | | | 0.040 |
| Panel PUR 30mm | 0.030 | 0.022 | 1.364 |
| Cámara de aire no ventilada | 0.300 | | 0.150 |
| Tumbado de gypsum | 0.012 | 0.250 | 0.048 |
| Rsi | | | 0.100 |
| | | Valor R Total | 1.70 |
| | | Valor U [W/m2K] | 0.59 |

6.1.2 Paredes

Situación de mercado

Cálculo 7: Pared enlucida de bloque concreto E=20cm (Densidad media)

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Bloque de hormigón 20 | 0.200 | 0.635 | 0.315 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.505 |
| Valor U [W/m²K] | | | 1.980 |

Cálculo 8: Pared enlucida de bloque concreto E=20cm (Densidad alta)

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Bloque de hormigón 20 | 0.200 | 0.900 | 0.222 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.412 |
| Valor U [W/m²K] | | | 2.426 |

Cálculo 9: Pared enlucida de bloque concreto E=15cm (Densidad media)

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Bloque de hormigón 15 | 0.150 | 0.635 | 0.236 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.426 |
| Valor U [W/m²K] | | | 2.346 |

Cálculo 10: Pared enlucida de bloque concreto E=15cm (Densidad alta)

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Bloque de hormigón 15 | 0.150 | 0.900 | 0.167 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.357 |
| Valor U [W/m²K] | | | 2.804 |

Cálculo 11: Pared enlucida de bloque concreto E=10cm (Densidad media)

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Bloque de hormigón 10 | 0.100 | 0.635 | 0.157 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.347 |
| Valor U [W/m2K] | | | 2.878 |

Cálculo 12: Pared de bloque concreto E=10cm (Densidad alta)

| CAPAS | Espesor | Conductividad | RESISTENCIA |
|-------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Bloque de hormigón 10 | 0.100 | 0.900 | 0.111 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.301 |
| Valor U [W/m2K] | | | 3.321 |

Cálculo 13: Pared enlucida de bloque ladrillo hueco E=15cm

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Ladrillo tochano | 0.130 | 0.500 | 0.260 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.450 |
| Valor U [W/m2K] | | | 2.222 |

Cálculo 14: Pared enlucida de bloque ladrillo macizo E=15cm

| Capas | Espesor | Conductividad | R = e / λ |
|-------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Resistencia si | | | 0.130 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Ladrillo panelón | 0.140 | 0.700 | 0.200 |
| Mortero cemento para enlucido | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Resistencia se | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 0.390 |
| Valor U [W/m2K] | | | 2.564 |

Situación NEC vigente

Cálculo 15: Pared de bloque hormigón E=100mm y aislamiento E=50mm (Cumple en Zonas Climáticas 1, 2)

| Capas | Espesor | Conductividad [m2K/W] | R= e / λ |
|------------------------|---------|-----------------------|--------------|
| Rse | | | 0.130 |
| Enlucido 1 cm | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Pared bloque 10cm | 0.100 | 0.635 | 0.157 |
| Lana de roca 5cm | | | 1.220 |
| Panel de gypsum 1.5cm | 0.015 | 0.300 | 0.050 |
| Rsi | | | 0.040 |
| Valor R Total | | | 1.607 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.622 |

Cálculo 16: Pared de bloque hormigón E=100mm y aislamiento E=100mm (Cumple en Zonas Climáticas 3, 4, 5, 6)

| Capas | Espesor | Conductividad [m2K/W] | R= e / λ |
|-----------------------|---------|-----------------------|--------------|
| Rse | | | 0.130 |
| Enlucido 1 cm | 0.010 | 1.000 | 0.010 |
| Pared bloque 10cm | 0.100 | 0.635 | 0.157 |
| Lana de roca 5cm X2 | | | 2.440 |
| Panel de gypsum 1.5cm | 0.015 | 0.300 | 0.050 |
| Rsi | | | 0.040 |
| Valor R | | | 2.827 |
| Valor U | | | 0.354 |

Situación NEC propuesta

Opciones para Zonas climáticas 1, 2, 3, 4 y 5:

- Cálculo 7: Pared enlucida de bloque concreto E=20cm (Densidad media) $U= 1.98 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cálculo 9: Pared enlucida de bloque concreto E=15cm (Densidad media) $U= 2.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cálculo 13: Pared enlucida de bloque ladrillo hueco E=15cm $U= 2.22 \text{ W/m}^2\text{K}$

Opción para Zonas climáticas 6:

- Cálculo 16: Pared de bloque hormigón E=100mm y aislamiento E=100mm $U= 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$

6.1.3 Pisos

Situación de mercado

Cálculo 17: Contrapiso de hormigón E=50mm con recubrimiento cerámico

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.010 | 1.300 | 0.008 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.050 | 2.100 | 0.024 |
| Rse | | | 0.000 |
| | | Valor R Total | 0.222 |
| | | Valor U [W/m2K] | 4.515 |

Cálculo 18: Contrapiso de hormigón E=80mm con recubrimiento cerámico

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.010 | 1.300 | 0.008 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Rse | | | 0.000 |
| | | Valor R Total | 0.236 |
| | | Valor U [W/m2K] | 4.241 |

Cálculo 19: Contrapiso de hormigón E=100mm con recubrimiento cerámico

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.010 | 1.300 | 0.008 |
| Bondex | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.100 | 2.100 | 0.048 |
| Rse | | | 0.000 |
| | | Valor R Total | 0.245 |
| | | Valor U [W/m2K] | 4.076 |

Cálculo 20: Contrapiso de hormigón E=80mm con piso flotante

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Piso flotante 8mm | 0.008 | 0.200 | 0.040 |
| Esponja niveladora | 0.002 | 0.100 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Rse | | | 0.000 |
| Valor R Total | | | 0.268 |
| Valor U [W/m2K] | | | 3.730 |

Cálculo 21: Contrapiso de hormigón E=100mm con piso flotante

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Piso flotante 8mm | 0.008 | 0.200 | 0.040 |
| Esponja niveladora | 0.002 | 0.100 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.100 | 2.100 | 0.048 |
| Rse | | | 0.000 |
| Valor R Total | | | 0.278 |
| Valor U [W/m2K] | | | 3.602 |

Situación NEC vigente

Cálculo 22: Contrapiso de hormigón E=80mm con aislante E=20mm y acabado cerámico. (Cumple en Zona Climática 1)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.020 | 0.500 | 0.040 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Plancha EPS 20mm | 0.020 | 0.040 | 0.500 |
| Tierra compactada | 0.200 | 2.000 | 0.100 |
| Rse | | | 0.000 |
| Valor R Total | | | 0.868 |
| Valor U [W/m2K] | | | 1.152 |

Cálculo 23: Contrapiso de hormigón E=80mm con aislante E=40mm y acabado cerámico (Cumple en Zonas Climáticas 2, 3)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.020 | 0.500 | 0.040 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Plancha PUR 40mm | 0.040 | 0.025 | 1.600 |
| Tierra compactada | 0.200 | 2.000 | 0.100 |
| Rse | | | 0.000 |
| Valor R Total | | | 1.968 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.508 |

Cálculo 24: Contrapiso de hormigón E=80mm con aislante E=50mm y acabado cerámico. (Cumple en Zona Climática 4)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.020 | 0.500 | 0.040 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Plancha PUR 50mm | 0.050 | 0.025 | 2.000 |
| Tierra compactada | 0.200 | 2.000 | 0.100 |
| Rse | | | 0.000 |
| Valor R Total | | | 2.368 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.422 |

Cálculo 25: Contrapiso de hormigón E=80mm con aislante E=80mm y acabado cerámico (Cumple en Zonas Climáticas 5, 6)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.020 | 0.500 | 0.040 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Plancha PUR 80mm | 0.080 | 0.025 | 3.200 |
| Tierra compactada | 0.200 | 2.000 | 0.100 |
| Rse | | | 0.000 |
| Valor R Total | | | 3.568 |
| Valor U [W/m2K] | | | 0.280 |

Situación NEC propuesta

Opciones para Zona climática 1 y 2

- Cálculo 17: Contrapiso de hormigón E=50mm con recubrimiento cerámico $U= 4.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cálculo 18: Contrapiso de hormigón E=80mm con recubrimiento cerámico $U= 4.24 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cálculo 19: Contrapiso de hormigón E=100mm con recubrimiento cerámico $U= 4.08 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cálculo 20: Contrapiso de hormigón E=80mm con piso flotante $U= 3.73 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Cálculo 21: Contrapiso de hormigón E=100mm con piso flotante $U= 3.60 \text{ W/m}^2\text{K}$

Opciones para Zona climática 3, 4, 5

Cálculo 26: Contrapiso de hormigón E=80mm con aislante E=30mm y acabado cerámico (Cumple en Zonas Climáticas 3, 4, 5)

| Capas | Espesor [m] | Conductividad [W/mK] | R = e / λ |
|---------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Rsi | | | 0.170 |
| Cerámica | 0.020 | 0.500 | 0.040 |
| Pegante cementicio | 0.010 | 0.500 | 0.020 |
| Hormigón (2200-2400kg/m3) | 0.080 | 2.100 | 0.038 |
| Plancha EPS 30mm | 0.030 | 0.040 | 0.750 |
| Tierra compactada | 0.200 | 2.000 | 0.100 |
| Rse | | | 0.000 |
| | | Valor R Total | 1.118 |
| | | Valor U [W/m2K] | 0.894 |

Opciones para Zona climática 6

- Cálculo 25: Contrapiso de hormigón E=80mm con aislante E=80mm y acabado cerámico $U= 0.28\text{W/m}^2\text{k}$
















6.1.4 Elementos Translúcidos

La definición del Valor U de los elementos translúcidos se basa en fichas técnicas del fabricante. A continuación, se adjunta ficha con valores de vidrios del mercado actual.

| PRODUCTO | ESPESOR | VALOR U (W/m2K) |
|--|---------|-----------------|
| Claro | 6 | 5,13 |
| Bronce | 6 | 5,19 |
| PVB Gris | 6 | 5,19 |
| Translúcido | 6 | 5,19 |
| Claro | 8 | 5,07 |
| PVB Bronce | 8 | 5,16 |
| PVB Gris | 8 | 5,16 |
| Translúcido | 8 | 5,12 |
| Claro | 10 | 5,11 |
| PVB Azul/Verde | 10 | 5,11 |
| Reflectivo Gray + Claro | 10 | 5,04 |
| Reflectivo Gray + Claro | 10 | 5,09 |
| Verde Claro | 10 | 5,05 |
| PVB Light Blue Green | 10 | 5,10 |
| Verde Oscuro + Claro | 10 | 5,11 |
| Verde Oscuro Reflectivo + Claro | 10 | 2,96 |
| 6mm Low E+ claro #4 SE | 10 | 2,76 |
| 6mm Low E+ claro #4 PG | 10 | 2,72 |
| Gris Oscuro + Claro | 10 | 5,05 |
| Reflectivo Claro + PVB Bronce | 10 | 4,79 |
| Reflectivo Azul Oscuro con translúcido | 10 | 4,80 |
| Low E + Verde #4 | 10 | 2,78 |
| Low E Verde + Claro | 10 | 3,31 |
| Claro + Low E PVB L. blue Green | 10 | 2,72 |
| Claro SC | 10 | 5,05 |
| Verde Oscuro low E SE | 10 | 2,72 |
| Verde Oscuro + Low E | 10 | 2,76 |
| Verde Oscuro Reflectivo#4+ Claro | 10 | 2,96 |
| Verde + Claro | 18 | 2,96 |
| Gris /10/ Claro | 18 | 2,96 |
| Gris /12/ Low E | 20 | 1,82 |
| Gris /12 / Low E | 24 | 1,80 |
| Claro /12/ Low E #3 | 24 | 1,80 |
| FAICLIMA SLIM 4/0,3/4 lowE | 8,3 | 0,44 |
| FAICLIMA SLIM 5/0,3/5 lowE | 10,3 | 0,44 |

6.2 Valores referenciales para Índice de Reflectancia Solar (SRI)

Considerando la información obtenida de fabricantes y fuentes bibliográficas se enumeran los principales materiales y su índice de reflectancia solar.

| MATERIAL | | COLOR | Índice de Reflectancia Solar (SRI) |
|---|---|--------------|------------------------------------|
| Acero galvanizado sin acabado |  | - | 37 |
| Acero galvanizado con acabado prepintado |  | Blanco | 85 |
| |  | Beige | 75 |
| |  | Negro | 0 |
| |  | Rojo | 36 |
| |  | Lacre | 34 |
| |  | Azul marino | 15 |
| |  | Café claro | 40 |
| Teja de arcilla |  | Rojo | 36 |
| |  | Gris | 29 |
| Grava |  | Gris natural | 37 |
| |  | Blanco | 79 |
| Membrana asfáltica de superficie granular |  | Rojo | 47 |
| |  | Blanco | 28 |
| Membrana impermeabilizante de PVC |  | Blanco | 104 |

Nota: Estos valores son solamente referenciales. No deben usarse como sustituto de la Hoja técnica del producto

6.3 Análisis de Precios Unitarios

A continuación, se enumeran los APUS que forman parte de las soluciones constructivas por elemento de la envolvente.

Referentes a techos:

- *APU-001 Cubierta de fibrocemento prepintado*
- *APU-002 Panel tipo sandwich PUR E=30mm*
- *APU-003 Panel tipo sandwich PUR E=40mm*
- *APU-004 Panel tipo sandwich PUR E=50mm*
- *APU-005 Panel tipo sandwich PUR E=80mm*
- *APU-006 Tumbado de gypsum*

Referentes a paredes:

- *APU-007 Bloque de hormigón e=100mm*
- *APU-008 Bloque de hormigón e=150mm*
- *APU-009 Bloque de hormigón e=200mm*
- *APU-010 Ladrillo panelón e=150mm*
- *APU-011 Enlucido de mortero 1:3*
- *APU-012 Empaste interior y pintura de fondo*
- *APU-013 Instalación de lana de roca e=50mm*
- *APU-014 Instalación de lana de roca e=100mm*
- *APU-015 Tabique de cartón yeso 1 cara, acabado empaste interior y pintura de fondo*

Referentes a pisos:

- *APU-016 Losa Hormigón f'c210 kg/cm² e=8cm*
- *APU-017 Malla electrosoldada 15 x 15 cm*
- *APU-018 Material mejoramiento e=10cm*
- *APU-019 Plancha EPS 20 Kg/m³ E=20mm*
- *APU-020 Plancha EPS 20 Kg/m³ E=30mm*
- *APU-021 Panel aislante puro (38Kg/m³) PUR 40mm*
- *APU-022 Panel aislante puro (38Kg/m³) PUR 50mm*
- *APU-023 Panel aislante puro (38Kg/m³) PUR 80mm*

6.2.1 APU's referentes a Techos

APU-001

RUBRO

Cubierta de fibrocemento prepintado

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.50 |
| Andamio | Hora | 3.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.36 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.86 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Total |
|---|--------|----------|----------|----------|
| Placa ondulada de fibrocemento prepintada | m2 | 1 | \$ 12.25 | \$ 12.25 |
| Tornillos | Gl. | 1 | \$ 1.20 | \$ 1.20 |
| Varios | Gl. | 1 | \$ 0.90 | \$ 0.90 |
| Subtotal de Materiales: | | | | \$ 14.35 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.20000 | \$ 0.83 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.20000 | \$ 0.84 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.05000 | \$ 0.23 |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 1.90 |

Costo Directo Total: \$17.11

APU-002

RUBRO

Cubierta de Panel tipo sandwich aislante PUR e=30mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.50 |
| Andamio | Hora | 3.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.36 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.86 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR 30mm (acabado prepintado) | m2 | 1 | \$ 32.25 | | \$ 32.25 |
| Tornillos | Gl. | 1 | \$ 1.20 | | \$ 1.20 |
| Varios | Gl. | 1 | \$ 0.90 | | \$ 0.90 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 34.35 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.20000 | \$ 0.83 | |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.20000 | \$ 0.84 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.05000 | \$ 0.23 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 1.90 |

Costo Directo Total: \$37.11

APU-003

RUBRO

Cubierta de Panel tipo sandwich aislante PUR e=40mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.50 |
| Andamio | Hora | 3.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.36 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.86 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR 40mm (acabado prepintado) | m2 | 1 | \$ 34.21 | | \$ 34.21 |
| Tornillos | Gl. | 1 | \$ 1.20 | | \$ 1.20 |
| Varios | Gl. | 1 | \$ 0.90 | | \$ 0.90 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 36.31 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.20000 | \$ 0.83 | |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.20000 | \$ 0.84 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.05000 | \$ 0.23 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 1.90 |

Costo Directo Total: \$39.07

APU-004

RUBRO

Cubierta de Panel tipo sandwich aislante PUR e=50mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.50 |
| Andamio | Hora | 3.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.36 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.86 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR 50mm (acabado prepintado) | m2 | 1 | \$ 36.72 | | \$ 36.72 |
| Tornillos | Gl. | 1 | \$ 1.20 | | \$ 1.20 |
| Varios | Gl. | 1 | \$ 0.90 | | \$ 0.90 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 38.82 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.20000 | \$ 0.83 | |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.20000 | \$ 0.84 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.05000 | \$ 0.23 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 1.90 |

Costo Directo Total: \$41.58

APU-005

RUBRO

Cubierta de Panel tipo sandwich aislante PUR e=80mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.50 |
| Andamio | Hora | 3.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.36 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.86 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR 80mm (acabado prepintado) | m2 | 1 | \$ 49.25 | | \$ 49.25 |
| Tornillos | Gl. | 1 | \$ 1.20 | | \$ 1.20 |
| Varios | Gl. | 1 | \$ 0.90 | | \$ 0.90 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 51.35 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.20000 | \$ 0.83 | |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.20000 | \$ 0.84 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.05000 | \$ 0.23 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 1.90 |

Costo Directo Total: \$54.11

APU-006

RUBRO

Tumbado de gypsum, empastado y pintado

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.25 |
| Andamio | Hora | 1.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.12 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.37 |

| Materiales | | | | | |
|---|--------|----------|---------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel yeso cartón regular 1/2" interiores | m2 | 1 | \$ 3.80 | | \$ 3.80 |
| Perfilería | Gl | 1 | \$ 2.60 | | \$ 2.60 |
| Tornillos para panel yeso cartón | u | 10 | \$ 0.02 | | \$ 0.20 |
| Masilla para panel de yeso cartón | kg | 0.34 | \$ 0.93 | | \$ 0.32 |
| Empaste interior blanco | kg | 0.83 | \$ 0.57 | | \$ 0.47 |
| Pintura latex vinil interiores blanco (fondo) | galon | 0.042 | \$ 6.45 | | \$ 0.27 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 7.66 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.60000 | \$ 2.48 | |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.60000 | \$ 2.51 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.20000 | \$ 0.93 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 5.93 |

Costo Directo Total: \$13.96

6.2.2 APU's referentes a paredes

APU-007

RUBRO

Pared de bloque de hormigón E=10cm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.31 | 1.00000 | \$ 0.62 |
| Andamio | Hora | 1.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.12 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.74 |

| Materiales | | | | | |
|--|--------|----------|-----------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Bloque Prensado Pesado 10x20x40cm 4MPA | u | 13.5 | \$ 0.50 | | \$ 6.81 |
| Mortero de cemento 1:3 | m3 | 0.02 | \$ 133.91 | | \$ 2.68 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 9.49 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.50000 | | \$ 2.07 |
| Abañil EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.50000 | | \$ 2.10 |
| Inspector de Obra | 0.20 | \$4.65 | 0.50000 | | \$ 0.47 |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 4.63 |

Costo Directo Total: \$14.86

APU-008

RUBRO

Pared de bloque de hormigón E=15cm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.31 | 1.00000 | \$ 0.62 |
| Andamio | Hora | 1.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.12 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.74 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Total |
|--|--------|----------|-----------|----------|
| Bloque Prensado Pesado 15x20x40cm 4MPA | u | 13.5 | \$ 0.61 | \$ 8.22 |
| Mortero de cemento 1:3 | m3 | 0.025 | \$ 133.91 | \$ 3.35 |
| Subtotal de Materiales: | | | | \$ 11.57 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.50000 | \$ 2.07 |
| Abañil EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.50000 | \$ 2.10 |
| Inspector de Obra | 0.20 | \$4.65 | 0.50000 | \$ 0.47 |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 4.63 |

Costo Directo Total: \$16.94

APU-009

RUBRO

Pared de bloque de hormigón E=20cm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.31 | 1.00000 | \$ 0.62 |
| Andamio | Hora | 1.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.12 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.74 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Total |
|--|--------|----------|-----------|----------|
| Bloque Prensado Pesado 20x20x40cm 4MPA | u | 13.5 | \$ 0.90 | \$ 12.15 |
| Mortero de cemento 1:3 | m3 | 0.03 | \$ 133.91 | \$ 4.02 |
| Subtotal de Materiales: | | | | \$ 16.17 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.50000 | \$ 2.07 |
| Abañil EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.50000 | \$ 2.10 |
| Inspector de Obra | 0.20 | \$4.65 | 0.50000 | \$ 0.47 |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 4.63 |

Costo Directo Total: \$21.54

APU-010

RUBRO

Pared de ladrillo panelón e=15cm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.31 | 1.25000 | \$ 0.78 |
| Andamio | Hora | 1.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.12 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.90 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Total |
|----------------------------|--------|----------|-----------|----------|
| Ladrillo panelón 28x13x8cm | u | 35 | \$ 0.30 | \$ 10.50 |
| Mortero de cemento 1:3 | m3 | 0.03 | \$ 133.91 | \$ 4.02 |
| Subtotal de Materiales: | | | | \$ 14.52 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 1.10000 | \$ 4.55 |
| Abañil EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 1.10000 | \$ 4.61 |
| Inspector de Obra | 0.20 | \$4.65 | 0.15000 | \$ 0.14 |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 9.30 |

Costo Directo Total: \$24.71

APU-011

RUBRO

Enlucido con mortero 1:3

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.31 | 1.00000 | \$ 0.31 |
| Andamio | Hora | 1.00000 | \$0.12 | 1.00000 | \$ 0.12 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.43 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|-----------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Mortero de cemento 1:3 | m3 | 0.02 | \$ 133.91 | | \$ 2.68 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 2.68 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.80000 | \$ 3.31 | |
| Abañil EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.80000 | \$ 3.35 | |
| Inspector de Obra | 0.20 | \$4.65 | 0.16000 | \$ 0.15 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 6.81 |

Costo Directo Total: \$9.92

APU-012

RUBRO

Tabique de cartón yeso 1 cara, incluye perfilería, empaste y pintura fondo

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.25 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.25 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|--------|----------|---------|--|---------|
| Empaste interior blanco | kg | 0.83 | \$ 0.57 | | \$ 0.47 |
| Pintura latex vinil interiores blanco (fondo) | galon | 0.042 | \$ 6.45 | | \$ 0.27 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 0.74 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.40000 | \$ 1.66 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.40000 | \$ 1.68 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.10000 | \$ 0.47 |
| | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 3.80 |

Costo Directo Total: \$4.79

APU-013

RUBRO

Instalación de lana de roca e=50mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.25 | 0.11000 | \$ 0.03 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.03 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|-------------------------------------|--------|----------|---------|--|---------|
| Aislante lana de roca, espesor 50mm | m2 | 1 | \$ 4.88 | | \$ 4.88 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 4.88 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.07500 | \$ 0.31 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.07500 | \$ 0.31 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.10000 | \$ 0.47 |
| | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 1.09 |

Costo Directo Total: \$6.00

APU-014

RUBRO

Instalación de lana de roca e=100mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.25 | 0.11000 | \$ 0.03 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.03 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|-------------------------------------|--------|----------|---------|--|---------|
| Aislante lana de roca, espesor 50mm | m2 | 2 | \$ 4.88 | | \$ 9.76 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 9.76 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.07500 | \$ 0.31 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.07500 | \$ 0.31 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.10000 | \$ 0.47 |
| | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 1.09 |

Costo Directo Total: \$10.88

APU-015

RUBRO

Tabique de cartón yeso 1 cara, incluye perfilería, empaste y pintura fondo

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.25 | 1.00000 | \$ 0.25 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.25 |

Materiales

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|--------|----------|---------|--|---------|
| Panel yeso cartón regular 1/2" interiores | m2 | 1 | \$ 3.80 | | \$ 3.80 |
| Perfil STUD 90mm, 2.44m, calibre 0.45mm | u | 0.38 | \$ 2.18 | | \$ 0.83 |
| Track 90mm x 2.44m, calibre 0.45mm | u | 0.16 | \$ 1.90 | | \$ 0.30 |
| Tornillos para panel yeso cartón | u | 10 | \$ 0.02 | | \$ 0.20 |
| Masilla para panel de yeso cartón | kg | 0.34 | \$ 0.93 | | \$ 0.32 |
| Empaste interior blanco | kg | 0.83 | \$ 0.57 | | \$ 0.47 |
| Pintura latex vinil interiores blanco (fondo) | galon | 0.042 | \$ 6.45 | | \$ 0.27 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 6.19 |

Transporte

| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

Mano de Obra

| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|--------|--------|---------|---------|
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.50000 | \$ 2.07 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.50000 | \$ 2.10 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.15000 | \$ 0.70 |
| | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | \$ 4.86 |

Costo Directo Total: \$11.31

6.2.3 APUs referentes a Pisos

dfd

APU-016

RUBRO

Losa de hormigón simple E=80mm f'c= 210kg/m2

UND: M2

| |
|------------------------|
| COSTOS DIRECTOS |
|------------------------|

| Equipo y herramienta | | | | | |
|-----------------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 2.00000 | \$0.31 | 1.00000 | \$ 0.62 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.62 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------------|--------|----------|-----------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Hormigón simple f'c= 210kg/m3 | m3 | 0.083 | \$ 118.00 | | \$ 9.79 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 9.79 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 3.00 | \$4.14 | 0.25000 | | \$ 3.11 |
| Albañil EO D2 | 1.00 | \$4.19 | 0.25000 | | \$ 1.05 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.25000 | | \$ 1.16 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 5.32 |

Costo Directo Total: \$15.73

APU-017

RUBRO

Malla electrosoldada R-84

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.31 | 0.50000 | \$ 0.16 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.16 |

| Materiales | | | | | |
|---------------------------------------|--------|----------|----------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Malla electrosoldada R-84 (15x15x4mm) | m2 | 0.07 | \$ 24.50 | | \$ 1.72 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 1.72 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 0.15000 | | \$ 1.24 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.02000 | | \$ 0.09 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 1.34 |

Costo Directo Total: \$3.21

APU-018

RUBRO

Relleno compactado con material de mejoramiento E=10cm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.31 | 1.00000 | \$ 0.31 |
| Plancha vibratoria | Hora | 1.00000 | \$4.50 | 0.10000 | \$ 0.45 |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.76 |

| Materiales | | | | | |
|---|--------|----------|----------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Material de mejoramiento puesto en obra | m3 | 0.133 | \$ 16.00 | | \$ 2.13 |
| Agua | lt | 4 | \$ 0.02 | | \$ 0.08 |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 2.21 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 0.10000 | \$ 0.83 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.02000 | \$ 0.09 | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 0.92 |

Costo Directo Total: \$3.89

APU-019

RUBRO

Instalación de panel aislante EPS 20mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.24 | 1.00000 | \$ 0.24 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.24 |

| Materiales | | | | | |
|--------------------------|--------|----------|---------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel EPS E=20mm 20kg/m3 | m2 | 1 | \$ 4.05 | | \$ 4.05 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 4.05 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.15000 | | \$ 0.62 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.03000 | | \$ 0.14 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 0.76 |

Costo Directo Total: \$5.05

APU-020

RUBRO

Instalación de panel aislante EPS 30mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.24 | 1.00000 | \$ 0.24 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.24 |

| Materiales | | | | | |
|--------------------------|--------|----------|---------|--|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel EPS E=30mm 20kg/m3 | m2 | 1 | \$ 5.12 | | \$ 5.12 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 5.12 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.15000 | | \$ 0.62 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.03000 | | \$ 0.14 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 0.76 |

Costo Directo Total: \$6.12

APU-021

RUBRO

Instalación de panel aislante PUR 40mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.24 | 1.00000 | \$ 0.24 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.24 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR E=40mm | m2 | 1 | \$ 14.90 | | \$ 14.90 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 14.90 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.15000 | | \$ 0.62 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.03000 | | \$ 0.14 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 0.76 |

Costo Directo Total: \$15.90

APU-022

RUBRO

Instalación de panel aislante PUR 50mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.24 | 1.00000 | \$ 0.24 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.24 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR E=50mm | m2 | 1 | \$ 16.90 | | \$ 16.90 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 16.90 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.15000 | | \$ 0.62 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.03000 | | \$ 0.14 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 0.76 |

Costo Directo Total: \$17.90

APU-023

RUBRO

Instalación de panel aislante PUR 80mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo menor | Hora | 1.00000 | \$0.24 | 1.00000 | \$ 0.24 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 0.24 |

| Materiales | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Panel PUR E=80mm | m2 | 1 | \$ 22.90 | | \$ 22.90 |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 22.90 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|--|---------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 1.00 | \$4.14 | 0.15000 | | \$ 0.62 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.03000 | | \$ 0.14 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 0.76 |

Costo Directo Total: \$23.90

6.2.4 APU's referentes a Elementos Translúcidos

APU-024

RUBRO

Instalación de ventana de aluminio y vidrio claro flotado e=6mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|---------|---------|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo ventanería | Hora | 1.00000 | \$10.00 | 1.00000 | \$ 10.00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 10.00 |

| Materiales | | | | | |
|---|--------|----------|----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Plancha Vidrio flotado claro e=6mm 2.44x3.30m | U. | 0.200 | \$ 75.00 | | \$ 15.00 |
| Accesorios perfilería aluminio standard | Gl. | 1.00 | \$ 20.00 | | \$ 20.00 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 35.00 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|----------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 1.56000 | | \$ 12.92 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 2.00 | \$4.19 | 2.00000 | | \$ 16.76 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 0.50000 | | \$ 2.33 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 32.00 |

Costo Directo Total: \$77.00

APU-025

RUBRO

Instalación de ventana de PVC y vidrio claro laminado e=6mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|---------|---------|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo ventanería | Hora | 1.00000 | \$15.28 | 1.00000 | \$ 15.28 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 15.28 |

| Materiales | | | | | |
|--|--------|----------|-----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Plancha Vidrio laminado e=6mm 2.44x3.30m | U. | 0.200 | \$ 118.00 | | \$ 23.60 |
| Accesorios perfilería PVC | Gl. | 1.00 | \$ 30.00 | | \$ 30.00 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 53.60 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|----------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 2.00000 | | \$ 16.56 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 2.00 | \$4.19 | 2.00000 | | \$ 16.76 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 1.00000 | | \$ 4.65 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 37.97 |

Costo Directo Total: \$106.85

APU-026

RUBRO

Instalación de ventana de aluminio y vidrio Low-E e=10mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|---------|---------|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo ventanería | Hora | 1.00000 | \$15.00 | 1.00000 | \$ 15.00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 15.00 |

| Materiales | | | | | |
|--|--------|----------|-----------|--|-----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Plancha Vidrio laminado LowE e=10mm 2.44x3.30m | U. | 0.15 | \$ 307.20 | | \$ 46.08 |
| Accesorios perfiles aluminio Sistema Europeo | Gl. | 1.00 | \$ 83.65 | | \$ 83.65 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 129.73 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|----------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 2.00000 | | \$ 16.56 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 2.00 | \$4.19 | 2.00000 | | \$ 16.76 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 1.00000 | | \$ 4.65 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 37.97 |

Costo Directo Total: \$182.70

APU-027

RUBRO

Instalación de ventana de PVC y vidrio tipo cámara e=20mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|---------|---------|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo ventanería | Hora | 1.00000 | \$15.28 | 1.00000 | \$ 15.28 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 15.28 |

| Materiales | | | | | |
|---------------------------------|--------|----------|-----------|--|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Vidrio tipo cámara claro e=20mm | m2 | 1.000 | \$ 118.00 | | \$ 66.40 |
| Accesorios perfilería PVC | Gl. | 1.00 | \$ 30.00 | | \$ 30.00 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 96.40 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|--|----------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | | Total |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 2.00000 | | \$ 16.56 |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 2.00 | \$4.19 | 2.00000 | | \$ 16.76 |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 1.00000 | | \$ 4.65 |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 37.97 |

Costo Directo Total: \$149.65

APU-028

RUBRO

Instalación de ventana de aluminio y vidrio tipo cámara térmico e=24.38mm

UND: M2

COSTOS DIRECTOS

| Equipo y herramienta | | | | | |
|----------------------|--------|----------|---------|---------|----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
| Equipo ventanería | Hora | 1.00000 | \$19.20 | 1.00000 | \$ 19.20 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Equipo: | | | | | \$ 19.20 |

| Materiales | | | | | |
|--|--------|----------|----------|--|-----------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
| Vidrio tipo cámara térmico e=24.38mm | m2 | 1.00 | \$ 74.00 | | \$ 74.00 |
| Accesorios perfiles aluminio Sistema Europeo | Gl. | 1.00 | \$ 83.65 | | \$ 83.65 |
| | | | | | \$ - |
| | | | | | |
| Subtotal de Materiales: | | | | | \$ 157.65 |

| Transporte | | | | | |
|-------------------------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Subtotal de Transporte: | | | | | \$ - |

| Mano de Obra | | | | | |
|---|--------|--------|---------|----------|----------|
| Descripción | Número | S.R.H. | Rendim. | Total | |
| Peón EO E2 | 2.00 | \$4.14 | 2.00000 | \$ 16.56 | |
| Instalador de revestimientos en general EO D2 | 2.00 | \$4.19 | 3.00000 | \$ 25.14 | |
| Inspector de Obra | 1.00 | \$4.65 | 1.00000 | \$ 4.65 | |
| | | | | | |
| Subtotal de Mano de Obra: | | | | | \$ 46.35 |

Costo Directo Total: \$223.20