**Tabla 1:** Propiedades térmicas de algunos materiales y elementos de construcción con tierra según distintos autores y espesores (Fuente: Autores varios. Elaboración propia).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Elemento/** | **Autores** | **Densidad**  | **Conductividad** | **Espesor**  | **Transmitancia** |
| **material**  | **ρ** | **térmica ** |   | **térmica K**  |
|  | [kg/m3] |  [W/mK] | [m] | [W/m2K] |
| **Adobe** | Evans, 2004 | 1500 | 0,6 | 0,35 |   |
| Evans, 2007 |   |   | 0,15 | 2,89 |
| Espinoza, 2009 |   | 0,85 | 0,38 | 2,23 |
| Bestraten, 2011  | 1200 | 0,46  | 0,3 | 1,43 |
| Heathcote, 2011 | 1650 | 0,82 |   | 2,73 |
| Arancibia, 2013 | 1600 | 0,95 |  |   |
| Daudon, 2014 | 1600 | 0,81 |   |   |
| Moevus 2016 | 1200-1700 | 0,46-0,81 |   |   |
| **Barro alivianado** | Hays, 2003 | 1600 | 0,73 |   |   |
| 1400 | 0,59 |   |   |
| Minke, 2005 | 1350 | 0,53 | 0,14 (tierra aligerada) | 2,1 |
| 1100 | 0,3 |   |   |
| 1000 | 0,4 |   |   |
| 800 | 0,3 |   |   |
| 750 | 0,2 |   |   |
| Yuste, 2014 | 750 | 0,2 |   |   |
| **Barro macizo** | Minke, 2005 | 2000 | 1,2 |   |   |
| 1800 | 0,95 |   |   |
| 1600 | 0,8 |   |   |
| 1400 | 0,6 |   |   |
| 1200 | 0,5 |   |   |
| **BTC** | Blasco L. et al, 2002 | 1625 | 0,79 | 0,14 | 2,84 |
| 0,29 | 1,84 |
| Arias et al, 2007 | 1700 |   | 0,14 | 1,53 |
| Gonzalo et al, 2011 |   |   | 0,2 | 1,26 |
| Heathcote, 2011 | 1750 | 0,93 |   |   |
| Bestraten et al, 2011 | 1700 | 0,81 |   |   |
| Moevus et al, 2016 | 1700/2200 | 0,81/0,93 |   |   |
| **QUINCHA** | Hays et al, 2003 | 1289 | 0,17 |   |   |
| Evans, 2004 | 1900 | 0,9 | 0,35 |   |
| Fernandes, 2004 | 600 |   | 0,074 | 2,32 |
| Arias et al, 2007 |   |   | 0,3 | 1,9 |
| Bestraten et al, 2011 | 1400-2000 | 0,60 a 1,60 |   |   |
| Heathcote, 2011 | 2000 | 1,2 |   |   |
| Cuitiño et al, 2015 | 400 |   | 0,094 | 2,64 |
| Moevus et al, 2016 | 600-800 |   |   | 0,10-0.45 |

**Tabla 2:** Propiedades térmicas de algunos materiales y elementos de construcción tradicional según distintos autores y espesores.(Fuente: Autores varios. Elaboración propia).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Elemento/** | **Autores** | **Densidad** | **Conductividad** | **Espesor**  | **Transmitancia** |
| **material**  |  **ρ** | **térmica ** |   | **térmica K**  |
|  | [kg/m3] |  [W/mK] | [m] | [W/m2K] |
| **Pared de ladrillo cocido macizo** | Blasco et al, 2002 | 1305 | 2,32 | 0,18 | 2,7 |
| 0,85 | 0,30 | 1,93 |
| Arancibia, 2013 | 1800 | 0,87 | 0,12 |   |
| IRAM 11601/02 | 1800 | 0,91 |   |   |
| Evans, 2007 |   |   | 0,15 | 2,77 |
| **Pared de ladrillo cerámico hueco** | Evans, 2007 |   | 0,29 | 0,10 | 2,36 |
| Muñoz, 2015 | 0,12 |
| **Hormigón en masa in situ**  | Arancibia, 2013 | 2400 | 1,63 |   |   |
| Muñoz, 2015 |   | 1,4 | 0,10 |   |
| **Bloque de hormigón** | Arancibia, 2013 | 1400 | 0,56 |  |   |

**Tabla 3**: Retraso térmico de un muro de adobe comparado con el de un muro de tierra compactada. (Fuente: Evans, 2004).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Material** | **Adobe** | **Tierra compactada** |
| Espesor mínimo, Norma IRAM 11.605,C | 25 cm | 35 cm |
| Transmitancia térmica  | 1.71 W/m2K | 1.79 W/m2K |
| Atraso térmico  | 8.4 horas | 11.4 horas |
| Admitancia  | 4,3 W/m2K | 4,9 W/m2K |
| Condensación superficial (IRAM 11,625)  | No | No |
| Condensación intersticial (IRAM 11.625) | No | No |

**Tabla 4**: Valores de Kmaxadm para cada provincia de Argentina según la Norma IRAM 11.603

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Provincia** | **Temp. ext. de diseño (invierno)** | **Zona Bioambiental** | **Valores de Kmaxadm para invierno** | **Valores de Kmaxadm para verano** |
| **Figura 4** | **Nivel mínimo(C)**  | **Nivel mínimo(C)**  |
| Buenos Aires | 3,10 | IIIa | 1,85 | 2.0 |
| Catamarca | 1,30 | IIa | 1,85 | 1.8 |
| Córdoba | 1,30 | IIIa | 1,85 | 2.0 |
| Corrientes | 7,60 | Ib | 1,85 | 1.8 |
| Resistencia-Chaco | 5,90 | Ia | 1,85 | 1.8 |
| Paraná-Entre Ríos | 3,50 | IIb | 1,85 | 1.8 |
| Formosa | 7,70 | Ia | 1,85 | 1.8 |
| Jujuy | 0,20 | IIb | 1,85 | 1.8 |
| La Rioja | 0,40 | Ia | 1,85 | 1.8 |
| Posadas-misiones | 6,90 | Ib | 1,85 | 1.8 |
| Stgo. del Estero | 2,10 | IIa | 1,85 | 1.8 |
| Tucumán | 2,20 | IIb | 1,85 | 1.8 |
| Oliveros-Santa Fé | 1,30 | IIb | 1,85 | 1.8 |
| Orán – Salta | 4,9 | IIb | 1,85 | 1.8 |
| Cdro Rivadavia-Chubut | -1,10 | V | 1,74 | -- |
| Santa Rosa-La Pampa | -2,70 | IIIa | 1,61 | 2.0 |
| Mendoza | -1,00 | IVa | 1,75 | 2.0 |
| San Juan | -1,50 | IIIa | 1,71 | 2.0 |
| San Luis | -0,70 | IIIa | 1,78 | 2.0 |
| Neuquén | -7,3 | IVb | 1,33 | 2.0 |
| Río Gallegos - Santa Cruz | -12,4 | VI | 1,11 | -- |
| Bariloche - Río Negro | -11,4 | VI | 1,15 | -- |
| Ushuaia - Tierra del Fuego | -8,6 | VI | 1,23 | -- |

**Tabla 5**: Valores máximos en función de la zona bioambiental y el nivel de confort higrotérmico

|  |
| --- |
| **PARA MUROS** |
| **Zona bioambiental** | **Nivel A** | **Nivel B** | **Nivel C** |
| I y II | 0,45 | 1,10 | 1,80 |
| III y IV | 0,50 | 1,25 | 2,00 |

**Tabla 6**: Verificación de la transmitancia térmica de diversos materiales en las zonas bioambientales. (Fuente: IRAM 11.601/02)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de Mampuesto** | **Representación gráfica** | **Verificación** |
| Ladrillo cerámico macizo  |

|  |
| --- |
|   |
|

 | No verifica en ninguna zona bioambiental |
| e= 0,20m |
| K= 2,58 W/m2K |
| Bloque cerámico 6 huecos |

|  |
| --- |
|   |
|

 | Verifica para las zonas bioambientales Ia – IIa – IIIa – Ib y IIb  |
| e= 0,20m |
| P=168 kg/m2 |
| K= 1,85 W/m2K |
| Bloque cerámico 9 huecos |

|  |
| --- |
|   |
|

 | Verifica para todas las zonas bioambiental menos las IIIa - IVb y VI |
| e= 0,20m |
| P=125 kg/m2 |
| K= 1,66 W/m2K |
| Bloque cerámico 16 huecos |

|  |
| --- |
|   |
|

 | Verifica para todas las zonas bioambiental menos las IVb y VI |
| e= 0,20m |
| P=136 kg/m2 |
| K= 1,51 W/m2K |
| Bloque cerámico portante |

|  |
| --- |
|   |
|

 | No verifica en ninguna zona bioambiental |
| e= 0,20 m |
| P=151 kg/m2 |
| K= 1,88 W/m2K |
| Bloque de hormigón 3 huecos |

|  |
| --- |
|   |
|

 | No verifica en ninguna zona bioambiental |
| e= 0,20 m |
| D=1900 kg/m3 |
| K= 2,70 W/m2K |
| Bloque de hormigón 3 huecos |

|  |
| --- |
|   |
|

 | No verifica en ninguna zona bioambiental |
| e= 0,195m |
| D=1460 kg/m3 |
| K= 2,08 W/m2K |
| Bloque de hormigón con relleno de lana de vidrio |

|  |
| --- |
|   |
|

 | Verifica para todas las zonas bioambiental |
| e= 0,20 m |
| D=1770 kg/m3 |
| K= 1,12 W/m2K |
| Bloque de hormigón multicámaras |

|  |
| --- |
|   |
|

 | Verifica para todas las zonas bioambiental menos la zona VI  |
| e= 0,19 m |
| D=2200 kg/m3 |
| K= 1,66 W/m2K |

**Tabla 7**: Estimaciones del espesor mínimo del muro exterior necesario para verificar nivel de confort higrotérmico C en zona bioclimática IIIb (área central Pcia. de Buenos Aires)**.** (Fuente: elaboración propia).

|  |  |
| --- | --- |
| **Técnica / tipo de muro** | **Espesor de muro exterior** (m) |
| **Portante** | **Autoportante** |
| Adobe(densidad entre 1500 y 1600 kg/m3)  | Simple | 0,40 | 0,40 |
| Doble | 0,43 | 0,43 |
| BTC de 0,14x0,29x0,096 m(densidad entre 1700 y 2000 kg/m3) | Simple | 0,43 | 0,350,43 |
| Doble | 0,35 | 0,35 |
| Tapia (densidad entre 1800 y 2000 kg/m3) | 0,40 | 0,40 |
| Quincha(densidad entre 700/900 kg/m3) | 0,28 |
| Paja encofrada apisonada(densidad entre 500/700 kg/m3) | 0,25 |

**Tabla 8**: Valores de resistencias mecánicas del adobe (Fuente: autores varios. Elaboración propia).

|  |
| --- |
| **Adobe** |
| **País** | **Autor** | **Resistencias Kgf/cm2** |
| Chile  | Barrios; 1994 | compresión adobe (unidad)  | 1 a 10  |
| tracción  | 0 a 2  |
| corte  | 0,3 |
| Perú | Tejada Schmidt; 1993 | Compresión adobe (unidad) | 10 |
| El Salvador | Red Ecosur; 2018 | compresión adobe (unidad)  | 3 a 5  |
| USA | McHenry P.G..Jr; 1996 | compresión adobe (unidad) (laboratorio) | 20 |
| Uruguay | Proyecto Hornero-Mazzeo et al; 2007 | compresión adobe (unidad) | 11-dic |
|   | Terra.org; 2005 | compresión adobe (unidad) | 5 a 20  |

**Tabla 9**: Valores de resistencias mecánicas del BTC (Fuente: autores varios. Elaboración propia).

|  |
| --- |
| **Bloque de Tierra Comprimido BTC** |
| **País** | **Autor** | **Resistencias Kgf/cm2** |
| Argentina  | Gatani,M.-CEVE; 2002 | Compresión unidad-prensa  | 121,8 |
| Compresión unidad-impacto  | 76,8 |
| Argentina  | Alderete,C. et al CRIATIC FAU UNT; 2006 | Compresión unidad  | f’u 50, f’um 70  |
| Compresión mortero 1:1:2 cem-arena-suelo  | 50 |
| Compresión mampostería a 29 dias | 50 |
| Compresión probetas | 90 |
| Flexión probetas  | 15 |
| Corte probetas  | 10,6 |
| Uruguay | Etchebarne,R. et al. | Compresión unidad  | 17 / 20  |
| Salto-UDELAR; 2006 | 40 |
| Argentina | Sánchez,M. et al; UTN Rafaela; 2008 | Compresión  | 6%\*: 42,22 - 8%: 48,56 - 10%: 60,78 |
| Compresión unidad  | 6%: 55,98 - 8%: 56,50 - 10%: 89,28  |
| México  | Roux et al Univ. Aut. Tamaulipas; 2008 | Compresión unidad seco | 6%: 75,79 - 8%: 78,32 - 10%: 91,33  |
|
| Compresión unidad húmedo  | 6%: 54,34 - 8%: 37,50 - 10%: 61,73  |
| Flexión 10 días  | 6%: 10,30 - 8%: 11,23 - 10%: 14,05 |
| Colombia | Bedoya-Montoya,M; 2018 | Compresión 28 días | 39,8 |
| Brasil  | Timoteo de Souza,et al-Ceará-U.F. Paraíba; 2008 | Compresión suelo sólo | 2,7 |
| 6% cal:  | 8,2 |
| 6% cem:  | 24,7 |
| 10% cem:  | 40 |
| \* Porcentaje de agregado de cemento |

**Tabla 10**: Valores de resistencias mecánicas de compresión del tapial (Fuente: autores varios. Elaboración propia).

|  |
| --- |
|  **Tapia** |
| **País** | **Ejemplo/autor** | **Resistencias Kgf/cm2** |
| Brasil  | Neves; 2006 | Compresión  | adopta mín. 10  |
| Argentina  | Luciano,F. et al; 2006 | Compresión  | 1-5\* 196; 1-6\*: 136; 1-8\*: 104  |
| con 8,5 % hum.  | 1-10\*: 72; 1-12\*: 60; 1-15\*: 56 |
| Argentina | CRIATIC; 2006 | Compresión  |  1:10\*: 46  |
| \* Suelo - cemento |

**Tabla 11**: Valores de resistencias de corte y compresión simple de materiales y componentes de la de construcción con tierra e industriales. (Fuentes: autores varios-Reglamento CIRSOC 501. Elaboración propia).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **País** | **Ejemplo/autor** | **Resistencia al corte (kgf/cm2)** |
| Colombia  | Yamin et al; 2007 | muro adobe esp. 0,20 m  | 3,16 |
| Argentina  | Cuitiño et al; 2014 | muro quincha esp. 0,10 m  | 1,33 |
| Argentina | CIRSOC 103-III; 2016 | ladrillo común cocido macizo  | 41,6 - 31,2 |
| **Resistencias a compresión simple (kgf/cm2)**  |
| Argentina | Gatani.2002 | Ladrillo común cocido  | 78 |
| AAVV Pliego (Gordillo,T.) AABH; 2018 | Ladrillo común cocido  | 40 a 70 |
| Bloque hormigón 20x20x40cm  | 50 |
| Ladrillo cerámico hueco portante  | 50-60 |
| Cuitiño et al; 2014 | muro ladrillón 0,18m  | 25,49 – 17,89 |
| Reglamento CIRSOC 501 mampuestos; 2007 | ladrillo macizo portante  | 50 |
| bloque de hormigón portante | 130 |
| bloque hueco cerámicos portantes | 130 |
| Reglamento CIRSOC 501 mamposterías; 2007 | ladrillo macizo portante E-I-N  | 25,0 /22,5 /17,5 |
| bloque hueco de hormigón portante E-I-N | 65,0 /58,5 /45,5  |
| bloque hueco cerámicos portantes E-I-N | 65,0 /58,5 /45,5 |
| (E) Resistencia elevada (I) Resistencia intermedia (N) Resistencia normal |

**Tabla 12**: Rangos de valores de densidad, conductividad y transmitancia térmica de componentes y materiales de la construcción con tierra y otros industriales (Fuente: elaboración propia).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Material** | **Densidad Kg/m3** | **Conductividad Térmica W/mK** | **Transmitancia Térmica W/m2K** |
| Adobe | 1500-1600 | 0.60-0.95 | 1.43-2.89 |
| BTC | 1700 | 0.81 |   |
| Tapia | 1400-2000 | 0.60-1.60 |   |
| Quincha | 400-600 |   | 2.32-2.64 |
| Ladrillo cocido común | 1305-1800 | 0.87-2.32 | 1.93-2.70 |
| Hormigón en masa | 2400 | 1.40-1.63 | 1.60-1.75 |
| Bloque de hormigón | 1400 | 0.56 |   |