

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS ANTE UN EVENTO SÍSMICO DE GRAN MAGNITUD EN EL DISTRITO DE PAUCARPATA (A.H. Alto Jesús) – AREQUIPA

Tesis presentada por el Bachiller:

Pinto Valdivia, Leonardo Sebastian

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor: MSc. Rosas Espinoza, Jorge

AREQUIPA – PERÚ

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

Vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas
sobre un sismo de gran magnitud en el distrito de
Paucarpata (A.M. Alto Jesús) - Arequipa

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Pinto Valdivia Leonardo Sebastian

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 12 de Agosto del 2019

M. Guillen
Código 1887

[Firma]
Código 2766

[Firma]
Código 1732

Agradecimientos

- A mis padres y hermanas, por el apoyo incondicional que me brindan.
- A mis amigos, compañeros y profesores que me ayudaron en estos cinco años estudiando ingeniería civil.
- A mi grupo de semilleros, por ayudarme con la investigación.



Resumen:

En la presente investigación se analiza el problema de la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en el Asentamiento Humano de Alto Jesús en Paucarpata, que es un problema presente en todo el territorio peruano.

Este proyecto consiste en el análisis de algunas edificaciones autoconstruidas, para poder demostrar que la autoconstrucción es un problema que debe ser eliminado o combatido, para reducir la vulnerabilidad de las viviendas ante futuros sismos de gran magnitud.

El análisis realizado presenta 4 etapas, iniciando por el reconocimiento visual, para identificar la zona con la mayor cantidad de viviendas construidas, seguida de la realización de encuestas a los habitantes, para saber algunas causas que los motiven a autoconstruir, posteriormente se realizará el levantamiento de las viviendas a las cuales nos permitan entrar, finalmente se realizará un análisis sísmico dinámico con la normativa peruana para determinar las principales fallas de las viviendas estudiadas.

Palabras clave: Vulnerabilidad, autoconstrucción.

Abstract:

In the present investigation the problem of the vulnerability of the self-constructed dwellings in the Alto Jesús Human Settlement in Paucarpata is analyzed, which is a problem present in all the Peruvian territory.

This project consists of the analysis of some self-constructed buildings, in order to demonstrate that self-construction is a problem that must be eliminated or combated, in order to reduce the vulnerability of homes in the face of future large-scale earthquakes.

The analysis performed has 4 stages, starting with visual recognition, to identify the area with the largest number of homes built, followed by surveys of the inhabitants, to find out some causes that motivate them to self-build, then the survey will be carried out of the houses to which they allow us to enter, finally a dynamic seismic analysis will be carried out with Peruvian regulations to determine the main faults of the houses studied.

Keywords: Vulnerability, self-construction.

INTRODUCCIÓN:

Todas las personas sueñan con tener una vivienda para su familia, brindándoles seguridad, salud y cobijo en todo momento, garantizando así la calidad de vida de los miembros de su hogar.

Perú es un país con recurrentes movimientos sísmicos, que en muchas ocasiones trajeron consigo pérdidas tanto materiales como de vidas humanas.

En la siguiente investigación, se propondrán soluciones a la autoconstrucción gracias al análisis de las viviendas y a la guía de autoconstrucción que se elaboró a partir de la norma E070 y los errores más vistos en las viviendas autoconstruidas del asentamiento humano de Alto Jesús en Paucarpata.



ÍNDICE DE LA TESIS:

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES:	1
1.1. Antecedentes:	1
1.2. Hipótesis:	4
1.3. Objetivos:	4
1.3.1. Objetivo general:	4
1.3.2. Objetivos específicos:	4
1.4. Justificación:	5
1.5. Variables:	5
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO:	6
2.1. INTRODUCCIÓN:	6
2.2. AUTOCONSTRUCCIÓN:	6
2.2.1. PROCESO DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN:	6
2.2.2. AUTOCONSTRUCCIÓN Y VULNERABILIDAD SÍSMICA:	7
2.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL:	7
2.4. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA:	8
2.5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:	11
CAPÍTULO 3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:	12
3.1. Campo de verificación:	12
3.1.1. Lugar de ejecución:	12
3.1.2. Ubicación espacial:	12
3.1.3. Unidades de estudio:	14
3.2. Metodología utilizada:	14
3.2.1. Recopilación de información:	14
3.3. Metodología experimental:	29
CAPÍTULO 4 RESULTADOS:	30

4.1.	Análisis de encuestas a pobladores:.....	30
4.2.	Análisis Estructural de las viviendas seleccionadas:.....	42
4.2.1.	Vivienda 1:	42
4.2.2.	Vivienda 2:	61
4.2.3.	Vivienda 3:	85



ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1:	Zonificación sísmica del Perú.....	1
Figura 2:	Elementos de una vivienda de Albañilería Confinada.....	8
Figura 3:	Ubicación del asentamiento humano Alto Jesús en Paucarpata.....	12
Figura 4:	Calles del A. H. Alto Jesús.....	13
Figura 5:	Ejemplo 1 de vivienda con errores constructivos.....	14
Figura 6:	Ejemplo 2 de vivienda con errores constructivos.....	15
Figura 7:	Ejemplo 3 de vivienda con errores constructivos.....	15
Figura 8:	Ejemplo 4 de vivienda con errores constructivos.....	16
Figura 9:	Ejemplo 5 de vivienda con errores constructivos.....	17
Figura 10:	Ejemplo 6 de vivienda con errores constructivos.....	17
Figura 11:	Ejemplo 7 de vivienda con errores constructivos.....	18
Figura 12:	Ejemplo 9 de vivienda con errores constructivos.....	18
Figura 13:	Ejemplo 10 de vivienda con errores constructivos.....	19
Figura 14:	Ejemplo 11 de vivienda con errores constructivos.....	20
Figura 15:	Primera vivienda analizada.....	42
Figura 16:	Modelo estructural de vivienda analizada.....	43
Figura 17:	Densidad de muros.....	44
Figura 18:	Segunda Vivienda analizada.....	61
Figura 19:	Modelo estructural de vivienda analizada.....	62
Figura 20:	Densidad de muros.....	63
Figura 21:	Tercera vivienda analizada.....	85
Figura 22:	Modelo estructural de tercera vivienda analizada.....	86
Figura 23:	Densidad de muros tercera vivienda.....	87

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Condiciones para el espesor efectivo E_{070}	22
Tabla 2: Factores de zona (Z).....	22
Tabla 3: Factor de suelo (S).....	22
Tabla 4: Factor de uso (U).....	23
Tabla 5: Periodos TP y TL.....	23
Tabla 6: Factores de reducción (R).....	23
Tabla 7: Valores de CT.....	24
Tabla 8: Factor de amplificación sísmica (C).....	24
Tabla 9: Valores de K con respecto al periodo.....	24
Tabla 10: Factores de amplificación.....	25
Tabla 11: Fuerzas internas en columnas de confinamiento.....	26
Tabla 12: ¿Desde hace cuánto tiempo vive en esta vivienda?.....	30
Tabla 13: ¿Cuántos metros cuadrados de construcción tiene su vivienda?.....	31
Tabla 14: Grado de confort de la vivienda.....	32
Tabla 15: ¿Considera que su vivienda podría resistir a un evento sísmico de gran intensidad?.....	33
Tabla 16: ¿Su vivienda fue autoconstruida?.....	34
Tabla 17: ¿Se contrató a algún profesional o persona externa para la construcción de su vivienda?.....	35
Tabla 18: ¿Participó algún miembro de la familia en la supervisión de la construcción de la vivienda?.....	36
Tabla 19: ¿Considera la autoconstrucción es eficiente?.....	37
Tabla 20: ¿Su vivienda presenta algún tipo de rajaduras?.....	38
Tabla 21: ¿Reforzaría su vivienda si sabe que no resistiría a un sismo de gran intensidad?.....	39
Tabla 22: ¿Reconoce si su vivienda ha sido construida sobre un lugar seguro?.....	40
Tabla 23: ¿Reconoce que Paucarpata es un distrito con alto índice de autoconstrucción?.....	41
Tabla 24: Densidad de muros.....	45
Tabla 25: Irregularidad de piso blando en X.....	45
Tabla 26: Irregularidad de piso blando en y.....	46
Tabla 27: Irregularidad de piso débil.....	46
Tabla 28: Irregularidad de peso.....	46
Tabla 29: Irregularidad torsional en X.....	46
Tabla 30: Irregularidad torsional en y.....	46
Tabla 31: Drift en x.....	48
Tabla 32: Drift en y.....	48
Tabla 33: Peso de cada nivel de la vivienda.....	48
Tabla 34: Coeficientes de cortante basal.....	48

Tabla 35:	Valores de cortante y fuerzas sísmicas por nivel en x.....	48
Tabla 36:	Valores de cortante y fuerzas sísmicas por nivel en y.....	49
Tabla 37:	Amplificación.....	49
Tabla 38:	Cálculo del esfuerzo axial por muro.	50
Tabla 39:	Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración.	51
Tabla 40:	Verificación de la resistencia al corte del primer nivel.....	52
Tabla 41:	Verificación de la resistencia al corte del segundo nivel.....	52
Tabla 42:	Verificación de la resistencia al corte del tercer nivel.	52
Tabla 43:	Verificación de la resistencia al corte en y.....	53
Tabla 44:	Verificación de la resistencia al corte en x.....	53
Tabla 45:	Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.....	54
Tabla 46:	Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores.....	55
Tabla 47:	Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento.	56
Tabla 48:	Fuerzas internas de columnas interiores.	56
Tabla 49:	Fuerzas internas de columnas extremas.	56
Tabla 50:	Columnas externas con muro transversal.....	57
Tabla 51:	Columnas externas sin muro transversal.....	57
Tabla 52:	Columnas internas con muro transversal.....	57
Tabla 53:	Columnas internas sin muro transversal.....	57
Tabla 54:	Refuerzo vertical de columnas externas.....	58
Tabla 55:	Refuerzo vertical de columnas internas.....	58
Tabla 56:	Vigas del primer nivel y muros agrietados.....	59
Tabla 57:	Columnas de pisos superiores.....	59
Tabla 58:	Vigas de pisos superiores.....	60
Tabla 59:	Cuadro resumen de resultados.....	60
Tabla 60:	Densidad de muros.....	64
Tabla 61:	Irregularidad de piso blando en X.....	65
Tabla 62:	Irregularidad de piso blando en y.....	65
Tabla 63:	Irregularidad de piso débil.....	66
Tabla 64:	Irregularidad de peso.....	66
Tabla 65:	Irregularidad torsional en X.....	66
Tabla 66:	Irregularidad torsional en y.....	66
Tabla 67:	Drift en x.....	68
Tabla 68:	Drift en y.....	68
Tabla 69:	Peso de cada nivel de la vivienda.....	68
Tabla 70:	Coeficientes de cortante basal.....	68

Tabla 71:	Valores de cortante y fuerzas sísmicas en y por nivel.....	69
Tabla 72:	Valores de cortante y fuerzas sísmicas en y por nivel.....	69
Tabla 73:	Amplificación.....	69
Tabla 74:	Cálculo del esfuerzo axial por muro.	70
Tabla 75:	Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración.	71
Tabla 76:	Verificación de la resistencia al corte del primer nivel.....	72
Tabla 77:	Verificación de la resistencia al corte del segundo nivel.....	72
Tabla 78:	Verificación de la resistencia al corte del tercer nivel.	72
Tabla 79:	Verificación de la resistencia al corte del cuarto nivel.	73
Tabla 80:	Verificación de la resistencia al corte del quinto nivel.	73
Tabla 81:	Verificación de la resistencia al corte en y.....	73
Tabla 82:	Verificación de la resistencia al corte en x.....	74
Tabla 83:	Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.....	75
Tabla 84:	Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores.....	76
Tabla 85:	Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento.	77
Tabla 86:	Fuerzas internas de columnas interiores.	77
Tabla 87:	Fuerzas internas de columnas extremas.	78
Tabla 88:	Columnas externas con muro transversal.....	79
Tabla 89:	Columnas externas sin muro transversal.....	80
Tabla 90:	Columnas internas con muro transversal.....	80
Tabla 91:	Columnas internas sin muro transversal.....	80
Tabla 92:	Refuerzo vertical de columnas externas.....	81
Tabla 93:	Refuerzo vertical de columnas internas.....	81
Tabla 94:	Vigas del primer nivel y muros agrietados.....	82
Tabla 95:	Columnas de pisos superiores.....	83
Tabla 96:	Vigas de pisos superiores.....	83
Tabla 97:	Cuadro resumen de resultados.	84
Tabla 98:	Densidad de muros casa 3.	88
Tabla 99:	Irregularidad de piso blando en X.	89
Tabla 100:	Irregularidad de piso blando en y.....	89
Tabla 101:	Irregularidad de piso débil.	90
Tabla 102:	Irregularidad de peso.	90
Tabla 103:	Irregularidad torsional en X.	90
Tabla 104:	Irregularidad torsional en y.....	90
Tabla 105:	Drift en x.....	92
Tabla 106:	Drift en y.....	92
Tabla 107:	Peso de cada nivel de la vivienda.....	92

Tabla 108:	Coeficientes de cortante basal.....	92
Tabla 109:	Valores de cortante y fuerzas sísmicas por nivel.....	92
Tabla 110:	Amplificación.....	93
Tabla 111:	Cálculo del esfuerzo axial por muro.....	94
Tabla 112:	Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración.....	95
Tabla 113:	Verificación de la resistencia al corte del primer nivel.....	96
Tabla 114:	Verificación de la resistencia al corte del segundo nivel.....	96
Tabla 115:	Verificación de la resistencia al corte del tercer nivel.....	96
Tabla 116:	Verificación de la resistencia al corte en y.....	97
Tabla 117:	Verificación de la resistencia al corte en x.....	97
Tabla 118:	Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.....	98
Tabla 119:	Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores.....	99
Tabla 120:	Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento.....	100
Tabla 121:	Fuerzas internas de columnas interiores.....	100
Tabla 122:	Fuerzas internas de columnas extremas.....	101
Tabla 123:	Columnas externas con muro transversal.....	101
Tabla 124:	Columnas externas sin muro transversal.....	102
Tabla 125:	Columnas internas con muro transversal.....	102
Tabla 126:	Refuerzo vertical de columnas externas.....	102
Tabla 127:	Refuerzo vertical de columnas internas.....	103
Tabla 128:	Vigas del primer nivel y muros agrietados.....	103
Tabla 129:	Columnas de pisos superiores.....	104
Tabla 130:	Vigas de pisos superiores.....	104
Tabla 131:	Cuadro resumen de resultados.....	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1:¿Desde hace cuánto tiempo vive en esta vivienda?.....	30
Ilustración 2:¿Cuántos metros cuadrados de construcción tiene su vivienda?.....	31
Ilustración 3:Grado de confort de la vivienda.....	32
Ilustración 4:¿Considera que su vivienda podría resistir a un evento sísmico de gran intensidad?.....	33
Ilustración 5:¿Su vivienda fue autoconstruida?.....	34
Ilustración 6:¿Se contrató a algún profesional o persona externa para la construcción de su vivienda?	35
Ilustración 7:¿Participó algún miembro de la familia en la supervisión de la construcción de la vivienda?	36
Ilustración 8:Considera la autoconstrucción es eficiente?.....	37
Ilustración 9:¿Su vivienda presenta algún tipo de rajaduras?.....	38
Ilustración 10:¿Reforzaría su vivienda si sabe que no resistiría a un sismo de gran intensidad?.....	39
Ilustración 11:¿Reconoce si su vivienda ha sido construida sobre un lugar seguro?.....	40
Ilustración 12:¿Reconoce que Paucarpata es un distrito con alto índice de autoconstrucción?.....	41
Ilustración 13:Espectro de respuesta inicial.....	45
Ilustración 14:Espectro de respuesta en x.....	47
Ilustración 15:Espectro de respuesta en y.....	47
Ilustración 16:Espectro de respuesta inicial.....	65
Ilustración 17:Espectro de respuesta en x.....	67
Ilustración 18Espectro de respuesta en y.....	67
Ilustración 19:Espectro de respuesta inicial.....	89
Ilustración 20:Espectro de respuesta en x.....	91
Ilustración 21:Espectro de respuesta en y.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS:

A: Área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.

Ac: Área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.

Acf: Área de una columna de confinamiento por corte fricción.

A. H.: Asentamiento humano.

An: Área de un núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.

As: Área del acero vertical u horizontal.

Asf: Área del acero vertical por la tracción en una columna de confinamiento.

Av: Área de estribos cerrados.

Bloque P: Bloque usado en la construcción de muros portantes.

Bloque NP: Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

d: Peralte de una columna de confinamiento.

Ec: Módulo de elasticidad del concreto.

Em: Módulo de elasticidad de la albañilería.

fb: Resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.

f'c: Resistencia a compresión axial del concreto o del grout a los 28 días.

f'm: Resistencia característica a compresión axial de la albañilería.

f'y: Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.

Gm: Módulo de corte de la albañilería.

h: Altura de entrepiso.

L: Longitud del muro incluyendo columnas.

Lm: 0.5L o longitud de paño mayor; lo que sea mayor.

Me: Momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.

Mu: Momento flector en un muro producido por el sismo severo.

N: Número de pisos.

Nc: Número de columnas por muro.

P: Peso total del edificio con sobrecarga reducida según E030.

Pg: Carga gravitacional de servicio en un muro con sobrecarga reducida.

Pc: Carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.

Pm: Carga gravitacional máxima de servicio en un muro con 100% de sobrecarga.

Pu: Carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.

S: Factor de suelo

t: Espesor efectivo del muro.

U: Factor de uso.

Vc: Fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante sismo severo.

Ve: Fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.

VEi: Fuerza cortante en el entrepiso "i" del edificio por sismo severo.

Vui: Fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso "i" de uno de los muros.

Vm: Resistencia al corte en el entrepiso "i" de uno de los muros.

v'm: Resistencia característica de la albañilería al corte obtenido de ensayos de muretes a compresión diagonal.

Z: Factor de zona.

∫: Factor de confinamiento.

∅: Coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado.

ρ: Cuantía del acero de refuerzo.

σ: Esfuerzo axial de servicio actuante en un muro.

σm: Esfuerzo axial máximo de un muro.

μ: Coeficiente de fricción concreto endurecido- concreto.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES:

1.1. Antecedentes:

El Perú es un país ubicado en el conocido cinturón de fuego, una zona con alta presencia de movimientos sísmicos ocasionados por la subducción de las placas tectónicas que se encuentran en nuestra costa, lo que origina una mayor presencia de movimientos sísmicos en la costa y menores en la selva.

Ante ello, se realizó una zonificación sísmica en la normativa peruana, para determinar el peligro sísmico al que está sometido cada departamento del Perú.



Figura 1: Zonificación sísmica del Perú.

La ciudad de Arequipa se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica (Zona 3 y 4), es por ello que a lo largo de los años se han producido sismos que causaron daños en la ciudad:

El 06 de agosto de 1913, en Caravelí, ocurrió un sismo de 7.7 grados de magnitud, dejando 1 muerto, 7 heridos, destrucción de Caravelí y daños en algunos edificios de Arequipa.

El 24 de agosto de 1942, en Camaná, Mollendo y Aplao, ocurrió un sismo de 8.4 grados de magnitud, dejando 30 muertos.

El 15 de enero de 1958, en Tiabaya y Sabandía, ocurrió un sismo de 6.2 grados de magnitud, dejando 28 muertos y 133 heridos.

El 13 de enero de 1960, en Chuquibamba, Caravelí y Arequipa, ocurrió un sismo de 7.5 grados de magnitud, dejando 63 muertos y centenares de heridos.

El 16 de febrero de 1979, en Chuquibamba y el valle de Majes, ocurrió un sismo de 7 grados de magnitud, con un número no especificado de víctimas.

El 23 de junio del 2001, en Ocoña (Camaná), ocurrió un sismo de 8.4 grados de magnitud, dejando 74 muertos y 2689 heridos. En este sismo también fue afectada la catedral de Arequipa.

El 14 de agosto del 2016, en Caylloma, ocurrió un sismo de 5.3 grados de magnitud, dejando 4 muertos y 68 heridos.

El 17 de julio del 2017, en Atico, ocurrió un sismo de 6.3 grados de magnitud, dejando un muerto y 3 heridos (Comercio, 2018).

Debido al incremento de la población, las personas se ven obligadas a vivir en zonas alejadas de la ciudad, siendo gran parte de ellos personas de bajos recursos económicos, que optan por la autoconstrucción como la principal opción para construir su vivienda.

La mayor parte de pérdidas económicas, de vidas humanas y colapso de viviendas se dan en las zonas donde las viviendas autoconstruidas abundan, ya que estas no fueron diseñadas bajo una filosofía sismoresistente, como es el caso de muchas viviendas de Paucarpata.

En el Perú se realizaron diversos estudios sobre la vulnerabilidad en viviendas autoconstruidas, planteando soluciones que ayuden a disminuir en cierta medida los desastres que podría traer consigo un sismo de gran magnitud.

En la tesis titulada “Determinación de los índices de vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada, empleando el método japonés”, se utiliza un

método japonés para evaluar edificaciones de concreto armado de mediana y baja altura midiendo un índice sísmico de las mismas (Retis Jiménez, 2016).

En la tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”, se utiliza tablas de vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico de Mosqueira y Tarqué (Laucata Luna, 2013).

En el artículo titulado “Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región Moquegua”, se estimó la vulnerabilidad sísmica a través de tablas en función de la densidad de muros, calidad de mano de obra, calidad de materiales y estabilidad al volteo de muros no estructurales (Flores Ortega, 2016).

En la tesis titulada “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, hace un análisis de la vulnerabilidad basa en la norma E-070 para determinar la vulnerabilidad de las viviendas (Bazan Arbildo, 2007).

En la tesis “Vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en el distrito de San Luis”, se utilizan métodos analíticos y cualitativos o subjetivos, entre ellos están los métodos que predicen el daño y métodos que evalúan la capacidad sísmica de las viviendas (Basurto Cartulin, 2014).

Los estudios en otros países son muy escasos al referirse a vulnerabilidad de viviendas autoconstruidas, pero si existen estudios sobre la vulnerabilidad de viviendas en general.

En Chile, en la tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad”, se utilizan métodos de escala macro sísmicas y su adaptación a Chile, índice de vulnerabilidad o de densidad de muros de Merli y la metodología del índice de vulnerabilidad propuesto por G.N.D.T. con su adaptación para Chile (Alvayay Barrietos, 2013).

En España, en la tesis titulada “Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmica de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento”, se basa en los índices de

daño, curvas de fragilidad y matrices de probabilidad de daño para determinar la vulnerabilidad (Bedoya Ruiz, 2005).

En Colombia, en la tesis titulada “Caracterización de las condiciones estructurales de algunas viviendas residenciales de Barrios de San Antonio en Bogotá según NSR10”, se aplicó el método ATC 21, metodología de reconocimiento visual como un primer análisis (Sánchez, 2015).

En Colombia, en la tesis titulada “Escenarios de vulnerabilidad y de daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio de San Antonio de Cali”, se aplicó la metodología de vulnerabilidad observada y el método de Hurtado, para determinar la categoría de daño sísmico en las viviendas (Peralta Buritica, 2002).

1.2. Hipótesis:

Las viviendas autoconstruidas son más vulnerables ante un evento sísmico de gran magnitud, por ejecutarse sin conocimiento del efecto sísmico en las edificaciones.

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general:

Determinar el porcentaje de vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en el A.H. Alto Perú del distrito de Paucarpata ante un evento sísmico de gran magnitud.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Identificar las viviendas autoconstruidas en el A.H. Alto Perú del distrito de Paucarpata.
- Realizar encuestas para saber la cantidad de viviendas autoconstruidas en el A.H. Alto Perú del distrito de Paucarpata.
- Realizar una guía de autoconstrucción responsable para las personas que seguirán construyendo sus viviendas sin especialistas en construcción.

1.4. Justificación:

Las viviendas construidas de manera informal, por no ser supervisadas por un especialista en el ámbito de la construcción, son en su mayoría de mala calidad, no teniendo un buen comportamiento sísmico y pudiendo llegar hasta al colapso, ocasionando toda clase de pérdidas.

Por lo tanto, frente a un problema tan grande y creciente, es necesario conocer los errores más comunes y graves en las viviendas autoconstruidas para prevenir y reducir los daños al presentarse un evento sísmico a través de una guía de autoconstrucción, con la que se pretende dar recomendaciones al momento de construir sus viviendas y algunas medidas basadas en la norma con la finalidad de reducir la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas y dar mayor seguridad a las personas que habitan en ellas.

1.5. Variables

- Variables independientes:
 - Proceso constructivo
 - Materiales

- Variables dependientes:
 - Estructuración
 - Resistencia
 - Vulnerabilidad
 - Periodo
 - Distorsión

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO:

2.1. INTRODUCCIÓN:

Esta parte de la investigación, tiene como objetivo explicar la relación que existe entre la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en el A.H. Alto Perú del distrito de Paucarpata y los movimientos sísmicos de gran magnitud, dando conceptos básicos que permitirán tener una idea clara de la problemática y el gran peligro existente en dichas viviendas.

2.2. AUTOCONSTRUCCIÓN:

Es la práctica de la construcción de una vivienda, local comercial, u otra clase de edificación, sin la participación de un profesional a cargo (Ingeniero civil o arquitecto). Los procedimientos constructivos son realizados por sus habitantes, con ayuda de un maestro de obra o albañil, para satisfacer las necesidades de acuerdo a sus intereses y los recursos que poseen.

2.2.1. PROCESO DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN:

A causa de los bajos recursos económicos, la necesidad de contar con una vivienda para sus familias y el poco apoyo de las autoridades a los sectores con menores ingresos; la necesidad de vivienda es resuelta por los mismos pobladores.

Las personas que optan por la autoconstrucción, suelen construir sus viviendas en lugares alejados del centro de las ciudades, formando asentamientos urbanos, en muchos casos cerca de ríos y montañas, exponiendo a las personas a mayores peligros, como inundaciones y huaycos.

Las viviendas son construidas sin asesoramiento de especialistas, utilizando el criterio de los dueños; las casas se realizan por partes o mezclando materiales, por falta de presupuesto o un mal cálculo de ellos.

De ser el caso de tener un poco más de recursos o conciencia personal, algunas personas optan por construir su vivienda con ayuda de los maestros de obra, que no están capacitados o tienen conocimientos limitados sobre lo que es la construcción basada en parámetros de la normativa peruana.

A causa de ello es que las viviendas autoconstruidas son menos resistentes ante sismos que en muchos casos no son de gran magnitud, haciendo vulnerables de forma constante a las personas que habitan dichas viviendas.

2.2.2. AUTOCONSTRUCCIÓN Y VULNERABILIDAD SÍSMICA:

En países que se encuentran en vías de desarrollo, como el Perú, la autoconstrucción es un problema latente, que causa en muchos casos que la estructura de las viviendas se vea afectada, tanto en el diseño como en la construcción, como las que se muestran a continuación:

La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que puede sufrir una edificación durante un movimiento sísmico. Esta refleja la falta de resistencia y estructuración de la edificación frente a los sismos.

2.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL:

Respuesta de una edificación ante factores externos como sismos, viento, cargas, que, de resistirlos, se dice que la edificación tiene un correcto comportamiento estructural o de lo contrario tiene alguna deficiencia estructural.

Los sistemas estructurales más utilizados en Perú para la construcción de viviendas son:

- **Viviendas aporticadas:** Estructura formada por elementos de concreto armado (Concreto y acero estructural), como vigas, columnas, placas (Muros de concreto armado), losas macizas o aligeradas. Este sistema es más utilizado en edificaciones que requieren de muchos niveles.
- **Viviendas de albañilería:**
 - Confinadas.
 - Armadas.

No es recomendable que en una vivienda se usen estos dos sistemas combinados, debido a que las propiedades de ambos sistemas no son iguales, lo que podría causar daños en la vivienda al presentarse un movimiento sísmico.

2.4. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA:

Las viviendas de albañilería confinada se caracterizan por estar compuesta de muros de albañilería, confinados por columnas y vigas, los cuales le dan al muro una mayor estabilidad y permiten transmitirle las cargas de la losa y lo que ellas puedan cargar en su superficie.

2.4.1. Principales elementos de una vivienda de albañilería:

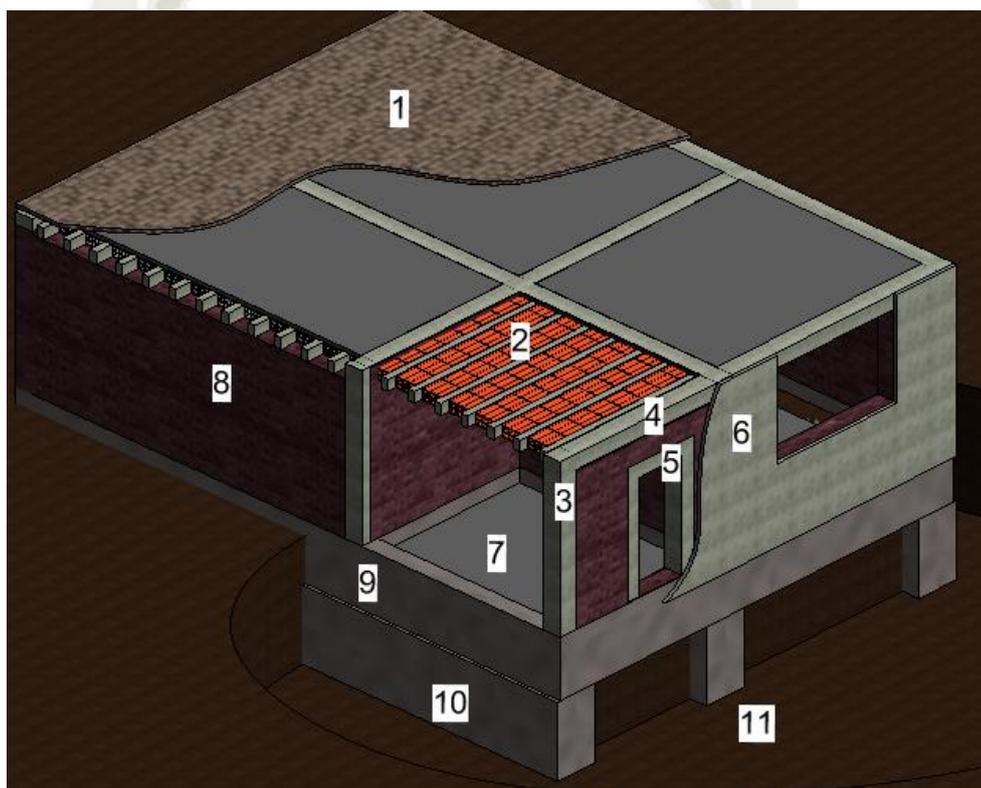


Figura 2: Elementos de una vivienda de Albañilería Confinada.

1. Acabado de techos.
2. Losa aligerada.
3. Columna de confinamiento.
4. Viga solera.
5. Dintel.
6. Tarrajeo.
7. Piso.
8. Muro.
9. Sobrecimiento.
10. Cimiento.
11. Terreno de fundación.

2.5. DEFINICIONES SOBRE CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA:

Existen algunas definiciones sobre las construcciones de albañilería en la normativa peruana.

- **Albañilería o mampostería:** Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.
- **Albañilería confinada:** 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 del primer nivel.
- **Albañilería no reforzada:** Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- **Albañilería reforzada o albañilería estructural:** Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- **Altura efectiva:** Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- **Arriostre:** Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.
- **Borde libre:** Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.
- **Columna:** Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
- **Confinamiento:** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.
- **Construcciones de albañilería:** Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- **Espesor efectivo:** Es igual al espesor del muro sin el tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

- **Muro arriostrado:** Muro provisto de elementos de arriostre.
- **Muro de arriostre:** Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.
- **Muro no portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.
- **Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.
- **Mortero:** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- **Sismo moderado:** Es aquél que proporciona fuerzas de inercia equivalente a la mitad de los valores producidos por el sismo.
- **Sismo severo:** Es aquél proporcionado por la NTE E.030 Diseño sísmoresistente, empleando un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica $R=3$.
- **Tabique:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.
- **Unidad de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Pueden ser sólida, hueca, alveolar o tubular.
- **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.
- **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.
- **Unidad de albañilería tubular (o pandereta):** Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.
- **Viga solera:** Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento (NTE E.070, 2009).

2.6. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

Los procedimientos de construcción constituyen los distintos procesos, sistemas y métodos disponibles para hacer realidad una obra siguiendo para ello un conjunto ordenado de reglas o prácticas constructivas basadas en la experiencia y en los conocimientos técnicos y científicos disponibles en ese momento, todo ello para conseguir construcciones útiles, seguras, económicas, estéticas, medioambientalmente aceptables y, a ser posible, perdurables en el tiempo (Wikipedia, 2019).

El procedimiento constructivo para las viviendas autoconstruidas, está anexado en la parte final de la investigación, donde se presentan los siguientes temas:

- Preparación del terreno antes de la construcción
- Excavación de zanjas
- Cimentación
- Sobrecimiento
- Muros de albañilería
- Columnas de confinamiento
- Vigas soleras
- Losa de techo
- Instalaciones eléctricas y sanitarias

CAPÍTULO 3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

3.1. Campo de verificación:

3.1.1. Lugar de ejecución:

- Departamento: Arequipa.
- **Provincia:** Arequipa.
- **Distrito:** Paucarpata.
- Asentamiento humano: Alto Jesús.

3.1.2. Ubicación espacial:

El Asentamiento Humano Alto Jesús, está ubicado en el Suroeste del distrito de Paucarpata, al lado derecho de la prolongación avenida Jesús, donde también se encuentra el Centro de Salud Alto Jesús.



Figura 3: Ubicación del asentamiento humano Alto Jesús en Paucarpata.

En el A. H. Alto Jesús se encuentran calles como:

- Cajamarca
- Huancavelica
- Argentina

- Cuba
- Ancash
- Brasil
- Tumbes
- Puno
- Atahualpa
- Cuzco
- Tupac Amaru
- Bastidas
- Olaya
- San Martín

En estas calles se llevó a cabo la recolección de datos y encuestas de la investigación.

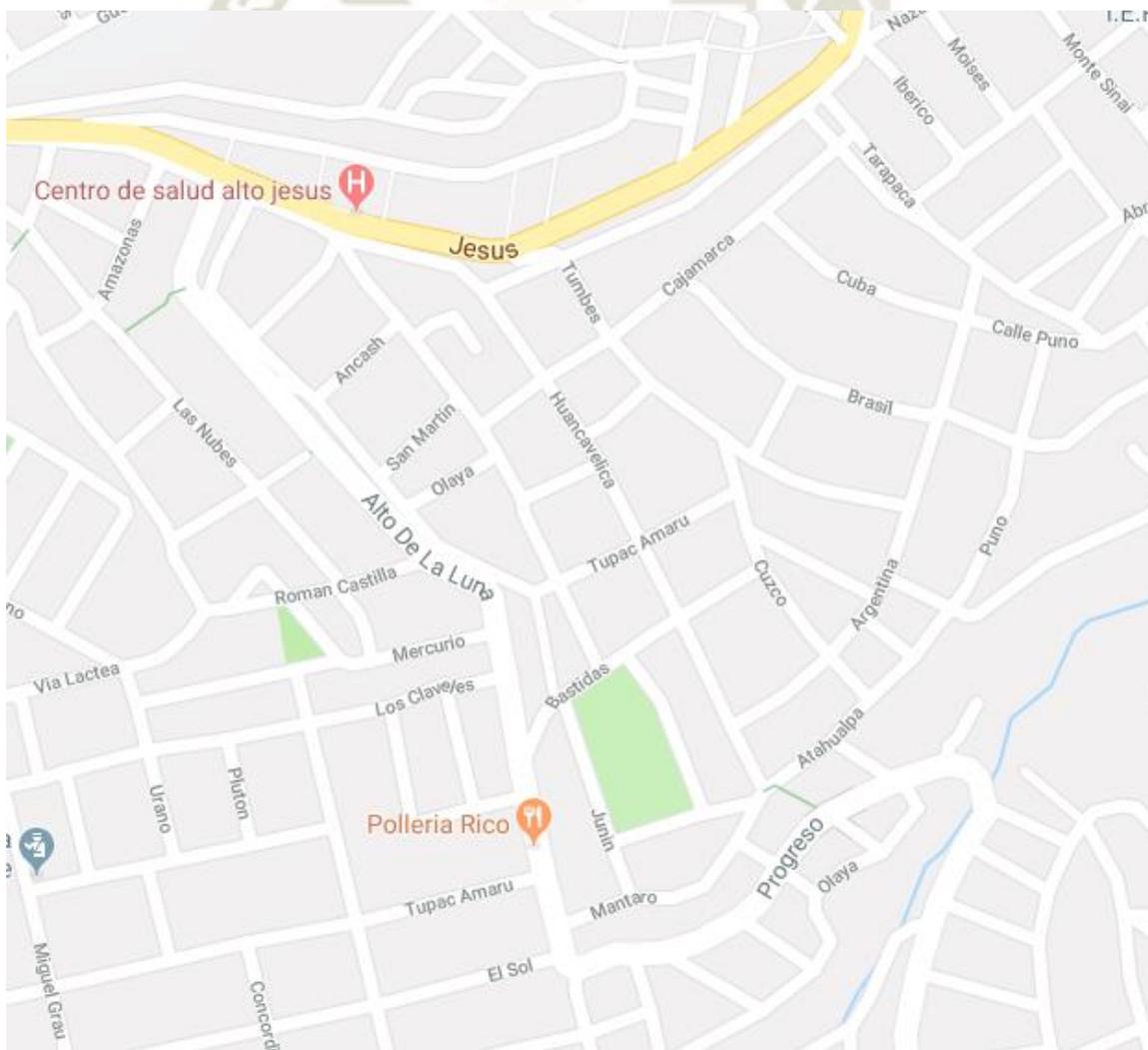


Figura 4: Calles del A. H. Alto Jesús.

3.1.3. Unidades de estudio:

La finalidad de la investigación es determinar el porcentaje de vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en el A. H. Alto Jesús, por lo que las viviendas son las principales unidades de estudio, hasta donde los dueños lo permitan, ya sea de forma visual, a través de encuestas o con mediciones y levantamientos de sus hogares.

3.2. Metodología utilizada:

3.2.1. Recopilación de información

a) Inspección visual del área de estudio:

Dado a que el distrito de Paucarpata es muy extenso, se identificó una zona del distrito que presente gran concentración de viviendas autoconstruidas, que fue el caso del asentamiento humano de Alto Jesús.

b) Detección de errores constructivos:



Figura 5: Ejemplo 1 de vivienda con errores constructivos.

- Tabiques unidos a columnas y muros portantes (figura 5), esto aumenta la rigidez lateral de la vivienda, pudiendo causar la fractura del tabique o del muro, así como el efecto de la columna corta.



Figura 6: Ejemplo 2 de vivienda con errores constructivos.

- Mezcla de unidades de albañilería con diferentes propiedades (figura 6), lo que puede causar que no todos los muros tengan la misma resistencia ante los movimientos sísmicos.

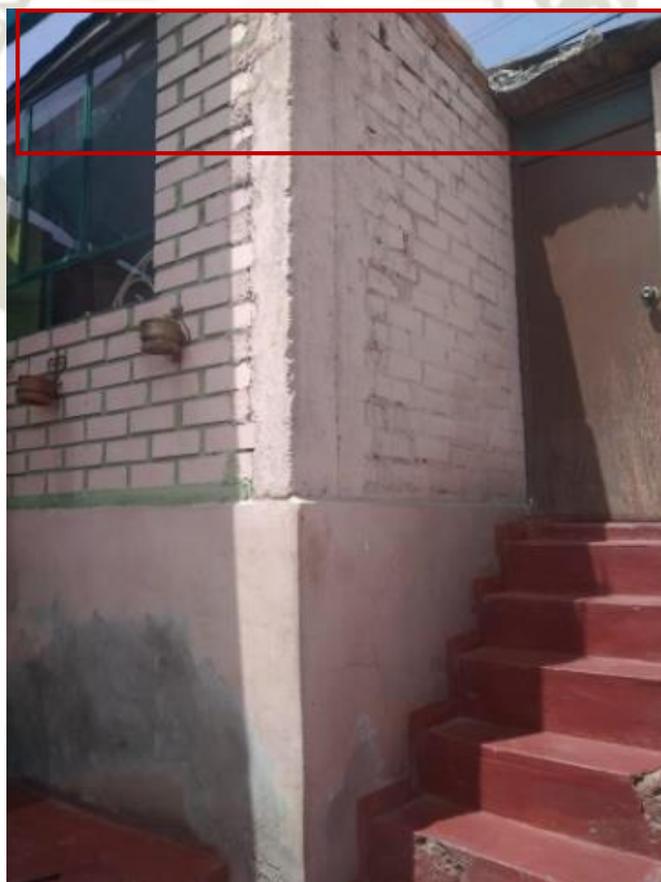


Figura 7: Ejemplo 3 de vivienda con errores constructivos.

- Falta de losas en el techo (figura 7), haciendo que la vivienda carezca de diafragma rígido y tenga diferentes desplazamientos para cada elemento estructural al momento de ocurrir un sismo.



Figura 8: Ejemplo 4 de vivienda con errores constructivos.

- Es común que algunos propietarios incrementen en número de pisos de sus viviendas, generalmente con fines de negocio y se pueden generar estructuras de esbeltez considerable (figura 8), la cual generaría en un sismo de gran magnitud, daños severos en la estructura. Los muros portantes de albañilería no deben presentar aberturas, debido a que estas generan concentraciones de esfuerzos axiales y de corte que pueden ocasionar la falla de estos elementos.



Figura 9: Ejemplo 5 de vivienda con errores constructivos.

- En la imagen se puede apreciar una columna que nace en el segundo nivel (figura 9 y 10), lo cual es un problema grave, ya que esta columna junto al peso de la losa que está cargando, generan cargas de punzonamiento sobre la viga del primer nivel, pudiendo ocasionar una falla y el colapso de la estructura.



Figura 10: Ejemplo 6 de vivienda con errores constructivos.



Figura 11: Ejemplo 7 de vivienda con errores constructivos.

- Muros de albañilería sin un correcto confinamiento en los bordes, unidades de albañilería sin mortero que genere adherencia entre ellas (figura 11), esto pone en riesgo no solo a las personas que viven en esta casa, sino a todas las personas que pudieran ponerse junto al muro al momento de ocurrir un movimiento sísmico.



Figura 12: Ejemplo 9 de vivienda con errores constructivos.

- Unidades de albañilería sin mortero sobre el techo de la casa (figura 12), con riesgo de caerse con cualquier movimiento sísmico, haciendo más vulnerable salir de la vivienda en caso de sismo que quedarse en ella.



Figura 13: Ejemplo 10 de vivienda con errores constructivos.

- En la siguiente imagen se puede apreciar que en el primer piso se utilizó un sistema de pórticos viga-columna (sistema flexible), mientras que en los pisos superiores se aprecia un sistema rígido compuesto por muros de albañilería (figura 13). Se puede generar una falla por piso blando, que trae fallas por corte (falla frágil) que pueden llevar al colapso de la estructura sin previo aviso, limitando el tiempo disponible de los habitantes para poder evacuar.



Figura 14: Ejemplo 11 de vivienda con errores constructivos.

- Asentamientos diferenciales por una mala cimentación de la vivienda (figura 14), provocando el hundimiento del lado izquierdo de la vivienda y el agrietamiento del muro al lado derecho, además los muros no presentan confinamiento en la parte superior.

c) Encuestas a los ocupantes:

Parte importante de la investigación es saber si en la actualidad, en el A.H. Alto Jesús, los habitantes tienen conocimiento del grado de vulnerabilidad de sus viviendas y saber también por qué se realizan viviendas autoconstruidas, para buscar una solución de acuerdo a los problemas que presentan.

A continuación, se muestra el modelo de encuesta presentado a los habitantes interesados en ayudar con la investigación:



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“EFECTO DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN EL DISTRITO DE
PAUCARPATA Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA
INFORMAL ANTE UN EVENTO SÍSMICO DE GRAN MAGNITUD”**

1. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO:

1.1. Nombre:

1.2. Dirección:

2. ENCUESTA:

2.1. ¿Desde hace cuánto tiempo vive en esta vivienda? _____

2.2. ¿Cuántos metros cuadrados de construcción tiene su vivienda?
_____.

2.3. Encuentra que su vivienda es:

Muy confortable ____. Confortable ____. Poco confortable ____. Inconfortable ____.

2.4. ¿Considera que su vivienda podría resistir a un evento sísmico de gran intensidad?

Sí ____. No ____.

2.5. ¿Su vivienda fue autoconstruida?

Sí ____. No ____.

2.6. ¿Se contrató a algún profesional o persona externa para la construcción de su
vivienda?

Sí ____. No ____. Si la respuesta es sí, indique quién fue:

2.7. ¿Participó algún miembro de la familia en la supervisión de la construcción de la
vivienda?

Sí ____. No ____.

2.8. ¿Considera que la autoconstrucción es eficiente?

Sí ____. No ____.

2.9. ¿Su vivienda presenta algún tipo de rajaduras?

Sí ____. No ____.

2.10. ¿Reforzaría su vivienda si sabe que no resistiría a un sismo de gran intensidad?

Sí ____. No ____.

2.11. ¿Reconoce si su vivienda ha sido construida sobre un lugar seguro?

Sí ____. No ____.

2.12. ¿Reconoce que Paucarpata es un distrito con alto índice de autoconstrucción?

Sí ____. No ____.

OTROS:.....
.....
.....
.....

d) Análisis Estructural de las viviendas seleccionadas

- Espesor efectivo:

Espesor efectivo (t)	
Condición	Zona sísmica
h/20	2, 3 y 4
h/25	1

Tabla 1: Condiciones para el espesor efectivo E 070.

- $t' = \frac{h}{20}$ (19.1a E070)

- Densidad mínima de muros:

$$\frac{\sum Lt}{Ap} > \frac{ZUSN}{56} \quad (19.2B \text{ E070})$$

Donde:

L: Longitud total del muro.

t: Espesor efectivo utilizado en muro.

Ap: Área de planta.

N: Número de pisos.

Tabla N°1 (E 030) Factores de zona (Z)	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Tabla 2: Factores de zona (Z)

Tabla N°3 (E 0.30) Factor de suelo (S)				
Zona	Suelo			
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

Tabla 3: Factor de suelo (S)

Tabla N°5 (E 030) Factor de uso (U)		
Categoría	Descripción	U
A	Edificaciones esenciales	1.5
B	Edificaciones importantes	1.3
C	Edificaciones comunes	1
D	Edificaciones temporales	Criterio

Tabla 4: Factor de uso (U)

- Determinación de la fuerza cortante basal:

- $V = \frac{Z*U*S*C}{R} * P$ (E030)

Tabla N°4 (E 0.30) Periodos Tp y TI				
Periodos	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0.3	0.4	0.6	1
TL (S)	3	2.5	2	1.6

Tabla 5: Periodos TP y TL

Tabla N°7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema estructural	Coefficiente básico de reducción Ro
Acero	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	8
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (SCBF)	6
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Tabla 6: Factores de reducción (R)

- $R = R_o * I_a * I_p$ (E030)

la: Factor de irregularidad en altura.

lp: Factor de irregularidad en planta.

- $T = \frac{hn}{C_T}$ (E030)

hn: Altura de la vivienda

Valores de CT	
35	Estructuras con pórticos
40	Concreto armado con pórticos, cajas de ascensor y escaleras
60	Estructuras con muros de corte

Tabla 7: Valores de CT

Factor de amplificación sísmica (C)	
Condición	C
$T < T_p$	2.5
$T_p < T < T_l$	$2.5 * \frac{T_p}{T}$
$T > T_l$	$2.5 * \frac{T_p * T_l}{T}$

Tabla 8: Factor de amplificación sísmica (C)

- $\frac{C}{R} > 0.125$ (E030)

- Distribución de la fuerza sísmica en altura:

$$F_i = \alpha_i * V \text{ (E030)}$$

- $\alpha_i = \frac{P_i * h_i^k}{\sum P_j(h_j)}$ (E030)

$T < 0.5$	$k=1$
$T > 0.5$	$k=(0.75+0.5T)$

Tabla 9: Valores de K con respecto al periodo

- Determinación de la Pseudoaceleración:

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g \text{ (E030)}$$

- Verificación de drift:

- Drift < 0.005 para albañilería (E030)

- Amplificación sísmica:

Tipo de estructura	Amplificación
Regular	V.din=80%V
Irregular	V.din=90%V

Tabla 10: Factores de amplificación

- Cálculo del esfuerzo axial máximo por muro:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} < 0.2 \cdot f'_m \cdot \left(1 - \left(\frac{h}{35 \cdot t}\right)^2\right) < 0.15 \cdot f'_m \quad (19.1b \text{ E070})$$

Donde:

L: Longitud total del muro.

P_m: Carga de gravedad máxima de servicio.

h: altura del muro

De no cumplirse estas expresiones mejorar albañilería (f'm), aumentar el espesor o transformar en concreto.

- Resistencia al agrietamiento diagonal:

$$V_m = 0.5 \cdot v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_g \quad (E070)$$

Donde:

V'm: Resistencia característica del concreto.

P_g: Carga gravitacional de servicio, E030.

t: Espesor efectivo.

L: Longitud total del muro

α: Factor de reducción de resistencia al corte por esbeltez.

$$\frac{1}{3} < \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} < 1 \quad (26.3 \text{ E070})$$

- Control de fisuración:

$$V_e < 0.55 \cdot V_m = \text{Fuerza cortante admisible} \quad (26.2 \text{ E070})$$

- Verificación de la resistencia al corte del edificio:

- En cada entrepiso y dirección del edificio la resistencia al corte (V_{mi}) sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo:

$$\Sigma V_{mi} > V_{Ei} \quad (26.4 \text{ E070})$$

- El valor de V_{Ei} corresponde a la fuerza cortante actuante en el entrepiso por el sismo severo:

$$R = 3 \quad (\text{Sismo severo})$$

- Se emplearán refuerzos mínimos y se considerará el edificio como elástico si se cumple que:

$$3 \cdot \Sigma V_{mi} > V_{Ei}$$

- Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros:

$$V_{ui} = V_{ei} * \frac{V_{ml}}{V_{el}} * L \quad (27c \text{ E070})$$

$$M_{ui} = M_{ei} * \frac{V_{ml}}{V_{el}} * L \quad (27c \text{ E070})$$

$$2 = \frac{V_{ml}}{V_{el}} < 3$$

Ve y Me: Fuerza rotante y momento flector respetivamente.

- Si: $V_u > V_m$ o $\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} > 0.05 f' m$ se refuerza el muro
- Si el edificio tiene más de tres pisos, todos los muros portantes del primer nivel serán reforzados horizontalmente con una cuantía mínima de 0.001

$$\rho = \frac{A_s}{S * T} > 0.001$$

- Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores:

$$V_{mi} > V_{ui}$$

De no cumpliste esta condición, el entrepiso se agrietará y los confinamientos se diseñarán para soportar V_{mi} .

- Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Tabla N°11 (E070)			
Fuerzas internas en columnas de confinamiento			
Columna	Vc Fuerza cortante	T Tracción	C Compresión
Interior	$\frac{V_{m1} * L_m}{L * (N_c + 1)}$	$V_{m1} * \frac{h}{L} - P_c$	$P_c + \frac{V_{m1} * h}{2L}$
Externa	$1.5 * \frac{V_{m1} * L_m}{L * (N_c + 1)}$	$F - P_c$	$F + P_c$

Tabla 11: Fuerzas internas en columnas de confinamiento.

$$M = M_{u1} - + \frac{1}{2} * V_{1m} * h \quad (E070)$$

$$F = \frac{M}{L} \quad (E070)$$

$$P_c = (P_{cm} + P_{cv}) \frac{L_m}{L} \quad (E070)$$

Donde:

Nc: Número de columnas de confinamiento.

Lm: Longitud de paño mayor o 0.5L.

- Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

$$A_c > 15 * t \text{ (E070)}$$

$$A_n = A_s * \frac{\frac{c}{\emptyset} - A_s * f_y}{0.85 * \int * f'_c} \text{ (27.3 - a.1 E070)}$$

Donde:

\emptyset : 0.7 o 0.75, para estribos cerrados o zunchos, respectivamente

\int : 0.8 o 1, para columnas sin o con muros transversales, respectivamente.

A_c : Área de la sección transversal de concreto igual a A_n con recubrimiento.

A_n : Área del núcleo confinado.

$$A_c > A_{cf} \text{ (E070)}$$

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 * f'_c * 0.85} > 15 * t \text{ (27.3.3 - a.1' E070)}$$

- Determinación del refuerzo vertical de columnas del primer nivel y muros agrietados:

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y * \mu * \emptyset} \quad A_{st} = \frac{T}{f_y * \emptyset} \text{ (27.3. a.2 E070)}$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} > \frac{0.1 * f'_c * A_c}{f_y} \text{ (mínimo } 4 \emptyset 8\text{mm E070)}$$

Donde:

μ : 0.8 o 1, para juntas sin tratar y tratadas, respectivamente.

\emptyset : 0.85

- Determinación de los estribos de confinamiento de columnas del primer nivel y muros agrietados:

- Se colocará el menor de los siguientes espaciamientos entre estribos:

$$S_1 = \frac{A_v * f_y}{0.3 * t_n * f'_c * \left(\frac{A_c}{A_n} - 1\right)} \quad S_2 = \frac{A_v * f_y}{0.12 * t_n * f'_c} \text{ (27.3. a.3 E070)}$$

$$S_3 = \frac{d}{4} > 5\text{cm} \quad S_4 = 10\text{cm} \text{ (27.3. a.3 E070)}$$

Donde:

d : peralte de columna.

t_n : Espesor del núcleo confinado.

A_v : Área de corte del estribo.

- El confinamiento mínimo con estribos será de con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm. Adicionalmente 2 estribos en la unión solera-columna y estribos a 10 cm en el sobrecimiento.
- Diseño de vigas soleras del primer nivel:

$$T_s = V_{m1} * \frac{L_m}{2 * L} \quad A_s = \frac{T_s}{f_y} > \frac{0.1 * f'_c * A_{cs}}{\emptyset * f_y} \quad (\text{mínimo } 4 \emptyset 8\text{mm } 27.3. b \text{ E070})$$

Donde:

\emptyset : 0.9

Acs: Área de la sección transversal de solera.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.
- Diseño de columnas de los pisos superiores no agrietados:

$$F = \frac{M_u}{L} \quad T = F - P_c > 0 \quad (27.4. a \text{ E070})$$

$$A_s = \frac{T}{f_y * \emptyset} > \frac{0.1 * f'_c * A_c}{f_y} \quad (\text{mínimo } 4 \emptyset 8\text{mm } \text{E070})$$

$$C = P_c + F \quad (\text{E070})$$

Donde:

\emptyset : 0.9

$$A_n = A_s + \frac{\frac{C}{\emptyset} - A_s * f_y}{0.85 * \int * f'_c} \quad (27.4. b \text{ E070})$$

Donde:

\emptyset : 0.7 o 0.75, según se emplee estribos cerrados o zunchos, respectivamente.

\int : 0.8 o 1, para columnas sin o con muros transversales, respectivamente.

- Las columnas internas podrán tener refuerzo mínimo.
- En las columnas se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.
- Diseño de vigas soleras de los pisos superiores no agrietados:

$$T_s = V_u * \frac{L_m}{2L} \quad (\text{E070})$$

$$A_s = \frac{T_s}{\emptyset * f_y} > \frac{0.1 * f'_c * A_{cs}}{f_y} \quad (\text{mínimo } 4 \emptyset 8\text{mm } 27.4. d \text{ E070})$$

Donde:

\emptyset : 0.9

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.

3.3. Metodología experimental:

Recopilar la información sobre proyectos similares al escogido para que sea una guía del trabajo que se quiere realizar.

Se identificarán las viviendas que fueron autoconstruidas en el distrito de Paucarpata, valiéndonos primero de una inspección visual, para poder centrarnos en las zonas que presentan mayor potencial para ser estudiado. Posteriormente se realizarán encuestas a los habitantes de las viviendas para tener de manera certera la cantidad de viviendas autoconstruidas y saber el motivo por el cual decidieron optar por la autoconstrucción.

Una vez determinadas las viviendas a ser estudiadas, se identificarán los materiales utilizados, así como el por qué decidieron utilizar los mismos y de ser posible algunas muestras para ser estudiadas en el laboratorio, también los criterios de estructuración tomados, si se realizó con un maestro de obra o si ellos mismos la construyeron, y algunas fotografías de errores encontrados en las viviendas.

Ya obtenidos todos los datos, se procederá a analizar las viviendas, determinando la densidad de muros, un análisis dinámico espectral, verificación del cumplimiento de los parámetros sismorresistentes mínimos y determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que tienen las viviendas; todo ello con apoyo de softwares como ETABS y SAP 2000.

Finalmente se procesarán los resultados obtenidos para determinar los principales defectos encontrados en la construcción de viviendas informales, la calidad de los principales materiales utilizados, y la respuesta que tienen las estructuras ante un evento sísmico de gran magnitud.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS:

4.1. Análisis de encuestas a pobladores:

De las encuestas realizadas a los pobladores de Paucarpata, se obtuvieron los siguientes resultados:

Pregunta 1		
¿Desde hace cuánto tiempo vive en esta vivienda?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
De 0 a 10 años	14	14%
De 10 a 20 años	26	26%
De 20 a 30 años	10	10%
De 30 a 40 años	20	20%
De 40 años a más	30	30%
Total	100	100%

Tabla 12: ¿Desde hace cuánto tiempo vive en esta vivienda?

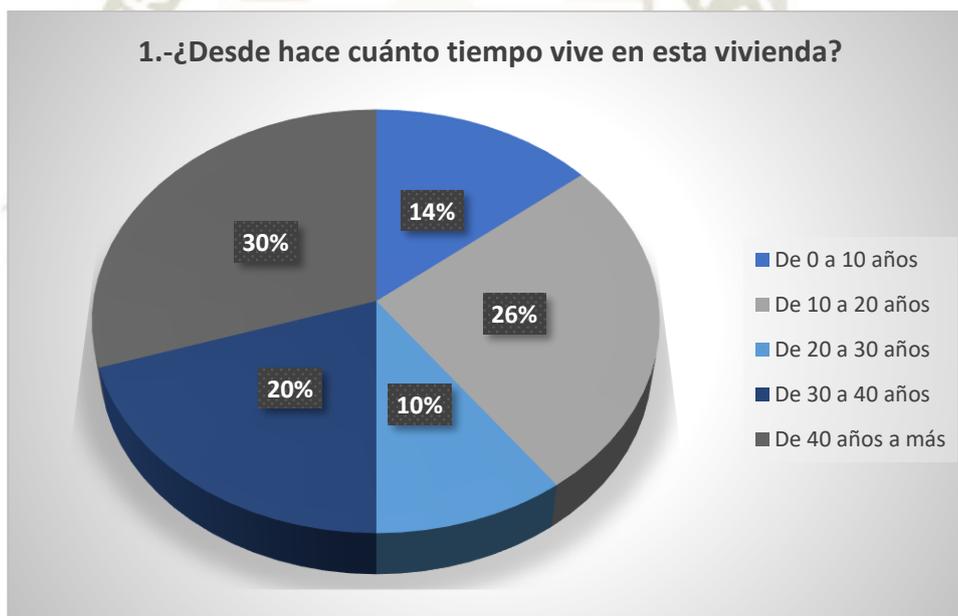


Ilustración 1: ¿Desde hace cuánto tiempo vive en esta vivienda?

La mayoría de viviendas tienen una antigüedad superior a los 20 años, lo que indica que fueron afectadas por algunos sismos que se presentaron en la ciudad de Arequipa, es por ello que existen viviendas con rajaduras en los muros, columnas, vigas y techos. También, dado que algunas personas no tenían muchos recursos, optaron por construir su casa por partes, es de esta manera que algunos hogares pudieron resistir algunos sismos de gran magnitud.

Pregunta 2		
¿Cuántos metros cuadrados de construcción tiene su vivienda?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
De 0 a 100 m2	24	24%
De 100 a 200 m2	34	34%
De 200 a 300 m2	26	26%
De 300 m2 a más	16	16%
Total	100	100%

Tabla 13: ¿Cuántos metros cuadrados de construcción tiene su vivienda?

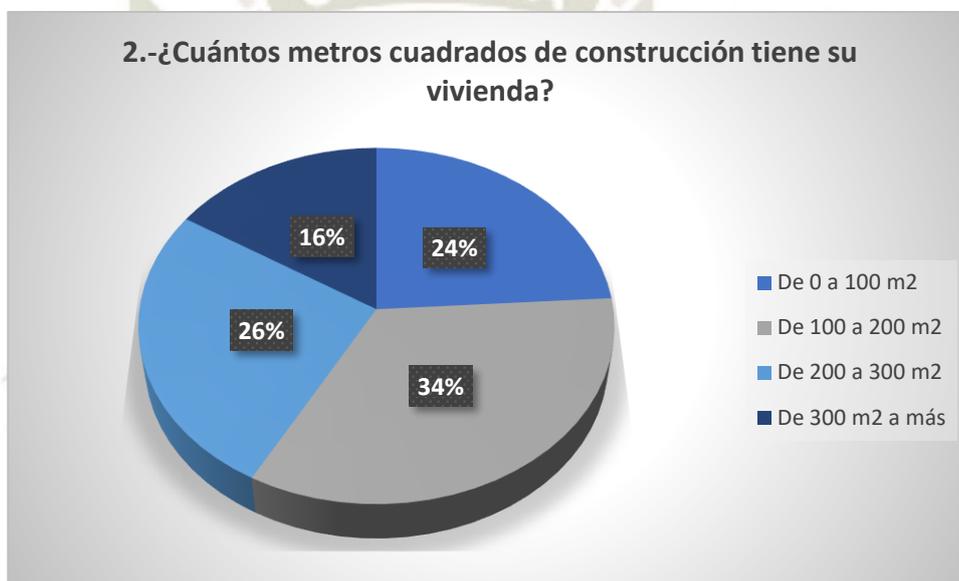


Ilustración 2: ¿Cuántos metros cuadrados de construcción tiene su vivienda?

Más de la mitad de las viviendas cuentan con un área menor a 200 m², en muchos casos con jardines y patios, es por ello que las viviendas no tienen un área de construcción muy extensa. Esto es bueno, ya que las luces presentes en las casas no son muy grandes, haciendo que las losas y las vigas no estén sometidas a esfuerzos muy grandes a causa de la gravedad y el peso propio de la estructura. El 42% de las viviendas supera los 200 m² haciendo que las luces sean mayores y aumentando el esfuerzo de los elementos estructurales, esto es perjudicial, ya que en muchas viviendas autoconstruidas no se ve presente el uso de vigas peraltadas a pesar de tener luces de considerable tamaño.

Pregunta 3		
Encuentra que su vivienda es:		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Muy confortable	4	4%
Confortable	60	60%
Poco confortable	26	26%
Inconfortable	10	10%
Total	100	100%

Tabla 14: Grado de confort de la vivienda.

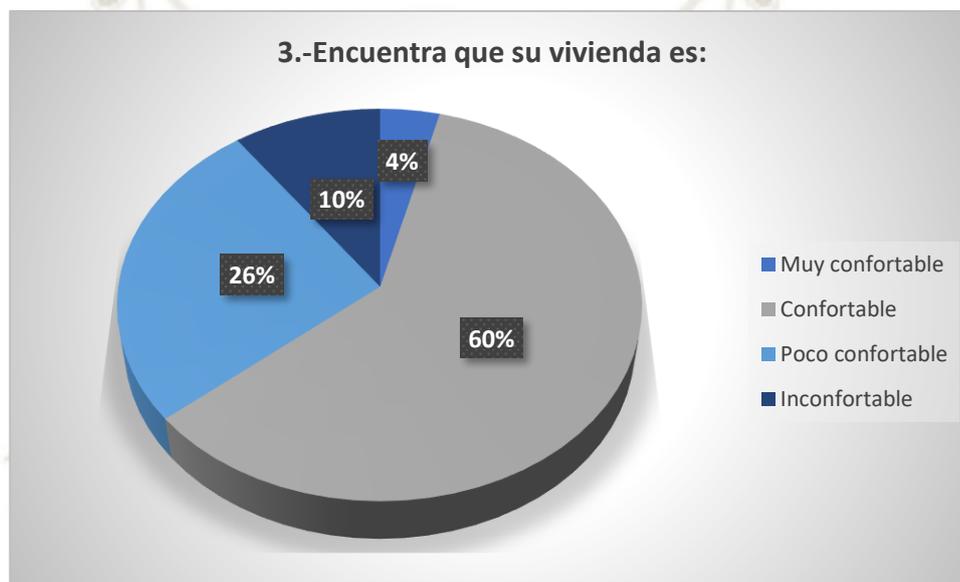


Ilustración 3: Grado de confort de la vivienda.

El 64% de los encuestados encuentra su vivienda confortable y muy confortable, a pesar de los daños que sufrieron sus casas a razón de los antiguos movimientos sísmicos o a causa de malos procesos constructivos, se sienten cómodos y seguros, aumentando así la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en futuros sismos.

El 36% de los encuestados encuentra que su vivienda es poco confortable e inconfortable, siendo personas que en su mayoría optaría por realizar una mejora a su hogar, de tener los medios necesarios o la ayuda necesaria.

Pregunta 4		
¿Considera que su vivienda podría resistir a un evento sísmico de gran intensidad?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	62	62%
No	38	38%
Total	100	100%

Tabla 15: ¿Considera que su vivienda podría resistir a un evento sísmico de gran intensidad?

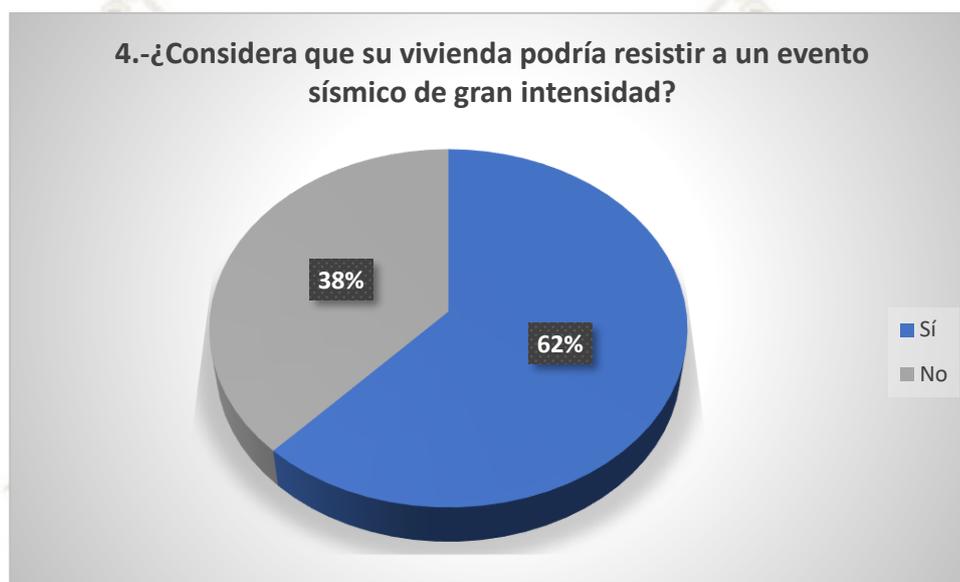


Ilustración 4: ¿Considera que su vivienda podría resistir a un evento sísmico de gran intensidad?

El 62% de los encuestados considera que su vivienda puede resistir un sismo de gran intensidad, es por ello que las casas que presentan algún tipo de daño o error constructivo no serán reparadas, debido a que estas no son vistas como un posible peligro para sus familias ante los movimientos sísmicos.

Pregunta 5		
¿Su vivienda fue autoconstruida?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	64	64%
No	36	36%
Total	100	100%

Tabla 16: ¿Su vivienda fue autoconstruida?

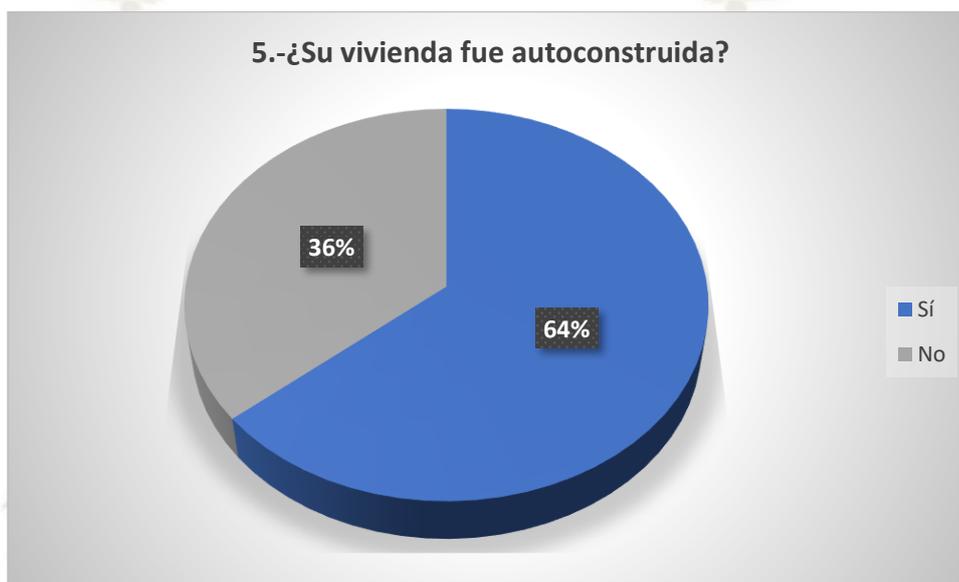


Ilustración 5: ¿Su vivienda fue autoconstruida?

El 64% de las viviendas encuestadas fueron autoconstruidas de forma parcial o total, en algunos casos con ayuda de albañiles y maestros de obra. Al existir tanto índice de autoconstrucción, hace que esta práctica sea vista de una manera normal, evitando así la participación de profesionales capacitados para realizar esta clase de tareas.

Pregunta 6		
¿Se contrató a algún profesional o persona externa para la construcción de su vivienda?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Ingeniero civil	4	4%
Arquitecto	6	6%
Maestro de obra	59	59%
Albañil	15	15%
No	8	16%
Total	100	100%

Tabla 17: ¿Se contrató a algún profesional o persona externa para la construcción de su vivienda?



Ilustración 6: ¿Se contrató a algún profesional o persona externa para la construcción de su vivienda?

Tan solo el 10% de las viviendas construidas fueron supervisadas parcial y totalmente por un ingeniero o arquitecto, este es un porcentaje muy bajo y preocupante para el distrito de Paucarpata, dado que las personas prefieren confiar en personas no calificadas como son los albañiles, maestros de obra, en la mayoría de casos. Esto puede darse porque el servicio de ingenieros y arquitectos es menos accesible para algunas personas.

Pregunta 7		
¿Participó algún miembro de la familia en la supervisión de la construcción de la vivienda?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	73	73%
No	27	27%
Total	100	100%

Tabla 18: ¿Participó algún miembro de la familia en la supervisión de la construcción de la vivienda?



Ilustración 7: ¿Participó algún miembro de la familia en la supervisión de la construcción de la vivienda?

El 73% de las personas encuestadas, afirmó que algún miembro de su familia participó en la construcción de su vivienda, este no sería un indicador negativo si, en la anterior pregunta, la mayoría de viviendas hubiera sido construida por ingenieros civiles o arquitectos, porque a lo largo de su participación tendrían a un profesional a cargo que les diera las indicaciones correctas, pero en la mayoría de casos, fueron dirigidos por maestros de obra o albañiles y en el peor de los casos, por ellos mismos.

Pregunta 8		
¿Considera la autoconstrucción es eficiente?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	64	64%
No	36	36%
Total	100	100%

Tabla 19: ¿Considera la autoconstrucción es eficiente?

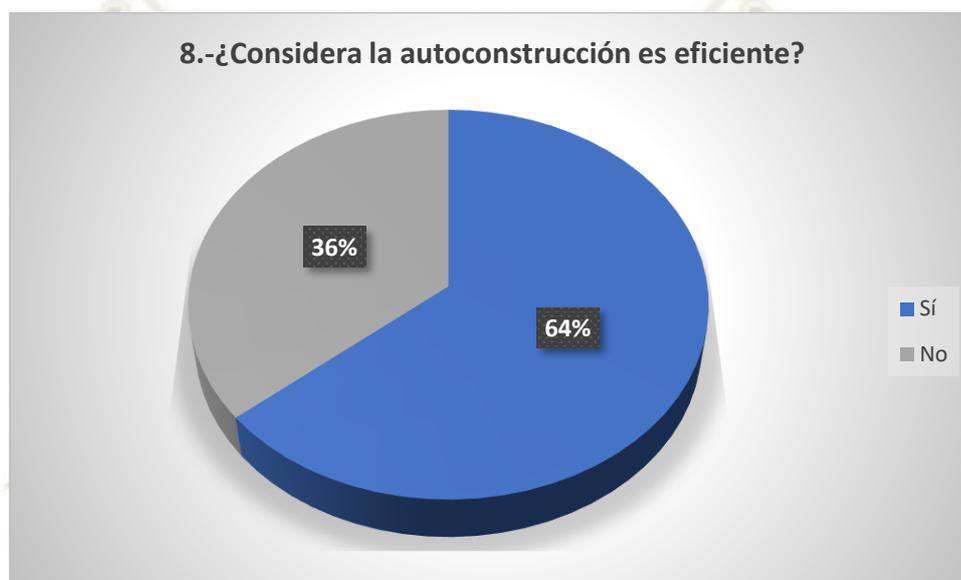


Ilustración 8: ¿Considera la autoconstrucción es eficiente?

El 64% de los encuestados considera que la autoconstrucción de viviendas es eficiente, aunque estudios antes realizados demuestren lo contrario. Esto se debe a que algunas personas participaron en la construcción de sus viviendas, y al ver que por años su vivienda sigue en pie, considera que la construcción es efectiva, pero al momento de realizar la construcción, no se consideraron posibles efectos de los sismos que podrían dañar su casa de producirse un sismo de gran magnitud.

Pregunta 9		
¿Su vivienda presenta algún tipo de rajaduras?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	63	63%
No	37	37%
Total	100	100%

Tabla 20: ¿Su vivienda presenta algún tipo de rajaduras?



Ilustración 9: ¿Su vivienda presenta algún tipo de rajaduras?

El 63% de las personas encuestadas, asegura que sus viviendas cuentan con rajaduras en muros y techos, lo que confirmaría que las viviendas autoconstruidas no son tan eficientes, afirmando también que la autoconstrucción no es la mejor técnica para la construcción de viviendas, así sean supervisadas por maestros de obra o albañiles.

Pregunta 10		
¿Reforzaría su vivienda si sabe que no resistiría a un sismo de gran intensidad?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	88	88%
No	12	12%
Total	100	100%

Tabla 21: ¿Reforzaría su vivienda si sabe que no resistiría a un sismo de gran intensidad?



Ilustración 10: ¿Reforzaría su vivienda si sabe que no resistiría a un sismo de gran intensidad?

Casi el 90% de los encuestados afirmó que reforzaría su vivienda si supiera que esta no resistiría un sismo de gran intensidad, pero esto sería poco o nada eficiente si el refuerzo estructural se haría con un maestro de obra, albañil o por los mismos miembros de la familia. Es por ello que es una mejor opción construir nuestra vivienda conforme a los parámetros de la norma y con la asesoría de un especialista en construcción para evitar estos futuros gastos en refuerzos de nuestra vivienda.

Pregunta 11		
¿Reconoce si su vivienda ha sido construida sobre un lugar seguro?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	84	84%
No	16	16%
Total	100	100%

Tabla 22: ¿Reconoce si su vivienda ha sido construida sobre un lugar seguro?

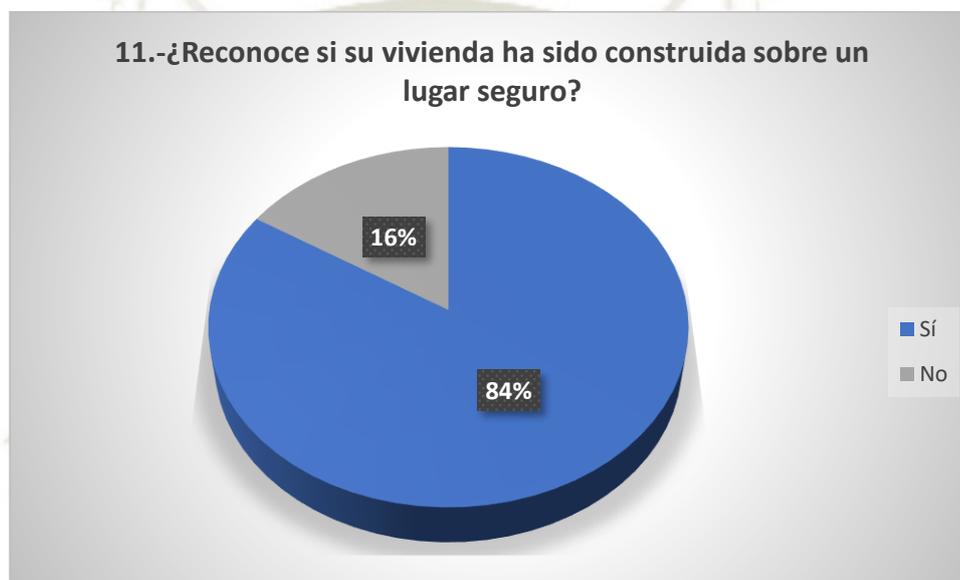


Ilustración 11: ¿Reconoce si su vivienda ha sido construida sobre un lugar seguro?

El 84% de los encuestados nos dice que reconoce que su vivienda fue construida sobre un lugar seguro, sin embargo en la mayoría de viviendas autoconstruidas no se realiza un estudio de suelos que indique el tipo de suelo que está presente en el terreno sobre el cual se construirá la casa, sumado a esto que en muchos casos, los terrenos tienen una pendiente muy pronunciada, provocando en las viviendas desniveles y asentamientos diferenciales por una cimentación incorrecta para el tipo de terreno que se tiene.

Pregunta 12		
¿Reconoce que Paucarpata es un distrito con alto índice de autoconstrucción?		
Respuesta	N° de personas	Porcentaje
Sí	78	78%
No	22	22%
Total	100	100%

Tabla 23: ¿Reconoce que Paucarpata es un distrito con alto índice de autoconstrucción?

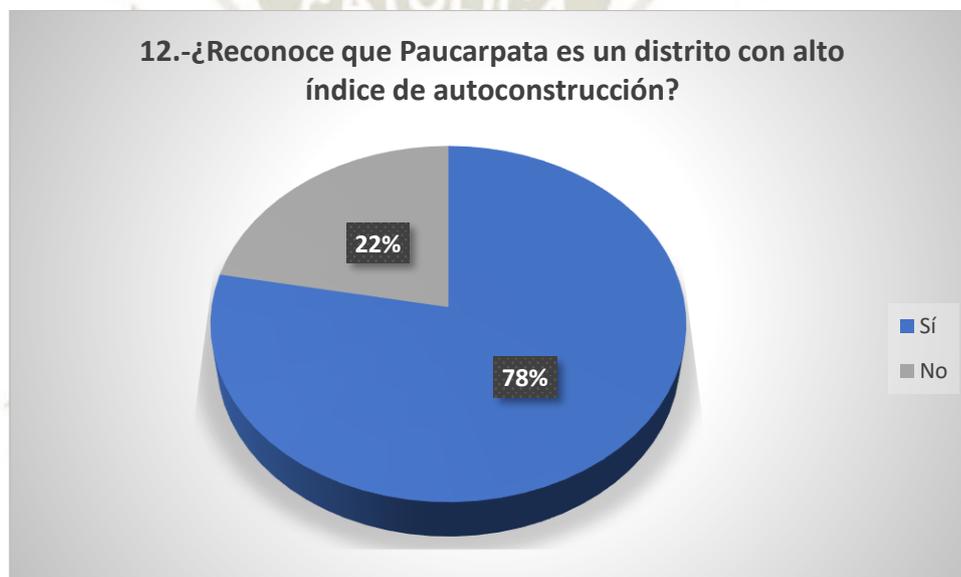


Ilustración 12: ¿Reconoce que Paucarpata es un distrito con alto índice de autoconstrucción?

El 78% de los encuestados reconoció que en el distrito de Paucarpata la autoconstrucción es una práctica común, sumado a que el 64% de los encuestados considera que la autoconstrucción es eficiente (pregunta 8), esto hace que construir sus propias casas, ya sea con ayuda de maestros de obra o albañiles, sea una solución a sus problemas en vez de verlo como un problema que se debe eliminar.

4.2. Análisis Estructural de las viviendas seleccionadas:

4.2.1. Vivienda 1:

- Datos de la vivienda:
 - $h = 2.4$ m (Altura de piso a techo)
 - $t=14$ cm (Espesor de muro utilizado)
 - Tipo de ladrillo: King Kong artesanal.
 - $F'b= 55$ kgf/cm² (Resistencia a compresión de unidades de albañilería)
 - $F'm= 35$ kgf/cm² (Resistencia a compresión de la albañilería)
 - $v'm= 5.1$ kgf/cm² (Resistencia al corte de albañilería)
 - $E_m= 17500$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad de albañilería)
 - $E_s= 2000000$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad de acero)
 - $f_y= 4200$ kgf/cm² (Esfuerzo de fluencia del acero)
 - $f'c= 175$ kgf/cm² (Resistencia a compresión del concreto)
 - $E_c= 198431.35$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad del concreto)
 - Vigas soleras (VS): 25x20 cm²
 - Columnas de confinamiento (P1): 15x40 cm²



Figura 15: Primera vivienda analizada.

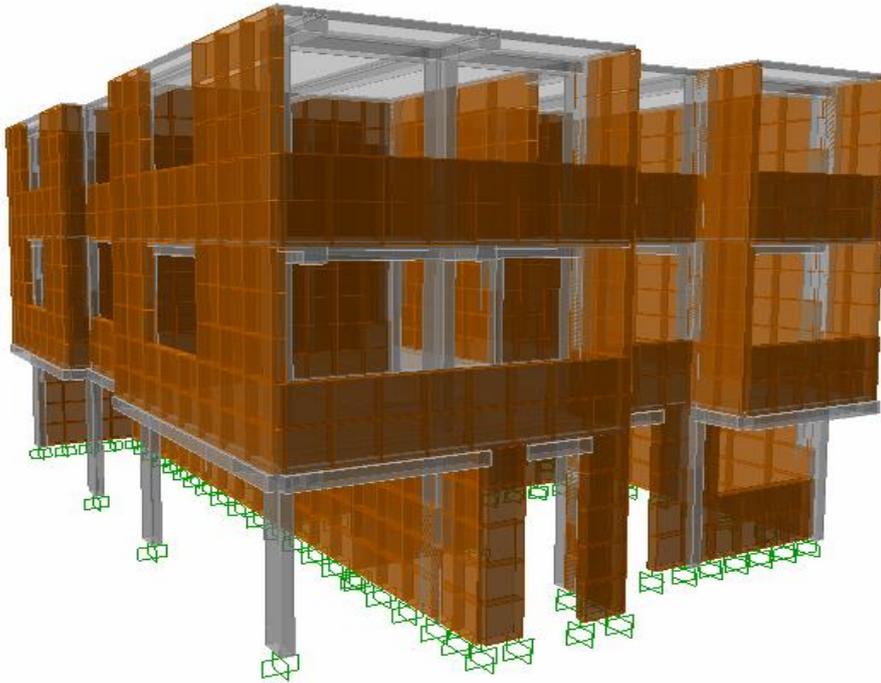
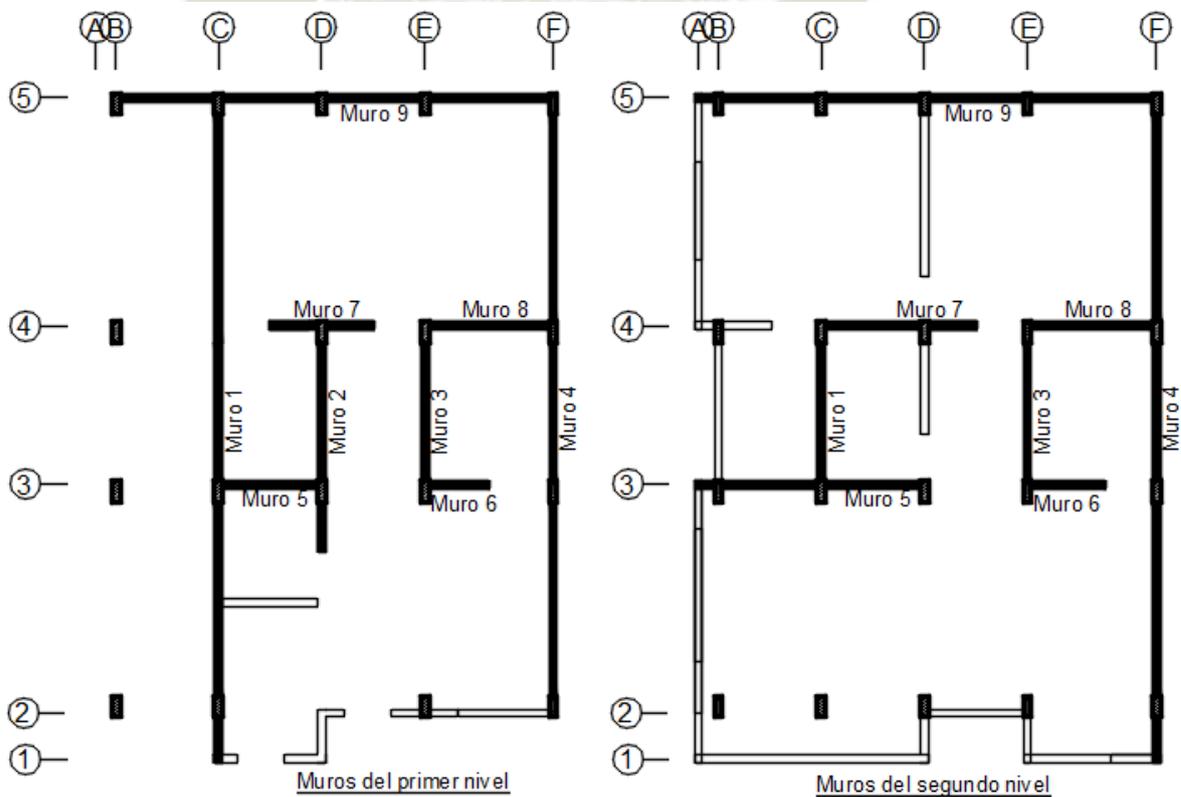


Figura 16: Modelo estructural de vivienda analizada.

- Espesor efectivo:
- $t' = 14 \text{ cm}$
- Densidad mínima de muros:



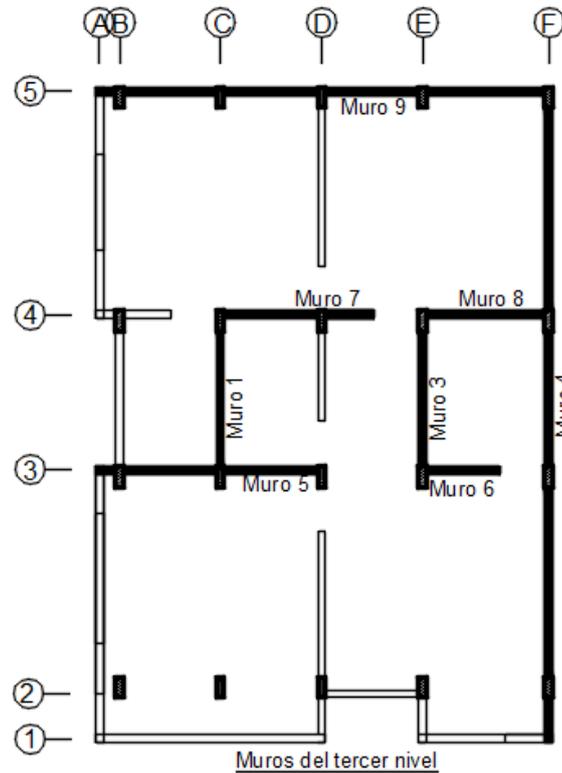


Figura 17: Densidad de muros.

Longitud mínima de muros						
Nivel	Sentido	Muro	Longitud (m)	Σ de long (m)	Long. mínima requerida	Cumple
Nivel 1	En y	1	13.08	33.23	12.460	Si
		2	4.49			
		3	3.5			
		4	12.16			
	En x	5	2.15	16.82	12.460	Si
		6	1.32			
		7	2.05			
		8	2.65			
		9	8.65			
Nivel 2	En y	1	3.5	20.06	8.307	Si
		3	3.5			
		4	13.06			
	En x	5	4.55	20.95	8.307	Si
		6	1.6			
		7	3.1			
		8	2.65			
		9	9.05			

Nivel 3	En y	1	3.5	20.06	4.153	Si
		3	3.5			
		4	13.06			
	En x	5	4.55	20.95	4.153	Si
		6	1.6			
		7	3.1			
		8	2.65			
		9	9.05			

Tabla 24: Densidad de muros.

- Determinación de la Pseudoaceleración:

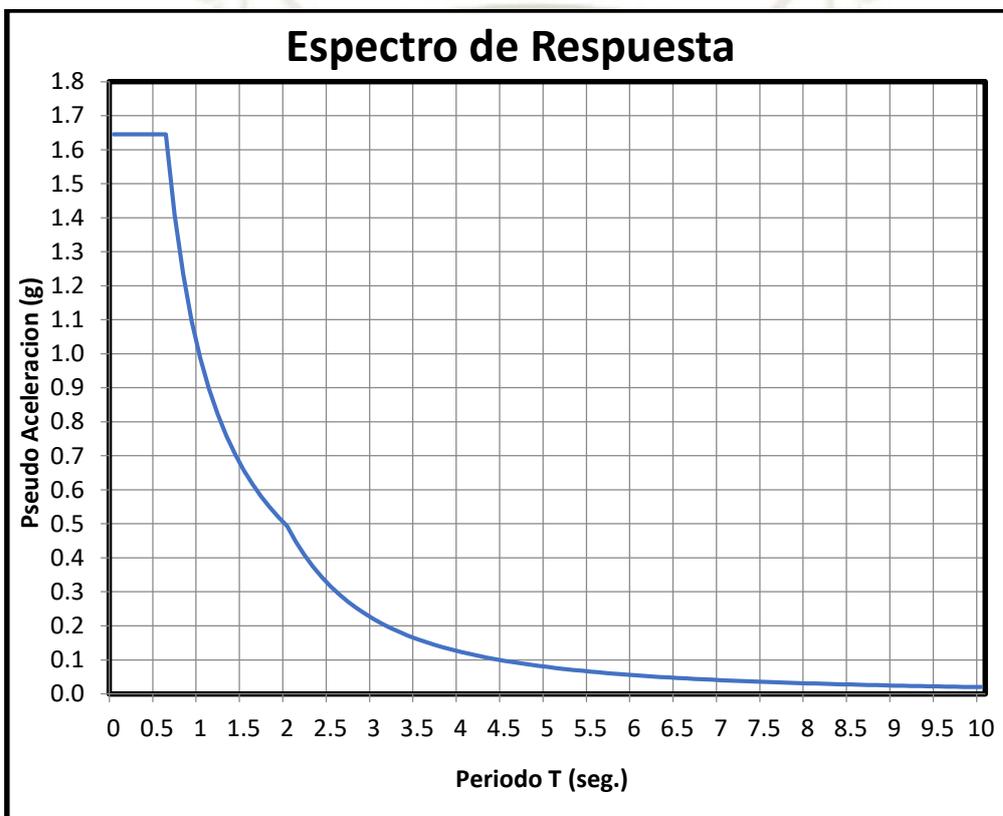


Ilustración 13: Espectro de respuesta inicial.

- Determinación de irregularidades:

Irregularidad de piso blando en X				
Piso	D	V	K=V/d	
3	0.00059	26.913	45384.166	Cumple Si
2	0.00060	44.952	74671.815	
1	0.00050	53.726	107023.474	
K Promedio			75693.15174	
la			1	

Tabla 25: Irregularidad de piso blando en X.

Irregularidad de piso blando en y				
Piso	D	V	K=V/d	Cumple
3	0.00021	26.913	125760.797	
2	0.00022	44.952	205262.250	Si
1	0.00017	53.726	323649.300	Si
K Promedio			218224.1158	
la			1	

Tabla 26: Irregularidad de piso blando en y.

Irregularidad de piso débil		
Piso	V	Cumple
3	26.913	
2	44.952	Sí
1	53.726	Sí
la		1

Tabla 27: Irregularidad de piso débil.

Irregularidad de peso		
Piso	P	Cumple
3	107.3775	
2	107.9625	Sí
1	105.0125	Sí
la		1

Tabla 28: Irregularidad de peso.

Irregularidad torsional extrema en x						
Piso	D.Cm	D*R	D*R/0.005	D.prom	D*R/D.prom	Cumple
3	0.000593	0.003558	0.7116	0.001536	2.3	No
2	0.000602	0.003612	0.7224	0.001992	1.8	No
1	0.000502	0.003012	0.6024	0.00183	1.6	No
lp			0.6			

Tabla 29: Irregularidad torsional extrema en X.

Irregularidad torsional en y					
Piso	D.cm	D*R	D*R/0.005	D.prom	Cumple
3	0.000214	0.001284	0.2568	0.000726	Sí
2	0.000219	0.001314	0.2628	0.001017	Sí
1	0.000166	0.000996	0.1992	0.000843	Sí
lp			1		

Tabla 30: Irregularidad torsional en y.

- Rx=3.6
- Ry=6

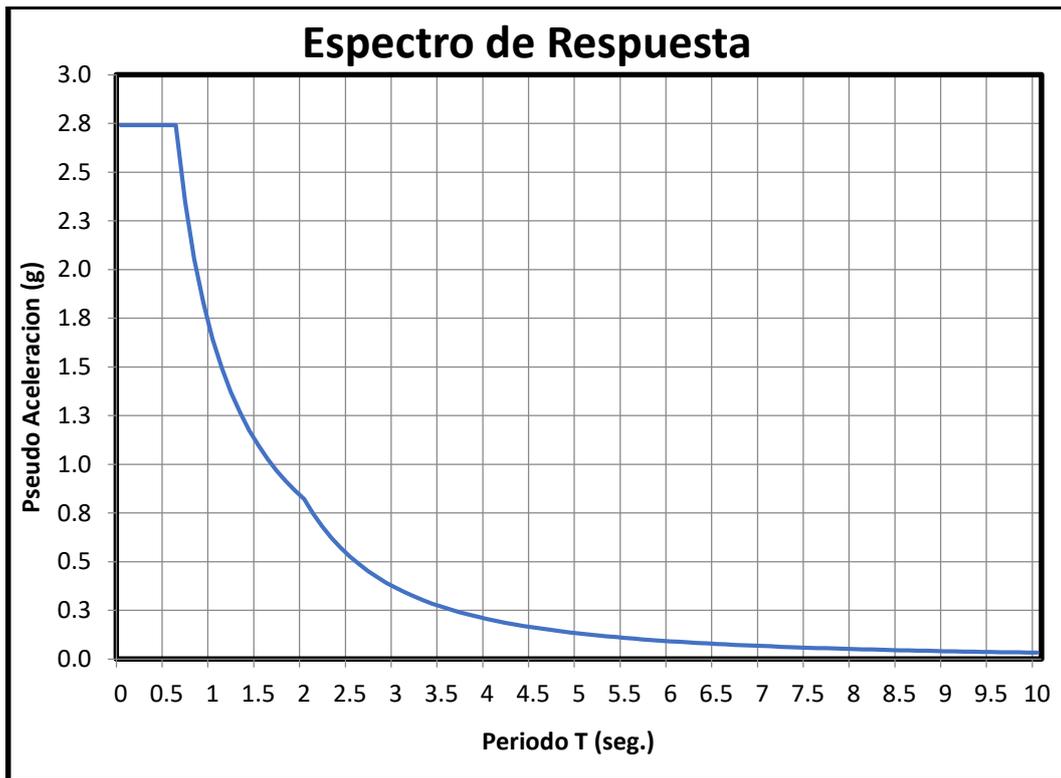


Ilustración 14: Espectro de respuesta en x.

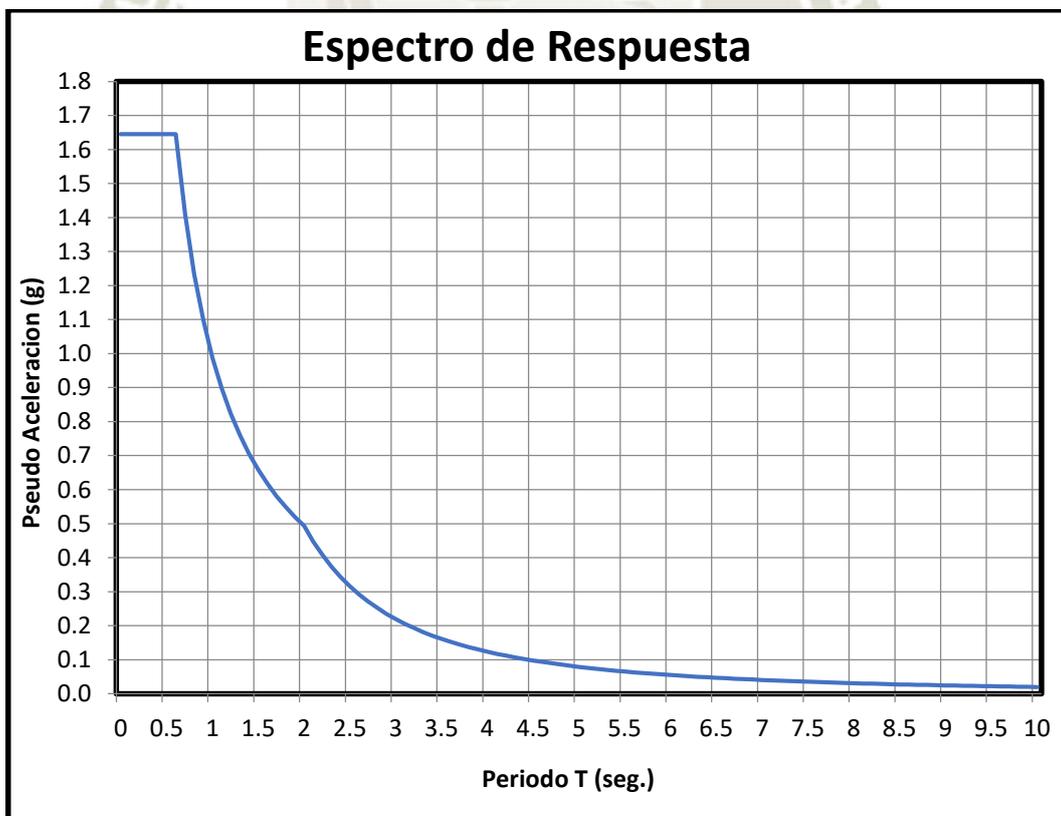


Ilustración 15: Espectro de respuesta en y.

- Verificación de drift:

Story	DriftX	Cumple
STORY3	0.000989	Sí cumple
STORY2	0.001003	Sí cumple
STORY1	0.000836	Sí cumple

Tabla 31: Drift en x.

Story	Drifty	Cumple
STORY3	0.000214	Sí cumple
STORY2	0.000219	Sí cumple
STORY1	0.000166	Sí cumple

Tabla 32: Drift en y.

- Determinación de la fuerza cortante basal:

Nivel	Pcm acum.	Pcv acum.	Pcm	Pcv	P (Pcm+25%Pcv)
3	104.58	11.19	104.58	11.19	107.3775
2	206.95	33.56	102.37	22.37	107.9625
1	306.37	55.93	99.42	22.37	105.0125
Total			306.37	55.93	320.3525

Tabla 33: Peso de cada nivel de la vivienda.

Z	0.35
U	1
S	1.15
C	2.5
Rx	3.6
Ry	6

Tabla 34: Coeficientes de cortante basal.

$V_x=89.54$ tnf.

$V_y=53.73$ tnf.

- Distribución de la fuerza sísmica en altura:

Nivel	P (tnf)	h (m)	P*h	α	Fi	Vi (tnf)
Nivel 3	107.378	7.8	837.545	0.501	44.855	44.855
Nivel 2	107.963	5.2	561.405	0.336	30.066	74.921
Nivel 1	105.013	2.6	273.033	0.163	14.622	89.543
P.Total	320.353		1671.982	1.000	89.543	

Tabla 35: Valores de cortante y fuerzas sísmicas por nivel en x

Nivel	P (tnf)	h (m)	P*h	α	Fi	Vi (tnf)
Nivel 3	107.378	7.8	837.545	0.501	26.915	26.915
Nivel 2	107.963	5.2	561.405	0.336	18.041	44.956
Nivel 1	105.013	2.6	273.033	0.163	8.774	53.730
P.Total	320.353		1671.982	1.000	53.730	

Tabla 36: Valores de cortante y fuerzas sísmicas por nivel en y.

- Amplificación sísmica:

	x	y
Z	0.350	0.350
U	1.000	1.000
C	2.500	2.500
S	1.150	1.150
P	320.353	320.353
R	3.600	6.000
V	89.543	53.726
Factor	0.800	0.900
V*Factor	71.634	48.353
V.Din	59.440	36.160
Factor de ampl.	1.205	1.337

Tabla 37: Amplificación.

- Cálculo del esfuerzo axial máximo por muro:

σ'	5.32
σ''	5.25

Muro	Piso	Pcm (tnf)	Pcv (tnf)	Pm (tnf)	L (m)	σ_m (tnf)	$\sigma_m < \sigma' < \sigma''$
1	STORY3	2.65	0.21	2.86	3.5	5.837	Aumentar espesor
	STORY2	5.98	0.95	6.93	3.5	14.143	Aumentar espesor
	STORY1	34.49	7.05	41.54	13.1	22.685	Aumentar espesor
2	STORY1	9.93	2.07	12	4.49	19.090	Aumentar espesor
3	STORY3	2.64	0.17	2.81	3.5	5.735	Aumentar espesor
	STORY2	5.32	0.93	6.25	3.5	12.755	Aumentar espesor
	STORY1	8.6	1.85	10.45	3.5	21.327	Aumentar espesor
4	STORY3	7.95	0.24	8.19	13.1	4.479	Correcto
	STORY2	15.88	1.73	17.61	13.1	9.631	Aumentar espesor
	STORY1	25.34	3.7	29.04	12.2	17.058	Aumentar espesor
5	STORY3	4.98	0.84	5.82	4.55	9.137	Aumentar espesor
	STORY2	7.18	1.32	8.5	4.55	13.344	Aumentar espesor
	STORY1	4.9	0.91	5.81	2.15	19.302	Aumentar espesor
6	STORY3	1.79	0.33	2.12	1.6	9.464	Aumentar espesor
	STORY2	3.01	0.62	3.63	1.6	16.205	Aumentar espesor
	STORY1	4.17	0.82	4.99	1.32	27.002	Aumentar espesor
7	STORY3	2.63	0.42	3.05	3.1	7.028	Aumentar espesor
	STORY2	4.79	0.92	5.71	3.1	13.157	Aumentar espesor
	STORY1	5.26	0.95	6.21	2.05	21.638	Aumentar espesor
8	STORY3	1.94	0.3	2.24	2.65	6.038	Aumentar espesor
	STORY2	3.6	0.65	4.25	2.65	11.456	Aumentar espesor
	STORY1	5.19	0.89	6.08	2.65	16.388	Aumentar espesor
9	STORY3	6.7	0.93	7.63	9.05	6.022	Aumentar espesor
	STORY2	13.18	2.16	15.34	9.05	12.107	Aumentar espesor
	STORY1	17.28	2.63	19.91	8.65	16.441	Aumentar espesor

Tabla 38: Cálculo del esfuerzo axial por muro.



- Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración:

$$v'm = 5.1 \text{ kg/cm}^2 .$$

Muro	Piso	L (m)	Ve (tnf)	α	Pg (tnf)	Vm (Tnf)	Ve<0.55Vm
1	STORY3	3.5	3.31	1	2.70	13.117	Correcto
	STORY2	3.5	5.48	1	6.22	13.925	Correcto
	STORY1	13.1	24.24	1	36.25	55.034	Correcto
2	STORY1	4.49	5.97	1	10.45	18.432	Correcto
3	STORY3	3.5	1.86	1	2.68	13.112	Correcto
	STORY2	3.5	3.65	1	5.55	13.772	Correcto
	STORY1	3.5	3.94	1	9.06	14.579	Correcto
4	STORY3	13.1	10.8	1	8.01	48.467	Correcto
	STORY2	13.1	18.58	1	16.31	50.376	Correcto
	STORY1	12.2	19.36	1	26.27	49.452	Correcto
5	STORY3	4.55	10.96	1	5.19	17.437	Aumentar espesor
	STORY2	4.55	19.59	1	7.51	17.971	Aumentar espesor
	STORY1	2.15	11.1	1	5.13	8.855	Aumentar espesor
6	STORY3	1.6	0.8	1	1.87	6.143	Correcto
	STORY2	1.6	2.39	1	3.17	6.440	Correcto
	STORY1	1.32	4.44	1	4.38	5.719	Aumentar espesor
7	STORY3	3.1	2.23	1	2.74	11.696	Correcto
	STORY2	3.1	5.21	1	5.02	12.222	Correcto
	STORY1	2.05	4.12	1	5.50	8.344	Correcto
8	STORY3	2.65	4.24	1	2.02	9.924	Correcto
	STORY2	2.65	7.83	1	3.76	10.326	Aumentar espesor
	STORY1	2.65	9.71	1	5.41	10.705	Aumentar espesor
9	STORY3	9.05	9.26	1	6.93	33.903	Correcto
	STORY2	9.05	16.62	1	13.72	35.464	Correcto
	STORY1	8.65	23.69	1	17.94	35.006	Aumentar espesor

Tabla 39: Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración.

- Verificación de la resistencia al corte del edificio:

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
Primer nivel	1	179.086	55.034
	2		18.432
	3		14.579
	4		49.452
	5		8.855
	6		5.719
	7		8.344
	8		10.705
	9		35.006
	Total		206.126
Vm/Ve		1.151	
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple	

Tabla 40: Verificación de la resistencia al corte del primer nivel.

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
Segundo nivel	1	149.841	13.925	
	3		13.772	
	4		50.376	
	5		17.971	
	6		6.440	
	7		12.222	
	8		10.326	
	9		35.464	
	Total		160.496	
	Vm/Ve		1.071	
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple		

Tabla 41: Verificación de la resistencia al corte del segundo nivel.

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
Tercer nivel	1	89.709	13.117	
	3		13.112	
	4		48.467	
	5		17.437	
	6		6.143	
	7		11.696	
	8		9.924	
	9		33.903	
	Total		153.798	
	Vm/Ve		1.714	
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple		

Tabla 42: Verificación de la resistencia al corte del tercer nivel.

	Muro	Piso	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
En y	1	STORY3	179.086	13.117
		STORY2		13.925
		STORY1		55.034
	2	STORY1		18.432
	3	STORY3		13.112
		STORY2		13.772
		STORY1		14.579
	4	STORY3		48.467
		STORY2		50.376
		STORY1		49.452
Total				290.266
Vm/Ve				1.621
$\Sigma Vm > ve$				Si cumple

Tabla 43: Verificación de la resistencia al corte en y.

	Muro	Piso	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
En x	5	STORY3	179.086	17.437
		STORY2		17.971
		STORY1		8.855
	6	STORY3		6.143
		STORY2		6.440
		STORY1		5.719
	7	STORY3		11.696
		STORY2		12.222
		STORY1		8.344
	8	STORY3		9.924
		STORY2		10.326
		STORY1		10.705
	9	STORY3		33.903
		STORY2		35.464
		STORY1		35.006
Total				195.148
Vm/Ve				1.090
$\Sigma Vm > ve$				Si cumple

Tabla 44: Verificación de la resistencia al corte en x.

- Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros:

Muro	Piso	L (m)	σ_m (tnf)	V_e (tnf)	M_e (tnf.m)	V_m (Tnf)	V_m/V_e	V_u (tnf)	M_u (tnf.m)	$V_u > V_m$ o $\sigma_m > 0.005f'm$
1	STORY3	3.5	5.837	3.31	1.028	13.117	3.000	9.93	3.084	Con refuerzo
	STORY2	3.5	14.143	5.48	2.356	13.925	2.541	13.93	5.987	Con refuerzo
	STORY1	13.1	22.685	24.24	29.551	55.034	2.270	55.03	67.092	Con refuerzo
2	STORY1	4.49	19.090	5.97	7.424	18.432	3.000	17.91	22.272	Con refuerzo
3	STORY3	3.5	5.735	1.86	0.679	13.112	3.000	5.58	2.037	Con refuerzo
	STORY2	3.5	12.755	3.65	1.692	13.772	3.000	10.95	5.076	Con refuerzo
	STORY1	3.5	21.327	3.94	2.158	14.579	3.000	11.82	6.474	Con refuerzo
4	STORY3	13.1	4.479	10.8	11.826	48.467	3.000	32.40	35.478	Con refuerzo
	STORY2	13.1	9.631	18.58	28.389	50.376	2.711	50.38	76.971	Con refuerzo
	STORY1	12.2	17.058	19.36	34.224	49.452	2.554	49.45	87.420	Con refuerzo
5	STORY3	4.55	9.137	10.96	5.113	17.437	2.000	21.92	10.226	Con refuerzo
	STORY2	4.55	13.344	19.59	14.94	17.971	2.000	39.18	29.880	Con refuerzo
	STORY1	2.15	19.302	11.1	4.357	8.855	2.000	22.20	8.714	Con refuerzo
6	STORY3	1.6	9.464	0.8	0.859	6.143	2.000	1.60	1.718	Con refuerzo
	STORY2	1.6	16.205	2.39	1.899	6.440	2.000	4.78	3.798	Con refuerzo
	STORY1	1.32	27.002	4.44	4.948	5.719	2.000	8.88	9.896	Con refuerzo
7	STORY3	3.1	7.028	2.23	1.737	11.696	2.025	4.52	3.518	Con refuerzo
	STORY2	3.1	13.157	5.21	3.074	12.222	2.025	10.55	6.226	Con refuerzo
	STORY1	2.05	21.638	4.12	8.731	8.344	2.025	8.34	17.682	Con refuerzo
8	STORY3	2.65	6.038	4.24	1.348	9.924	2.000	8.48	2.696	Con refuerzo
	STORY2	2.65	11.456	7.83	3.218	10.326	2.000	15.66	6.436	Con refuerzo
	STORY1	2.65	16.388	9.71	4.694	10.705	2.000	19.42	9.388	Con refuerzo
9	STORY3	9.05	6.022	9.26	8.539	33.903	3.000	27.78	25.617	Con refuerzo
	STORY2	9.05	12.107	16.62	22.773	35.464	2.134	35.46	48.593	Con refuerzo
	STORY1	8.65	16.441	23.69	31.324	35.006	2.000	47.38	62.648	Con refuerzo

Tabla 45: Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.



- Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores:

Muro	Piso	Vm (Tnf)	Vu (tnf)	Vmi>Vui
1	STORY3	13.117	9.93	No agrietado
	STORY2	13.925	13.93	No agrietado
	STORY1	55.034	55.03	Agrietado
2	STORY1	18.432	17.91	Agrietado
3	STORY3	13.112	5.58	No agrietado
	STORY2	13.772	10.95	No agrietado
	STORY1	14.579	11.82	Agrietado
4	STORY3	48.467	32.40	No agrietado
	STORY2	50.376	50.38	No agrietado
	STORY1	49.452	49.45	Agrietado
5	STORY3	17.437	21.92	Agrietado
	STORY2	17.971	39.18	Agrietado
	STORY1	8.855	22.20	Agrietado
6	STORY3	6.143	1.60	No agrietado
	STORY2	6.440	4.78	No agrietado
	STORY1	5.719	8.88	Agrietado
7	STORY3	11.696	4.52	No agrietado
	STORY2	12.222	10.55	No agrietado
	STORY1	8.344	8.34	Agrietado
8	STORY3	9.924	8.48	No agrietado
	STORY2	10.326	15.66	Agrietado
	STORY1	10.705	19.42	Agrietado
9	STORY3	33.903	27.78	No agrietado
	STORY2	35.464	35.46	No agrietado
	STORY1	35.006	47.38	Agrietado

Tabla 46: Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores.

- Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Muro	Piso	L (m)	Vm (Tnf)	Vmi>Vui	Lm (m)	Pc	M	F	NC
1	STORY1	13.1	55.034	Agrietado	7.96	25.280	-13.697	-1.047	3
2	STORY1	4.49	18.432	Agrietado	3.5	9.354	-13.697	-3.051	2
3	STORY1	3.5	14.579	Agrietado	3.5	10.450	-22.682	-6.481	2
4	STORY1	12.2	49.452	Agrietado	6.08	14.520	28.077	2.309	4
5	STORY3	4.55	17.437	Agrietado	2.15	2.750	-10.699	-2.351	3
	STORY2	4.55	17.971	Agrietado	2.15	4.016	8.315	1.827	3
	STORY1	2.15	8.855	Agrietado	2.15	5.810	-1.912	-0.889	2
6	STORY1	1.32	5.719	Agrietado	1.32	4.990	3.034	2.298	1
7	STORY1	2.05	8.344	Agrietado	2.05	6.210	7.670	3.741	1
8	STORY2	2.65	10.326	Agrietado	2.65	4.250	-3.458	-1.305	2
	STORY1	2.65	10.705	Agrietado	2.65	6.080	-3.458	-1.305	2
9	STORY1	8.65	35.006	Agrietado	4.325	9.955	20.641	2.386	5

Tabla 47: Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento.

Muro	Piso	Vc	T	C
1	STORY1	12.56	-26.33	24.23
2	STORY1	7.18	-12.40	6.30
4	STORY1	7.42	-12.21	16.83
7	STORY1	6.26	-2.47	9.95
9	STORY1	4.38	-7.57	12.34

Tabla 48: Fuerzas internas de columnas interiores.

Muro	Piso	Vc	T	C
1	STORY1	8.37	-15.18	30.33
2	STORY1	4.79	0.50	14.28
3	STORY1	4.86	-0.45	15.45
4	STORY1	4.95	-4.76	19.40
5	STORY3	1.05	1.92	5.09
	STORY2	1.05	0.65	6.35
	STORY1	2.95	4.07	10.75
6	STORY1	2.86	5.41	10.19
8	STORY2	3.57	5.45	9.10
	STORY1	3.57	3.62	10.93
9	STORY1	2.92	-0.24	14.81

Tabla 49: Fuerzas internas de columnas extremas.

- Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Columnas externas con muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	560	272	281.44	152.916	Correcto	Correcto
2	STORY1	560	272	160.99	-1.209	Correcto	Correcto
3	STORY1	560	272	163.35	10.011	Correcto	Correcto
4	STORY1	560	272	166.23	47.961	Correcto	Correcto
5	STORY3	560	272	35.16	-89.515	Correcto	Correcto
	STORY2	560	272	35.16	-77.353	Correcto	Correcto
	STORY1	560	272	99.21	-35.093	Correcto	Correcto
6	STORY1	560	272	96.11	-40.504	Correcto	Correcto
8	STORY2	560	272	119.95	-50.982	Correcto	Correcto
	STORY1	560	272	119.95	-33.407	Correcto	Correcto
9	STORY1	560	272	98.06	3.890	Correcto	Correcto

Tabla 50: Columnas externas con muro transversal.

Columnas externas sin muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
9	STORY1	560	272	98.06	3.593	Correcto	Correcto

Tabla 51: Columnas externas sin muro transversal.

Columnas internas con muro transversal								
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	560	272	281.44	422.16	94.370	Correcto	Correcto
2	STORY1	560	272	160.99	241.48	-77.818	Correcto	Correcto
4	STORY1	560	272	166.23	249.34	23.268	Correcto	Correcto
5	STORY3	560	272	35.16	52.74	-134.526	Correcto	Correcto
	STORY2	560	272	35.16	52.74	-82.231	Correcto	Correcto
7	STORY1	560	272	140.24	210.35	-42.785	Correcto	Correcto
9	STORY1	560	272	98.06	147.08	-19.832	Correcto	Correcto

Tabla 52: Columnas internas con muro transversal.

Columnas internas sin muro transversal								
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	560	272	281.44	422.16	116.692	Correcto	Correcto
4	STORY1	560	272	166.23	249.34	27.815	Correcto	Correcto
9	STORY1	560	272	98.06	147.08	-26.060	Correcto	Correcto

Tabla 53: Columnas internas sin muro transversal.

- Determinación del refuerzo vertical de columnas en el primer nivel y muros agrietados:

Refuerzo vertical de columnas externas						
Muro	Piso	As real	Asf	Ast	As	As<As real
1	STORY1	5.08	2.93	0.00	2.93	Correcto
2	STORY1	5.08	1.68	0.14	1.82	Correcto
3	STORY1	5.08	1.70	0.00	1.70	Correcto
4	STORY1	5.08	1.73	0.00	1.73	Correcto
5	STORY3	5.08	0.37	0.54	0.90	Correcto
	STORY2	5.08	0.37	0.18	0.55	Correcto
	STORY1	5.08	1.03	1.14	2.17	Correcto
6	STORY1	5.08	1.00	1.51	2.52	Correcto
8	STORY2	5.08	1.25	1.53	2.77	Correcto
	STORY1	5.08	1.25	1.01	2.26	Correcto
9	STORY1	5.08	1.02	0.00	1.02	Correcto

Tabla 54: Refuerzo vertical de columnas externas.

Refuerzo vertical de columnas externas						
Muro	Piso	As real	Asf	Ast	As	As<As real
1	STORY1	5.08	4.40	0.00	4.40	Correcto
2	STORY1	5.08	2.52	0.00	2.52	Correcto
4	STORY1	5.08	2.60	0.00	2.60	Correcto
5	STORY3	5.08	0.55	0.00	0.55	Correcto
	STORY2	5.08	0.55	0.00	0.55	Correcto
7	STORY1	5.08	2.19	0.00	2.19	Correcto
9	STORY1	5.08	1.53	0.00	1.53	Correcto

Tabla 55: Refuerzo vertical de columnas internas.

- Determinación de los estribos de confinamiento de columnas del primer nivel y muros agrietados:
 - El confinamiento mínimo con estribos será de con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm. Adicionalmente 2 estribos en la unión solera-columna y estribos a 10 cm en el sobrecimiento.

- Diseño de vigas soleras del primer nivel y muros agrietados:

Vigas primer nivel y muros agrietados									
Muro	Piso	L (m)	Lm (m)	Vm1 (tnf)	As real	Acs real	Ts	As	As<As real
1	STORY1	13.1	7.96	55.034	5.08	500	16.746	3.987	Correcto
2	STORY1	4.49	3.5	18.432	5.08	500	7.184	1.710	Correcto
3	STORY1	3.5	3.5	14.579	5.08	500	7.290	1.736	Correcto
4	STORY1	12.2	6.08	49.452	5.08	500	12.363	2.944	Correcto
5	STORY3	4.55	2.15	8.855	5.08	500	2.092	0.498	Correcto
	STORY2	4.55	2.15	8.855	5.08	500	2.092	0.498	Correcto
	STORY1	2.15	2.15	8.855	5.08	500	4.427	1.054	Correcto
6	STORY1	1.32	1.32	5.719	5.08	500	2.859	0.681	Correcto
7	STORY1	2.05	2.05	8.344	5.08	500	4.172	0.993	Correcto
8	STORY2	2.65	2.65	10.705	5.08	500	5.353	1.274	Correcto
	STORY1	2.65	2.65	10.705	5.08	500	5.353	1.274	Correcto
9	STORY1	8.65	4.325	35.006	5.08	500	8.752	2.084	Correcto

Tabla 56: Vigas del primer nivel y muros agrietados.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.
- Diseño de columnas de los pisos superiores no agrietados:

Columnas pisos superiores										
Muro	Piso	C (tnf)	As real	An real	F (tnf)	T (tnf)	As (cm2)	An (cm2)	As<As real	An<An real
1	STORY3	21.73	5.08	272	0.881	0.000	0.000	208.679	Correcto	Correcto
	STORY2	25.80	5.08	272	1.710	0.000	0.000	247.767	Correcto	Correcto
3	STORY3	7.81	5.08	272	0.582	0.000	0	74.993	Correcto	Correcto
	STORY2	11.25	5.08	272	1.450	0.000	0.000	108.030	Correcto	Correcto
4	STORY3	8.64	5.08	272	2.717	0.000	0	82.9661	Correcto	Correcto
	STORY2	13.35	5.08	272	5.894	0.000	0	128.2	Correcto	Correcto
6	STORY3	6.41	5.08	272	1.074	0.000	0.000	61.551	Correcto	Correcto
	STORY2	7.92	5.08	272	2.374	0.000	0	76.0527	Correcto	Correcto
7	STORY3	5.35	5.08	272	1.135	0.000	0	51.3351	Correcto	Correcto
	STORY2	7.19	5.08	272	2.008	0.000	0.000	69.053	Correcto	Correcto
8	STORY3	7.09	5.08	272	1.017	0.000	0	68.0693	Correcto	Correcto
9	STORY3	8.46	5.08	272	2.831	0.000	0.000	81.217	Correcto	Correcto
	STORY2	12.31	5.08	272	5.369	0.000	0.000	118.240	Correcto	Correcto

Tabla 57: Columnas de pisos superiores.

- Las columnas internas podrán tener refuerzo mínimo.

- En las columnas se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.
- Diseño de vigas soleras de los pisos superiores no agrietados:

Vigas pisos superiores								
Muro	Piso	L (m)	Vu (tnf)	Lm (m)	Ts (tnf)	As real	As (tnf)	As<As real
1	STORY3	3.5	9.93	3.5	9.43	5.08	2.495	Correcto
	STORY2	3.5	13.93	3.5	13.43	5.08	3.552	Correcto
3	STORY3	3.5	5.58	3.5	5.08	5.08	1.344	Correcto
	STORY2	3.5	10.95	3.5	10.45	5.08	2.765	Correcto
4	STORY3	13.1	32.40	6.53	32.15	5.08	8.505	Incorrecto
	STORY2	13.1	50.38	6.53	50.13	5.08	13.261	Incorrecto
6	STORY3	1.6	1.60	1.6	1.1	5.08	0.291	Correcto
	STORY2	1.6	4.78	1.6	4.28	5.08	1.132	Correcto
7	STORY3	3.1	4.52	2.15	4.17	5.08	1.103	Correcto
	STORY2	3.1	10.55	2.15	10.2	5.08	2.700	Correcto
8	STORY3	2.65	8.48	2.65	7.98	5.08	2.111	Correcto
9	STORY3	9.05	27.78	4.525	27.53	5.08	7.283	Incorrecto
	STORY2	9.05	35.46	4.525	35.21	5.08	9.316	Incorrecto

Tabla 58: Vigas de pisos superiores.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.

Cuadro resumen de vivienda1	
Tipo de verificación	% Correcto
Espesor efectivo	100
Densidad de muros	100
Cálculo del esfuerzo axial máximo	4
Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración	72
Verificación de la resistencia al corte del edificio	100
Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros	0
Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores	52
Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados	100
Determinación del refuerzo vertical de columnas en el primer nivel y muros agrietados	100
Diseño de vigas soleras del primer nivel y muros agrietados	100
Diseño de columnas en pisos superiores no agrietados	100
Diseño de las vigas soleras de los pisos superiores no agrietados	30.77

Tabla 59: Cuadro resumen de resultados.

4.2.2. Vivienda 2:

- Datos de la vivienda:
 - $h = 2.4$ m (Altura de piso a techo)
 - $t=14$ cm (Espesor de muro utilizado)
 - Tipo de ladrillo: King Kong artesanal.
 - $F'b= 55$ kgf/cm² (Resistencia a compresión de unidades de albañilería)
 - $F'm= 35$ kgf/cm² (Resistencia a compresión de la albañilería)
 - $v'm= 5.1$ kgf/cm² (Resistencia al corte de albañilería)
 - $E_m= 17500$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad de albañilería)
 - $E_s= 2000000$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad de acero)
 - $f_y= 4200$ kgf/cm² (Esfuerzo de fluencia del acero)
 - $f'c= 175$ kgf/cm² (Resistencia a compresión del concreto)
 - $E_c= 198431.35$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad del concreto)
 - Vigas soleras en x (VS): 25x30 cm²
 - Vigas soleras en y (VS): 25x20 cm²
 - Columnas de confinamiento (P1): 15x40 cm²
 - Columnas de confinamiento (P2): 25x40 cm²



Figura 18: Segunda Vivienda analizada.

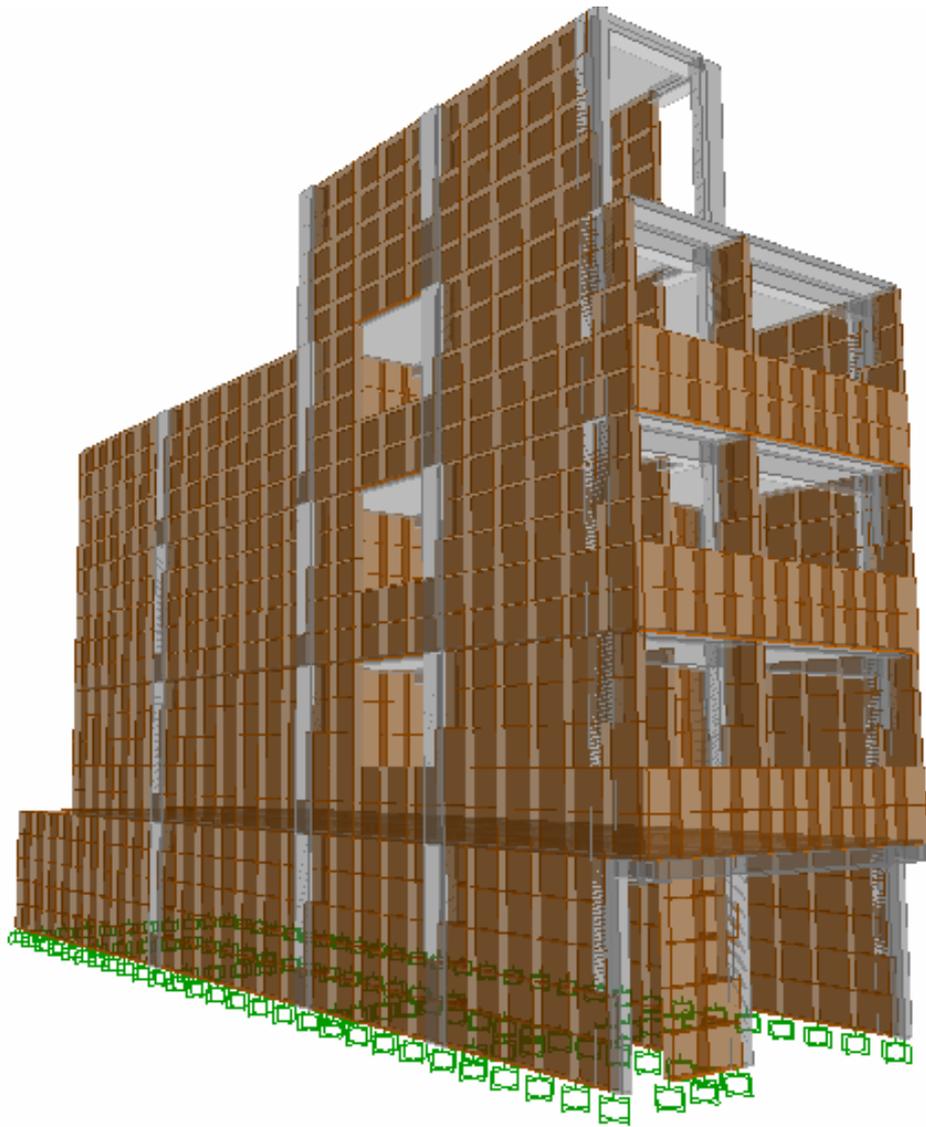


Figura 19: Modelo estructural de vivienda analizada.

- Espesor efectivo:
- $t' = 14 \text{ cm}$

- Densidad mínima de muros:

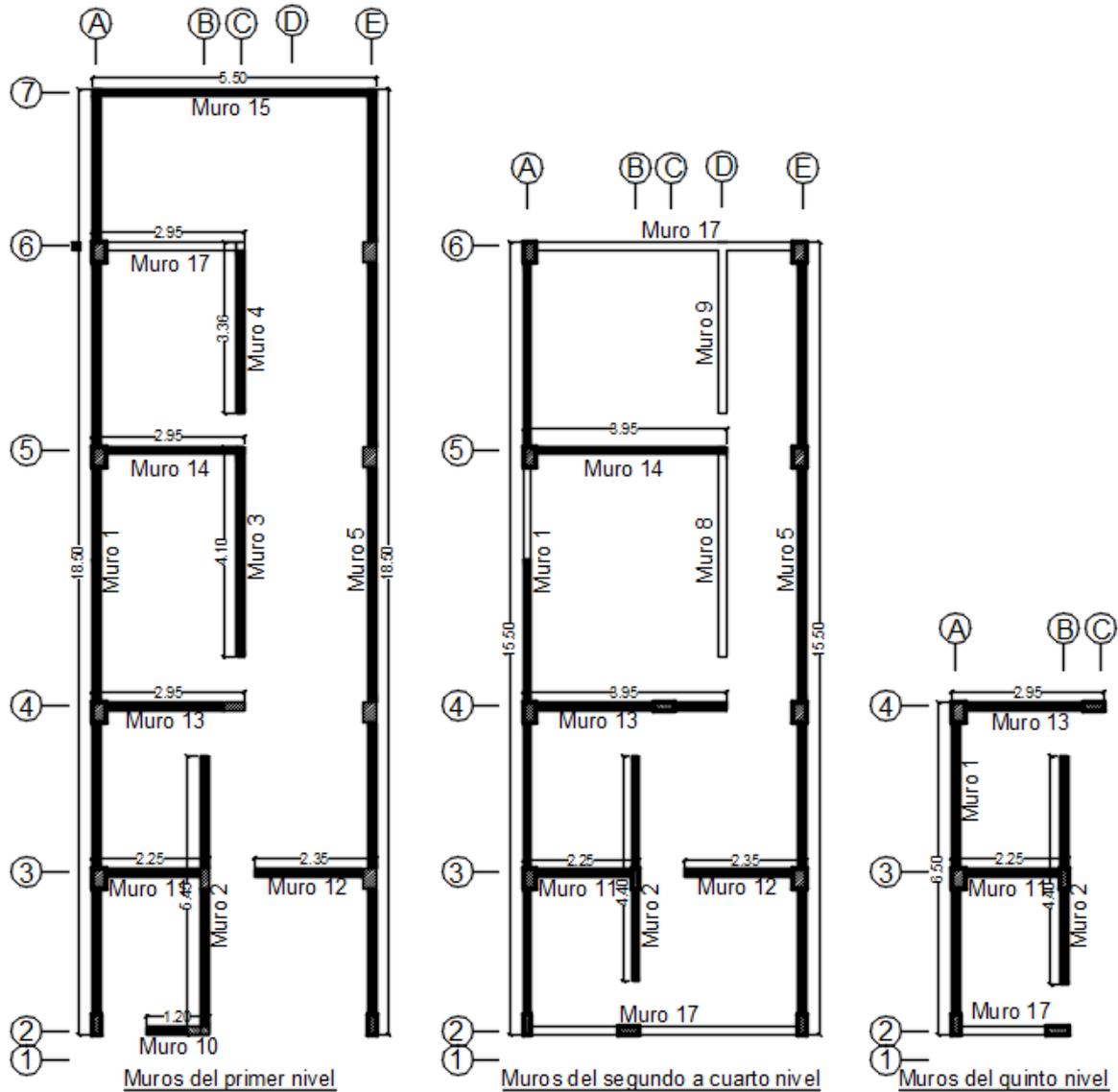


Figura 20: Densidad de muros.

Longitud mínima de muros						
Nivel	Sentido	Muro	Longitud (m)	Σ de long (m)	Long. mínima requerida	Cumple
Nivel 1	En y	1	18.5	49.91	21.883	Si
		2	5.45			
		3	4.1			
		4	3.36			
		5	18.5			
	En x	10	1.2	17.2	21.883	No
		11	2.25			
		12	2.35			
		13	2.95			
		14	2.95			
Nivel 2	En y	1	15.5	35.4	17.507	Si
		2	4.4			
		5	15.5			
	En x	11	2.25	12.5	17.507	No
		12	2.35			
		13	3.95			
		14	3.95			
Nivel 3	En y	1	15.5	35.4	13.130	Si
		2	4.4			
		5	15.5			
	En x	11	2.25	12.5	13.130	No
		12	2.35			
		13	3.95			
		14	3.95			
Nivel 4	En y	1	15.5	24.5	8.753	Si
		2	4.4			
		5	15.5			
	En x	11	2.25	12.5	8.753	Si
		12	2.35			
		13	3.95			
		14	3.95			
Nivel 5	En y	1	6.5	10.9	4.377	Si
		2	4.4			
	En x	11	2.25	5.2	4.377	Si
		13	2.95			

Tabla 60: Densidad de muros.

- Determinación de la Pseudoaceleración:



Ilustración 16: Espectro de respuesta inicial.

- Determinación de irregularidades:

Irregularidad de piso blando en X				
Piso	D	V	K=V/d	
5	0.00074	6.350	8615.899	Cumple
4	0.00081	28.516	35161.483	
3	0.00088	45.608	51650.875	
2	0.00086	57.001	66435.037	
1	0.00065	63.076	96593.451	
K Promedio			86152.24823	
Ia			1	

Tabla 61: Irregularidad de piso blando en X.

Irregularidad de piso blando en y				
Piso	D	V	K=V/d	
5	0.00021	6.350	30528.449	Cumple
4	0.00016	28.516	178224.767	
3	0.00019	45.608	242594.271	
2	0.00019	57.001	300006.639	
1	0.00012	63.076	517012.487	
K Promedio			422788.8712	
Ia			1	

Tabla 62: Irregularidad de piso blando en y.

Irregularidad de piso débil		
Piso	V	Cumple
5	6.350	
4	28.516	
3	45.608	
2	57.001	
1	63.076	
la		1

Tabla 63: Irregularidad de piso débil.

Irregularidad de peso		
Piso	P	Cumple
5	19.6725	
4	85.84	
3	88.2525	
2	88.245	
1	94.0925	
la		1

Tabla 64: Irregularidad de peso.

Irregularidad torsional en x						
Piso	D.Cm	D*R	D*R/0.005	D.prom	D*R/Dprom	Cumple
5	0.000737	0.004422	0.8844	0.003555	1.2438819	Sí
4	0.000811	0.004866	0.9732	0.003522	1.3816014	No
3	0.000883	0.005298	1.0596	0.004179	1.2677674	Sí
2	0.000858	0.005148	1.0296	0.004407	1.1681416	Sí
1	0.000653	0.003918	0.7836	0.002787	1.4058127	No
lp			0.75			

Tabla 65: Irregularidad torsional en X.

Irregularidad torsional en y					
Piso	D.cm	D*R	D*R/0.005	D.prom	Cumple
3	0.000208	0.001248	0.2496	0.000876	Sí
	0.00016	0.00096	0.192	0.000849	Sí
	0.000188	0.001128	0.2256	0.000885	Sí
2	0.00019	0.00114	0.228	0.000849	Sí
1	0.000122	0.000732	0.1464	0.000885	Sí
lp			1		

Tabla 66: Irregularidad torsional en y.

- Rx=4.5
- Ry=6



Ilustración 17: Espectro de respuesta en x.

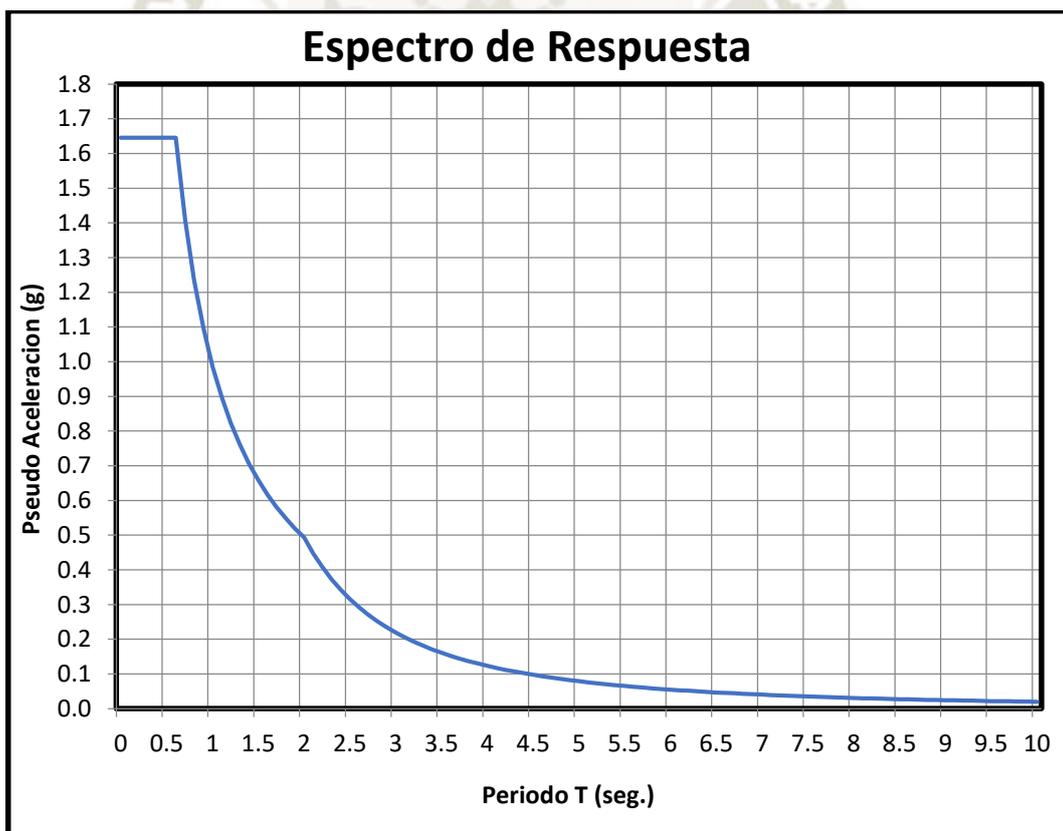


Ilustración 18: Espectro de respuesta en y.

- Verificación de drift:

Story	DriftX	Cumple
STORY5	0.000983	Sí cumple
STORY4	0.001082	Sí cumple
STORY3	0.001177	Sí cumple
STORY2	0.001145	Sí cumple
STORY1	0.000871	Sí cumple

Tabla 67: Drift en x.

Story	DriftY	Cumple
STORY5	0.000208	Sí cumple
STORY4	0.00016	Sí cumple
STORY3	0.000188	Sí cumple
STORY2	0.00019	Sí cumple
STORY1	0.000122	Sí cumple

Tabla 68: Drift en y.

- Determinación de la fuerza cortante basal:

Nivel	Pcm acum.	Pcv acum.	Pcm	Pcv	P (Pcm+25%Pcv)
5	19.34	1.33	19.34	1.33	19.6725
4	102.69	11.29	83.35	9.96	85.84
3	186.69	28.3	84	17.01	88.2525
2	270.68	45.31	83.99	17.01	88.2425
1	360.52	62.33	89.84	17.02	94.095
Total			360.52	62.33	376.1025

Tabla 69: Peso de cada nivel de la vivienda.

Z	0.35
U	1
S	1.15
C	2.5
Rx	4.5
Ry	6

Tabla 70: Coeficientes de cortante basal.

$V_x=84.1$ tnf.

$V_y=63.08$ tnf.

- Distribución de la fuerza sísmica en altura:

Nivel	P (tnf)	h (m)	P*h	α	Fi	Vi (tnf)
Nivel 5	19.673	13.0	255.743	0.101	8.467	8.467
Nivel 4	85.840	10.4	892.736	0.351	29.555	38.021
Nivel 3	88.253	7.8	688.370	0.271	22.789	60.810
Nivel 2	88.245	5.2	458.874	0.181	15.191	76.002
Nivel 1	94.093	2.6	244.641	0.096	8.099	84.101
P.Total	376.103		2540.363	1.000	84.101	

Tabla 71: Valores de cortante y fuerzas sísmicas en y por nivel.

Nivel	P (tnf)	h (m)	P*h	α	Fi	Vi (tnf)
Nivel 5	19.673	13.0	255.743	0.101	6.350	6.350
Nivel 4	85.840	10.4	892.736	0.351	22.166	28.516
Nivel 3	88.253	7.8	688.370	0.271	17.092	45.608
Nivel 2	88.243	5.2	458.861	0.181	11.393	57.001
Nivel 1	94.095	2.6	244.647	0.096	6.074	63.076
P.Total	376.103		2540.356	1.000	63.076	

Tabla 72: Valores de cortante y fuerzas sísmicas en y por nivel.

- Amplificación sísmica:

	x	y
Z	0.350	0.350
U	1.000	1.000
C	2.500	2.500
S	1.150	1.150
P	376.103	376.103
R	4.500	6.000
V	84.100	63.076
Factor	0.800	0.900
V*Factor	67.280	56.768
V.Din	64.420	47.500
Factor de ampl.	1.044	1.195

Tabla 73: Amplificación.

- Cálculo del esfuerzo axial máximo por muro:

σ'	5.32
σ''	5.25

Muro	Piso	Pcm (tnf)	Pcv (tnf)	Pm (tnf)	L (m)	σ_m (tnf)	$\sigma_m < \sigma' < \sigma''$
1	STORY5	2.27	0.13	2.4	6.5	2.637	Correcto
	STORY4	8.81	0.05	8.86	15.5	4.083	Correcto
	STORY3	15.93	1.42	17.35	15.5	7.995	Aumentar espesor
	STORY2	24.27	3.3	27.57	15.5	12.705	Aumentar espesor
	STORY1	39.88	6.12	46	18.5	17.761	Aumentar espesor
2	STORY5	1.5	0.35	1.85	4.4	3.003	Correcto
	STORY4	4.95	0.07	5.02	4.4	8.149	Aumentar espesor
	STORY3	8.58	1.11	9.69	4.4	15.731	Aumentar espesor
	STORY2	13.08	2.39	15.47	4.4	25.114	Aumentar espesor
	STORY1	20.38	4.31	24.69	5.45	32.359	Aumentar espesor
3	STORY1	12.2	3	15.2	4.1	26.481	Aumentar espesor
4	STORY1	8.62	2.1	10.72	3.36	22.789	Aumentar espesor
5	STORY4	8.78	0.31	9.09	15.5	4.189	Correcto
	STORY3	18.26	2.1	20.36	15.5	9.382	Aumentar espesor
	STORY2	28.18	3.93	32.11	15.5	14.797	Aumentar espesor
	STORY1	43.41	6.64	50.05	18.5	19.324	Aumentar espesor
10	STORY1	2.71	0.37	3.08	1.2	18.333	Aumentar espesor
11	STORY5	1.1	0.12	1.22	2.25	3.873	Correcto
	STORY4	2.26	0.32	2.58	2.25	8.190	Aumentar espesor
	STORY3	3.48	0.58	4.06	2.25	12.889	Aumentar espesor
	STORY2	4.82	0.89	5.71	2.25	18.127	Aumentar espesor
	STORY1	5.93	1.04	6.97	2.25	22.127	Aumentar espesor
12	STORY4	1.19	0.12	1.31	2.35	3.982	Correcto
	STORY3	2.42	0.3	2.72	2.35	8.267	Aumentar espesor
	STORY2	3.65	0.48	4.13	2.35	12.553	Aumentar espesor
	STORY1	4.49	0.43	4.92	2.35	14.954	Aumentar espesor
13	STORY5	0.87	0.01	0.88	2.95	2.131	Correcto
	STORY4	3.25	0.31	3.56	3.95	6.438	Aumentar espesor
	STORY3	5.73	0.82	6.55	3.95	11.844	Aumentar espesor
	STORY2	8.5	1.46	9.96	3.95	18.011	Aumentar espesor
	STORY1	7.99	1.3	9.29	2.95	22.494	Aumentar espesor
14	STORY4	3.78	0.66	4.44	2.95	10.751	Aumentar espesor
	STORY3	8.38	1.76	10.14	3.95	18.336	Aumentar espesor
	STORY2	17.36	3.91	21.27	3.95	38.463	Aumentar espesor
	STORY1	12.34	2.63	14.97	3.95	27.071	Aumentar espesor
15	STORY1	3.87	0.04	3.91	5.5	5.078	Correcto

Tabla 74: Cálculo del esfuerzo axial por muro.

- Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración:

$$v'm = 5.1 \text{ kg/cm}^2 .$$

Muro	Piso	L (m)	Ve (tnf)	α	Pg (tnf)	Vm (Tnf)	Ve<0.55Vm
1	STORY5	6.5	3.5	1	2.30	23.735	Correcto
	STORY4	15.5	11.09	1	8.82	57.364	Correcto
	STORY3	15.5	15.68	1	16.29	59.081	Correcto
	STORY2	15.5	18.03	1	25.10	61.107	Correcto
	STORY1	18.5	21.78	1	41.41	75.569	Correcto
2	STORY5	4.4	2.32	1	1.59	16.073	Correcto
	STORY4	4.4	0.78	1	4.97	16.851	Correcto
	STORY3	4.4	1.67	1	8.86	17.745	Correcto
	STORY2	4.4	3.09	1	13.68	18.854	Correcto
	STORY1	5.45	4.96	1	21.46	24.392	Correcto
3	STORY1	4.1	3.99	1	12.95	17.616	Correcto
4	STORY1	3.36	1.93	1	9.15	14.099	Correcto
5	STORY4	15.5	16.07	1	8.86	57.372	Correcto
	STORY3	15.5	25.48	1	18.79	59.656	Correcto
	STORY2	15.5	30.83	1	29.16	62.042	Correcto
	STORY1	18.5	28.17	1	45.07	76.411	Correcto
10	STORY1	1.2	3.98	1	2.80	4.929	Aumentar espesor
11	STORY5	2.25	4.98	1	1.13	8.292	Aumentar espesor
	STORY4	2.25	3.95	1	2.34	8.571	Correcto
	STORY3	2.25	8.09	1	3.63	8.866	Aumentar espesor
	STORY2	2.25	13.39	1	5.04	9.192	Aumentar espesor
	STORY1	2.25	13.67	1	6.19	9.456	Aumentar espesor
12	STORY4	2.35	4.9	1	1.22	8.670	Aumentar espesor
	STORY3	2.35	6.65	1	2.50	8.963	Aumentar espesor
	STORY2	2.35	7.28	1	3.77	9.257	Aumentar espesor
	STORY1	2.35	8.96	1	4.60	9.447	Aumentar espesor
13	STORY5	2.95	2.06	1	0.87	10.732	Correcto
	STORY4	3.95	6.64	1	3.33	14.867	Correcto
	STORY3	3.95	11.76	1	5.94	15.467	Aumentar espesor
	STORY2	3.95	16.45	1	8.87	16.140	Aumentar espesor
	STORY1	2.95	15.15	1	8.32	12.444	Aumentar espesor
14	STORY4	2.95	6.84	1	3.95	11.439	Aumentar espesor
	STORY3	3.95	11.4	1	8.82	16.130	Aumentar espesor
	STORY2	3.95	14.75	1	18.34	18.319	Aumentar espesor
	STORY1	3.95	9.02	1	13.00	17.091	Correcto
15	STORY1	5.5	14.03	1	3.88	20.527	Aumentar espesor

Tabla 75: Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración.

- Verificación de la resistencia al corte del edificio:

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
Primer nivel	1	126.151	75.569	
	2		24.392	
	3		17.616	
	4		14.099	
	5		76.411	
	10		4.929	
	11		9.456	
	12		9.447	
	13		12.444	
	14		17.091	
	15		20.527	
	Total		281.980	
	Vm/Ve		2.235	
	$\Sigma Vm > ve$		Si cumple	

Tabla 76: Verificación de la resistencia al corte del primer nivel.

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
Segundo nivel	1	114.003	61.107	
	2		18.854	
	5		62.042	
	11		9.192	
	12		9.257	
	13		16.140	
	14		18.319	
	Total		194.912	
	Vm/Ve		1.710	
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple		

Tabla 77: Verificación de la resistencia al corte del segundo nivel.

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
Tercer nivel	1	91.215	59.081	
	2		17.745	
	5		59.656	
	11		8.866	
	12		8.963	
	13		15.467	
	14		16.130	
	Total		185.908	
	Vm/Ve		2.038	
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple		

Tabla 78: Verificación de la resistencia al corte del tercer nivel.

Cuarto nivel	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
	1	57.032	57.364
	2		16.851
	5		57.372
	11		8.571
	12		8.670
	13		14.867
	14		11.439
	Total		175.133
	Vm/Ve		3.071
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple	

Tabla 79: Verificación de la resistencia al corte del cuarto nivel.

Quinto nivel	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
	1	12.700	23.735
	2		16.073
	11		8.292
	13		10.732
	Total		58.832
	Vm/Ve		4.633
$\Sigma Vm > ve$		Si cumple	

Tabla 80: Verificación de la resistencia al corte del quinto nivel.

En y	Muro	Piso	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
	1		STORY5	126.151	23.735
			STORY4		57.364
			STORY3		59.081
			STORY2		61.107
			STORY1		75.569
	2		STORY5		16.073
			STORY4		16.851
			STORY3		17.745
			STORY2		18.854
			STORY1		24.392
	3		STORY1		17.616
	4		STORY1		14.099
	5		STORY4		57.372
			STORY3		59.656
			STORY2		62.042
			STORY1		76.411
	Total				657.965
	Vm/Ve				5.216
	$\Sigma Vm > ve$				Si cumple

Tabla 81: Verificación de la resistencia al corte en y.

	Muro	Piso	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
En x	10	STORY1	126.151	4.929
	11	STORY5		8.292
		STORY4		8.571
		STORY3		8.866
		STORY2		9.192
		STORY1		9.456
	12	STORY4		8.670
		STORY3		8.963
		STORY2		9.257
		STORY1		9.447
	13	STORY5		10.732
		STORY4		14.867
		STORY3		15.467
		STORY2		16.140
		STORY1		12.444
	14	STORY4		11.439
		STORY3		16.130
		STORY2		18.319
		STORY1		17.091
	15	STORY1		20.527
Total			166.732	
Vm/Ve			1.322	
$\Sigma Vm > ve$			Si cumple	

Tabla 82: Verificación de la resistencia al corte en x.

- Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros:

Muro	Piso	L (m)	σ_m (tnf)	V_e (tnf)	M_e (tnf.m)	V_m (Tnf)	V_m/V_e	V_u (tnf)	M_u (tnf.m)	$V_u > V_m$ o $\sigma_m > 0.005f'm$
1	STORY5	6.5	2.637	3.5	2.092	23.735	3.000	10.50	6.276	Con refuerzo
	STORY4	15.5	4.083	11.09	8.698	57.364	3.000	33.27	26.094	Con refuerzo
	STORY3	15.5	7.995	15.68	15.924	59.081	3.000	47.04	47.772	Con refuerzo
	STORY2	15.5	12.705	18.03	24.601	61.107	3.000	54.09	73.803	Con refuerzo
	STORY1	18.5	17.761	21.78	48.515	75.569	3.000	65.34	145.545	Con refuerzo
2	STORY5	4.4	3.003	2.32	4.801	16.073	3.000	6.96	14.403	Con refuerzo
	STORY4	4.4	8.149	0.78	3.124	16.851	3.000	2.34	9.372	Con refuerzo
	STORY3	4.4	15.731	1.67	2.686	17.745	3.000	5.01	8.058	Con refuerzo
	STORY2	4.4	25.114	3.09	7.859	18.854	3.000	9.27	23.577	Con refuerzo
	STORY1	5.45	32.359	4.96	10.793	24.392	3.000	14.88	32.379	Con refuerzo
3	STORY1	4.1	26.481	3.99	5.351	17.616	3.000	11.97	16.053	Con refuerzo
4	STORY1	3.36	22.789	1.93	3.907	14.099	3.000	5.79	11.721	Con refuerzo
5	STORY4	15.5	4.189	16.07	12.085	57.372	3.000	48.21	36.255	Con refuerzo
	STORY3	15.5	9.382	25.48	26.812	59.656	2.712	69.11	72.728	Con refuerzo
	STORY2	15.5	14.797	30.83	40.95	62.042	2.712	83.63	111.077	Con refuerzo
	STORY1	18.5	19.324	28.17	57.456	76.411	2.712	76.41	155.849	Con refuerzo
10	STORY1	1.2	18.333	3.98	3.456	4.929	2.170	8.64	7.499	Con refuerzo
11	STORY5	2.25	3.873	4.98	1.254	8.292	2.170	10.81	2.721	Con refuerzo
	STORY4	2.25	8.190	3.95	1.04	8.571	2.170	8.57	2.257	Con refuerzo
	STORY3	2.25	12.889	8.09	2.526	8.866	2.000	16.18	5.052	Con refuerzo
	STORY2	2.25	18.127	13.39	5.034	9.192	2.000	26.78	10.068	Con refuerzo
	STORY1	2.25	22.127	13.67	5.426	9.456	2.000	27.34	10.852	Con refuerzo
12	STORY4	2.35	3.982	4.9	5.518	8.670	2.000	9.80	11.036	Con refuerzo
	STORY3	2.35	8.267	6.65	5.814	8.963	2.000	13.30	11.628	Con refuerzo
	STORY2	2.35	12.553	7.28	5.415	9.257	2.000	14.56	10.830	Con refuerzo
	STORY1	2.35	14.954	8.96	12.395	9.447	2.000	17.92	24.790	Con refuerzo
13	STORY5	2.95	2.131	2.06	0.908	10.732	3.000	6.18	2.724	Con refuerzo
	STORY4	3.95	6.438	6.64	4.587	14.867	2.239	14.87	10.270	Con refuerzo
	STORY3	3.95	11.844	11.76	8.923	15.467	2.000	23.52	17.846	Con refuerzo
	STORY2	3.95	18.011	16.45	16.003	16.140	2.000	32.90	32.006	Con refuerzo
	STORY1	2.95	22.494	15.15	8.497	12.444	2.000	30.30	16.994	Con refuerzo
14	STORY4	2.95	10.751	6.84	3.211	11.439	2.000	13.68	6.422	Con refuerzo
	STORY3	3.95	18.336	11.4	6.335	16.130	2.000	22.80	12.670	Con refuerzo
	STORY2	3.95	38.463	14.75	12.097	18.319	2.000	29.50	24.194	Con refuerzo
	STORY1	3.95	27.071	9.02	8.376	17.091	2.000	18.04	16.752	Con refuerzo
15	STORY1	5.5	5.078	14.03	19.386	20.527	2.000	28.06	38.772	Con refuerzo

Tabla 83: Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.

- Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores:

Muro	Piso	Vm (Tnf)	Vu (tnf)	Vmi>Vui
1	STORY5	23.735	10.50	No agrietado
	STORY4	57.364	33.27	No agrietado
	STORY3	59.081	47.04	No agrietado
	STORY2	61.107	54.09	No agrietado
	STORY1	75.569	65.34	Agrietado
2	STORY5	16.073	6.96	No agrietado
	STORY4	16.851	2.34	No agrietado
	STORY3	17.745	5.01	No agrietado
	STORY2	18.854	9.27	No agrietado
	STORY1	24.392	14.88	Agrietado
3	STORY1	17.616	11.97	Agrietado
4	STORY1	14.099	5.79	Agrietado
5	STORY4	57.372	48.21	No agrietado
	STORY3	59.656	69.11	Agrietado
	STORY2	62.042	83.63	Agrietado
	STORY1	76.411	76.41	Agrietado
10	STORY1	4.929	8.64	Agrietado
11	STORY5	8.292	10.81	Agrietado
	STORY4	8.571	8.57	No agrietado
	STORY3	8.866	16.18	Agrietado
	STORY2	9.192	26.78	Agrietado
	STORY1	9.456	27.34	Agrietado
12	STORY4	8.670	9.80	Agrietado
	STORY3	8.963	13.30	Agrietado
	STORY2	9.257	14.56	Agrietado
	STORY1	9.447	17.92	Agrietado
13	STORY5	10.732	6.18	No agrietado
	STORY4	14.867	14.87	No agrietado
	STORY3	15.467	23.52	Agrietado
	STORY2	16.140	32.90	Agrietado
	STORY1	12.444	30.30	Agrietado
14	STORY4	11.439	13.68	Agrietado
	STORY3	16.130	22.80	Agrietado
	STORY2	18.319	29.50	Agrietado
	STORY1	17.091	18.04	Agrietado
15	STORY1	20.527	28.06	Agrietado

Tabla 84: Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores.

- Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Muro	Piso	L (m)	V _m (Tnf)	V _{mi} >V _{ui}	L _m (m)	P _c	M	F	NC
1	STORY1	18.5	75.569	Agrietado	9.25	23.000	54.862	2.966	5
2	STORY1	5.45	24.392	Agrietado	3.25	14.723	3.109	0.570	2
3	STORY1	4.1	17.616	Agrietado	4.1	15.200	-5.086	-1.240	0
4	STORY1	3.36	14.099	Agrietado	3.36	10.720	-5.197	-1.547	0
5	STORY3	15.5	59.656	Agrietado	7.25	9.523	64.156	4.139	5
	STORY2	15.5	62.042	Agrietado	7.25	15.019	64.156	4.139	5
	STORY1	18.5	76.411	Agrietado	9.25	25.025	64.156	3.468	5
10	STORY1	1.2	4.929	Agrietado	1.2	3.080	-8.028	-6.690	1
11	STORY5	2.25	8.292	Agrietado	2.25	1.220	-8.028	-3.568	2
	STORY3	2.25	8.866	Agrietado	2.25	4.060	-0.495	-0.220	2
	STORY2	2.25	9.192	Agrietado	2.25	5.710	-0.495	-0.220	2
	STORY1	2.25	9.456	Agrietado	2.25	6.970	-0.495	-0.220	2
12	STORY4	2.35	8.670	Agrietado	2.35	1.310	0.632	0.269	1
	STORY3	2.35	8.963	Agrietado	2.35	2.720	0.872	0.371	1
	STORY2	2.35	9.257	Agrietado	2.35	4.130	-0.278	-0.118	1
	STORY1	2.35	9.447	Agrietado	2.35	4.920	13.454	5.725	1
13	STORY3	3.95	15.467	Agrietado	2.95	4.892	-0.714	-0.181	2
	STORY2	3.95	16.140	Agrietado	2.95	7.438	12.637	3.199	2
	STORY1	2.95	12.444	Agrietado	2.95	9.290	2.061	0.699	2
14	STORY4	2.95	11.439	Agrietado	3.95	5.945	-7.305	-2.476	1
	STORY3	3.95	16.130	Agrietado	3.95	10.140	-6.686	-1.693	1
	STORY2	3.95	18.319	Agrietado	3.95	21.270	2.211	0.560	1
	STORY1	3.95	17.091	Agrietado	2.95	11.180	-3.757	-0.951	1
15	STORY1	5.5	20.527	Agrietado	5.5	3.910	14.139	2.571	0

Tabla 85: Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento.

Muro	Piso	V _c (tnf)	T (tnf)	C (tnf)
1	STORY1	9.45	-20.03	25.97
2	STORY1	7.27	-14.15	15.29
5	STORY3	8.94	-5.38	13.66
	STORY2	8.94	-10.88	19.16
	STORY1	9.55	-21.56	28.49

Tabla 86: Fuerzas internas de columnas interiores.

Muro	Piso	Vc (tnf)	T (tnf)	C (tnf)
1	STORY1	6.30	-13.20	27.90
2	STORY1	4.85	-3.98	20.09
5	STORY3	5.96	2.31	15.44
	STORY2	5.96	-3.19	20.93
	STORY1	6.37	-15.11	29.98
10	STORY1	2.46	6.78	8.01
11	STORY5	3.15	8.87	6.26
	STORY3	3.15	6.03	9.10
	STORY2	3.15	4.38	10.75
	STORY1	3.15	3.12	12.01
12	STORY4	4.72	8.34	6.13
	STORY3	4.72	6.93	7.54
	STORY2	4.72	5.52	8.95
	STORY1	4.72	4.73	9.74
13	STORY3	3.10	2.67	8.67
	STORY2	3.10	0.12	11.22
	STORY1	4.15	0.83	14.35
14	STORY4	11.44	7.96	12.90
	STORY3	8.55	0.24	15.33
	STORY2	8.55	-10.89	26.46
	STORY1	6.38	-0.80	16.37

Tabla 87: Fuerzas internas de columnas extremas.

- Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Columnas externas con muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	1000	450	211.68	129.609	Correcto	Correcto
10	STORY1	600	306	82.83	-61.442	Correcto	Correcto
11	STORY5	600	306	105.95	-78.203	Correcto	Correcto
	STORY3	600	306	105.95	-50.929	Correcto	Correcto
	STORY2	600	306	105.95	-35.082	Correcto	Correcto
	STORY1	600	306	105.95	-22.981	Correcto	Correcto
12	STORY4	1000	450	158.77	-79.446	Correcto	Correcto
	STORY3	1000	450	158.77	-65.904	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	158.77	-52.363	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	158.77	-44.776	Correcto	Correcto
13	STORY3	600	306	104.13	-55.069	Correcto	Correcto
	STORY2	600	306	104.13	-30.611	Correcto	Correcto
	STORY1	600	306	139.43	-0.521	Correcto	Correcto
14	STORY4	1000	450	384.61	-14.491	Correcto	Correcto
	STORY3	1000	450	287.24	8.893	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	287.24	115.783	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	214.52	18.882	Correcto	Correcto

Tabla 88: Columnas externas con muro transversal.

Columnas externas sin muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	1000	450	211.68	160.741	Correcto	Correcto
2	STORY1	600	306	162.98	67.011	Correcto	Correcto
5	STORY3	1000	450	200.23	11.127	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	200.23	77.105	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	214.04	185.707	Correcto	Correcto
10	STORY1	600	306	82.83	-78.073	Correcto	Correcto
11	STORY5	600	306	105.95	-99.024	Correcto	Correcto
	STORY3	600	306	105.95	-64.931	Correcto	Correcto
	STORY2	600	306	105.95	-45.123	Correcto	Correcto
	STORY1	600	306	105.95	-29.997	Correcto	Correcto
12	STORY4	1000	450	158.77	-100.557	Correcto	Correcto
	STORY3	1000	450	158.77	-83.650	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	158.77	-66.724	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	158.77	-57.240	Correcto	Correcto
13	STORY3	600	306	104.13	-70.106	Correcto	Correcto

	STORY2	600	306	104.13	-39.533	Correcto	Correcto
	STORY1	600	306	139.43	-1.922	Correcto	Correcto
14	STORY4	1000	450	384.61	-19.384	Correcto	Correcto
	STORY3	1000	450	287.24	9.846	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	287.24	143.459	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	214.52	22.332	Correcto	Correcto

Tabla 89: Columnas externas sin muro transversal.

Columnas internas con muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	1000	450	317.52	111.013	Correcto	Correcto
2	STORY1	600	306	244.46	8.524	Correcto	Correcto
5	STORY3	1000	450	300.34	-7.144	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	300.34	45.638	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	321.06	135.286	Correcto	Correcto

Tabla 90: Columnas internas con muro transversal.

Columnas internas sin muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf	An	An<An real	Ac>Acf
5	STORY3	1000	450	300.34	-10.201	Correcto	Correcto
	STORY2	1000	450	300.34	55.777	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	321.06	167.837	Correcto	Correcto
	STORY1	1000	450	321.78	-51.417	Correcto	Correcto

Tabla 91: Columnas internas sin muro transversal.



- Determinación del refuerzo vertical de columnas en el primer nivel y muros agrietados:

Refuerzo vertical de columnas externas						
Muro	Piso	As real	Asf	Ast	As	As<As real
1	STORY1	5.08	2.20	0.00	2.20	Correcto
2	STORY1	5.08	1.70	0.00	1.70	Correcto
5	STORY3	5.08	2.09	0.65	2.73	Correcto
	STORY2	5.08	2.09	0.00	2.09	Correcto
	STORY1	5.08	2.23	0.00	2.23	Correcto
10	STORY1	5.08	0.86	1.90	2.76	Correcto
11	STORY5	5.08	1.10	2.48	3.59	Correcto
	STORY3	5.08	1.10	1.69	2.79	Correcto
	STORY2	5.08	1.10	1.23	2.33	Correcto
	STORY1	5.08	1.10	0.87	1.98	Correcto
12	STORY4	5.08	1.65	2.34	3.99	Correcto
	STORY3	5.08	1.65	1.94	3.59	Correcto
	STORY2	5.08	1.65	1.55	3.20	Correcto
	STORY1	5.08	1.65	1.32	2.98	Correcto
13	STORY3	5.08	1.08	0.75	1.83	Correcto
	STORY2	5.08	1.08	0.03	1.12	Correcto
	STORY1	5.08	1.45	0.23	1.69	Correcto
14	STORY4	5.08	4.01	2.23	6.24	Incorrecto
	STORY3	5.08	2.99	0.07	3.06	Correcto
	STORY2	5.08	2.99	0.00	2.99	Correcto
	STORY1	5.08	2.23	0.00	2.23	Correcto

Tabla 92: Refuerzo vertical de columnas externas.

Muro	Piso	As real	Asf	Ast	As	As<As real
1	STORY1	5.08	3.31	0.00	3.31	Correcto
2	STORY1	5.08	2.55	0.00	2.55	Correcto
5	STORY3	5.08	3.13	0.00	3.13	Correcto
	STORY2	5.08	3.13	0.00	3.13	Correcto
	STORY1	5.08	3.34	0.00	3.34	Correcto

Tabla 93: Refuerzo vertical de columnas internas.

- Determinación de los estribos de confinamiento de columnas del primer nivel y muros agrietados:
 - El confinamiento mínimo con estribos será de con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm. Adicionalmente 2 estribos en la unión solera-columna y estribos a 10 cm en el sobrecimiento.
- Diseño de vigas soleras del primer nivel y muros agrietados:

Vigas primer nivel									
Muro	Piso	L (m)	Lm (m)	Vm1 (tnf)	As real	Acs real	Ts	As	As<As real
1	STORY1	18.5	9.25	75.569	5.08	500	18.892	4.498	Correcto
2	STORY1	5.45	3.25	24.392	5.08	500	7.273	1.732	Correcto
3	STORY1	4.1	4.1	17.616	5.08	500	8.808	2.097	Correcto
4	STORY1	3.36	3.36	14.099	5.08	500	7.049	1.678	Correcto
5	STORY3	15.5	7.25	76.4111	5.08	500	17.870	4.255	Correcto
	STORY2	15.5	7.25	76.4111	5.08	500	17.870	4.255	Correcto
	STORY1	18.5	9.25	76.411	5.08	500	19.103	4.548	Correcto
10	STORY1	1.2	1.2	4.929	5.08	750	2.464	0.587	Correcto
11	STORY5	2.25	2.25	9.4562	5.08	500	4.728	1.126	Correcto
	STORY3	2.25	2.25	9.4562	5.08	500	4.728	1.126	Correcto
	STORY2	2.25	2.25	9.4562	5.08	500	4.728	1.126	Correcto
	STORY1	2.25	2.25	9.456	5.08	750	4.728	1.126	Correcto
12	STORY4	2.35	2.35	9.447	5.08	500	4.723	1.125	Correcto
	STORY3	2.35	2.35	9.447	5.08	500	4.723	1.125	Correcto
	STORY2	2.35	2.35	9.447	5.08	500	4.723	1.125	Correcto
	STORY1	2.35	2.35	9.447	5.08	750	4.723	1.125	Correcto
13	STORY3	3.95	2.95	12.444	5.08	500	4.647	1.106	Correcto
	STORY2	3.95	2.95	12.444	5.08	500	4.647	1.106	Correcto
	STORY1	2.95	2.95	12.444	5.08	750	6.222	1.481	Correcto
14	STORY4	2.95	3.95	17.091	5.08	500	11.442	2.724	Correcto
	STORY3	3.95	3.95	17.091	5.08	500	8.545	2.035	Correcto
	STORY2	3.95	3.95	17.091	5.08	500	8.545	2.035	Correcto
	STORY1	3.95	2.95	17.091	5.08	750	6.382	1.520	Correcto
15	STORY1	5.5	5.5	20.527	5.08	750	10.264	2.444	Correcto

Tabla 94: Vigas del primer nivel y muros agrietados.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.

- Diseño de columnas de los pisos superiores no agrietados:

Columnas pisos superiores										
Muro	Piso	C (tnf)	As real	An real	F (tnf)	T (tnf)	As (cm2)	An (cm2)	As<As real	An<An real
1	STORY5	15.30	5.08	450	0.966	0.000	0.000	146.929	Correcto	Correcto
	STORY4	10.28	5.08	450	1.683	0.000	0.000	98.733	Correcto	Correcto
	STORY3	14.53	5.08	450	3.082	0.000	0.000	139.501	Correcto	Correcto
	STORY2	19.64	5.08	450	4.761	0.000	0	188.576	Correcto	Correcto
2	STORY5	7.75	5.08	306	3.273	2.180	0.577	58.678	Correcto	Correcto
	STORY4	9.62	5.08	306	2.130	0.000	0.000	92.376	Correcto	Correcto
	STORY3	12.38	5.08	306	1.831	0.000	0	118.878	Correcto	Correcto
	STORY2	15.79	5.08	306	5.358	0.000	0	151.68	Correcto	Correcto
5	STORY4	10.17	5.08	450	2.339	0.000	0.000	97.647	Correcto	Correcto
11	STORY4	7.62	5.08	306	1.003	0.000	0.000	73.213	Correcto	Correcto
13	STORY5	5.94	5.08	306	0.923	0.043	0.011	56.753	Correcto	Correcto
	STORY4	6.44	5.08	306	2.600	0.000	0.000	61.841	Correcto	Correcto

Tabla 95: Columnas de pisos superiores.

- Las columnas internas podrán tener refuerzo mínimo.
- En las columnas se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.
- Diseño de vigas soleras de los pisos superiores no agrietados:

Vigas pisos superiores								
Muro	Piso	L (m)	Vu (tnf)	Lm (m)	Ts (tnf)	As real	As (tnf)	As<As real
1	STORY5	6.5	10.50	3.65	10.22	5.08	2.704	Correcto
	STORY4	15.5	33.27	7.75	33.02	5.08	8.735	Incorrecto
	STORY3	15.5	47.04	7.75	46.79	5.08	12.378	Incorrecto
	STORY2	15.5	54.09	7.75	53.84	5.08	14.243	Incorrecto
2	STORY5	4.4	6.96	2.6	6.665	5.08	1.763	Correcto
	STORY4	4.4	2.34	2.6	2.045	5.08	0.541	Correcto
	STORY3	4.4	5.01	2.6	4.715	5.08	1.247	Correcto
	STORY2	4.4	9.27	2.6	8.975	5.08	2.374	Correcto
5	STORY4	15.5	48.21	7.25	47.98	5.08	12.692	Incorrecto
11	STORY4	2.25	8.57	2.25	8.071	5.08	2.135	Correcto
13	STORY5	2.95	6.18	2.95	5.68	5.08	1.503	Correcto
	STORY4	3.95	14.87	2.95	14.49	5.08	3.834	Correcto

Tabla 96: Vigas de pisos superiores.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.

Cuadro resumen vivienda2	
Tipo de verificación	% Correcto
Espesor efectivo	100
Densidad de muros	30
Cálculo del esfuerzo axial máximo	22.22
Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración	55.56
Verificación de la resistencia al corte del edificio	100
Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros	0
Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores	52
Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados	100
Determinación del refuerzo vertical de columnas en el primer nivel y muros agrietados	100
Diseño de vigas soleras del primer nivel y muros agrietados	100
Diseño de columnas en pisos superiores no agrietados	100
Diseño de las vigas soleras de los pisos superiores no agrietados	33.33

Tabla 97: Cuadro resumen de resultados.

4.2.3. Vivienda 3:

- Datos de la vivienda:
 - $h = 2.4$ m (Altura de piso a techo)
 - $t=14$ cm (Espesor de muro utilizado)
 - Tipo de ladrillo: King Kong artesanal.
 - $F'b= 55$ kgf/cm² (Resistencia a compresión de unidades de albañilería)
 - $F'm= 35$ kgf/cm² (Resistencia a compresión de la albañilería)
 - $v'm= 5.1$ kgf/cm² (Resistencia al corte de albañilería)
 - $E_m= 17500$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad de albañilería)
 - $E_s= 2000000$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad de acero)
 - $f_y= 4200$ kgf/cm² (Esfuerzo de fluencia del acero)
 - $f'c= 175$ kgf/cm² (Resistencia a compresión del concreto)
 - $E_c= 198431.35$ kgf/cm² (Módulo de elasticidad del concreto)
 - Vigas soleras (VS): 25x20 cm²
 - Columnas de confinamiento (P1): 15x40 cm²



Figura 21: Tercera vivienda analizada.

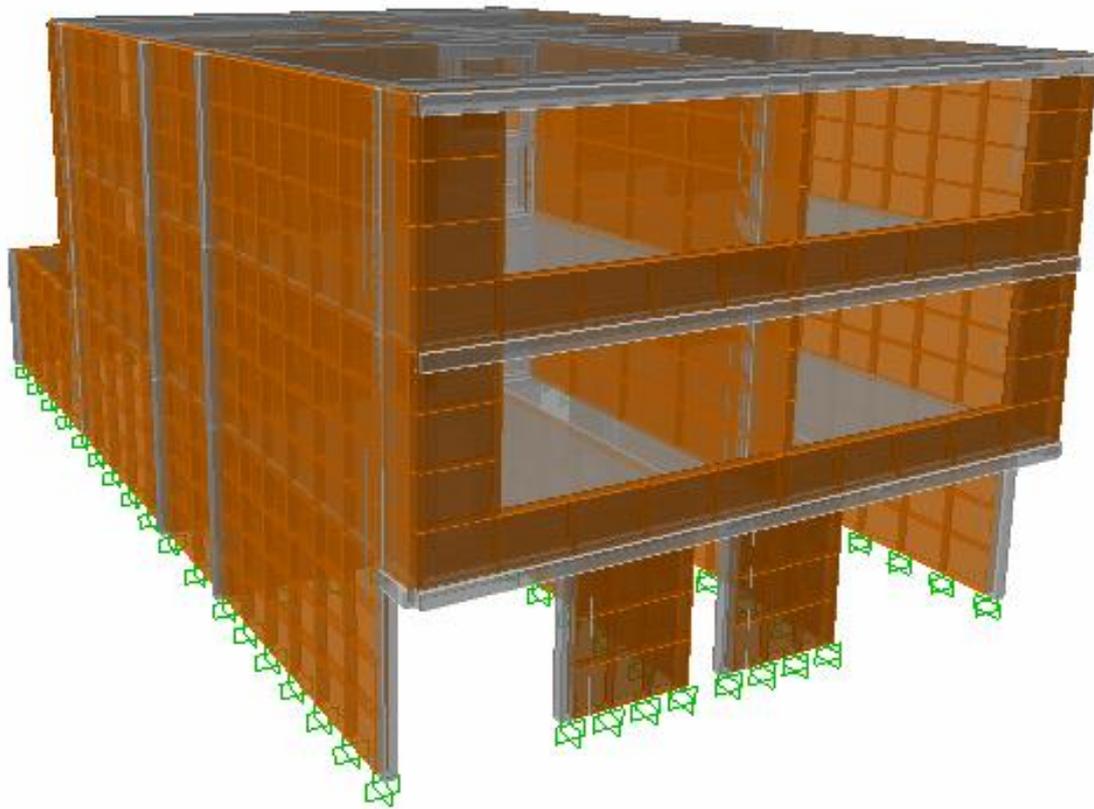


Figura 22: Modelo estructural de tercera vivienda analizada.

- Espesor efectivo:
- $t' = 14 \text{ cm}$

- Densidad mínima de muros:

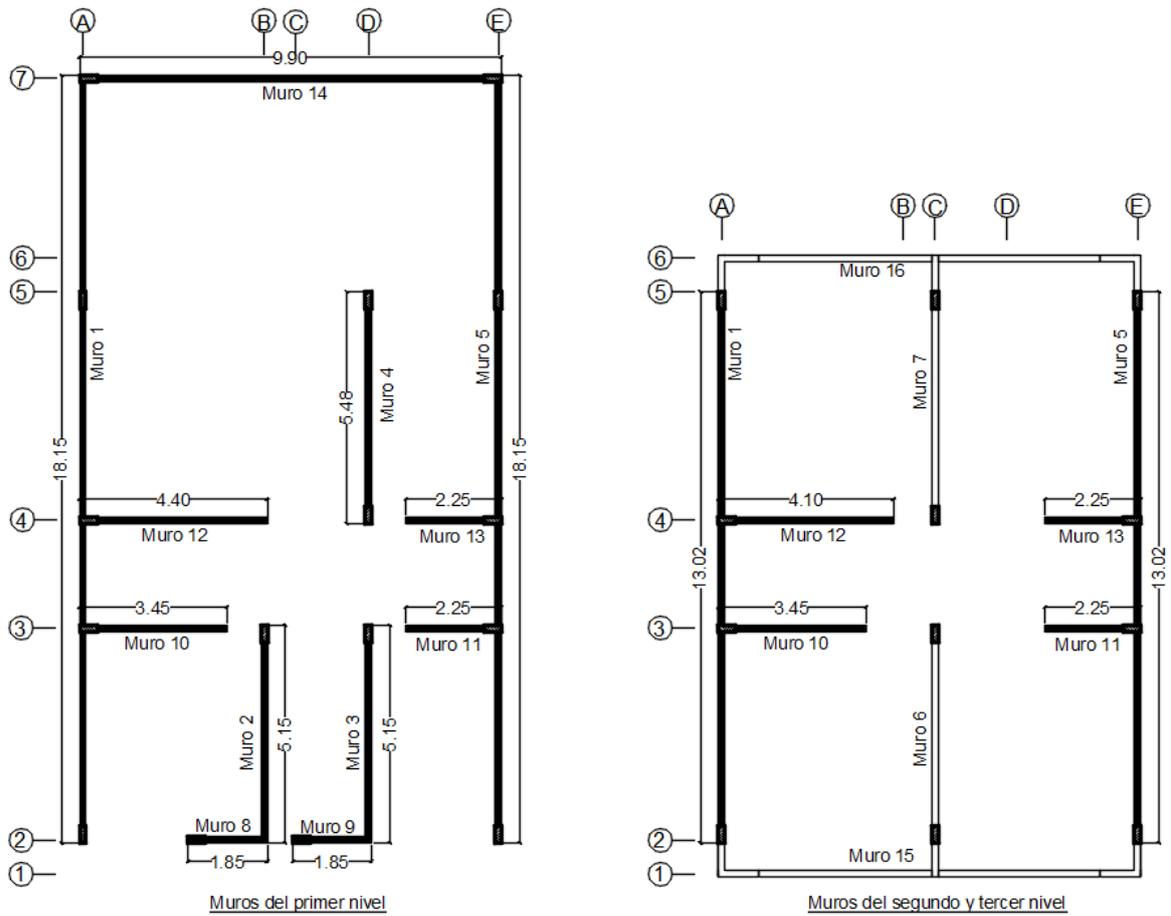


Figura 23: Densidad de muros tercera vivienda.

Longitud mínima de muros						
Nivel	Sentido	Muro	Longitud (m)	Σ de long (m)	Long. mínima requerida	Cumple
Nivel 1	En X	8	1.85	25.95	20.022	Si
		9	1.85			
		10	3.45			
		11	2.25			
		12	4.4			
		13	2.25			
	En y	14	9.9	52.08	20.022	Si
		1	18.15			
		2	5.15			
		3	5.15			
Nivel 2	En x	4	5.48	12.05	13.348	No
		5	18.15			
		10	3.45			
		11	2.25			
	En y	12	4.1	26.04	13.348	Si
		13	2.25			
Nivel 3	En x	1	13.02	12.05	6.674	Si
		5	13.02			
		10	3.45			
		11	2.25			
	En y	12	4.1	26.04	6.674	Si
		13	2.25			

Tabla 98: Densidad de muros casa 3.

- Determinación de la Pseudoaceleración:



Ilustración 19: Espectro de respuesta inicial.

- Determinación de irregularidades:

Irregularidad de piso blando en X				
Piso	D	V	K=V/d	
3	0.000733	29.082	39675.459	Cumple
2	0.000705	49.278	69898.030	Si
1	0.000384	60.282	156984.172	Si
K Promedio			88852.554	
Ia			1	

Tabla 99: Irregularidad de piso blando en X.

Irregularidad de piso blando en y				
Piso	D	V	K=V/d	
3	0.000157	29.082	185236.378	Cumple
2	0.000165	49.278	298655.220	Si
1	0.000097	60.282	621463.112	Si
K Promedio			368451.570	
Ia			1	

Tabla 100: Irregularidad de piso blando en y.

Irregularidad de piso débil		
Piso	V	Cumple
3	29.082	
2	49.278	
1	60.282	
la		1

Tabla 101: Irregularidad de piso débil.

Irregularidad de peso		
Piso	P	Cumple
3	113.1475	
2	117.8625	
1	128.435	
la		1

Tabla 102: Irregularidad de peso.

Irregularidad torsional en X					
Piso	D.Cm	D*R	D*R/0.005	D.prom	Cumple
3	0.000733	0.004	0.8796	0.004134	sí
2	0.000705	0.004	0.846	0.004074	sí
1	0.000384	0.002	0.4608	0.001797	Sí
la				1	

Tabla 103: Irregularidad torsional en X.

Irregularidad torsional en y					
Piso	D.cm	D*R	D*R/0.005	D.prom	Cumple
3	0.000157	0.000942	0.1884	0.000642	Sí
2	0.000165	0.00099	0.198	0.000888	Sí
1	0.000097	0.000582	0.1164	0.000573	Sí
la				1	

Tabla 104: Irregularidad torsional en y.

- Rx=6
- Ry=6



Ilustración 20: Espectro de respuesta en x.

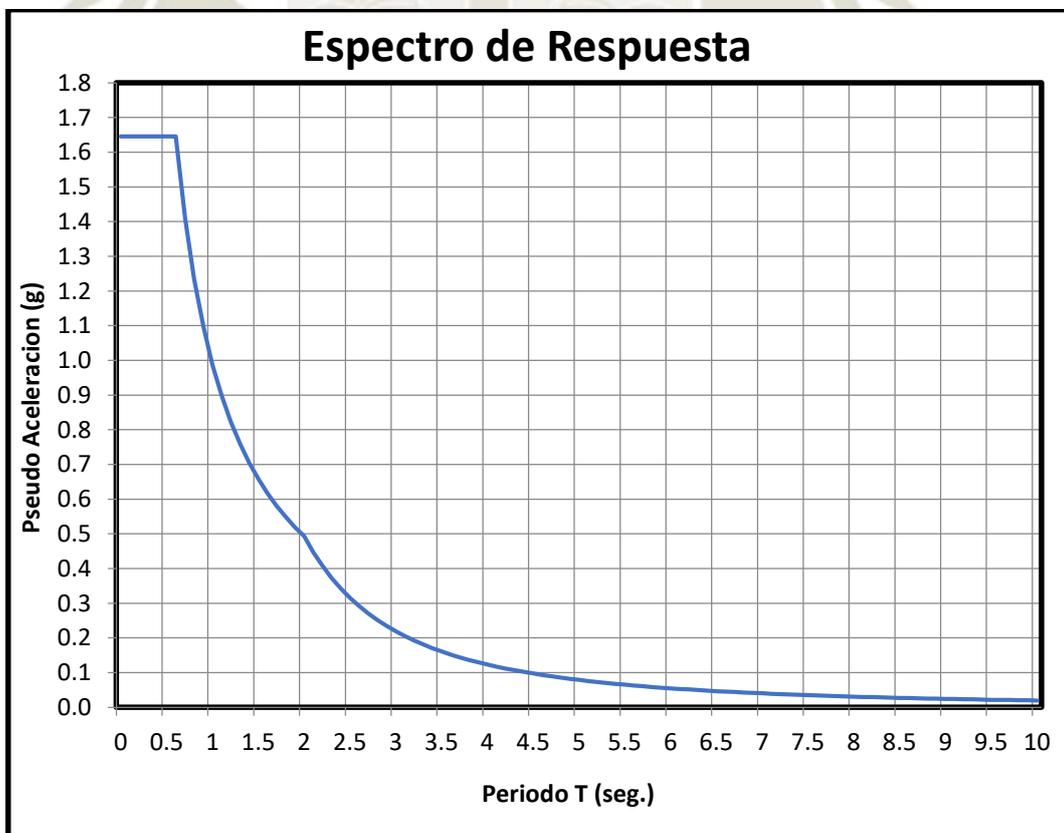


Ilustración 21: Espectro de respuesta en y.

- Verificación de drift:

Story	DriftX	DriftX
STORY3	0.000733	Sí cumple
STORY2	0.000705	Sí cumple
STORY1	0.000384	Sí cumple

Tabla 105: Drift en x.

Story	DriftY	DriftY
STORY3	0.000157	Sí cumple
STORY2	0.000165	Sí cumple
STORY1	0.000097	Sí cumple

Tabla 106: Drift en y.

- Determinación de la fuerza cortante basal:

Nivel	Pcm acum.	Pcv acum.	Pcm	Pcv	P (Pcm+25%Pcv)
3	109.6	14.19	109.6	14.19	113.1475
2	220.37	42.56	110.77	28.37	117.8625
1	344.61	69.37	124.24	26.81	130.9425
Total			344.61	69.37	361.9525

Tabla 107: Peso de cada nivel de la vivienda.

Z	0.35
U	1
S	1.15
C	2.5
R	6

Tabla 108: Coeficientes de cortante basal.

V=60.7 tnf.

- Distribución de la fuerza sísmica en altura:

Nivel	P (tnf)	h (m)	P*h	α	Fi (tnf)	Vi (tnf)
Nivel 3	113.148	7.800	882.551	0.481	29.181	29.181
Nivel 2	117.863	5.200	612.885	0.334	20.265	49.446
Nivel 1	130.943	2.600	340.451	0.185	11.257	60.702
P.Total	361.953		1835.886	1.000	60.702	

Tabla 109: Valores de cortante y fuerzas sísmicas por nivel.

- Amplificación sísmica:

	x	y
Z	0.350	0.350
U	1.000	1.000
C	2.500	2.500
S	1.150	1.150
P	361.953	361.953
R	6.000	6.000
V	60.702	60.702
Factor	0.800	0.800
V*Factor	48.562	48.562
V.Din	45.250	47.870
Factor de ampl.	1.073	1.014

Tabla 110: Amplificación.

- Cálculo del esfuerzo axial máximo por muro:

σ'	5.321
σ''	5.250

Muro	Piso	Pcm (tnf)	Pcv (tnf)	Pm (tnf)	L (m)	om (tnf)	$\sigma_m < \sigma' < \sigma''$
1	STORY3	11.92	0.28	12.2	14.7	5.928	Aumentar espesor
	STORY2	27.14	4.01	31.15	14.7	15.136	Aumentar espesor
	STORY1	46.03	8.25	54.28	18.15	21.362	Aumentar espesor
2	STORY1	11.24	2.97	14.21	5.15	19.709	Aumentar espesor
3	STORY1	8	2.05	10.05	5.15	13.939	Aumentar espesor
4	STORY1	10.38	2.83	13.21	5.48	17.218	Aumentar espesor
5	STORY3	15.25	1.32	16.57	14.7	8.052	Aumentar espesor
	STORY2	32.13	5.61	37.74	14.7	18.338	Aumentar espesor
	STORY1	47.93	8.34	56.27	18.15	22.145	Aumentar espesor
8	STORY1	2.46	0.45	2.91	1.85	11.236	Aumentar espesor
9	STORY1	7.78	1.75	9.53	1.85	36.795	Aumentar espesor
10	STORY3	6.01	1.26	7.27	3.45	15.052	Aumentar espesor
	STORY2	12.59	2.73	15.32	3.45	31.718	Aumentar espesor
	STORY1	12.28	2.21	14.49	3.45	30.000	Aumentar espesor
11	STORY3	0.89	0.01	0.9	2.25	2.857	Correcto
	STORY2	1.22	0.13	1.35	2.25	4.286	Correcto
	STORY1	2.12	0.11	2.23	2.25	7.079	Aumentar espesor
12	STORY3	8.64	1.87	10.51	4.4	17.062	Aumentar espesor
	STORY2	21.48	5.02	26.5	4.4	43.019	Aumentar espesor
	STORY1	36.43	8.89	45.32	4.4	73.571	Aumentar espesor
13	STORY3	1.18	0.08	1.26	2.25	4.000	Correcto
	STORY2	2.22	0.18	2.4	2.25	7.619	Aumentar espesor
	STORY1	2.04	0.12	2.16	2.25	6.857	Aumentar espesor
14	STORY1	6.4	0	6.4	9.9	4.618	Correcto

Tabla 111: Cálculo del esfuerzo axial por muro.



- Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración:

$$v'm = 5.1\text{kg/cm}^2$$

Muro	Piso	L (m)	Ve (tnf)	α	Pg (tnf)	Vm (Tnf)	Ve<0.55Vm
1	STORY3	14.7	10.4	1	11.99	55.237	Correcto
	STORY2	14.7	16.6	1	28.14	58.952	Correcto
	STORY1	18.15	18.6	1	48.09	75.857	Correcto
2	STORY1	5.15	4.33	1	11.98	21.141	Correcto
3	STORY1	5.15	4.93	1	8.51	20.343	Correcto
4	STORY1	5.48	5.31	1	11.09	22.114	Correcto
5	STORY3	14.7	13.8	1	15.58	56.062	Correcto
	STORY2	14.7	21.1	1	33.53	60.191	Correcto
	STORY1	18.15	19.3	1	50.02	76.299	Correcto
8	STORY1	1.85	5.45	1	2.57	7.196	Aumentar espesor
9	STORY1	1.85	5.65	1	8.22	8.495	Aumentar espesor
10	STORY3	3.45	5.79	1	6.33	13.771	Correcto
	STORY2	3.45	9.24	1	13.27	15.369	Aumentar espesor
	STORY1	3.45	6.03	1	12.83	15.268	Correcto
11	STORY3	2.25	1.65	1	0.89	8.238	Correcto
	STORY2	2.25	3.95	1	1.25	8.321	Correcto
	STORY1	2.25	2.86	1	2.15	8.526	Correcto
12	STORY3	4.4	10.6	1	9.11	17.803	Aumentar espesor
	STORY2	4.4	13.8	1	22.74	20.937	Aumentar espesor
	STORY1	4.4	7.02	1	38.65	24.598	Correcto
13	STORY3	2.25	1.81	1	1.20	8.309	Correcto
	STORY2	2.25	3.93	1	2.27	8.553	Correcto
	STORY1	2.25	2.28	1	2.07	8.509	Correcto
14	STORY1	9.9	18.4	1	6.40	36.815	Correcto

Tabla 112: Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración.

- Verificación de la resistencia al corte del edificio:

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)	
Primer nivel	1	120.564	75.857	
	2		21.141	
	3		20.343	
	4		22.114	
	5		76.299	
	8		7.196	
	9		8.495	
	10		15.268	
	11		8.526	
	12		24.598	
	13		8.509	
	14		36.815	
			Total	325.161
			Vm/Ve	2.697
	$\Sigma Vm > ve$	Si cumple		

Tabla 113: Verificación de la resistencia al corte del primer nivel.

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
Segundo nivel	1	98.556	58.952
	5		60.191
	10		15.369
	11		8.321
	12		20.937
	13		8.553
			Total
	Vm/Ve	1.748	
	$\Sigma Vm > ve$	Si cumple	

Tabla 114: Verificación de la resistencia al corte del segundo nivel.

	Muro	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
Tercer nivel	1	58.164	55.237
	5		56.062
	10		13.771
	11		8.238
	12		17.803
	13		8.309
			Total
	Vm/Ve	2.741	
	$\Sigma Vm > ve$	Si cumple	

Tabla 115: Verificación de la resistencia al corte del tercer nivel.

	Muro	Piso	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
En y	1	STORY1	120.564	55.237
		STORY1		58.952
		STORY3		75.857
	2	STORY2		21.141
	3	STORY1		20.343
	4	STORY3		22.114
	5	STORY2		56.062
		STORY1		60.191
		STORY1		76.299
	Total			446.197
Vm/Ve			3.701	
$\Sigma Vm > ve$			Si cumple	

Tabla 116: Verificación de la resistencia al corte en y.

	Muro	Piso	Ve (tnf)	Vm (Tnf)
En x	8	STORY1	120.564	7.196
	9	STORY1		8.495
	10	STORY3		13.771
		STORY2		15.369
		STORY1		15.268
	11	STORY3		8.238
		STORY2		8.321
		STORY1		8.526
	12	STORY3		17.803
		STORY2		20.937
		STORY1		24.598
	13	STORY3		8.309
		STORY2		8.553
		STORY1		8.509
	14	STORY1		36.815
	Total			148.522
Vm/Ve			1.232	
$\Sigma Vm > ve$			Si cumple	

Tabla 117: Verificación de la resistencia al corte en x.

- Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros:

Muro	Piso	L (m)	σ_m (tnf)	V_e (tnf)	M_e (tnf.m)	V_m (Tnf)	V_m/V_e	V_u (tnf)	M_u (tnf.m)	$V_u > V_m$ o $\sigma_m > 0.005f'm$
1	STORY3	14.7	5.928	10.37	11.797	55.237	3.0	31.110	35.391	Con refuerzo
	STORY2	14.7	15.136	16.57	29.245	58.952	3.0	49.710	87.735	Con refuerzo
	STORY1	18.15	21.362	18.64	36.476	75.857	3.0	55.920	109.428	Con refuerzo
2	STORY1	5.15	19.709	4.33	4.367	21.141	3.0	12.990	13.101	Con refuerzo
3	STORY1	5.15	13.939	4.93	3.075	20.343	3.0	14.790	9.225	Con refuerzo
4	STORY1	5.48	17.218	5.31	3.261	22.114	3.0	15.930	9.783	Con refuerzo
5	STORY3	14.7	8.052	13.79	15.81	56.062	3.0	41.370	47.430	Con refuerzo
	STORY2	14.7	18.338	21.05	35.183	60.191	2.9	60.191	100.604	Con refuerzo
	STORY1	18.15	22.145	19.26	42.556	76.299	3.0	57.780	127.668	Con refuerzo
8	STORY1	1.85	11.236	5.45	3.096	7.196	2.0	10.900	6.192	Con refuerzo
9	STORY1	1.85	36.795	5.65	3.049	8.495	2.0	11.300	6.098	Con refuerzo
10	STORY3	3.45	15.052	5.79	5.63	13.771	2.4	13.771	13.391	Con refuerzo
	STORY2	3.45	31.718	9.24	13.607	15.369	2.0	18.480	27.214	Con refuerzo
	STORY1	3.45	30.000	6.03	14.625	15.268	2.1	12.702	30.807	Con refuerzo
11	STORY3	2.25	2.857	1.65	1.513	8.238	2.1	3.476	3.187	Con refuerzo
	STORY2	2.25	4.286	3.95	4.961	8.321	2.1	8.321	10.450	Con refuerzo
	STORY1	2.25	7.079	2.86	5.267	8.526	2.0	5.720	10.534	Con refuerzo
12	STORY3	4.4	17.062	10.61	10.465	17.803	2.0	21.220	20.930	Con refuerzo
	STORY2	4.4	43.019	13.79	20.457	20.937	2.0	27.580	40.914	Con refuerzo
	STORY1	4.4	73.571	7.02	23.379	24.598	2.2	15.279	50.883	Con refuerzo
13	STORY3	2.25	4.000	1.81	1.647	8.309	2.2	3.939	3.585	Con refuerzo
	STORY2	2.25	7.619	3.93	4.88	8.553	2.2	8.553	10.621	Con refuerzo
	STORY1	2.25	6.857	2.28	4.732	8.509	3.0	6.840	14.196	Con refuerzo
14	STORY1	9.9	4.618	18.37	12.191	36.815	2.0	36.815	24.432	Con refuerzo

Tabla 118: Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.

- Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores:

Muro	Piso	Vm (Tnf)	Vu (tnf)	Vmi>Vui
1	STORY3	55.237	31.110	No agrietado
	STORY2	58.952	49.710	No agrietado
	STORY1	75.857	55.920	Agrietado
2	STORY1	21.141	12.990	Agrietado
3	STORY1	20.343	14.790	Agrietado
4	STORY1	22.114	15.930	Agrietado
5	STORY3	56.062	41.370	No agrietado
	STORY2	60.191	60.191	No agrietado
	STORY1	76.299	57.780	Agrietado
8	STORY1	7.196	10.900	Agrietado
9	STORY1	8.495	11.300	Agrietado
10	STORY3	13.771	13.771	No agrietado
	STORY2	15.369	18.480	Agrietado
	STORY1	15.268	12.702	Agrietado
11	STORY3	8.238	3.476	No agrietado
	STORY2	8.321	8.321	No agrietado
	STORY1	8.526	5.720	Agrietado
12	STORY3	17.803	21.220	Agrietado
	STORY2	20.937	27.580	Agrietado
	STORY1	24.598	15.279	Agrietado
13	STORY3	8.309	3.939	No agrietado
	STORY2	8.553	8.553	No agrietado
	STORY1	8.509	6.840	Agrietado
14	STORY1	36.815	36.815	Agrietado

Tabla 119: Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores.

- Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Muro	Piso	L (m)	Vm (Tnf)	Mu (tnf.m)	Vmi>Vui	Lm (m)	Pc (tnf)	M (tnf.m)	F	NC
1	STORY1	18.15	75.857	109.428	Agrietado	9.075	27.140	-15.187	-0.837	5
2	STORY1	5.15	21.141	13.101	Agrietado	5.15	14.210	-15.187	-2.949	2
3	STORY1	5.15	20.343	9.225	Agrietado	5.15	10.050	-15.187	-2.949	2
4	STORY1	5.48	22.114	9.783	Agrietado	5.48	13.210	28.374	5.178	2
5	STORY1	18.15	76.299	127.668	Agrietado	9.075	28.135	36.109	1.989	5
8	STORY1	1.85	7.196	6.192	Agrietado	1.85	2.910	-2.443	-1.321	1
9	STORY1	1.85	8.495	6.098	Agrietado	1.85	9.530	-4.095	-2.214	1
10	STORY2	3.45	15.369	27.214	Agrietado	1.85	8.215	8.771	2.542	1
	STORY1	3.45	15.268	30.807	Agrietado	3.45	14.490	12.486	3.619	1
11	STORY1	2.25	8.526	10.534	Agrietado	2.25	2.230	0.302	0.134	1
12	STORY3	4.4	17.803	20.930	Agrietado	2.25	5.374	-0.433	-0.098	1
	STORY2	4.4	20.937	40.914	Agrietado	2.25	13.551	15.790	3.589	1
	STORY1	4.4	24.598	50.883	Agrietado	4.4	45.320	21.366	4.856	1
13	STORY1	2.25	8.509	14.196	Agrietado	2.25	2.160	3.986	1.771	1
14	STORY1	9.9	36.815	24.432	Agrietado	9.9	6.400	-19.746	-1.995	2

Tabla 120: Determinación de fuerzas internas en columnas de confinamiento.

Muro	Piso	Vc (tnf)	T (tnf)	C (tnf)
2	STORY1	10.57	-17.16	11.26
5	STORY1	9.54	-26.15	30.12

Tabla 121: Fuerzas internas de columnas interiores.

Muro	Piso	Vc (tnf)	T (tnf)	C (tnf)
1	STORY1	6.32	-17.11	32.16
2	STORY1	7.05	-4.36	19.14
3	STORY1	6.78	-0.57	14.79
4	STORY1	7.37	-3.53	18.05
5	STORY1	6.36	-18.05	33.18
8	STORY1	3.60	6.43	7.58
9	STORY1	4.25	1.49	15.04
10	STORY2	4.09	2.41	13.53
	STORY1	7.63	-3.87	19.80
11	STORY1	4.26	6.86	6.78
12	STORY3	6.29	8.04	12.08
	STORY2	6.29	-0.13	20.26
	STORY1	12.30	-31.90	52.03
13	STORY1	4.25	6.92	6.70
14	STORY1	12.27	2.52	10.86

Tabla 122: Fuerzas internas de columnas extremas.

- Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados:

Columnas externas con muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf (cm2)	An (cm2)	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	560	272	212.48	170.459	Correcto	Correcto
2	STORY1	560	272	236.88	45.425	Correcto	Correcto
3	STORY1	560	272	227.94	3.687	Correcto	Correcto
5	STORY1	560	272	213.72	180.296	Correcto	Correcto
8	STORY1	560	272	120.94	-65.579	Correcto	Correcto
9	STORY1	560	272	142.77	6.086	Correcto	Correcto
10	STORY2	560	272	137.60	-8.457	Correcto	Correcto
	STORY1	560	272	256.60	51.807	Correcto	Correcto
11	STORY1	560	272	143.30	-73.266	Correcto	Correcto
12	STORY3	560	272	211.40	-22.312	Correcto	Correcto
	STORY2	560	272	211.40	56.216	Correcto	Correcto
	STORY1	560	272	413.41	361.319	Incorrecto	Correcto
13	STORY1	560	272	143.00	-74.030	Correcto	Correcto
14	STORY1	560	272	412.49	-34.034	Correcto	Correcto

Tabla 123: Columnas externas con muro transversal.

Columnas externas sin muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf (cm ²)	An (cm ²)	An<An real	Ac>Acf
4	STORY1	560	272	247.77	42.502	Correcto	Correcto

Tabla 124: Columnas externas sin muro transversal.

Columnas internas con muro transversal							
Muro	Piso	Ac real	An real	Acf (cm ²)	An (cm ²)	An<An real	Ac>Acf
1	STORY1	560	272		114.257	Correcto	Correcto
5	STORY1	560	272	320.58	150.956	Correcto	Correcto

Tabla 125: Columnas internas con muro transversal.

- Determinación del refuerzo vertical de columnas en el primer nivel y muros agrietados:

Refuerzo vertical de columnas externas						
Muro	Piso	As real	Asf (cm ²)	Ast (cm ²)	As (cm ²)	As<As real
1	STORY1	5.08	2.21	0.00	2.21	Correcto
2	STORY1	5.08	2.47	0.00	2.47	Correcto
3	STORY1	5.08	2.37	0.00	2.37	Correcto
4	STORY1	5.08	2.58	0.00	2.58	Correcto
5	STORY1	5.08	2.23	0.00	2.23	Correcto
8	STORY1	5.08	1.26	1.80	3.06	Correcto
9	STORY1	5.08	1.49	0.42	1.90	Correcto
10	STORY2	5.08	1.43	0.67	2.11	Correcto
	STORY1	5.08	2.67	0.00	2.67	Correcto
11	STORY1	5.08	1.49	1.92	3.42	Correcto
12	STORY3	5.08	2.20	2.25	4.45	Correcto
	STORY2	5.08	2.20	0.00	2.20	Correcto
	STORY1	5.08	4.31	0.00	4.31	Correcto
13	STORY1	5.08	1.49	1.94	3.43	Correcto
14	STORY1	5.08	4.30	0.71	5.00	Correcto

Tabla 126: Refuerzo vertical de columnas externas.

Refuerzo vertical de columnas internas						
Muro	Piso	As real	Asf (cm2)	Ast (cm2)	As (cm2)	As<As real
1	STORY1	5.08	3.32	0.00	3.32	Correcto
5	STORY1	5.08	3.34	0.00	3.34	Correcto

Tabla 127: Refuerzo vertical de columnas internas.

- Determinación de los estribos de confinamiento de columnas del primer nivel y muros agrietados:
 - El confinamiento mínimo con estribos será de con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm. Adicionalmente 2 estribos en la unión solera-columna y estribos a 10 cm en el sobrecimiento.
- Diseño de vigas soleras del primer nivel y muros agrietados:

Vigas del primer nivel y muros agrietados									
Muro	Piso	L (m)	Lm (m)	Vm1 (tnf)	As real	Acs real	Ts	As	As<As real
1	STORY3	14.7	7.35	75.857	5.08	500	18.964	4.515	Correcto
	STORY2	14.7	7.35	75.857	5.08	500	18.964	4.515	Correcto
5	STORY3	14.7	7.35	76.299	5.08	500	19.075	4.542	Correcto
	STORY2	14.7	7.35	76.299	5.08	500	19.075	4.542	Correcto
10	STORY3	3.45	1.85	15.268	5.08	500	4.094	0.975	Correcto
11	STORY3	2.25	3.45	8.526	5.08	500	6.537	1.556	Correcto
	STORY2	2.25	3.45	8.526	5.08	500	6.537	1.556	Correcto
13	STORY3	2.25	4.4	8.509	5.08	500	8.320	1.981	Correcto
	STORY2	2.25	4.4	8.509	5.08	500	8.320	1.981	Correcto

Tabla 128: Vigas del primer nivel y muros agrietados.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.

- Diseño de columnas de los pisos superiores no agrietados:

Columnas pisos superiores										
Muro	Piso	C (tnf)	As real	An real	F (tnf)	T (tnf)	As (cm ²)	An (cm ²)	As<As real	An<An real
1	STORY3	12.292	5.080	306.000	2.408	0.000	0.000	118.054	Correcto	Correcto
	STORY2	21.767	5.080	306.000	5.968	0.000	0.000	209.051	Correcto	Correcto
5	STORY3	14.513	5.080	306.000	3.227	0.000	0.000	139.385	Correcto	Correcto
	STORY2	25.098	5.080	306.000	6.844	0.000	0.000	241.042	Correcto	Correcto
10	STORY3	9.209	5.080	306.000	3.881	0.000	0.000	88.442	Correcto	Correcto
11	STORY3	5.927	5.080	306.000	1.416	0.036	0.010	56.663	Correcto	Correcto
	STORY2	6.617	5.080	306.000	4.645	2.575	0.681	45.003	Correcto	Correcto
13	STORY3	7.002	5.080	306.000	1.593	0.000	0.000	67.245	Correcto	Correcto
	STORY2	9.231	5.080	306.000	4.720	0.027	0.007	88.460	Correcto	Correcto

Tabla 129: Columnas de pisos superiores.

- Las columnas internas podrán tener refuerzo mínimo.
- En las columnas se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.
- Diseño de vigas soleras de los pisos superiores no agrietados:

Vigas pisos superiores								
Muro	Piso	L (m)	Vu (tnf)	Lm (m)	Ts	As real	As	As<As real
1	STORY3	14.7	31.110	7.35	30.86	5.08	8.164	Incorrecto
	STORY2	14.7	49.710	7.35	49.46	5.08	13.085	Incorrecto
5	STORY3	14.7	41.370	7.35	41.12	5.08	10.878	Incorrecto
	STORY2	14.7	60.191	7.35	59.94	5.08	15.858	Incorrecto
10	STORY3	3.45	13.771	1.85	13.5	5.08	3.572	Correcto
11	STORY3	2.25	3.476	3.45	2.709	5.08	0.717	Correcto
	STORY2	2.25	8.321	3.45	7.554	5.08	1.998	Correcto
13	STORY3	2.25	3.939	4.4	2.962	5.08	0.783	Correcto
	STORY2	2.25	8.553	4.4	7.576	5.08	2.004	Correcto

Tabla 130: Vigas de pisos superiores.

- En la solera se colocarán estribos mínimos con fierro de 6 mm, 1 a 5, 4 a 10 y el resto a 25 cm.

Cuadro resumen de vivienda 3	
Tipo de verificación	% Correcto
Espesor efectivo	100
Densidad de muros	83.3
Cálculo del esfuerzo axial máximo	16
Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración	80
Verificación de la resistencia al corte del edificio	100
Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros	0
Verificación del agrietamiento diagonal en los pisos superiores	75
Determinación de la sección de concreto de las columnas de confinamiento del primer nivel y muros agrietados	100
Determinación del refuerzo vertical de columnas en el primer nivel y muros agrietados	100
Diseño de vigas soleras del primer nivel y muros agrietados	100
Diseño de columnas en pisos superiores no agrietados	100
Diseño de las vigas soleras de los pisos superiores no agrietados	44.44

Tabla 131: Cuadro resumen de resultados.

CONCLUSIONES:

- La mayoría de viviendas tienen una antigüedad superior a los 20 años, lo que indica que fueron afectadas por algunos sismos que se presentaron en la ciudad de Arequipa, es por ello que existen viviendas con rajaduras en los muros, columnas, vigas y techos. También, dado que algunas personas no tenían muchos recursos, optaron por construir su casa por partes, es de esta manera que algunos hogares pudieron resistir algunos sismos de gran magnitud.
- El 64% de los encuestados encuentra su vivienda confortable y 62% piensan que su vivienda resistiría un sismo de gran intensidad, a pesar de los daños que sufrieron sus casas a razón de los antiguos movimientos sísmicos o a causa de malos procesos constructivos, se sienten cómodos y seguros, aumentando así la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en futuros sismos.
- Tan solo el 10% de las viviendas construidas fueron supervisadas parcial y totalmente por un ingeniero o arquitecto, este es un porcentaje muy bajo y preocupante para el distrito de Paucarpata, dado que las personas prefieren confiar en albañiles y maestros de obra, en función de su experiencia en obra, pero sin cálculos para el diseño estructural. Esto puede darse porque las personas piensan que el servicio de ingenieros no es muy importante, ya que pueden ser reemplazados por un maestro de obra que también cuenta con experiencia en campo.
- El 64% de los encuestados considera que la autoconstrucción de viviendas es eficiente, aunque estudios antes realizados demuestren lo contrario. Esto se debe a que algunas personas participaron en la construcción de sus viviendas, y al ver que por años su vivienda sigue en pie, considera que la construcción es efectiva, pero al momento de realizar la construcción, no se consideraron posibles efectos de los sismos que podrían dañar su casa de producirse un sismo de gran magnitud.

- Casi el 90% de los encuestados afirmó que reforzaría su vivienda si supiera que esta no resistiría un sismo de gran intensidad, pero esto sería poco o nada eficiente si el refuerzo estructural se haría con un maestro de obra, albañil o por los mismos miembros de la familia. Es por ello que es una mejor opción construir nuestra vivienda conforme a los parámetros de la norma y con la asesoría de un especialista en construcción para evitar estos futuros gastos en refuerzos de nuestra vivienda.
- Aunque las tres viviendas cumplen con no sobrepasar los desplazamientos máximos establecidos en la norma, no asegura que la vivienda resista un sismo de gran magnitud, ya que esto se debe a que todos los elementos no estructurales están unidos a la parte estructural de las viviendas, aumentando así su rigidez.
- Los muros no estructurales unidos a los muros estructurales, generan una mayor rigidez de las viviendas, provocando así mayores fallas como la de columna corta.
- La construcción de muros no estructurales en los pisos superiores genera una mayor carga para los pisos inferiores, provocando mayores esfuerzos en los elementos estructurales.
- Utilizar unidades de albañilería artesanal en la zona 3 y 4 sí es perjudicial para el comportamiento sísmico que tiene una vivienda, como se indica en la norma E070, ya que la mayoría de muros fallan por este motivo.
- El uso de ladrillos pandereta artesanales en los muros estructurales no debería permitirse, ya que estos ladrillos solo son usados en tabiquería, para la reducción del peso por tratarse de unidades huecas, además son más pesados que los ladrillos pandereta industriales.

RECOMENDACIONES:

- Por tratarse de la vulnerabilidad de las personas que habitan las viviendas autoconstruidas, se recomienda algún tipo de asesoramiento técnico a las poblaciones que presenten mayor concentración de autoconstrucción.
- Para el análisis de vulnerabilidad de las viviendas ya construidas, se recomienda el uso de la normativa peruana, E030, E060 y E070, porque nos dan resultados más reales del comportamiento estructural comparado con el uso de métodos visuales o basados en tablas.
- Utilizar terminología adecuada al momento de realizar las encuestas, ya que en algunos casos los términos son desconocidos y no se puede obtener una respuesta correcta de las personas encuestadas.
- Registrar todos los errores presentes en las viviendas analizadas para realizar un modelamiento adecuado.
- Proponer la difusión del manual de autoconstrucción de viviendas de albañilería confinada anexada a esta investigación, para reducir la vulnerabilidad de viviendas autoconstruidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Alvayay Barrietos, D. A. (2013). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del caso urbano de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad*. Valdivia.
- ARANGO ORTIZ, J. (2002). *Análisis, Diseño y construcción en Albañilería*. Lima: Capítulo Peruano ACI.
- Basurto Cartulin, R. D. (2014). *Vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en el distrito de San Luis*. Lima.
- Bazan Arbildo, J. E. (2007). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca.
- Bedoya Ruiz, D. A. (2005). *Estudio de la resistencia y vulnerabilidad sísmica de viviendas de bajo costo, estructuradas con ferrocemento*. Barcelona.
- CAPECO. (2003). *Costos y presupuestos en edificación*. Lima.
- Comercio. (15 de 01 de 2018). *El comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/arequipa/arequipa-son-sismos-fuertes-ultimas-decadas-noticia-489123>
- Dueñas H, M. (2006). *Estudio Preliminar del Comportamiento Sísmico de las autoconstrucciones en Lima*. Lima.
- Flores Ortega, R. (2016). *Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua*. Moquegua.
- Laucata Luna, J. E. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. Trujillo.
- NTE E.030. (2016). *Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima.
- NTE E.050. (2006). *Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y cimentaciones*. Lima.
- NTE E.060. (2009). *Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado*. Lima.
- NTE E.070. (2009). *Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería*. Lima.
- Peralta Buritica, H. A. (2002). *Escenarios de vulnerabilidad y de daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio de San Antonio de Cali*. Cali.

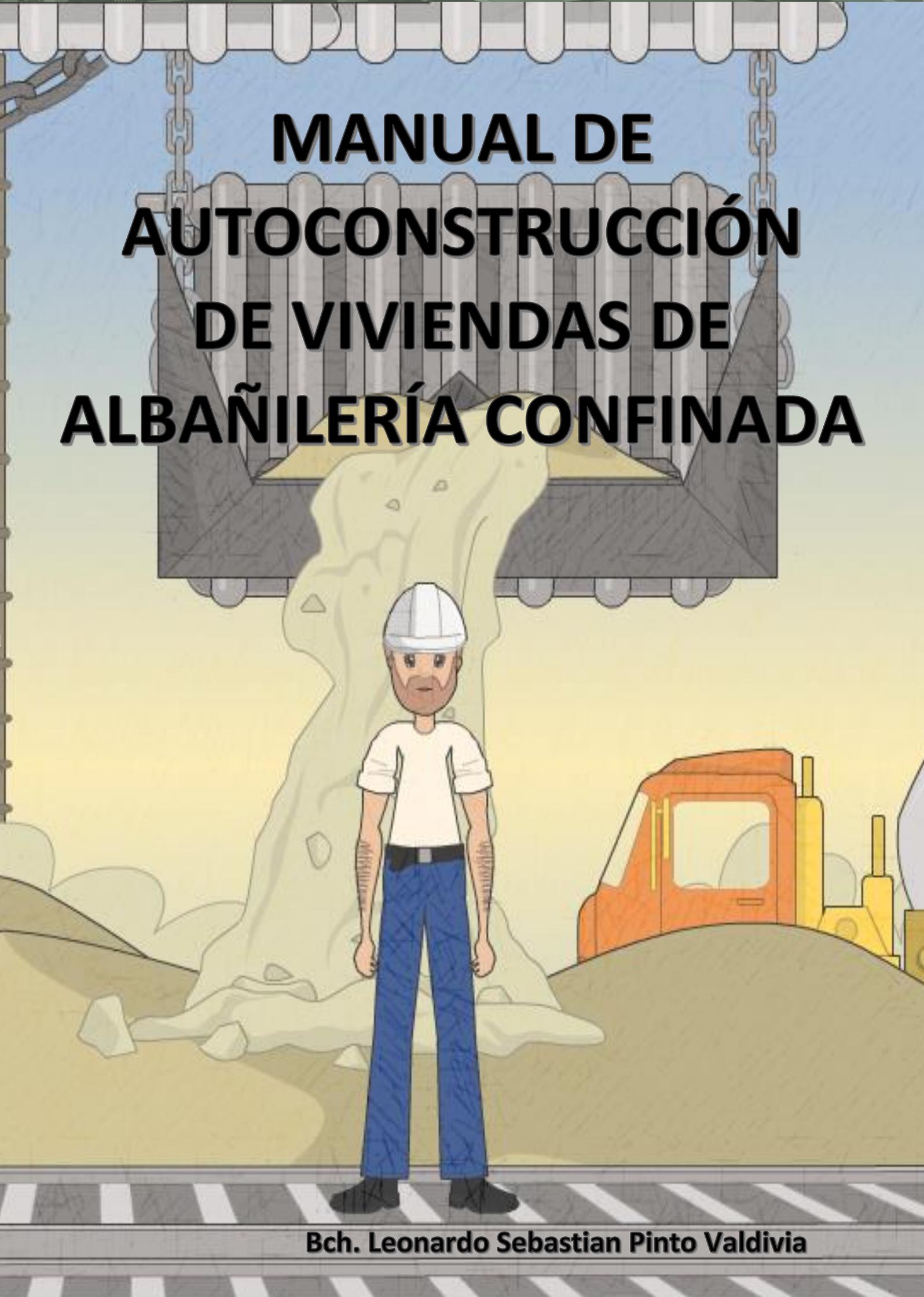
- Retis Jiménez, R. A. (2016). *Determinación de los índices de vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada, empleando el método Japonés*. Lima.
- Sánchez, N. M. (2015). *Caracterización de las condiciones estructurales de algunas viviendas residenciales de barrios de San Antonio en Bogotá según NSR10*. Bogotá.
- Sencico, & PUCP. (2007). *Construcción antisísmica de viviendas de ladrillo: para albañiles y maestros de obra*. Lima: Fondo editorial.
- Wikipedia. (16 de 03 de 2019). Wikipedia. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Procedimiento_de_construcci%C3%B3n



ANEXOS:

- Manual de autoconstrucción de viviendas de albañilería confinada.
- Planos de viviendas.



An illustration of a construction site. In the center, a worker wearing a white hard hat, a white short-sleeved shirt, and blue trousers stands on a grey and white striped surface. Behind him is a large, irregularly shaped pile of yellowish-brown material, possibly sand or concrete. Above him, a concrete mixer truck is shown from a top-down perspective, with its drum tilted and pouring a thick stream of yellowish-brown material. The truck is orange and yellow. The background is a light blue sky with a yellowish ground area. The title text is overlaid on the top half of the image.

MANUAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Bch. Leonardo Sebastian Pinto Valdivia



PRESENTACIÓN

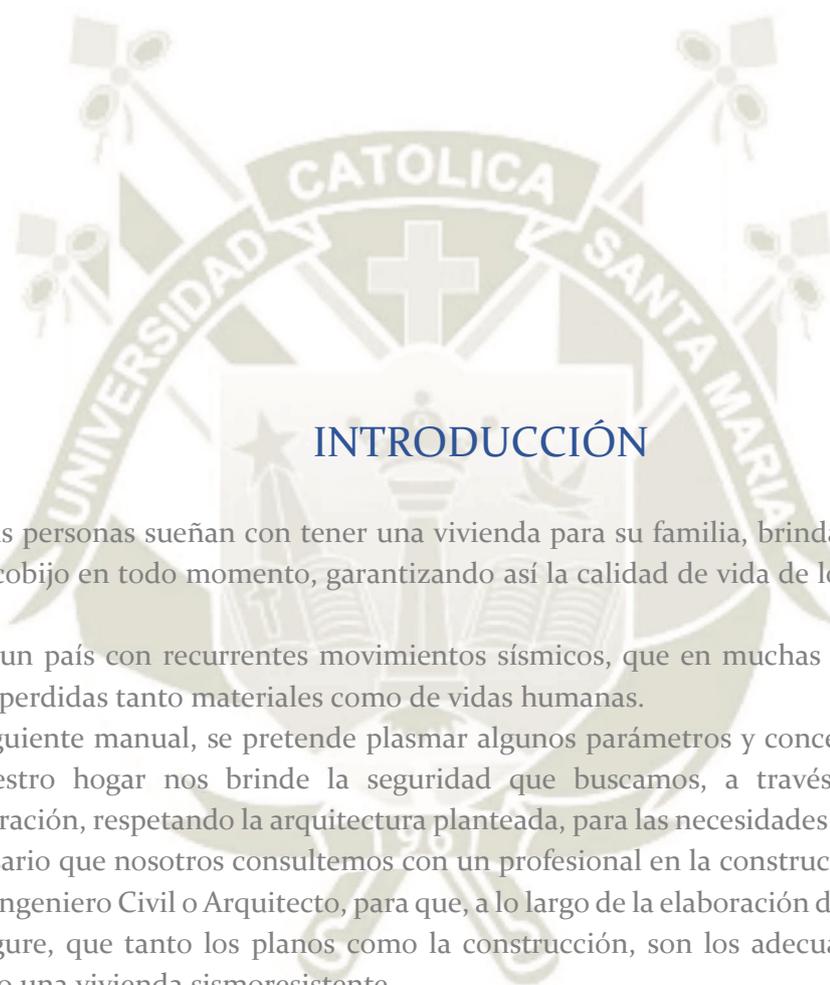
Esta guía se realizó con el fin de ayudar a las personas que quieren tener una vivienda, pero no los medios para construirla con el asesoramiento adecuado.

ÍNDICE GENERAL

1.	LOS TERREMOTOS:	5
2.	TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES:	6
2.1	Estructuras Aporticadas:	6
2.2	Estructuras de albañilería confinada:.....	6
3.	PRINCIPALES ELEMENTOS DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA:	8
4.	PROPORCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN:	8
5.	CONFIGURACIÓN DE LA VIVIENDA:	9
6.	JUNTAS DE SEPARACIÓN SÍMICA:	15
7.	PREPARACIÓN DEL TERRENO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN:	16
7.1	Trazo previo a la cimentación:.....	19
7.2	Excavación de zanjas:	11
7.3	consideraciones para el tamaño de las zanjas:	21
8.	RECONOCIMIENTO DE SUELO:	22
9.	CIMENTACIÓN:	11
9.1	COLOCACIÓN DE ARMADURA DE COLUMNAS:.....	23
9.2	DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN:	23
9.3	TIPOS DE CIMENTACIÓN:	24
9.3.1.	Cimentación en suelo natural:.....	24
9.3.2.	Cimentación en suelo natural y de relleno:.....	24
10.	SOBRECIMIENTO:	11
10.1	Tipos de sobrecimiento:.....	26
10.1.1.	Sobrecimiento normal:.....	26
10.1.2.	Sobrecimiento amado:.....	26
10.2	Consideraciones para el sobrecimiento:.....	27
11.	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:	30
12.	LIMITACIONES DE APLICACIÓN PARA LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:	31
13.	RECUBRIMIENTO:	31
14.	CONSIDERACIONES PARA UTILIZAR LAS UNIDADES DE ALBÑILERÍA:	32
15.	CLASES DE MUROS:	33
15.1	Por su función:.....	33
15.1.1.	Muros portantes o estructurales:.....	33

15.1.2.	Muros no portantes o tabiques:.....	33
15.2	Por su espesor:.....	34
15.2.1.	Muros de sogá:.....	34
15.2.2.	Muro de cabeza:.....	34
15.3	por el acabado:.....	35
15.3.1.	Muro tarrajado:.....	35
15.3.2.	Muro caravista:.....	; Error! Marcador no definido.
15.4	Procedimiento de construcción de muros de albañilería:.....	11
16.	MORTERO:	46
16.1	preparación:.....	46
17.	DOBLADO DEL ACERO:	48
18.	COLUMNAS DE CONFINAMIENTO:	11
18.1	Procedimiento de construcción para las columnas de confinamiento:.....	50
19.	VIGAS SOLERAS:	11
19.1	Procedimiento de construcción para las vigas soleras:.....	57
20.	TRASLAPES EN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO:	60
20.1	Traslapes en columnas:.....	60
20.2	Traslapes en vigas:.....	61
21.	LOSA DE TECHO:	11
21.1	Tipos de losa de techo:.....	61
21.1.1.	Losa aligerada unidireccional:.....	61
21.1.2.	Losa aligerada bidireccional:.....	62
21.1.3.	Losa maciza:.....	62
21.2	Espesores típicos del aligerado unidireccional:.....	63
21.3	Proceso constructivo de aligerado unidireccional:.....	64
21.4	Refuerzos de viguetas en aligerados unidireccionales para diferentes luces:.....	69
21.4.1.	Refuerzo de viguetas de un tramo:.....	69
21.4.2.	Refuerzo de viguetas de dos tramos.....	73
22.	CONSIDERACIONES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS:	11
23.	ESCALERAS:	87

24. REFERENCIAS:94



INTRODUCCIÓN

Todas las personas sueñan con tener una vivienda para su familia, brindándoles seguridad, salud y cobijo en todo momento, garantizando así la calidad de vida de los miembros de su hogar.

Perú es un país con recurrentes movimientos sísmicos, que en muchas ocasiones trajeron consigo pérdidas tanto materiales como de vidas humanas.

En el siguiente manual, se pretende plasmar algunos parámetros y conceptos básicos, para que nuestro hogar nos brinde la seguridad que buscamos, a través de una correcta estructuración, respetando la arquitectura planteada, para las necesidades de nuestra familia. Es necesario que nosotros consultemos con un profesional en la construcción, pudiendo ser este un Ingeniero Civil o Arquitecto, para que, a lo largo de la elaboración de nuestra vivienda, nos asegure, que tanto los planos como la construcción, son los adecuados, dando como resultado una vivienda sismoresistente.

1. LOS TERREMOTOS:

Los terremotos son movimientos bruscos de la tierra, causados principalmente por el movimiento de las placas tectónicas, estos se perciben por medio de sacudidas del terreno, que dependiendo de su magnitud pueden ser leves o muy fuertes.

Perú se ubica en el cinturón de fuego, el cual es conocido como una zona volcánica, con un alto porcentaje de volcanes activos, generando así más eventos sísmicos en cortos periodos de tiempo.

El peligro presente en las diferentes ciudades del territorio peruano, a causa de los terremotos, no es el mismo. Es por ello que se realizó una zonificación sísmica¹, indicando así el nivel de peligro sísmico que se tiene en cada una de ellas.

Se pueden observar 4 zonas, siendo la zona 1 la que presenta menor actividad sísmica y la zona 4 la que presenta mayor actividad sísmica.

Arequipa se encuentra ubicada entre las zonas 3 y 4, lo que indica que es una zona con alta presencia de movimientos sísmicos.

¿Por qué es importante tomar en cuenta los terremotos?

El daño ocasionado a nuestra vivienda depende de tres factores principales:

- El tipo de estructuración.
- El tipo de suelo.
- La magnitud del sismo.

Si la vivienda está mal estructurada y el tipo de suelo no es considerado, cuando se presente un sismo, el daño de nuestra vivienda será mayor, causando rajaduras en los muros, volteo de los parapetos y debilitando así todos los elementos estructurales que dan soporte a nuestra vivienda, pudiendo llegar incluso a quedar inhabitable o llegar al colapso.

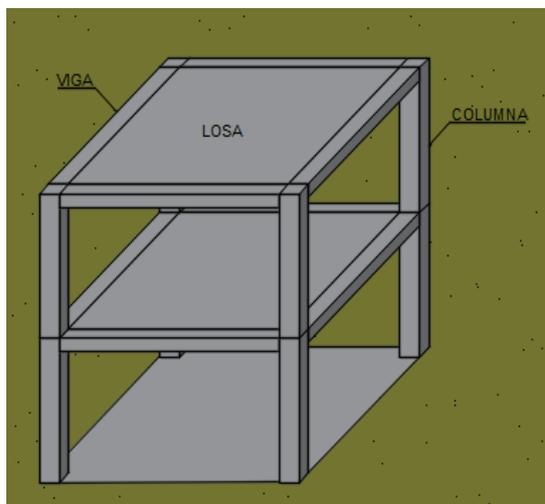


Figura 1: Zonas sísmicas en el Perú.

¹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 030, capítulo 2. Peligro sísmico.

2. TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES:

2.1 ESTRUCTURAS APORTICADAS:

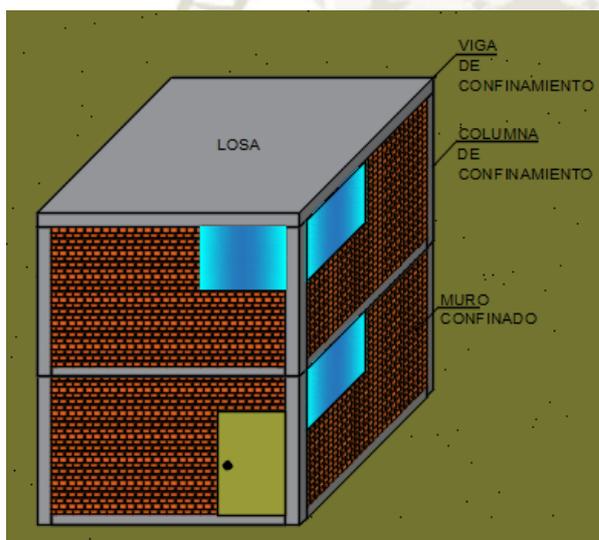


Estructura formada por elementos de concreto armado (Concreto y acero estructural), como vigas, columnas, placas (Muros de concreto armado), losas macizas o aligeradas. Este sistema es más utilizado en edificaciones que requieren de muchos niveles.

En este sistema, todos los tabiques (Muros no estructurales de albañilería), son elaborados al finalizar la construcción de los elementos estructurales antes mencionados.

Figura 2: Estructura Aporticada de un nivel.

2.2 ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA:



Estructura caracterizada por estar compuesta de muros de albañilería, confinados por columnas y vigas, los cuales le dan al muro una mayor estabilidad y permiten transmitirle las cargas de la losa y lo que ellas puedan cargar en su superficie.

Este sistema es más utilizado en viviendas, es por ello que en este manual solo nos enfocaremos en las viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada.

Figura 3: Estructura de Albañilería Confinada de un nivel.

No es recomendable que en una vivienda se usen estos dos sistemas combinados, debido a que las propiedades de ambos sistemas no son iguales, lo que podría causar daños en la vivienda al presentarse un movimiento sísmico.



3. PRINCIPALES ELEMENTOS DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA:

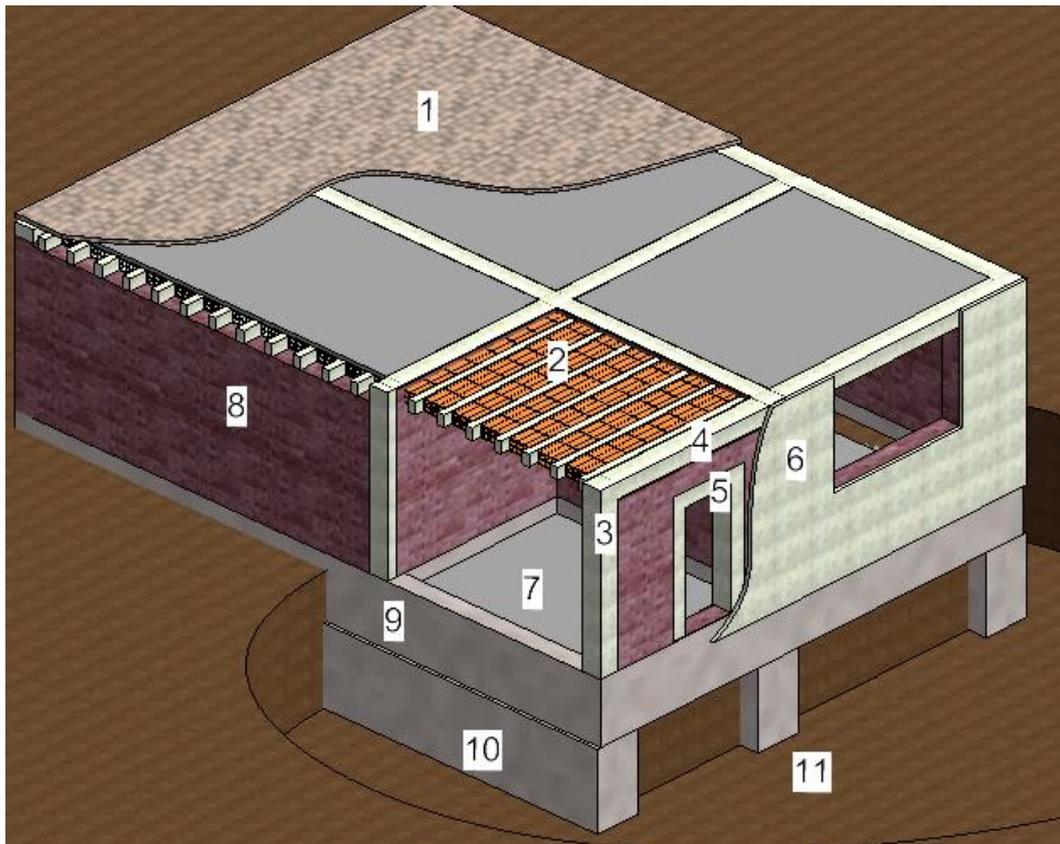


Figura 4: Elementos de una vivienda de Albañilería Confinada.

12. **Acabado de techos:** Revestimiento del techo, constituido de diferentes materiales, de acuerdo al gusto de cada persona.
13. **Losa aligerada:** Es el elemento estructural encargado de transmitir cargas y unificar vigas, columnas y muros.
14. **Columna de confinamiento:** Elemento estructural vertical que sirve de amarre a los muros y recibe la carga del techo y de las vigas.
15. **Viga solera:** Elemento estructural horizontal, ubicado sobre los muros y entre columnas, para darle confinamiento a los muros.
16. **Dintel:** Refuerzo horizontal ubicado sobre las puertas o ventanas.
17. **Tarrajeo:** Revestimiento de mortero que se le da a los muros y techos.
18. **Piso:** Superficie plana por la cual se transita y se colocan muebles y artefactos del hogar.
19. **Muro:** Elemento estructural ubicado entre el Sobrecimiento y la viga solera, encargado de recibir las cargas de techo y vigas.
20. **Sobrecimiento:** Es la base de los muros, para evitar el contacto de los muros con el terreno.
21. **Cimiento:** Es la base sobre la cual se construye la vivienda y recibe las cargas de muros y columnas.
22. **Terreno de fundación:** Superficie en la que se realizara la construcción de la vivienda.

4. PROPORCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN:²

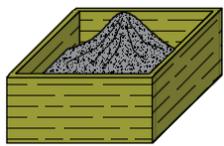
Elemento a construir	Tarrajeo	Columna	Sobrecimiento	Sobrecimiento armado	cimentos	Piso	
						Falso piso	Contrapiso
Cemento 	1 bolsa.	1 bolsa.	1 bolsa.	1 bolsa.	1 bolsa.	1 bolsa.	1 bolsa.
Arena gruesa 	5 bolsas.	2 bolsas.	No contiene arena gruesa.	2 bolsas.	No contiene arena gruesa.	No contiene arena gruesa.	5 bolsas.
Hormigón 	No contiene hormigón.	No contiene hormigón.	8 a 10 Bolsas.	No contiene hormigón.	10 bolsas.	10 bolsas	No contiene hormigón.
Piedra 	No contiene piedra.	Piedra de ½". 3 bolsas.	Piedra de 4". Lo suficiente para llenar el sobrecimiento.	Piedra de ¾". 3 bolsas.	Piedra de 8". Lo suficiente para llenar el cimientto.	No contiene piedra.	No contiene piedra.
Agua	Lo máximo posible sin que sea muy suelto.	¾ de lata.	Hasta que la mezcla sea trabajable y se pueda compactar.	Hasta que la mezcla sea trabajable y se pueda compactar.	Hasta que la mezcla sea trabajable y se pueda compactar.	¾ de lata.	½ lata.

Tabla 1: Proporción para la mezcla de materiales.

Las proporciones de mezcla indicadas en la tabla 1 son referenciales. Para una dosificación óptima, será necesario realizar un diseño de mezclas y realizar los ensayos correspondientes en un laboratorio.



² Manual de construcción, Cemento Sol, ficha 5, EL cemento.

5. CONFIGURACIÓN DE LA VIVIENDA:

Al construir nuestra vivienda de albañilería, se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

INCORRECTO

Las viviendas deben ser simples y regulares (cuadradas o rectangulares), se debe evitar formas de L, T u otras formas irregulares, tanto en altura como por niveles.

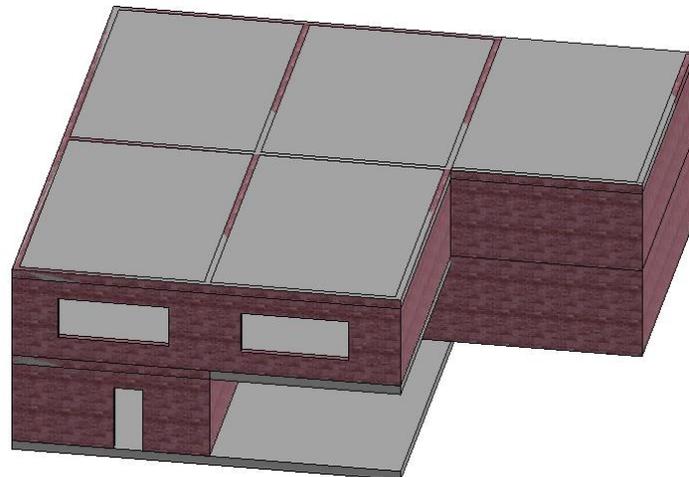


Figura 5: Vivienda irregular en planta y elevación.

CORRECTO

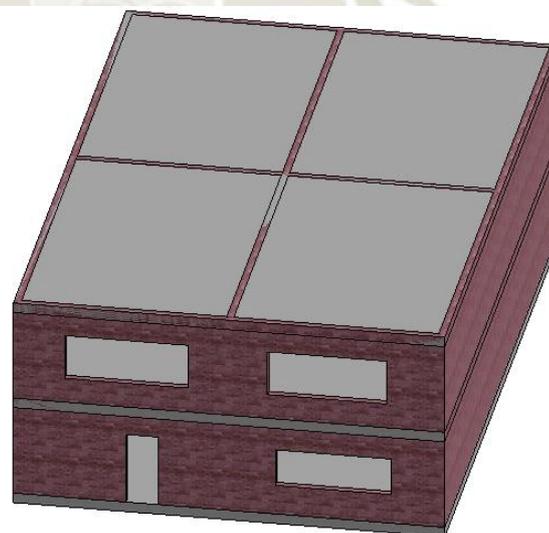


Figura 6: Vivienda regular en planta y elevación.³

³ Reglamento Nacional de edificaciones en la norma E070, artículo 15. Configuración del edificio, numeral 1.

INCORRECTO

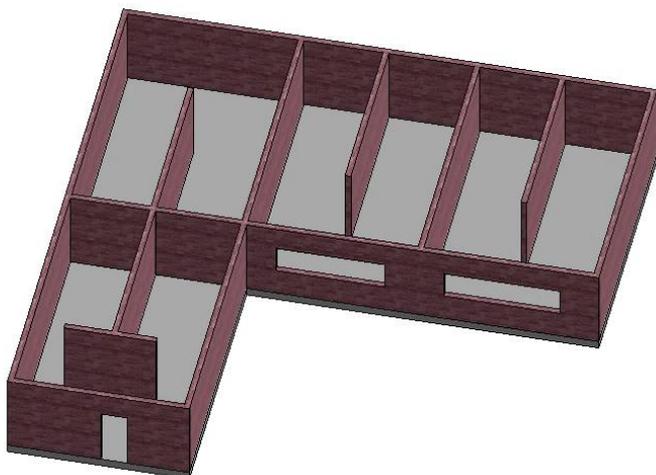


Figura 7: Vivienda asimétrica.

Debe existir simetría en la distribución de los muros de albañilería en ambas direcciones, para que, al presentarse un sismo, la fuerza del sismo se distribuya a todos los muros.

CORRECTO

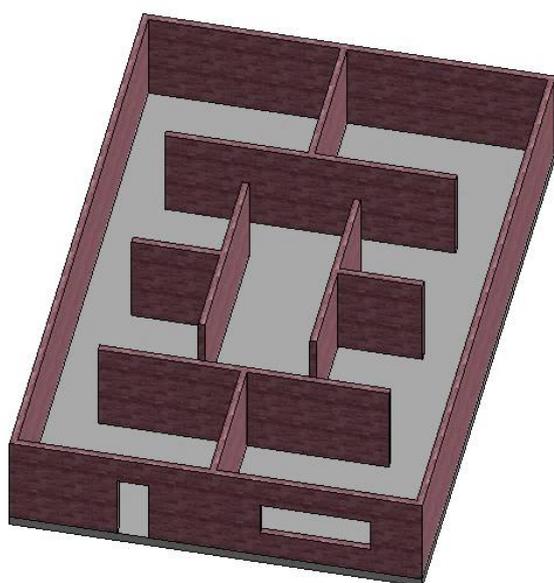


Figura 8: Vivienda simétrica.⁴



⁴ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 15. Configuración del Edificio, numeral 2.

INCORRECTO

La relación entre el ancho y el largo de la casa, debe estar entre 1 y 4, y en elevación debe ser menor a 4.

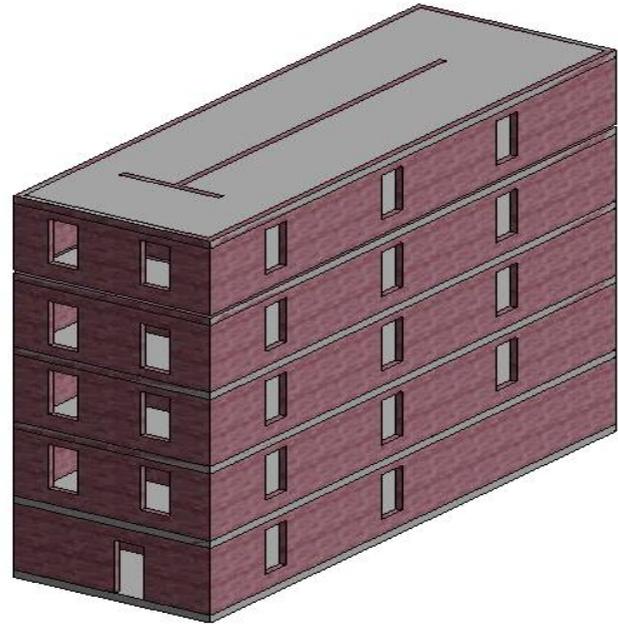


Figura 9: Relación ancho largo mayor a 4.

CORRECTO

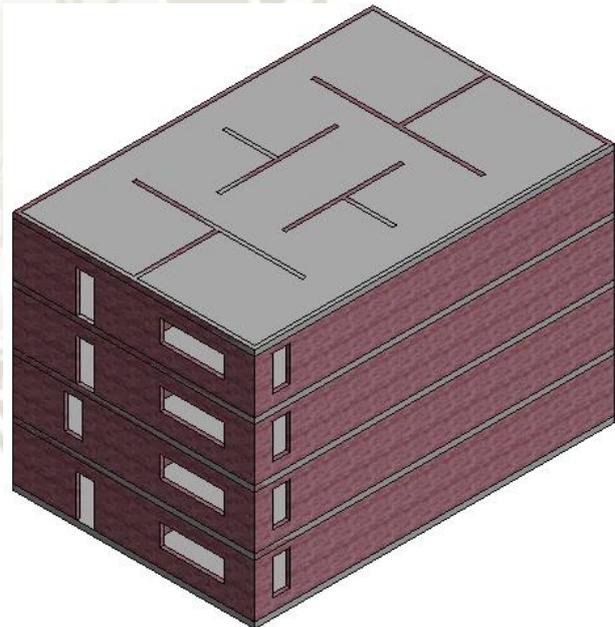


Figura 10: Relación ancho largo menor a 4.⁵

⁵ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 15. Configuración del Edificio, numeral 3.

INCORRECTO

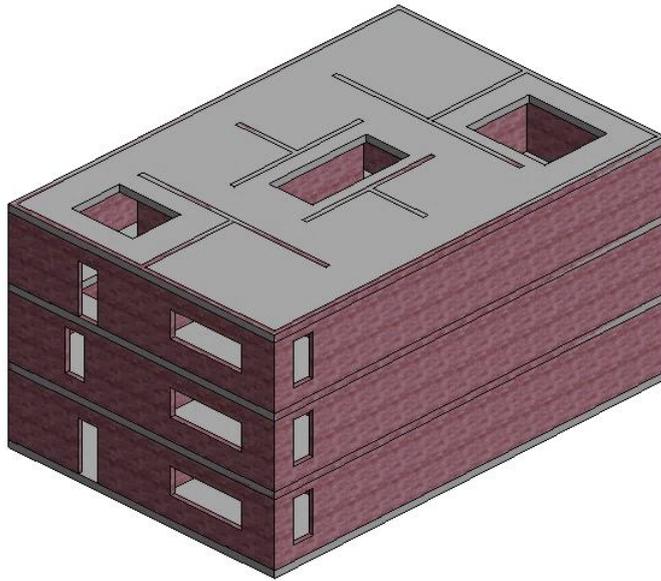


Figura 11: Techo con muchas aberturas.

CORRECTO

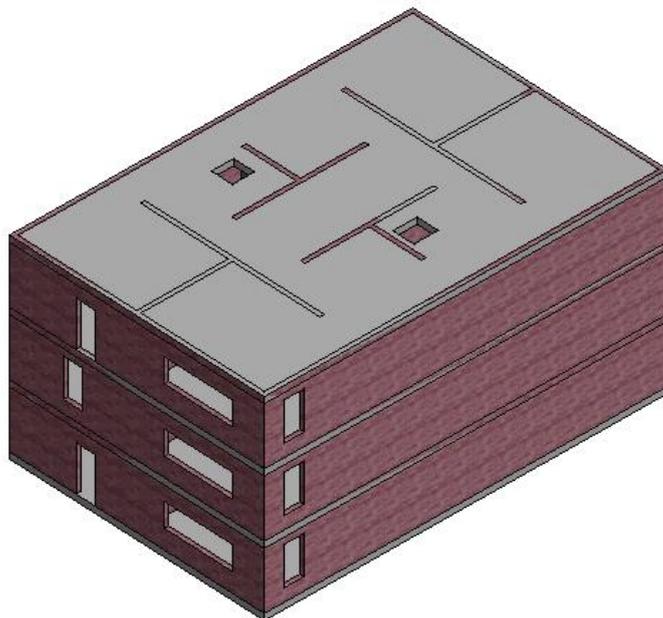


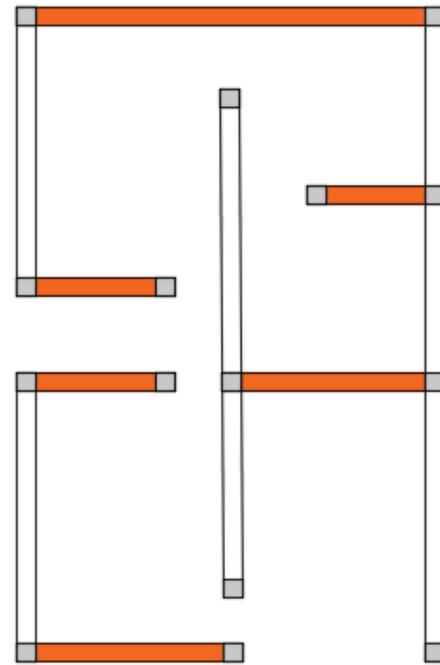
Figura 12: Techo con pequeñas aberturas.⁶

Los techos de la vivienda tienen que ser uniformes, sin aberturas muy grandes, para que cuando se presente un terremoto, todo el techo se mueva de igual forma en toda su superficie, dando una mayor estabilidad a la vivienda.



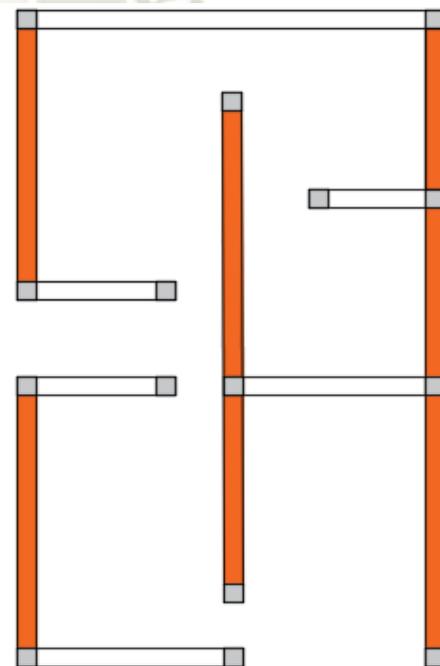
⁶ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 16. Otras Configuraciones, numeral 1.

La densidad de muros
portantes mínima en cada
dirección del edificio se
obtendrá a partir de la
siguiente tabla, en función
al área del terreno:



Densidad de muros horizontales

Figura 13: Densidad de muros horizontales en viviendas.



Densidad de muros verticales

Figura 14: Densidad de muros verticales en viviendas.⁷

⁷ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 19. Requisitos generales, numeral 2. Estructuración en planta.

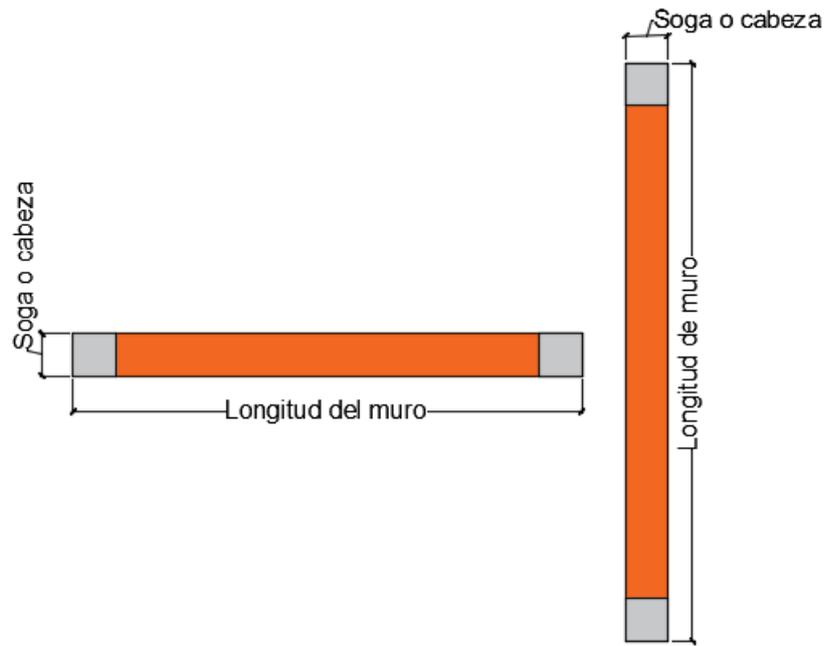


Figura 15: Medición de muros estructurales.

Para viviendas de hasta tres pisos.		
Area de terreno	Longitud de muros	
	Soga (m)	Cabeza (m)
50	8	5
60	10	6
70	11	7
80	13	7
90	14	8
100	16	9
110	17	10
120	19	11
130	21	12
140	22	13
150	24	13
160	25	14
170	27	15
180	28	16
190	30	17
200	31	18
210	33	19
220	34	19
230	36	20
240	37	21
250	39	22

Tabla 2: Densidad de muros mínima.

6. JUNTAS DE SEPARACIÓN SÍMICA:⁸

Las juntas de separación sísmica son útiles al momento de presentarse un sismo, ya que nuestra vivienda tendrá un desplazamiento a causa del movimiento, y si no se le da cierta holgura, podría entrar en contacto con las viviendas aledañas, causando daños a nuestro hogar.

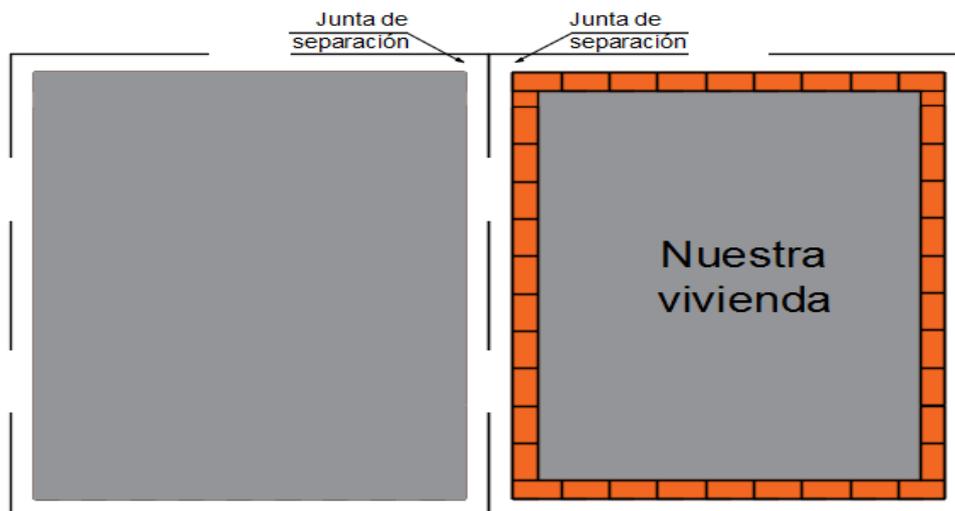


Figura 16: Juntas de separación sísmica en nuestra vivienda.

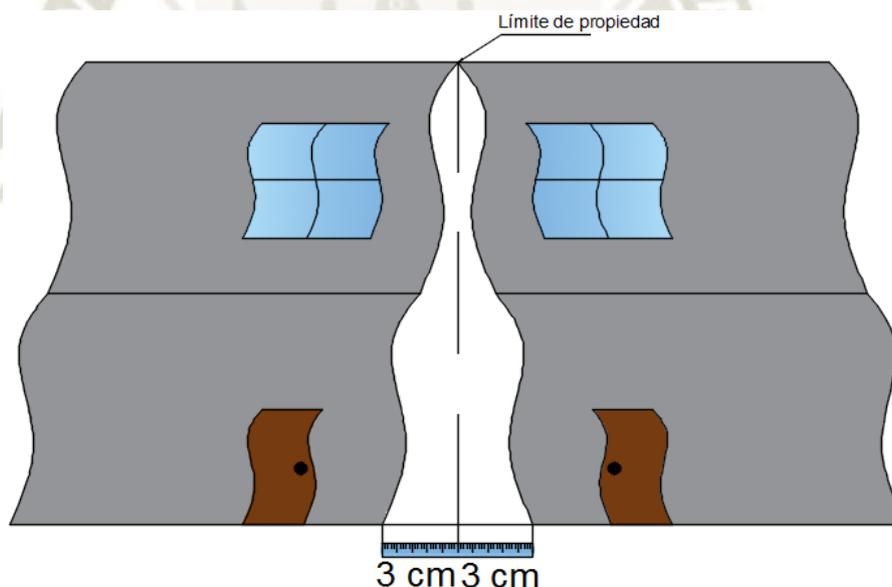


Figura 17: Junta mínima entre viviendas.

La distancia mínima que se dejará como junta de separación sísmica será de 3 cm o $0.006H$ (H es la altura total de la vivienda en centímetros), se usará la que sea mayor.



⁸ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 030, Capítulo 5. Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad, numeral 3. Separación entre edificios.

7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP):

Cuando realizamos la construcción de nuestra vivienda, necesitamos protegernos de cualquier peligro que podría presentarse en obra, es por ello que tenemos que tener en cuenta lo siguiente:

- Casco de seguridad, protege nuestra cabeza de cualquier elemento de la construcción que podría dañarla, es de suma importancia contar con un casco antes de entrar a la construcción.

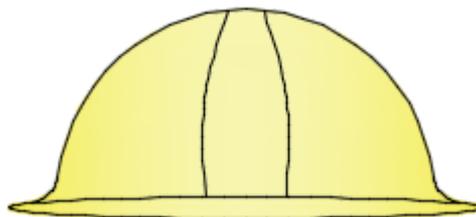


Figura 18: Casco de seguridad.

- Botas de seguridad, protegen a los pies de diferentes peligros como pisar objetos punzantes como clavos, golpes en el pie por la caída de objetos en obra, etc. Existen diferentes tipos de botas de seguridad, de acuerdo al trabajo que se quiere realizar, los más utilizados son los zapatos punta de acero, que nos protegen en obra.



Figura 19: Botas de seguridad.

- Lentes de protección, nos ayudan a mantener los ojos en buenas condiciones, sin exponerlos al polvo o sustancias que los irriten.



Figura 20: Lentes de protección.

- Guantes de protección, son útiles cuando se trabajan con materiales filudos, ásperos, trabajos eléctricos, etc. Existen distintos tipos de guantes de acuerdo al trabajo que se va a realizar.



Figura 21: Guantes de seguridad.

- Protección respiratoria, útil para trabajos en los que existe mucho polvo, gases, vapores, etc. Existen tipos de protectores de acuerdo al trabajo a realizar.

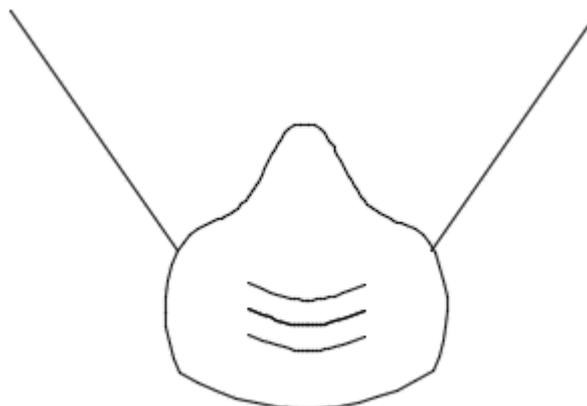


Figura 22: Protección respiratoria.

8. PREPARACIÓN DEL TERRENO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN:

- No debe cimentarse una vivienda sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, rellenos de desmonte, rellenos sanitarios, etc. Estos materiales **deberán ser removidos en su totalidad** y ser reemplazados con material libre de dichos elementos.⁹

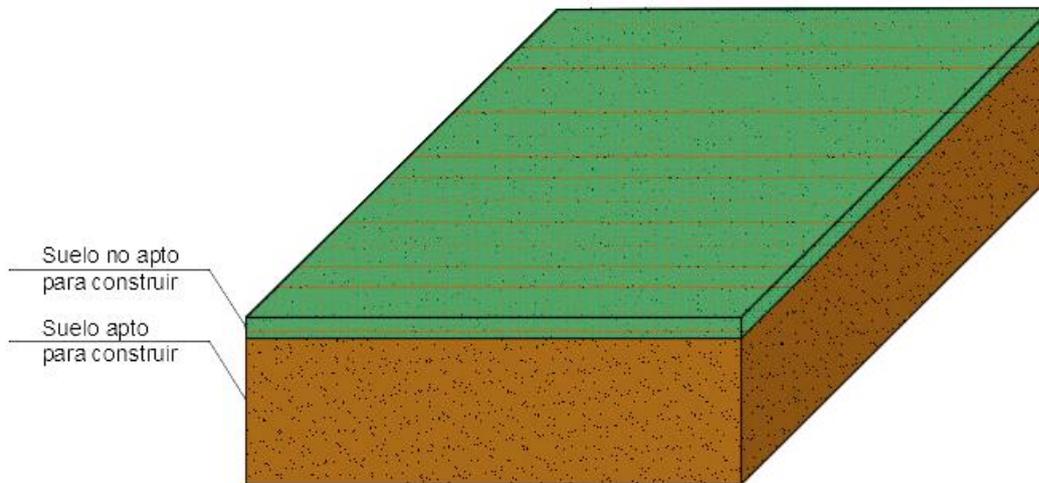


Figura 23: Terreno con elementos no aptos para la construcción.

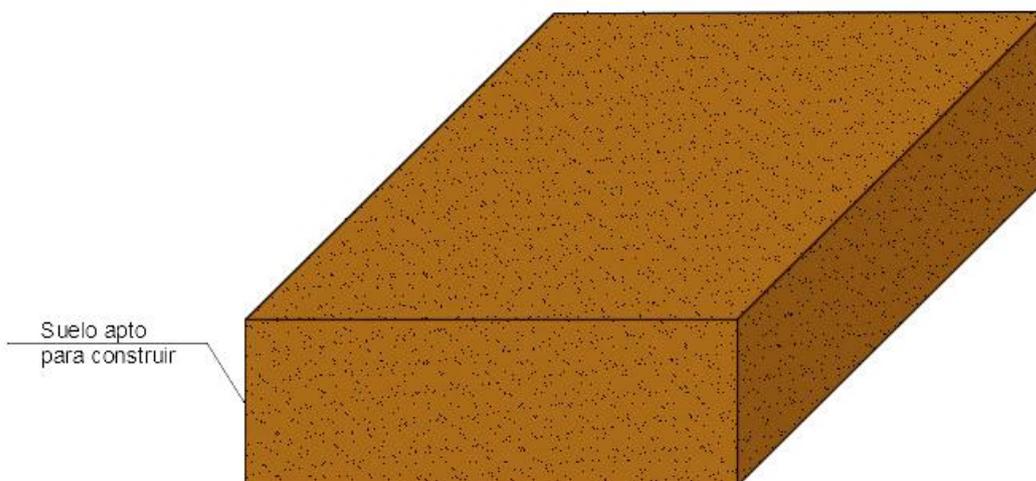


Figura 24: Remoción total de suelo no apto para la construcción.

Después de la remoción, tenemos que nivelar y compactar el terreno para que esté uniforme al momento de construir.



⁹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 050, Artículo 19. Profundidad de cimentación.

8.1 TRAZO PREVIO A LA CIMENTACIÓN:

El trazado sobre el terreno sirve para plasmar el lugar en el que nosotros vamos a construir nuestros cimientos, antes de realizar las zanjas para el vaciado de concreto y piedras.



- Primero, coloca estacas o algún objeto que se pueda incrustar en la tierra para delimitar los lados del cimiento. Para realizar ángulos rectos, nos podemos ayudar de una cuerda, con la que formaremos triángulos de lados 3,4 y 5 m.

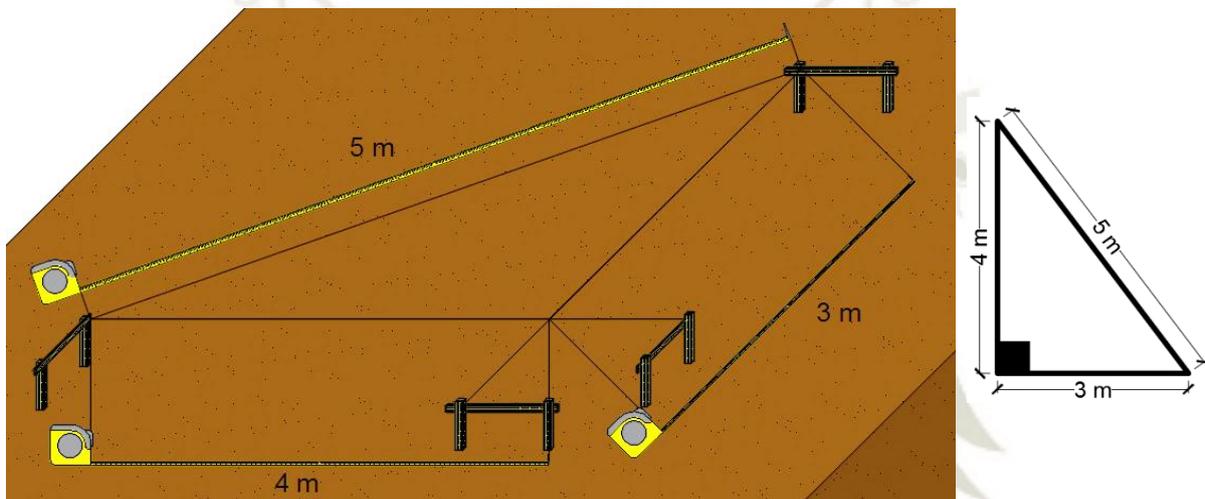


Figura 25: Método de trazado sobre terreno.

- Se utilizarán cordeles que estén bien tensados entre estaca y estaca, para tener un trazo más exacto.

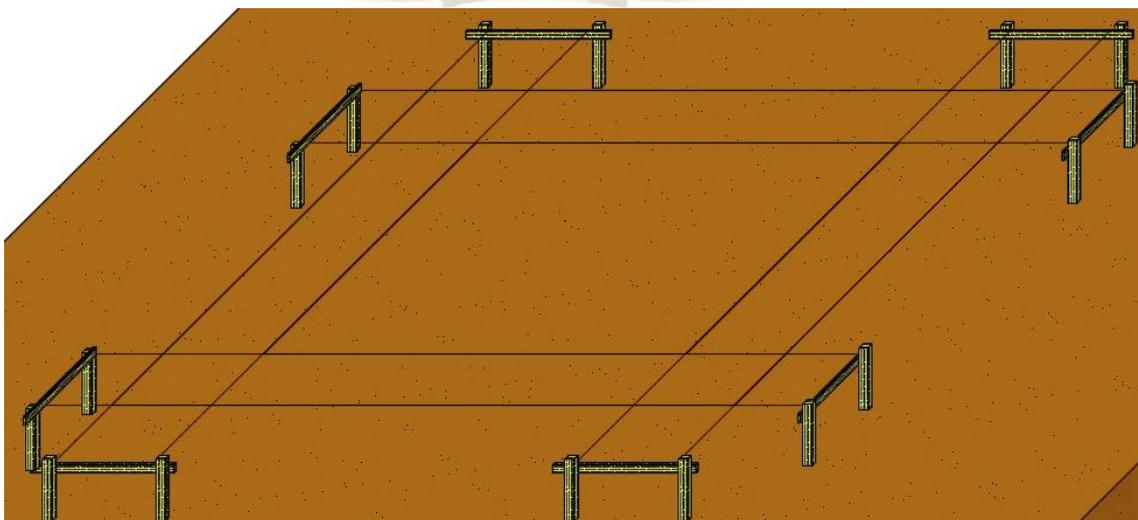


Figura 26: Delimitación de cimentación con cordeles.

- Luego, con ayuda de cal o tiza, se marca sobre el terreno los límites de la cimentación.

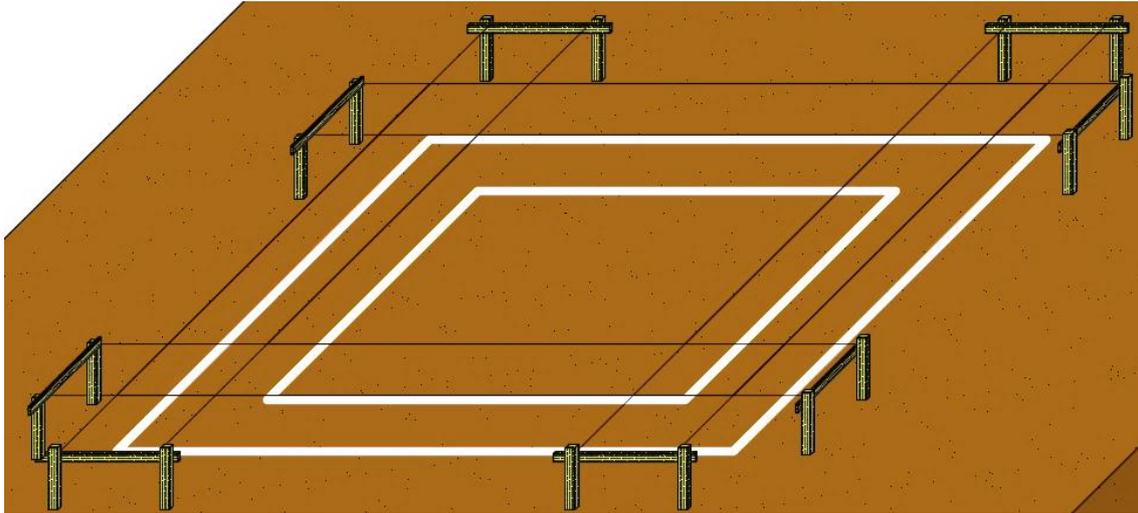


Figura 27: Delimitación del terreno con cal o tiza.

8.2 EXCAVACIÓN DE ZANJAS:

El cavado de zanjas es importante en la construcción, en ellas se ubicará la cimentación de la vivienda.



- Con ayuda del trazo en el suelo, se procederá a cavar las zanjas a la profundidad necesaria para el vaciado de la cimentación.

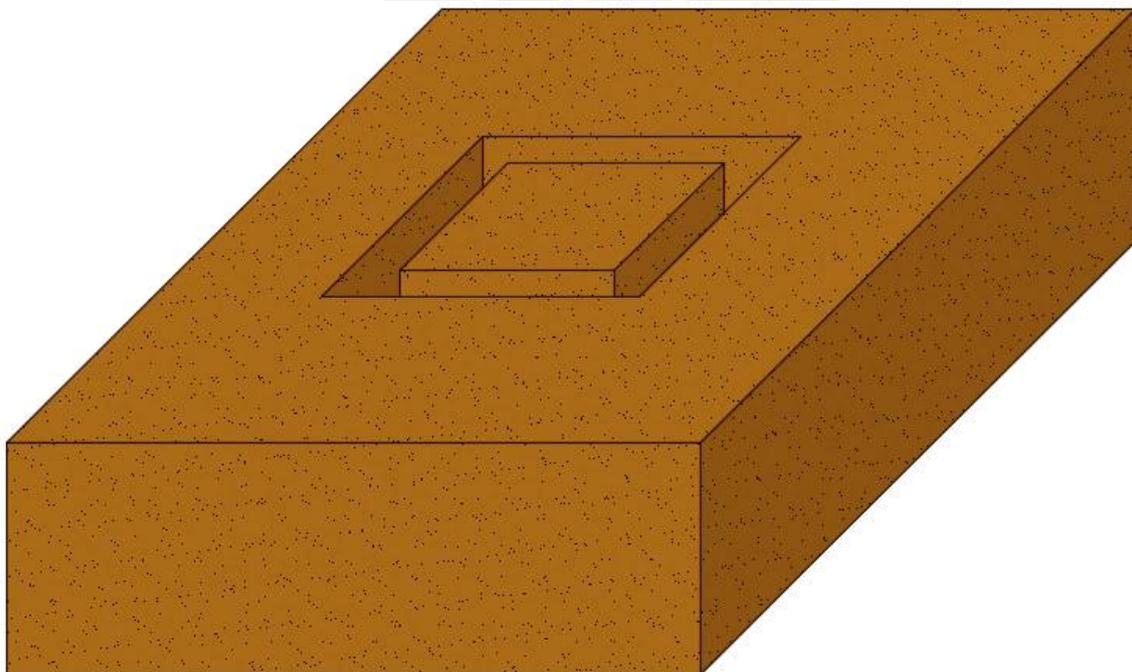


Figura 28: Cavado de zanjas en el terreno.

- Tenemos que realizar el cavado de las zanjas verificando que las paredes sean verticales, o lo más verticales posible.

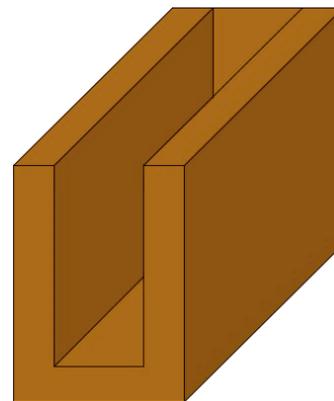


Figura 29: Perfil de la excavación de la zanja.

8.3 CONSIDERACIONES PARA EL TAMAÑO DE LAS ZANJAS:¹⁰

El tamaño de las zanjas es variable, dependiendo de muchos factores, como:

- El tipo de suelo.
 - Suelo normal: Mezcla de arena y grava.
 - Suelo blando: Arena suelta o fina, arcilla y suelos húmedos.
- El tipo de estructuración (Si la vivienda es aporticada se usarán zapatas, vigas de cimentación y cimientos corrido).
- El número de niveles de la vivienda (Para esta guía se limita a 2 pisos).
- Podemos tomar algunas medidas referenciales, tomando en cuenta el tipo de suelo, ya que este es un factor que no podemos cambiar al momento de construir.



Figura 30: Dimensiones mínimas de zanja.

¹⁰ Manual de construcción para maestros de obra, Aceros Arequipa, Capítulo 1, numeral 3, literal a.

9. RECONOCIMIENTO DE SUELO:¹¹

	<p>1 realizar un hueco en el terreno con una profundidad mayor o igual a las zanjas que haremos para la cimentación.</p>		<p>2 poner una muestra de suelo que se extrajo del hueco, hasta que ocupe un tercio de la botella.</p>
	<p>3 aumentar al suelo un tercio de agua.</p>		<p>4 adicionar a la botella una cucharada de sal.</p>
	<p>5 agitar la botella con la mezcla hasta que esta esté homogénea.</p>		<p>6 medir la altura de arena, arcilla y limo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si más de la mitad es arena, el suelo es arcilloso. • Si más de la mitad es arcilla, el suelo es arcilloso.

Tabla 3: Reconocimiento de suelo.

¹¹ Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería, para albañiles y maestros de obra, PUCP, capítulo 3, numeral 4, construcción de cimientos.

10. CIMENTACIÓN:

10.1 COLOCACIÓN DE ARMADURA DE COLUMNAS:

Una vez realizadas las zanjas, tenemos que colocar las armaduras correspondientes a las columnas en su respectivo lugar, antes de realizar el vaciado de la cimentación (Ver 18.1).

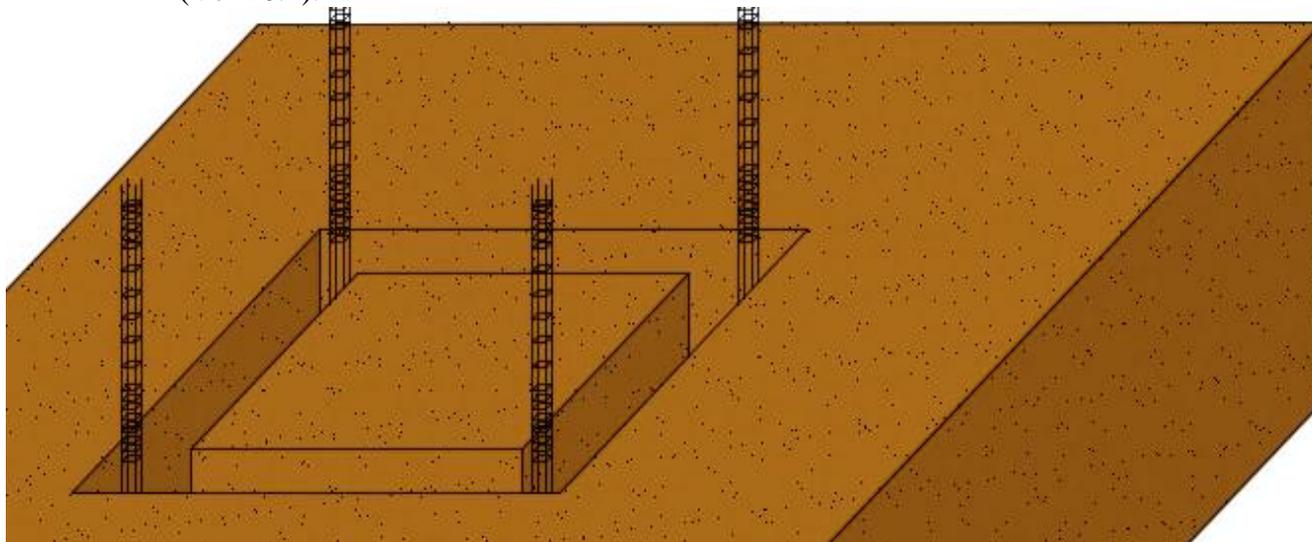
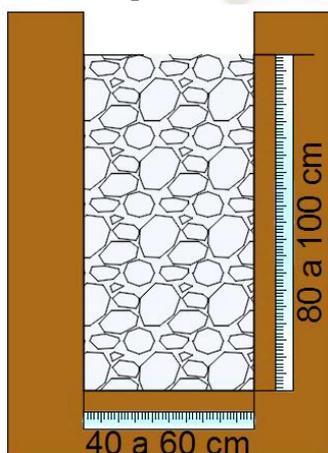


Figura 31: Colocación de armadura de columna en zanjas.

10.2 DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN:

La cimentación es la base de nuestra vivienda, destinada a transmitir todo el peso de nuestro hogar al suelo. Si la cimentación sufre algún daño, es probable que toda nuestra vivienda sufra daños también, es por ello que tenemos que escoger bien, las dimensiones que tendrá:



ALTURA MÍNIMA:

- Suelo normal: 0.80 m.
- Suelo blando: 1.0 m.

ANCHO MÍNIMO:

- Suelo normal: 0.40 m.
- Suelo blando: 0.60 m.



Figura 32: Dimensiones mínimas de cimiento corrido.

10.3 TIPOS DE CIMENTACIÓN:

10.3.1. Cimentación en suelo natural:

Cuando hablamos de cimentación en suelo natural, nos referimos a un cimiento que está enterrado en su totalidad en el terreno natural, la cual no necesita de ninguna clase de relleno adicional. Este caso se presenta mayormente en terrenos sin pendiente, tenemos que tomar en cuenta las dimensiones mínimas antes mencionadas.

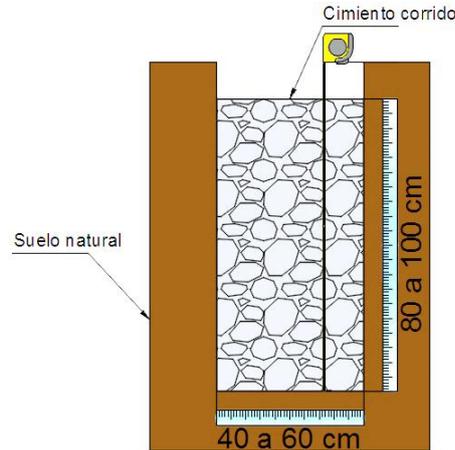
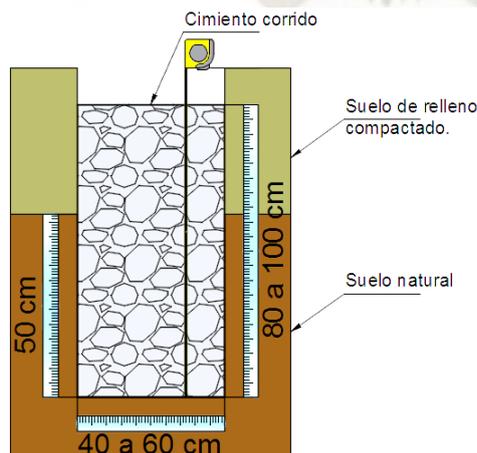


Figura 33: Cimentación en suelo natural

10.3.2. Cimentación en suelo natural y de relleno:

Cuando hablamos sobre una cimentación en suelo natural y de relleno, nos referimos a un cimiento que está parcialmente enterrado en el terreno natural y la parte superior está enterrada en un suelo de relleno, debidamente compactado. Este es el caso más común que se presenta en los terrenos con una pendiente elevada, tenemos que tomar en cuenta las dimensiones mínimas antes mencionadas y también las que se presentan a continuación:



- El cimiento corrido debe estar enterrado en el terreno natural, una altura mínima de 50 cm.¹²
- El suelo de relleno debe estar correctamente compactado, para que alcance una compactación similar a la del suelo natural.

Figura 34: Cimentación en suelo natural y de relleno.

¹² Manual de construcción para maestros de obra, Aceros Arequipa, Capítulo 1.

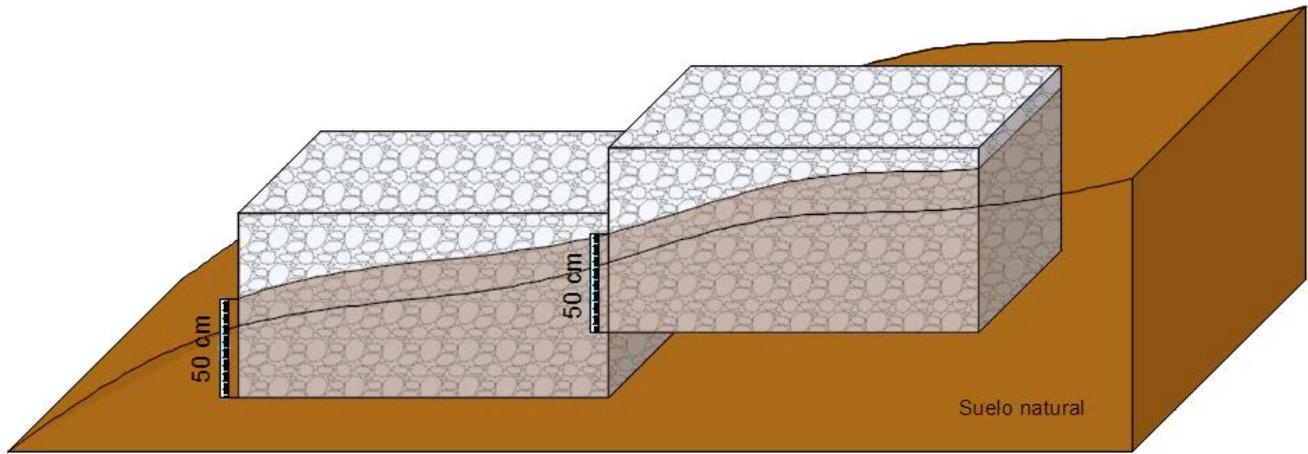


Figura 35: Perfil de cimentación sin considerar el suelo de relleno.

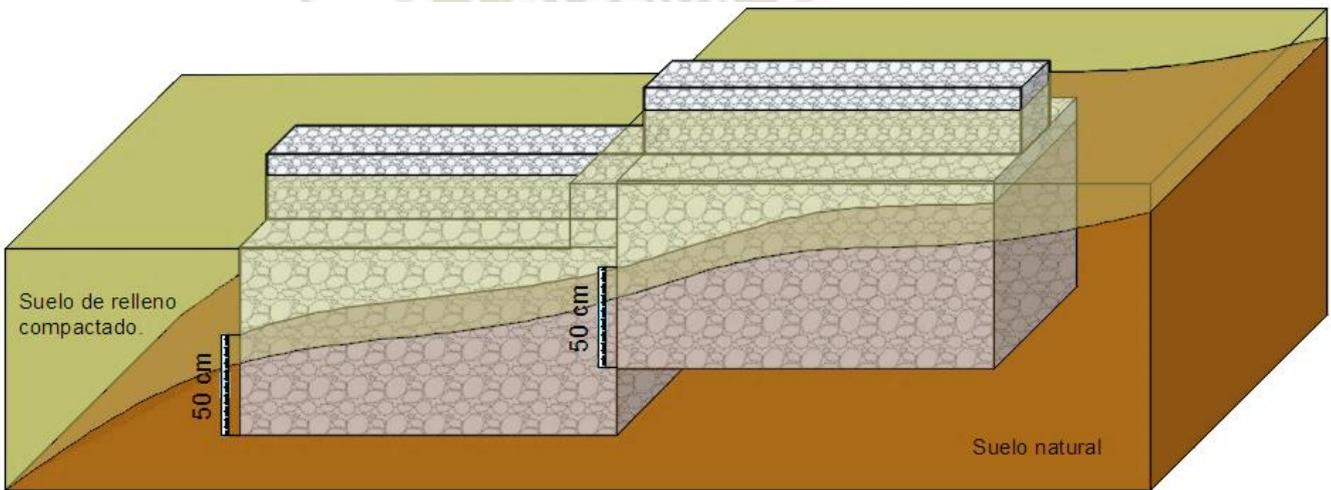
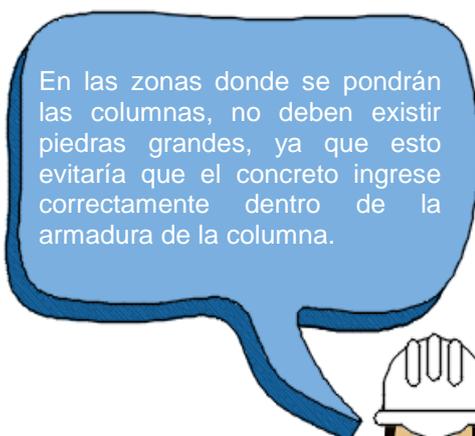


Figura 36: Perfil de cimentación considerando ambos suelos



En las zonas donde se pondrán las columnas, no deben existir piedras grandes, ya que esto evitaría que el concreto ingrese correctamente dentro de la armadura de la columna.

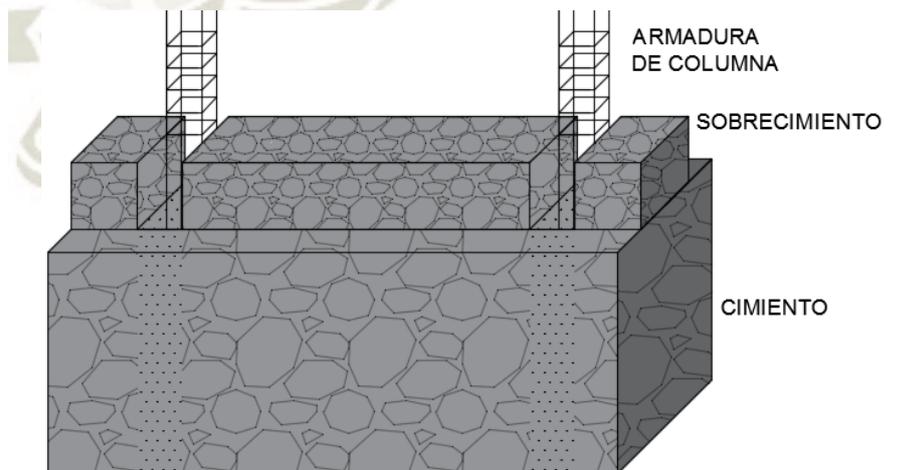


Figura 37: Vaciado de concreto en cimiento con columnas.

11. SOBRECIMIENTO:

El Sobrecimiento está ubicado encima del cimiento, tiene un espesor igual a la del muro y su función principal es soportar y transmitir el peso de los muros a la cimentación, así como aislarlos de la humedad u otro factor presente en el suelo, que podría causar daños en la albañilería.



11.1 TIPOS DE SOBRECIMIENTO:

El Sobrecimiento puede variar dependiendo del tipo de suelo que se presente en nuestro terreno:

11.1.1. Sobrecimiento normal:

Cuando el suelo es duro, nuestra vivienda solo necesitará un Sobrecimiento normal, conformado por cemento, hormigón, piedra y agua.

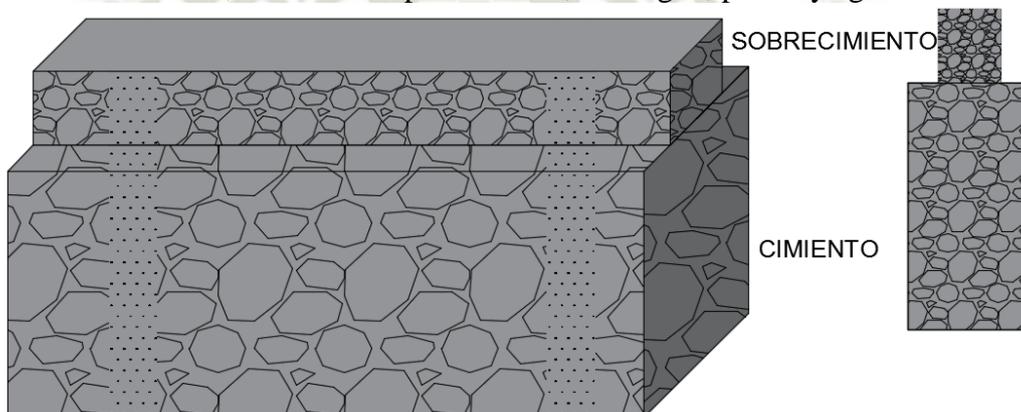


Figura 38: Sobrecimiento normal.

11.1.2. Sobrecimiento armado:

Cuando el suelo es arenoso o arcilloso, es recomendable que el Sobrecimiento sea armado, con cemento, arena, piedra, agua y una armadura interna.

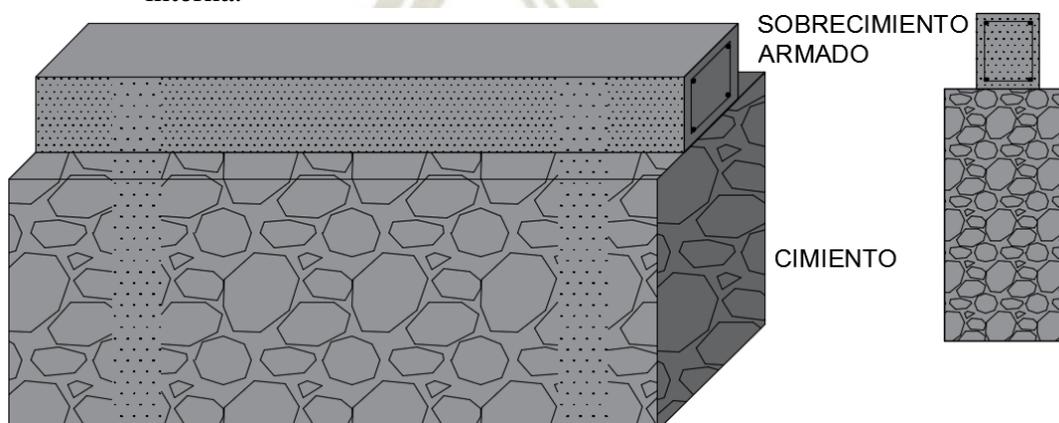


Figura 39: Sobrecimiento armado.

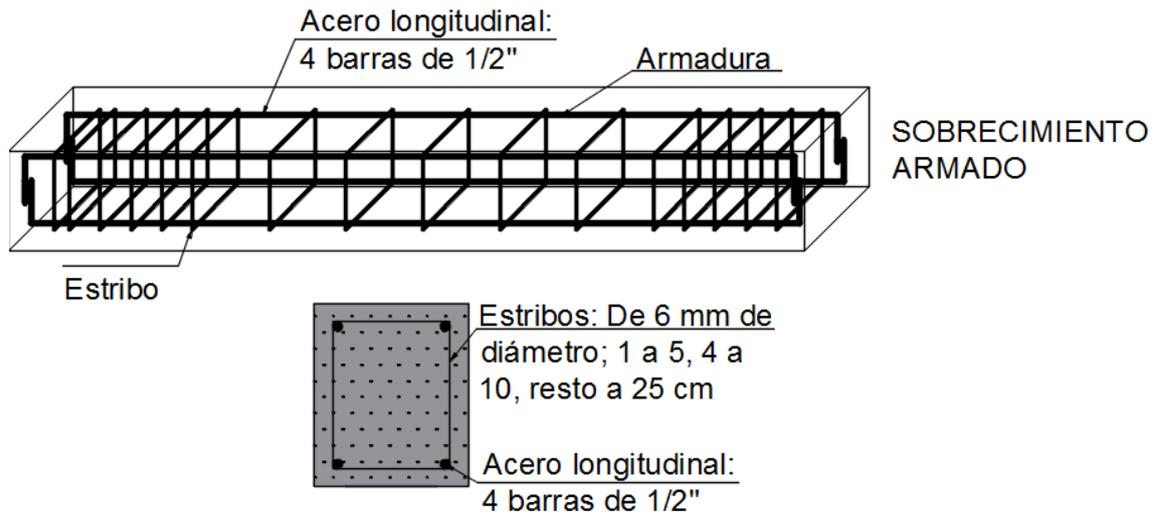


Figura 40: Detalle de acero mínimo en armadura de Sobrecimiento armado.

11.2 CONSIDERACIONES PARA EL SOBRECIMIENTO:

- Antes de realizar el vaciado de Sobrecimiento, tenemos que ubicar el encofrado con las siguientes consideraciones¹³:

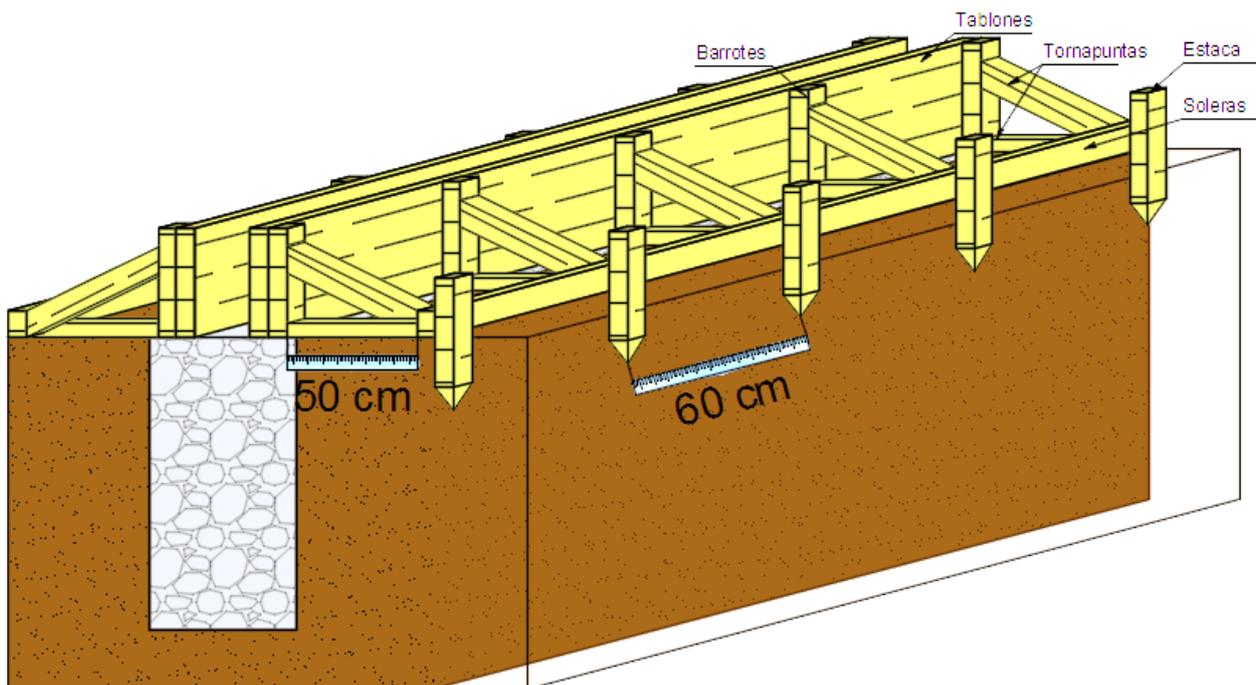
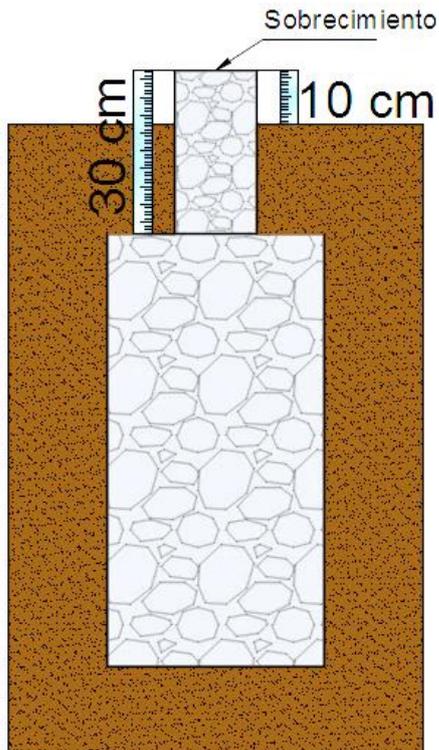


Figura 41: Consideraciones y nomenclatura de encofrado de Sobrecimiento.

¹³ Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.



El Sobrecimiento deberá sobresalir una altura mínima de 10 cm desde el nivel natural del suelo para asentar los ladrillos sobre su cara superior y mantener el muro en buen estado y deberá tener una altura total mínima de 30 cm desde la cara superior del cimiento corrido.



Figura 42: Sobrecimiento terminado.

- La cara superior deberá rayarse para una mejor adherencia de las unidades de albañilería al momento de ser asentadas.¹⁴

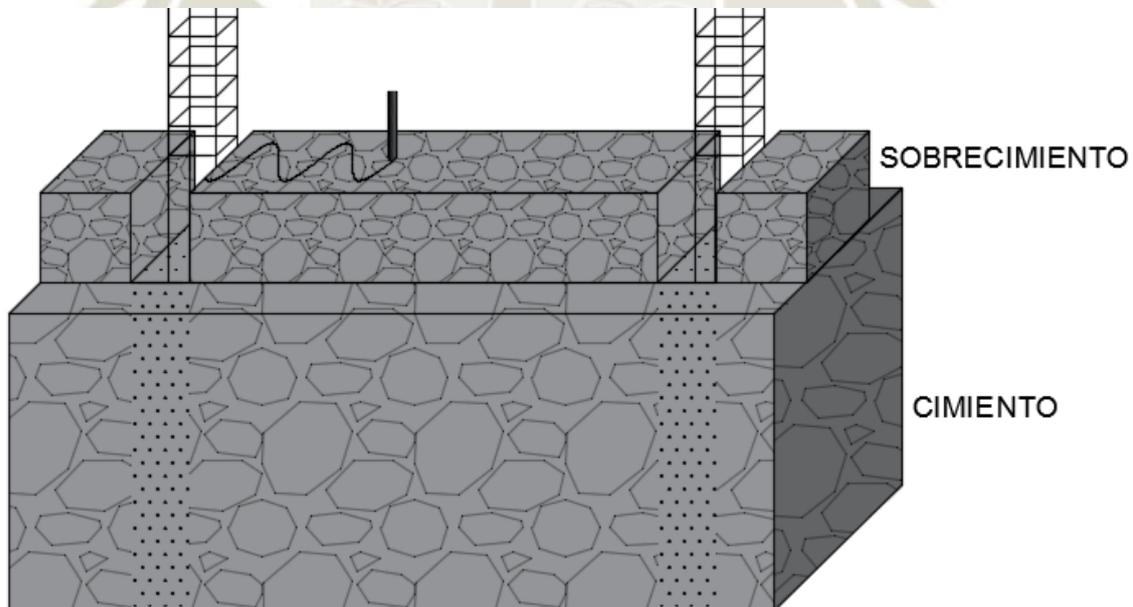


Figura 43: Preparación de Sobrecimiento para asentado de ladrillos.

¹⁴ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 5.

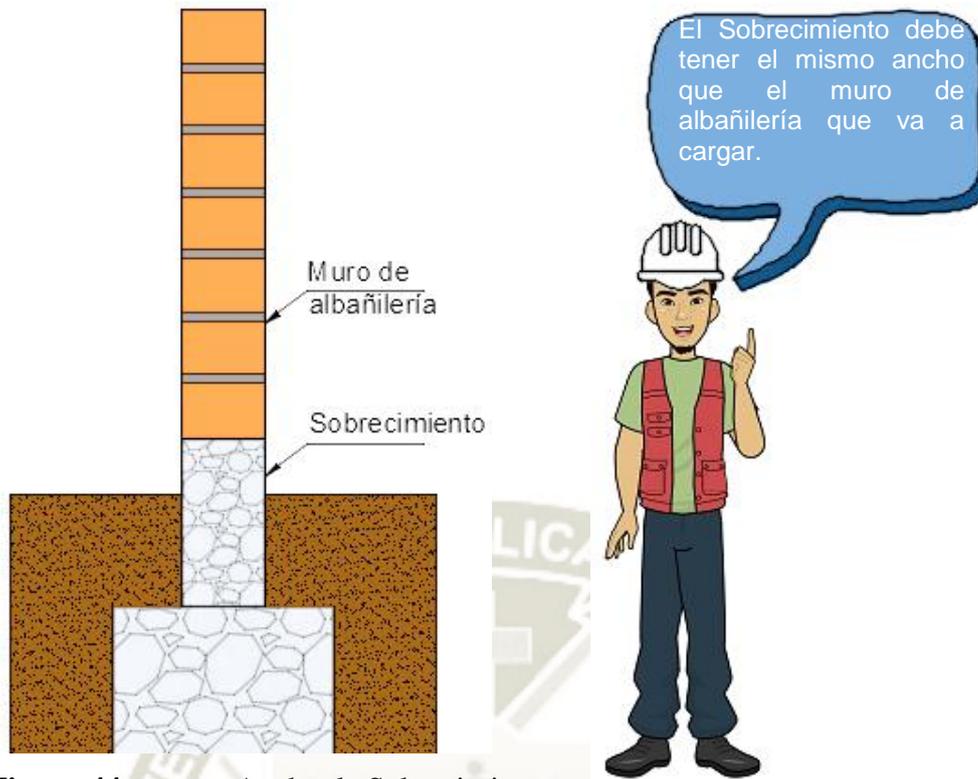


Figura 44: Ancho de Sobrecimiento.

- El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posterior a la construcción del muro de albañilería, este concreto empezará desde el borde superior del cimiento, no del Sobrecimiento.¹⁵

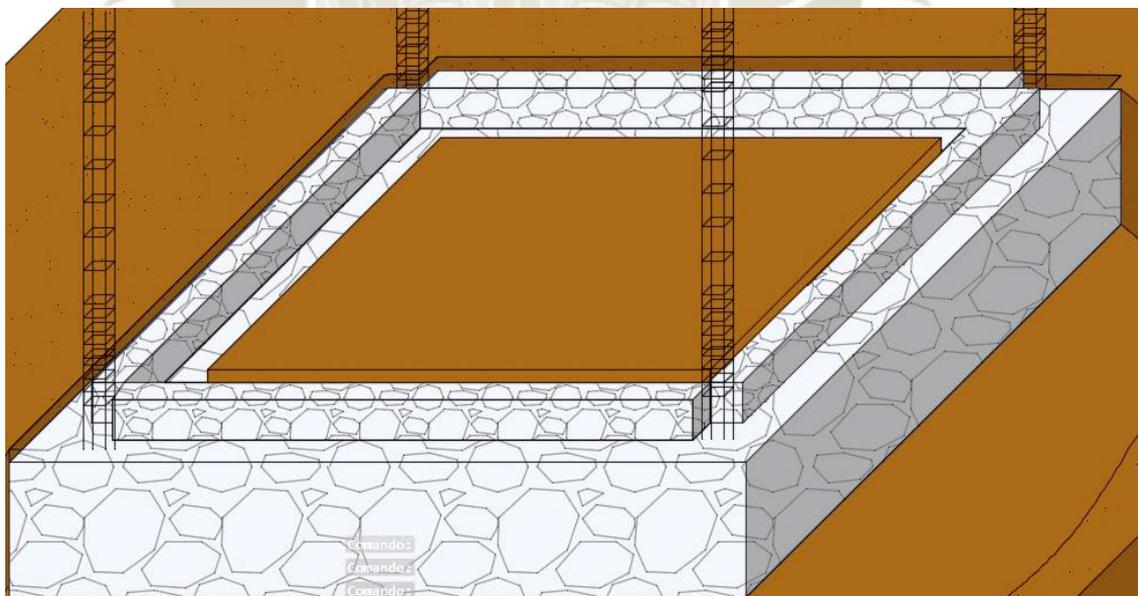


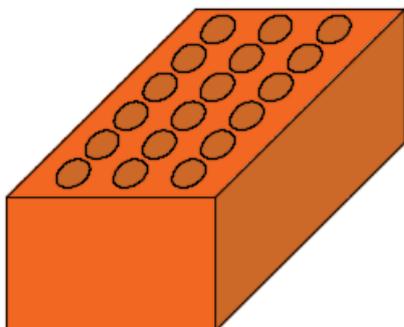
Figura 45: Vaciado de Sobrecimiento a cara de columna.

¹⁵ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 11. Especificaciones generales, numeral 7.

12. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:¹⁶

Existen diferentes tipos de unidades de albañilería que desempeñan diferentes funciones en la construcción de nuestra vivienda:

- **Unidades huecas:**



Las unidades huecas son aquellas que tienen más del 30% de la cara superior con huecos.

Figura 46: Unidad hueca.

- **Unidades sólidas:**

Las unidades sólidas son aquellas que tienen menos del 30% de la cara superior con huecos.

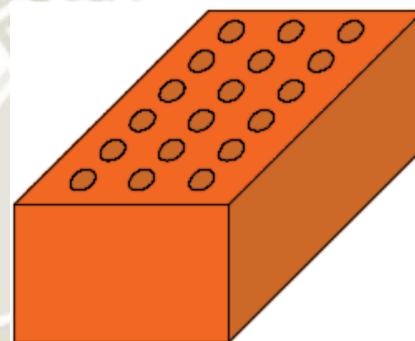
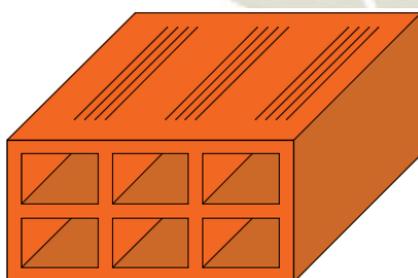


Figura 47: Unidad sólida.

- **Unidades tubulares:**



Son las unidades que poseen orificios paralelos a la cara superior.

Figura 48: Unidad tubular.

¹⁶ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 5. Unidades de Albañilería, numeral 1. Características generales.

• **Unidades alveolares:**

Pueden ser unidades sólidas o huecas, con orificios en la cara superior, capaz de permitir el paso del acero de refuerzo vertical.

Se utilizan en los muros armados rellenos de grout (concreto líquido, como resultado de mezclar cemento, agregados y agua).

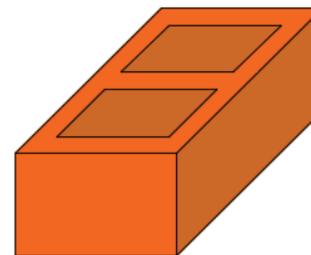


Figura 49: Unidad alveolar.

Existen unidades artesanales (realizadas por trabajadores independientes), y unidades industriales (realizadas por empresas especializadas).



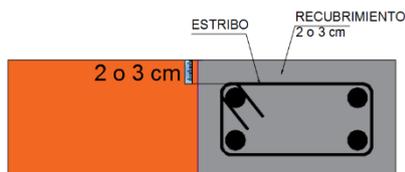
13. LIMITACIONES DE APLICACIÓN PARA LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:¹⁷

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONAS SÍSMICAS 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muros portantes en todo edificio
Sólido artesanal	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí (Con orificios totalmente rellenos de grout)	Sí (Con orificios parcialmente rellenos de grout)	Sí (Con orificios parcialmente rellenos de grout)
Hueca	No	No	Sí

Tabla 4: Limitaciones de aplicación para las unidades de albañilería

14. RECUBRIMIENTO:¹⁸

El recubrimiento es una capa de concreto, que tiene como función proteger la armadura de los elementos de concreto armado.



El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo), será de 2cm cuando los muros son tarrajeados y 3cm cuando los muros sean caravista.



Figura 50: Recubrimiento de elementos de concreto armado

¹⁷ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 5. Unidades de Albañilería, numeral 3. Limitaciones en su aplicación.

¹⁸ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 11. Albañilería confinada, numeral 10.

15. CONSIDERACIONES PARA UTILIZAR LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:¹⁹

Todas las unidades de arcilla deberán ser regadas, durante media hora, entre 10 a 15 horas, antes de asentarlas. Se recomienda que el regado de las unidades se realice sobre una superficie limpia, para que no se adhieran partículas extrañas en las caras de los ladrillos.

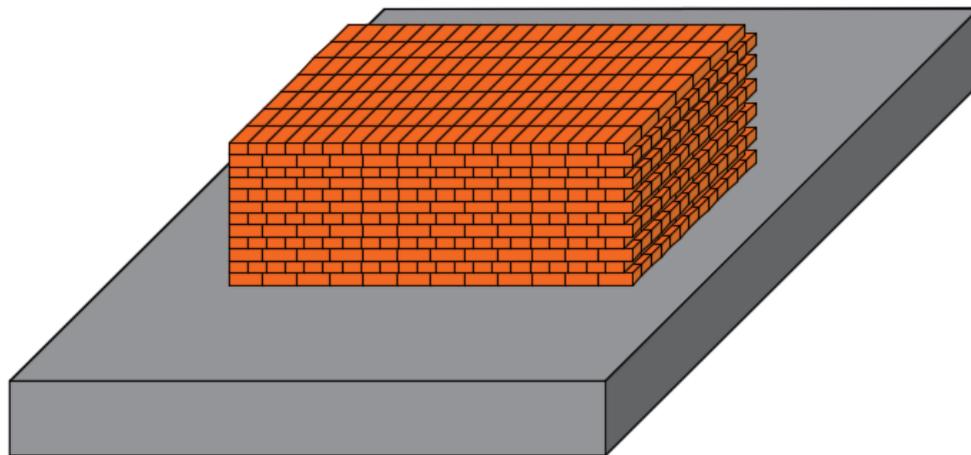


Figura 51: Unidades de albañilería sobre superficie limpia.

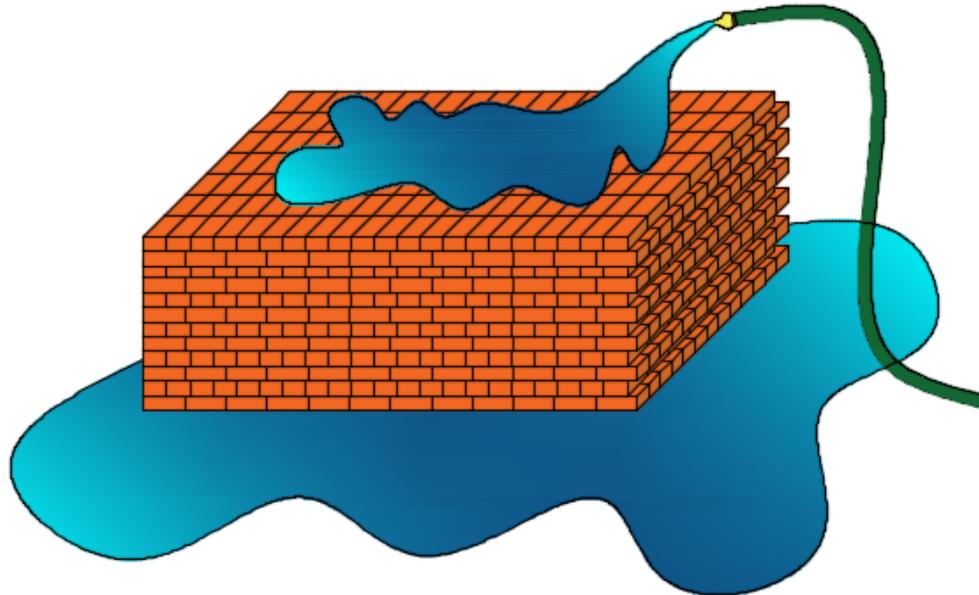


Figura 52: Unidades de albañilería regadas

¹⁹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 4.

16. CLASES DE MUROS:

16.1 POR SU FUNCIÓN:

16.1.1. Muros portantes o estructurales:

Los muros portantes son aquellos construidos para soportar el peso de la vivienda y transmitirlos a la cimentación. Estos muros se elaboran antes de colocar el concreto en columnas y vigas de su nivel

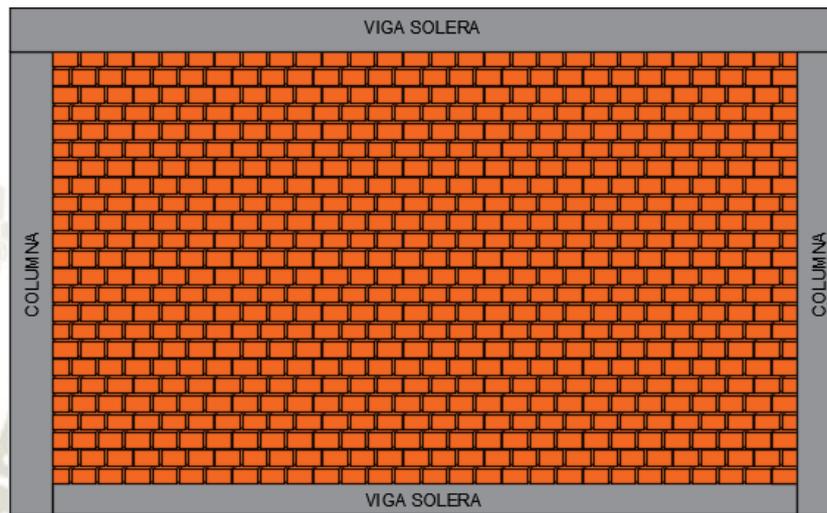


Figura 53: Muro portante

16.1.2. Muros no portantes o tabiques:

Los muros no portantes, son aquellos construidos sin un fin estructural. Su principal función es dividir espacios o habitaciones en la vivienda. Estos muros se elaboran después de colocar el concreto en columnas, vigas y muros portantes. Deben estar aislados de los elementos estructurales.

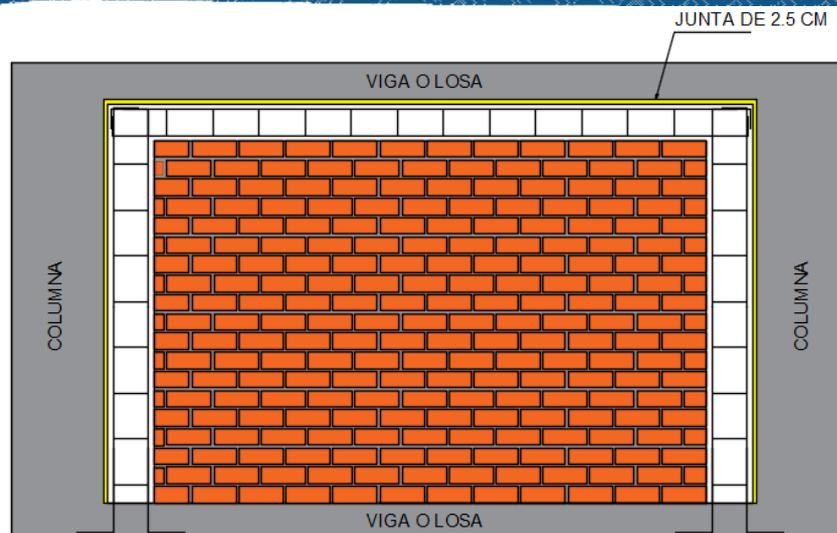


Figura 54: Muro no portante

16.2 *POR SU ESPESOR:*

16.2.1. *MUROS DE SOGA:*

Son los muros que poseen un espesor de 14 o 15 cm.

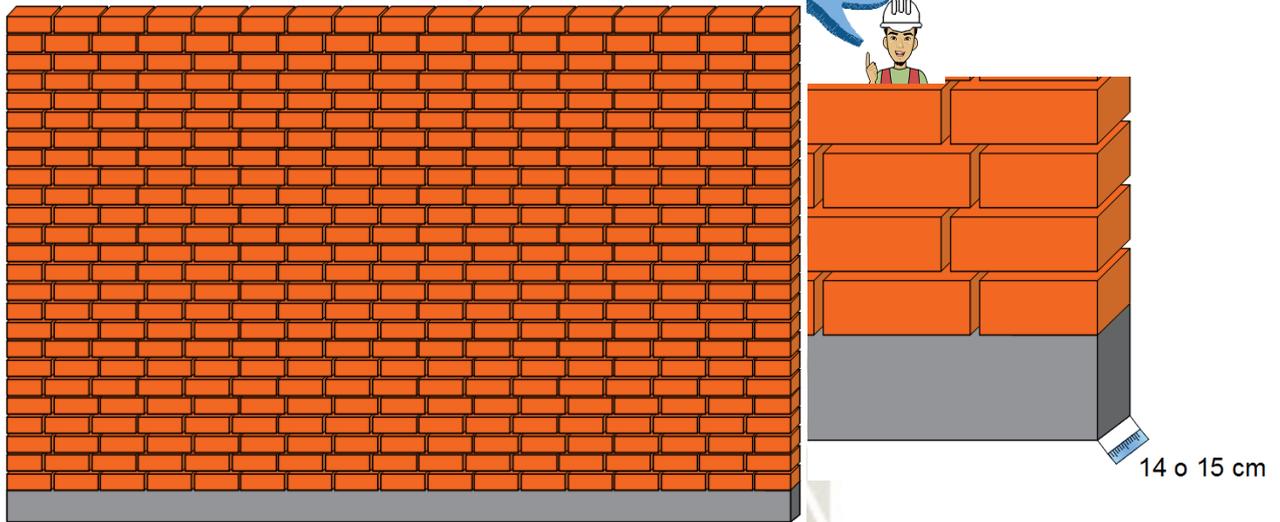


Figura 55: Muro de sogá

16.2.2. *Muro de cabeza:*

Son los muros que poseen un espesor de 24 o 25 cm.

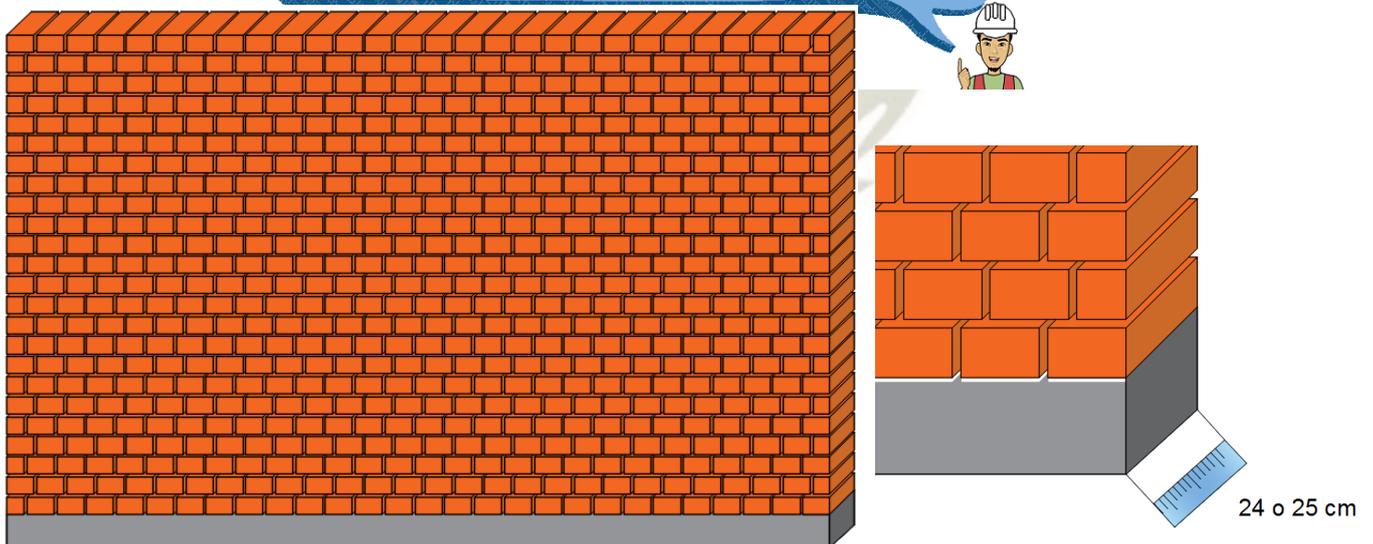


Figura 56: Muro de cabeza

16.3 POR EL ACABADO:

16.3.1. MURO TARRAJEADO:

Es aquel muro que tiene sus caras cubiertas de una mezcla de cemento, arena y agua (Mortero), el cual ayuda a conservar en mejor estado al muro y darle también un acabado más liso.

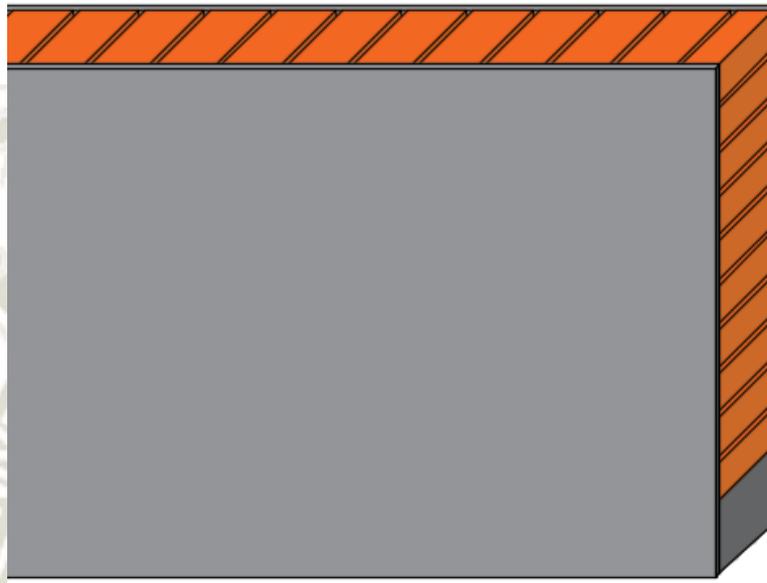


Figura 57: Muro tarrajado.

Es aquel muro que tiene las unidades de albañilería, sin recubrimiento de mortero.

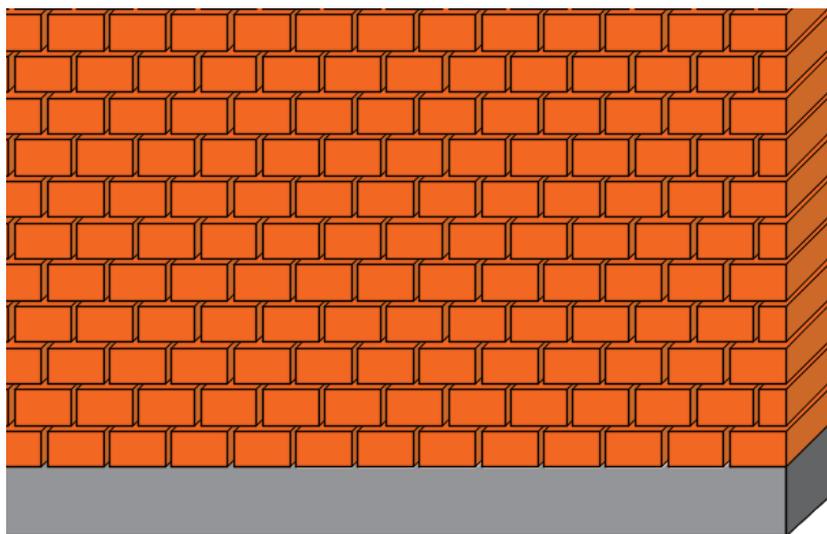


Figura 58: Muro cravista.

16.4 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA:

Para la construcción de los muros de albañilería, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:



- Los muros se construirán completamente verticales y en línea, con ayuda de la plomada. Una vez asentado el muro, bajo ninguna circunstancia se pueden mover las unidades de albañilería pertenecientes al muro, ya que lo debilita.²⁰

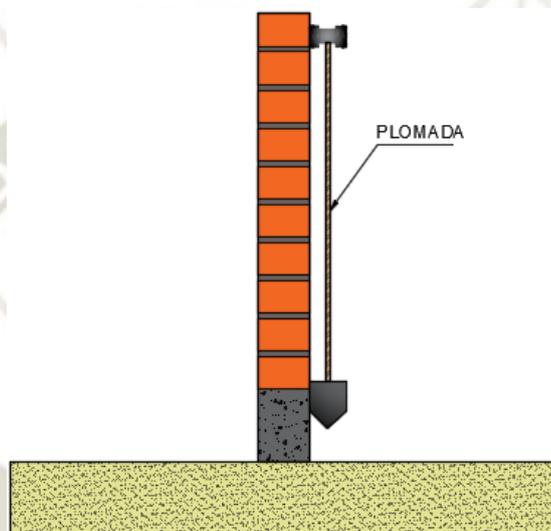


Figura 59: Comprobación de verticalidad del muro

- En albañilería con unidades asentadas con mortero, el espesor de las juntas de mortero será de 1 a 1.5 cm, para una adecuada adherencia entre las unidades.²¹

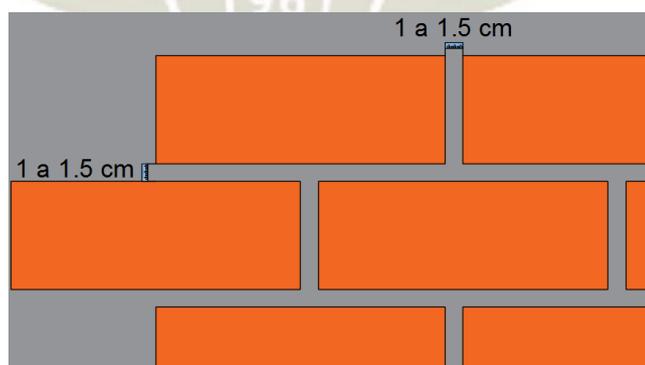


Figura 60: Juntas de mortero de 1 a 1.5cm.

²⁰ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 1.

²¹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 2.

- Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (Losa o Sobrecimiento), se preparará de tal forma que quede rugosa. Luego se limpiará de polvo o materiales sueltos y se humedecerá.²²

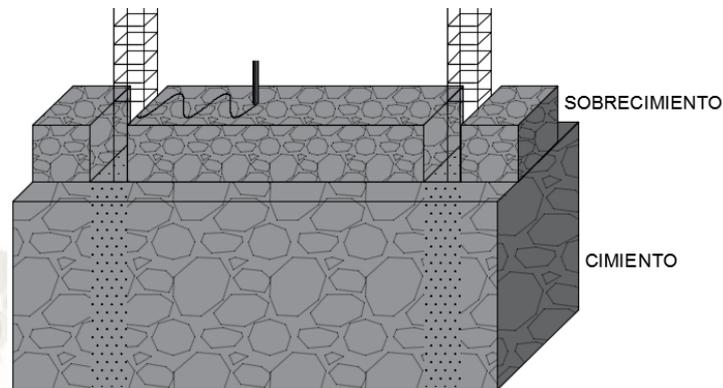


Figura 61: Preparando cara rugosa de Sobrecimiento en estado fresco.

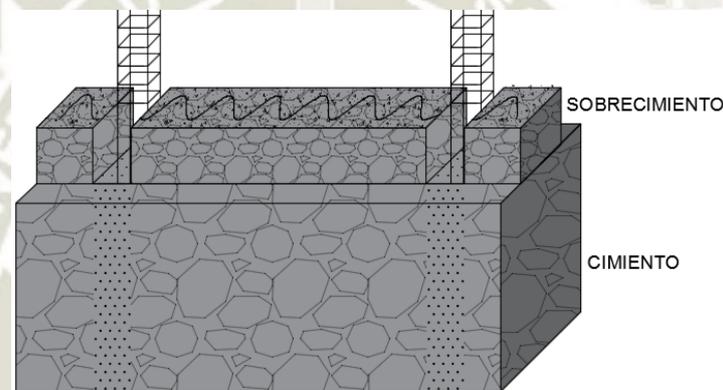


Figura 62: Cara rugosa del Sobrecimiento con polvo y partículas.

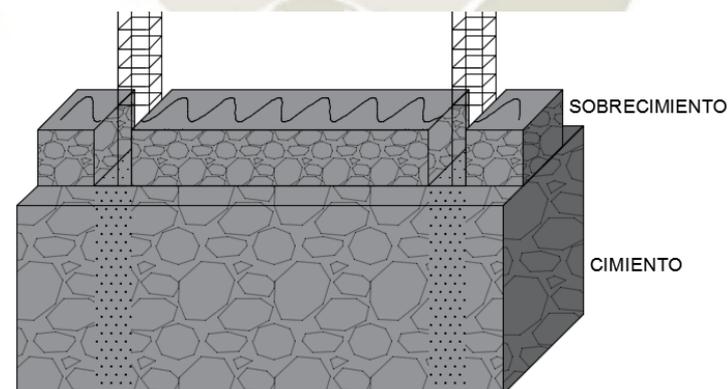


Figura 63: Cara rugosa de Sobrecimiento limpia.

²² Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 5.

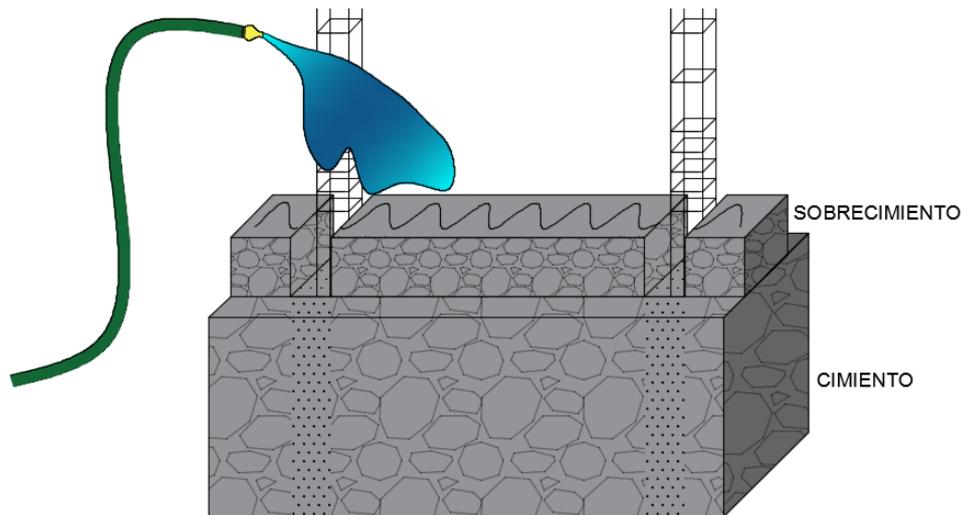


Figura 64: Mojando superficie rugosa.

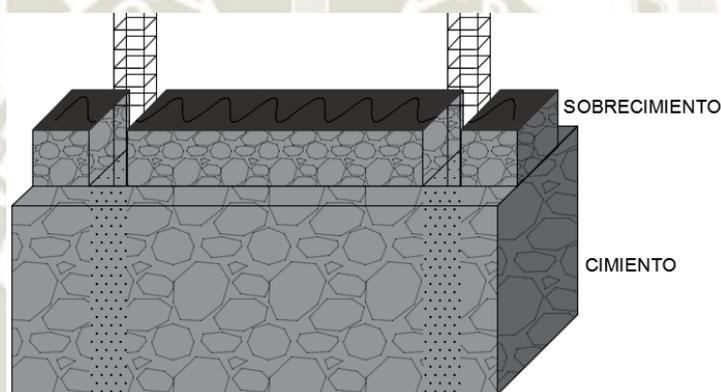


Figura 65: Superficie rugosa humectada.

Colocar en ambos extremos los ladrillos maestros con un cordel, para que las hiladas de ladrillos sean uniformes y estén correctamente alineados, golpeando suavemente cada unidad, hasta estar a la altura del cordel.

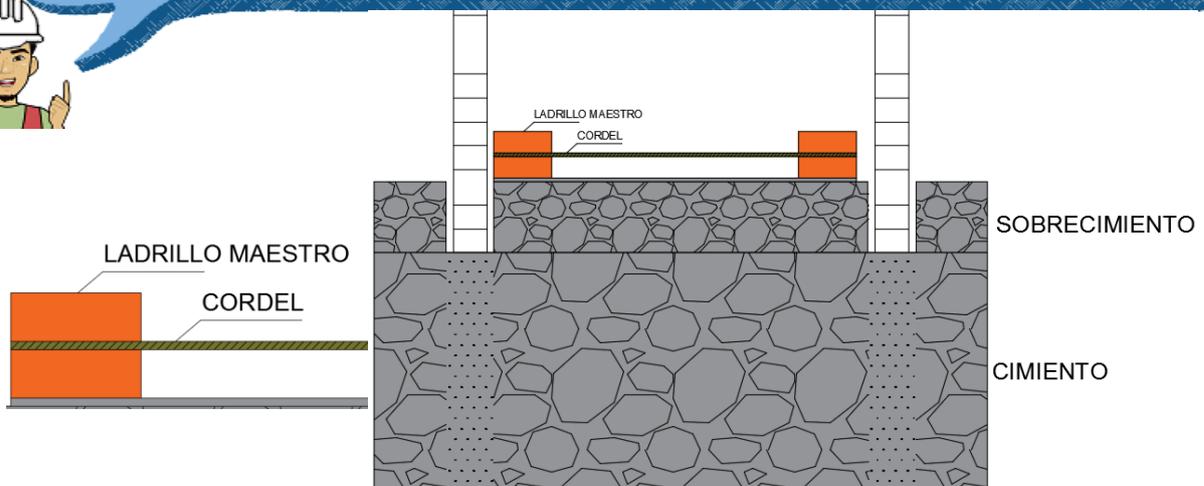


Figura 66: Asentado de primera hilada de ladrillos.

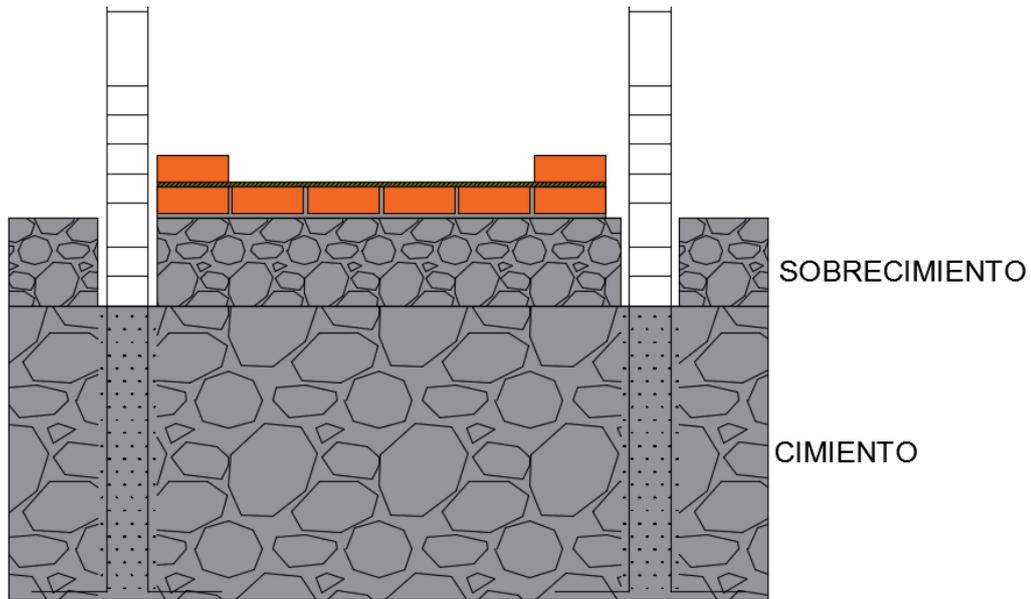


Figura 67: Primera hilada alineada al cordel

- No se asentará más de 1.30m de altura por día, si se usan unidades totalmente sólidas (Sin orificios), no se rellenará la última junta vertical de la última hilada colocada. Esta será rellenada al día siguiente, hasta completar la altura requerida del muro.²³

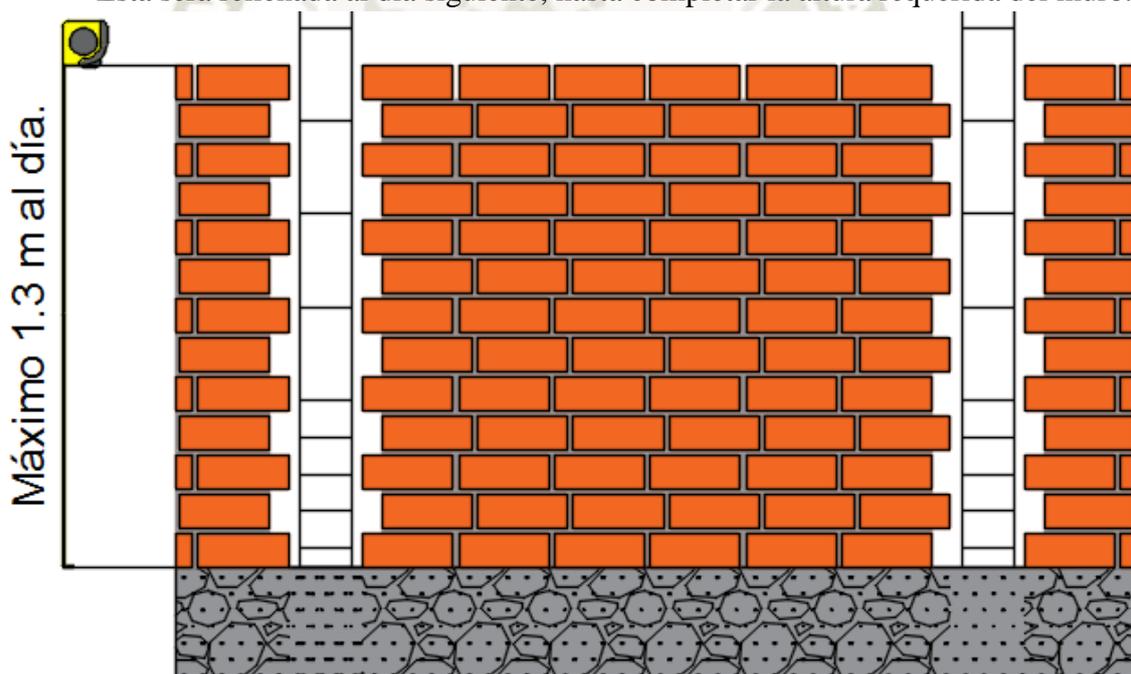


Figura 68: Altura de asentado máximo al día.

²³ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 6.

Junta vertical sin rellenar

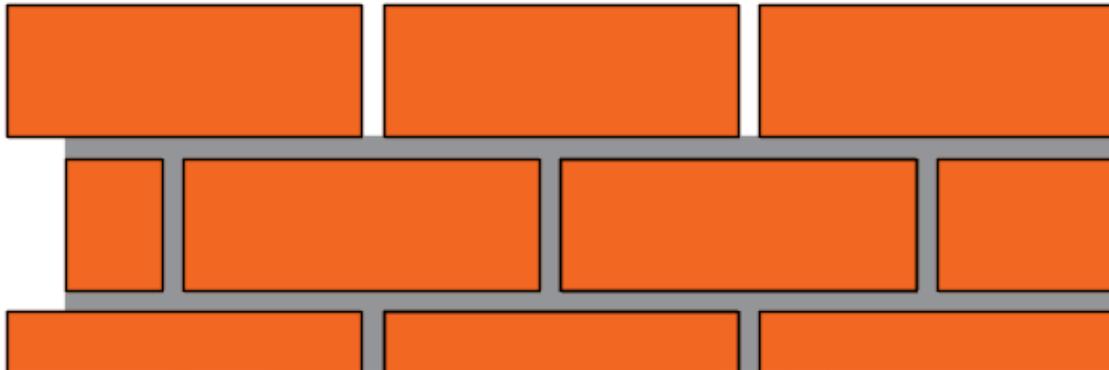


Figura 69: Juntas verticales sin mortero

- Las juntas entre ladrillos estarán limpias entre jornadas de trabajo y serán previamente humedecidas.²⁴

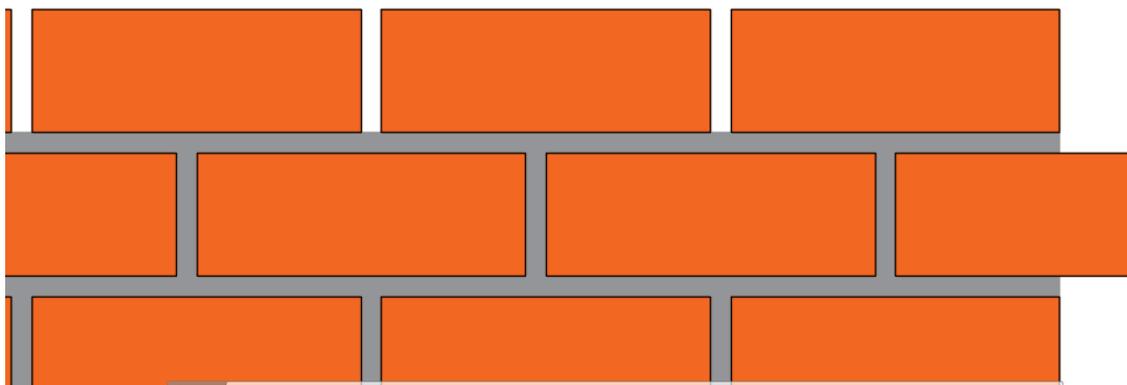


Figura 70: Juntas entre ladrillos limpias

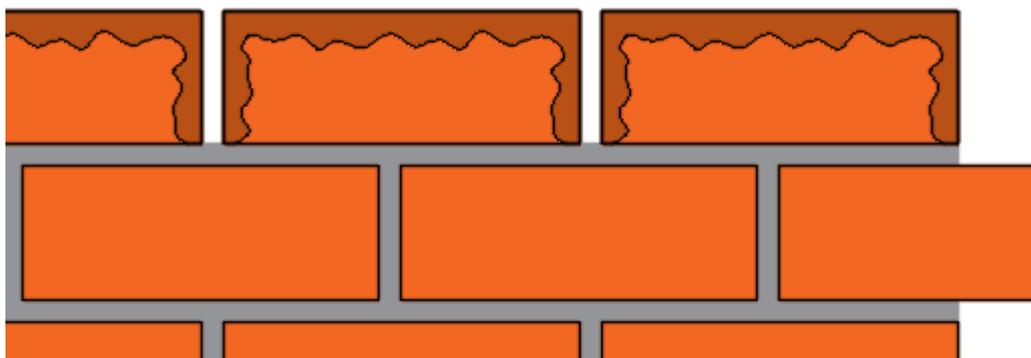


Figura 71: Juntas entre ladrillos humedecidas

²⁴ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 7.

El tipo de aparejo a utilizar será de sogá o cabeza, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas



INCORRECTO

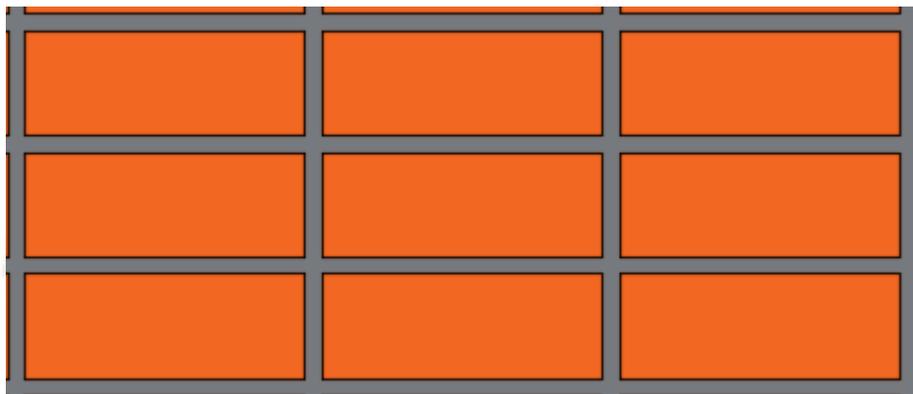


Figura 72: Mal asentado de hiladas de ladrillos.

CORRECTO

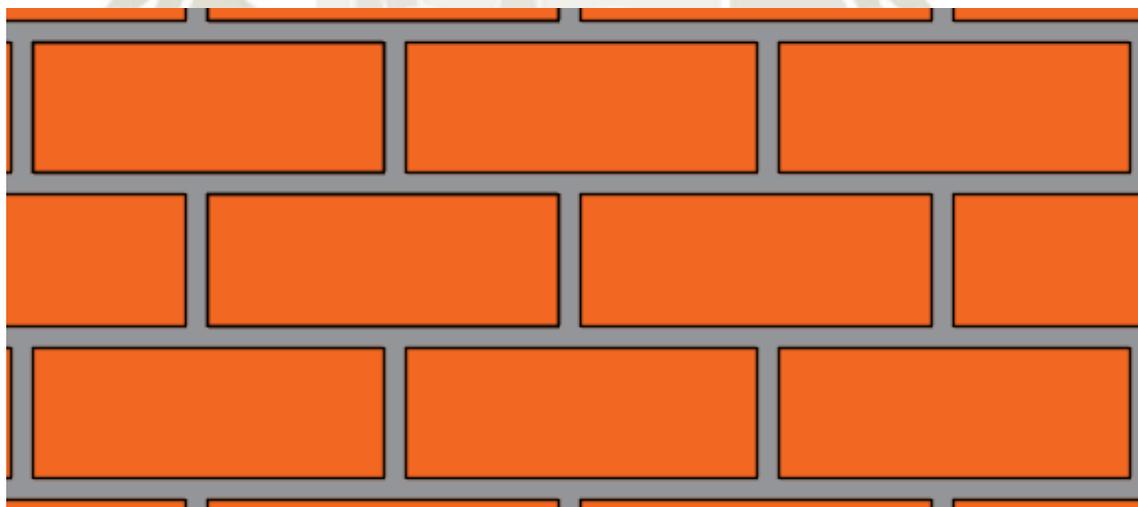


Figura 73: Correcto asentado de hiladas de ladrillos.²⁵

²⁵ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 8.

- La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:

En el caso de emplearse una conexión dentada, el dentado no tendrá una longitud mayor a 5cm, con la finalidad de que las unidades de albañilería no se quiebren y que la mezcla de concreto ingrese a todo el dentado.

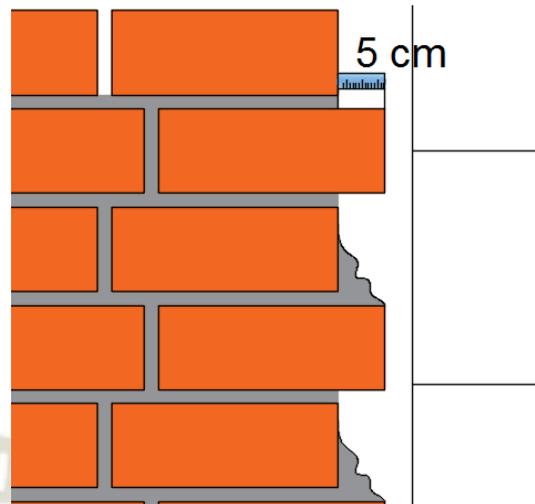
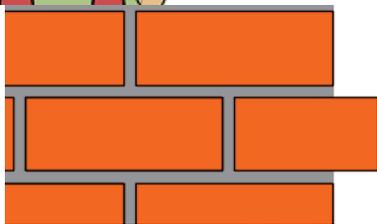


Figura 74: Dentado máximo de ladrillos.



Una vez construido el muro, se procederá a limpiar el residuo del mortero, para que al momento de vaciar el concreto de la columna, exista una

adecuada adherencia entre muros y columnas.²⁶

Figura 75: Dentado limpio de partículas y residuo de mortero

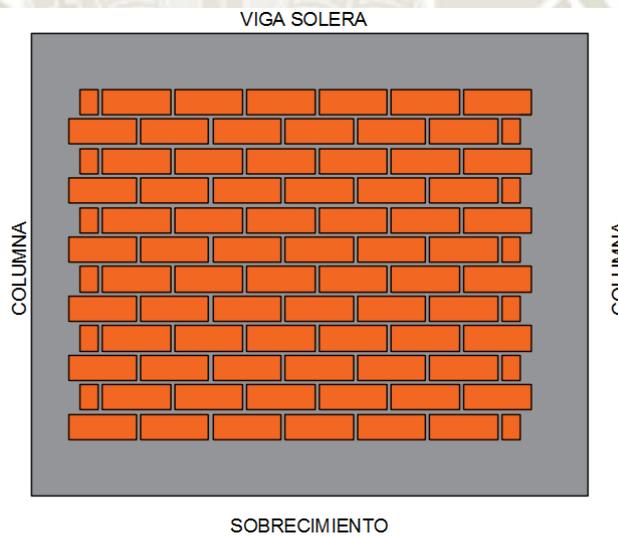


Figura 76: Muro de albañilería dentado.

²⁶ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 11. Albañilería confinada, numeral 2, literal a.

En el caso de emplearse una conexión a ras, se utilizarán mechas o chicotes (De 6 mm de diámetro), que permitan unir la albañilería con las columnas de confinamiento, las cuales penetrarán el muro 40cm, y 12.5cm en la columna de confinamiento, además de realizará un dobléz a 90 grados con una longitud de 10cm.

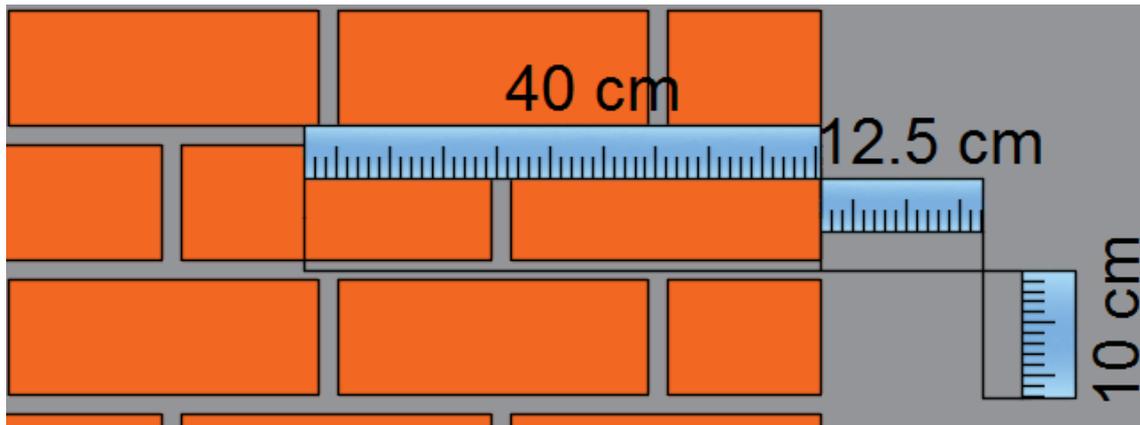


Figura 77: Mechas de amarre.

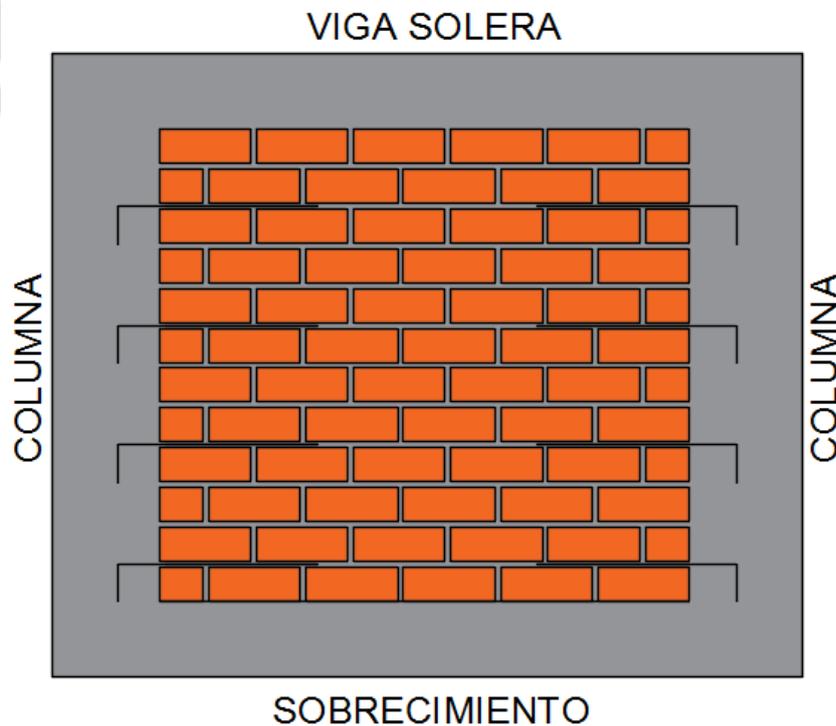


Figura 78: Muro de albañilería a ras. 27

²⁷ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 11. Albañilería confinada, numeral 2, literal b.

- Los muros deberán tener una sección transversal simétrica.²⁸

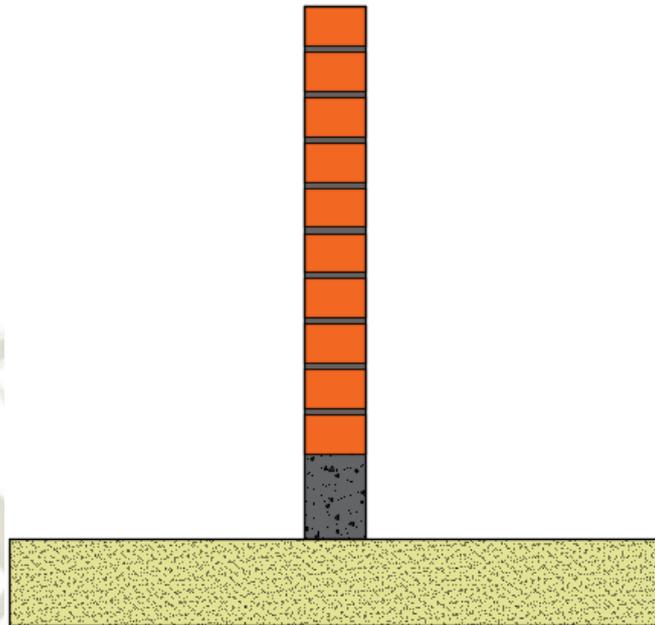
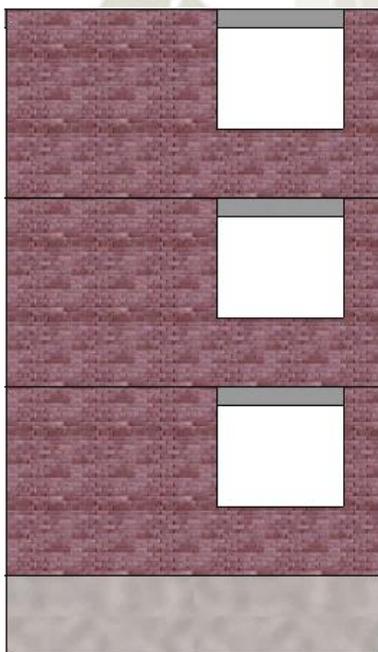


Figura 79: Sección transversal uniforme.

- Continuidad vertical hasta la cimentación.²⁹

CORRECTO



Es recomendable que las ventanas y puertas estén ubicadas una debajo de la otra, para que no altere la resistencia del muro y las cargas sean transmitidas desde la parte superior hasta la cimentación.



Figura 80: Muro continuo.

²⁸ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 17. Muros portantes, literal a.

²⁹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 17. Muros portantes, literal b.

INCORRECTO

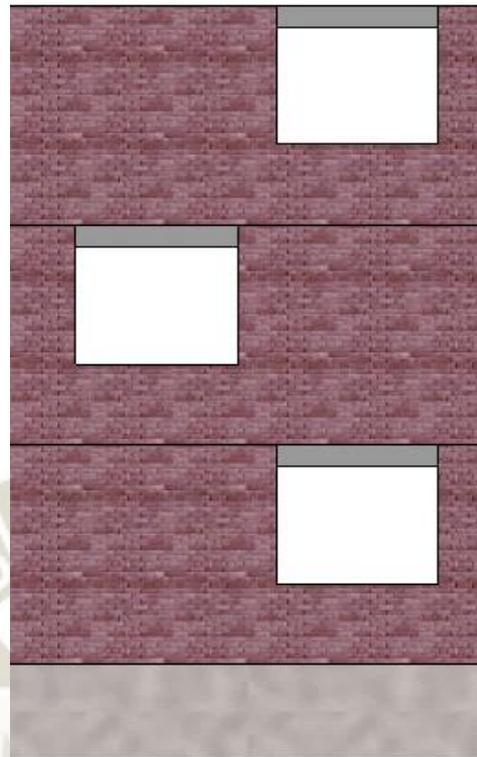
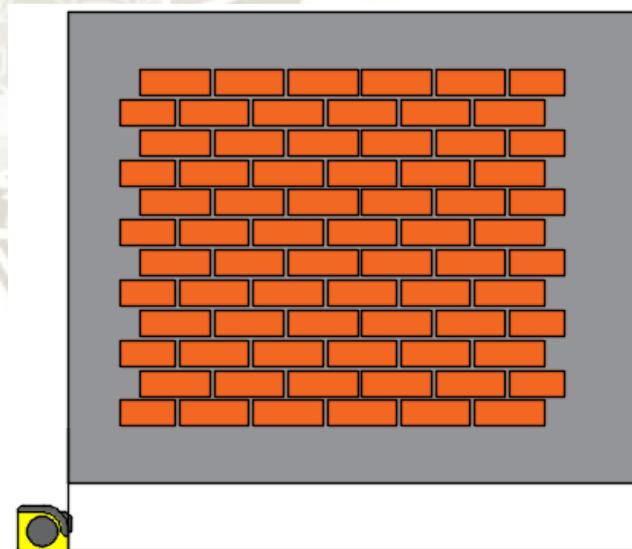
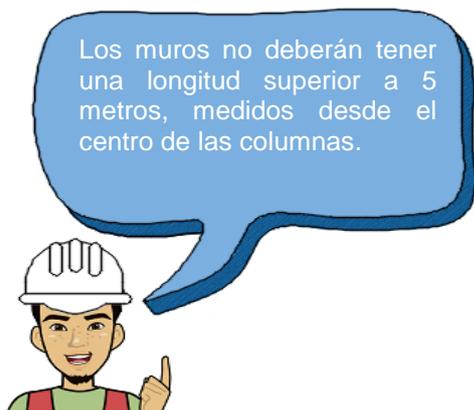


Figura 81: Muro discontinuo

- Los muros deben tener una longitud mayor o igual a 1.2m para que sean considerados como muros portantes.³⁰



Mayor a 1.2 m y menor a 5 m

Figura 82: Longitud mínima del muro.

³⁰ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 17. Muros portantes, literal c.

17. MORTERO:

El mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.



17.1 PREPARACIÓN:

- Mezclar el cemento con la arena gruesa en su estado seco.

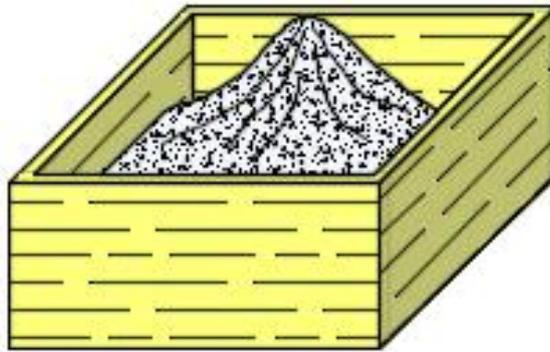
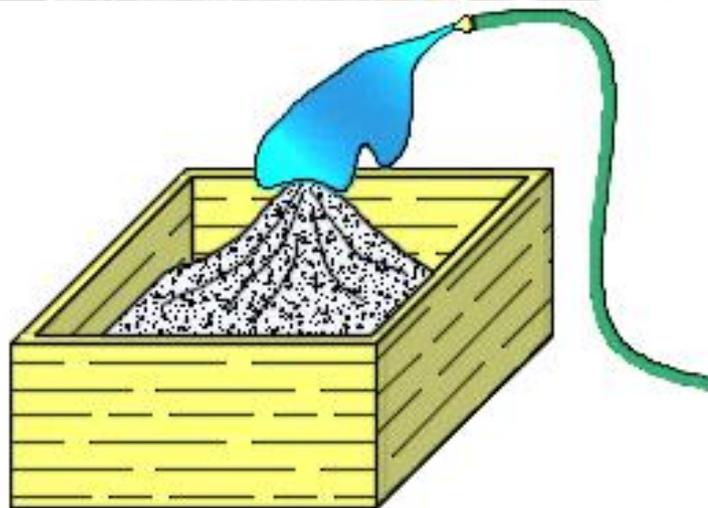


Figura 83: Mezcla de cemento y arena.

- Verter el agua sobre la mezcla, hasta que esté trabajable y uniforme.



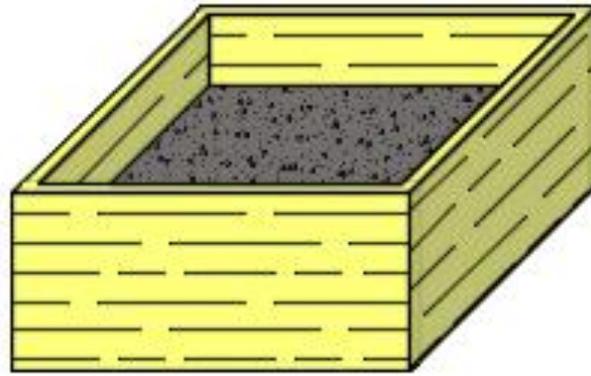


Figura 84: Mezcla homogénea de agua cemento y arena.

- Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo de agua que se pueda haber evaporado, por una vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del concreto.³¹

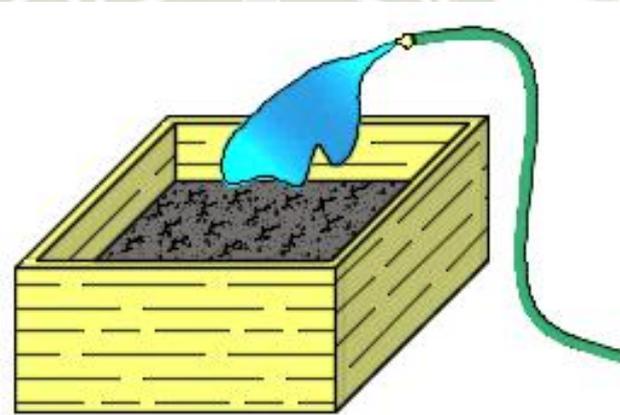


Figura 85: Reemplazo de agua en mortero.

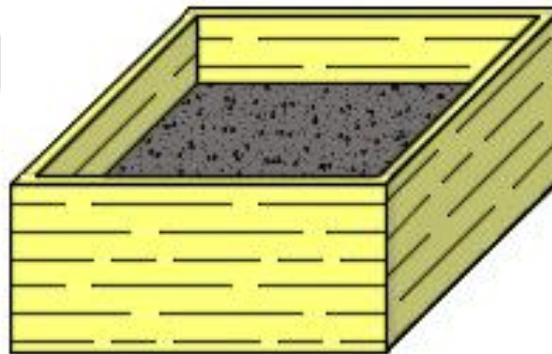


Figura 86: Segundo uso del mortero.

³¹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 3.

18. DOBLADO DEL ACERO:³²

El acero es un elemento muy resistente y dúctil, que en ocasiones necesita ser doblado para ser utilizado en diferentes elementos, como estribos, o terminaciones de armaduras tanto de vigas y columnas, pero como todo material de construcción, no es indestructible, es por ello que tenemos que tener en cuenta algunos diámetros de doblado del acero de acuerdo al diámetro de las barras que se usarán en la vivienda.

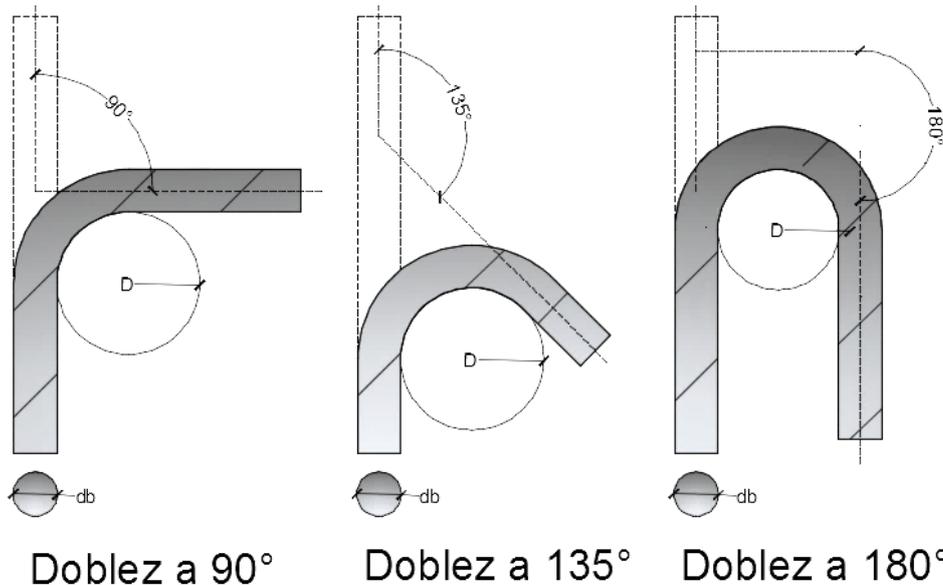


Figura 87: Tipos de doblado de acero.

Diámetro de doblado para barras longitudinales				
Diámetro de la barra (db)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Distancia de doblado (L)	
Pulgadas	Milímetros	Milímetros	Para doblar a 90° (mm)	Para doblar a 180° (mm)
---	6	36	25	55
---	8	48	30	70
3/8	---	57	35	85
---	12	72	50	110
1/2	---	76	55	120
5/8	---	95	65	150
3/4	---	114	85	175
1	---	152	115	235

Tabla 5: Diámetro de doblado para barras longitudinales.

³² Manual de construcción para maestros de obra, Aceros Arequipa, Capítulo 2, numeral 1: Doblar del acero.

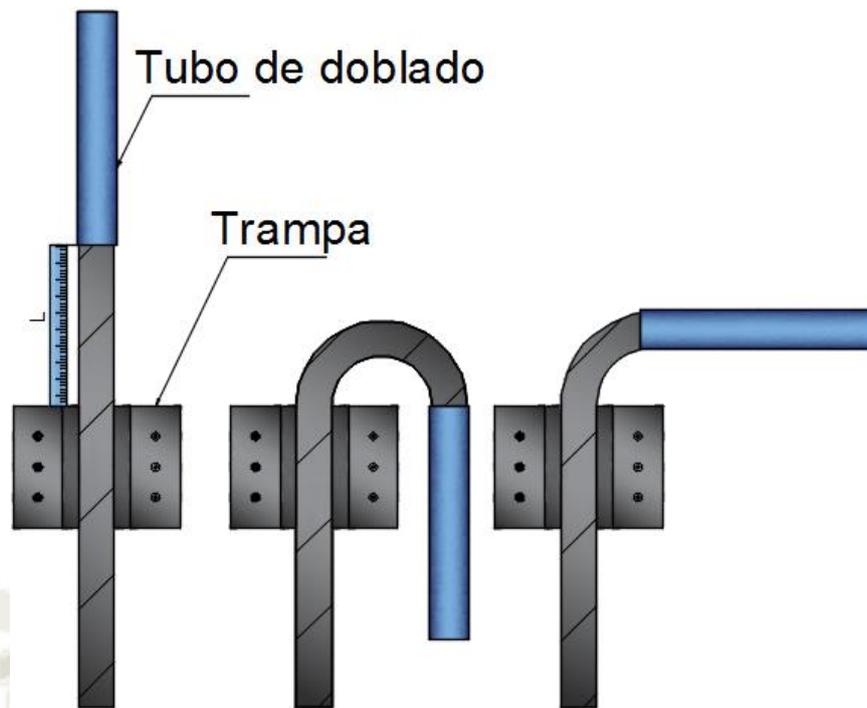
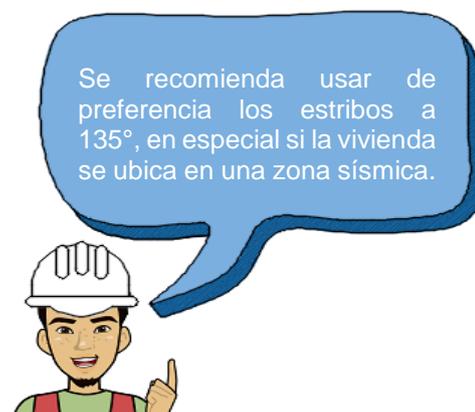
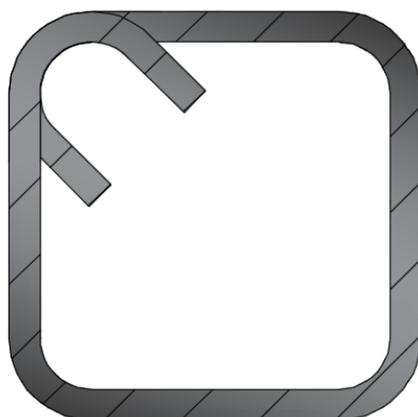


Figura 88: Doblez de acero longitudinal.

Diámetro de doblado para estribos				
Diámetro de la barra (db)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Distancia de doblado (L)	
Pulgadas	Milímetros	Milímetros	Para doblar a 90° (mm)	Para doblar a 135° (mm)
---	6	34	15	25
3/8	---	38	25	40
---	12	48	30	50
1/2	---	51	35	55
5/8	---	64	45	70

Tabla 6: Diámetro de doblado para estribos.



Se recomienda usar de preferencia los estribos a 135°, en especial si la vivienda se ubica en una zona sísmica.

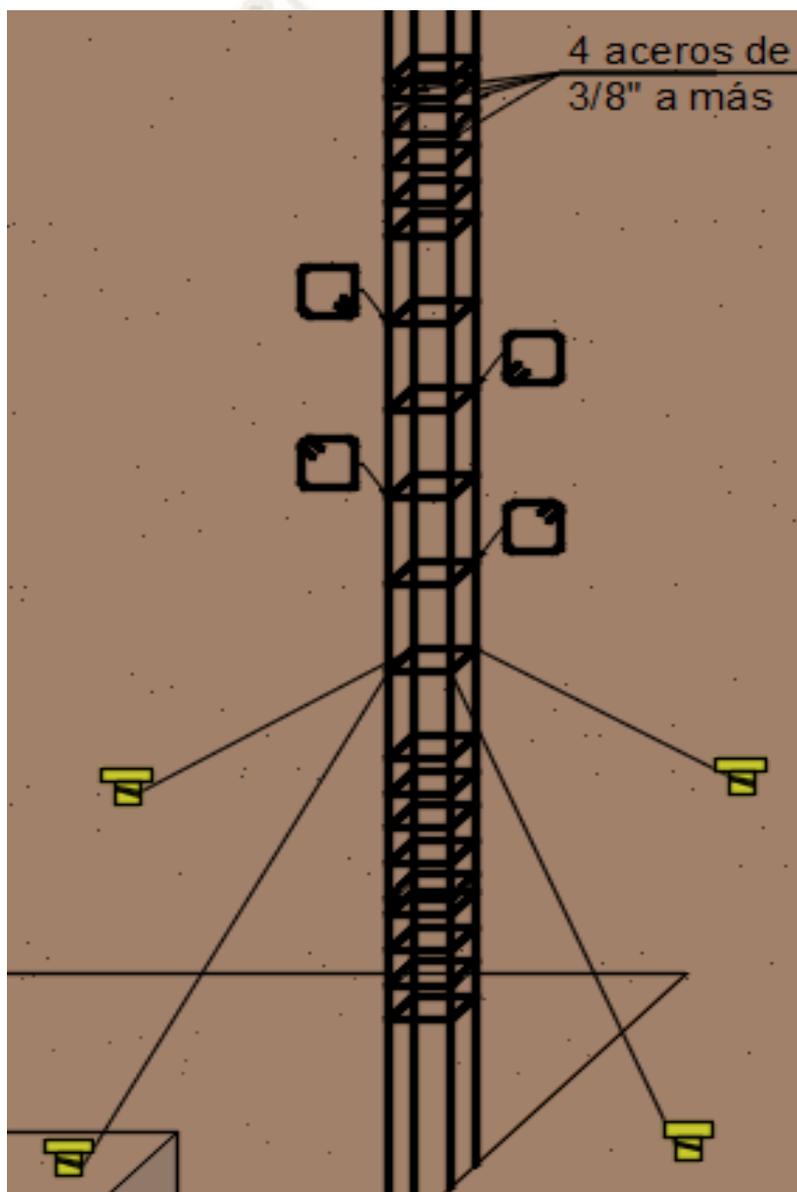
Figura 89: Doblez de estribos.

19. COLUMNAS DE CONFINAMIENTO:

Las columnas son elementos estructurales, encargados de recibir el peso de la vivienda, así como dar un confinamiento adecuado a los muros para que estos trabajen adecuadamente ante un posible movimiento sísmico.



19.1 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO:



- El acero longitudinal será como mínimo de un diámetro de 3/8 de pulgada y se pondrán como mínimo 4 aceros por columna.
- El confinamiento mínimo con estribos será con un acero de 6 mm de diámetro:³³
- Para que los estribos sean más resistentes, se recomienda ir rotándolos, de modo que los dobles de los estribos no estén alineados.
- La armadura se colocará en la zanja, antes de realizar el vaciado de la cimentación, la cual tiene que estar completamente vertical.

Figura 90: Colocación de armadura de columna en zanja.

³³ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 27. Albañilería confinada, numeral 3.

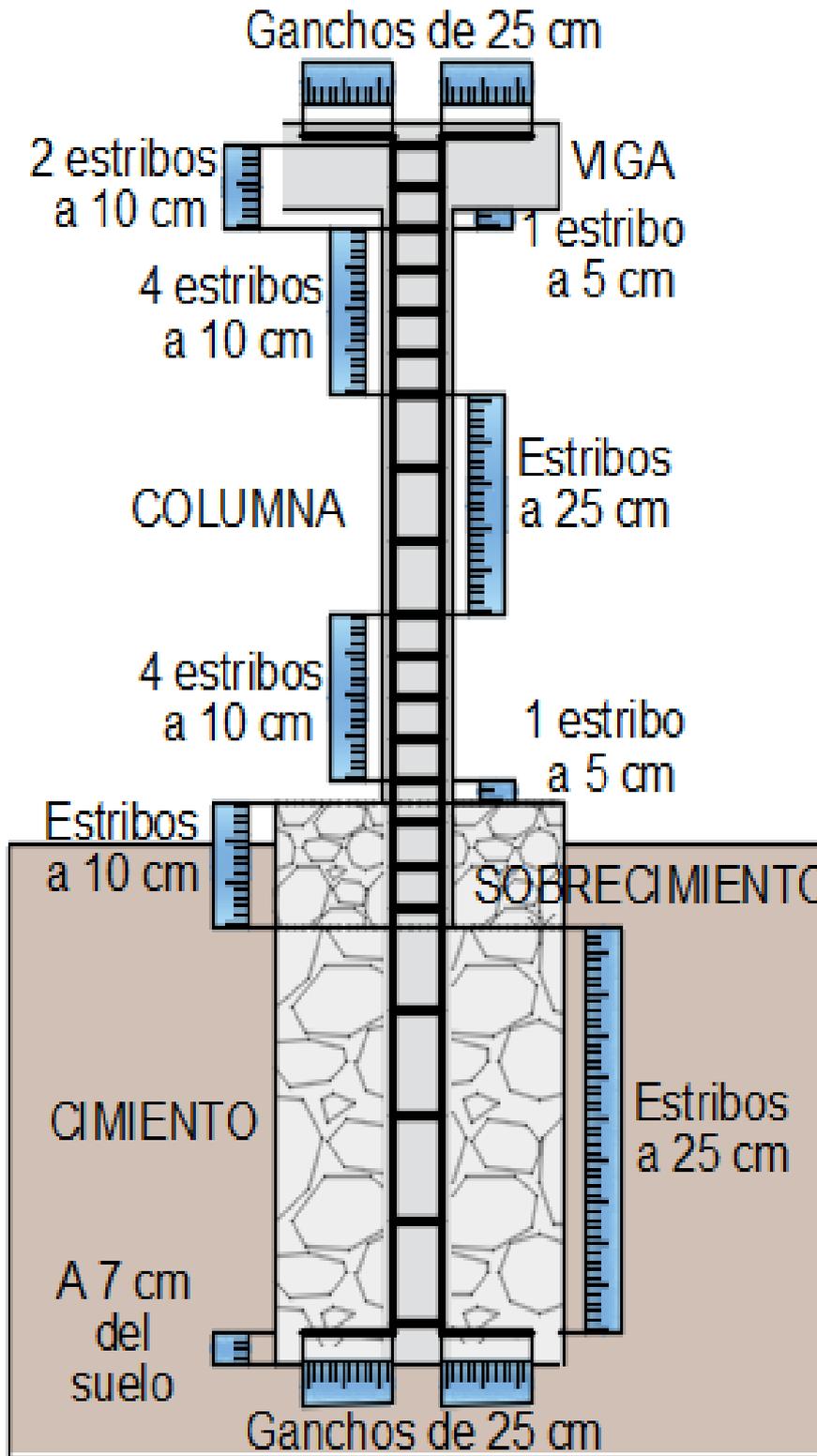


Figura 91: Distribución de estribos en columna.

- En la parte superior e inferior de la armadura, se dejarán ganchos de 25 cm de longitud doblados a 90°.
- En la viga, se pondrán dos estribos a 10 cm.
- En la longitud libre de la columna (desde la cara superior del sobrecimiento, hasta la cara inferior de la viga), los estribos se ubicarán:
 - 1 a 5.
 - 4 a 10.
 - El resto a 25.
- En el sobrecimiento, los estribos se ubican a 10 cm.
- En el cimiento, los estribos se ubican a una distancia de 25 cm para el armado de la columna.
- El recubrimiento de las columnas en la parte inferior será de 7 cm para proteger a la armadura de sustancias en el suelo.

- Una vez vaciada la cimentación y el sobrecimiento, y habiendo levantado los muros aledaños a la columna a vaciar se procede a encofrar las columnas para su respectivo vaciado.³⁴

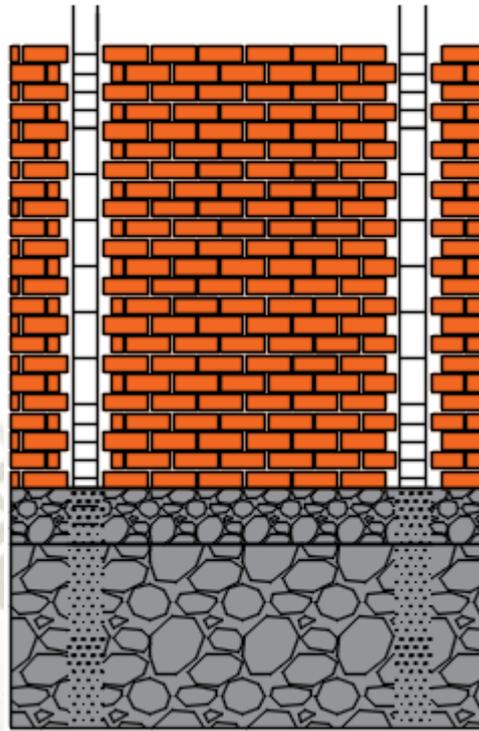


Figura 92: Muro antes del encofrado.

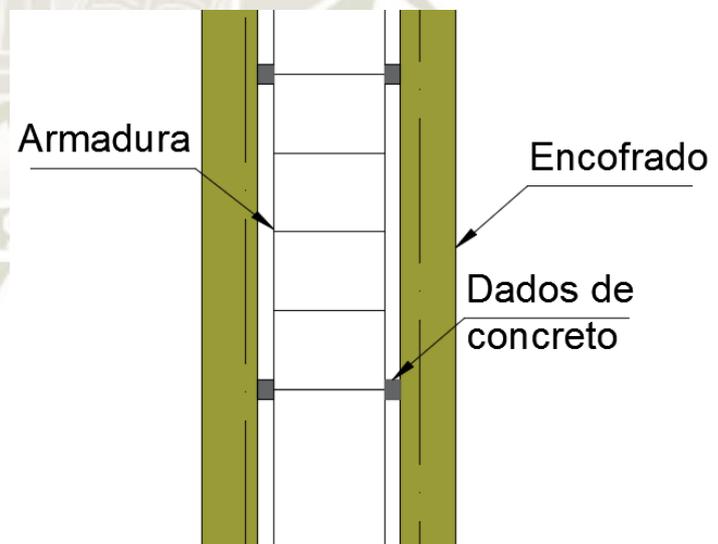


Figura 93: Colocado de encofrado

³⁴Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.

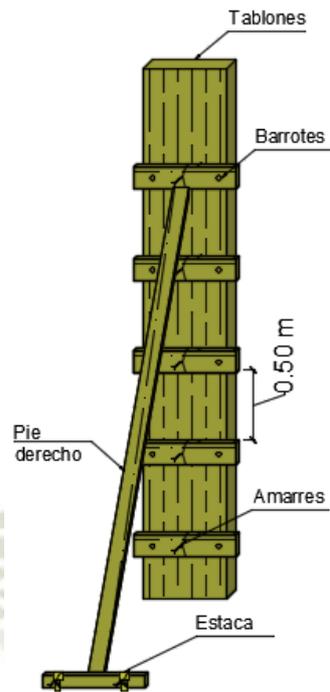


Figura 94: Partes de encofrado

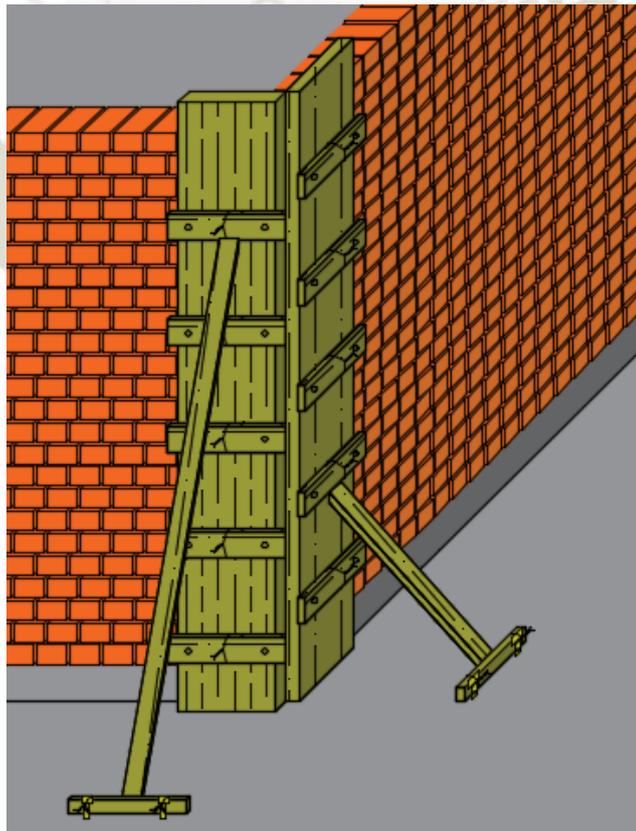


Figura 95: Encofrado de columna en esquina.

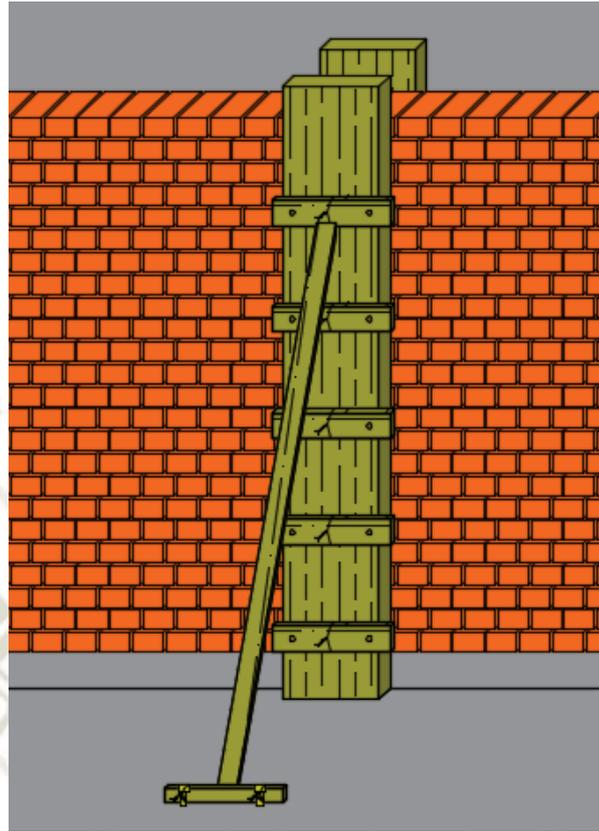


Figura 96: Encofrado de columna intermedia.

Después, se vacía el concreto. Con una varilla lisa se chusea el concreto y con un martillo de goma se golpea el encofrado para eliminar las burbujas de aire, que debilitan el concreto.

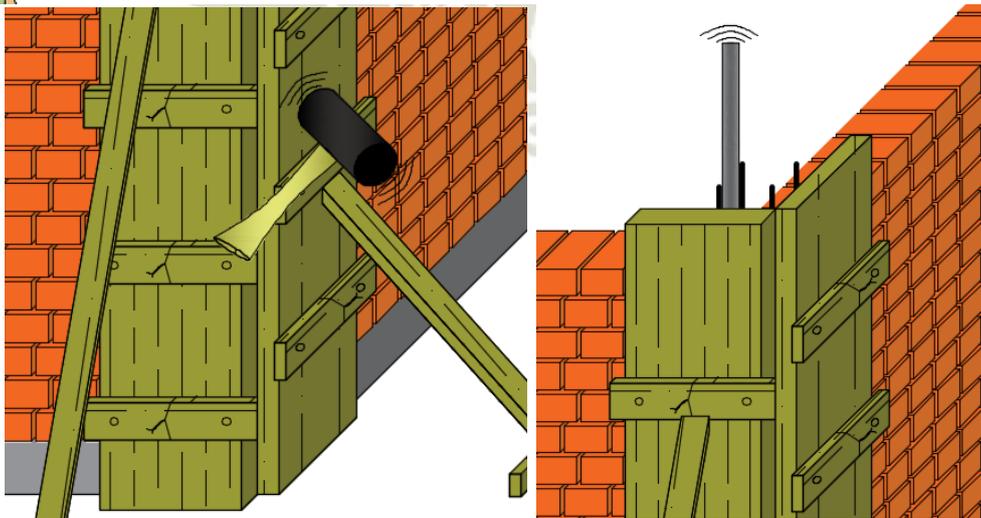


Figura 97: Eliminación de cangrejas en columnas.

Después de un día, se procede a quitar el encofrado de la columna, no debe presentas cangrejas en el concreto, ya que estas la debilitan, poniendo en riesgo la integridad de la vivienda.

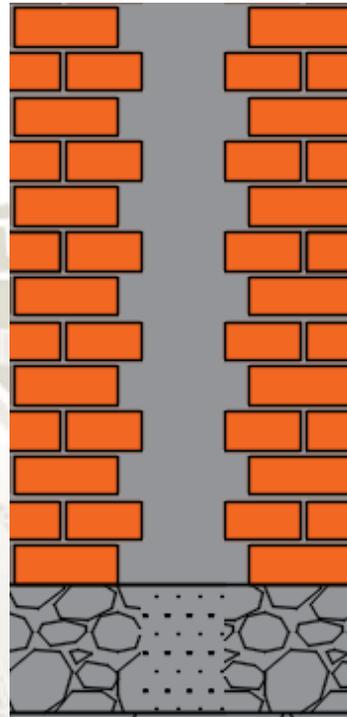


Figura 98: Columna sin cangrejas

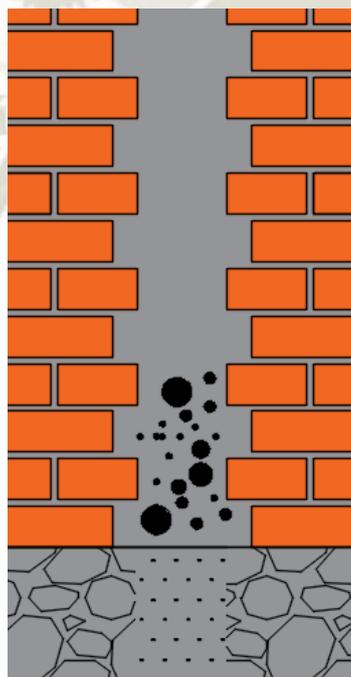


Figura 99: Columna con cangrejas.

- El concreto debe permanecer húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación, a esto se le conoce como el proceso de curado. Se puede realizar tres veces al día en condiciones de clima normal, a mayor calor mayor agua requerirá el elemento a curar.³⁵

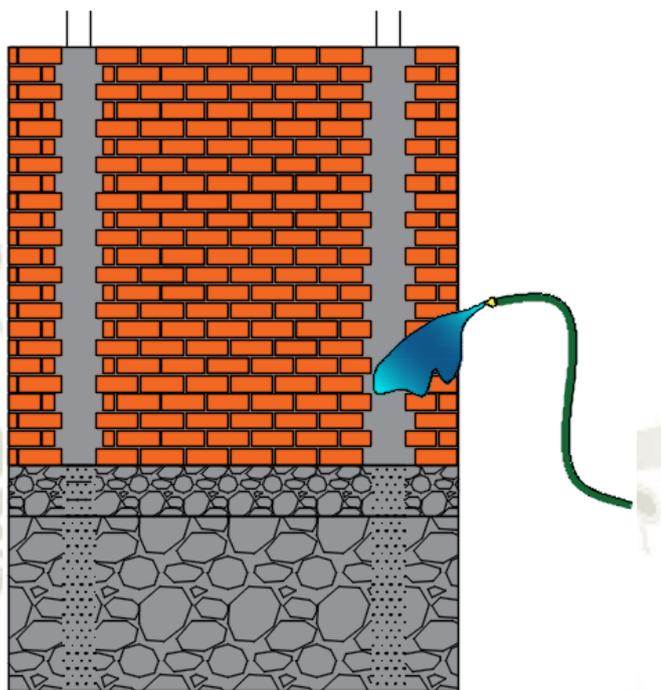
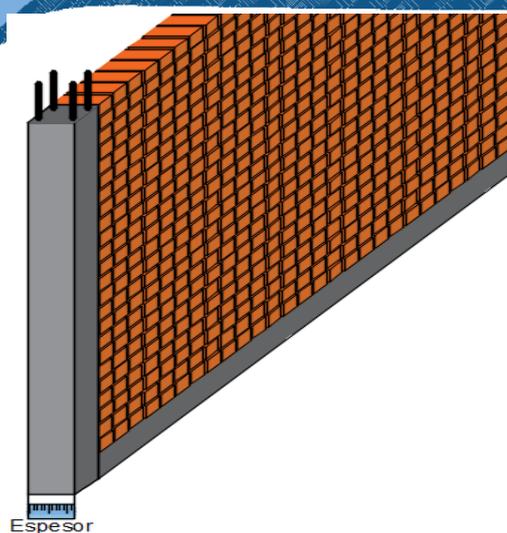


Figura 100: Curado de columnas.

El espesor mínimo de las columnas será igual al espesor del muro.



Se pueden usar columnas de 15x25cm para las columnas de confinamiento.

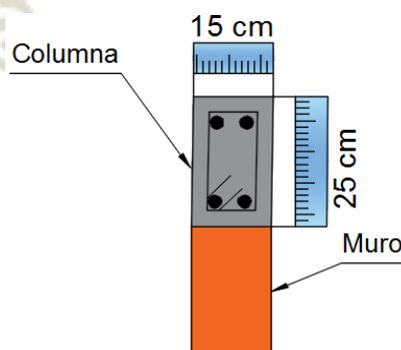


Figura 101: Espesor mínimo de columna.

³⁵ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 060, capítulo 5. Calidad del concreto, mezclado y colocación, numeral 11. Protección y curado.

20. VIGAS SOLERAS:

Las vigas soleras son las encargadas de darle confinamiento a los muros por la superior, así como de transmitir las cargas al mismo.



20.1 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS VIGAS SOLERAS:

Una vez desencofrada las columnas, procedemos a habilitar la armadura de las vigas.

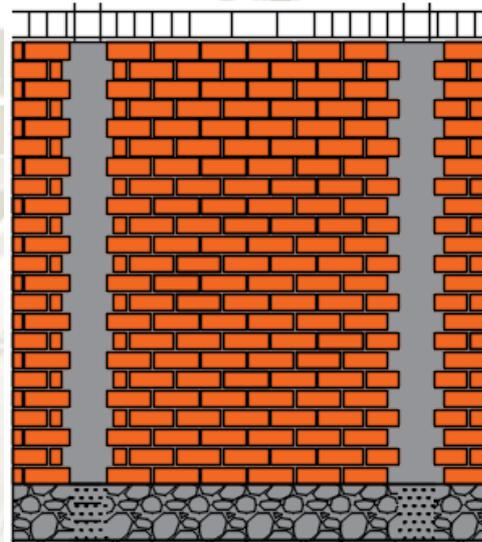


Figura 102: Habilitación y colocado de armadura de viga.

El acero longitudinal será como mínimo de un diametro de 3/8 de pulgada y se pondrán como mínimo 4 aceros por viga.

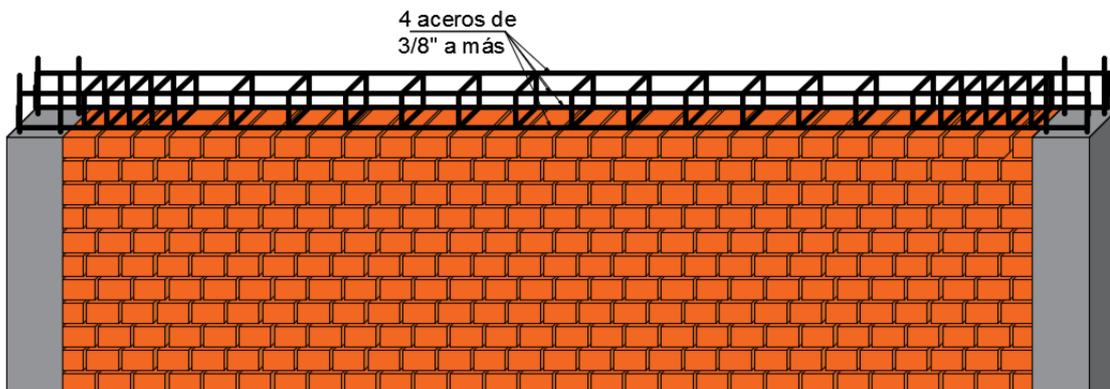


Figura 103: Acero longitudinal en vigas soleras.

Al igual que en las columnas, se colocarán dados de concreto para mantener el recubrimiento mínimo.

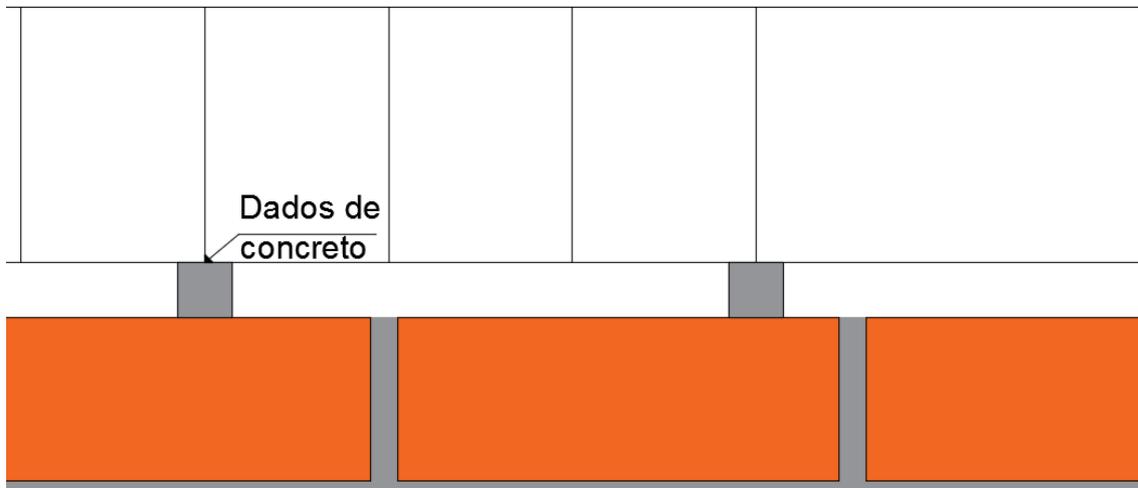


Figura 104: Armadura sobre dados de concreto.

- En la solera se colocarán estribos mínimos de 6 mm de espesor, con una distribución de 1 a 5 cm, 4 a 10 cm y el resto a 25cm.³⁶

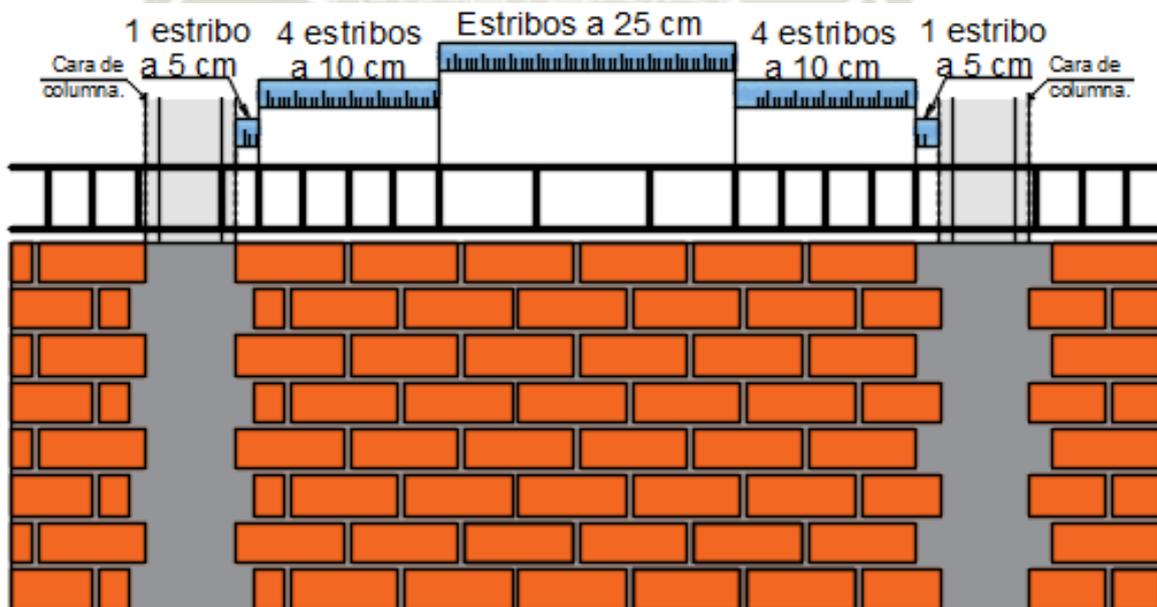


Figura 105: Distribución de estribos en viga solera.

³⁶ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, Artículo 27. Albañilería confinada, numeral 3, literal b.

- El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.³⁷

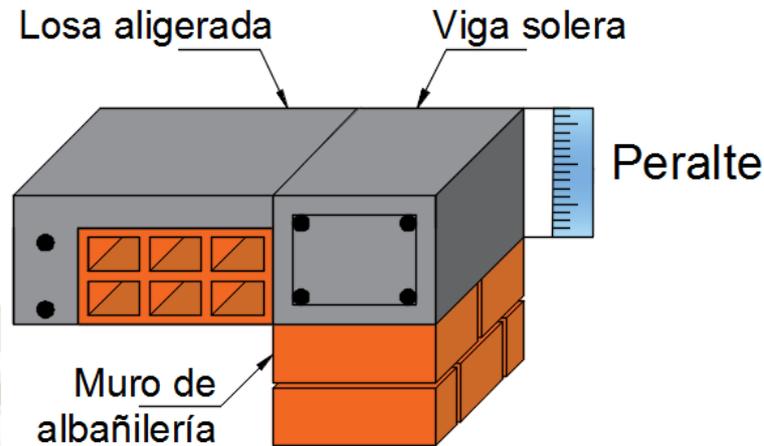


Figura 106: Peralte mínimo de viga solera.

El encofrado y vaciado de las vigas soleras se hará en conjunto con la losa del mismo nivel.

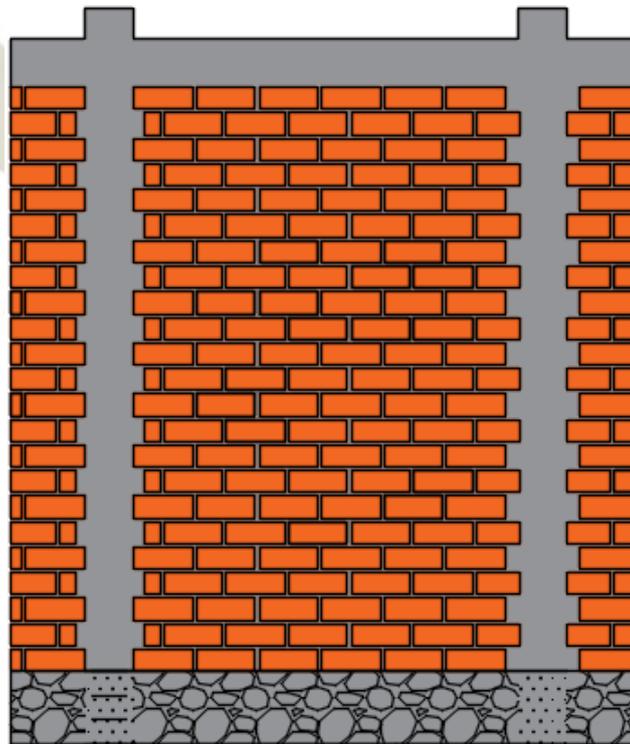


Figura 107: Viga solera habilitada.

³⁷ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, Artículo 20. Albañilería confinada, numeral 4.

21. TRASLAPES EN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO:

Cuando un elemento de concreto armado, ya sea columna o viga, excede la longitud máxima de fabricación del acero, es necesario unirlo con otro, para alcanzar así la longitud requerida, esto se logra a través de un traslape.

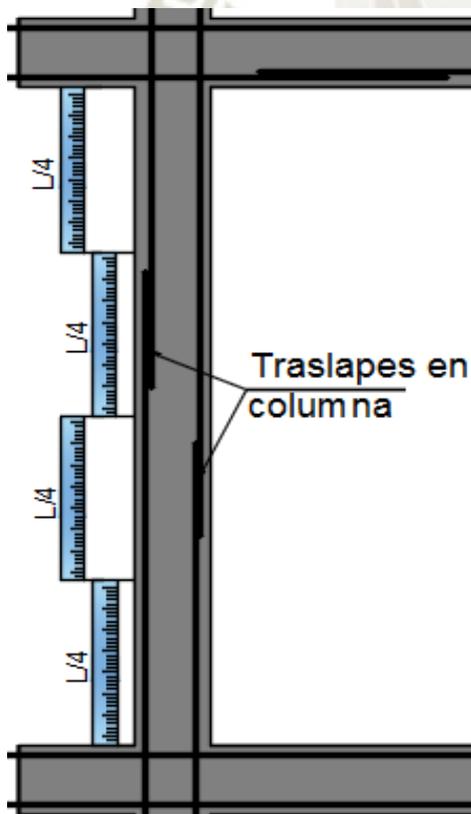


- Los traslapes del refuerzo horizontal o vertical tendrán una longitud igual a 45 veces el diámetro de la barra traslapada.³⁸

Barra	Long. Traslape (cm)
3/8"	45
12 mm	55
1/2"	60
5/8"	75
3/4"	85

Tabla 7: Longitud de traslape para vigas y columnas.

21.1 TRASLAPES EN COLUMNAS:



- No se realizará ningún traslape en el primer nivel de la vivienda.
- Los traslapes se realizarán en los cuartos intermedios de la viga.
- No se realizarán todos los traslapes de los aceros de la columna a la misma altura, ya que esto generaría un posible plano de falla en la columna.



Figura 108: Traslapes en columna.

³⁸ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 11. Albañilería confinada, numeral 5.

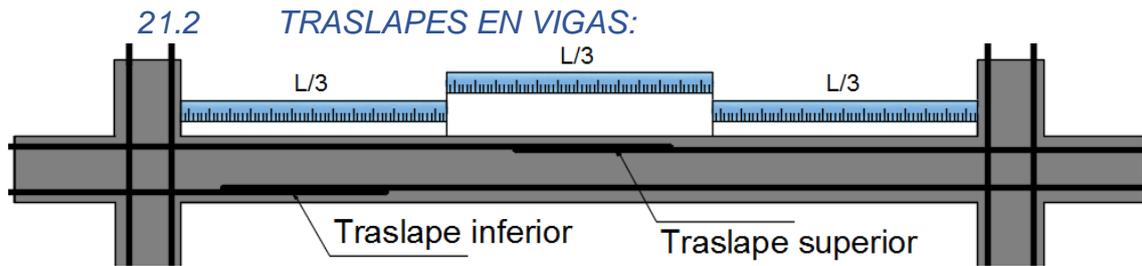


Figura 109: Traslapes en vigas.

- El traslape superior se realizará en el tercio central de la longitud de la viga.
- El traslape inferior se realizará en los tercios extremos de la longitud de la viga.



22. LOSA DE TECHO:

La losa de techo es la encargada de recibir todas las cargas presentes en un nivel y transmitir las a vigas, muros y columnas. También sirven como diafragma rígido, ayudando así a que todo el nivel se desplace de igual forma ante un sismo sin deformarse a nivel de la losa.

22.1 TIPOS DE LOSA DE TECHO:

22.1.1. Losa aligerada unidireccional:

Es aquella losa conformada por viguetas, ladrillos huecos (pandereta) y una pequeña losa superior de 5 cm de espesor. En algunos casos, se puede reemplazar el ladrillo por otro material que aligere la carga de la losa, como el Tecnopor.

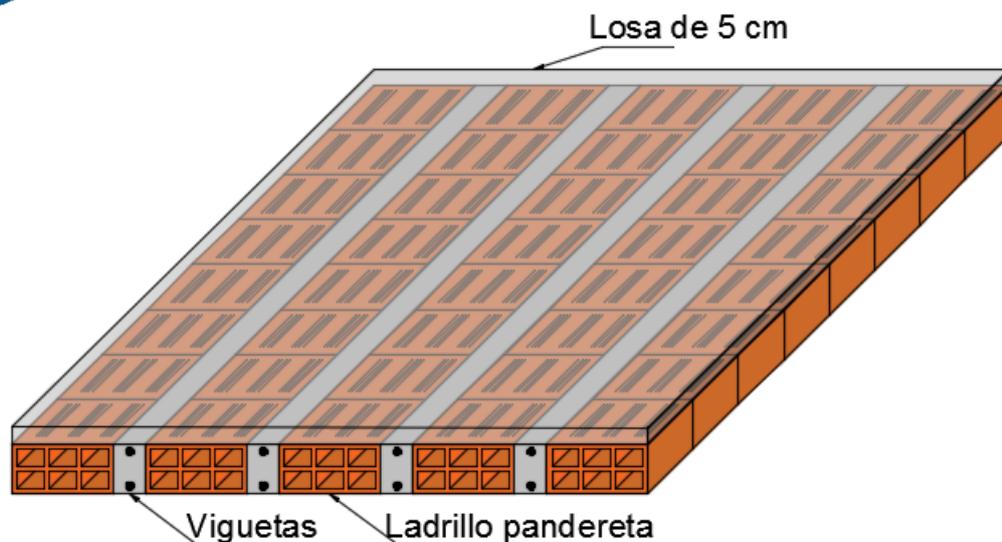


Figura 110: Losa aligerada unidireccional.

22.1.2. *Losa aligerada bidireccional:*

Conformada por los mismos materiales que la losa aligerada unidireccional, con la diferencia de que las viguetas se colocan en ambos sentidos del aligerado.

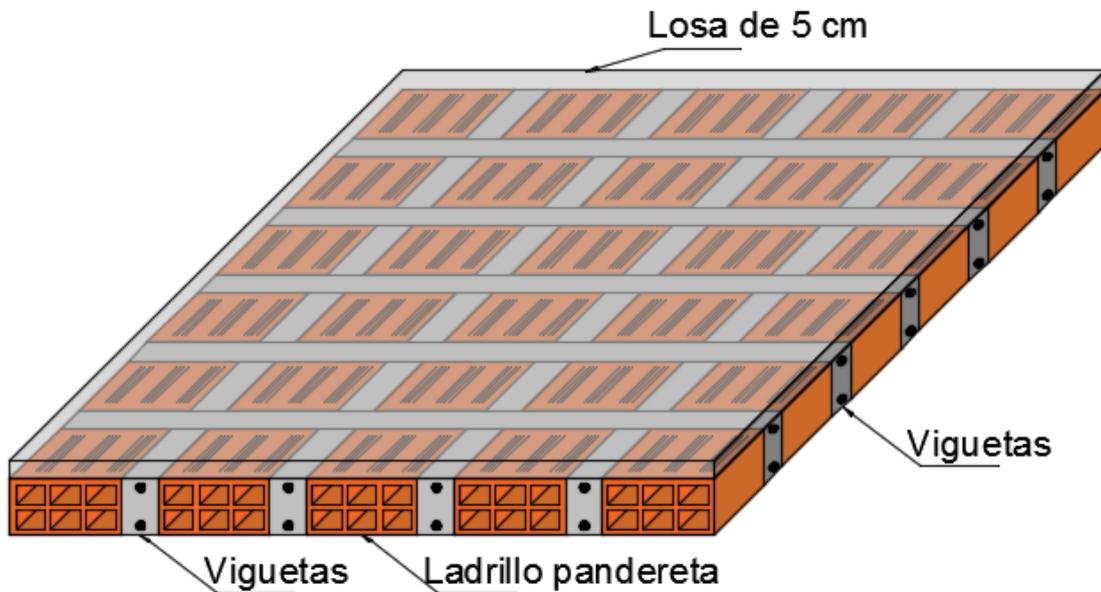


Figura 111: Losa aligerada bidireccional.

22.1.3. *Losa maciza:*

A diferencia de las losas anteriores, esta losa solo está conformada por concreto y acero, es más pesada que las losas anteriores y más resistente a la vez.

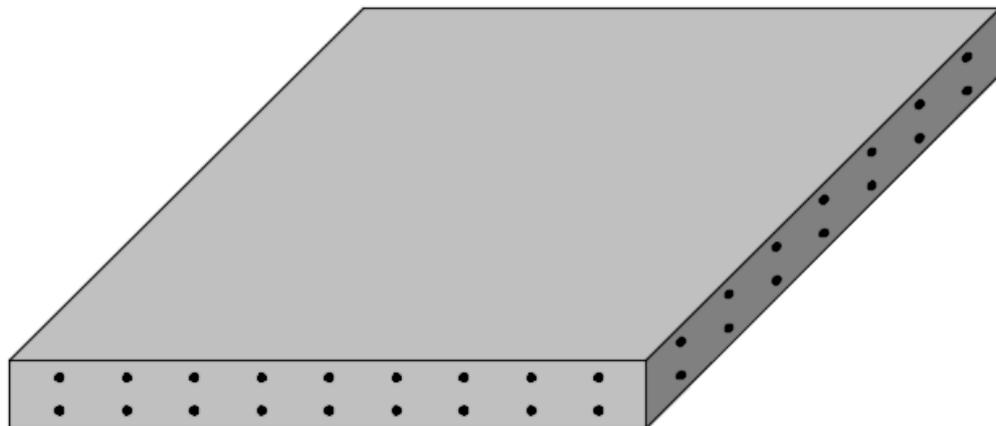


Figura 112: Losa maciza.

22.2 *ESPEORES TÍPICOS DEL ALIGERADO UNIDIRECCIONAL:*

Existen diferentes tipos de ladrillos panderetas para diferentes tipos de aligerados, dependiendo del área de la losa, a mayor área también será mayor el espesor de la losa.

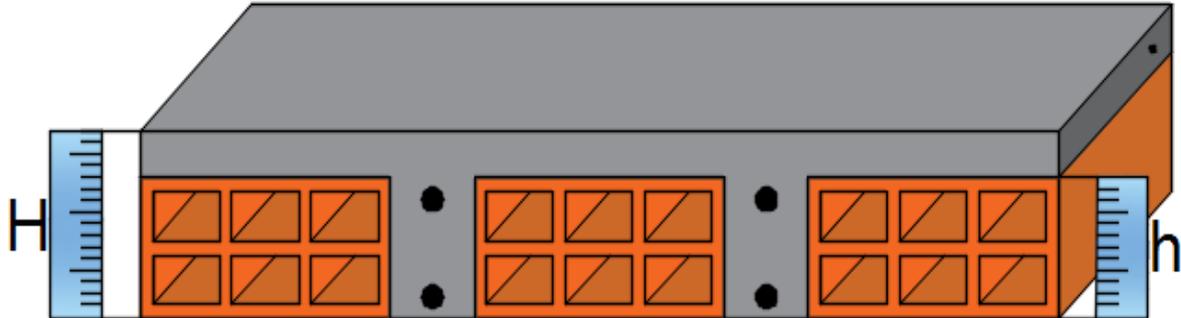


Figura 113: Altura de aligerado.

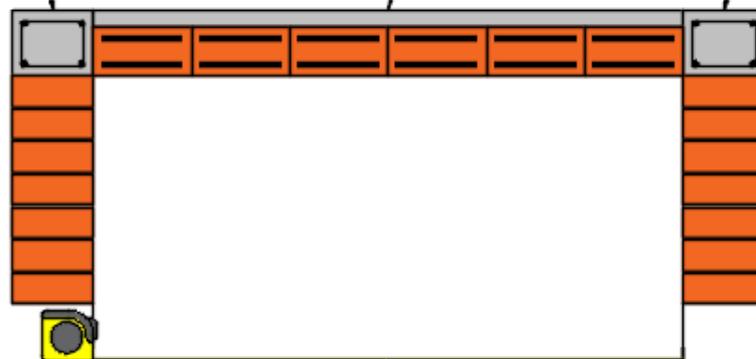
La luz libre se mide de cara a cara de las vigas soleras y se mide en el sentido paralelo al de las viguetas, ya que ellas son las que soportan las cargas del techo.



Viga solera

Losa aligerada

Viga solera



Luz libre

Figura 114: Luz libre del aligerado.

Altura de aligerado (cm)	Altura de pandereta (cm)	Luz libre máxima (m)
17	12	4
20	15	5
25	20	6
30	30	7

Tabla 8: Altura del aligerado en función a la luz libre máxima.

22.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE ALIGERADO
UNIDIRECCIONAL:

- Primero se arma el encofrado de la losa aligerada, para poder ubicar todos los elementos de la losa.³⁹

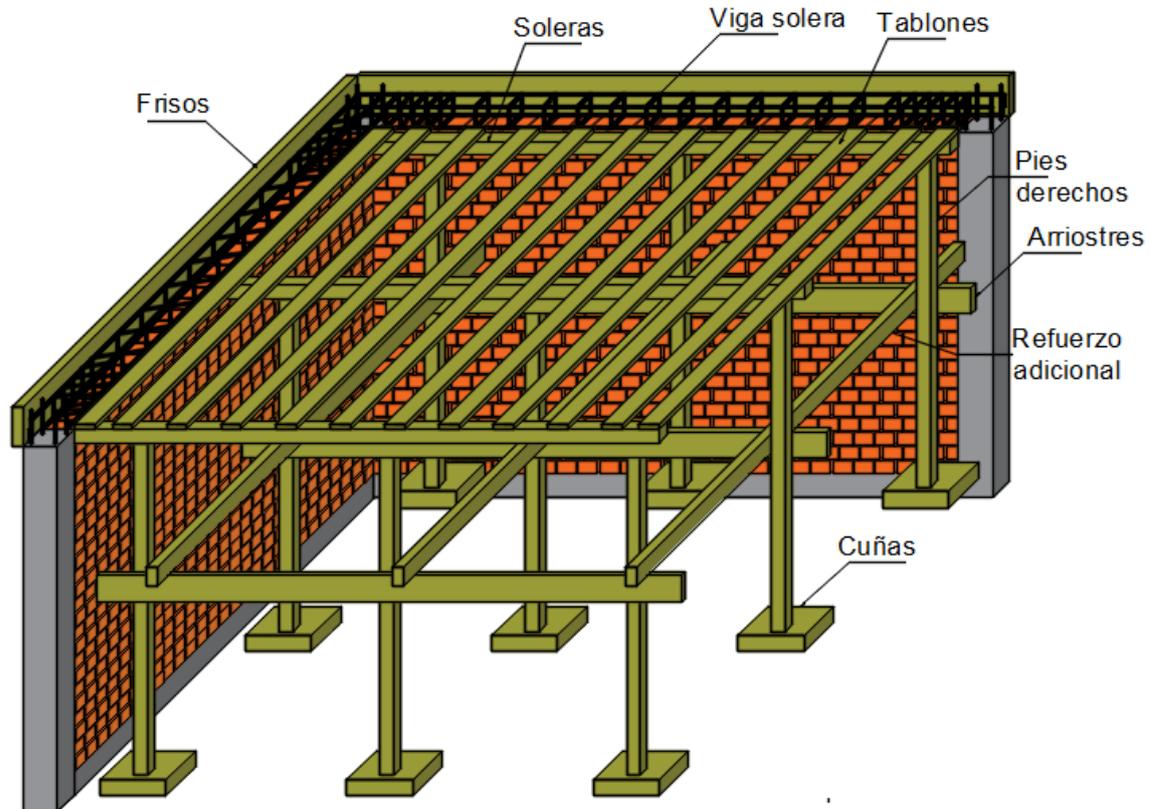


Figura 115: Encofrado de losa aligerada unidireccional.

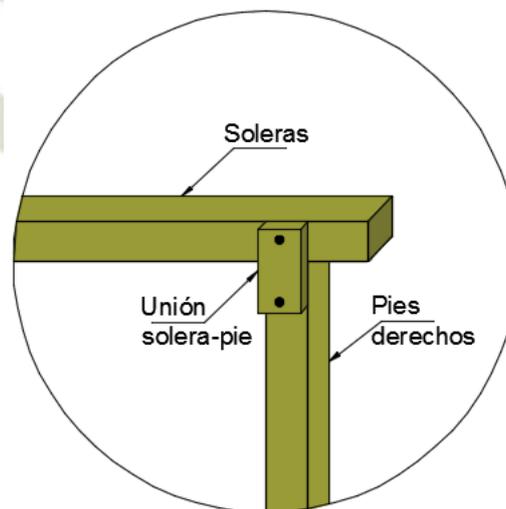


Figura 116: Unión solera-pie derecho

³⁹ Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.

La superficie en la que se apoya el encofrado debe ser firme, de tal manera que este sea estable y no se deforme al realizar el vaciado.

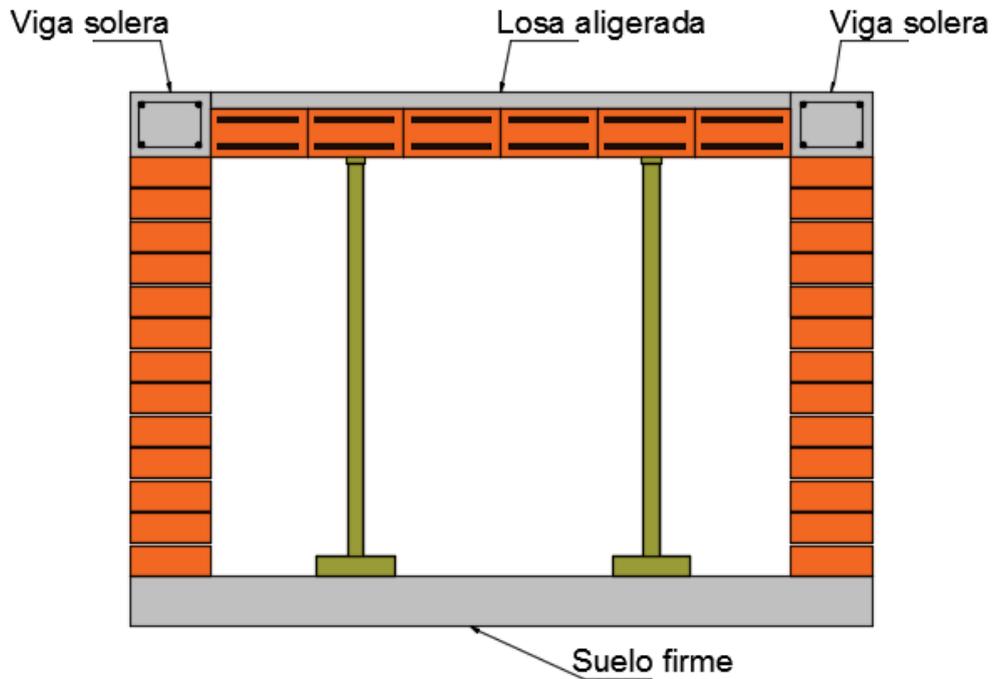


Figura 117: Encofrado sobre suelo firme.

Una vez colocado el encofrado, se procede a poner los aceros de las viguetas sobre los tablonces, dejando el espacio necesario para colocar posteriormente los ladrillos pandereta.

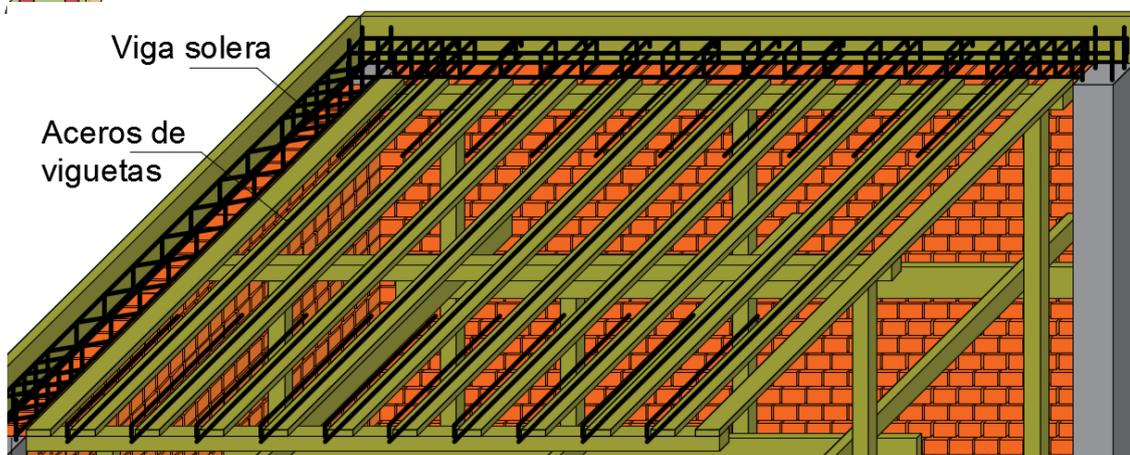


Figura 118: Colocación de acero de viguetas.

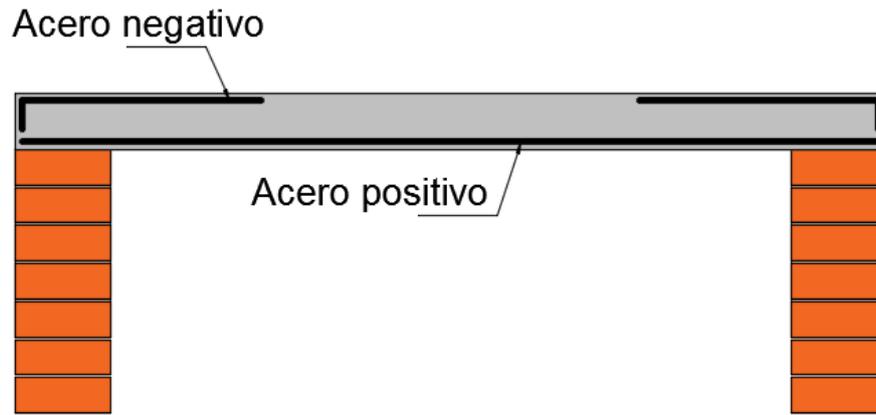


Figura 119: Detalle de acero en viguetas.

Ubicamos los ladrillos entre los tablonces, de tal forma que queden intercaladas una vigueta y una fila de ladrillos pandereta.

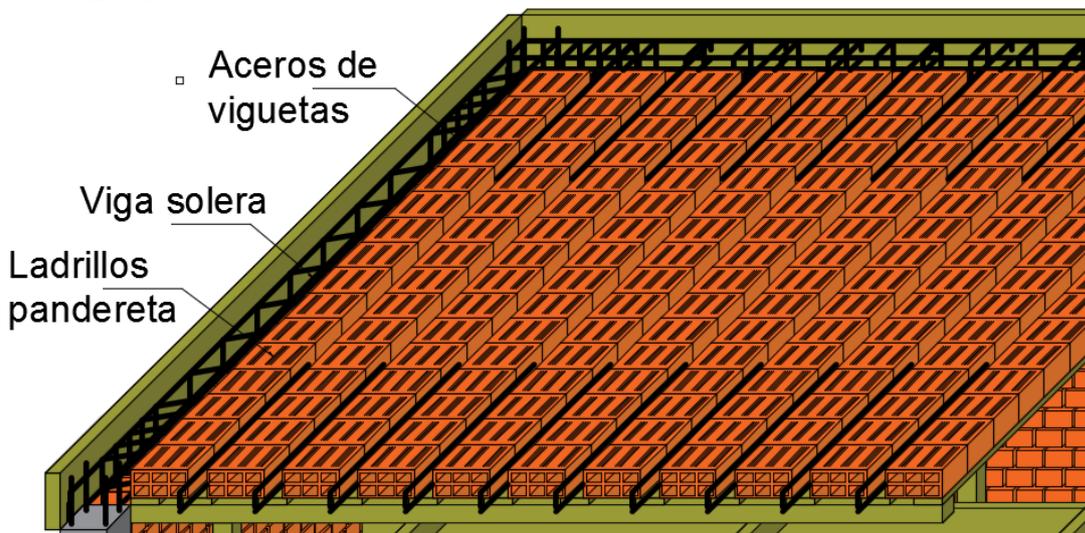


Figura 120: Colocación de ladrillo pandereta.

- Colocar cubos de concreto para mantener el recubrimiento de viguetas:⁴⁰

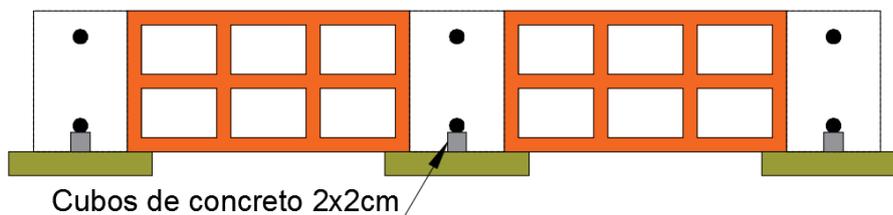


Figura 121: Cubos de concreto en viguetas

⁴⁰ Manual de construcción para propietarios, Aceros Arequipa, capítulo 7. Procedimientos por partidas, numeral 7. Techos.

Después se colocan los aceros de temperatura encima, en sentido perpendicular a las viguetas, estos aceros no deben estar en contacto con los ladrillos, se ubican en la losa superior de 5 cm de espesor.

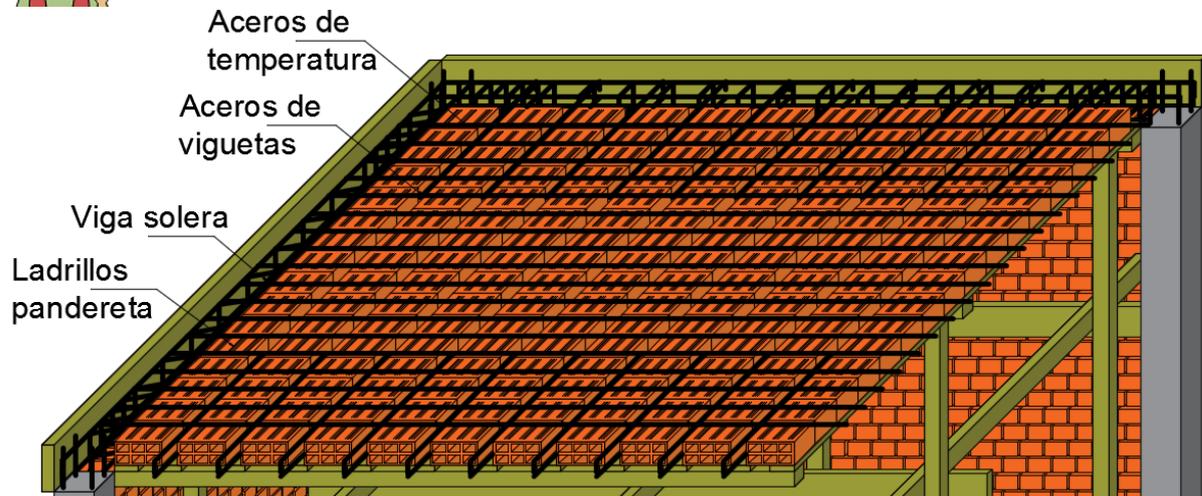


Figura 122: Colocación de acero de temperatura.

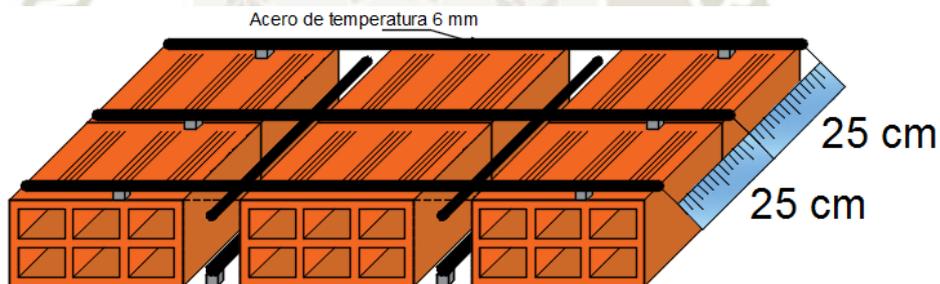


Figura 123: Detalle de acero de temperatura.

Una vez colocado el acero de temperatura y las tuberías, procedemos a realizar el vaciado de la losa y vigas en conjunto.

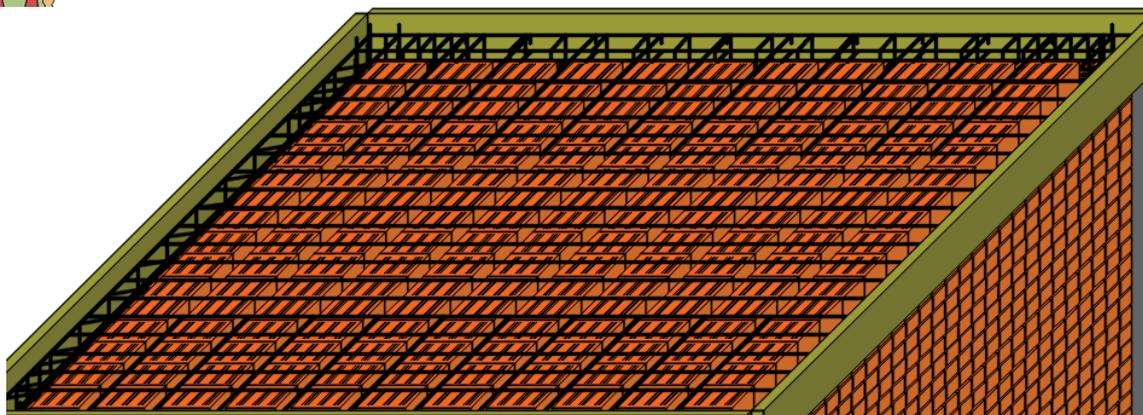
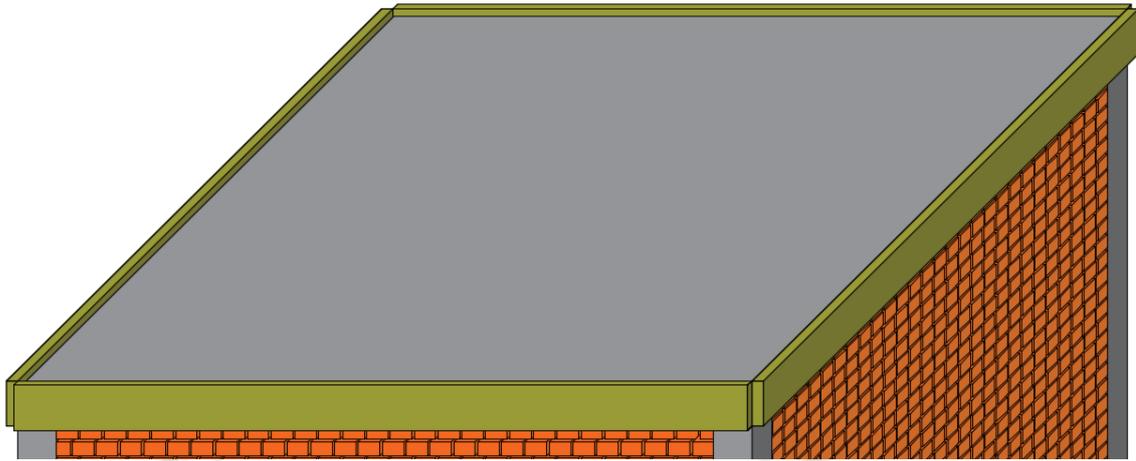


Figura 124: Losa aligerada antes de vaciado



Se realizará el curado de la losa en los próximos 7 días, iniciando el mismo día del vaciado, creando sectores en la losa con arena en los contornos.



Figura 125: Losa aligerada después del vaciado.

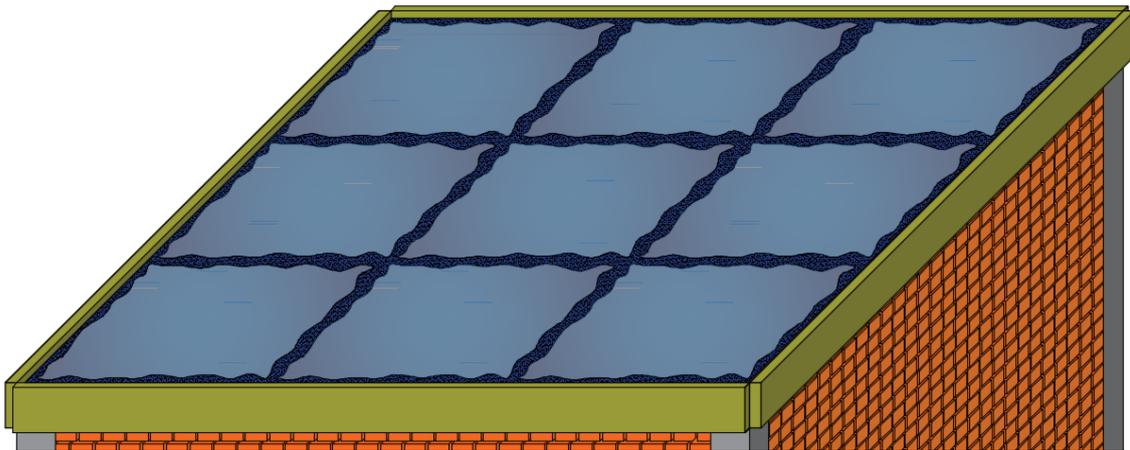


Figura 126: Curado de losa aligerada.

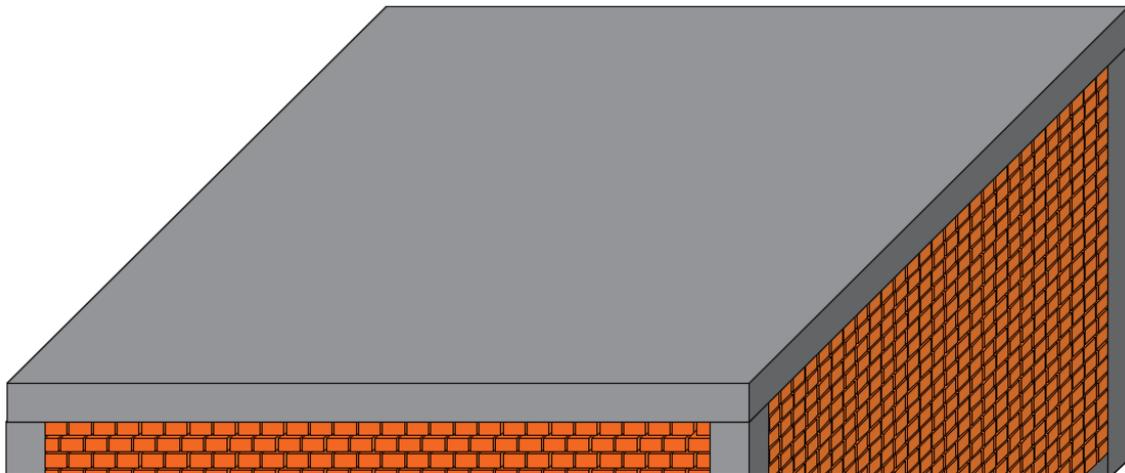


Figura 127: Losa después del curado.

22.4 REFUERZOS DE VIGUETAS EN ALIGERADOS UNIDIRECCIONALES PARA DIFERENTES LUCES:

Dado que por la losa pasan tuberías de agua y desagüe, es recomendable que el tamaño mínimo de la losa a utilizar sea de 20 cm de espesor, por ello sólo se especificarán los refuerzos para viguetas de losa de dicho espesor. También es importante aclarar que las losas fueron diseñadas para ser utilizadas en una vivienda, de ser una construcción destinada a otro uso, se deberá consultar con un ingeniero civil para su correcto diseño.



22.4.1. Medición y lectura de aceros de refuerzo en viguetas::

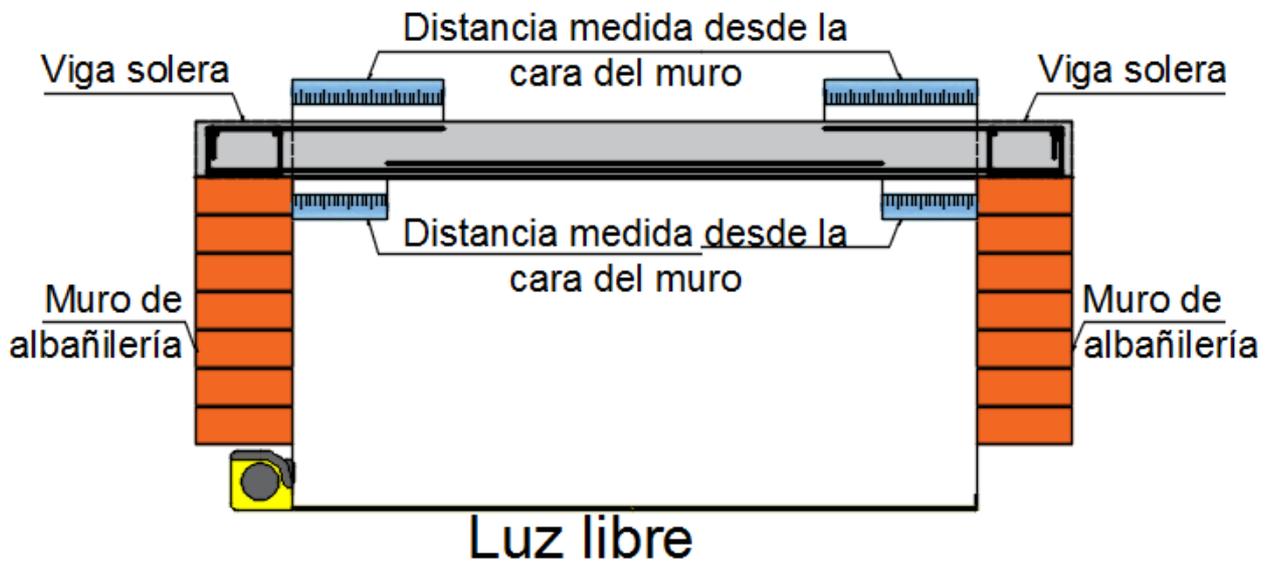


Figura 128: Medida de cara de muro a barras.

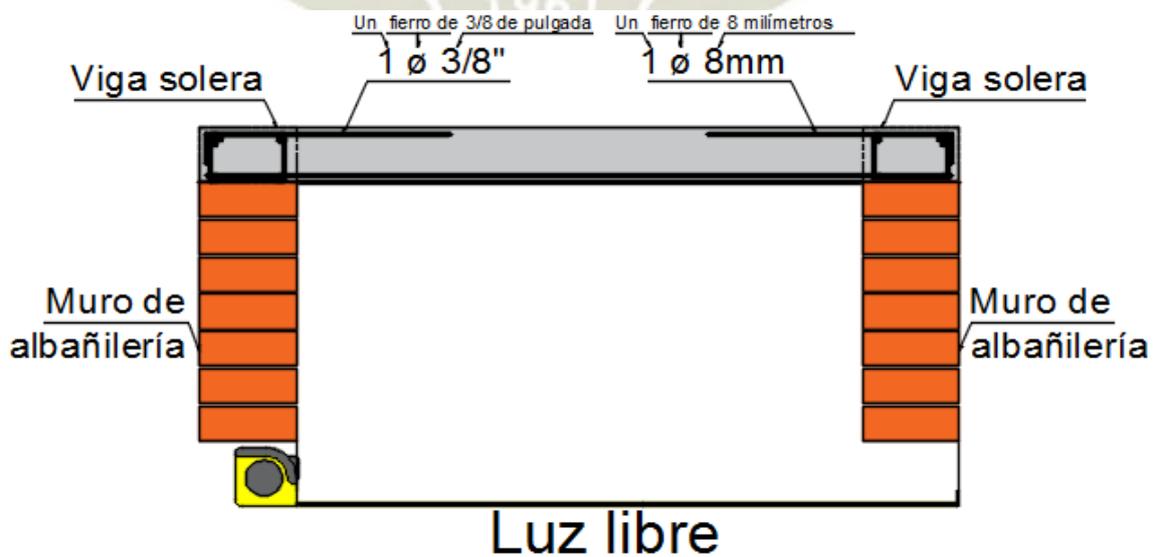
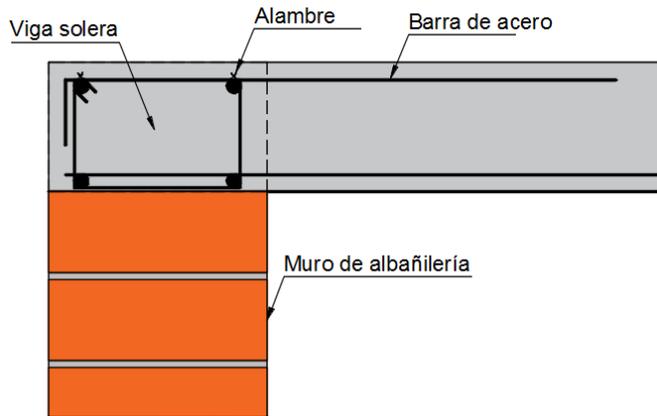


Figura 129: Lectura de aceros de refuerzo.



Amarrar la barra de acero superior a la viga solera con alambre # 16 para fijar el refuerzo en su lugar.



Figura 130: Fijación de barra de acero de losa aligerada.

22.4.2. Refuerzo de viguetas de un tramo:

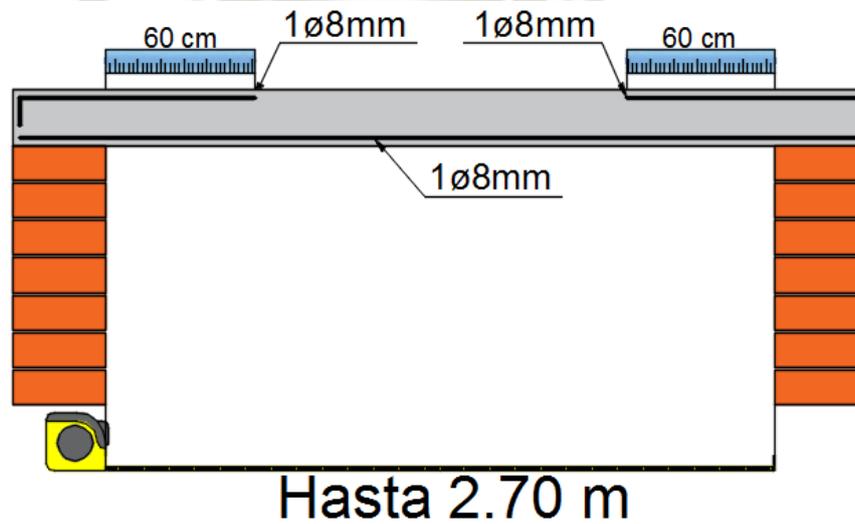


Figura 131: Refuerzo en vigueta hasta 2.70 m.

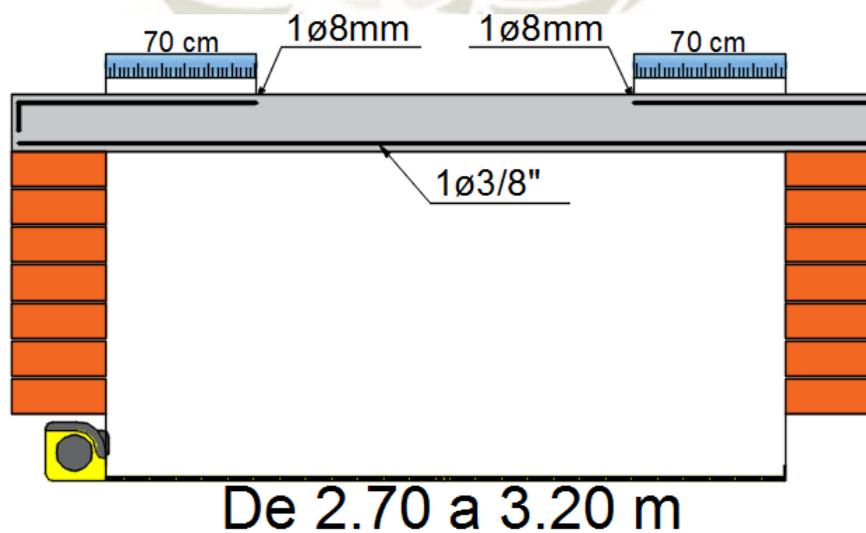


Figura 132: Refuerzo en vigueta hasta 3.20 m.

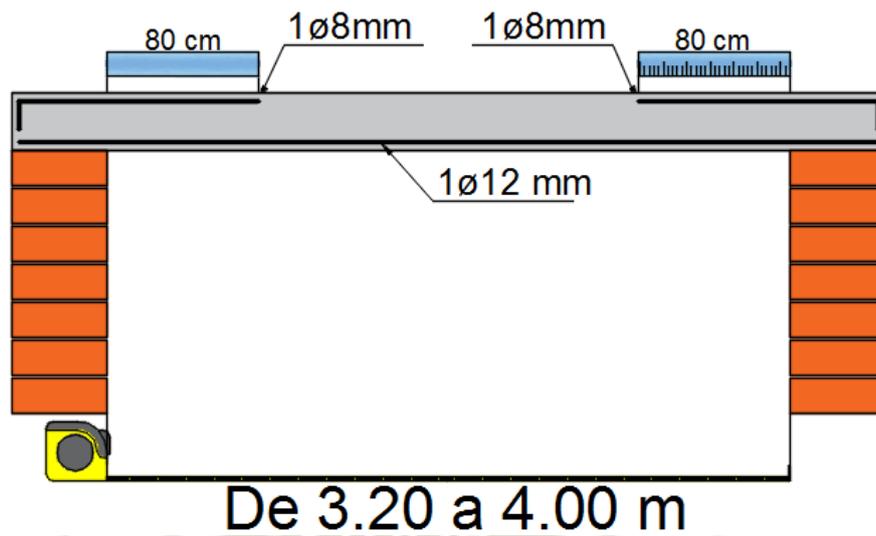


Figura 133: Refuerzo de vigueta hasta 4.00 m.

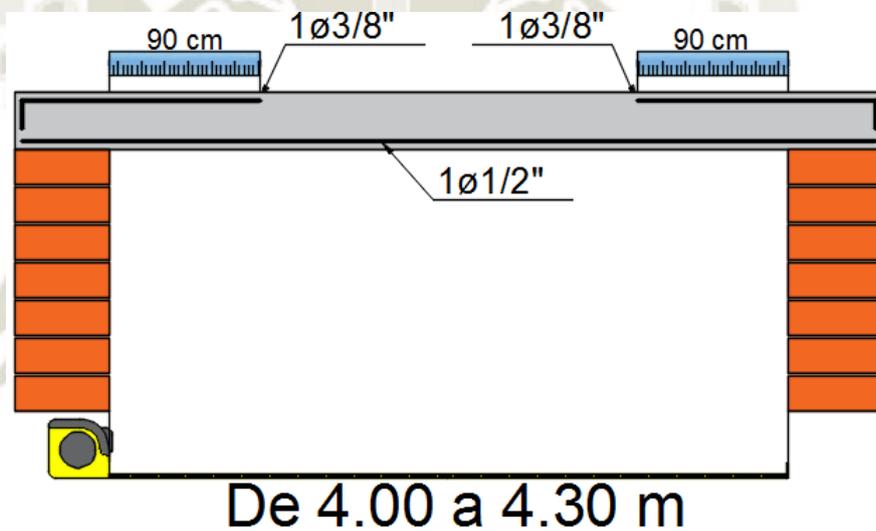


Figura 134: Refuerzo de vigueta hasta 4.30 m.

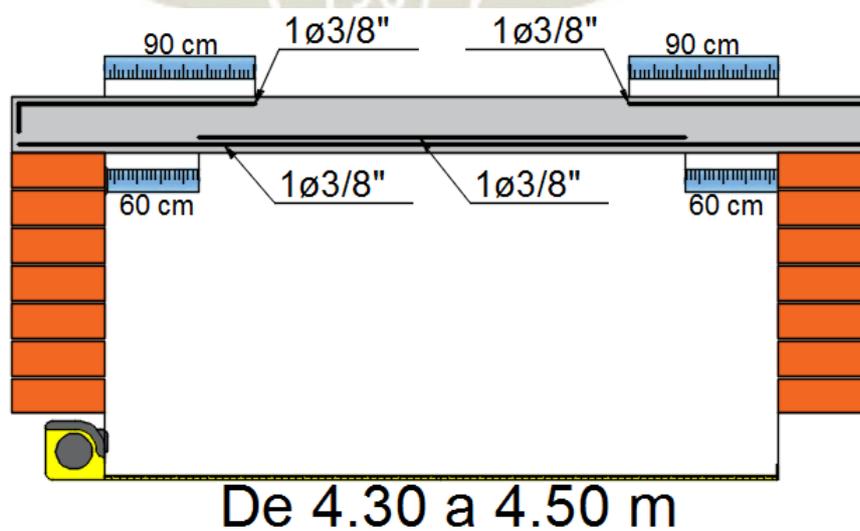


Figura 135: Refuerzo de vigueta hasta 4.50 m.

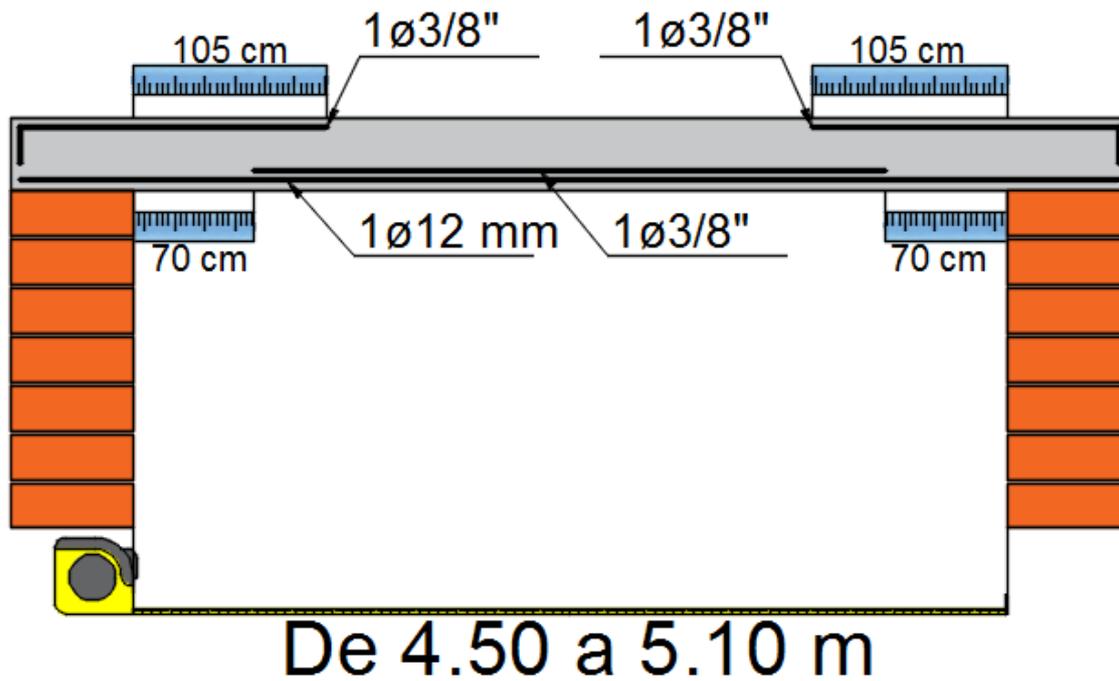


Figura 136: Refuerzo de vigueta hasta 5.10 m.

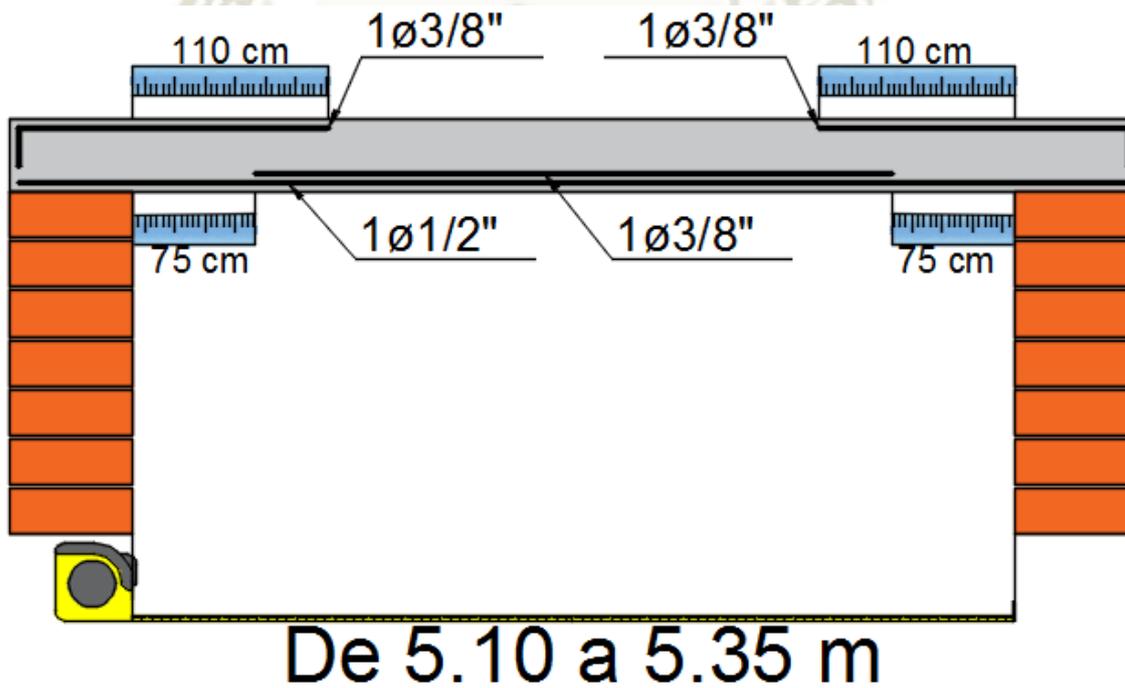


Figura 137: Refuerzo de vigueta hasta 5.35 m.

22.4.3. Refuerzo de viguetas de dos tramos

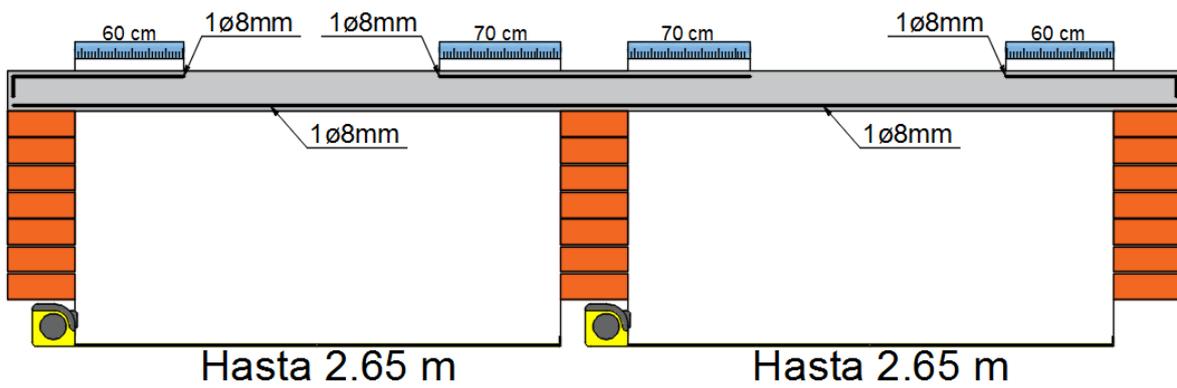


Figura 138: Refuerzo de vigueta hasta 2.65 m por tramo.

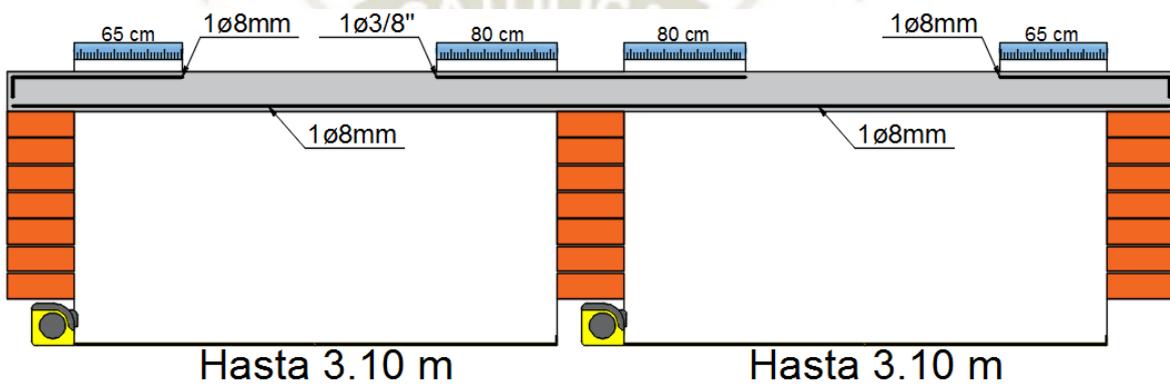


Figura 139: Refuerzo de vigueta hasta 3.10 m por tramo.

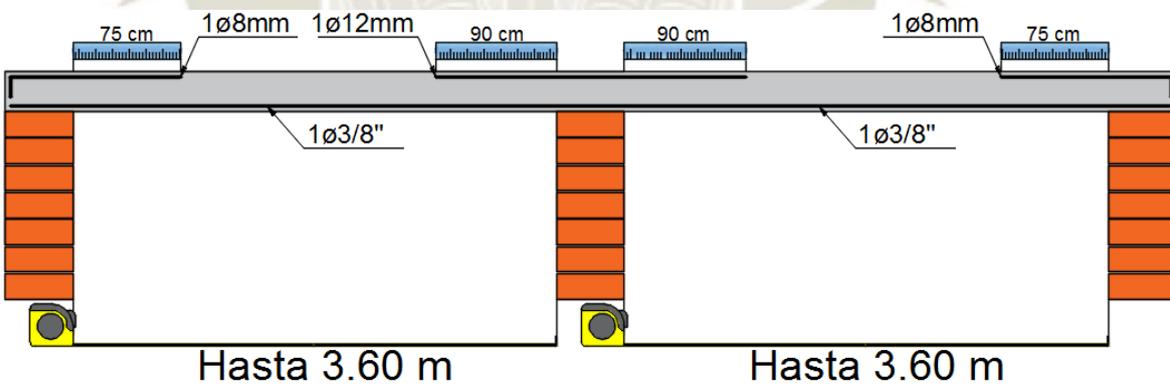


Figura 140: Refuerzo de vigueta hasta 3.6 m por tramo.

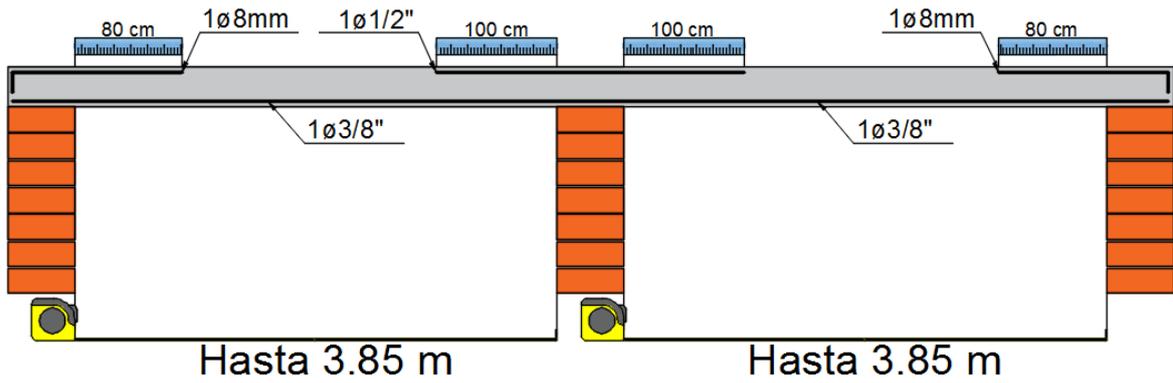


Figura 141: Refuerzo de vigueta hasta 3.85 m por tramo.

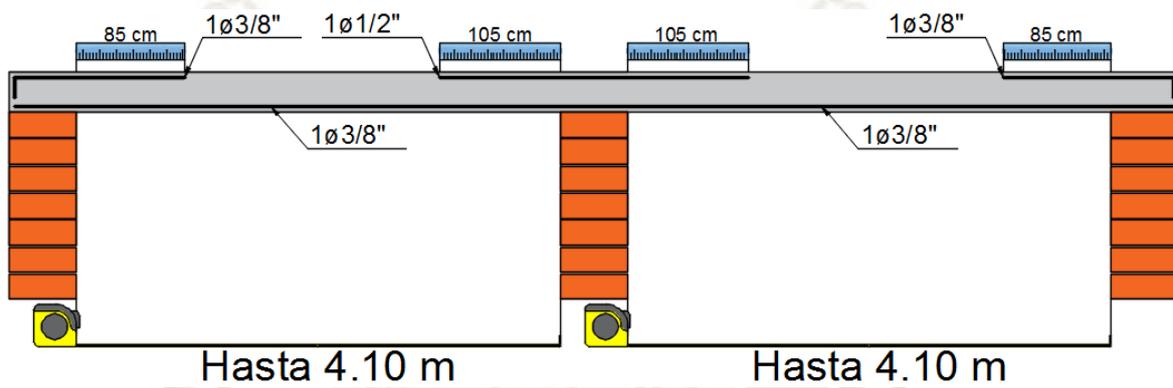


Figura 142: Refuerzo de vigueta hasta 4.10 m por tramo.

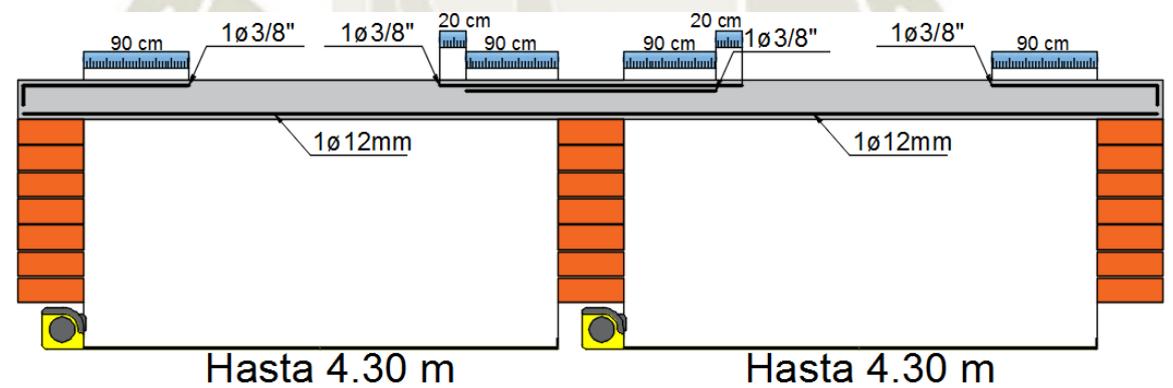


Figura 143: Refuerzo de vigueta hasta 4.30 m por tramo.

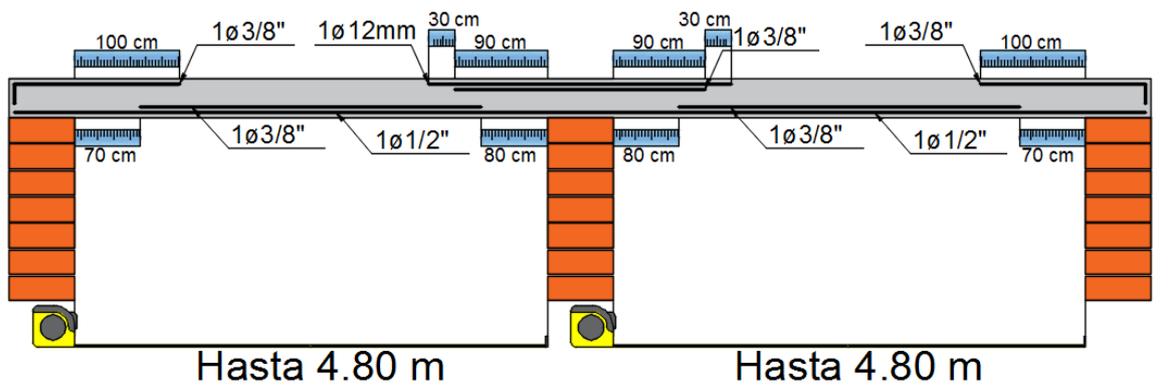


Figura 144: Refuerzo de vigueta hasta 4.80 m por tramo.

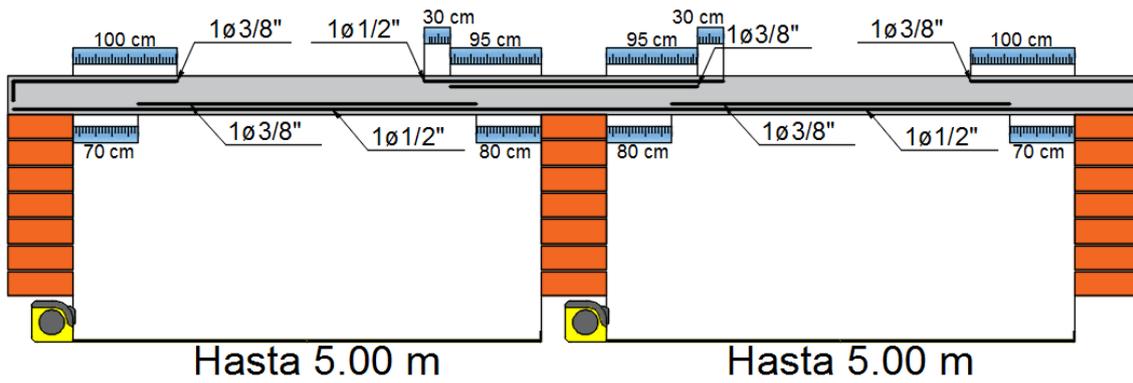


Figura 145: Refuerzo de vigueta hasta 5.00 m por tramo.

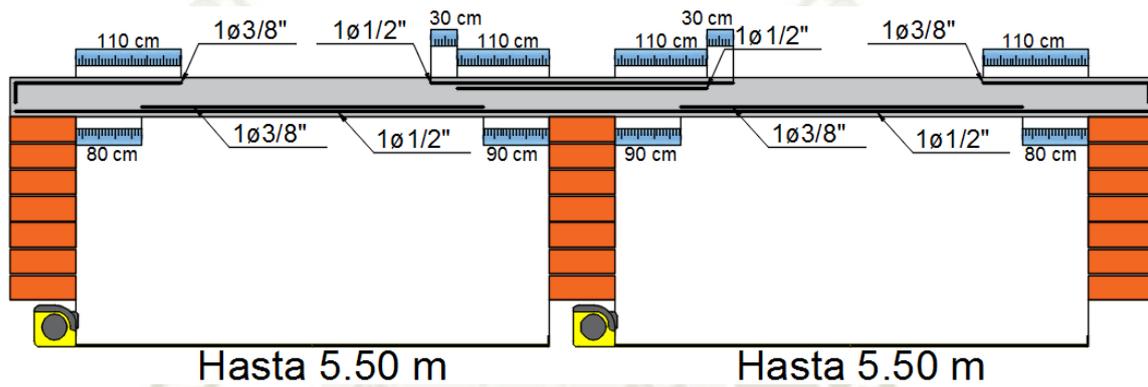


Figura 146: Refuerzo de vigueta hasta 5.50 m por tramo.

22.4.4. Refuerzo de viguetas de un tramo con tabique encima:

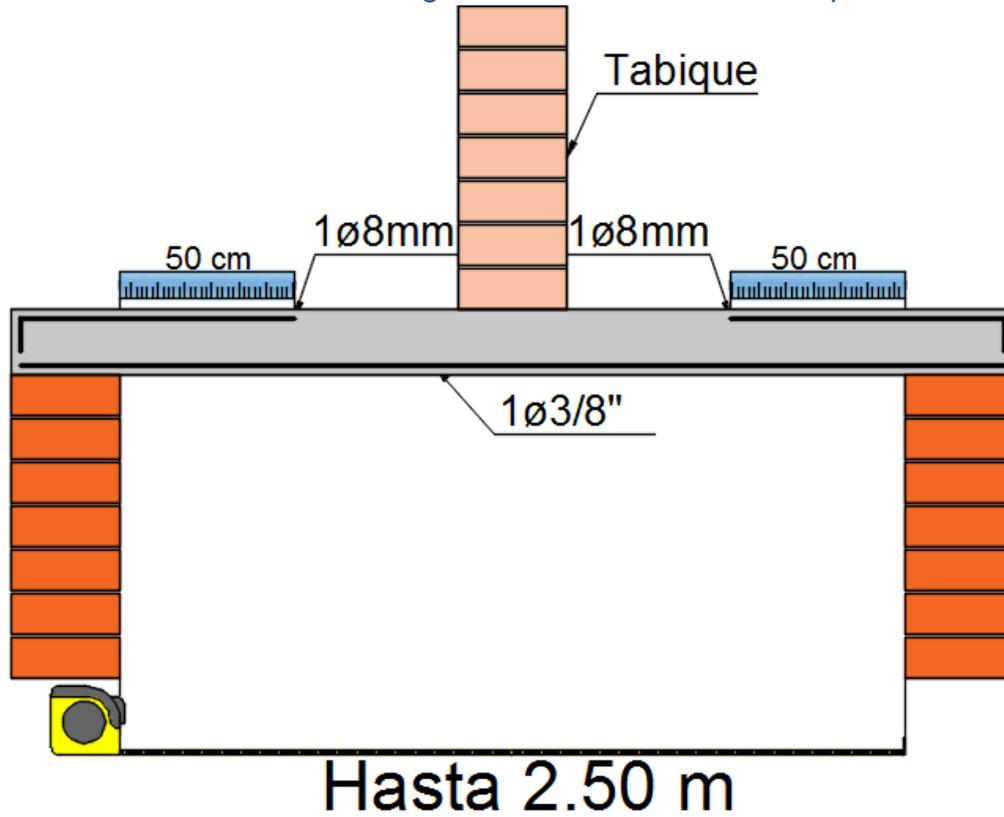


Figura 147: Refuerzo de vigueta hasta 2.50 m con tabique encima.

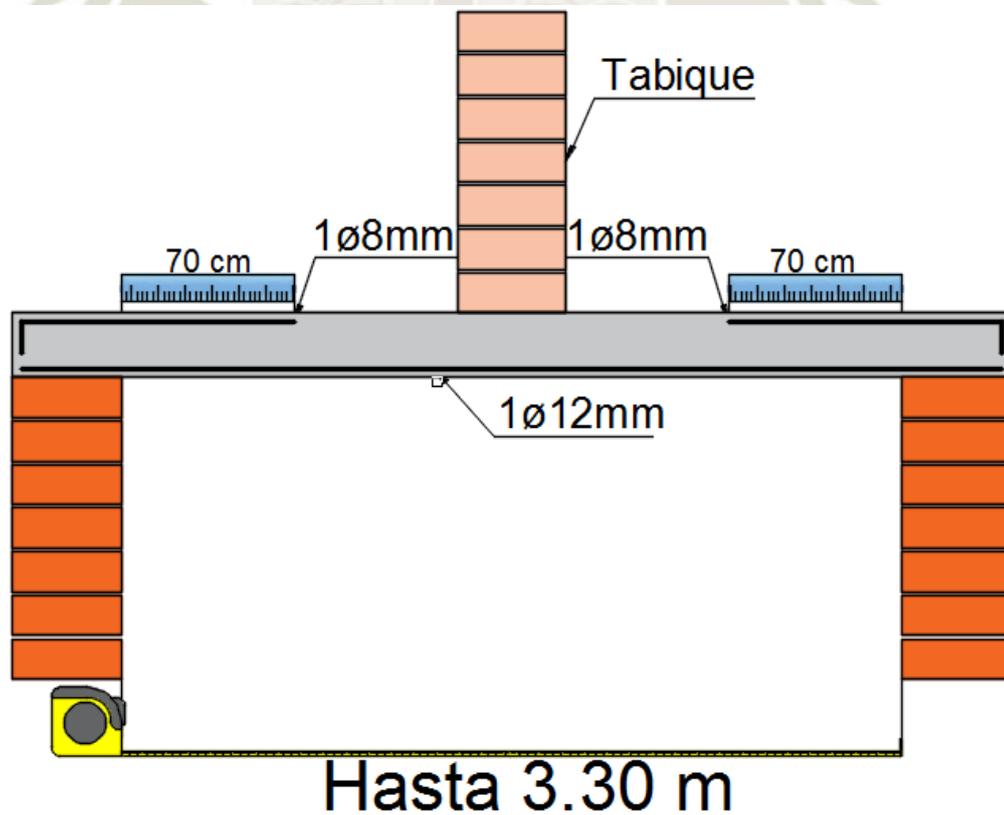


Figura 148: Refuerzo de vigueta hasta 3.30 m con tabique encima.

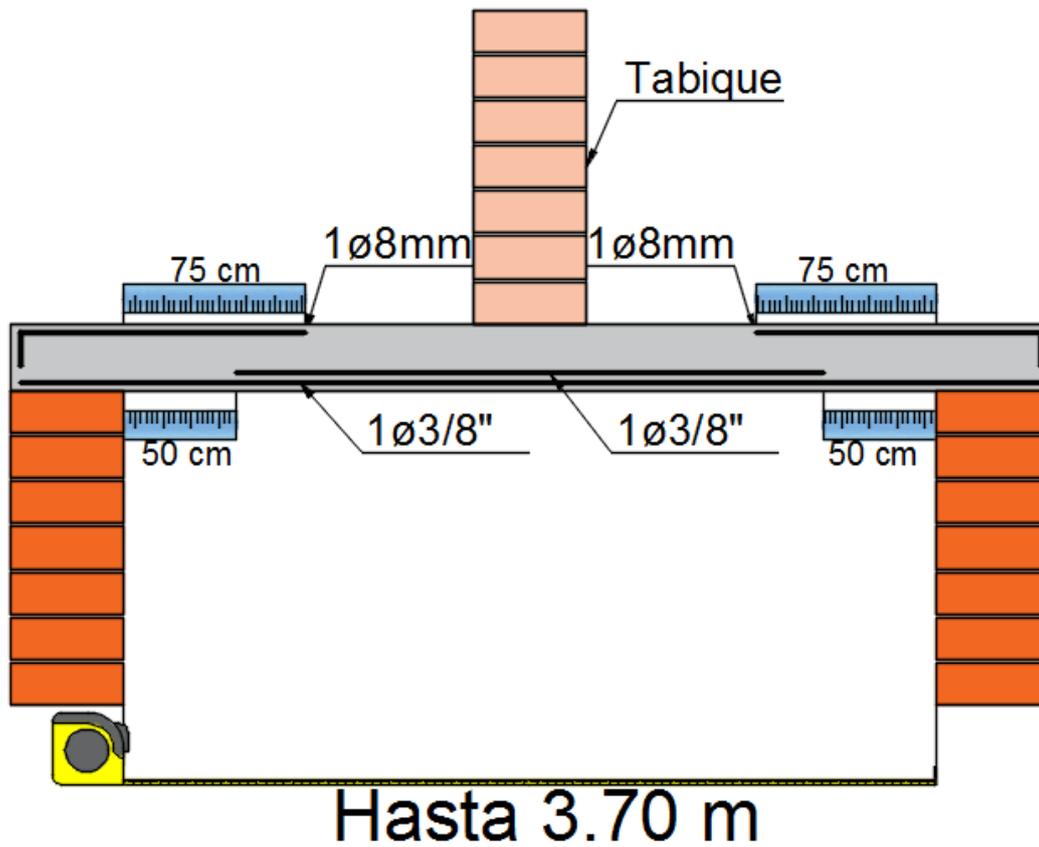


Figura 149: Refuerzo de vigueta hasta 3.70 m con tabique encima.

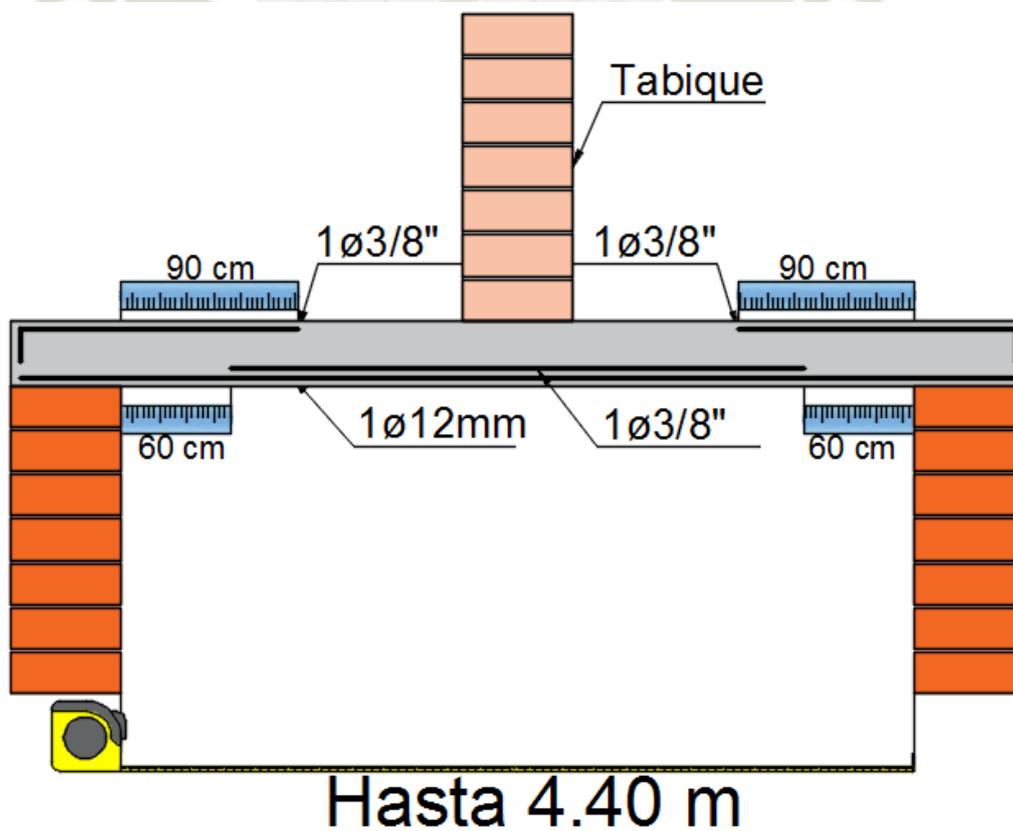


Figura 150: Refuerzo de vigueta hasta 4.40 m con tabique encima.

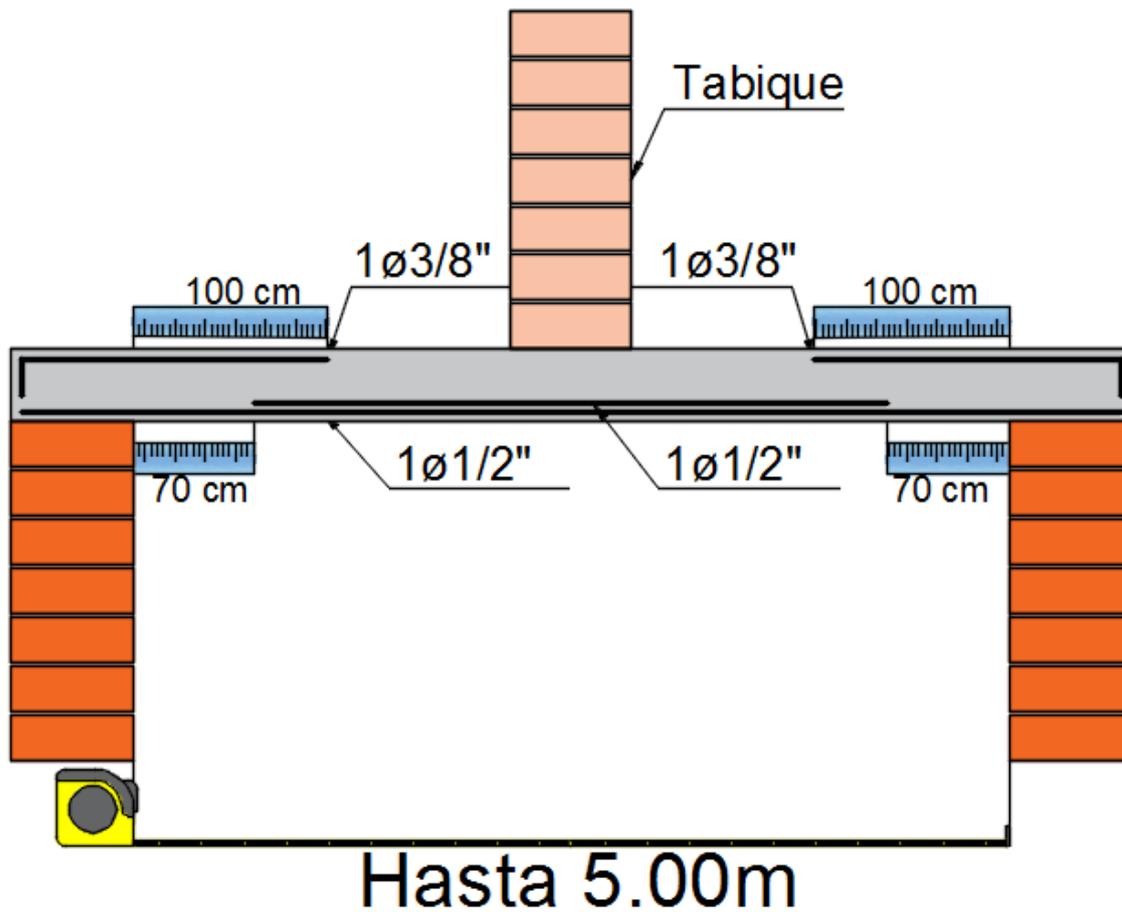


Figura 151: Refuerzo de vigueta hasta 5.00 m con tabique encima.

22.4.5. Refuerzo de viguetas de dos tramos con tabique encima:

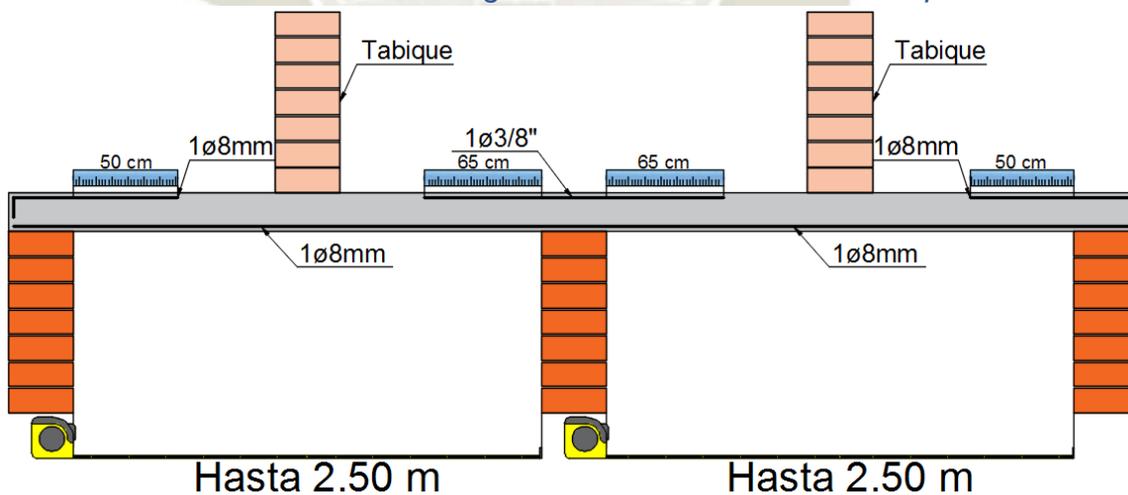


Figura 152: Refuerzo de vigueta hasta 2.50 m por tramo, con tabique encima.

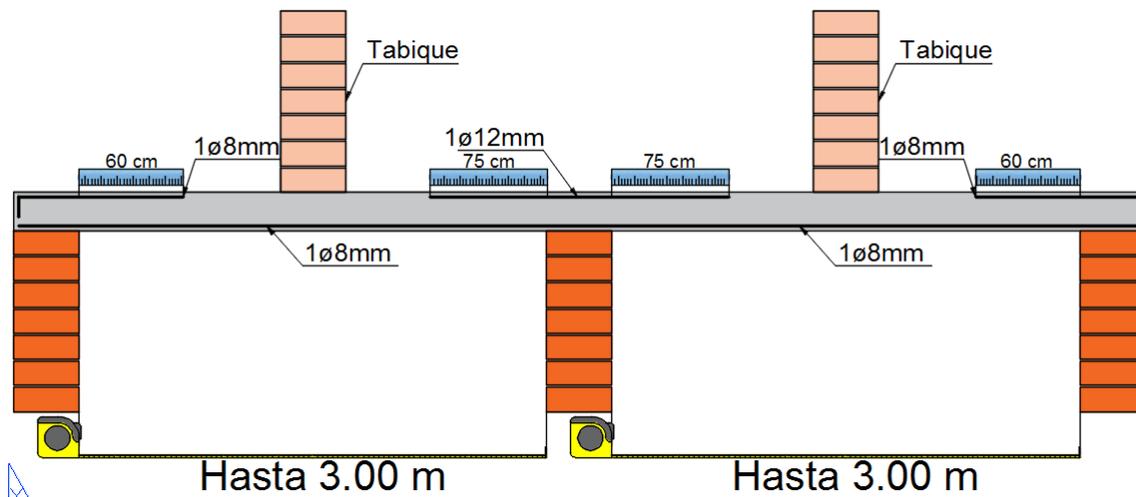


Figura 153: Refuerzo de vigueta hasta 3.00 m por tramo, con tabique encima.

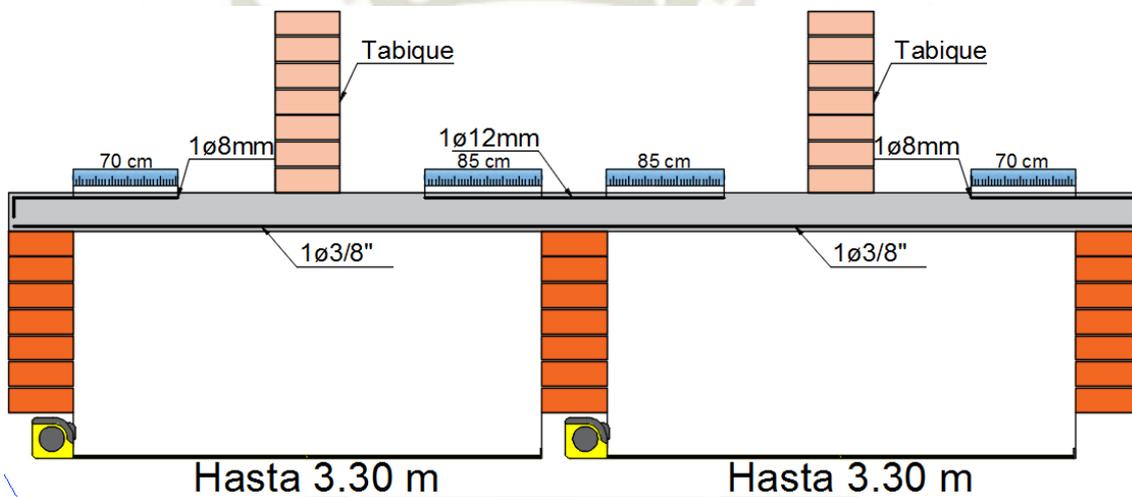


Figura 154: Refuerzo de vigueta hasta 3.30 m por tramo, con tabique encima.

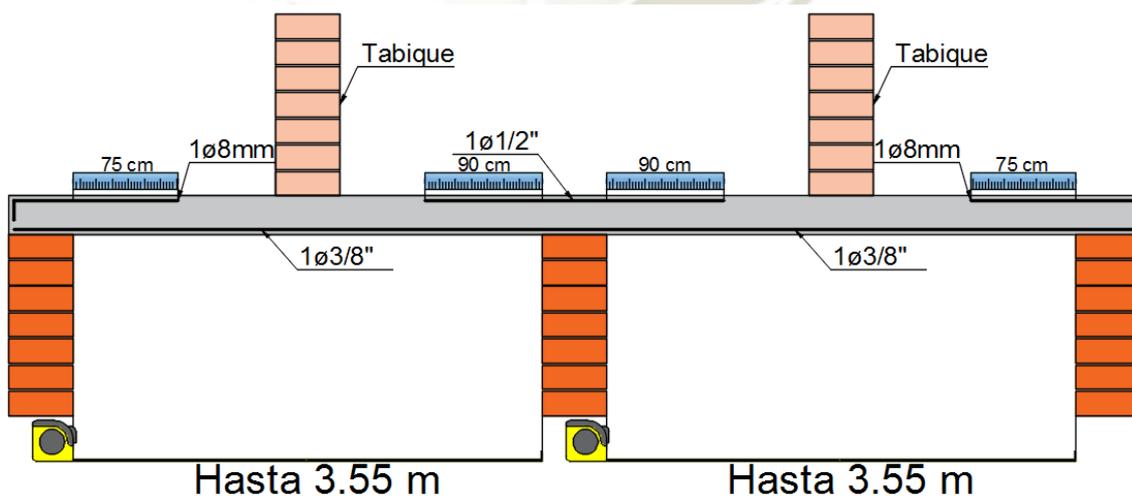


Figura 155: Refuerzo de vigueta hasta 3.55 m por tramo, con tabique encima.

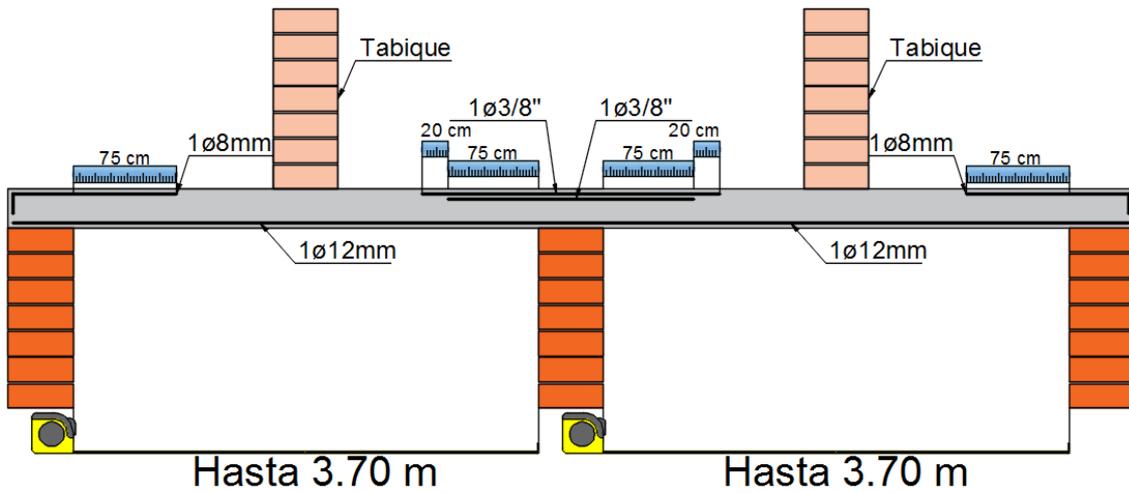


Figura 156: Refuerzo de vigueta hasta 3.70 m por tramo, con tabique encima.

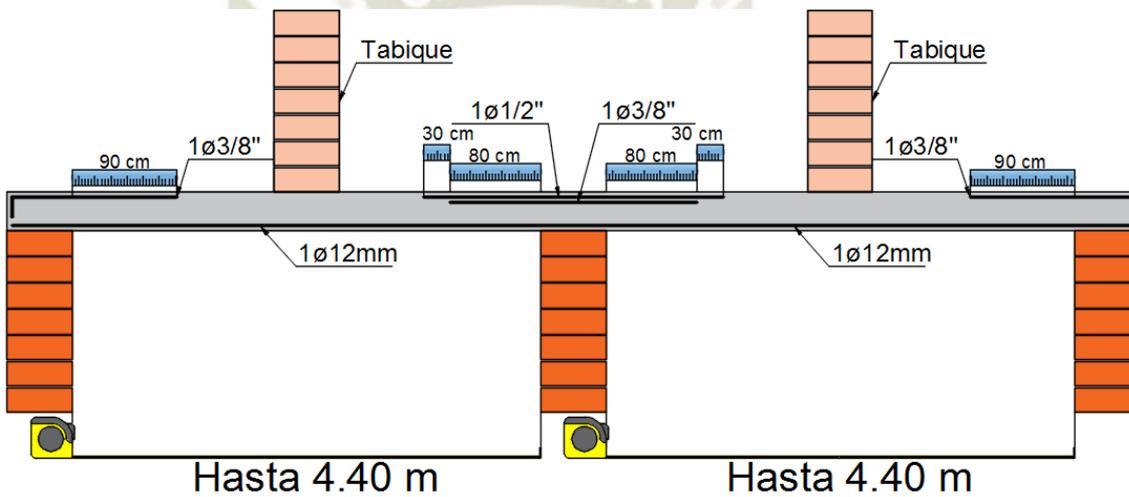


Figura 157: Refuerzo de vigueta hasta 4.40 m por tramo, con tabique encima.

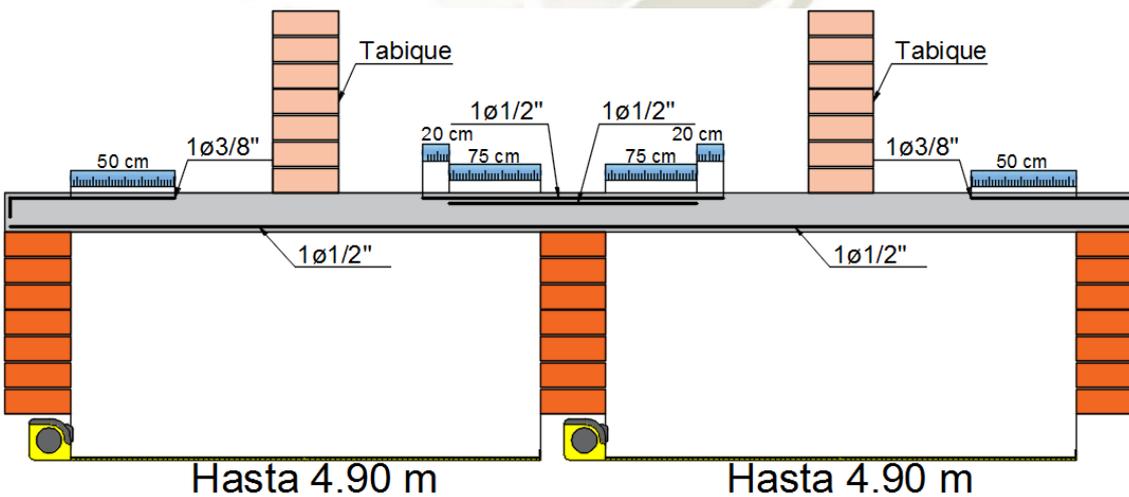


Figura 158: Refuerzo de vigueta hasta 2.50 m por tramo, con tabique encima.

Cuando la losa cargue directamente un tabique en la dirección del aligerado, es recomendable que, en lugar de usar una vigueta, se coloque una viga chata en su lugar.

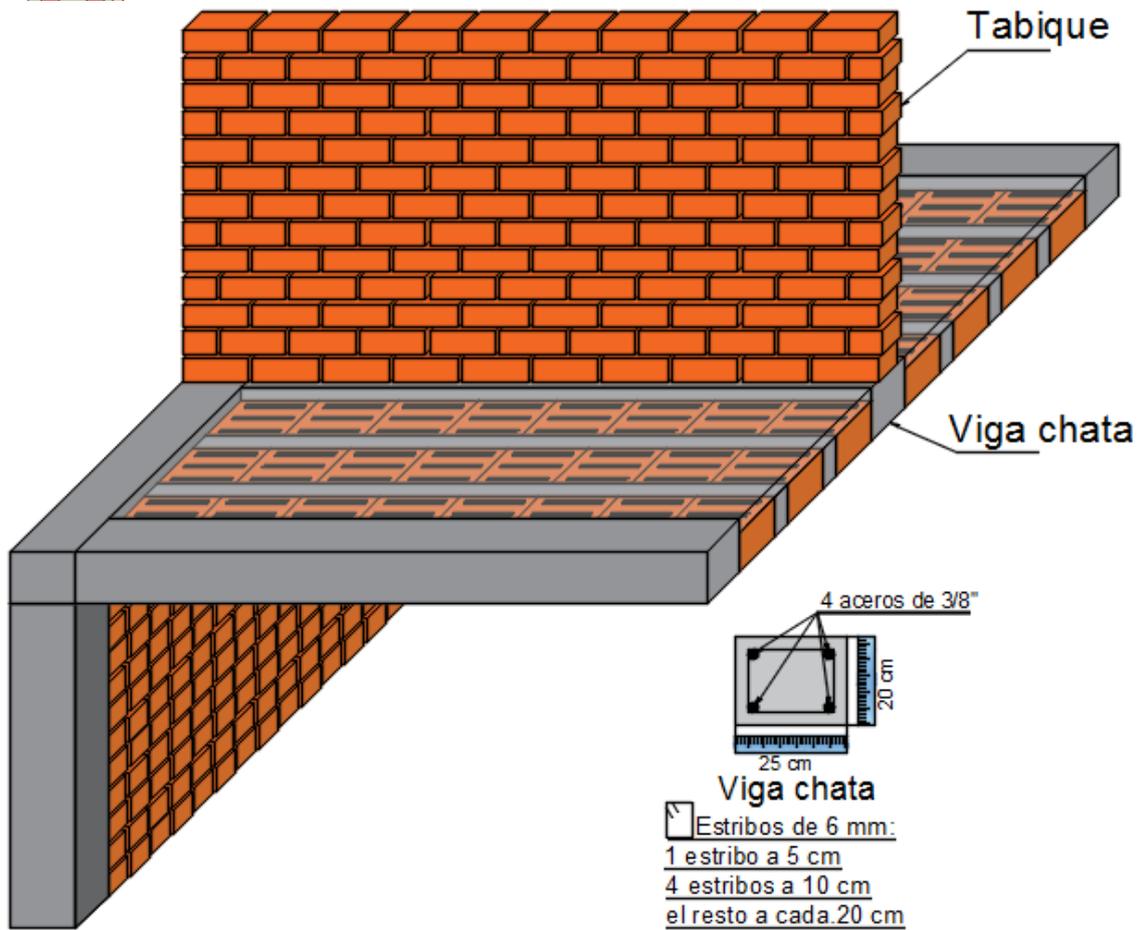


Figura 159: Detalle de tabique sobre viga chata.

23. CONSIDERACIONES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS:

Las instalaciones sanitarias y eléctricas son importantes en nuestra vivienda, ya que nos brindan una mejor calidad de vida al momento de residir en la vivienda, como servicios de agua, desagüe, luz eléctrica, etc. Es por ello que es importante considerarlas al momento de construir, para no debilitar elementos estructurales de manera innecesaria.



Para ello, debemos tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los tubos para instalaciones eléctricas, telefónicas, etc. Sólo se alojarán en los muros cuando tengan un diámetro máximo de 5.5 cm. Se colocarán los tubos en cavidades dejadas durante la construcción del muro, que se rellenará luego con concreto, siendo el recorrido de las tuberías vertical. No se picará el muro para alojarlas en el mismo. ⁴¹

CORRECTO

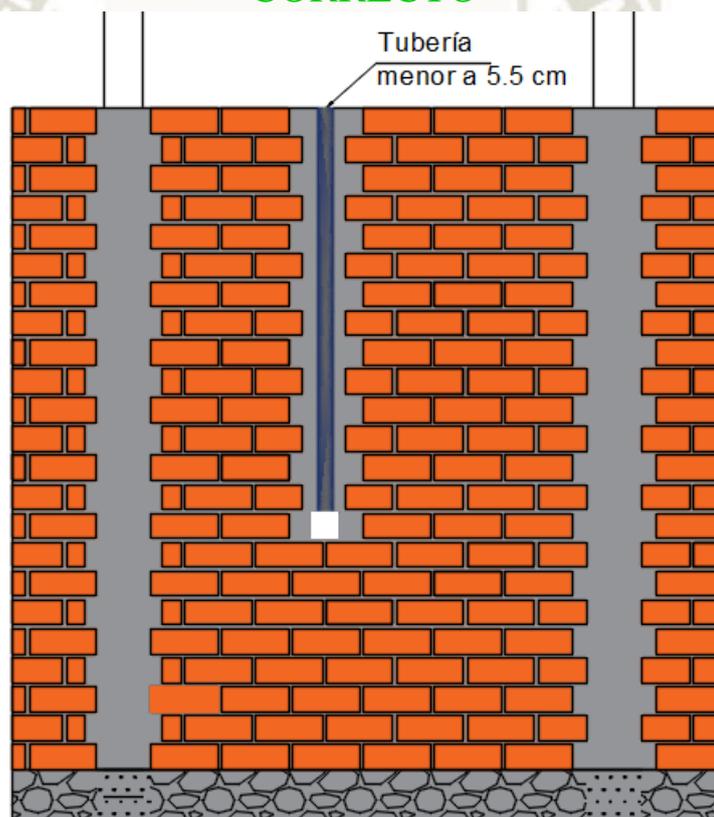


Figura 160: Correcta colocación de tuberías menores a 5.5 cm.

⁴¹ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 2. Requisitos generales, numeral 6.

INCORRECTO

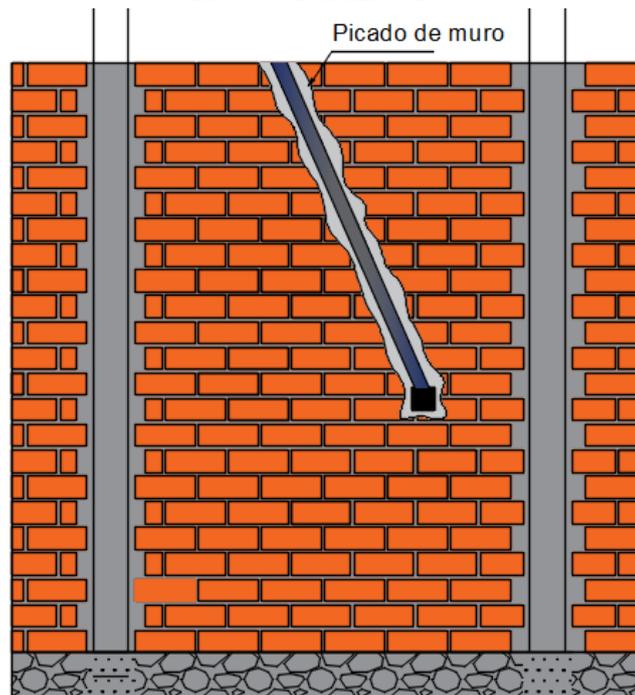


Figura 161: Incorrecta colocación de tuberías menores a 5.5 cm.

- Los tubos para instalaciones mayores a 5.5 cm, tendrán recorridos fuera de los muros portantes, en falsas columnas o muros no portantes.⁴²



Figura 162: Correcta colocación de tuberías mayores a 5.5 cm.

⁴² Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 2. Requisitos generales, numeral 7.

Los ductos, tuberías e insertos que pasen a través de la losa, muros o vigas, no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura, por ejemplo:⁴³

- Las tuberías no deberán ubicarse en las columnas ya sean de confinamiento o columnas aisladas.

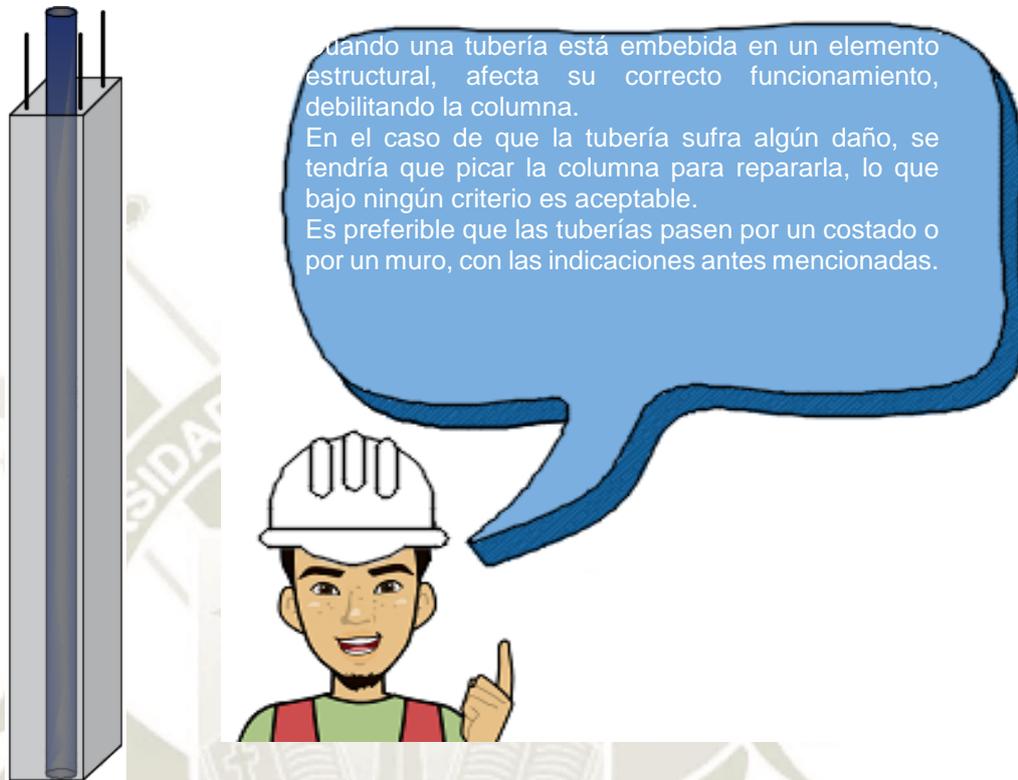


Figura 163: Tubería embebida en columna.

Si la tubería pasa por una viga no debe dañar la zona de confinamiento, ni los aceros de la armadura.

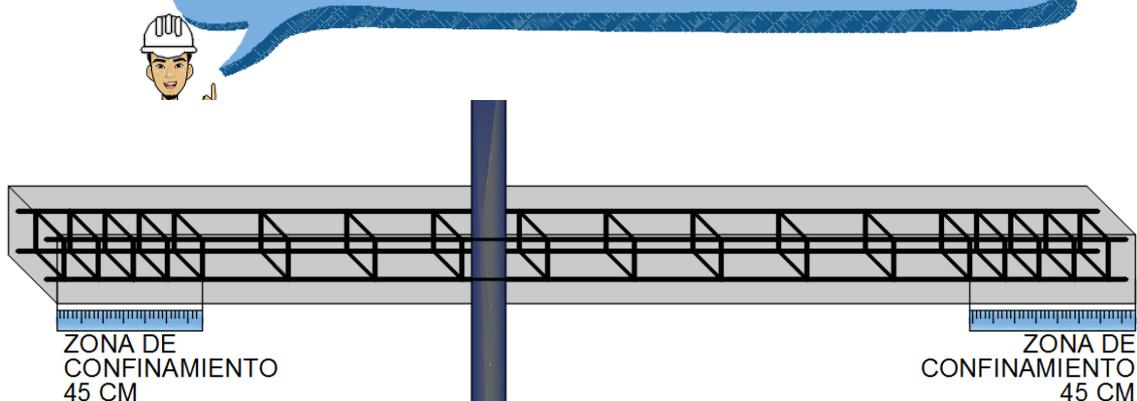


Figura 164: Correcta colocación de tubería embebida en viga.

⁴³ Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 060, Capítulo 6. Encofrados, tuberías embebidas y juntas de construcción, numeral 3. Tuberías y ductos embebidos en el concreto.

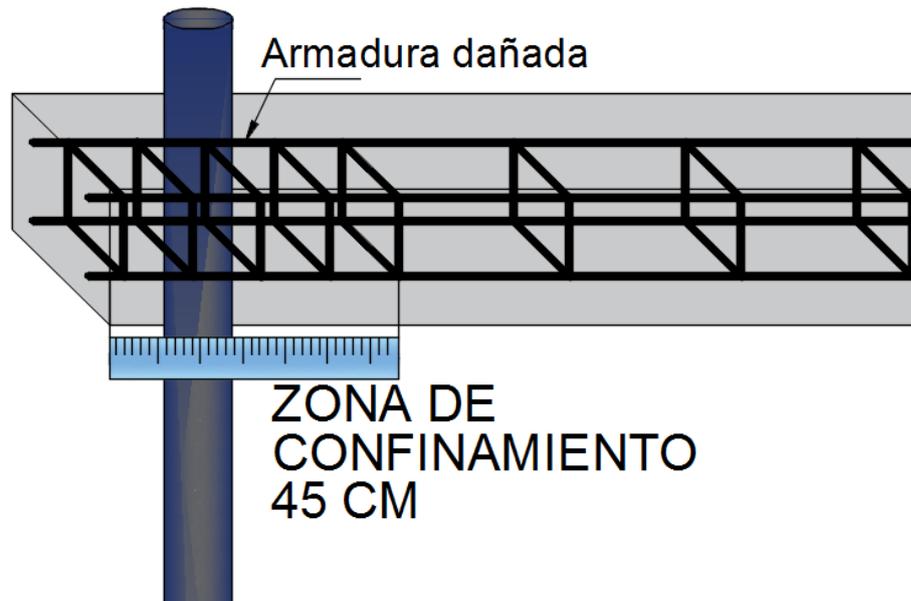


Figura 165: Incorrecta colocación de tubería embebida en viga.

En las losas, las tuberías deberán pasar por los ladrillos pandereta, evitando en lo posible atravesar las viguetas.

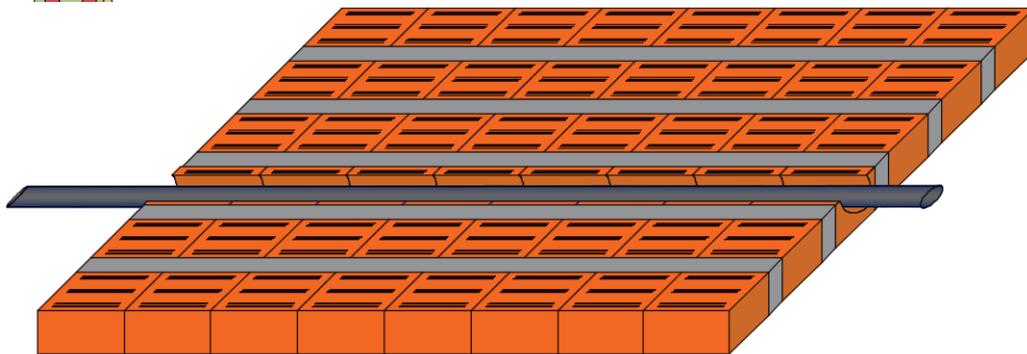


Figura 166: Correcta colocación de tuberías en losa.

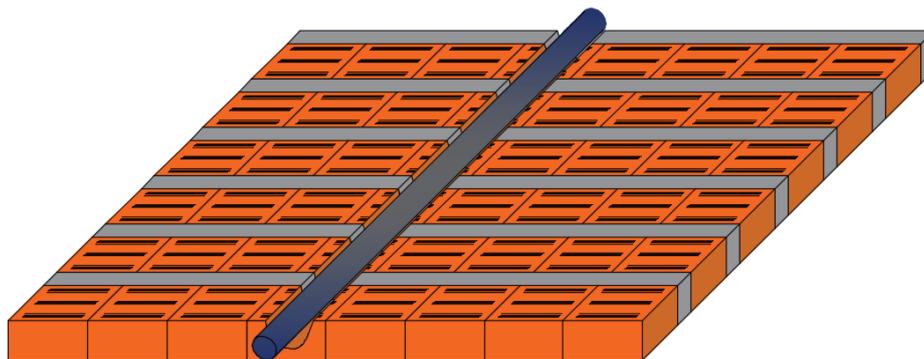


Figura 167: Incorrecta colocación de tuberías en losa,

Las tuberías que pasen por el cimiento, tienen que ser colocadas antes del vaciado del concreto, dejando una pequeña holgura alrededor de la tubería, si la tubería pasa por el Sobrecimiento, se deberá hacer de la misma forma. Las tuberías nunca se ubicarán en la zona de los aceros de columna u otro elemento de concreto armado.

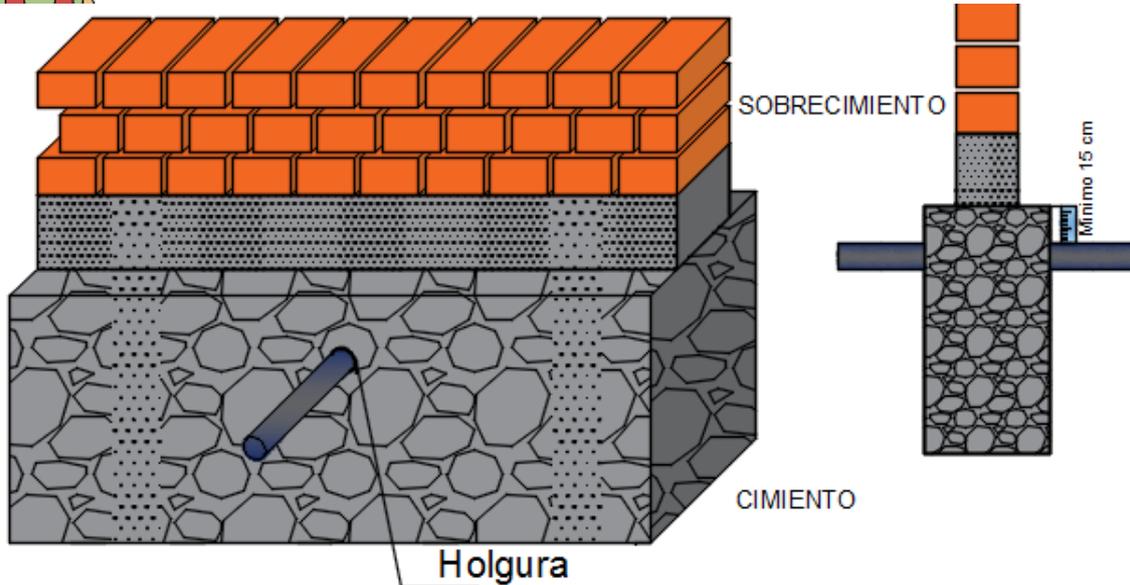


Figura 168: Correcta colocación de tubería en cimiento.

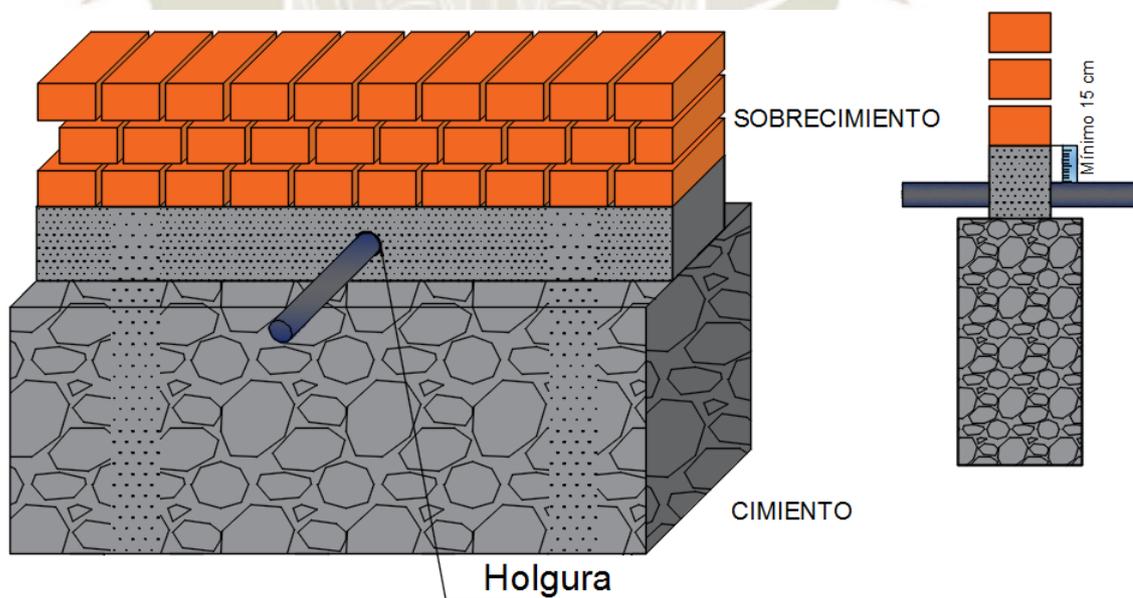


Figura 169: Correcta colocación de tubería en Sobrecimiento.

24. CONSIDERACIONES PARA INSTALACIONES DE AGUA D LLUVIA:

El techo de nuestra vivienda debe tener una pendiente de 1% para permitir el correcto flujo del agua y que esta no se acumule causando filtraciones.

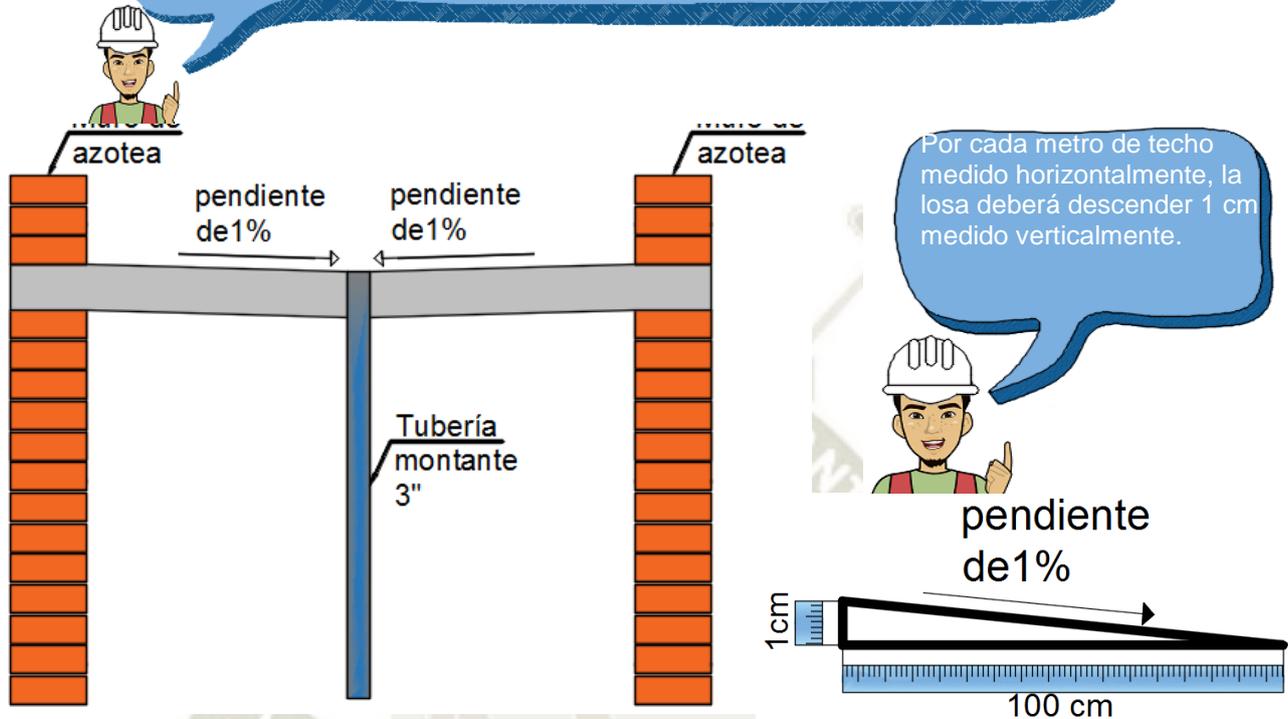


Figura 170: Pendiente de techo para agua de lluvia.

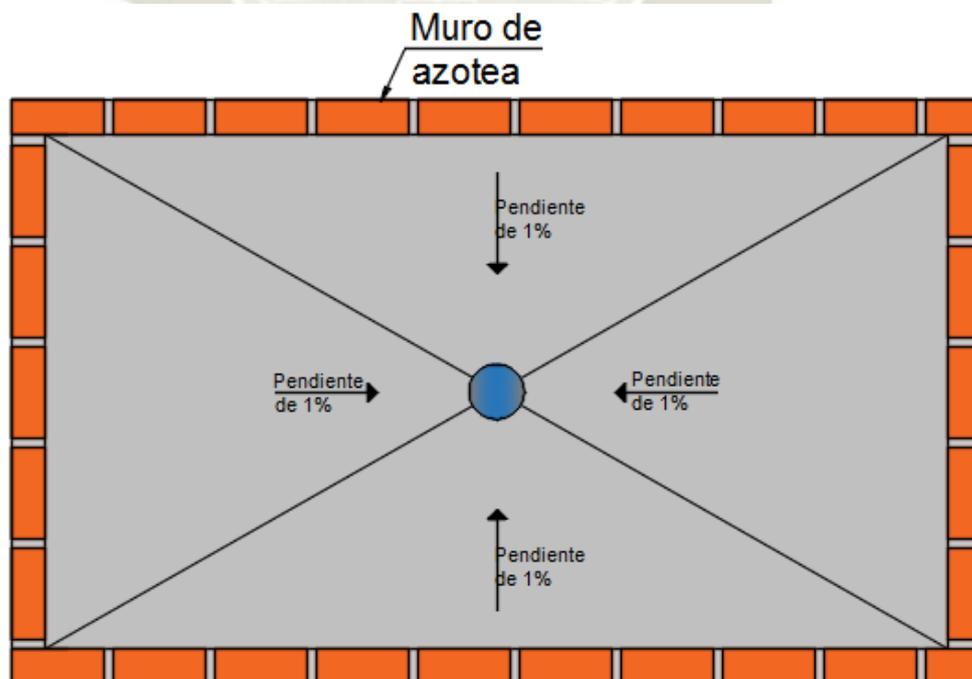


Figura 171: Pendiente de techo al centro de la losa.

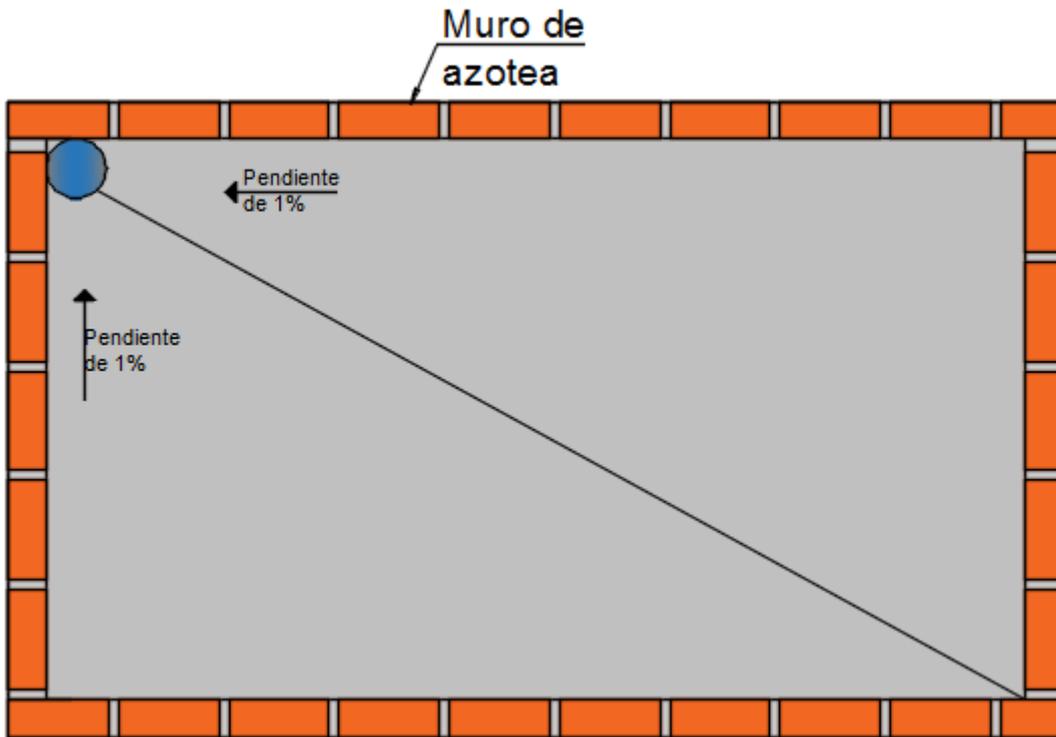


Figura 172: Pendiente de techo al costado de la losa.

Se usarán tubos de 3" de diámetro para la descarga de agua de lluvia, de preferencia que dicha descarga se de en áreas verdes y no al desagüe.

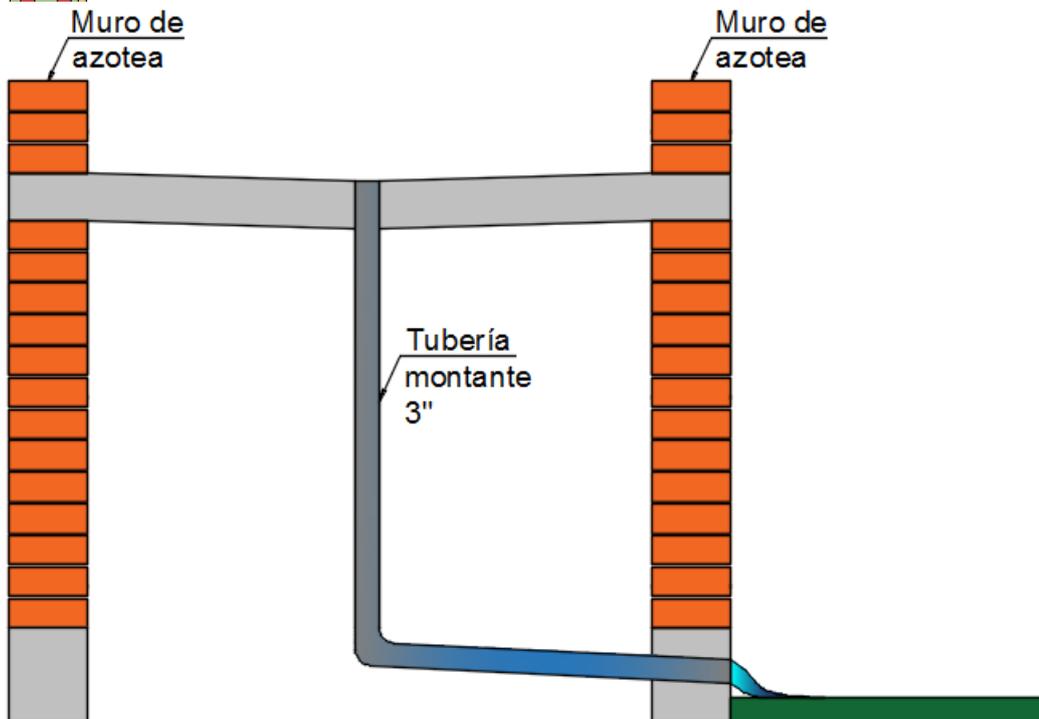


Figura 173: Descarga de agua de lluvia.

25. ESCALERAS:

Las escaleras son elementos de concreto armado, encargados de unir todos los niveles de una vivienda o edificación, con la finalidad de facilitar el desplazamiento de sus miembros en el interior del hogar.



Las condiciones que deberán cumplir las escaleras son las siguientes:⁴⁴

- Las escaleras contarán con un máximo de 17 pasos entre los descansos.

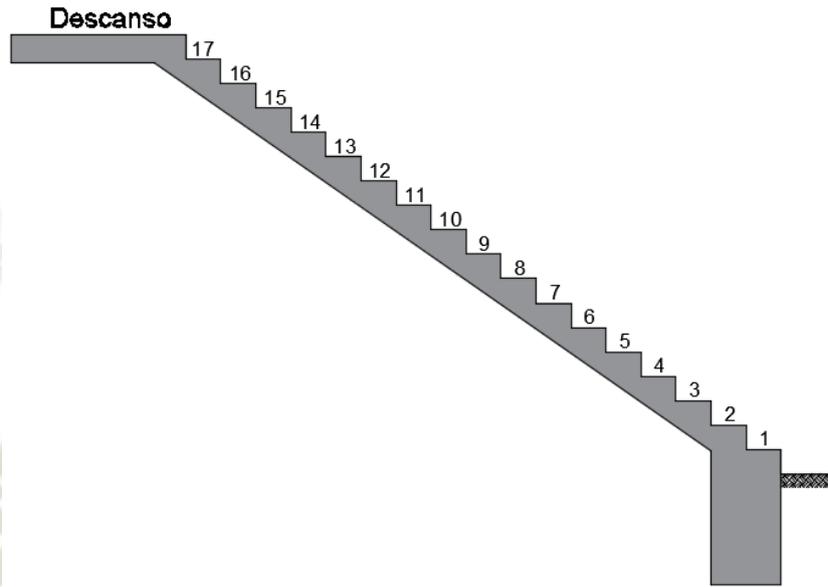


Figura 174: Número de pasos máximos en un tramo de escalera.

- Las escaleras tendrán un ancho mínimo de 1.20 m.



Figura 175: Ancho mínimo de escaleras.

⁴⁴Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma A 010, Capítulo 29.

- La longitud del descanso para escaleras lineales será de 90 cm, para las demás, la longitud será como mínimo el ancho de las escaleras.

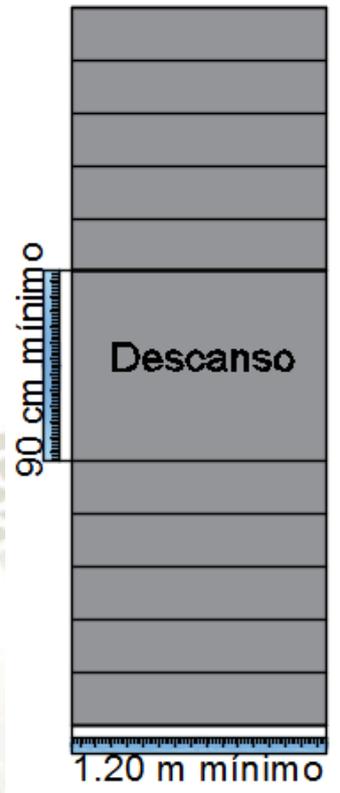


Figura 176: Longitud de descanso en escaleras lineales.



Figura 177: Longitud de descanso en escaleras no lineales.

- En todos los tramos de escalera, los pasos y contrapasos serán uniformes, con un mínimo de 25 cm para los pasos y un máximo de 18 cm para los contrapasos.

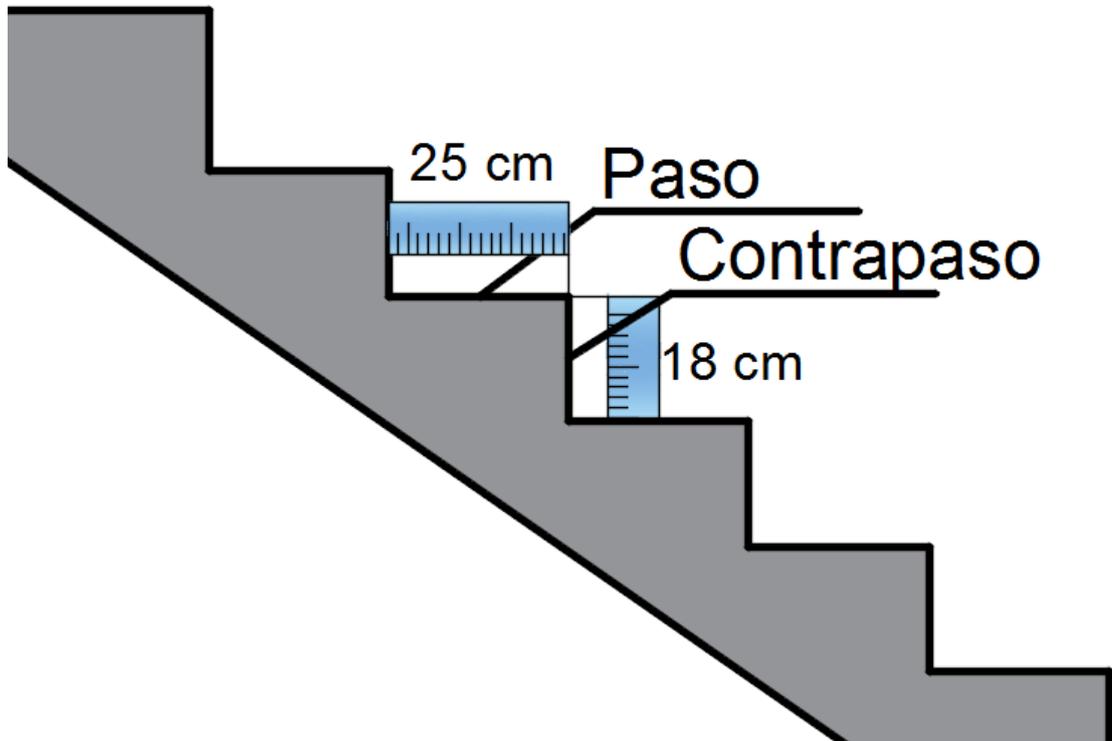


Figura 178: Medidas de paso y contrapaso en escaleras.

- La escalera tendrá un pasamanos como mínimo en cada lado que no cuente con paredes laterales. Estos pasamanos no se incluyen en el ancho mínimo de las escaleras.

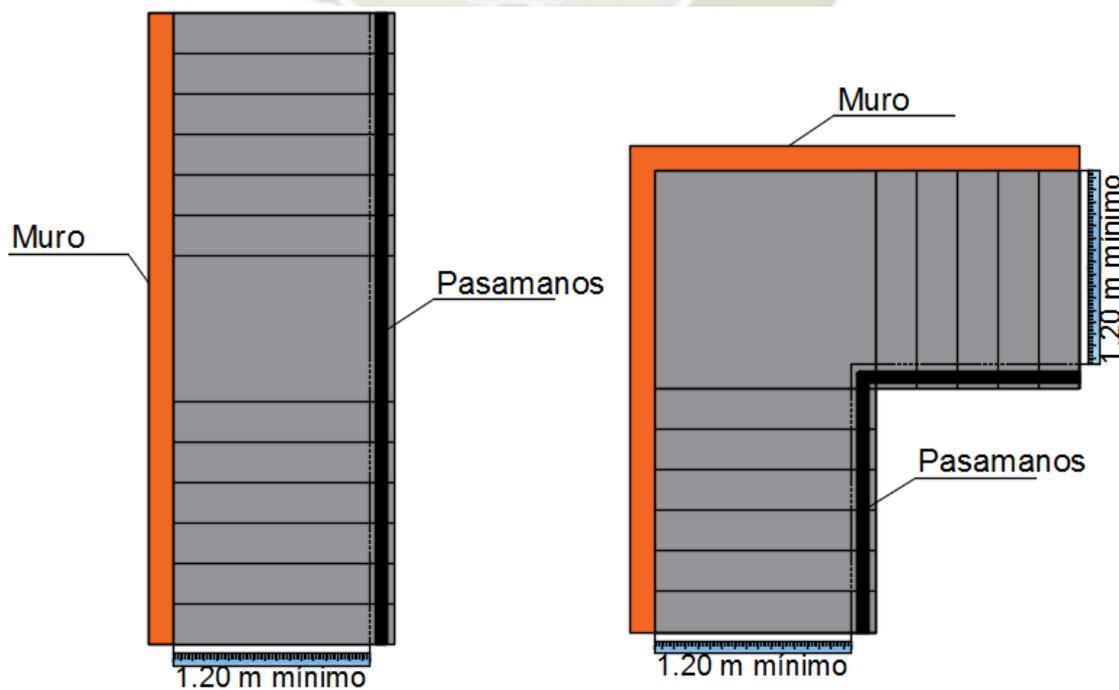


Figura 179: Detalle de escalera con pasamanos a un lado.

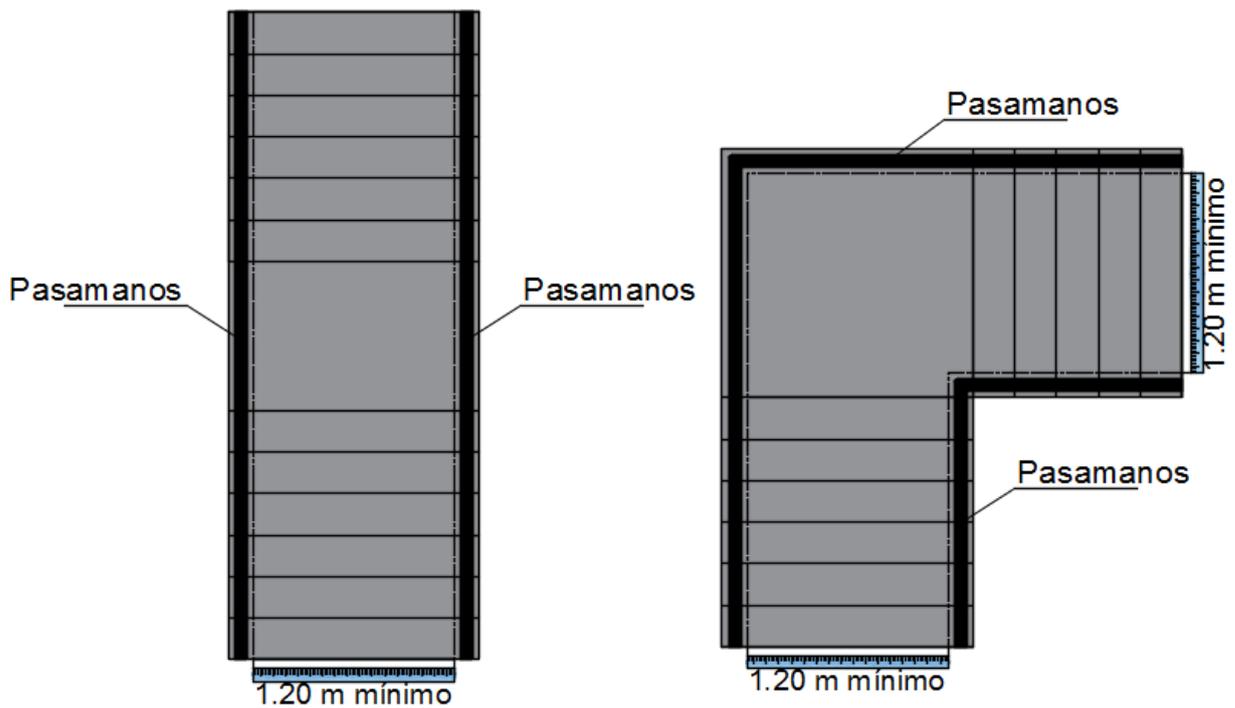


Figura 180: Detalle de escalera con pasamanos a dos lados.

Estos son los detalles típicos del acero utilizado en las escaleras de concreto armado:

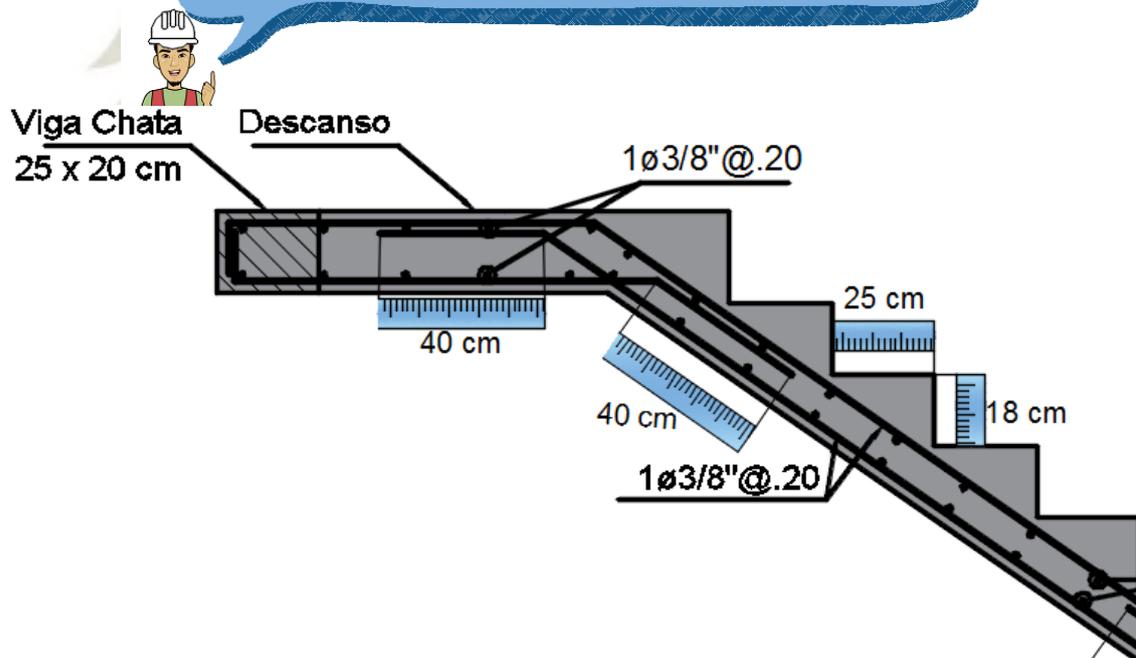


Figura 181: Detalle de acero en la parte superior de tramo de escalera.

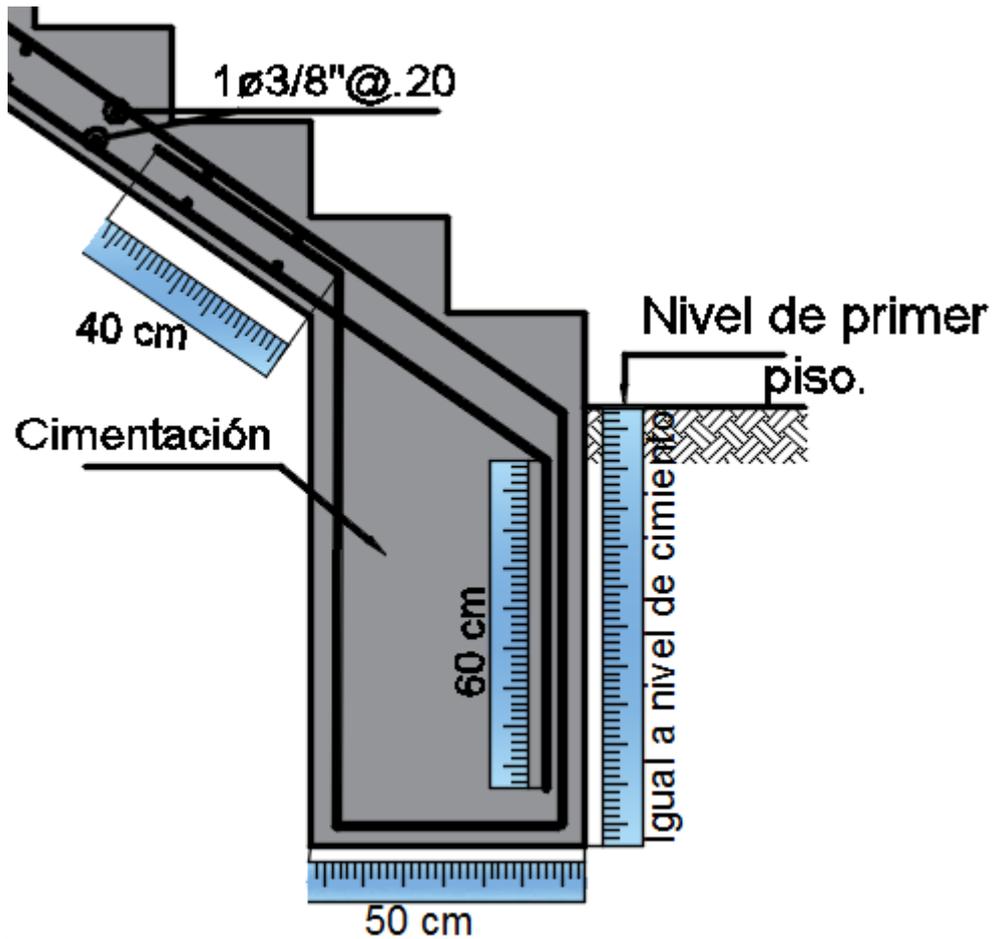


Figura 182: Detalle de acero en la parte inferior de tramo de escalera.

- El encofrado de las escaleras se realizará de la siguiente manera:⁴⁵

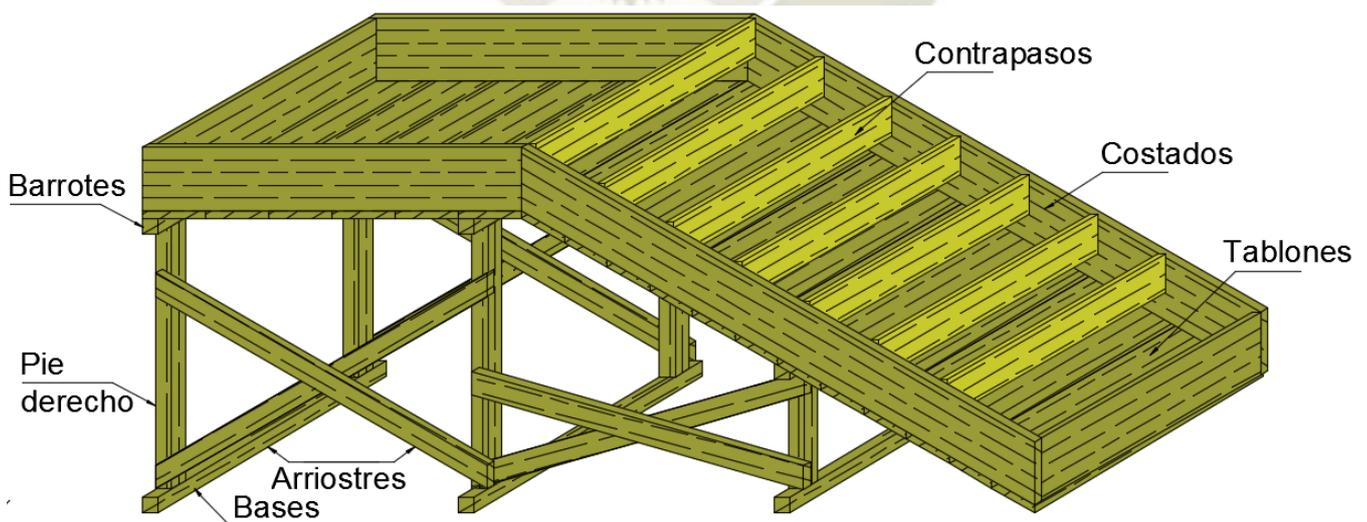


Figura 183: Encofrado de tramo de escalera.

⁴⁵ Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.

26. REFERENCIAS:

1. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 030, capítulo 2. Peligro sísmico.
2. Manual de construcción, Cemento Sol, ficha 5, EL cemento.
3. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 15. Configuración del Edificio, numeral 1.
4. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 15. Configuración del Edificio, numeral 2.
5. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 15. Configuración del Edificio, numeral 3.
6. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 16. Otras Configuraciones, numeral 1.
7. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 19. Requisitos generales, numeral 2. Estructuración en planta.
8. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 030, Capítulo 5. Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad, numeral 3. Separación entre edificios.
9. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 050, Artículo 19. Profundidad de cimentación.
10. Manual de construcción para maestros de obra, Aceros Arequipa, Capítulo 1, numeral 3, literal a.
11. Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería, para albañiles y maestros de obra, PUCP, capítulo 3, numeral 4, construcción de cimientos.
12. Manual de construcción para maestros de obra, Aceros Arequipa, Capítulo 1.
13. Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.
14. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 5.
15. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 11. Especificaciones generales, numeral 7.
16. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 5. Unidades de Albañilería, numeral 1. Características generales.
17. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 5. Unidades de Albañilería, numeral 3. Limitaciones en su aplicación.

18. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 11. Albañilería confinada, numeral 10.
19. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 4.
20. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 1.
21. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 2.
22. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 5.
23. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 6.
24. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 7.
25. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 8.
26. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 11. Albañilería confinada, numeral 2, literal a
27. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 11. Albañilería confinada, numeral 2, literal b.
28. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 17. Muros portantes, literal a.
29. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 17. Muros portantes, literal b.
30. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 17. Muros portantes, literal c.
31. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, Artículo 6. Mortero, numeral 1.
32. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 10. Especificaciones generales, numeral 3.
33. Manual de construcción para maestros de obra, Aceros Arequipa, Capítulo 2, numeral 1: Doblado del acero.
34. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, capítulo 27. Albañilería confinada, numeral 3.

35. Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.
36. Manual del maestro constructor, aceros Arequipa, capítulo 11, numeral 1.
37. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 060, capítulo 5. Calidad del concreto, mezclado y colocación, numeral 11. Protección y curado.
38. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, Artículo 27. Albañilería confinada, numeral 3, literal b.
39. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, Artículo 20. Albañilería confinada, numeral 4.
40. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 11. Albañilería confinada, numeral 5.
41. Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.
42. Manual de construcción para propietarios, Aceros Arequipa, capítulo 7. Procedimientos por partidas, numeral 7. Techos.
43. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 2. Requisitos generales, numeral 6.
44. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 070, artículo 2. Requisitos generales, numeral 7.
45. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E 060, Capítulo 6. Encofrados, tuberías embebidas y juntas de construcción, numeral 3. Tuberías y ductos embebidos en el concreto.
46. Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma A 010, Capítulo 29.
47. Costos y presupuestos en edificación, CAPECO, capítulo II, numeral 1.2. Aporte unitario de materiales para encofrado y andamios.