



Escuela  
Politécnica  
Superior

# Análisis comparativo del sistema constructivo de fábrica estructural en México y Perú



Grado en Arquitectura Técnica

## Trabajo Fin de Grado

Autor:

Paloma Martínez Martínez

Tutor:

Francisco Madrid Izquierdo

Julio 2014



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



## **AGRADECIMIENTOS**

*Expreso mi agradecimiento a todas aquellas entidades, empresas, personal técnico, colaboradores, etc. que me han facilitado la información que permite el desarrollo del presente proyecto.*

*En especial quiero agradecer la colaboración de:*

- *A los técnicos y arquitectos nativos, que han colaborado en interpretación de los documentos del país.*
- *Agradezco a mi tutor de proyecto, Francisco Madrid Izquierdo su orientación y ayuda.*

## RESUMEN

En cada país existen diferentes sistemas de construcción condicionados por la interacción de diversos factores y/o circunstancias que lo condicionan, tales como la naturaleza de la materia prima existente en la zona, la disponibilidad de medios y el arraigo de sistemas constructivos tradicionales, entre otros. Además de la influencia de estos factores, los sistemas constructivos propios de cada país se modifican con el tiempo pues se ven influenciados por las diferentes circunstancias económicas en las que se encuentra el país, la posibilidad de llevar a cabo la importación y exportación de materiales, el desarrollo de sistemas constructivos más eficaces, la implementación de nuevas normativas, etc.

En el marco de los sistemas constructivos tradicionales de Hispanoamérica se encuentra la fábrica estructural. «*Las edificaciones de mediana altura que más abundan en nuestro medio son estructuradas por muros de albañilería confinada o por muros de albañilería reforzada interiormente*» (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, pág. 1). Su origen está íntimamente ligado a la actividad sísmica. A diferencia de las construcciones típicas de España, compuestas por un pórtico estructural y particiones de fábrica con la única función de dividir ambientes; este tipo de construcción cumple una función estructural. Además es singular su proceso constructivo, en el cual primero se realiza la construcción de la fábrica y posteriormente el vertido del hormigón, de manera que ambos elementos trabajan en conjunto.

Aunque se trata de un sistema constructivo común en todos los países, en función de la normativa reguladora y su ejecución se presentan notables diferencias en cuanto a terminología, método de ejecución, materiales a emplear, limitaciones, etc. Se propone el análisis de este tipo de construcción en México y Perú desde tres vías de actuación: análisis de términos específicos, análisis de la normativa de regulación de las mismas y análisis de precios.

**Palabras clave:** fábrica estructural, México, Perú, normativa, términos, precios.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	4
1.3. OBJETIVOS.....	9
1.3.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	9
1.3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	9
1.4. METODOLOGÍA .....	10
1.4.1. METODOLOGÍA OPERATIVA.....	10
1.4.2. CRONOGRAMA.....	11
1.5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	12
<b>2. ANÁLISIS DE TÉRMINOS .....</b>	<b>19</b>
2.1. INTRODUCCIÓN .....	19
2.2. TERMINOLOGÍA DE MATERIALES .....	20
2.3. TERMINOLOGÍA DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS .....	23
2.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS .....	24
<b>3. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA .....</b>	<b>27</b>
3.1. INTRODUCCIÓN .....	27
3.2. ANÁLISIS COMPARATIVO: MATERIALES.....	28
3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS PIEZAS .....	28
3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO .....	33
3.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN .....	35
3.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL ACERO .....	37
3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO: CONDICIONES DE EJECUCIÓN .....	39
3.3.1. COLOCACIÓN DE LAS PIEZAS.....	39
3.3.2. PUNTOS SINGULARES .....	42
3.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS .....	46
<b>4. ESTUDIO ECONÓMICO.....</b>	<b>51</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	51
4.2. PROPUESTA DE PRECIO UNITARIO: PERÚ .....	53
4.4. PROPUESTA DE PRECIO UNITARIO: MÉXICO.....	56
4.5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS .....	57

<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>67</b>
6.1. TRABAJOS CITADOS.....	67
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
7.1. ANEXO 1: MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA (PERÚ).....	72
7.2. ANEXO 2: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS (PERÚ).....	73
7.3. ANEXO 3: BASE DE PRECIOS NACIONAL (PERÚ).....	73
7.4. ANEXO 4: BASE DE PRECIOS NACIONAL (MÉXICO).....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Excavación manual de un pozo de cimentación. Fuente: (Universidad politécnica de Valencia, S.F) .....	2
Figura 2. Cronograma seguido para la realización del proyecto. Fuente: elaboración propia .....	11
Figura 3. Esquema para la realización de un presupuesto en Perú. Fuente: elaboración propia .....	17
Figura 4. Esquema para la realización de un presupuesto en México. Fuente: elaboración propia .....	18
Figura 5. Denominación de elementos constructivos en Perú (izquierda) y México (derecha). Fuente: (San Bartolomé, 2008) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 25) .....	23
Figura 6. : Unidades tradicionales de albañilería de sílice-cal. Fuente: (Ramos, S.F) .....	29
Figura 7. Placas de sílice-cal. Fuente: (Minera Luren, S.F) .....	30
Figura 8. Clasificación de piezas en España. Fuente: elaboración propia a partir de los datos (Vega Catalán, y otros, 2008) .....	30
Figura 9. Clasificación de piezas en Perú. Fuente: elaboración propia a partir de los datos (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, págs. 19-20) .....	31
Figura 10. Clasificación de piezas en México. Fuente: elaboración propia a partir de los datos (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 6) .....	31
Figura 11. Puesta en obra del hormigón de relleno de huecos. Fuente: (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, pág. 34) .....	36
Figura 12. Resistencia característica del anclaje de armaduras. Fuente: (Codigo Técnico, 2009, pág. 12) .....	38
Figura 13. Alzado y sección de una fábrica tipo (Perú). Fuente: elaboración propia .....	54
Figura 14. Cuadro de mediciones para la determinación de precio de una fábrica tipo (Perú). Fuente: elaboración propia .....	54
Figura 15. Coste de fábrica estructural en México y Perú. Fuente: elaboración propia .....	57
Figura 16. Repercusión de los materiales en la fábrica estructural. Fuente: elaboración propia .....	58
Figura 17. Rendimientos de materiales por m <sup>2</sup> de fábrica. Fuente: elaboración propia .....	59
Figura 18. Relación porcentual entre materiales y mano de obra. Fuente: elaboración propia .....	60
Figura 19. Fábrica confinada entre vigas y pilares de fábrica armada (izquierda) y fábrica confinada entre vigas y pilares de hormigón armado (derecha). Fuente: (Codigo Técnico, 2009, pág. 45) .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las tipologías de fábrica estructural en los distintos países de Hispanoamérica. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la normativa de regulación.....	5
Tabla 2. Indicadores generales, sociales y económicos de Perú y México. Fuente: (Ministerio de Asuntos exteriores y cooperación, S.F).....	8
Tabla 3. Propuesta de traducción en relación al hormigón. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	20
Tabla 4. Propuesta de traducción en relación a materiales y condiciones de ejecución del hormigón. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	21
Tabla 5. Propuesta de traducción de piezas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C, 2014).....	22
Tabla 6. Propuesta de traducción de elementos constructivos. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	23
Tabla 7. Resultados del análisis de términos. Fuente: elaboración propia.....	24
Tabla 8. Análisis comparativo de las características de las piezas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	28
Tabla 9. Limitación en el uso de las piezas de albañilería en Perú. Fuente: (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 15).....	32
Tabla 10. Análisis comparativo de las características del mortero. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	33
Tabla 11. Análisis comparativo de las características del hormigón. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	35
Tabla 12. Análisis comparativo de las características del acero. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) .....	37
Tabla 13. Análisis comparativo de las condiciones de ejecución: colocación de las piezas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004).....	39
Tabla 14. Análisis comparativo de las condiciones de ejecución: puntos singulares. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004).....	42
Tabla 15. Resultados del análisis: características de los materiales. Fuente: elaboración propia .....	47
Tabla 16. Resultados del análisis: condiciones de ejecución. Fuente: elaboración propia .....	48



Tabla 17: Partidas incluidas en la base de precios de Perú. Fuente: (Cámara peruana de la construcción, 2013) .....	52
Tabla 18: Partida incluidas en la base de precios de México. Fuente: (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013) .....	52
Tabla 19. Valores referenciales de enero 2014 para el cambio de moneda nacional a euros. Fuente: Banco Central Europeo .....	53
Tabla 20. Criterios establecidos para la realización de una fábrica tipo en Perú. Fuente: elaboración propia .....	54
Tabla 21. Precios de hormigón, acero, fábrica y encofrado. Fuente: (Cámara peruana de la construcción, 2013) .....	55
Tabla 22. Precio unitario de fábrica estructural (Perú). Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Cámara peruana de la construcción, 2013) .....	55
Tabla 23. Precio de los elementos que conforman la fábrica estructural (México). Fuente: (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013) .....	56
Tabla 24. Precio unitario de fábrica estructural (México). Fuente: (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013) .....	56



# 1. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1. ANTECEDENTES

La existencia de diferentes sistemas de construcción en función de cada país es debida a una interacción de diversos factores, tales como la naturaleza de la materia prima existente en la zona, la disponibilidad de medios y el arraigo de tradiciones constructivas tradicionales, entre otros. Todos estos factores, se ven modificados por las circunstancias económicas en las que se encuentra el país y ligado a estas la posibilidad de llevar a cabo la importación y exportación de materiales, la evolución de los sistemas constructivos y la implementación de nuevas normativas.

### *Naturaleza de los materiales*

En función del clima, la ubicación terrestre, etc. se dispone de una mayor o menos provisión de materiales. El precio de los materiales de construcción se encuentra íntimamente ligado a la naturaleza de los mismos, es decir, si se trata de materiales de importación o de producción nacional. Por ello, los materiales más utilizados son los que se producen en el país y por tanto suponen un menor coste económico. Además, en relación con los materiales existentes, se desarrollan las normativas de regulación de los mismos y soluciones constructivas en las cuales se emplean dichos materiales.

### *Disponibilidad de medios*

La disponibilidad de medios es uno de los factores que influyen notablemente en la construcción, puesto que en función de estos es posible desarrollar determinados tipos de construcciones.

La existencia de medios mecánicos o maquinaria es escasa en países en vías de desarrollo. Esta circunstancia, unida a la devaluación económica del precio de la mano de obra, provoca que no sea común el empleo de medios mecánicos.

Un ejemplo aplicado es la construcción de pozos de cimentación<sup>1</sup>. Es común la realización de esta tipología de cimentación de forma manual, en lugar de la utilización de maquinaria perforadora.

Figura 1. Excavación manual de un pozo de cimentación. Fuente: (Universidad politécnica de Valencia, S.F)



---

<sup>1</sup> Tipología de cimentación consistente en realizar una perforación de diámetro mayor de 0.60 cm y 6 metros de profundidad (dependiendo de las características del terreno). Se realiza de hormigón armado u hormigón en masa. También conocido como pila, pozo perforado, caisson, etc.

### *Arraigo de tradiciones constructivas*

Las construcciones tradicionales, que se han ido heredando de generación en generación suponen una fuerte influencia para la sociedad. Es común el hecho de realizar viviendas por «maestros capataces» sin apoyo de personal o información técnica correspondiente.

La ejemplificación de estas tradiciones constructivas se ve reflejada en diversos manuales de obra que publican las casas comerciales, distribuidores u organismos públicos del país. El objetivo de dichos manuales es dotar al lector de conocimientos básicos para la realización de su propia vivienda.

### *Situación económica*

Interactuando con los anteriores factores, se encuentra situación económica del país. Por tanto, cuando se produce un crecimiento en el ámbito económico repercute en todos los sectores y muy notablemente en el sector de la construcción. Es por ello que cuando un país se encuentra en vías de desarrollo se produce una evolución de la construcción: aumentando los procesos mecánicos, adoptando de otros países más avanzados soluciones constructivas, llevando a cabo la importación de materiales, etc.

Este es el caso de Panamá, en cuál una gran parte del sector de la construcción está ocupado por empresas constructoras y técnicos españoles. A raíz de su implantación en el país estas empresas han comenzado a realizar la importación de productos españoles, tales como el ladrillo cerámico tradicional o ladrillo de gran formato.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

En el marco de los sistemas constructivos tradicionales de Hispanoamérica, se encuentra, la **fábrica estructural**. *«Las edificaciones de mediana altura que más abundan en nuestro medio son estructuradas por muros de albañilería confinada o por muros de albañilería reforzada interiormente»* (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, pág. 1). Sin embargo, en España no es común la realización de este tipo de fábrica. El sistema tradicional de construcción es la realización de una estructura o pórtico de hormigón armado, en la cual recae la función estructural; y el empleo de particiones de fábrica con la función de dividir ambientes o cerrar el edificio.

El **origen** de la fábrica estructural está íntimamente ligado a la actividad sísmica *«La albañilería confinada por elementos de concreto armado fue creada por ingenieros italianos, después que el sismo ocurrido en 1908 en Messina, Sicilia, arrasara con las edificaciones de albañilería no reforzada»* (San Bartolomé Ramos & Quiun Wong, Diseño sísmico de edificaciones de Albañilería Confinada, 2010, pág. 1).

Este tipo de construcción es singular por su **función estructural** y su **proceso constructivo**: *«se caracteriza por construirse primero el muro de albañilería, en segundo lugar se vacía el concreto de los elementos verticales de confinamiento (columnas); y finalmente, se vacía el concreto del techo en conjunto con el de las vigas»* (San Bartolomé Ramos & Quiun Wong, Diseño sísmico de edificaciones de Albañilería Confinada, 2010, pág. 3).

Es posible **clasificar** la fábrica estructural en dos grandes grupos: confinada<sup>2</sup> y armada<sup>3</sup>. En la primera los elementos de confinamiento o pilares son externos a la fábrica. Sin embargo, en la segunda las armaduras se integran en las piezas que componen la fábrica.

---

<sup>2</sup> «fábrica rodeada en sus cuatro lados por pilares y vigas de hormigón armado o de fábrica armada (no proyectados para que trabajen como pórticos resistentes a flexión)» (Codigo Técnico, 2009, pág. 53).

<sup>3</sup> «fábrica en la que se colocan barras mallas o armaduras de tendel, generalmente de acero, embebidas en mortero u hormigón, de modo que todos los materiales trabajen en conjunto» (Codigo Técnico, 2009, pág. 53).

Aunque se trata de un sistema constructivo común en todos los países, en función de la normativa reguladora y su ejecución se presentan notables diferencias en cuanto a terminología, métodos de ejecución, materiales a emplear, limitaciones, etc.

Se ha realizado un cuadro resumen, que recoge un estudio a nivel general de las tipologías de fábrica estructural que se realizan en diversos países de Hispanoamérica:

**Tabla 1.** Clasificación de las tipologías de fábrica estructural en los distintos países de Hispanoamérica. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la normativa de regulación

PAÍS	TIPOLOGÍAS DE FÁBRICA ESTRUCTURAL
 ARGENTINA	<p><b>Mampostería compuesta:</b> elementos de mampostería de múltiples componentes como pueden ser: acero, mampuestos, hormigón que actúan de forma conjunta.</p> <p><b>Mampostería simple (no reforzada):</b> mampostería en la cual se considera su resistencia a tracción y se desprecian los efectos de tensiones en la eventual armadura. (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios Secretaría de Obras públicas, 2007, pág. 19)</p>
 CHILE	<p><b>Albañilería confinada:</b> en la que se utilizan estructuralmente muros compuestos por unidades de albañilería. Los muros deben estar totalmente enmarcados por elementos de hormigón armado. (Instituto Nacional de Normalización, 2003, pág. 1)</p> <p><b>Albañilería armada:</b> construcciones que utilicen estructuralmente unidades de albañilería cerámica o de hormigón que cumplen con los requisitos de la presente norma. (Instituto Nacional de Normalización, 2003, pág. 1)</p>
 COLOMBIA	<p><b>Mampostería de cavidad reforzada:</b> es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería de caras paralelas reforzadas o no, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado, con funcionamiento compuesto y que cumple los requisitos del capítulo 6.</p> <p><b>Mampostería reforzada:</b> es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero y que cumple los requisitos del capítulo D.7.</p> <p><b>Mampostería de muros confinados:</b> es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado contruidos para efectos de diseño sismo resistente.</p>

	<p><b>Mampostería reforzada externamente:</b> es la construcción de mampostería en donde el refuerzo se coloca dentro de una capa de revoque (pañete) fijándolo al muro de mampostería mediante conectores y/o clavos y cumple con los requisitos descritos en D.12. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial, 2010)</p>
 COSTA RICA	<p><b>Mampostería:</b> es un componente estructural o edificación construidos mediante mampuestos o elementos individuales prefabricados, colocados y ajustados conforme a determinado orden, unidos por medio de mortero.</p> <p><b>Mampostería reforzada:</b> es aquel tipo de mampostería que utiliza varillas de refuerzo para resistir las sollicitaciones actuando en conjunto con la mampostería. (Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, 2003, pág. 225)</p>
 ECUADOR	<p><b>Mampostería reforzada:</b> es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero.</p> <p><b>Mampostería parcialmente reforzada:</b> es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero.</p> <p><b>Mampostería de muros confinados:</b> es la estructura conformada por piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro o piezas de mampostería especiales donde se vacíe el hormigón de relleno logrando un confinamiento a la mampostería. (Comité ejecutivo del Código Ecuatoriano de la Construcción, 1996, pág. 9)</p>
 GUATEMALA	<p><b>Muros reforzados interiormente:</b> se denominan muros reforzados interiormente a los muros reforzados con barras corrugadas de acero, colocadas verticalmente entre los agujeros o celdas de las piezas prefabricadas y horizontalmente entre las sisas.</p> <p><b>Muros confinados:</b> se denominan muros confinados a los muros de mampostería que tienen el refuerzo vertical y horizontal concentrado en elementos de concreto, conocidas como mochetas y soleras respectivamente. (Asociación Guatemalteca de Ingeniería estructural y sísmica, 2011, pág. 10 y 17)</p>
 MÉXICO	<p><b>Mampostería confinada:</b> es la que está reforzada con castillos y dalas. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos 5.1.1 a 5.1.4 (fig.5.1 a 5.3). En esta modalidad los castillos o porciones de ellos se cuelan una vez construido el muro o la parte de él que corresponda.</p> <p><b>Mampostería reforzada interiormente:</b> es aquella con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto</p>



	<p>horizontal como vertical, se distribuirá a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deberán cumplirse los requisitos 6.1.1 a 6.1.9 (fig. 6.1 a 6.3). (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, págs. 29,36)</p>
 <p>NICARAGUA</p>	<p><b>Mampostería reforzada:</b> es un sistema constructivo en el que se utilizan muros contruidos de piezas sólidas o huecas de concreto o arcilla unidas con mortero de calidad apropiada. El espacio libre entre las piezas sólidas llevará el refuerzo horizontal y vertical en forma de malla, las piezas huecas llevarán el refuerzo vertical en las celdas y horizontal en las juntas o bloques tipo U. El lugar donde va colocado el refuerzo es llenado con concreto fluido.</p> <p><b>Mampostería confinada:</b> es un sistema constructivo para resistir cargas laterales en el cual, la mampostería está confinada por elementos de amarre de concreto reforzado. Los bloques de mampostería constituyen el alma de un diafragma y los elementos de amarre los patines. (Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano, 2007)</p>
 <p>PANAMÁ</p>	<p><b>Confinamiento:</b> las paredes deberán estar confinadas por elementos de borde verticales (las columnas de amarre) y horizontales (las vigas de amarre). Deberá existir un elemento de borde en los siguientes lugares: en la intersección de paredes, en ambos extremos de toda pared aislada, en los bordes libres de toda pared aislada y alrededor de las aberturas de puertas y ventanas. (Ministerio de Obras Públicas y Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectur, 2004, pág. 209)</p>
 <p>PERÚ</p>	<p><b>Albañilería armada:</b> albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de albañilería armada también se les denomina muros armados.</p> <p><b>Albañilería confinada:</b> albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros de primer nivel. (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006)</p>
 <p>REPÚBLICA DOMINICANA</p>	<p><b>Mampostería reforzada:</b> es la construcción con base de piezas y/o bloques mampuestos, de perforación vertical (cámara), unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras de refuerzo que cumple con los requisitos del artículo 4 de este Reglamento. (Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones, 2007, pág. 9)</p>

En estos países (Argentina, Cuba, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú y República Dominicana) se presentan notables diferencias en cuanto a las tipologías existentes y sus denominaciones. El resto de países de Hispanoamérica no se han incluido en la tabla anterior por falta de información. Para el análisis comparativo de forma pormenorizada de este sistema constructivo se procede a la selección de dos de los anteriores países con el fin de acotar el estudio. Se considera interesante realizar un estudio comparativo entre México y Perú, atendiendo a los siguientes criterios:

- Se dispone de información web, publicaciones técnicas, referencias normativas y bases de precios nacionales actualizadas en 2013.
- A priori se consideran dos países con diferencias terminológicas significativas y singulares.
- En Perú el sistema constructivo de México se considera un modelo a seguir, puesto que en documentos normativos peruanos se recogen comentarios acerca de los materiales de México, haciendo referencia a la facilidad de puesta en obra que permiten los productos mexicanos: «*Cabe destacar que en otros países se fabrican ladrillos alveolares especiales, que permiten alojar a los conductos*» (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, pág. 7).
- Permitirán realizar un estudio económico de las dos tipologías de fábrica estructural, puesto que en Perú la más representativa es la fábrica confinada y en México la reforzada.
- Se trata de dos países con diferencias significativas a nivel de situación, económicas y demográficas.

Tabla 2. Indicadores generales, sociales y económicos de Perú y México. Fuente: (Ministerio de Asuntos exteriores y cooperación, S.F)

INDICADORES		PERÚ	MÉXICO
<b>GENERALES</b>	Superficie (km <sup>2</sup> )	1.285.215	1.972.550
	Moneda	Nuevo sol	Peso mexicano
<b>SOCIALES</b>	Población (habitantes)	31.200.000	118.395.54
	Renta per cápita (U.S S)	11.102,00	10.498,42
<b>ECONÓMICOS</b>	PIB (tasa de var. Real %)	5,021	1,1
	Inflación	2,8	3,8
	Tasa de paro	30,5	4,25

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal es el siguiente:

- 1. Realizar un análisis comparativo del sistema constructivo de fábrica estructural en México y Perú.**

Se incluye la mampostería o fábrica confinada, en la cual los elementos de cohesión son exteriores a las piezas de albañilería; y la mampostería reforzada interiormente o albañilería armada, en las que los pilarcillos se realizan en el interior de las piezas.

### 1.3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

Dentro de este marco común se encuadran una serie de objetivos específicos que nos permitirán obtener una visión más amplia de la temática de este proyecto desde diferentes puntos de vista.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- 1. Identificar los cambios de terminología que se producen en comparación a los términos de construcción españoles.**

El análisis de la terminología de estos países proporciona las nociones básicas para comprender la documentación del mismo, normativas de aplicación, información técnica, etc. Además es posible identificar aquellos aspectos de la construcción en la terminología es común y aquellos aspectos en los que los términos difieren en gran medida.

- 2. Analizar la normativa que regula la fábrica estructural.**

La realización del análisis comparativo de la normativa de regulación nos permite identificar aquellos aspectos que se encuentran regulados en la normativa y sus limitaciones. Por otro lado, permite identificar los aspectos en los que cada una de las normativas es más restrictiva.

### 3. Realizar un estudio económico de la ejecución de la misma.

Se realiza una propuesta de precio unitario de fábrica confinada en Perú, atendiendo a la base de precios nacional; y se selecciona un precio unitario de fábrica armada en México. Además se incluye una comparativa a nivel porcentual de la repercusión de los materiales que componen la fábrica en el coste total de la misma; y la comparativa entre la repercusión de materiales y mano de obra en el precio final.

## 1.4. METODOLOGÍA

### 1.4.1. METODOLOGÍA OPERATIVA

Para la realización del Proyecto Final de Grado se establece la siguiente metodología:

**Fase 1:** Plan de trabajo, propuesta de objetivos y alcance del proyecto. Se realiza un cronograma, en el que se plasman las fases a seguir en la ejecución del proyecto, tanto de forma individual, como colectiva, a través de reuniones periódicas con el tutor. La realización de este proyecto abarcará desde los meses de febrero a junio. No obstante, a medida que se avance en la elaboración del mismo será necesaria una revisión y actualización de la programación en función de las necesidades del proyecto.

La propuesta de objetivos es una herramienta de trabajo, que permite focalizar los esfuerzos hacia una meta previamente fijada. Servirá además para una vez concluido el trabajo, comprobar la eficacia de éste mediante la extracción de conclusiones derivada de los objetivos previamente propuestos.

**Fase 2:** Documentación indirecta

Con los recursos disponibles en la Universidad de Alicante y con el asesoramiento del personal de la misma, se realiza una búsqueda exhaustiva de la documentación relevante mediante el uso de palabras clave.

Se amplía el ámbito de búsqueda mediante diversas páginas web relacionadas con el tema, a través del buscador de google y google academic, tales como organismos, instituciones, empresas, etc.

**Fase 3:** Documentación directa

Recopilación de información a través de universidades, colegios técnicos, empresas privadas, personal especializado, etc. Se hace necesario contactar con técnicos del país (México y Perú). El contacto se realiza mediante e-mail y videoconferencias de Skype.

**Fase 4:** Desarrollo teórico del proyecto.

El desarrollo teórico del proyecto se lleva a cabo en varias fases, tal y como se expone en el cronograma adjunto (Véase figura 4).

**Fase 5:** Maquetado final del proyecto y preparación de exposición oral.

### 1.4.2. CRONOGRAMA

El cronograma seguido para la realización del proyecto es el siguiente:

Figura 2. Cronograma seguido para la realización del proyecto. Fuente: elaboración propia

	O	N	D	E	F	M	A	My	J
<b>Fase 1:</b> Plan de trabajo, propuesta de objetivos y alcance									
<b>Fase 2:</b> Documentación indirecta									
<b>Fase 3:</b> Documentación directa									
<b>Fase 4:</b> Desarrollo teórico del proyecto									
<b>Fase 5:</b> Maquetado final del proyecto y preparación de exposición oral									

**Leyenda:**

**O:** Octubre

**N:** Noviembre

**D:** Diciembre

**E:** Enero

**F:** Febrero

**M:** Marzo

**A:** Abril

**My:** Mayo

**J:** Junio

## 1.5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Tras la recopilación bibliográfica se constata que existe **abundante información** relacionada con el tema objeto de este proyecto, principalmente en aquellos países en los que la fábrica estructural es uno de los principales sistemas constructivos.

Para la exposición del estado del arte de la cuestión se procede de la siguiente forma. En primer lugar se ha realizado un análisis de aquellos estudios publicados con el objetivo de realizar una comparativa entre distintos países, en los cuales se incluyen México y Perú. En segundo lugar se incluyen las publicaciones relacionadas con la fábrica estructural peruana y su evaluación económica. Por último, en tercer lugar, se destaca esta misma recopilación bibliográfica en México.

### *Estudios comparativos de normativa internacional*

Íntimamente relacionado con este proyecto se encuentra la publicación de la Sociedad Mexicana de Ingeniería estructural, titulada albañilería en Chile, en ella «*se realiza una comparación de las normas chilenas de diseño de albañilerías armadas y albañilerías confinadas con las normas similares del resto de los países de la región*» (Sociedad Mexicana de la Ingeniería sísmica, S.F, pág. 1). Es destacable el apartado de comparación de normas chilenas y extranjeras, en el cuál se analizan las normativas de Chile, Colombia, Perú, México y Estados Unidos, atendiendo a los siguientes criterios:

- Criterios relacionados con los materiales: se concluye que la normativa más exigente es la norma mexicana, seguida de las normas ASTM<sup>4</sup> y la norma de Perú. En el caso de los bloques de hormigón se indica una conclusión similar, siendo los países más exigentes México, Perú y Estados Unidos, respectivamente. En cuanto a la resistencia a compresión del mortero y del hormigón de relleno es destacable que la norma peruana no especifica un valor mínimo y la norma mexicana contempla una resistencia mínima en función del tipo.

---

<sup>4</sup> American Society for Testing and Materials. Es una organización internacional de desarrollo de normas, que abarca distintas áreas tales como metales, pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, medio ambiente, etc. (Asociación Española para la calidad, S.F)

- **Criterios de diseño:** la norma peruana y mexicana mantienen el mismo criterio en relación al diámetro de la armadura vertical. En cuanto a la distancia entre armaduras vertical y horizontal, México se considera uno de los países más restrictivos y en Perú no está contemplado. Por otra parte, la cuantía mínima vertical máxima es mayor en la norma mexicana, seguida de Colombia, Chile y Perú. Sin embargo, el valor más alto para la cuantía mínima horizontal se presenta en la norma peruana. Con respecto al espesor del muro, los valores mínimos se presentan en México y Perú, respectivamente.

Por otra parte, relacionado con el **análisis de la normativa internacional**, se encuentra el proyecto titulado: «*Criterios de diseño para la construcción de viviendas unifamiliares de mampostería armada en Venezuela*» (Cárdenas & González, 2012). Esta publicación establece como objetivo principal comparar los parámetros constructivos de cálculo de mampostería reforzada de México, Chile, Perú y Venezuela. El autor llega a la conclusión de que la normativa mexicana es la más completa de las normativas estudiadas, en cuando a criterios establecidos y facilidad de comprensión de la misma.

A nivel de **cálculo estructural**, es destacable la recopilación bibliográfica incluida en el artículo «Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería» (Páez Moreno, Parra Rojas, & Montaña Gutiérrez, 2013). En el apartado de investigaciones desarrolladas recoge las principales publicaciones relacionadas con este ámbito, en él se destacan las publicaciones de Ángel San Bartolomé<sup>5</sup>.

#### *Recopilación bibliográfica de fábrica estructural de Perú*

Las publicaciones del autor Ángel San Bartolomé constituyen la principal fuente bibliográfica de la fábrica estructural de Perú, tanto a nivel de características de los materiales, como a nivel de procedimientos de construcción y cálculo. A continuación se destacan las publicaciones más destacables de este autor relacionadas con la temática objeto de este proyecto.

En el año 2005 publicó una documentación alternativa a la norma de estructuras de fábrica de Perú (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción,

---

<sup>5</sup>Profesor de la Universidad Pontificia Católica del Perú y colaborador en la redacción de la normativa de fábrica estructural de Perú.

2006), en la que se recogen los criterios establecidos por la normativa acompañados de imágenes, comentarios y notas aclaratorias, para una correcta comprensión de los mismos. Tal y como indica el autor en su publicación: «*con la finalidad de que el usuario aplique en forma apropiada la norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería, se comenta de forma ilustrada aquellos artículos de mayor dificultad y que requieren de una adecuada interpretación*» (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008).

Posteriormente, en el año 2006 realizó la publicación del artículo «Nuevas metas para mejorar la norma de albañilería», en el cual «*se presentan y discuten una serie de temas de investigación para las construcciones de albañilería, cuyos resultados, podrían ser incorporados a una futura versión de la norma de albañilería E.070*» (San Bartolomé Ramos & Quiun Wong, 2014). En esta publicación se comentan las principales diferencias existentes entre la actual normativa de fábrica estructural y la anterior, atendiendo a los siguientes criterios:

- El **área máxima de huecos** permitida en las piezas utilizadas para fábrica estructural, se incrementa un 5% respecto a la normativa anterior, en base a estudios en los que se demuestra que «la resistencia al corte de la albañilería no sufre mayores alteraciones por el incremento del área de los huecos» (San Bartolomé Ramos & Quiun Wong, 2014).
- Se destaca el **tratamiento previo para las unidades de albañilería**. Se indica que es necesario humedecer las piezas antes de su colocación para mejorar la adherencia de la pieza con el mortero, sin necesidad realizar un total inmersión de la pieza en agua, como se indicaba en la anterior normativa.
- La medición de la **resistencia de la albañilería** en la norma actual se realiza sobre el área bruta<sup>6</sup>, independientemente de si se trata de piezas sólidas o huecas; en la anterior se realizaba sobre el área neta<sup>7</sup> cuando se trataba de unidades huecas y sobre el área bruta cuando se trataba de unidades sólidas.

---

<sup>6</sup> Es el área total de la superficie de asiento, obtenida de multiplicar su largo por su ancho. (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales)

<sup>7</sup> Es el área bruta menos el área de los vacíos. (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales)



Además de destacar los parámetros que han sido modificados en la normativa E.070, en relación a la anterior, esta publicación, incluye una serie de líneas de investigación que se consideran de interés para la mejora de las estructuras de albañilería. Son las siguientes:

- **Refuerzo de muros portantes** hechos con unidades tubulares: las investigaciones realizadas para el desarrollo de refuerzos de muros existentes, se centran principalmente en los muros portantes realizados con unidades de albañilería tubulares<sup>8</sup>. Se trata de la utilización de mallas electro soldadas ancladas a los muros existentes que permiten una mejora de los resultados de resistencia al corte, ductilidad y deformación lateral.
- Evaluación de la seguridad de estructuras existentes: se manifiesta la necesidad de desarrollar investigaciones en relación al **comportamiento de muros** con unidades tubulares, puesto que la normativa permite el uso de estas para fábrica estructural en la zona sísmica menos restrictiva de Perú (zona 1).
- Evaluación del uso de **armaduras prefabricadas como refuerzo**: el uso de estos elementos en lugar de la realización del armado «in situ» se encuentra en vías de desarrollo en Perú. Este sistema permite una mayor rapidez de ejecución y la posibilidad de evitar errores de ejecución en la realización de empalmes, anclajes, colocación de estribos, etc.
- Medidas de **control de las eflorescencias**: es una de las una de las principales patologías que se presentan en las unidades de albañilería. Se sugiere el desarrollo de un ensayo para la detección de las posibles eflorescencias que puedan desarrollarse en los materiales.
- Aplicación de la **altura de edificios de albañilería confinada** a más de 5 alturas: se propone la modificación de la altura máxima de edificación de albañilería confinada, basándose en la normativa reguladora de Colombia (en la que se permiten más de 5 pisos) y en la capacidad sísmica de un edificio de albañilería confinada con un correcto diseño y análisis estructural.

---

<sup>8</sup> Es el ladrillo con huecos paralelos a la superficie de asiento. (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales)

Una vez realizada la recopilación bibliográfica relacionada con la normativa estructural, los criterios de diseño y ejecución de la fábrica, etc. se procede al análisis de la información relacionada con la realización de presupuestos, bases de datos nacionales, etc.

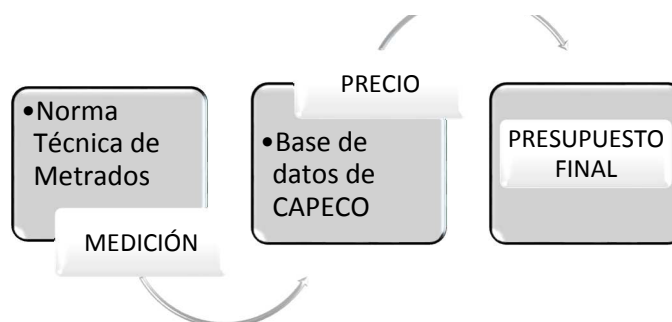
En Perú, la realización de presupuestos se encuentra reglada mediante una doble vía: la norma técnica de metrados y la base de precios de la Cámara Peruana de la Construcción (en adelante CAPECO).

La **norma técnica de metrados** fue aprobada según el Decreto Supremo N° 001-2009-JUS con el objetivo de «*establecer criterios mínimos actualizados para cuantificar las partidas que intervienen en un presupuesto de obras de edificación (OE) y habilitaciones urbanas (HU)*» (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2010). Establece un esquema de las partidas a incluir en un presupuesto y la unidad de medición correspondiente para cada una de ellas.

La principal base de precios de Perú es la publicada por CAPECO. Se trata de una guía para la elaboración de un presupuesto, en la que se incluyen análisis de rendimientos de la mano de obra, una guía sobre la metodología de elaboración de proyectos, precios descompuestos de las principales partidas de una edificación, etc. Es una importante referencia en la realización de análisis de precios, puesto que como destaca dicha publicación: «con relación al análisis de precios unitarios en nuestro país no existe mucho material didáctico para el aprendizaje en el área de control de obras, como lo es la elaboración de ofertas (presupuestos), el manejo de planificación de compras de materiales, etc.» (Cámara peruana de la construcción, 2013)

El esquema para la realización de un presupuesto es el siguiente:

Figura 3. Esquema para la realización de un presupuesto en Perú.  
Fuente: elaboración propia



### *Recopilación bibliográfica de fábrica estructural de México*

En cuanto a la recopilación bibliográfica de México, las principales referencias bibliográficas son las normativas de aplicación de la fábrica estructural: la norma de regulación de la fábrica armada (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004) y las normas de regulación de requisitos y ensayos de los materiales publicadas por la Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (en adelante ONNCCE).

La norma técnica complementaria para el **diseño y construcción** de estructuras de mampostería (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004), incluye una serie de especificaciones y limitaciones aplicadas a los materiales que componen la fábrica, requisitos de construcción y especificaciones técnicas para los muros de mampostería confinada, de mampostería reforzada interiormente y para aquellos que no cumplen las especificaciones mínimas de refuerzo de las dos anteriores (mampostería no confinada ni reforzada). Las indicaciones de la normativa, vienen acompañadas de diferentes esquemas y detalles constructivos que especifican las indicaciones mínimas de refuerzo.

Por su parte las normas de construcción de la **administración pública** del Distrito Federal «son de aplicación general para las obras y los servicios relacionados con las mismas» (Secretaría de obras y servicios, 2000). Establecen en su capítulo 5 criterios de ejecución, condiciones de terminación y criterios de pago.

De la misma forma, las **Guías Técnicas de construcción** de Ingeniería Civil, publicadas por el Instituto Mexicano de Seguridad social establecen especificaciones

técnicas y el proceso de construcción de la fábrica asociado al tipo de pieza utilizada (arcilla recocida o bloque de hormigón) (Instituto Mexicano de la Seguridad Social, 2004).

La regulación de las condiciones de los materiales y los criterios de aceptación o rechazo de los mismos, las condiciones de ensayo, etc. corresponde a las normas mexicanas (en adelante NMX), publicadas por el ONNCCE.

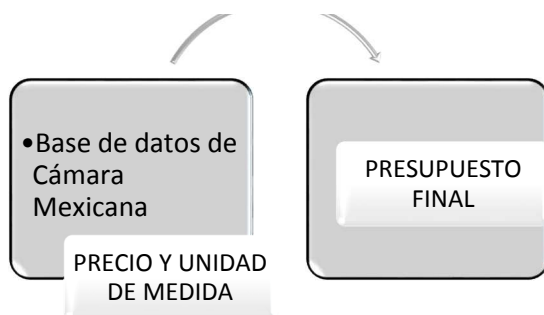
En materia de regulación de precios, en México no existe una normativa específica que regule las partidas y unidades de medida de las mismas (como es el caso de la norma técnica de metrados de Perú). La base de precios más destacable es el Catálogo de la revista vivienda.

La **Cámara Mexicana de la construcción** publica anualmente diversos catálogos de precios en función del tipo de edificación y de la naturaleza de la misma, de esta forma existen publicaciones en relación con la vivienda, obras civiles, obras educativas, maquinaria, etc.

En el **Catálogo de vivienda** se contemplan los costes relativos a la mano de obra, materiales, costos horarios y precios unitarios de edificación residencial. Entre los objetivos que pretende lograr este catálogo podemos señalar los siguientes: *«construirse un documento de referencia y consulta para el análisis del costo directo para la construcción de vivienda, proporcionar a los ingenieros de costos una guía orientadora que puedan usar para la preparación de propuestas para licitaciones, poner a disposición de los ingenieros de costos del sector público y privado elementos para la preparación de presupuestos base y evaluación de las propuestas presentadas»* (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013).

El esquema para la realización de presupuestos es el siguiente:

Figura 4. Esquema para la realización de un presupuesto en México.  
Fuente: elaboración propia



## 2. ANÁLISIS DE TÉRMINOS

---

### 2.1. INTRODUCCIÓN

La terminología adoptada en estos países difiere en gran medida de la utilizada en España. Se trata de la evolución del castellano tras la influencia de lenguas indígenas y africanas. En el marco de la edificación estas diferencias pueden suponer que un documento técnico de uno de estos países sea incomprensible para una persona de origen Español.

A continuación se realiza una propuesta de traducción, basada en las normativas nacionales, para los términos más destacados asociados a fábrica estructural. Este análisis se divide en dos apartados: materiales de construcción y elementos constructivos.

## 2.2. TERMINOLOGÍA DE MATERIALES

En cuanto a la denominación del hormigón se presentan los siguientes términos:

**Tabla 3.** Propuesta de traducción en relación al hormigón. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

Término	Perú	México
Hormigón	<i>Concreto</i> <sup>9</sup>	<i>Concreto</i> <sup>10</sup>
Hormigón en masa	<i>Concreto simple</i> <sup>11</sup>	<i>Concreto simple</i> <sup>2</sup>
Hormigón armado	<i>Concreto armado</i> <sup>12</sup>	<i>Concreto reforzado</i> <sup>2</sup>
Hormigón fabricado en central	<i>Concreto premezclado</i> <sup>13</sup>	<i>Concreto premezclado</i> <sup>14</sup>
Hormigón hecho en obra	<i>Concreto preparado en obra</i> <sup>15</sup>	<i>Concreto hecho en obra</i> <sup>6</sup>
Hormigón presforzado	<i>Concreto preesforzado</i> <sup>16</sup>	<i>Concreto presforzado</i> <sup>17</sup>
Hormigón ligero	<i>Concreto Líquido o Grout</i> <sup>18</sup>	<i>Concreto ligero</i> <sup>19</sup>

<sup>9</sup> **Concreto:** mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26).

<sup>10</sup> «En estas Normas se presentan disposiciones para diseñar estructuras de concreto incluido el **concreto simple** y el **reforzado** (ordinario y presforzado). Se dan requisitos para el concreto ligero y concreto de alta resistencia. Se incluyen estructuras coladas en el lugar y prefabricadas» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 1).

<sup>11</sup> **Concreto simple:** concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para el concreto reforzado (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26).

<sup>12</sup> **Concreto armado:** concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no, especificada en los Capítulos 1 al 21 (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26).

<sup>13</sup> **Concreto premezclado:** es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26).

<sup>14</sup> «El concreto clase 1, **premezclado o hecho en obra**, deberá ser elaborado en una planta de dosificación y mezclado de acuerdo con los requisitos de elaboración establecidos en la norma NMX-C-403» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 18); (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 45).

<sup>15</sup> «**El concreto preparado en obra** debe mezclarse de acuerdo a lo siguiente: el concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación» (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26).

<sup>16</sup> **Concreto preesforzado:** concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas. (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26)

<sup>17</sup> «Las disposiciones contenidas en otras partes de este documento que no contradigan a los requisitos de este capítulo serán aplicables al **concreto presforzado** y parcialmente presforzado» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 170).

<sup>18</sup> **Concreto líquido o grout:** concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 8).

<sup>19</sup> «En estas normas se entiende por **concreto ligero** aquel cuyo peso volumétrico en estado fresco es inferior a 19 KN/m<sup>3</sup> (1.9 t/ft<sup>3</sup>)» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 184).

En relación al resto de materiales y a las condiciones de ejecución, se presentan los siguientes términos:

**Tabla 4.** Propuesta de traducción en relación a materiales y condiciones de ejecución del hormigón. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

Término	Perú	México
Verter el hormigón	Colocar el concreto <sup>20</sup>	Colar el concreto <sup>21</sup>
Árido	Agregado <sup>22</sup>	Agregado <sup>23</sup>
Barra de acero	Varilla de acero <sup>24</sup>	Barra de acero <sup>25</sup>
Encofrado	Encofrado <sup>26</sup>	Cimbra <sup>27</sup>
Desencofrado	Desencofrado <sup>28</sup>	Descimbrado <sup>29</sup>

El resto de materiales utilizados para la elaboración del hormigón, tales como cemento, agua, aditivos, etc. no se han incluido en la tabla comparativa, pues mantienen la denominación española. La denominación de las unidades de albañilería (cerámicas, de

<sup>20</sup> «Una vez iniciada la **colocación del concreto**, esta debe ser efectuada en una operación continua hasta que se termine el llenado del tramo o paño, definido por sus límites o juntas predeterminadas, de acuerdo con lo indicado en 6.4» (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 46).

<sup>21</sup> «Cuando se utilicen **colados**, en sitio para garantizar la continuidad de una conexión, donde quiera que esta se encuentra, deberá realizarse por la parte superior de ella obligando al uso de cimbras en las caras laterales e inferiores» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 183).

<sup>22</sup> **Agregado**: material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 25).

<sup>23</sup> «El concreto clase 1 se fabricará con **agregados gruesos** con peso específico superior a 2.6 y el concreto clase 2 con agregados gruesos con peso específico superior a 2.3» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 103).

<sup>24</sup> «Todos los muros llevarán refuerzo horizontal y vertical. La cuantía mínima de refuerzo en cualquier dirección será de 0,1%. Las **varillas de acero** serán corrugadas» (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 46).

<sup>25</sup> «El refuerzo que se emplee en castillos, dalas, elementos clocados en el interior del muro y/o en el exterior del muro, estará constituido por **barras** corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío... » (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 13).

<sup>26</sup> «Los **encofrados** deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones» (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 48).

<sup>27</sup> «Toda **cimbra** se construirá de manera que resista las acciones a que pueda estar sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por la colocación, compactación y vibrado del concreto» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 186).

<sup>28</sup> «Para determinar el tiempo de **desencofrado** deben considerarse todas las cargas de construcción y las posibles deflexiones que estas ocasionen» (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 48).

<sup>29</sup> **Descimbrado**: todos los elementos estructurales deben permanecer cimbrados el tiempo necesario para que el concreto alcance la resistencia suficiente para soportar su peso propio y otras cargas que actúen durante la construcción (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 186).

hormigón, u otros materiales) difiere en gran medida dependiendo del país e incluso de la zona:

**Tabla 5.** Propuesta de traducción de piezas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C, 2014)

<b>Término</b>	<b>Perú</b>	<b>México</b>
<b>Piezas</b>	<i>Unidad de albañilería<sup>30</sup></i>	<i>Unidad de producto o pieza<sup>31</sup></i>
<b>Pieza hueca</b>	<i>Unidad de albañilería hueca<sup>32</sup></i>	<i>Pieza hueca<sup>33</sup></i>
<b>Pieza perforada</b>	<i>Unidad de albañilería alveolar<sup>34</sup></i>	<i>Pieza multiperforada<sup>35</sup></i>
<b>Pieza maciza</b>	<i>Unidad de albañilería sólida<sup>36</sup></i>	<i>Pieza maciza<sup>37</sup></i>
<b>Ladrillo cerámico hueco</b>	<i>Unidad de albañilería Tubular (pandereta)<sup>38</sup></i>	<i>Tabique de barro<sup>39</sup></i>
<b>Bloque de hormigón</b>	<i>Bloque de concreto<sup>40</sup></i>	<i>Bloque de concreto<sup>41</sup></i>

<sup>30</sup> **Unidad de albañilería:** ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 9).

<sup>31</sup> **Unidad de producto o pieza:** es cada uno de los tabiques, bloques, ladrillos o tabicones y celosías, fabricados con concreto cerámicos de barro, arcilla o similares o cualquier otro material para uso estructural (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 10).

<sup>32</sup> **Unidad de albañilería hueca:** unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 10).

<sup>33</sup> **Pieza hueca:** son aquellas que tienen perforaciones perpendiculares a las caras mayores, donde el área de las perforaciones debe ser superior al 25% o igual al 50% del área total de la pieza (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C, 2014, pág. 4).

<sup>34</sup> **Unidad de albañilería alveolar:** unidad de albañilería sólida o hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 9).

<sup>35</sup> «Se entiende por **piezas multiperforadas** aquellas con más de siete perforaciones o alvéolos» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004).

<sup>36</sup> **Unidad de albañilería sólida (o maciza):** unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 10).

<sup>37</sup> **Pieza maciza:** es aquella cuya área neta es mayor al 75% de su área total. Son piezas hechas en máquina, compactadas en toda su masa (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C, 2014, pág. 4).

<sup>38</sup> **Unidad de albañilería tubular (o pandereta):** unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 10).

<sup>39</sup> **Tabique:** es un componente de forma prismática, fabricado con arcillas comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción o de otros materiales con procesos diferentes (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C, 2014, pág. 5).

<sup>40</sup> **Bloque:** es un componente de forma prismática, que se obtienen por moldeo del concreto y/o de otros materiales, puede ser macizo o hueco (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C, 2014, pág. 4).

<sup>41</sup> «El **bloque de concreto**, tendrá un absorción no mayor que 12% de absorción» (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 15).



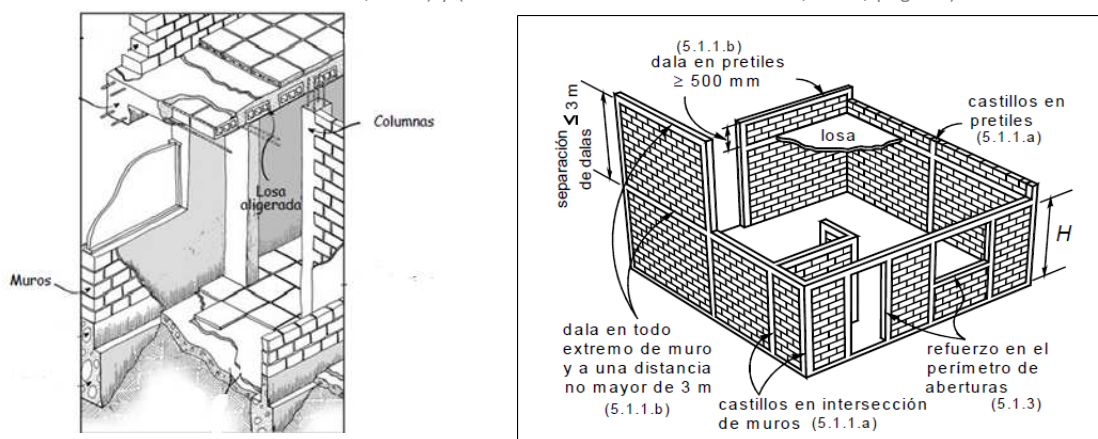
## 2.3. TERMINOLOGÍA DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

De igual forma que el vocabulario relativo a los materiales de construcción experimenta cambios en función del país, la terminología asociada a los elementos constructivos varía notablemente. En este apartado se han considerado solamente aquellos elementos de la edificación que se consideran de interés para el estudio de la fábrica estructural.

Tabla 6. Propuesta de traducción de elementos constructivos. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

Término	Perú	México
Pilar (fábrica estructural)	<i>Columna</i> <sup>34</sup>	<i>Castillo</i> <sup>42</sup>
Viga	<i>Viga</i> <sup>43</sup>	<i>Dala</i> <sup>34</sup>
Forjado	<i>Losa</i> <sup>44</sup>	<i>Losa</i> <sup>45</sup>
Fábrica	<i>Albañilería o Mampostería</i> <sup>46</sup>	<i>Mampostería</i> <sup>47</sup>

Figura 5. Denominación de elementos constructivos en Perú (izquierda) y México (derecha). Fuente: (San Bartolomé, 2008) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 25)



<sup>42</sup> «Es la que está reforzada con **castillos y dalas**. El refuerzo que se emplee en **castillos, dalas**, elementos clodados en el interior del muro y/o en el exterior del muro, estará constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío... » (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, págs. 13,25).

<sup>43</sup> **Viga**: elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 26).

<sup>44</sup> **Losa**: elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009, pág. 27).

<sup>45</sup> 6.3 **Losas** (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 6).

<sup>46</sup> **Albañilería o Mampostería**: material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso con integradas con concreto líquido (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 8).

<sup>47</sup> «Estas normas contienen requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción de estructuras de **mampostería**» (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 6).

## 2.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Una vez realizada la propuesta de traducción de cada uno de los términos incluidos en la tabla anterior y su correspondiente justificación en función de la normativa empleada, se procede al análisis de dichos términos.

Con el fin de facilitar la comparativa entre los países analizados, se ha utilizado una leyenda cromática que destaca en color rojo aquellos términos singulares y por tanto difíciles para la comprensión, en color amarillo las denominaciones que son comprensibles y en color verde los términos comunes a España; atendiendo a la siguiente leyenda.

**Leyenda:**

 Común

 Comprensible


 Incomprensible

Tabla 7. Resultados del análisis de términos. Fuente: elaboración propia

<b>Término</b>	<b>Perú</b>	<b>México</b>
Hormigón	Concreto	Concreto
Hormigón en masa	Concreto simple	Concreto simple
Hormigón armado	Concreto armado	Concreto reforzado
Hormigón fabricado en central	Concreto premezclado	Concreto premezclado
Hormigón hecho en obra	Concreto preparado en obra	Concreto hecho en obra
Hormigón presforzado	Concreto preesforzado	Concreto presforzado
Hormigón ligero	Concreto Líquido o Grout	Concreto ligero
Verter el hormigón	Colocar el concreto	Colar el concreto
Árido	Agregado	Agregado

Barra de acero	Varilla de acero	Barra de acero
Encofrado	Encofrado	Cimbra
Desencofrado	Desencofrado	Descimbrado
Piezas	Unidad de albañilería	Unidad de producto o pieza
Pieza hueca	Unidad de albañilería hueca	Pieza hueca
Pieza perforada	Unidad de albañilería alveolar	Pieza multiperforada
Pieza maciza	Unidad de albañilería sólida	Pieza maciza
Ladrillo cerámico hueco	Unidad de albañilería Tubular (pandereta)	Tabique de barro
Bloque de hormigón	Bloque de concreto	Bloque de concreto

Se destaca que los **términos más singulares** son los utilizados en México en relación a los materiales (ladrillo cerámico y encofrado). Aparecen grandes diferencias en el término «encofrado» y la acción de retirar el encofrado «desencofrar». En México se utiliza el término «cimbra» y por tanto «descimbrado».

Además designación del ladrillo cerámico hueco en México difiere en gran medida de la nomenclatura utilizada en España, donde se utiliza el término «tabique» con el objeto de designar el elemento constructivo constituido por el ladrillo y el mortero, utilizado para dividir estancias en el interior de un vivienda.

La equivalencia entre estos términos es la siguiente: el término «tabique» español equivale a «muro divisorio» en México, mientras que el término «ladrillo» en español se corresponde con «tabique» en México.

Aparecen además otros términos distintos, con **menores dificultades para su comprensión**, tales como los relacionados con las tipologías de hormigón, el árido para la elaboración del mismo y la designación de las tipologías de piezas existentes.

Los **términos comunes** al español son «encofrado y desencofrado» en Perú y «barra de acero» en México. Además aparecen términos comunes en la designación de las piezas de albañilería, tanto las piezas huecas como las macizas («unidad, pieza hueca y pieza maciza»)

En cuanto a la denominación de elementos constructivos se destaca lo siguiente:

<b>Término</b>	<b>Perú</b>	<b>México</b>
Pilar (fábrica estructural)	Columna	Castillo
Viga	Viga	Dala
Forjado	Losa	Losa
Fábrica	Albañilería o Mampostería	Mampostería

Los **términos más singulares** son los utilizados en México para designar los elementos de refuerzo de la fábrica estructural «vigas y pilares» denominados como «castillos y dalas». Los términos «losa» y «mampostería» son comunes para ambos países. La única similitud aparece en el término «viga», utilizado en Perú.

## 3. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA

---

### 3.1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de recopilar y analizar la información que incluye la normativa nacional de los países a analizar en relación con el Documento Básico del Código Técnico SE- Fábrica e identificar los aspectos más restrictivos de cada una de ellas, se ha realizado el análisis comparativo que se expone a continuación.

En primer lugar se realiza el análisis comparativo de las limitaciones, clasificaciones y condiciones marcadas para los materiales que componen la fábrica estructural: las piezas,

el mortero, el hormigón y el acero. En segundo lugar se contemplan las condiciones de ejecución marcadas.

## 3.2. ANÁLISIS COMPARATIVO: MATERIALES

### 3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS PIEZAS

**Tabla 8.** Análisis comparativo de las características de las piezas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

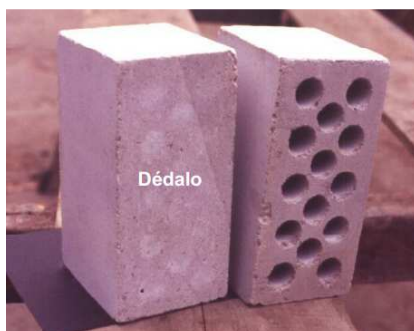
	SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
<b>MATERIALES EMPLEADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerámica</li> <li>▪ Hormigón</li> </ul> <p>(Apartado 4.1.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arcilla (cerámica)</li> <li>▪ Concreto (hormigón)</li> <li>▪ Sílice-cal</li> </ul> <p>(Apartado 5.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Barro recocido (cerámica)</li> <li>▪ Concreto (hormigón)</li> </ul> <p>(Apartado 2.1)</p>
<b>CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS</b>	<p>En función de la superficie de huecos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maciza: volumen de huecos &lt;25%</li> <li>▪ Perforada: volumen de huecos &lt;45-50%</li> <li>▪ Aligerada: volumen de huecos &lt;55-60%</li> <li>▪ Hueca: volumen de huecos &lt;70%</li> </ul> <p>(Apartado 4.1.2)</p>	<p>En función de la superficie de huecos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sólida o maciza: área sección <math>\geq 70\%</math> área bruta</li> <li>▪ Hueca: área sección <math>\leq 70\%</math> área bruta</li> <li>▪ Alveolar: unidad sólida o hueca con alveolos de tamaño suficiente para alojar el refuerzo vertical</li> <li>▪ Tubular: huecos paralelos a la superficie de apoyo</li> </ul> <p>( Apartado 3.23, 3.25, 3.26, 3.27)</p>	<p>En función de la superficie de huecos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maciza: área sección <math>\geq 75\%</math> área bruta y paredes exteriores con <math>e &gt; 20</math> mm</li> <li>▪ Hueca: área sección <math>\leq 50\%</math> área bruta y paredes exteriores con <math>e &gt; 15</math> mm                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Huecas</li> <li>○ Multiperforadas (con más de 7 perforaciones)</li> </ul> </li> </ul> <p>(Apartado 2.1.1.1 y 2.1.1.2)</p>
<b>RESISTENCIA MÍNIMA A</b>	<p>5 N/mm<sup>2</sup></p> <p>( Apartado 4.1.4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ladrillo I: 5 MPa</li> <li>▪ Ladrillo II: 7 MPa</li> <li>▪ Ladrillo III: 9.5 MPa</li> <li>▪ Ladrillo IV: 13 MPa</li> </ul>	<p>Se establecen los siguientes valores indicativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tabique de barro recocido: 6 MPa</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ladrillo V: 18 Mpa</li> <li>▪ Bloque P: 5 Mpa</li> </ul> <p>(Apartado 5.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tabique de barro con huecos verticales: 12 MPa</li> <li>▪ Bloque de concreto pesado: 10 MPa</li> <li>▪ Tabique de concreto (tabicón): 10 MPa</li> </ul> <p>(Apartado 2.8.1.3)</p>
<b>OTRAS INDICACIONES</b>	No se indica	El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a la zona sísmica y al número de plantas. (Apartado 5.3)	Para fines de estas normas sólo se permite usar piezas huecas con celdas o perforaciones ortogonales a la cara de apoyo. (Apartado 2.1.1.2)

En relación a los **materiales utilizados** para la elaboración de las piezas que componen la albañilería estructural, se contemplan como materiales comunes en las normativas analizadas la cerámica y el hormigón, de esta forma se permite el uso de ladrillos cerámicos y bloques de hormigón.

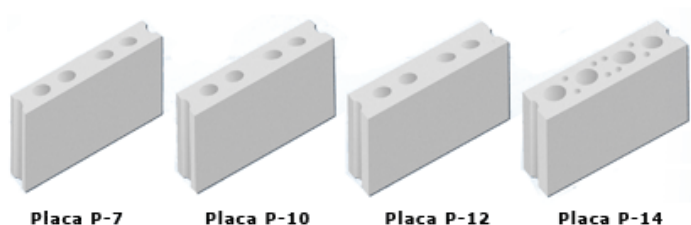
Solamente en la normativa de Perú se incluye como material para la realización de las piezas, la mezcla de sílice y cal. En función de la tipología de pieza, se denominan dédalo (en el caso de piezas macizas) o King Kong normal (en el caso de piezas con perforaciones), tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura 6. : Unidades tradicionales de albañilería de sílice-cal. Fuente: (Ramos, S.F)



Además en la actualidad, se comercializan en el mercado peruano, unas piezas de menor dimensión de este mismo material, para su empleo en fábrica estructural y no estructural:

Figura 7. Placas de sílice-cal. Fuente: (Minera Luren, S.F)



En cuanto a la **clasificación de las piezas**, se define para las piezas macizas un volumen de huecos de 25 % (España y México) y 30 % (Perú). La distinción entre piezas huecas y perforadas viene determinada por distintos parámetros en función de la norma.

De esta forma, en el Código Técnico se establece dicha distinción en el porcentaje de huecos entre 45 y 50% en piezas perforadas, entre 55 y 60% en piezas aligeradas y mayor de 70% en piezas huecas. A continuación se expone gráficamente:

Figura 8. Clasificación de piezas en España. Fuente: elaboración propia a partir de los datos (Vega Catalán, y otros, 2008)



En la normativa E.07 se definen como huecas aquellas piezas con volumen de huecos menor de 70% y se incluye una subclasificación, siendo las piezas alveolares aquellas en las que se puede colocar refuerzo interior (fábrica armada) y las piezas tubulares aquellas con huecos paralelos a la superficie de apoyo, es decir, similares al ladrillo hueco triple. Obsérvese la siguiente figura.

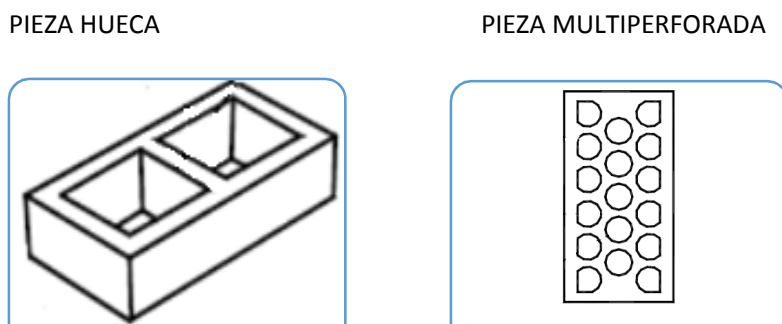


Figura 9. Clasificación de piezas en Perú. Fuente: elaboración propia a partir de los datos (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, págs. 19-20)



En la normativa técnica mexicana también se incluye una subclasificación (figura 9), distinguiendo entre piezas multiperforadas, aquellas con más de siete perforaciones, y piezas huecas el resto.

Figura 10. Clasificación de piezas en México. Fuente: elaboración propia a partir de los datos (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004, pág. 6)



En cuanto a la **resistencia mínima a compresión** exigible a las piezas utilizadas en fábrica estructural, se establece como  $5 \text{ N/mm}^2$  para España y Perú y  $6 \text{ N/mm}^2$  para México. Además en Perú, se establece una clasificación para los ladrillos (de I a V) en orden ascendente de resistencia a compresión, y en México se marcan los valores mínimos de resistencia a compresión en función de si la pieza es cerámica o de hormigón.

Por último, resaltar que en la Norma Técnica para estructuras de mampostería (México) se limita el uso de las piezas, permitiendo utilizar para fábrica estructural únicamente piezas huecas con celdas o perforaciones perpendiculares a la cara de apoyo. Además en la norma Peruana, la aplicación de las piezas está condicionado al número de plantas del inmueble y a la zona sísmica (anexo 1) en la que se emplace, tal y como indica la siguiente tabla.

**Tabla 9.** Limitación en el uso de las piezas de albañilería en Perú. Fuente: (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006, pág. 15)

<b>Tabla 2. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ZONA SÍSMICA 2 Y 3</b>		<b>ZONA SÍSMICA 1</b>
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
<b>Sólido artesanal</b>	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
<b>Sólido Industrial</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Alveolar</b>	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
<b>Hueca</b>	No	No	Sí
<b>Tubular</b>	No	No	Sí, hasta dos pisos

## 3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO

**Tabla 10.** Análisis comparativo de las características del mortero. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

	SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordinarios</li> <li>▪ Junta delgada</li> <li>▪ Ligeros</li> </ul> <p>( Apartado 4.2.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ P: Muros portantes               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ P1</li> <li>○ P2</li> </ul> </li> <li>▪ NP: Muros no portantes</li> </ul> <p>( Apartado 6.3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero para pegar piezas.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tipo I (R:12,5 Mpa)</li> <li>○ Tipo II (R:7,5Mpa)</li> <li>○ Tipo III (R:4 Mpa)</li> </ul> </li> <li>▪ Mortero de relleno</li> </ul> <p>( Apartado 2.5.2)</p>
<b>DESIGNACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistencia: letra M seguida de la resistencia a compresión (N/mm<sup>2</sup>)</li> <li>▪ Dosificación: proporción en volumen de los componentes (ejemplo 1:1:5)</li> </ul> <p>( Apartado 4.2.2)</p>	No se indica	No se indica
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5 N/mm<sup>2</sup></li> <li>▪ &lt; 0,75 de la resistencia normalizada</li> </ul> <p>( Apartado 4.2.3)</p>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero para piezas: 4 Mpa</li> </ul> <p>( Apartado 4.2.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero de relleno: 12,5 Mpa</li> </ul> <p>( Apartado 4.2.3)</p>
<b>OTRAS INDICACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se indica la granulometría del agregado fino</li> <li>▪ Se indica las limitaciones para el agua</li> </ul> <p>( Apartado 6.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se indican las proporciones de los componentes del mortero</li> </ul> <p>( Apartado 6.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero para pegar piezas: Se indican proporciones recomendadas</li> </ul> <p>( Apartado 2.5.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero de relleno: Se indican proporciones recomendadas, tamaño máximo del agregado, revenimientos nominales, etc</li> </ul> <p>( Apartado 2.5.3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los materiales aglomerantes pueden ser cemento Portland o cemento adicionado normalizados y cal hidratada normalizada</li> <li>▪ Se indica la granulometría del agregado fino</li> <li>▪ Se indica las limitaciones para el agua</li> </ul> <p>( Apartado 6.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se indican las proporciones</li> </ul> <p>( Apartado 6.2)</p>

En relación a la **clasificación** de los morteros, en España se realiza una clasificación de los mismos atendiendo a los componentes. De esta forma, se clasifican en morteros ordinarios, de junta delgada o ligeros. Sin embargo, en Perú se clasifican atendiendo a su aplicación, según se utilicen para muros portantes o muros no portantes. De la misma forma en México, se clasifican atendiendo a su uso (para asentar las piezas o como relleno de los huecos) y se establece una subclasificación en función de la resistencia (tipo I, II y III).

La **designación del mortero** solo se incluye en el Código Técnico, estando regulado por las normas técnicas peruanas (en adelante NTP) y por las normas NMX, para México respectivamente.

La **resistencia mínima** exigida para el mortero es más restrictiva en México (12.5 Mpa) para el mortero utilizado en el relleno de las piezas. Para la colocación de las piezas se establecen 4 Mpa (México) y 5 N/mm<sup>2</sup> (España). En la normativa peruana de estructuras de mampostería no se indica una resistencia mínima para el mortero.

Por último, es destacable que tanto la normativa E.070 como la Norma Técnica Complementaria incluyen una tabla indicativa de las proporciones a utilizar en la elaboración del mortero.

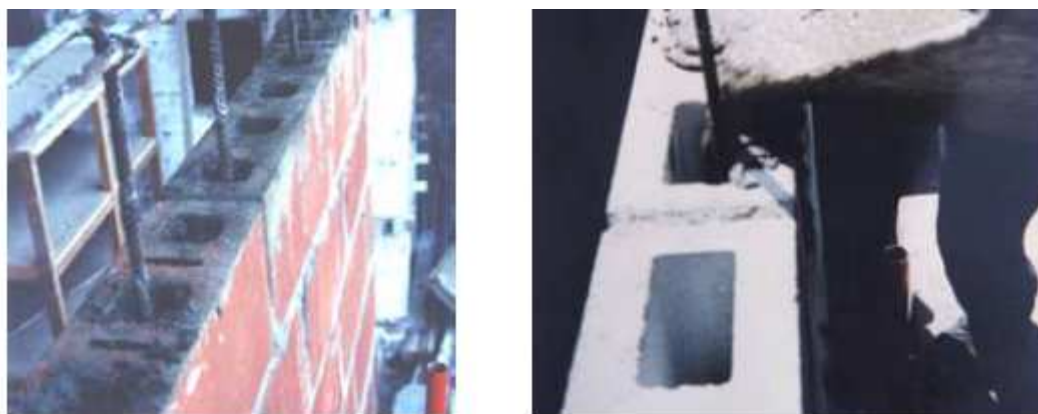
## 3.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

**Tabla 11.** Análisis comparativo de las características del hormigón. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

	SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
<b>CLASIFICACIÓN</b>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grout fino               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dimensión menor de los alveolos &lt; 60 mm</li> </ul> </li> <li>▪ Grout grueso               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dimensión menor de los alveolos &gt; 60 mm</li> </ul> </li> </ul> ( Apartado 7.2)	No se indica
<b>RESISTENCIA MÍNIMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 20 N/mm<sup>2</sup></li> </ul> ( Apartado 4.3.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 13,72 Mpa</li> </ul> ( Apartado 7.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 12,5 Mpa</li> </ul> ( Apartado 2.5.3)
<b>TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt; 10 mm               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rellenar huecos &gt; 50 mm</li> <li>○ Recubrimiento de armaduras 15-25 mm</li> </ul> </li> <li>▪ &lt; 20 mm               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rellenar huecos &gt; 100 mm</li> <li>○ Recubrimiento de armaduras &gt; 25 mm</li> </ul> </li> </ul> ( Apartado 4.3.2)	Se indica en función de una tabla de granulometría ( Apartado 4.3.1)	< 10 mm ( Apartado 2.5.3)
<b>OTRAS INDICACIONES</b>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limitaciones para el agua ( Apartado 7.4)</li> <li>▪ Proporciones de los componentes del hormigón ( Apartado 7.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revenimientos permisibles en función de la absorción de la pieza. ( Apartado 2.3)</li> <li>▪ Proporciones indicadas ( Apartado 2.4)</li> <li>▪ Recomendaciones en el empleo de aditivos ( Apartado 2.4)</li> </ul>

En relación a la **clasificación del hormigón**, en la normativa peruana se distingue entre hormigón utilizado para piezas de huecos menores que 60 mm (grout fino) y para piezas con huecos mayores de 60 mm (grout grueso). Esta dimensión de hueco depende del tipo de pieza a utilizar: «*las celdas de los bloques de arcilla y de sílice-cal miden menos de 60 mm de dimensión, mientras que las celdas de los bloques de concreto miden más de 60 mm en su menor dimensión*» (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008).

Figura 11. Puesta en obra del hormigón de relleno de huecos. Fuente: (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, pág. 34)



En cuanto a la **resistencia mínima**, el valor más restrictivo viene dado por la normativa española ( $20 \text{ N/mm}^2$ ), seguido de la normativa peruana (13,72 Mpa) y por último la normativa mexicana (12,5 Mpa).

El **tamaño máximo de árido** para la elaboración del hormigón se establece en un valor fijo en el Código Técnico y en la Norma Técnica Complementaria (10 mm), y se indica en función de una tabla de granulometría en la normativa E.070 (San Bartolomé Ramos, y otros, 2008, pág. 34).

Por último, tanto en la normativa de Perú como en la de México se incluyen limitaciones en el uso del agua para elaboración del hormigón y se indican las proporciones recomendadas para la elaboración del mismo.

## 3.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL ACERO

**Tabla 12.** Análisis comparativo de las características del acero. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

	SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
<b>ARMADURAS EMPLEADAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Barras lisas</li> <li>▪ Barras corrugadas</li> </ul> <p>( Apartado 4.4.4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Barras lisas: en estribos</li> <li>▪ Armaduras electrosoldadas: como refuerzo horizontal</li> </ul> <p>( Apartado 8.1 y 8.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Barras lisas: en estribos, mallas de alambre soldado o conectores (diámetro mínimo 5.5. mm)</li> <li>▪ Barras corrugadas</li> <li>▪ Mallas de acero</li> <li>▪ Alambres corrugados laminados en frío</li> <li>▪ Armaduras soldadas por resistencia eléctrica</li> </ul> <p>( Apartado 2.7)</p>
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poco confinadas: incluidas en mortero o en secciones de hormigón de dimensiones &lt; 150 mm</li> <li>▪ Confinadas: incluidas en secciones de hormigón de dimensiones &gt; 150 mm o cuando el hormigón se halle confinado entre piezas.</li> </ul> <p>( Apartado 4.4.2)</p>	No se indica	No se indica

El uso de **barras lisas** de acero queda limitado para los estribos, tanto para la normativa mexicana como para la normativa peruana. Sin embargo, en el Código Técnico se permite el empleo de barras lisas de acero, tal y como muestra la siguiente tabla.

Figura 12. Resistencia característica del anclaje de armaduras. Fuente: (Codigo Técnico, 2009, pág. 12)

<b>Tabla 4.3 Resistencia característica de anclaje de armaduras (N/mm<sup>2</sup>)</b>					
<b>Tipo de confinamiento</b>		Poco	Confinada		Confinada
<b>Mortero</b>	M5-M9	M10-M14	sM15-sM19	M20	
<b>Hormigón</b>	—	—	—	HA25	HA25
<b>Barras lisas de acero</b>	0,7	1,2	1,4	1,5	1,8
<b>Barras corrugadas de acero al carbono o inoxidable</b>	1	1,5	2	2,5	4,1

El empleo de **barras corrugadas** para el refuerzo del hormigón es común en las tres normativas. No obstante, en la Norma Técnica Complementaria se incluyen como elementos de acero de refuerzo la malla de acero, los alambres corrugados laminados en frío y las armaduras soldadas por resistencia eléctrica.

Además en el Código Técnico se establece una **clasificación** de las armaduras en función de la sección del hormigón en la que se colocan. Se distingue entre armaduras poco confinadas, incluidas en mortero, o en secciones de hormigón de dimensiones menores a 150 mm; y armaduras confinadas, incluidas en secciones de hormigón de dimensiones mayores a 150 mm o cuando el hormigón se halle confinado entre piezas.



### 3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO: CONDICIONES DE EJECUCIÓN

#### 3.3.1. COLOCACIÓN DE LAS PIEZAS

**Tabla 13.** Análisis comparativo de las condiciones de ejecución: colocación de las piezas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

	SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
TRATAMIENTO PREVIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las piezas, fundamentalmente las de cerámica, se humedecerán antes de su empleo, bien por aspersión, bien por inmersión, durante unos minutos (<i>Apartado 7.1.1</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto y sílico-calceo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas</li> <li>Arcilla: regar durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas (<i>Apartado 10.4</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todas las piezas de barro deberán saturarse al menos 2 h antes de su colocación. Las piezas a base de cemento deberán estar secas al colocarse. Se aceptará un rociado leve de la superficie sobre la que se coloca el mortero (<i>Apartado 9.2.1.1</i>)</li> </ul>
COLOCACIÓN DE LAS PIEZAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las piezas se colocarán siempre a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel (<i>Apartado 7.1.2</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas (<i>Apartado 10.4</i>)</li> </ul>	No se indica
TIPOLOGÍA DE APAREJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se especifican los tipos de aparejo mediante imágenes: sogas o tizón (<i>Apartado 7.3</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tipo de aparejo a utilizar será de sogas, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas (<i>Apartado 10.7</i>)</li> </ul>	No se indica

<b>REALIZACIÓN DE ENJARJES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solape min: 0,4 veces el grueso de la pieza y &gt; 40 mm</li> <li>▪ En las esquinas o encuentros el solape de las piezas &gt; tizón ( Apartado 7.1.4)</li> </ul>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas Normas son aplicables solo si las piezas se colocan de forma cuatrapeada<sup>48</sup> ( Apartado 9.2.2.2)</li> </ul>
<b>RELLENO DE JUNTAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Llaga llena-&gt; mortero maciza el 40%</li> <li>▪ Llaga hueca-&gt; mortero maciza &lt; 40% ( Apartado 7.1.3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero ( Apartado 10.2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de las piezas ( Apartado 9.2.2.1)</li> </ul>
<b>ESPESOR DE LAS JUNTAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero ordinario: 8-15 mm</li> <li>▪ Mortero de junta delgada: 1-3 mm ( Apartado 7.1.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Juntas sin refuerzo horizontal: 10-15 mm</li> <li>▪ Juntas con refuerzo horizontal: 6 mm + el diámetro de la barra ( Apartado 10.2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El mínimo que permita una capa uniforme de mortero y alineación de las piezas.</li> <li>▪ Piezas de fabricación mecanizada e &lt; 12 mm si hay refuerzo horizontal e &lt; 10 mm sin refuerzo horizontal ( Apartado 9.2.2.1)</li> </ul>

Con respecto al **tratamiento previo** de las piezas de la fábrica (cerámicas o de hormigón) se exponen condiciones similares en las tres normativas analizadas. En el caso de piezas cerámicas requieren ser humedecidas antes de su colocación. La diferencia radica en que la norma peruana especifica además que para las piezas de hormigón o sílice se prepare la superficie de asentado de la pieza con una brocha húmeda.

En relación a la **colocación de las piezas**, la normativa española indica que la pieza se coloca a restregón, es decir, con un movimiento horizontal combinado con presión. Sin

<sup>48</sup> Equivalente a enjarje. Conjunto de entrantes y salientes que se dejan en las sucesivas hiladas de una obra de fábrica.

embargo, en la norma peruana se especifica que el asentado de las piezas se realiza mediante la aplicación de presión vertical (sin movimiento horizontal). En la norma mexicana no especifica condiciones de colocación.

La norma que más variedad de **aparejos** especifica es la norma peruana, permitiendo el uso de aparejo de sogá, de cabeza de amarre o americano. En la norma española se contempla el tipo de aparejo de sogá y tizón. En la documentación mexicana no se especifica este parámetro.

El cuanto al **enjarje de las piezas**, en la norma peruana no se especifica. En la norma mexicana se indica que se debe realizar el aparejo de forma trabada, sin especificar una distancia mínima de solape entre las piezas. En el Código Técnico se especifica un solape mínimo en función del espesor de la pieza y se indica su obligatoriedad en las esquinas o encuentros de hojas de fábrica.

En relación al **relleno de las juntas** se especifican condiciones genéricas en la normativa mexicana y peruana, se indica que el mortero debe macizar o cubrir las juntas horizontales y verticales. En el caso del Código Técnico, se establece una clasificación de la fábrica en función del porcentaje de junta que se maciza (mayor o menor del 40%).

El **espesor de las juntas** queda limitado en función de si existe o no refuerzo horizontal en la norma de México y Perú. Además en Perú el espesor final depende del diámetro de la barra de refuerzo. En el caso de España, el espesor de junta depende del tipo de mortero utilizado (mortero ordinario o mortero de junta delgada).

### 3.3.2. PUNTOS SINGULARES

**Tabla 14.** Análisis comparativo de las condiciones de ejecución: puntos singulares. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2009) y (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004)

	SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
<b>CONEXIÓN FÁBRICA- REFUERZOS</b>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dentada ( longitud de unidad saliente &lt; 5 cm)</li> <li>▪ A ras ( varillas de 6 mm de diámetro que penetren 40 cm al interior de la albañilería y 12.5 cm al interior de la columna) ( Apartado 11.2 )</li> </ul>	No se indica
<b>DISTANCIA ENTRE ELEMENTOS HORIZONTALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coincidirán con los forjados</li> <li>▪ Separación máxima: 4 metros ( Apartado 7.5.5)</li> </ul>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En todo extremo de muro a una distancia no mayor de 3 m</li> <li>▪ En pretilas con altura &gt; 500 mm</li> <li>▪ Refuerzo en el perímetro de aberturas ( Apartado 5.1.1)</li> </ul>
<b>DISTANCIA ENTRE ELEMENTOS VERTICALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coincidirán con las intersecciones de los muros y con las jambas de los huecos (área&gt;1.5m<sup>2</sup>)</li> <li>▪ Separación máxima: 4 metros ( Apartado 7.5.5)</li> </ul>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En los extremos e intersección de muros</li> <li>▪ En puntos intermedios a una separación no mayor que 1,5h (altura) ni 4 m.</li> <li>▪ Los pretilas o parapetos deberán tener castillos con separación menor que 4 m</li> <li>▪ Refuerzo en el perímetro de aberturas ( Apartado 5.1.1)</li> </ul>
<b>SECCIÓN DE LOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Área &gt; 0.02 m<sup>2</sup></li> <li>▪ Dimensión mínima: 100 mm</li> </ul>	No se indica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dimensión mínima: el espesor de la mampostería ( Apartado 5.1.1)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sección mínima de armadura: 0.02t</li> <li>t: espesor del muro (mm<sup>2</sup>)</li> <li>( Apartado 7.5.5)</li> </ul>		
<b>VERTIDO DEL HORMIGÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El hormigonado se realizará una vez ejecutada la fábrica ( Apartado 7.5.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El concreto se vaciará posteriormente a la construcción del muro</li> <li>▪ El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejas</li> <li>▪ No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo</li> <li>▪ Las vigas peraltadas serán vaciadas de una sola vez en conjunto con la losa de techo ( Apartado 10.9 y 10.10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El colado del castillo se hará una vez construido el muro o la parte de él que corresponda.</li> <li>▪ El colado de elementos interiores verticales se harán en tramos no mayores de 500 mm (área celda &lt; 8000 mm<sup>2</sup>) o 1.5 m (área celda &gt; 8000mm<sup>2</sup>) ( Apartado 9.2.2.2)</li> </ul>
<b>ACERO DE REFUERZO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Con piezas macizas, perforadas o aligeradas se utilizarán barras de diámetro &gt; 6 mm con separación &lt; 600 mm ( Apartado 7.5.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo) será 2 cm cuando los muros son tarajeados y 3 cm cuando son cara vista.</li> <li>▪ El refuerzo horizontal será continuo y se anclaré en las columnas de confinamiento 12,5 cm</li> <li>▪ Los traslapes del refuerzo horizontal tendrá una longitud igual a 45 veces el mayor diámetro de la barra traslapada ( Apartado 11.3,11.5 y 11.10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Refuerzo con tres o más barras en castillo externo y castillo interior.</li> <li>▪ El refuerzo longitudinal del castillo y la dala estará anclado en los elementos que limitan al muro</li> <li>▪ Los castillos y dalas estarán reforzados transversalmente. ( Apartado 5.1.1)</li> </ul>

<b>CUANTÍA MÍNIMA DE ACERO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diámetro mínimo: 6 mm</li> <li>▪ Sección de la armadura principal &gt; 0.1% de la sección del muro.</li> <li>▪ Sección de la armadura de tendeles &gt; 0.03% ( Apartado 7.5.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todos los muros llevarán refuerzo horizontal y vertical</li> <li>▪ La cuantía mínima de refuerzo en cualquier dirección será de 0.1%</li> <li>▪ Las varillas de refuerzo serán corrugadas ( Apartado 28.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La suma de la cuantía de acero horizontal y vertical no será menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías será menor que 0.0007</li> <li>▪ Acero de refuerzo (<math>f &gt; 412</math> Mpa) las cuantías de refuerzo se podrán reducir ( Apartado 6.1.1)</li> </ul>
<b>DISTANCIA ENTRE ARMADURAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &gt; tamaño máximo de árido + 5 mm</li> <li>▪ &gt; diámetro de la armadura</li> <li>▪ &gt; 10 mm ( Apartado 7.5.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 ½ veces el diámetro de la barra</li> <li>▪ &gt; 1 cm ( Apartado 12.10)</li> </ul>	No se indica

La Norma Técnica de Perú, a diferencia de las otras normativas, especifica las dos posibilidades para la realización de la **conexión** entre la fábrica y los elementos de refuerzo verticales: dejando previsto el trabado de la fábrica con un voladizo menor de 5 cm, o realizando las hiladas a nivel y reforzando la unión con barras de acero. En la normativa española se especifica la unión entre el muro y el forjado y la unión entre dos hojas que componen una fábrica, pero no la unión entre la fábrica y los elementos de refuerzo.

En la fábrica confinada son de gran importancia las limitaciones relacionadas con la **disposición de los pilares y vigas** que conforman el refuerzo de la fábrica. En la norma española y mexicana se encuentra limitado, mientras que la norma peruana no especifica estas condiciones mínimas de ejecución.

En cuanto a los **refuerzos horizontales**, ambas coinciden con los extremos de los muros y los forjados. Sin embargo la normativa mexicana es más restrictiva, puesto que limita la distancia a tres metros, mientras que en España la separación máxima es de 4 metros. Además establece la obligatoriedad de realizar refuerzos horizontales en el perímetro de los huecos y en petos con una altura mayor de 500 mm.

En relación a los **refuerzos verticales**, las dos normativas establecen cuatro metros como separación máxima y la obligatoriedad de realizar refuerzos en los extremos e intersecciones de los muros (en el caso de México 4 m o 1,5 veces la altura del paño). Además coinciden en la realización de refuerzos en las jambas de los huecos (limitado a huecos mayores de 1.5m<sup>2</sup>, en el caso de la normativa española). Por último, la norma mexicana especifica que los petos también deberán tener refuerzos a una distancia de 4 m.

La **sección de los refuerzos** está más especificada en el Código Técnico que en el resto de normativas: establece un área mínima, una dimensión mínima y una sección de armadura mínima. En el caso de Perú no especifica y en el caso de México se establece una condición asociada a la lógica constructiva (la dimensión mínima del refuerzo será el espesor de la mampostería).

Una de las características de este tipo de fábrica es la realización del **vertido del hormigón** una vez realizada la fábrica. Esta condición se especifica en la norma española, peruana y mexicana. En cuanto a la ejecución del proceso de construcción, en la norma peruana se prohíbe el vibrado de las barras de refuerzo y se indica que las vigas de canto se hormigonan de una sola vez. En la norma de México se limita la longitud de tramo para el hormigonado de los refuerzos de fábrica armada.

En cuando al **acero de refuerzo**, la norma española especifica el diámetro de las barras y la separación de las mismas. La norma peruana detalla el recubrimiento de la armadura, el anclaje del refuerzo horizontal en los pilares y las longitudes de empalme de las barras. La norma mexicana establece que el refuerzo se realizará con un número de barras de acero mayor de tres y que se realizarán los elementos verticales y horizontales mediante refuerzos longitudinales y transversales.

Para la **cuantía de refuerzo**, tanto horizontal como vertical, las tres normativas indican una cuantía mínima de acero. El Código Técnico indica que la sección de la armadura principal debe ser mayor que el 0,1% de la sección del muro y la sección de la armadura horizontal o de tendel debe ser mayor que 0,03%. La norma de Perú es más general, indica

que la cuantía debe ser de 0,1 % (en dirección horizontal y vertical). De igual forma en la norma de México se indica que la suma de la cuantías será mayor que 0,2% y que ambas serán mayores de 0,07%.

En cuanto a las **características técnicas** de las barras de refuerzo, la norma española indica que el diámetro mínimo a utilizar es el de 6 mm, la peruana establece que el refuerzo se realizará con barras corrugadas y la norma de México indica que las cuantías establecidas se pueden reducir en el caso de utilizar un acero de fluencia mayor a 421 Mpa.

La **separación entre armaduras**, en ocasiones viene determinada por diversos parámetros, tales como el tamaño máximo de árido, el diámetro de la barra, el espesor del muro, etc. Estas condiciones variables vienen acompañadas de una restricción fija: 1 cm para España y Perú.

### 3.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

A continuación se expone un cuadro comparativo en el que se incluyen los aspectos de la normativa analizados en los tres países (España, Perú y México). El objetivo es determinar, en aquellos parámetros que sean comparables, cuál de las normativas analizadas es más restrictiva. De esta forma a nivel global obtendremos una visión aproximada de aquellos aspectos más restrictivos en cada uno de los países.

En relación a las condiciones de los materiales analizadas, se presentan los siguientes resultados:



Tabla 15. Resultados del análisis: características de los materiales. Fuente: elaboración propia

		SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.070 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
Características de las piezas	Materiales empleados	☑		☑
	Clasificación de las piezas	—	—	—
	Resistencia mínima a compresión			☑
	Otras indicaciones	—	—	—
Características del mortero	Clasificación	—	—	—
	Designación	—	—	—
	Resistencia a compresión	☑	<i>No se indica</i>	
	Otras indicaciones	—	—	—
Características del hormigón	Clasificación	—	—	—
	Resistencia mínima a compresión	☑		☑
	Tamaño máximo del árido			☑
	Otras indicaciones	—	—	—
Acero	Armaduras empleadas			☑
	Clasificación	—	—	—

Leyenda:

☑ NORMATIVA MÁS RESTRICTIVA

— PARÁMETRO NO COMPARABLE

Según la tabla anterior, la normativa que incluye las condiciones más restrictivas en relación a las características de los materiales que conforman la fábrica estructural, es la norma de México. Se exigen mayores limitaciones para las piezas (resistencia mínima a compresión), para el mortero (resistencia mínima a compresión), para el hormigón (tamaño máximo del árido) y para el acero (mayor limitación en la tipología de armaduras a emplear).

Acorde con los criterios establecidos en la norma mexicana, se encuentra el Código Técnico de la Edificación en su documento Seguridad estructural: Fábrica. Coinciden en nivel de restricción en dos aspectos: los materiales empleados para la fabricación de las piezas y la resistencia mínima a compresión del hormigón.

Por último, cabe destacar que la norma técnica de Perú es menos restrictiva que las anteriores en todos los aspectos que se han analizado en este proyecto.

En relación a las condiciones de ejecución de la fábrica, se presentan los siguientes resultados:

		SE-FÁBRICA (ESPAÑA)	E.07 ALBAÑILERÍA (PERÚ)	NORMA TÉCNICA (MÉXICO)
Colocación de las piezas	Tratamiento previo		☑	
	Colocación de las piezas	—	—	—
	Tipología de aparejo	☑		
	Realización de enjarjes	☑		
	Relleno de juntas		☑	☑
	Espesor de las juntas	—	—	—
Puntos singulares	Conexión fábrica-refuerzos	—	—	—
	Distancia entre elementos horizontales			☑
	Distancia entre elementos verticales	☑		☑
	Sección de los refuerzos	☑		
	Vertido del hormigón	—	—	—
	Acero de refuerzo	—	—	—
	Cuantía mínima de acero			☑
	Distancia entre armaduras	☑	☑	<i>No se indica</i>

Tabla 16. Resultados del análisis: condiciones de ejecución. Fuente: elaboración propia

**LEYENDA:**

☑ **NORMATIVA MÁS RESTRICTIVA**

— **PARÁMETRO NO COMPARABLE**

Según la tabla anterior, la normativa que incluye las limitaciones más restrictivas en relación a las condiciones de ejecución y puntos singulares de la fábrica estructural, es el Código Técnico de la Edificación, seguido de la Norma Técnica Complementaria para el diseño y construcción de estructuras de mampostería.

La norma española contiene aspectos más restrictivos en 5 de los parámetros analizados: tipologías de aparejo permitidas, realización de enjarjes, distancia entre elementos verticales, sección de los refuerzos y separación entre armaduras.

La norma mexicana presenta parámetros más restrictivos que el resto en 4 de los aspectos analizados, tales como el relleno de las juntas, la distancia entre elementos horizontales y verticales de refuerzo y la cuantía mínima de acero. Por consiguiente se establece que la norma de México es más restrictiva en las condiciones relacionadas con los refuerzos de la fábrica.

La norma de Perú se considera más restrictiva en el tratamiento previo que se realiza en las piezas que conforman la fábrica, en el relleno de la juntas del mortero (de igual forma que la norma mexicana) y en la distancia entre armaduras (coincidiendo con la norma española).



## 4. ESTUDIO ECONÓMICO

---

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Para la realización del estudio económico se ha considerado necesario realizar un estudio previo de las bases de precios nacionales existentes en Perú y México, tanto las versiones de las mismas existentes en internet como las publicaciones. Se ha realizado un cuadro resumido de los precios disponibles en las bases de precios nacionales más representativas (CAPECO y CMIC), con el fin de seleccionar posteriormente una partida representativa a analizar.

En la tabla siguiente se muestra una información resumida de las partidas que incluye el libro de Análisis de precios unitarios, publicado por la Cámara Peruana de la Construcción.

Tabla 17: Partidas incluidas en la base de precios de Perú. Fuente: (Cámara peruana de la construcción, 2013)

Tipo de fábrica	Tipo de ladrillo	Dimensiones	Espesor fábrica (cm)	Mortero
Fábrica confinada	King Kong	9x13x23	23	1:5
Fábrica confinada	King Kong	9x13x23	13	1:5
Fábrica confinada	King Kong	9x13x23	9	1:5
Fábrica confinada	King Kong	9x13x23	23	1:4
Fábrica confinada	King Kong	9x13x23	13	1:4
Fábrica confinada	King Kong	9x13x23	9	1:4

A continuación se muestran los precios que incluye el Catálogo Vivienda, publicado por la Cámara Mexicana de la Construcción.

Tabla 18: Partida incluidas en la base de precios de México. Fuente: (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013)

Tipo de fábrica	Tipo de ladrillo	Dimensiones	Espesor fábrica (cm)	Mortero	Otros datos	Precio (\$)
Fábrica armada	Ladrillo Vintex (ladrillo hueco)	12x12x24	12	1:4	Castillos ahogados cada 90 cm con concreto fc:150 y varilla de 3/8'	271,07

Los precios descompuestos incluidos en las bases de precios analizadas son de diferente tipología de fábrica estructural. La fuente peruana incluye el precio de un muro realizado con ladrillo tipo King Kong, que se utiliza para la realización de **fábrica**

**confinada.** Sin embargo, el precio incluido en el catálogo de costos mexicano, es de un tabique hueco, que se utiliza para la realización **fábrica armada**.

No obstante se considera interesante comparar ambos precios, aunque se trate de distinta tipología de fábrica, puesto que se trata de la forma de ejecución de fábrica estructural más utilizada en cada uno de estos países. Además servirá para realizar un estudio comparativo de los siguientes parámetros:

- La repercusión de los materiales que componen la fábrica estructural.
- Los rendimientos asociados a cada una de las partidas.
- La interacción entre el coste de la mano de obra y de los materiales.

A continuación se realiza la propuesta del precio unitario para 1 m<sup>2</sup> de fábrica armada en Perú y México. Como se ha comentado anteriormente, la moneda oficial de Perú es el sol peruano (S/) y en México el peso mexicano (\$). La propuesta del precio unitario se realizará en la moneda correspondiente del país y en euros, aplicando el cambio de moneda establecido por el Banco Central Europeo para diciembre de 2012.

Tabla 19. Valores referenciales de enero 2014 para el cambio de moneda nacional a euros. Fuente: Banco Central Europeo

País	Valores Diciembre 2012
Perú (sol peruano)	1 euro = 3,3676
México (pesos mexicanos)	1 euro =17,1845

## 4.2. PROPUESTA DE PRECIO UNITARIO: PERÚ

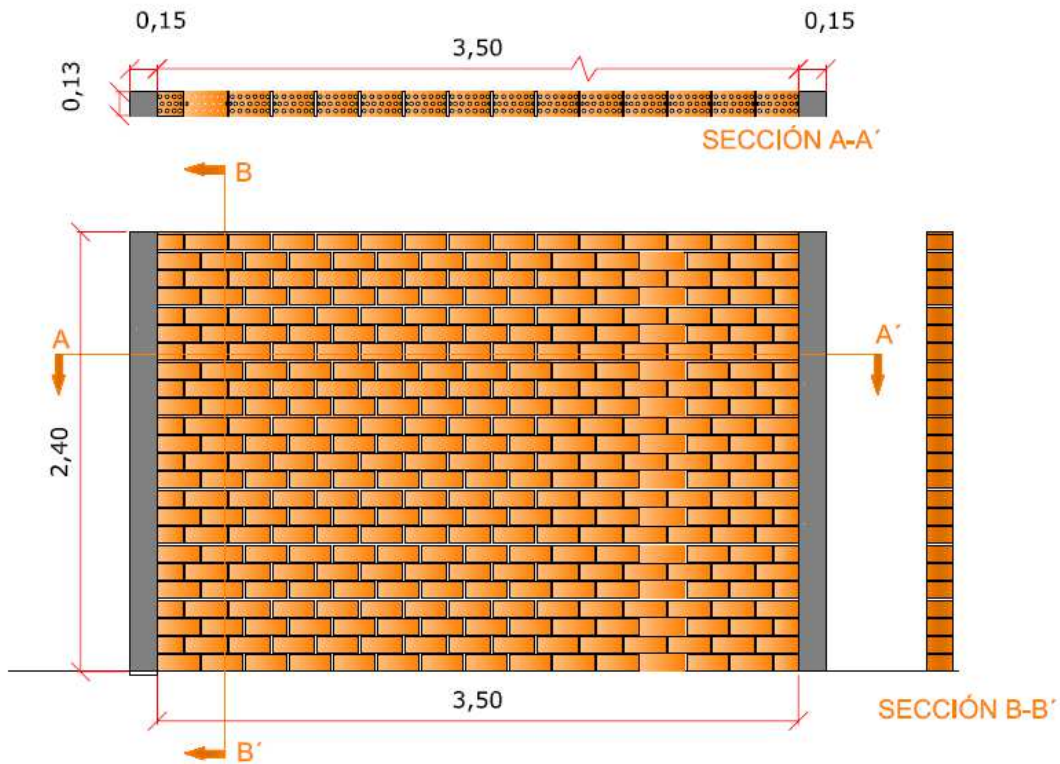
Según la información analizada en las base de precios de la Cámara Peruana de la Construcción, se constata que la tipología de fábrica más utilizada en Perú es la fábrica confinada, realizada con el ladrillo tipo King Kong. Teniendo en cuenta la normativa de aplicación y los criterios mínimos para la ejecución de la fábrica fijados por el Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (anexo 2), se establece una hoja de muro tipo para la propuesta del precio unitario.

Los criterios para la realización de la fábrica se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 20. Criterios establecidos para la realización de una fábrica tipo en Perú. Fuente: elaboración propia

CRITERIO	REQUISITOS MÍNIMOS	TIPOLOGÍA PROPUESTA
Área máxima paño (m <sup>2</sup> )	12 m <sup>2</sup>	8.4 m <sup>2</sup>
Distancia entre pilares (m)	3,50 (e:13 cm)	3,50 (e:13 cm)
Dimensiones pilares (cm)	13x15	13x15
Armadura	4 varillas de acero 3/8'	4 varillas de acero 3/8'
Resistencia mínima del hormigón (Kg/cm <sup>2</sup> )	175	175

Figura 13. Alzado y sección de una fábrica tipo (Perú). Fuente: elaboración propia



En primer lugar se realiza el cuadro de mediciones, en el cuál se contabilizan el total de hormigón, acero, muro y encofrado que componen la fábrica tipo.

Figura 14. Cuadro de mediciones para la determinación de precio de una fábrica tipo (Perú). Fuente: elaboración propia

CONCEPTO	UD	A	B	C	CANTIDAD
CONCRETO	m <sup>2</sup>	0,13	0,15	2,4	0,047
		0,13	0,15	2,4	0,047
					<b>0,094</b>
ACERO	kg	4	2,6	0,56	5,824
		4	2,6	0,56	5,824
					<b>11,648</b>
MURO	m <sup>2</sup>	3,5	2,4		8,4



					<b>8,400</b>
<b>ENCOFRADO</b>	m <sup>2</sup>	2	0,15	2,4	0,720
		2	0,15	2,4	0,720
					<b>1,440</b>

Nota: Para obtener los kilogramos de acero se multiplican los metros lineales de acero por 0,56 (kg/ml de la barra de acero de 3/8").

Una vez obtenidas las cantidades de cada partida se procede al análisis de los precios de cada una de las partidas que intervienen en el precio final:

Tabla 21. Precios de hormigón, acero, fábrica y encofrado. Fuente: (Cámara peruana de la construcción, 2013)

	Concreto (fc:175 kg/cm <sup>2</sup> )	Habilitado y colocación de armadura (250kg/día)	Muro de ladrillo King Kong (13 cm)	Encofrado
<b>UD</b>	m <sup>2</sup>	kg	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
<b>MANO DE OBRA</b>	177,67	1,28	19,37	33,25
<b>MATERIALES</b>	193,84	3,24	41,90	21,50
<b>EQUIPOS</b>	32,68	0,55	0,58	0,99
<b>TOTAL</b>	<b>404,19</b>	<b>5,07</b>	<b>61,85</b>	<b>55,74</b>

Una vez obtenidas las mediciones y el precio por partida se propone un precio unitario por m<sup>2</sup> de fábrica confinada en Perú.

Tabla 22. Precio unitario de fábrica estructural (Perú). Fuente: elaboración propia a partir de los datos de (Cámara peruana de la construcción, 2013)

ud	DESCOMPOSICIÓN	RENDIMIENTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARTIDA (.S)	PRECIO PARTIDA (€)
m <sup>2</sup>	Concreto fc: 175 kg/cm <sup>2</sup>	0,09	404,19	37,99	11,28
kg	Habilitación y colocación de la armadura	11,65	5,07	59,06	17,54
m <sup>2</sup>	Muro de King Kong (e: 13 cm)	8,40	61,85	519,54	154,28
m <sup>2</sup>	Encofrado y desencofrado	1,44	55,74	80,27	23,83
			<b>Total:</b>	<b>696,85</b>	<b>206,93</b>
			<b>Total (m2)</b>	<b>82,96</b>	<b>24,63</b>

#### 4.4. PROPUESTA DE PRECIO UNITARIO: MÉXICO

En el caso de México el IMIC nos facilita directamente el precio de m<sup>2</sup> de fábrica, teniendo en cuenta el acero y hormigón que repercute en la misma. Por ello no es necesario establecer previamente un ejemplo de fábrica tipo. El precio descompuesto de la fábrica está formado por:

- Materiales: alambre, agua, varilla y ladrillo
- Mano de obra
- Básicos: mortero, concreto y andamios.

Nota: se considera despreciable el precio del alambre y el agua. Además no se computa el precio del andamio en la propuesta.

Tabla 23. Precio de los elementos que conforman la fábrica estructural (México). Fuente: (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013)

	CONCRETO (FC:150 Kg/cm <sup>2</sup> )	ARMADURA 3/8'	MURO DE LADRILLO VINTEX (12 cm)	ENCOFRADO
UD	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
			12,38 (mortero)	
			157,08 (ladrillo)	
<b>TOTAL</b>	<b>1.628,98</b>	<b>12,8</b>	<b>169,46</b>	<b>—</b>

Por tanto, el precio unitario por m<sup>2</sup> de fábrica armada es el siguiente:

Tabla 24. Precio unitario de fábrica estructural (México). Fuente: (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013)

UD	DESCOMPOSICIÓN	RENDIMIENTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARTIDA (\$)	PRECIO PARTIDA (€)
m <sup>3</sup>	Concreto fc: 150 kg/cm <sup>2</sup>	0,01	1628,98	18,82	1,10
kg	Armadura	0,76	12,80	9,74	0,57
m <sup>2</sup>	Muro de ladrillo VINTEX (e: 12 cm)	1,00	169,46	169,46	9,86
jor	Mano de obra	0,09	750,76	69,52	4,05
			<b>Total:</b>	<b>267,54</b>	<b>15,57</b>

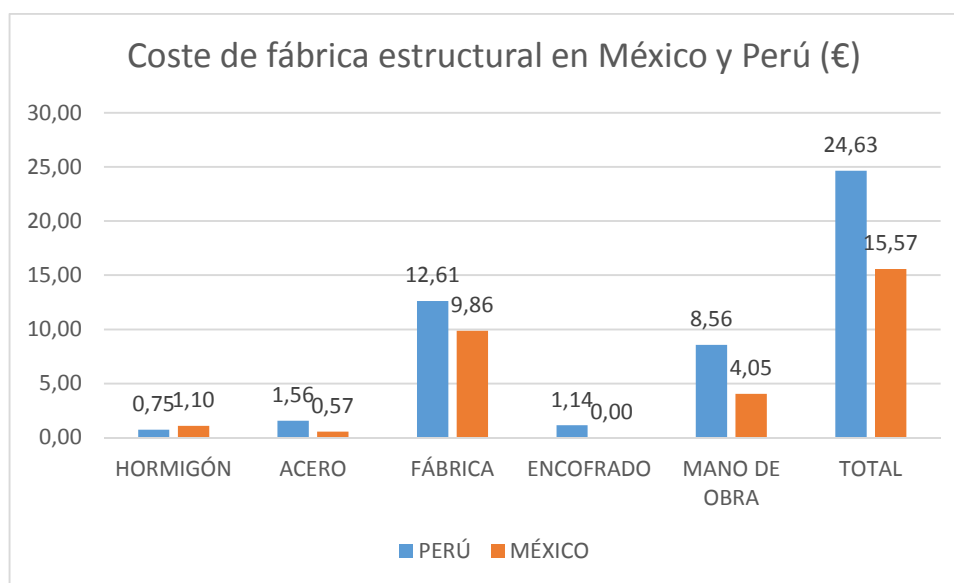
## 4.5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

### *Repercusión de los materiales*

Es indispensable tener en cuenta que los precios unitarios obtenidos son en base a la moneda del país, a una referencia de precios dada por una base de precios nacional y a un momento determinado del tiempo. Por ello, se trata de valores orientativos.

A continuación se expone un gráfico de barras, en el cual, se contempla el coste de cada uno de los materiales que componen la fábrica estructural (hormigón, acero, fábrica y encofrado) y la mano de obra.

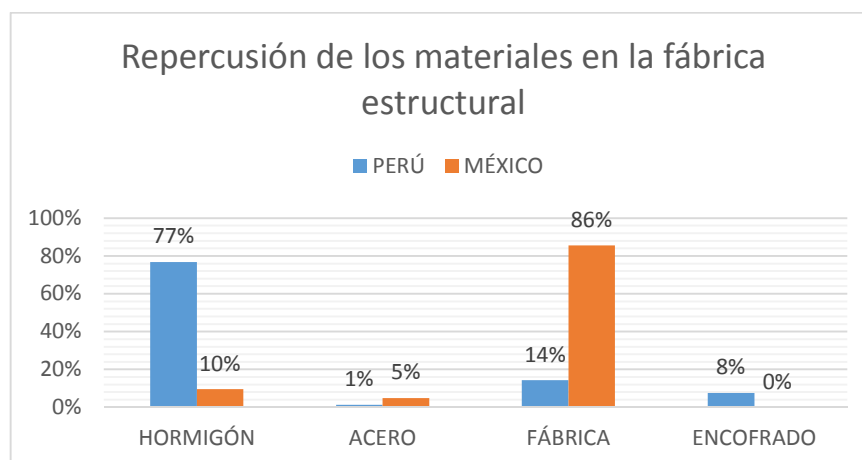
Figura 15. Coste de fábrica estructural en México y Perú. Fuente: elaboración propia



Se aprecia que el coste total de la fábrica es mayor en Perú que en México y por consiguiente el coste de cada uno de los materiales que la componen, excepto el hormigón. Además el precio de la mano de obra es mayor, aproximadamente el doble de repercusión económica que en México. Cabe destacar que el encofrado en México tiene coste cero, puesto que las piezas de fábrica conforman el encofrado perdido.

Se considera interesante analizar los resultados de forma porcentual, es decir, el porcentaje de participación de cada uno de los materiales en el precio final. A continuación se adjunta un gráfico comparativo:

Figura 16. Repercusión de los materiales en la fábrica estructural. Fuente: elaboración propia

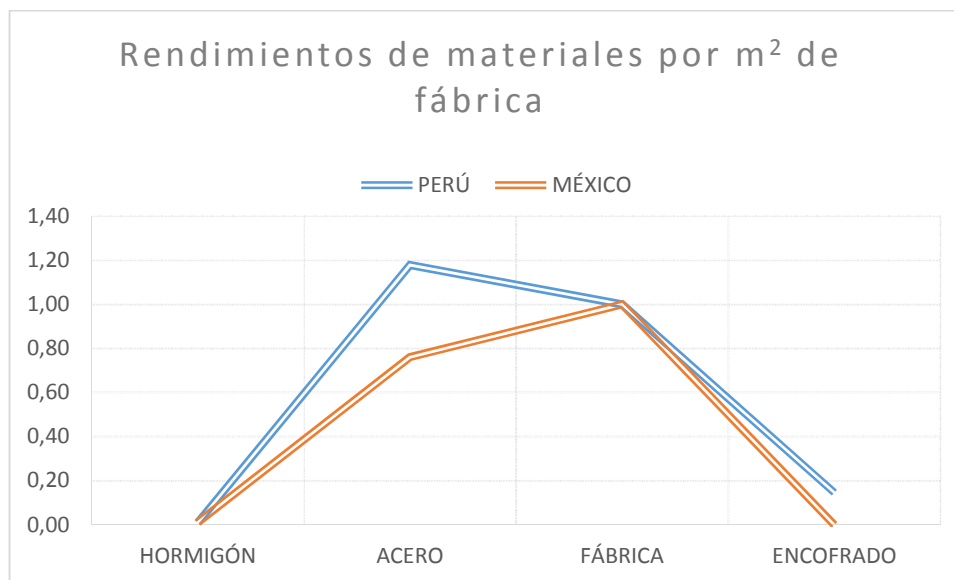


Se observan grandes diferencias principalmente en la repercusión de la fábrica y del hormigón. Esta repercusión es inversamente proporcional entre ambas partidas en los dos países analizados.

En **Perú**, el coste de la fábrica recae principalmente en el hormigón (77 %), seguido del mortero y ladrillo (14%) y el encofrado (8%). La repercusión porcentual del acero es mínima, tan solo un 1% del precio total.

En el caso de **México** los materiales que componen la fábrica abarcan la mayor parte del precio total, se trata de un porcentaje del orden del 86%, mientras que la repercusión de hormigón y acero es muy inferior (10 y 5% respectivamente). El porcentaje de repercusión del encofrado es inexistente, puesto que se trata de piezas que actúan como encofrado perdido, por lo que este precio estaría incluido en el de la pieza cerámica en la cual se vierte el hormigón.

Estas discrepancias entre la repercusión de los materiales en el coste total, dependen tanto del precio como del rendimiento. A continuación se expone un gráfico, en el cuál se analiza las diferencias de rendimientos de los materiales.

Figura 17. Rendimientos de materiales por m<sup>2</sup> de fábrica. Fuente: elaboración propia

En cuanto al **hormigón**, se establece el mismo rendimiento para ambos países. Existen diferencias en cuando a la sección de los pilares: en la fábrica confinada, los pilares o elementos de confinamiento tienen mayores dimensiones (aproximadamente 15 cm x el espesor de la fábrica), en la fábrica armada depende de las dimensiones de los huecos de la pieza. No obstante, el rendimiento se compensa con la distancia mínima que condiciona la ejecución de los pilares: en la fábrica confinada la distancia es del orden de los 3 metros, dependiendo del espesor del muro y de la sección de los pilares de confinamiento; y en la fábrica armada se realizan cada 90 cm aproximadamente.

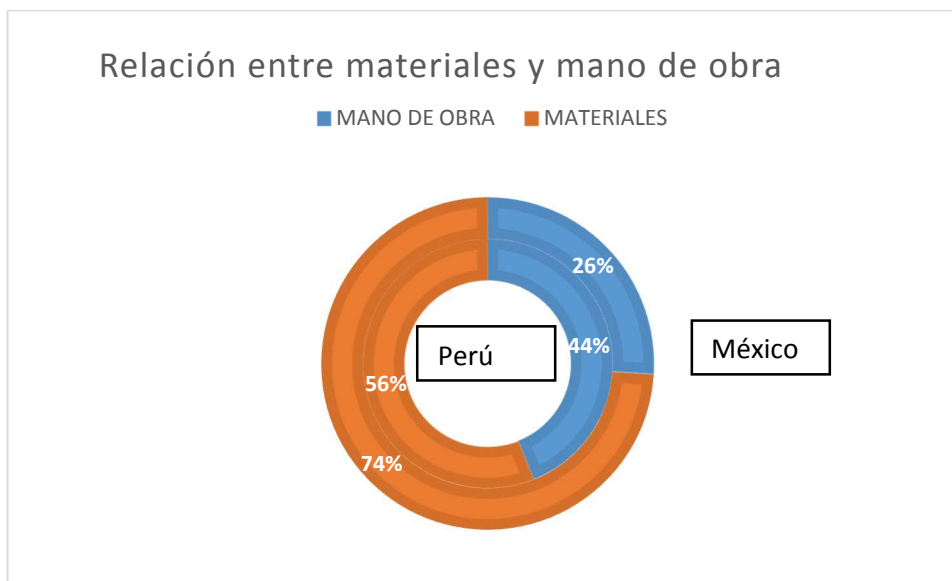
Con respecto al **acero**, se ha utilizado la misma tipología de barra de acero (varilla de 3/8"). Sin embargo la cantidad de kilogramos de acero que se utiliza para el refuerzo de la fábrica es mayor en Perú que en México. Como se ha comentado anteriormente la fábrica armada se refuerza a distancias menores que la confinada, pero sin embargo este refuerzo es mínimo. El mayor refuerzo se realiza en intersecciones de fábricas, tal y como se realiza en la fábrica confinada.

Se ha tomado como rendimiento de la **fábrica** la unidad, puesto que para el estudio objeto de este proyecto no se hace necesario aumentar este rendimiento en concepto de mermas, roturas o desperdicios.

### Repercusión de la mano de obra

Para concluir el análisis de precios de fábrica estructural, se considera relevante la reflexión acerca de la relación en el coste total entre los materiales y la mano de obra. En el gráfico siguiente se observa dicha relación:

Figura 18. Relación porcentual entre materiales y mano de obra. Fuente: elaboración propia



Se constata que la repercusión de la mano de obra es menor en México que en Perú. En el primero la repercusión es un 26 %, mientras que en el segundo se trata de la mitad del coste aproximadamente (44 %).

El coste de la mano de obra, ligado a su rendimiento, los medios de trabajo etc. es una de las principales dificultades para la determinación o estimación de un precio. Sin embargo, es posible relacionar estas diferencias en este caso con la facilidad de ejecución que presenta la fábrica armada interiormente respecto a la fábrica confinada.

## 5. CONCLUSIONES

---

A lo largo del presente proyecto se ha llevado a cabo un análisis comparativo de la fábrica estructural en los países seleccionados, México y Perú; y por ende su comparativa con España. Para llevar a cabo un análisis completo se han seleccionado **tres ámbitos de gran importancia** en el estudio de sistemas constructivos de otro país, la terminología asociada a los materiales y sistemas constructivos, la normativa de regulación de los mismos y el estudio económico.

Se ha de tener en cuenta que se trata de un primer estudio que no agota el argumento sino que podría tomarse como punto de partida para la realización de un análisis más amplio

de los países analizados, o bien extender el estudio a distintos países de Hispanoamérica y Europa.

Una vez cumplidos los objetivos marcados en la realización del presente trabajo y tras realizar un análisis de los resultados obtenidos, se ha considerado necesario reflexionar sobre los datos más interesantes, siguiendo la estructura de los objetivos marcados: identificar los cambios de terminología que se producen en comparación a los términos de construcción españoles, analizar la normativa que regula la fábrica estructural, realizar un estudio de precios unitarios de la ejecución de la misma.

### *Identificar los cambios de terminología*

La identificación de los cambios de terminología que se producen en el ámbito de la construcción es un paso previo **indispensable** para la comprensión de normativas, manuales de ejecución, pliegos de condiciones o especificaciones técnicas en los países estudiados. De la misma forma es necesario conocer esta terminología para el desarrollo de la actividad profesional en cualquiera de estos países.

Aparecen términos **comunes** en algunos materiales (encofrado, barras de acero), en el resto de materiales empleados en la fabricación del hormigón (cemento, aditivos, etc.) y en la denominación de las tipologías de piezas. Además se presentan términos **de fácil interpretación**, como es el caso de las tipologías de hormigón (concreto simple, concreto armado o reforzado, concreto premezclado, concreto preparado o hecho en obra, etc.).

El mayor número de términos comunes se presenta en México, asociado a los materiales de construcción. No obstante, existen **cambios significativos** asociados a México, en la identificación de materiales de construcción (encofrado y ladrillo cerámico) y elementos constructivos (pilar y viga). Sin embargo, en Perú se presenta la mayor cantidad de términos comprensibles.

En cuanto a **la facilidad de interpretación de las definiciones**, es destacable que en la normativa de Perú (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2006), una vez especificado el alcance de la norma y los requisitos generales de la misma, se procede a la definición de la terminología asociada a la fábrica estructural con el fin de optimizar la comprensión de la misma.



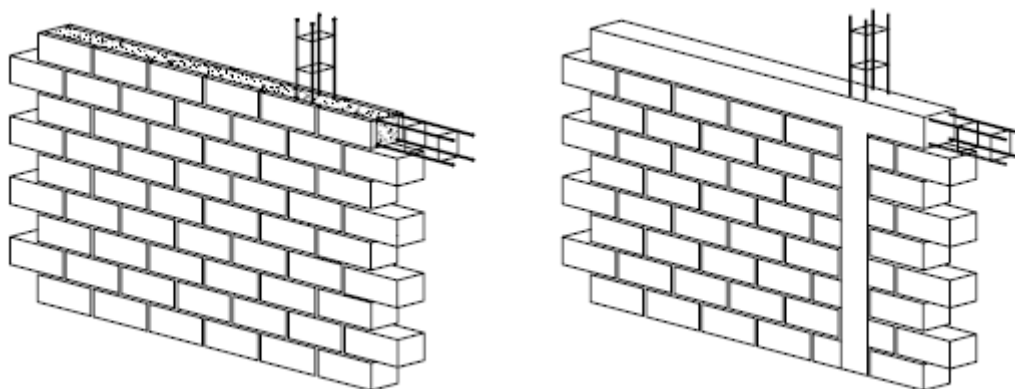
Sin embargo en el caso de México (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2004), una vez especificadas las consideraciones generales y el alcance de la normativa se procede al desarrollo de las especificaciones necesarias para los materiales que forman parte de la fábrica. Para la obtención de las definiciones asociadas a los materiales, es necesario recurrir a las normas mexicanas (en adelante NMX) o las normas Oficiales Mexicanas (NOM).

### *Analizar la normativa que regula la fábrica estructural*

Las tres normativas analizadas siguen una estructura muy similar en cuanto al orden de exposición de la información que contienen. Se trata de un orden lógico, en el cuál se presenta en primer lugar un apartado de alcance de la normativa y definiciones de vocablos y símbolos para una comprensión de la misma. Posteriormente se presentan aquellos requisitos o limitaciones relacionados con los materiales que componen la fábrica. Por último se establecen los requisitos de ejecución.

En cuanto a las **condiciones de ejecución** en la norma de Perú y México se establecen condiciones generales de ejecución y posteriormente se indican condiciones particulares asociadas a la fábrica confinada y a la fábrica armada. En el caso de la norma española se especifica solamente el apartado de fábrica confinada, puesto que la fábrica armada se considera una tipología de fábrica confinada.

Figura 19. Fábrica confinada entre vigas y pilares de fábrica armada (izquierda) y fábrica confinada entre vigas y pilares de hormigón armado (derecha). Fuente: (Codigo Técnico, 2009, pág. 45)



En relación a las **características de los materiales** que conforman la fábrica estructural, se constata que la norma **más restrictiva** es la norma de **México**, puesto que exige mayores limitaciones para todos los materiales que conforman la fábrica; seguida de España y Perú.

Los parámetros incluidos en las normativas son una combinación de criterios teóricos que se ven modificados por la práctica constructiva y la extracción de lecciones aprendidas. Es destacable que México es el país que se encuentra más desarrollado a nivel de fábrica estructural entre los países analizados. Las especificaciones técnicas de los materiales se encuentran muy presentes en los presupuestos oficiales y en las condiciones de ejecución establecidas por diversos organismos. De la misma forma los fabricantes de materiales, mantienen esta regulación asociando a sus productos las fichas técnicas correspondientes en cumplimiento de la normativa aplicable.

La normativa que incluye las condiciones más restrictivas en relación a las **condiciones de ejecución** y puntos singulares de la fábrica estructural, es el **Código Técnico de la Edificación**, seguido de la Norma Técnica Complementaria para el diseño y construcción de estructuras de mampostería.

Este aspecto de la normativa es más difícil de analizar puesto que no se trata de características técnicas atribuibles a un material, sino de condiciones establecidas para la sección de elementos de refuerzo, distancia entre los mismos, etc. Estas condiciones se pueden limitar atendiendo a un parámetro fijo (Ejemplo: una distancia medida en mm) o a un parámetro variable (Ejemplo: la dimensión de la fábrica). Por ende, sin el conocimiento de dichos valores variables es más difícil determinar la normativa más restrictiva. No obstante, atendiendo a los valores comparables, la norma mexicana es más restrictiva que la norma de Perú.

Se concluye que la normativa más **restrictiva** es la **normativa mexicana**, tal y como se había estudiado en anteriores publicaciones relacionadas con esta temática y recogidas en el apartado del estado del arte.

### *Estudio de rendimientos y precios*

El estudio económico incluido en el presente proyecto parte de la base de la dificultad que supone la determinación de precios, condicionada por el coste de producción del producto, la demanda de mercado y la competencia que existe en el sector de la construcción.

Por ello, el objetivo de este apartado no es determinar un precio concreto, sino **analizar y reflexionar** sobre la interacción de los precios y rendimientos.

En primer lugar, tras realizar un análisis de las principales bases de precios nacionales, se determina **la tipología de fábrica más utilizada** en el país y la unidad o pieza que más común, pues son estos precios los que incluyen las bases de precios. En esta línea la tipología más utilizada en Perú es la fábrica confinada con ladrillo tipo King Kong y la más utilizada en México es la fábrica armada con refuerzo en el interior de los huecos del ladrillo.

Además se considera interesante destacar que en el caso de la fábrica de Perú ha sido necesario establecer un ejemplo de fábrica con unas dimensiones determinadas para obtener el precio total de la fábrica: muro de ladrillo, pilares o columnas de confinamiento y encofrado. Sin embargo, en el caso de México, la base de precios nacional contiene un precio unitario por m<sup>2</sup> de fábrica en el cual se incluyen todos los materiales que componen la misma.

En el análisis de los resultados se observan grandes discrepancias en la repercusión de los materiales (hormigón, acero, fábrica y encofrado). Estas **diferencias** se presentan principalmente en la **fábrica y el hormigón** y se obtienen valores inversamente proporcionales en México y Perú.

La mayor parte del coste de la fábrica recae en el hormigón, en el caso de Perú, mientras que en el caso de México el mayor valor porcentual es el de la fábrica (mortero y ladrillo). Estas diferencias pueden ser debidas al precio del material o al rendimiento de los materiales. Tras el análisis pormenorizado de los rendimientos se llega a la conclusión de que en este caso las discrepancias son directamente atribuibles al precio de los materiales, puesto que se establece un rendimiento muy similar para el hormigón y la fábrica.

En cuanto al acero, representa un porcentaje mínimo en la repercusión total de la fábrica. Sin embargo, es destacable que la cuantía de acero utilizada para un metro cuadrado de fábrica estructural es mayor en México que en Perú.

Relacionado con el sistema constructivo y la facilidad de ejecución se encuentra el coste del encofrado, que es nulo en el caso de México. Además repercute en un menor coste de mano de obra para la ejecución de la fábrica armada que para la realización de la fábrica confinada.

En definitiva, se considera menor el coste de la fábrica en México que en Perú, existe un menor coste de todos los materiales que componen la fábrica, un menor rendimiento del acero y una menor repercusión de mano de obra.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

---

### 6.1. TRABAJOS CITADOS

Asociación Guatemalteca de Ingeniería estructural y sísmica. (31 de 01 de 2011). Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala. Guatemala: S.E.

Cogido Técnico. (2009). Documento Básico SE-F Seguridad estructural: Fábrica. España: S.E.

Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos. (2003). *Código Sísmico de Costa Rica*. Cartago:

Comité ejecutivo del Código Ecuatoriano de la Construcción. (15 de 07 de 1996). NEC-10 Parte 5 Mampostería estructural. Quito, Ecuador: S.E.

- Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano. (05 de 03 de 2007). Reglamento Nacional de Construcción RNC-07. Managua, Nicaragua: S.E.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (06 de 10 de 2004). Norma técnica Complementaria para el diseño y construcción de estructuras de concreto. Distrito Federal, México: S.E.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (06 de 10 de 2004). Norma técnica Complementaria para el diseño y construcción de estructuras de mampostería. Distrito Federal, México: S.E.
- Grupo Resnova. (26 de 04 de 2014). *Novaceramix*. Obtenido de <http://www.novaceramic.com.mx/empresa.php>
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (S.F). *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.* Obtenido de <http://www.imcyc.com/cyt/diciembre04/CONCEPTOS.pdf>
- Instituto Nacional de Normalización. (20 de 10 de 2003). Albañilería confinada. Requisitos de diseño y cálculo. Santiago de Chile, Chile: S.E.
- Instituto Nacional de Normalización. (20 de 10 de 2003). Albañilería confinada. Requisitos de diseño y cálculo. Santiago de Chile, Chile: S.E.
- Minera Luren. (S.F). Obtenido de [http://www.mineraluren.com/Productos\\_Materiales.html](http://www.mineraluren.com/Productos_Materiales.html)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial. (Enero de 2010). *Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente*. Bogotá, Colombia: S.E.
- Ministerio de Fomento. (S.F). *Ministerio de Fomento*. Recuperado el 12 de 04 de 2013, de [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/CPNS/NORMATIVA/default.htm?lang=es](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CPNS/NORMATIVA/default.htm?lang=es)
- Ministerio de Obras Públicas y Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectur. (22 de 11 de 2004). Reglamento para el diseño estructural en la República de Panamá. Panamá, República de Panamá.
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios Secretaría de Obras públicas. (07 de 2007). Reglamento CIRSOC 501-E. Buenos Aires, Argentina: INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Minke, G., Loayza de Fischer, R., & Fischer, A. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Alemania.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C. (04 de 12 de 2014). Norma Mexicana NMX-C-441-ONNCCE-2013. Distrito Federal, México: S.E.
- Ramos, Á. S. (S.F). *Textos pucp*. Recuperado el 11 de 05 de 2014, de <http://textos.pucp.edu.pe/pdf/763.pdf>
- San Bartolomé Ramos, Á., & Quiun Wong, D. (2010). *Diseño sísmico de edificaciones de Albañilería Confinada*. Lima: S.E.

- San Bartolomé Ramos, Á., Zavala Toledo, C., Vargas Rodríguez, L., Chaparro Méndez, A., Quiun Wong, D., Villaseca Carrasco, N., . . . Torrealva Dávila, D. (2008). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería*. S.E.
- San Bartolomé, Á. (Febreo de 2008). Manual de construcción, estructuración y predimensionamiento en albañilería armada hecha con bloques de concreto. Lima, Perú: S.E.
- Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones. (2007). Reglamento para Diseño y Construcción de Edificios en Mampostería Estructural. Santo Domingo, República Dominicana: S.E.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (07 de 2009). Norma Técnica E.060 Concreto Armado. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú.
- Servicion Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción . (08 de 05 de 2006). Norma técnica E.070 Albañilería. Lima, Perú: S.E.
- Universidad politécnica de Valencia. (S.F). *Procedimientos de construcción*. Obtenido de <http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/2013/12/20/que-es-un-pozo-de-cimentacion/#more-322>
- Vega Catalán, L., Frías López, E., Gallego Guinea, V., Gavira Galocha, M., Jiménez González, D., Linares Alemparte, M., . . . Villagrá Fernández, C. (2008). *Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación*. Madrid: Hispalyt Asociación española de fabricantes de ladrillos y tejas de arcilla cocida.

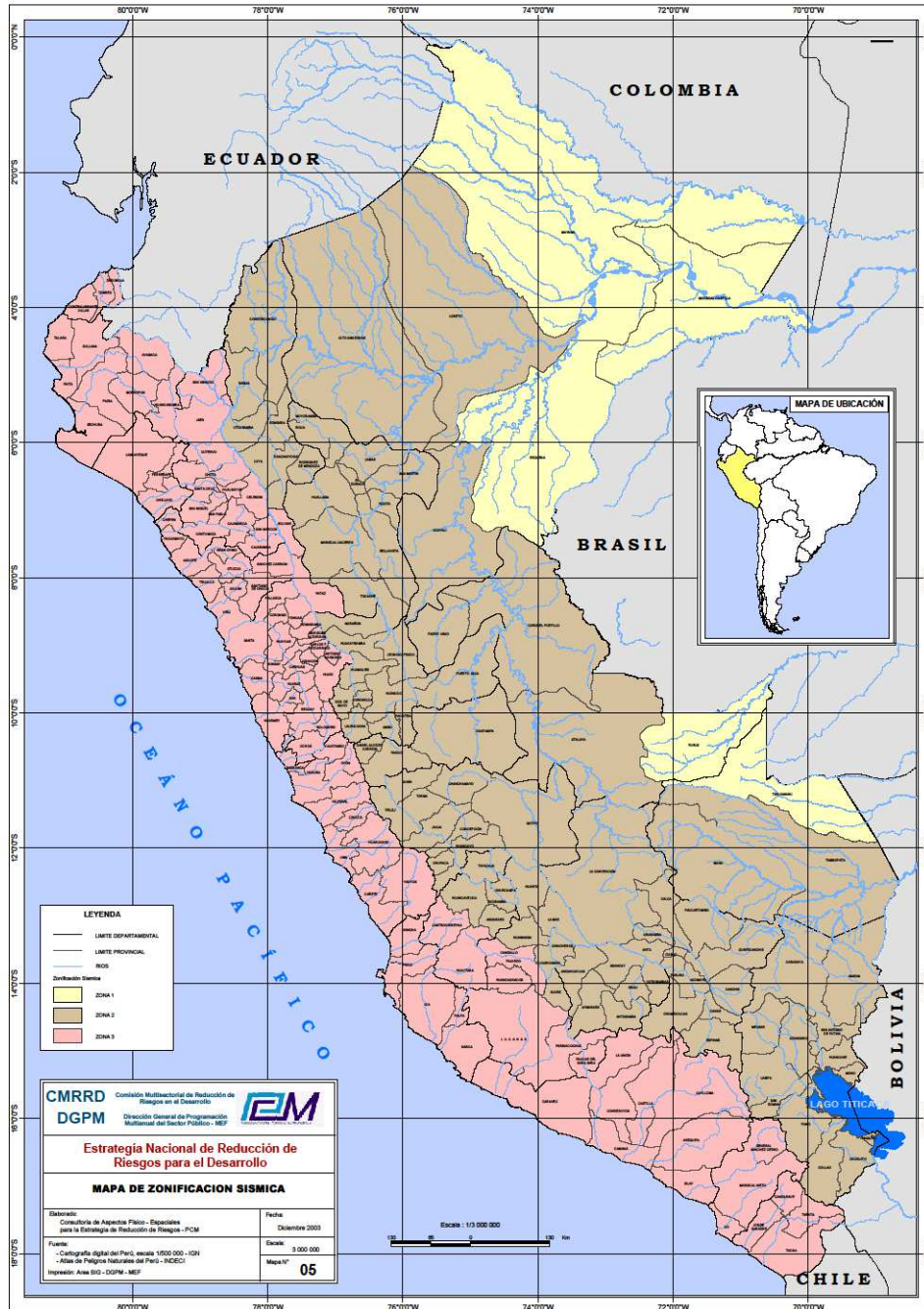




## 7. ANEXOS

---

## 7.1. ANEXO 1: MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA (PERÚ)



## 7.2. ANEXO 2: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS (PERÚ)



### REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA VIVIENDAS MAS SEGURAS



**1.**  
**CALIDAD  
DE LOS  
MATERIALES**

**2.**  
**DIMENSION  
DE LOS  
ELEMENTOS  
ESTRUCTURALES**

**3.**  
**CONEXION  
DE LOS  
ELEMENTOS  
ESTRUCTURALES**

### 2.2 SECCIONES DE CONCRETO REFORZADO DE LOS COMPONENTES

**a)** El ancho del sobrecimiento reforzado será igual a 13 cm ó 24 cm de acuerdo al ancho del muro y la altura máxima será de 50 cm. El sobrecimiento estará reforzado con cuatro (4) varillas de acero de 3/8" de diámetro, con espesor de 1/4" de diámetro e intervalos de 20 cm. Si el suelo tiene una composición preponderantemente arcillosa y/o arenosa, el sobrecimiento deberá ser de concreto reforzado.



**b)** El área máxima de los muros confinados entre el sobrecimiento reforzado, columnas de confinamiento y la viga solera será de 12.0 m<sup>2</sup>. La altura máxima del muro será de 2.4 m.



**c)** La columna de confinamiento tendrá una sección mínima de 13 cm de ancho por 15 cm de alto y cuatro (4) varillas de acero de 3/8" de diámetro con estirios de 1/4" de diámetro colocados a partir del encuentro con el sobrecimiento reforzado hacia arriba y del encuentro con la viga solera hacia abajo e intervalos de uno (1) cada 5 cm, cuatro (4) a cada 10 cm y el resto a 25 cm. Adicionalmente, se deben colocar dos (2) estirios en la columna a intervalos de 10 cm en la zona de la unión viga solera-columna, también se deben colocar dos (2) estirios cada 15 cm en la zona de unión de la columna con el sobrecimiento.



**d)** La dimensión mínima de la viga solera será de 13 cm de ancho por 20 cm de alto (misma espesor que la losa). Cuatro (4) varillas de acero de 3/8" de diámetro con estirios de 1/4" de diámetro son colocados a partir del encuentro con la columna de confinamiento a intervalos de: 1 cada 5 cm, 4 a cada 10 cm y el resto a 25 cm. De la misma manera, se colocarán los estirios a partir del encuentro de la viga solera con la otra columna de confinamiento.



**e) RECUBRIMIENTOS**  
El recubrimiento mínimo del concreto en los elementos estructurales será de 2 cm cuando sean muros tarrajeados y de 3 cm para muros sin tarrajar. Para el caso de la orientación al requerimiento será de 7.5 cm.



### 2.3 DISTANCIA MAXIMA ENTRE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

La distancia máxima entre columnas de confinamiento será de 5.0 m en el caso de tener muros de 24 cm de espesor. Esta distancia será de 3.5 m si el muro es de 13 cm de espesor.



**PARA MUROS DE  
24 cm DE ESPESOR**



**PARA MUROS DE  
13 cm DE ESPESOR**

## 7.3. ANEXO 3: BASE DE PRECIOS NACIONAL (PERÚ)

Análisis comparativo del sistema constructivo de fábrica estructural en  
México y Perú

PRECIOS UNITARIOS DIRECTOS  
EDIFICACIONES Y HABILITACIONES URBANAS  
Vigente al 30 de Junio de 2013

DESCRIPCION	UND.	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	SUBCONT.
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
CERCO DE MADERA, H=2.00M.	ml	390.15	357.18	32.56	0.37	
CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 4.80 x 3.60M.	und	1,717.94	558.56	1,142.62	16.76	
OFICINA, ALMACEN, CASETA DE GUARDIANA	m2	156.10	122.28	26.41	7.41	
<b>LIMPIEZA DE TERRENO</b>						
LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2	2.96	2.82		0.14	
LIMPIEZA DE TERRENO, CON MAQUINARIA	m2	2.47	0.36		2.11	
<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>						
TRAZO Y REPLANTEO DE Ejes Y NIVELES	m2	1.91	1.04	0.61	0.26	
COLOCACION DE PLANTILLAS DE NIVEL	pto	10.19	8.64	0.15	1.40	
<b>DEMOLICIONES</b>						
<b>DEMOLICIONES DE ESTRUCTURA DE CONCRETO</b>						
DEMOLICION MANUAL DE CIMIENTOS	m3	400.41	381.34		19.07	
DEMOLICION MANUAL DE COLUMNAS	m3	480.48	457.60		22.88	
DEMOLICION DE ESTR. DE CONCRETO ARMADO CON MARTILLO NEUMAT.	m3	140.40	60.21		80.19	
DEMOLICION DE PISO DE CONCRETO, C MARTILLO NEUMAT	m2	17.38	10.31		7.07	
DEMOLICION DE CONCRETO SIMPLE MANUAL	m3	200.19	190.66		9.53	
PICADO DE CONCRETO PARA ANCLAJE COLUMNAS	m3	294.58	286.00		8.58	
<b>DEMOLICIONES DE ALBAÑILERIA</b>						
DEMOLICION DE MUROS DE LAD. KK - SOGA MANUAL	m2	9.83	9.54		0.29	
DEMOLICION DE MUROS DE LAD. KK - CABEZA MANUAL	m2	14.73	14.30		0.43	
DEMOLICION DE MUROS DE LAD. KK - CANTO MANUAL	m2	7.84	7.61		0.23	
DEMOLICION DE MUROS DE ABODE/QUINCHA	m2	5.89	5.72		0.17	
<b>DEMOLICIONES DE PISOS</b>						
DEMOLICION DE PISO DE LOSETA	m2	9.83	9.54		0.29	
DEMOLICION DE PISO DE MADERA	m2	5.89	5.72		0.17	
DEMOLICION DE PISO DE PARQUET	m2	3.00	2.86		0.14	
<b>DES-MONTAJES</b>						
DES-MONTAJE DE PUERTAS DE MADERA	m2	16.00	15.24		0.76	
DES-MONTAJE DE CALAMINAS	m2	4.17	4.05		0.12	
RETIRO DE APARATOS SANITARIOS	und	25.60	24.38		1.22	
DES-MONTAJE DE VENTANAS	m2	6.78	6.10		0.18	
DES-MONTAJE DE ARTEFACTOS DE ILUMINACION	und	19.95	19.37		0.58	
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>						
ELAB. IMPLEMENT. Y ADMINIS. DEL PLAN DE SEGUR. Y SALUD EN EL TRABAJO	glo	3,500.00				3,500.00
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	556.00		556		
EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glo	3,210.00	2,000.00	1,210		
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glo	1,200.00	400.00			800.00
CAPACITACIONES	glo	900.00	650.00	250		
RECURSOS PARA RSPT. ANTE EMERG. EN SEGUR. Y SALUD DURANTE EL TRAB.	glo	2,320.00	1,300.00	1020		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
<b>CORTE Y NIVELACION DE TERRENO</b>						
CORTE SUPERFICIAL MANUAL e=0.20M	m2	0.59	0.57		0.02	
CORTE SUPERFICIAL MANUAL e=0.40M	m2	1.17	1.14		0.03	
CORTE SUPERFICIAL CON EQUIPO e=0.20M	m2	1.59	0.22		1.37	
CORTE SUPERFICIAL CON EQUIPO e=0.40M	m2	3.18	0.44		2.74	
<b>EXCAVACIONES</b>						
EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.00M MATERIAL SUELTO	m3	29.46	28.60		0.86	
EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.40M MATERIAL SUELTO	m3	33.68	32.70		0.98	
EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.70M MATERIAL SUELTO	m3	39.28	38.14		1.14	
EXCAVACION MANUAL DE ZAPATAS H=1.00M MATERIAL SUELTO	m3	34.34	32.70		1.64	
EXCAVACION MANUAL DE ZAPATAS H=1.40M MATERIAL SUELTO	m3	40.05	38.14		1.91	
EXCAVACION MANUAL DE ZAPATAS H=1.70M MATERIAL SUELTO	m3	48.05	45.76		2.29	
EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON CARGADOR FRONTAL	m3	18.41	0.27		18.14	
EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON RETROEX.	m3	33.60	0.49		33.11	
EXCAVACION PARA CIMENTACION DE CALZADURAS CON RETROEX.	m3	6.73	1.18		5.55	
EXCAVACION DE ZANJAS H=1.00M ROCA FRACTURADA	m3	97.80	67.13		30.67	
EXCAVACION DE ZANJAS H=1.00M ROCA FIA	m3	117.37	80.56		36.81	
EXCAVACION DE ZAPATAS H=1.00M ROCA FRACTURADA	m3	110.57	74.09		36.48	
EXCAVACION DE ZAPATAS H=1.00M ROCA FIA	m3	130.12	87.16		42.96	
<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>						
RELLENO COMPACTADO, MAT. PROPIO PISON MANUAL	m3	25.76	19.06	1.08	5.62	
RELLENO COMPACTADO, MAT. PROPIO COMPACTADA, 4.0 HP	m3	31.99	19.28	1.08	11.63	

DESCRIPCION	UND.	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	SUBCONT.
RELLENO COMPACTADO, MAT. PROPIO COMPACTADA, 5.8 HP	m3	23.68	14.93	1.08	7.67	
RELLENO COMPACTADO, MAT. PROPIO COMPACTADA, 7.0 HP	m3	24.51	14.93	1.08	8.50	
NIVELACION, REFINE Y COMPACTACION PISON MANUAL	m2	4.63	3.71	0.45	0.47	
NIVELACION, REFINE Y COMPACTACION COMPACTADORA 5.8 HP	m2	4.43	2.07	0.45	1.91	
<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
ELIM. MATERIAL MANUAL, D=30M	m3	20.01	19.06		0.95	
ELIM. MAT. CARG. MANUAL/VOLQ. 4m3 D=5Km	m3	23.39	0.83		22.56	
ELIM. MAT. CARG. MANUAL/VOLQ. 6m3 D=5Km	m3	71.14	20.51		50.63	
ELIM. MAT. CARG. MANUAL/VOLQ. 6m3 D=10Km	m3	94.37	30.97		63.4	
ELIM. MAT. CARG. 135HP/VOLQ. 6m3 D=5Km	m3	22.13	0.62		21.51	
ELIM. MAT. CARG. 135HP/VOLQ. 6m3 D=10Km	m3	24.58	0.85		23.73	
<b>CONCRETO SIMPLE</b>						
<b>CALZADURAS</b>						
CONCRETO PARA CALZADURAS CICLOPEO 1.6+30%PG	m3	103.21	53.30	104.68	5.23	
CONCRETO PARA CALZADURAS CICLOPEO 1.8+30%PG	m3	161.22	53.30	103.43	4.49	
CONCRETO PARA CALZADURAS CICLOPEO 1.10+30%PG	m3	152.74	53.30	94.95	4.49	
ENCOFRADO PARA CALZADURAS NORMAL	m2	37.68	20.23	16.94	0.61	
<b>FALSA ZAPATA</b>						
CONCRETO PARA FALSA ZAPATA CICLOPEO 1.6+30%PG	m3	200.44	53.30	141.91	5.23	
<b>SOLIDADOS</b>						
CONCRETO PARA SOLADOS, e=0.10m C.H. 1:12	m2	33.68	16.78	12.54	4.36	
CONCRETO PARA SOLADOS, e=0.15m C.H. 1:12	m2	48.87	25.17	17.14	6.56	
CONCRETO PARA SOLADOS, e=2" C.H. 1:12	m2	19.66	13.32	4.76	1.58	
CONCRETO PARA SOLADOS, e=2" C.H. 1:10	m2	20.37	13.32	5.47	1.58	
<b>CIEMENTOS CORRIDOS</b>						
CONCRETO PARA CIEMENTOS CICLOPEO 1.6+30% PG	m3	171.32	52.73	113.38	5.21	
CONCRETO PARA CIEMENTOS CICLOPEO 1.8+30% PG	m3	160.70	52.73	102.76	5.21	
CONCRETO PARA CIEMENTOS CICLOPEO 1:10+30% PG	m3	153.47	52.73	95.53	5.21	
<b>SOBRECIMENTOS</b>						
CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO CICLOPEO 1.6+25% PM	m3	236.90	111.04	114.96	10.90	
CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO CICLOPEO 1.8+25% PM	m3	266.49	109.86	145.76	10.87	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO	m2	40.46	22.41	17.22	0.83	
<b>GRADAS Y RAMPAS</b>						
CONCRETO 1:10 (C:H) GRADAS Y RAMPAS	m3	196.74	88.83	100.44	7.47	
CONCRETO F'c = 140 Kg/cm2	m3	284.29	97.69	171.89	14.71	
CONCRETO F'c = 175 Kg/cm2	m3	305.01	97.69	192.61	14.71	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO / GRADAS Y RAMPAS	m2	55.68	42.44	11.12	2.12	
<b>FALSO PISO</b>						
CONCRETO PARA FALSO PISO e=3" MEZCLA 1:6 CH	m2	21.02	9.06	10.78	1.18	
CONCRETO PARA FALSO PISO e=3" MEZCLA 1:8 CH	m2	19.54	9.06	9.30	1.18	
CONCRETO PARA FALSO PISO e=4" MEZCLA 1:6 CH	m2	25.84	10.30	14.19	1.35	
CONCRETO PARA FALSO PISO e=4" MEZCLA 1:8 CH	m2	24.29	10.30	12.64	1.35	
<b>CONCRETO ARMADO</b>						
<b>HABILITACION Y COLOCACION DE ARMADURA</b>						
HABILITACION Y COLOCACION DE ARMADURA REND. 200Kg/dia	kg	5.07	1.28	3.24	0.55	
HABILITACION Y COLOCACION DE ARMADURA REND. 250Kg/dia	kg	4.79	1.01	3.24	0.54	
HABILITACION Y COLOCACION DE ARMADURA REND. 300Kg/dia	kg	4.63	0.86	3.24	0.53	
HABILITACION Y COLOCACION DE ARMADURA REND. 350Kg/dia	kg	4.50	0.73	3.24	0.53	
<b>CIEMENTOS REFORZADOS</b>						
CONCRETO PARA CIEMENTOS REFORZADOS F'c = 140 Kg/cm2	m3	238.39	58.61	170.97	8.81	
CONCRETO PARA CIEMENTOS REFORZADOS F'c = 175 Kg/cm2	m3	261.48	58.61	194.06	8.81	
CONCRETO PARA CIEMENTOS REFORZADOS F'c = 210 Kg/cm2	m3	270.95	58.61	203.53	8.81	
ENCOFRADO / DESENCOFRADO NORMAL, CIEMENTOS REFORZADO	m2	36.02	22.46	12.89	0.67	
<b>ZAPATAS</b>						
CONCRETO PARA ZAPATAS F'c = 140 Kg/cm2	m3	243.05	63.05	170.97	9.03	
CONCRETO PARA ZAPATAS F'c = 175 Kg/cm2	m3	264.88	63.05	194.06	7.77	
CONCRETO PARA ZAPATAS F'c = 210 Kg/cm2	m3	276.72	63.05	205.90	7.77	
CONCRETO PARA ZAPATAS F'c = 245 Kg/cm2	m3	305.58	63.05	234.76	7.77	
ENCOFRADO / DESENCOFRADO NORMAL, ZAPATA	m2	48.12	27.91	19.37	0.84	
<b>VIGAS DE CIMENTACION</b>						
CONCRETO PARA VIGAS DE CIMENTACION F'c = 140 Kg/cm2	m3	261.88	78.80	173.36	9.72	
CONCRETO PARA VIGAS DE CIMENTACION F'c = 175 Kg/cm2	m3	282.60	78.80	194.08	9.72	
CONCRETO PARA VIGAS DE CIMENTACION F'c = 210 Kg/cm2	m3	294.44	78.80	205.92	9.72	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL, VIGAS DE CIMENTACION	m2	47.42	34.36	12.03	1.03	

DESCRIPCION	UND.	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	SUBCONT.
<b>SOBRECIMENTOS REFORZADOS</b>						
CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS REFORZADOS Fc = 140 Kg/cm2	m3	310.43	120.92	173.61	15.90	
CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS REFORZADOS Fc = 175 Kg/cm2	m3	331.15	120.92	194.33	15.90	
CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS REFORZADOS Fc = 210 Kg/cm2	m3	342.99	120.92	206.17	15.90	
CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS REFORZADOS Fc = 245 Kg/cm2	m3	377.03	120.92	240.21	15.90	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL SOBRECIMIENTO REFORZADOS	m2	45.07	27.04	17.22	0.81	
<b>LOSA DE CIMENTACION</b>						
CONCRETO PARA LOSA DE CIMENTACION Fc = 140 Kg/cm2	m3	254.49	71.64	174.01	8.84	
CONCRETO PARA LOSA DE CIMENTACION Fc = 175 Kg/cm2	m3	275.21	71.64	194.73	8.84	
CONCRETO PARA LOSA DE CIMENTACION Fc = 210 Kg/cm2	m3	295.09	78.80	206.57	9.72	
ENCOFRADO / DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA DE CIMENTACION	m2	55.65	42.22	12.16	1.27	
<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>						
CONCRETO PARA MUROS DE CONTENCIÓN Fc = 175 Kg/cm2	m3	384.89	161.53	193.65	29.71	
CONCRETO PARA MUROS DE CONTENCIÓN Fc = 210 Kg/cm2	m3	396.85	161.51	205.63	29.71	
CONCRETO PARA MUROS DE CONTENCIÓN Fc = 245 Kg/cm2	m3	425.71	161.51	234.49	29.71	
CONCRETO PARA MUROS DE CONTENCIÓN Fc = 280 Kg/cm2	m3	453.11	161.53	261.87	29.71	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m2	45.84	27.47	17.54	0.83	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m2	50.66	31.69	18.02	0.95	
<b>MUROS Y TABIQUES DE CONCRETO</b>						
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES Fc = 175 Kg/cm2	m3	458.14	222.08	195.21	40.85	
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES Fc = 210 Kg/cm2	m3	469.98	222.08	207.05	40.85	
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES Fc = 245 Kg/cm2	m3	510.04	222.08	240.76	47.20	
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES Fc = 280 Kg/cm2	m3	532.24	222.08	262.96	47.20	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	56.79	33.25	22.55	0.99	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA MUROS Y TABIQUES	m2	57.96	37.75	19.08	1.13	
<b>COLUMNAS</b>						
CONCRETO Fc=175 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	404.19	177.67	193.84	32.68	
CONCRETO Fc=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	416.03	177.67	205.68	32.68	
CONCRETO Fc=245 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	450.07	177.67	239.72	32.68	
CONCRETO Fc=280 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	472.27	177.67	261.92	32.68	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA COLUMNAS	m2	55.74	33.25	21.50	0.99	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA COLUMNAS	m2	63.88	39.83	22.85	1.20	
<b>VIGAS</b>						
CONCRETO PARA VIGAS Fc= 175 kg/cm2	m3	305.67	88.82	197.70	19.15	
CONCRETO PARA VIGAS Fc= 210 kg/cm2	m3	317.51	88.82	209.54	19.15	
CONCRETO PARA VIGAS Fc= 245 kg/cm2	m3	351.55	88.82	243.58	19.15	
CONCRETO PARA VIGAS Fc= 280 kg/cm2	m3	373.75	88.82	265.78	19.15	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA VIGAS	m2	70.83	42.50	27.05	1.28	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA VIGAS	m2	80.83	55.41	23.76	1.66	
<b>LOSAS MACIZAS</b>						
CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS Fc= 175 kg/cm2	m3	305.67	88.82	197.70	19.15	
CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS Fc= 210 kg/cm2	m3	317.51	88.82	209.54	19.15	
CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS Fc= 245 kg/cm2	m3	351.55	88.82	243.58	19.15	
CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS Fc= 280 kg/cm2	m3	373.75	88.82	265.78	19.15	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA MACIZA	m2	49.05	28.17	20.03	0.85	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA LOSA MACIZA	m2	57.96	35.84	21.05	1.07	
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>						
CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA Fc= 175 kg/cm2	m3	294.13	80.81	197.70	15.62	
CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA Fc= 210 kg/cm2	m3	305.97	80.81	209.54	15.62	
CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA Fc= 245 kg/cm2	m3	340.01	80.81	243.58	15.62	
CONCRETO PARA LOSA ALIGERADA Fc= 280 kg/cm2	m3	362.21	80.81	265.78	15.62	
ACORLLO DE ARCILLA PARA LOSA ALIGERADA 12X30X30 cm	und	2.16	0.58	1.56	0.02	
ACORLLO DE ARCILLA PARA LOSA ALIGERADA 15X30X30 cm	und	2.34	0.66	1.66	0.02	
ACORLLO DE ARCILLA PARA LOSA ALIGERADA 20X30X30 cm	und	3.35	0.81	2.52	0.02	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA ALIGERADA	m2	54.73	29.02	24.83	0.87	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA LOSA ALIGERADA	m2	58.92	39.83	17.89	1.20	
<b>LOSAS ALIGERADAS SISTEMA PRETENSADO</b>						
VIGA DE BLOQ. CONC. 14X39X19 IMORTERO EMB. 1/4 TIPO BILL MEZ C/MAQ	m2	62.68	28.46	28.23	5.99	
VIGA DE BLOQ. CONC. 18X39X19 IMORTERO EMB. 1/5 TIPO BILL MEZ C/MAQ	m2	68.08	33.22	27.85	7.01	
VIGUETA PRETENSADA P/LOSA H= 17cm	m2	21.82	2.84	18.84	0.14	
VIGUETA PRETENSADA P/LOSA H= 20cm	m2	22.19	2.84	19.21	0.14	
VIGUETA PRETENSADA P/LOSA H= 25cm	m2	24.36	2.84	21.38	0.14	
VIGUETA PRETENSADA P/LOSA H= 30cm	m2	26.74	2.84	23.76	0.14	
BOMBILLA DE ARCILLA P/TECHO 12X40X25 cm	und	1.36	0.41	0.94	0.01	
BOMBILLA DE ARCILLA P/TECHO 15X40X25 cm	und	1.43	0.41	1.01	0.01	
BOMBILLA DE ARCILLA P/TECHO 20X40X25 cm	und	2.19	0.41	1.77	0.01	
BOMBILLA DE ARCILLA P/TECHO 25X40X25 cm	und	2.19	0.41	1.77	0.01	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGUETAS PRETENSADAS	m3	7.09	2.22	4.80	0.07	

DESCRIPCION	UND.	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	SUBCONT.
<b>ESCALERAS</b>						
CONCRETO PARA ESCALERAS Fc=175 kg/cm2	m3	407.48	177.67	197.13	32.68	
CONCRETO PARA ESCALERAS Fc=210 kg/cm2	m3	384.26	148.04	208.97	27.25	
CONCRETO PARA ESCALERAS Fc=245 kg/cm2	m3	453.36	177.67	243.01	32.68	
CONCRETO PARA ESCALERAS Fc=280 kg/cm2	m3	475.56	177.67	265.21	32.68	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESCALERAS	m2	73.61	44.81	27.45	1.35	
<b>CAJAS DE ASCENSOR Y DUCTO</b>						
CONCRETO PARA CAJAS DE ASCENSOR Y DUCTO Fc=175 kg/cm2	m3	467.85	222.08	197.88	47.89	
CONCRETO PARA CAJAS DE ASCENSOR Y DUCTO Fc=210 kg/cm2	m3	479.69	222.08	209.72	47.89	
CONCRETO PARA CAJAS DE ASCENSOR Y DUCTO Fc=245 kg/cm2	m3	513.73	222.08	243.76	47.89	
CONCRETO PARA CAJAS DE ASCENSOR Y DUCTO Fc=280 kg/cm2	m3	535.93	222.08	265.96	47.89	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CABA ASCENSOR/DUCTO	m2	61.07	41.04	18.81	1.23	
<b>CISTERNA</b>						
CONCRETO PARA CISTERNA SUBTERRANEA Fc=175 kg/cm2	m3	358.59	148.04	193.84	16.71	
CONCRETO PARA CISTERNA SUBTERRANEA Fc=210 kg/cm2	m3	403.39	177.67	205.68	20.04	
CONCRETO PARA CISTERNA SUBTERRANEA Fc=245 kg/cm2	m3	437.43	177.67	239.72	20.04	
CONCRETO PARA CISTERNA SUBTERRANEA Fc=280 kg/cm2	m3	459.63	177.67	261.92	20.04	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CISTERNA SUBTERRANEA	m2	47.48	28.55	18.06	0.86	
<b>TANQUES ELEVADOS</b>						
CONCRETO PARA TANQUE ELEVADO Fc=175 kg/cm2	m3	372.42	148.04	197.13	27.25	
CONCRETO PARA TANQUE ELEVADO Fc=210 kg/cm2	m3	384.26	148.04	208.97	27.25	
CONCRETO PARA TANQUE ELEVADO Fc=245 kg/cm2	m3	418.30	148.04	243.01	27.25	
CONCRETO PARA TANQUE ELEVADO Fc=280 kg/cm2	m3	440.50	148.04	265.21	27.25	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA TANQUE ELEVADO	m2	60.40	36.81	22.48	1.11	
<b>CONCRETO LIQUIDO P/MURO ALBAÑILERIA ARMADA</b>						
CONCRETO LIQ. PREMEZ. SLUMP 10" Fc=175 kg/cm2 ALB. ARMADA	m3	270.86	13.02	257.45	0.39	
CONCRETO LIQ. EMBOL. SLUMP 10" Fc=175 kg/cm2 ALB. ARMADA	m3	378.73	74.04	299.43	5.26	
<b>CONCRETO SIMPLE PREMEZCLADO</b>						
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=100 kg/cm2 - CIMENTO CORRIDO	m3	226.80	15.28	210.12	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=120 kg/cm2 - CIMENTO CORRIDO	m3	227.83	15.28	211.15	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=140 kg/cm2 - CIMENTO CORRIDO	m3	236.07	15.28	219.39	1.4	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=100 kg/cm2 - SOLADO	m3	250.18	36.71	210.12	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=120 kg/cm2 - SOLADO	m3	251.21	36.71	211.15	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=140 kg/cm2 - SOLADO	m3	259.45	36.71	219.39	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=100 kg/cm2 - FALSO PISO	m3	243.52	30.60	210.12	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=120 kg/cm2 - FALSO PISO	m3	244.55	30.60	211.15	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=140 kg/cm2 - FALSO PISO	m3	252.79	30.60	219.39	2.80	
<b>CONCRETO ARMADO PREMEZCLADO</b>						
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=175 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	235.98	15.28	219.30	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	248.22	15.28	231.54	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	254.34	15.28	237.66	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	263.52	15.28	246.84	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=315 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	271.68	15.28	255.00	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=350 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	284.94	15.28	268.26	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=420 kg/cm2 - CIMENTO REFORZADO	m3	312.48	15.28	295.80	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	263.52	15.28	246.84	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=175 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	235.98	15.28	219.30	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	248.22	15.28	231.54	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	254.34	15.28	237.66	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=315 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	271.68	15.28	255.00	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=350 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	284.94	15.28	268.26	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=420 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	312.48	15.28	295.80	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=175 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	234.69	14.10	219.30	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	246.93	14.10	231.54	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	253.05	14.10	237.66	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	262.23	14.10	246.84	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=315 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	270.39	14.10	255.00	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=350 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	283.65	14.10	268.26	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=420 kg/cm2 - LOSA DE CIMENTACION	m3	311.19	14.10	295.80	1.29	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=175 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	250.87	29.09	219.30	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	263.11	29.09	231.54	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	269.23	29.09	237.66	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	278.41	29.09	246.84	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=315 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	286.57	29.09	255.00	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=350 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	299.83	29.09	268.26	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=420 kg/cm2 - SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	327.37	29.09	295.80	2.48	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=175 kg/cm2 - MUROS Y TABIQUES	m3	295.36	36.71	255.30	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 - MUROS Y TABIQUES	m3	307.60	36.71	267.54	3.35	

**Análisis comparativo del sistema constructivo de fábrica estructural en México y Perú**

DESCRIPCION	UND.	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	SUBCONT.
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - MUROS Y TABIQUES	m <sup>3</sup>	313.72	36.71	273.66	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - MUROS Y TABIQUES	m <sup>3</sup>	322.90	36.71	282.84	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - MUROS Y TABIQUES	m <sup>3</sup>	331.06	36.71	291.00	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - MUROS Y TABIQUES	m <sup>3</sup>	344.32	36.71	304.26	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - MUROS Y TABIQUES	m <sup>3</sup>	371.86	36.71	331.80	3.35	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	288.70	30.60	255.30	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	300.94	30.60	267.54	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	307.06	30.60	273.66	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	316.24	30.60	282.84	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	324.40	30.60	291.00	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	337.66	30.60	304.26	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - COLUMNAS	m <sup>3</sup>	365.20	30.60	331.80	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	271.98	15.28	255.30	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	284.22	15.28	267.54	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	290.34	15.28	273.66	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	299.52	15.28	282.84	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	307.68	15.28	291.00	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	320.94	15.28	304.26	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - VIGAS	m <sup>3</sup>	348.48	15.28	331.80	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	271.98	15.28	255.30	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	284.22	15.28	267.54	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	290.34	15.28	273.66	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	300.46	15.28	282.84	2.34	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	307.68	15.28	291.00	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	320.94	15.28	304.26	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA MACIZA	m <sup>3</sup>	348.48	15.28	331.80	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	271.98	15.28	255.30	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	284.22	15.28	267.54	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	290.34	15.28	273.66	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	299.52	15.28	282.84	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	307.68	15.28	291.00	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	320.94	15.28	304.26	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - LOSA AUGERADA	m <sup>3</sup>	348.48	15.28	331.80	1.40	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	288.70	30.60	255.30	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	300.94	30.60	267.54	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	307.06	30.60	273.66	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	316.24	30.60	282.84	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	324.40	30.60	291.00	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	337.66	30.60	304.26	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - ESCALERA	m <sup>3</sup>	365.20	30.60	331.80	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	288.70	30.60	255.30	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	300.94	30.60	267.54	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	307.06	30.60	273.66	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	316.24	30.60	282.84	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	324.40	30.60	291.00	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	337.66	30.60	304.26	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - CISTERNA SUBTERRANEA	m <sup>3</sup>	365.20	30.60	331.80	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	288.70	30.60	255.30	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	300.94	30.60	267.54	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	307.06	30.60	273.66	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	316.24	30.60	282.84	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =315 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	324.40	30.60	291.00	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =350 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	337.66	30.60	304.26	2.80	
CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> - TANQUE ELEVADO	m <sup>3</sup>	365.20	30.60	331.80	2.80	
<b>ALBAÑILERIA</b>						
<b>MUROS DE LADRILLO KING HONG DE ARCILLA</b>						
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CABEZA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	101.93	27.67	73.43	0.83	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	62.42	20.39	41.42	0.61	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CANTO MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	48.68	17.62	30.53	0.53	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CABEZA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	103.23	27.67	74.73	0.83	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	61.85	19.37	41.90	0.58	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CANTO MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	58.01	17.62	39.86	0.53	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, CV-CABEZA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	120.09	38.76	82.77	1.16	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, CV-SOGA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	73.21	27.67	44.71	0.83	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, CV-CABEZA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	121.01	38.76	81.09	1.16	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, CV-SOGA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	73.63	27.67	45.13	0.83	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, CV-CANTO MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	54.97	21.52	32.80	0.65	
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, CV-CANTO MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	54.72	21.52	32.55	0.65	

DESCRIPCION	UND.	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.	SUBCO
<b>MUROS DE LADRILLO CORRIENTE DE ARCILLA</b>						
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA DE CABEZA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	120.38	35.04	84.29	1.05	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA DE SOGA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	72.22	27.67	43.72	0.83	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA DE CANTO MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	49.66	24.22	24.71	0.73	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA DE CABEZA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	119.10	32.29	85.84	0.97	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA DE SOGA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	73.47	27.67	44.97	0.83	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA DE CANTO MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	49.87	24.22	24.92	0.73	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA, CV-CABEZA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	142.86	48.44	92.97	1.45	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA, CV-SOGA MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	84.77	35.22	48.49	1.06	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA, CV-CANTO MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	54.75	27.67	26.25	0.83	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA, CV-CABEZA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	144.03	48.44	94.14	1.45	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA, CV-SOGA MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	85.29	35.22	49.01	1.06	
MURO DE LAD. CORRIENTE ARCILLA, CV-CANTO MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	54.98	27.67	26.43	0.83	
<b>MUROS DE LADRILLO SILCO CALCEARO</b>						
MURO LAD. SIL. CALC. KK NORMAL 14X24X9 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	65.44	24.22	40.49	0.73	
MURO LAD. SIL. CALC. KK MODULADO 14X29X9 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	48.71	19.37	28.76	0.58	
MURO LAD. SIL. CALC. ESTANDAR 12X29X9 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	44.57	19.37	24.62	0.58	
MURO LAD. SIL. CALC. CORRIENTE 12X27X6 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	70.67	32.29	37.41	0.97	
MURO LAD. SIL. CALC. DEDALO 11.5X24X4 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	45.31	19.37	25.36	0.58	
MURO LAD. SIL. CALD. MODULADO 10X29X9 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	43.25	19.37	23.30	0.58	
MURO LAD. SIL. CALC. DUPLD 19X29X9 SOGA SOLAQUEADO	m <sup>2</sup>	80.83	38.76	40.91	1.16	
<b>MUROS DE LADRILLO PANDERETA DE ARCILLA</b>						
MURO DE LAD. PANDERETA DE CABEZA C.A 1.5 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	83.95	35.22	46.97	1.76	
MURO DE LAD. PANDERETA DE SOGA C.A 1.5 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	48.75	21.52	26.15	1.08	
MURO DE LAD. PANDERETA DE CANTO C.A 1.5 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	37.41	16.87	19.70	0.84	
MURO DE LAD.PANDERETA DE CABEZA C.A 1.4 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	84.98	35.22	48.00	1.76	
MURO DE LAD.PANDERETA DE SOGA C.A 1.4 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	49.34	21.52	26.74	1.08	
MURO DE LAD. PANDERETA DE CANTO C.A 1.4 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	42.92	16.87	25.21	0.84	
MURO DE LAD. PANDERETA DE CABEZA C.C.A 1:2.9 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	84.03	35.22	47.05	1.76	
MURO DE LAD. PANDERETA DE SOGA C.C.A 1:2.9 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	48.59	21.52	25.99	1.08	
MURO DE LAD. PANDERETA DE CANTO C.C.A 1:2.9 P/TARRAJEAR	m <sup>2</sup>	37.66	16.87	19.55	0.84	
<b>TARRAJEO DE MUROS INTERIORES</b>						
TARRAJEO PAVADO DE MUROS INTERIORES MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	18.06	12.11	5.34	0.61	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT. E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	16.03	11.76	3.68	0.59	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT. E=2.0CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	19.98	14.73	4.51	0.74	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT. E=1.5CM MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	16.42	11.76	4.07	0.59	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT. E=2.0CM MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	20.49	14.73	5.02	0.74	
TARRAJEO FINO, MUROS INT. E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	23.23	18.60	3.70	0.93	
<b>TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES</b>						
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS EXT. E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	19.14	14.73	3.67	0.74	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS EXT. E=2.0CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	23.06	17.67	4.51	0.88	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS EXT. E=1.5CM MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	19.54	14.73	4.07	0.74	
TARRAJEO FROTACHADO, MUROS EXT. E=2.0CM MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	23.57	17.67	5.02	0.88	
TARRAJEO FINO, MUROS EXT. E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	28.43	23.57	3.68	1.18	
<b>TARRAJEO DE COLUMNAS</b>						
TARRAJEO DE COLUMNAS E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	24.20	19.63	3.59	0.98	
TARRAJEO DE COLUMNAS E=2.0CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	30.92	25.24	4.42	1.26	
VESTIDURA DE ARISTAS, COLUMNAS MANO DE OBRA + HERRAMIENTA	ml	9.09	8.83		0.26	
<b>TARRAJEO DE VIGAS</b>						
TARRAJEO DE VIGAS E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	32.14	27.19	3.59	1.36	
TARRAJEO DE VIGAS E=2.0CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	41.54	35.35	4.42	1.77	
VESTIDURA DE ARISTAS, VIGAS MANO DE OBRA + HERRAMIENTA	m <sup>2</sup>	10.09	9.80		0.29	
<b>TARRAJEO PARA ALBAÑILERIA ARMADA APILADA</b>						
TARRAJEO (E=1.0 CM)	m <sup>2</sup>	10.34	7.72	2.23	0.39	
TARRAJEO (E=0.5 CM)	m <sup>2</sup>	6.54	5.16	1.12	0.26	
SOLAQUEO CON IMPRIMANTE	m <sup>2</sup>	4.76	3.34	1.25	0.17	
SOLAQUEO CON MEZCLA DE CEMENTO	m <sup>2</sup>	4.74	4.32	0.20	0.22	
<b>DERRAMES Y BRUÑAS</b>						
VESTIDURA DE DERRAMES, A=0.10, E=1.5CM MEZCLA 1:5	ml	11.40	9.80	1.11	0.49	
VESTIDURA DE DERRAMES, A=0.10, E=2.0CM MEZCLA 1:5	ml	13.46	11.76	1.11	0.59	
BRUÑAS DE 1.0CM MANO DE OBRA + HERRAMIENTA	ml	9.09	8.83		0.26	
UNION DE MUROS Y CIELORRASOS CON MEZCLA MANO DE OBRA + HERR.	ml	7.52	7.30		0.22	
<b>CIELO RASOS</b>						
<b>TARRAJEO DE CIELORRASOS CON MEZCLA</b>						
TARRAJEO DE CIELORRASO E=1.5CM MEZCLA 1:5	m <sup>2</sup>	28.60	22.09	5.41	1.10	
TARRAJEO DE CIELORRASO E=1.5CM MEZCLA 1:4	m <sup>2</sup>	28.85	22.09	5.66	1.10	
<b>ENLUCIDO DE CIELORRASOS CON YESO</b>						
ENLUCIDO DE CIELORRASO CON YESO E=1.0CM	m <sup>2</sup>	30.62	22.09	7.43	1.10	

## 7.4. ANEXO 4: BASE DE PRECIOS NACIONAL (MÉXICO)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
<b>V02.046</b>	Muro de ladrillo de 12 cm. de espesor vintex-12 barro extruido m <sup>2</sup> acabado rojo natural 12 x 12 x 24 cm "NOVACERAMIC", junteado con mortero cemento arena 1:4 con castillos ahogados a cada 90 cm, de concreto resistencia normal f'c=150 kg/cm <sup>2</sup> , tamaño máximo del agregado de 20 mm y una varilla del No. 2.5, incluye: anclaje y limpieza				
<b>MATERIALES</b>					
	Alambre recocido del No.18	kg	0.013542	\$15.00	\$0.20
	Agua de toma municipal	m <sup>3</sup>	0.015000	\$20.99	\$0.31
	Varilla fy=4200 kg/cm No.3 (3/8")	kg	0.761062	\$12.80	\$9.74
	Ladrillo de 12 cm. de espesor VINTEX - 12, barro estruido acabado rojo natural 12 x 12 x 24 cms. "NOVACERAMIC":	mill	0.036111	\$4,350.00	\$157.08
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$167.33</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>MATERIALES</b>	
	Cuadrilla 02 (Oficial albañil + ayudante)	jor	0.092593	\$750.76	\$69.52
				<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>\$69.52</b>
	<b>BASICOS</b>			<b>OBRA</b>	
V00.033	Mortero cemento arena 1:4, incluye: materiales.	m <sup>3</sup>	0.013250	\$934.20	\$12.38
V00.040	Concreto hecho en obra f'c=150 kg/cm <sup>2</sup> , resistencia normal, con tamaño máximo de agregado de 20 mm para estructura, incluye: materiales, desperdicio, acarreo, vaciado, vibrado, artesa y curado de agua.	m <sup>3</sup>	0.011556	\$1,628.98	\$18.82
V00.036	Andamios de caballetes construido con madera con madera de pino de 3a. para alturas de 1.50 a 3.00 m.	uso	0.092593	\$16.77	\$1.55
SUBTOTAL BASICOS				<u>\$32.7</u>	

