

# UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



*Una Institución Adventista*

Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería  
confinada según la norma E - 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca

Puno

Por:

Manuel Nervi Laura

Asesor:

Mg. Leonel Chahuares Paucar

Juliaca, diciembre de 2017

**Área temática:** Ingeniería Civil.

Ficha bibliográfica elaborada por el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UPeU

Nervi Laura, Manuel

Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E - 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca Puno / Autor: Manuel Nervi Laura; Asesor: Mg. Leonel Chahuares Paucar - Juliaca, 2017.

188 páginas: anexo, figuras, tablas.

Tesis (Licenciatura) -- Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. EP. de Ingeniería Civil, 2017.

Incluye referencias y resumen.

Campo del conocimiento: Ingeniería Civil.

1. Vulnerabilidad. 2. Riesgo sísmico. 3. Albañilería confinada.

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

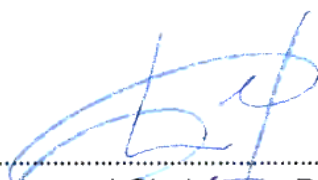
Mg. Leonel Chahuares Paucar, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA SEGÚN LA NORMA E -070 DEL RNE EN LA CIUDAD DE JULIACA PUNO constituye la memoria que presenta el Bachiller Manuel Nervi Laura para aspirar al título de profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los Veinte y seis días del mes de diciembre del año dos mil diecisiete.

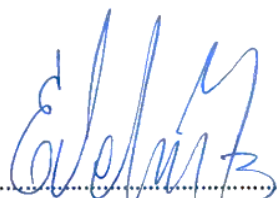
  
.....  
Mg. Leonel Chahuares Paucar  
Asesor

Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E -070 del RNE en la ciudad de Juliaca Puno.

# TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Civil

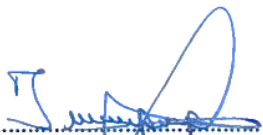
## JURADO CALIFICADOR



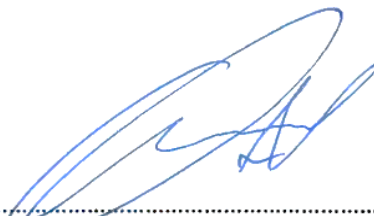
.....  
Mg. Efrain Velasquez Mamani  
Presidente



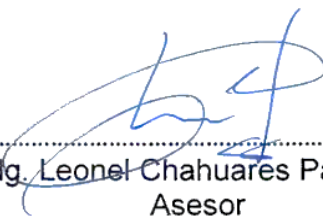
.....  
Ing. David Quispe Aruwanca  
Secretario



.....  
Ing. Jose Pacori Pacori  
Vocal



.....  
Ing. Gerardo William Pari Quispe  
Vocal



.....  
Mg. Leonel Chahuare's Paucar  
Asesor

Juliaca, 19 de diciembre de 2017

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi Madre LAURA por sus incontables contribuciones en mi formación: la investigación, las muchas conversaciones melifluas, su invaluable ayuda en mi carrera profesional, no menos importante su conocimiento en la ingeniería del que he sido aprendiz en numerosas epifanías, es inefable expresar con palabras lo agradecido que estoy y cuanto ha inspirado mi trabajo.

## **Agradecimiento**

Antes que nada quiero agradecer a Dios por la vida, por las muchas experiencias vividas, el conocimiento aprendido durante el transcurso de ella y las muy buenas amistades que presento en mi camino.

Debo agradecer a mi madre Laura, su constante apoyo a lo largo de la carrera profesional así como de esta investigación, y que sea mi más ferviente fan.

Quiero dar las gracias a la Universidad Peruana Union, quien mediante sus docentes hace algunos años me introdujo en la investigación y en el mundo de la ingeniería civil.

Quiero dar las gracias a la Sub Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Provincial de San Román, quien revisó el proyecto y dio recomendaciones para el desarrollo del presente trabajo.

Quiero dar las gracias a el ingeniero Leonel Chahuares por sus apreciados consejos desde el inicio de la carrera profesional las tantas charlas que tuvimos y su amistad brindada.

Quiero dar las gracias a mi amigo el ingeniero David Q. Arohuanca por su amistad, sus incontables contribuciones en la carrera profesional y no menos importante su conocimiento de la ingeniería civil, del que he sido aprendiz en numerosas ocasiones.

Quiero dar las gracias a Katterin Manrique C. por su apoyo y ánimo durante la culminación y defensa de la presente investigación, decirle que estoy completamente agradecido por cada momento compartido.

Por último deseo agradecer a Gleidy Erika, Erick Andrade, Yimmi Condori, Percy Quispe y Boris es difícil expresar cuanto estoy agradecido por su amistad y apoyo durante el desarrollo del presente trabajo.

## Tabla de Contenido

INDICE DE TABLAS .....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
SIMBOLOS USADOS .....	xviii
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	xxi
CAPÍTULO I.....	23
EL PROBLEMA	23
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
1.3 JUSTIFICACION.....	26
1.4 OBJETIVOS.....	26
1.4.1 Objetivo general.....	26
1.4.2 Objetivo específico .....	27
CAPÍTULO II.....	28
REVISIÓN DE LA LITERATURA – MARCO TEÓRICO.....	28
<b>2.1 BASES TEÓRICAS.....</b>	<b>28</b>
2.1.1 Movimiento telúricos - sismos.....	29
2.1.2 Características de los sismos .....	30
2.1.3 Riesgo sísmico .....	32
2.1.4 Vulnerabilidad sísmica .....	33
2.1.5 Peligro sísmico.....	33
2.1.6 Clases de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada.....	33
2.1.7 Métodos para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada.....	34
2.1.8 Albañilería confinada.....	35
2.1.9 Influencia de la configuración estructural en viviendas de albañilería confinada...	36
2.1.10 Asentamientos de estructuras .....	40
2.1.11 Vulnerabilidad de las edificaciones de albañilería confinada en Juliaca.....	43
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	43

2.3	MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA .....	44
2.3.1	Unidad de albañilería .....	44
2.3.2	Propiedades .....	45
2.3.3	Mortero .....	46
2.3.4	Albañilería confinada.....	46
2.3.5	Tabiquería .....	47
2.4	CONSTRUCCION DE VIVIEDAS INFORMALES EN JULIACA .....	47
2.5	PROCESO DE LAS CONSTRUCCIONES RUSTICAS .....	48
2.5.1	Posición de terreno con viviendas provisionales .....	48
2.5.2	Cimentación y armado de columnas .....	48
2.5.3	Muros y llenado de columnas .....	49
2.5.4	Vaciado del techo .....	49
2.5.5	Construcción de muros en el segundo piso.....	50
2.6	LOS MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS .....	50
2.7	REQUISITOS ESTRUCTURALES MÍNIMOS .....	50
2.7.1	Muro portante .....	51
2.7.2	Estructuración de la vivienda en planta .....	51
2.7.3	Albañilería confinada.....	52
2.7.4	Muros estructurales.....	53
2.7.5	Mortero .....	53
2.8	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	53
CAPÍTULO III .....		55
MATERIALES Y MÉTODOS.....		55
3.1	UBICACIÓN EXTENSION Y LÍMITES DEL AREA DE ESTUDIO .....	56
3.2	CARACTERÍSTICAS SOCIO ECONÓMICAS Y CULTURALES .....	58
3.3	HIPÓTESIS:.....	58
3.3.1.	Hipótesis general .....	59
3.3.2.	Hipótesis específica .....	59
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	60
3.5	ENFOQUE METODOLÓGICO .....	60
3.6	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	60
3.7	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	61
3.8	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	62
3.9	FICHA DE TRABAJO .....	63

3.10 FICHA DE DATOS .....	63
3.11 FICHA DE ANÁLISIS .....	64
3.12. FICHA DE DATOS.....	65
3.12.1 FICHA RECOLECIÓN DE DATOS.....	65
3.13. DATOS TÉCNICOS .....	65
3.14. ESQUEMA DE LA VIVIENDA.....	66
3.15. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA .....	66
3.16. TRABAJO EN CAMPO.....	67
3.16.1. Ubicación.....	67
3.16.2. Topografía y Tipología del suelo.....	67
3.17. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	68
3.17.1. Salida Cusco .....	68
3.17.2. Salida Huancané .....	69
3.18. SELECCIÓN DE VIVIENDAS.....	69
3.18.1. La Tipología del Suelo.....	69
3.18.2. Trabajo en campo .....	71
3.19. RECONOCIMIENTO DE CONDICIÓN DE LA VIVIENDA.....	71
3.20. MEDICIÓN DEL EDIFICIO.....	72
3.21. TOMA DE FIGURAS .....	72
3.22. DIFICULTADES ENCONTRADAS .....	72
3.23. Características de los ladrillos artesanales usados durante la construcción de las viviendas en Juliaca.....	73
3.24. FICHA DE ANÁLISIS .....	74
3.24.1. ALCANCES DE ANÁLISIS DE DATOS .....	74
3.25. DESCRIPCIÓN DE LA FICHA DE ANÁLISIS DE DATOS.....	75
3.25.1. Descripción .....	75
3.25.2. Análisis sísmico de las viviendas en Juliaca.....	76
3.26. VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	89
3.27. PELIGRO SÍSMICO.....	91
3.28. RIESGO SÍSMICO .....	94
CAPÍTULO IV .....	96
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	96
4.1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA .....	96
4.1.1. Construcción de las viviendas sobre suelo inestables.....	96

4.2. ESTRUCTURACIÓN DE VIVIENDAS.....	97
4.2.1. Problemas con las columnas .....	97
4.2.2. Viviendas con una estructuración mal empleada.....	100
4.2.3. Irregularidades en planta y altura .....	102
4.2.4. Losas a desnivel y falta de junta sísmica .....	103
4.2.5. Densidad de muros inadecuada .....	105
4.2.6. Tabiquería no arriostrada .....	105
4.2.7. Muros portantes de ladrillo pandereta .....	106
4.3. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS.....	107
4.3.1. Picado de las columnas en viviendas .....	107
4.3.2. Empleo de escaleras deficientes .....	109
4.3.3. Cangrejeras en los elementos de concreto .....	110
4.3.4. Pésima construcción de las escaleras en la vivienda .....	111
4.3.5. Uso de acero oxidado durante la construcción .....	112
4.3.6. Aceros expuestos a la intemperie .....	114
4.4. MANO DE OBRA Y MATERIALES ARTESANALES .....	115
4.5. OTROS PROBLEMAS ENCONTRADOS .....	117
4.5.1. Mala distribución de la vivienda.....	117
4.6. DIAGNÓSTICO DE RIESGO SISMICO.....	118
4.7. DIAGNOSTICO DE DATOS .....	118
4.7.1. Determinacion de la vulnerabilidad sísmica sector de salida Cusco .....	119
4.7.2. Determinacion del peligro sísmico en Salida Cusco .....	120
4.7.3. Determinacion del riesgo sísmico en salida Cusco .....	124
4.7.4. Diagnostico de datos salida huancané.....	128
4.7.5. Determinacion del peligro sísmico en Salida Huancane .....	130
4.7.6. Determinacion del riesgo sísmico en salida Huancane .....	134
4.8. DIAGNÓSTICO DE DATOS GENERAL .....	139
CAPÍTULO V .....	145
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	145
5.1. CONCLUSIONES .....	145
5.2. RECOMENDACIONES .....	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	147
ANEXO.....	149

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1.-</b> Operacionalizacion de variables.....	60
<b>Tabla 6.1.-</b> Valores de $\alpha$ para muros de viviendas de uno o dos pisos.....	80
<b>Tabla 6.2.-</b> Valores en los parámetros de vulnerabilidad sísmica.....	90
<b>Tabla 6.3.-</b> Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	91
<b>Tabla 6.4.-</b> Análisis de la vulnerabilidad sísmica por viviendas en función al rango numérico.....	91
<b>Tabla 6.5.-</b> Valores parámetros para definir el peligro sísmico.....	92
<b>Tabla 6.6.-</b> Condicion numérica para la estimación del peligro sismico.....	93
<b>Tabla 6.7.-</b> Análisis del peligro sísmico por viviendas en función al rango de valores y la sismicidad. ....	93
<b>Tabla 6.8.-</b> Rango de valores para determinar el riesgo sismico. ....	94
<b>Tabla 6.9.-</b> Análisis del riesgo sismico en función del peligro y la vulnerabilidad.....	95
<b>Tabla 8.1.-</b> Determinacion de la vulnerabilidad por viviendas en salida Cusco.....	119
<b>Tabla 8.2.-</b> Vulnerabilidad Sísmica en porcentajes para salida Cusco. ....	120
<b>Tabla 8.3.-</b> Determinacion del peligro sísmico en salida Cusco.....	121
<b>Tabla 8.4.-</b> Peligro sísmico para una sismicidad de 1° a 4° en salida Cusco.....	122
<b>Tabla 8.5.-</b> Peligro sísmico para una sismicidad de 5° a 8° en salida Cusco.....	123
<b>Tabla 8.6.-</b> Peligro sísmico para una sismicidad de 9° a 12° en Salida Cusco. ....	124
<b>Tabla 8.7.-</b> Rango de valores para determinar el riesgo sísmico.....	125
<b>Tabla 8.8.-</b> Análisis del riesgo sísmico por edificación para Salida Cusco. ....	125
<b>Tabla 8.9.-</b> Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo en Salida Cusco. ....	126
<b>Tabla 8.10.-</b> Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico medio en Salida Cusco. ....	126
<b>Tabla 8.11.-</b> Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico alto en Salida Cusco. ....	127
<b>Tabla 8.12.-</b> Ficha de Análisis de Datos. Análisis de estabilidad de muros en una vivienda salida Huancané. ....	127
<b>Tabla 8.13.-</b> Ficha de Análisis de Datos. Análisis de vulnerabilidad sísmica en una vivienda salida Huancané.....	128
<b>Tabla 8.14.-</b> Vulnerabilidad Sísmica en porcentajes para salida Huancané. ....	128

<b>Tabla 8.15.-</b> Ficha de análisis de datos. Análisis de peligro sísmico en una vivienda salida Huancané. ....	129
<b>Tabla 8.16.-</b> Peligro sísmico para una sismicidad de 1° a 4° en salida Huancané. ....	130
<b>Tabla 8.17.-</b> Peligro sísmico para una sismicidad de 5° a 8° en Salida Huancané. ....	131
<b>Tabla 8.18.-</b> Peligro sísmico para una sismicidad de 9° a 12° en Salida Huancané.. ....	132
<b>Tabla 8.19.-</b> Ficha de análisis de datos. Análisis del riesgo sísmico por edificación para Salida Huancané. ....	133
<b>Tabla 8.20.-</b> Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo en Salida Huancané. ....	134
<b>Tabla 8.21.-</b> Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico medio en Salida Huancané. ....	135
<b>Tabla 8.22.-</b> Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico alto en Salida Huancané. ....	136
<b>Tabla 8.23.-</b> Cuadro comparativo de la calidad de materiales usados en salida Cusco y salida Huancané.....	136
<b>Tabla 8.24.-</b> Cuadro comparativo de la mano de obra empleada en salida Cusco y salida Huancané. ....	137
<b>Tabla 8.25.-</b> Cuadro comparativo del sistema constructivo de la vivienda.....	137
<b>Tabla 8.26.-</b> Cuadro comparativo de antigüedad de la vivienda.....	138
<b>Tabla 8.27.-</b> Características de las viviendas encuestadas.....	138
<b>Tabla 8.28.-</b> Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en salida Huancané.....	138
<b>Tabla 8.29.-</b> Cuadro comparativo de la calidad de materiales usados en salida Cusco y salida Huancané.....	139
<b>Tabla 8.30.-</b> Cuadro comparativo de la mano de obra empleada en salida Cusco y salida Huancané.....	140
<b>Tabla 8.31.-</b> Cuadro comparativo del sistema constructivo de la vivienda.....	141
<b>Tabla 8.32.-</b> Cuadro comparativo de antigüedad de la vivienda.....	143
<b>Tabla 8.33.-</b> Características de las viviendas encuestadas.....	144

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.-</b> Anillo de fuego.....	23
<b>Figura 1.2.-</b> Zonificación sísmica propuesta.....	25
<b>Figura 1.3.-</b> Juliaca: viviendas seleccionadas por material predominante en las paredes exteriores de la vivienda.....	25
<b>Figura 1.4.-</b> Sistema de información estadístico de apoyo a la Prevención del Fenómeno del Niño y otros Fenómenos Naturales.....	25
<b>Figura 2.1.-</b> Placa Sudamérica placa de nazca y la placa menor del altiplano.....	29
<b>Figura 2.2.-</b> Partes de un terremoto.....	30
<b>Figura 2.3.-</b> Propagación de las ondas sísmicas.....	32
<b>Figura 2.4.-</b> Relación vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico con riesgo sísmico.....	33
<b>Figura 2.5.-</b> Albañilería confinada.....	36
<b>Figura 2.6.-</b> Vivienda dañada debido al terremoto de pisco.....	36
<b>Figura 2.7.-</b> Estructuras irregulares o sistemas de marco.....	38
<b>Figura 2.8.-</b> Configuración en planta de una vivienda.....	39
<b>Figura 2.9.-</b> Irregularidad vertical de una vivienda.....	39
<b>Figura 2.10.-</b> Asentamiento uniforme.....	41
<b>Figura 2.11.-</b> Asentamiento diferencial.....	41
<b>Figura 2.12.-</b> Distorcion angular.....	42
<b>Figura 2.13.-</b> Distorcion angular.....	42
<b>Figura 2.14.-</b> Unidad de albañilería solida.....	45
<b>Figura 2.15.-</b> Unidad de albañilería hueca.....	45
<b>Figura 2.16.-</b> Construcción de viviendas provisionales – ocupación del terreno.....	48
<b>Figura 2.17.-</b> Zapata y columna armada .....	49
<b>Figura 3.1.-</b> Placa del altiplano.....	57
<b>Figura 3.2.-</b> Ficha de encuesta.....	64
<b>Figura 3.3.-</b> Ficha de análisis de datos.....	64
<b>Figura 5.1.-</b> Plano de ubicación de las viviendas a encuestarse en el sector de Salida Cusco.....	69
<b>Figura 5.2.-</b> Plano de ubicación de las viviendas a encuestarse en el sector de Salida Huancané.....	69
<b>Figura 5.3.-</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	74
<b>Figura 6.1.-</b> Ficha de análisis de datos. Antecedentes de la vivienda.....	76

<b>Figura 6.2.-</b> Ficha de análisis de datos – aspectos técnicos de la vivienda.....	77
<b>Figura 6.3.-</b> Calculo de la diferencia de valores. ....	80
<b>Figura 6.4.-</b> Fuerza cortante y momento en muro de vivienda de un piso.....	83
<b>Figura 6.5.-</b> Fuerza cortante y momento en muro de viviendas de dos pisos.....	84
<b>Figura 6.6.-</b> Verificación de la densidad de muros.....	84
<b>Figura 6.7.-</b> Muro con cuatro bordes arriostrados.....	86
<b>Figura 6.8.-</b> Muro con bordes tres bordes arriostrados.....	87
<b>Figura 6.9.-</b> Momento resistente $M_r$ en un muro de albañilería.....	88
<b>Figura 7.1.-</b> Fisura por asentamiento en vivienda.....	96
<b>Figura 7.2.-</b> Muro construido a base de adobe para el primer nivel.....	97
<b>Figura 7.3.-</b> Columna mal ubicada en la ubicada.....	97
<b>Figura 7.4.-</b> Peso de toda la edificación sobre una imitación de columna.....	98
<b>Figura 7.5.-</b> Mala distribución de la columna en la vivienda.....	98
<b>Figura 7.6.-</b> Mala distribución de las columnas en la vivienda. ....	98
<b>Figura 7.7.-</b> Columna construida encima de las unidades de albañilería. ....	99
<b>Figura 7.8.-</b> Instalaciones sanitarias dentro de las columnas. ....	100
<b>Figura 7.9.-</b> Instalaciones sanitarias dentro de las columnas. ....	100
<b>Figura 7.10.-</b> Viviendas que muestran a simple vista la falta de la losa dentro de ella. ..	101
<b>Figura 7.11.-</b> Viviendas de madera en reemplazo de la losa de concreto. ....	101
<b>Figura 7.12.-</b> Plano con irregularidad en planta de una vivienda.....-.....	102
<b>Figura 7.13.-</b> Vivienda con irregularidad en planta y altura debido al área del terreno...	103
<b>Figura 7.14.-</b> Irregularidad en altura de una vivienda informal. ....	103
<b>Figura 7.15.-</b> Viviendas con losas a diferente nivel y falta de junta sísmica entre viviendas. .....	104
<b>Figura 7.16.-</b> Golpeteo producido cuando los pisos impactan a las columnas de los edificios adyacentes. ....	104
<b>Figura 7.17.-</b> Losas de las viviendas colindantes a diferente nivel .....	105
<b>Figura 7.18.-</b> Ladrillos apilados cumpliendo el papel de parapetos.....	106
<b>Figura 7.19.-</b> Muros de parapetos no arriostrados. ....	106
<b>Figura 7.20.-</b> Vivienda con muros portantes de ladrillo pandereta. ....	107
<b>Figura 7.21.-</b> Columna de viviendas picadas. ....	108
<b>Figura 7.22.-</b> Picado de la columna para realizar las instalaciones sanitarias. ....	108
<b>Figura 7.23.-</b> Picado de la columna para la instalación eléctrica en la vivienda. ....	108
<b>Figura 7.24.-</b> Construcción de una escalera al vacío. ....	109

<b>Figura 7.25.-</b> Construcción de Escaleras deficientes. ....	109
<b>Figura 7.26.-</b> Escalera deficiente en una vivienda. ....	110
<b>Figura 7.27.-</b> Columna con presencia de cangrejas. ....	110
<b>Figura 7.28.-</b> Presencia de cangrejas en la columna. ....	111
<b>Figura 7.29.-</b> Escalera apoyada a la losa del segundo piso. ....	111
<b>Figura 7.30.-</b> Falta de columnas de apoyo para la escalera. ....	112
<b>Figura 7.31.-</b> Empleo de acero oxidado en la viga. ....	113
<b>Figura 7.32.-</b> Empleo de acero oxidado en la construcción de una vivienda. ....	113
<b>Figura 7.33.-</b> Acero de refuerzo expuesto a la intemperie con presencia de corrosión. ..	114
<b>Figura 7.34.-</b> Acero de refuerzo expuesto a la intemperie con presencia de corrosión. ..	114
<b>Figura 7.35.-</b> Acero de continuación expuesto a la intemperie con presencia de corrosión en la columna.....	115
<b>Figura 7.36.-</b> Asentado de muros con argamasa “barro”. ....	115
<b>Figura 7.37.-</b> Asentado de muros con argamasa “barro”. ....	116
<b>Figura 7.38.-</b> Deficiente distribución y junta de los ladrillos en el muro. ....	116
<b>Figura 7.39.-</b> Ladrillos a Distintos grados de cocción dentro del muro de una vivienda. ....	117
<b>Figura 7.40.-</b> Poste de energía eléctrica sobresaliendo de una vivienda. ....	117
<b>Figura 7.41.-</b> Losa vecina invadiendo la propiedad vecina. ....	118
<b>Figura 7.42.-</b> Losa del segundo piso invadiendo la propiedad vecina. ....	118
<b>Figura 8.1.-</b> Ficha de análisis de datos. Antecedentes de una vivienda en salida Cusco..	120
<b>Figura 8.2.-</b> Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad baja en Salida Cusco....	122
<b>Figura 8.3.-</b> Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad media en Salida Cusco..	123
<b>Figura 8.4.-</b> Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad alta en Salida Cusco....	124
<b>Figura 8.5.-</b> Porcentaje de vulnerabilidad sísmica en Salida Huancane.....	130
<b>Figura 8.6.</b> Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad baja en Salida Huancane	132
<b>Figura 8.7.</b> Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad media en Salida Huancane.....	133
<b>Figura 8.8.-</b> Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad alta en Salida Huancane	134
<b>Figura 8.9.-</b> Porcentaje de uso de materiales de baja calidad en salida Cusco y salida Huancané.....	140
<b>Figura 8.10.-</b> Porcentaje de la calidad de mano de obra empleada en las viviendas de salida Cusco y salida Huancané. ....	141
<b>Figura 8.11.-</b> Ficha de Análisis de Datos. Antecedentes de una vivienda en salida Huancané. ....	142

**Figura 8.12.-** Porcentaje de antigüedad de las viviendas tanto en el sector de Salida Cusco y Salida Huancané.....143

\

## ÍNDICE DE ANEXOS

Manual de construcción de viviendas de albañilería confinada.....	132
---	-----

## **SIMBOLOS USADOS**

**SINAGERD:** Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastre

**PREDES:** Centro de Estudios y Prevención de Desastres

**GRD:** Plan regional de gestión de riesgos de desastres

**INDECI:** Instituto Nacional de Defensa Civil

**RNE:** Reglamento Nacional de Edificaciones

**PCER:** Plan de Capacitación para la Estimación de Riesgos

**INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

**NTP:** Norma Técnica Peruana

**CAD:** Dibujo Asistido por Computadora

**PCER:** Plan de Capacitación para la Estimación de Riesgos

**Em:** Modulo de Elasticidad

**Gm:** Modulo de Corte

**Mpa:** Megapascales

## RESUMEN

La estructura de una vivienda está compuesta de distintos materiales, dispuestas en tal forma que pueda realizar funciones unidas “albañilería confinada”. Estas se proyectan para que estén en servicio por un determinado número de años, llamado horizonte de proyecto de la obra, asimismo puedan soportar ciertos eventos sísmicos y se construyen con diferentes materiales de manera informal. Gran parte de las viviendas informales fueron construidas sin un debido diseño arquitectónico ni estructural además que durante la construcción se empleó materiales artesanales de baja calidad. Generalmente la falta de economía en el poblador que cuenta con la urgencia de tener una vivienda donde vivir hace que él mismo sea el constructor de su vivienda y la misma sea construida sin una asesoría técnica. Para ejecutar el presente trabajo de tesis se basó en la norma E 070 del RNE, así como también en la metodología propuesta por el ingeniero Kuroiwa para la evaluación del riesgo sísmico. Esta fueron desarrolladas mediante encuestas a 40 viviendas en la ciudad de Juliaca, esta selección dependió en gran medida de factores morfológicos geográficos. Esta información es recopilada en fichas de campo donde será registrado los datos del proceso constructivo el tipo de material empleado y la mano de obra, evaluándose en estas viviendas la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico. Los resultados del desarrollo de la investigación nos muestra la existencia de un riesgo sísmico elevado en el caso de producirse un evento telúrico de intensidad media a alta, siendo el riesgo sísmico del 65% de las viviendas ubicadas en salida Cusco y el 95% para el sector de salida Huancané.

Palabras clave: Vulnerabilidad, Riesgo sísmico, Albañilería confinada.

## **ABSTRACT**

The structure of a dwelling is composed of different materials, arranged in such a way that it can perform united functions "confined masonry". These are projected to be in service for a certain number of years, called project horizon of the work, also can support certain seismic events and are constructed with different materials in an informal manner. A large part of the informal homes were built without a proper architectural or structural design, and during the construction, low quality artisanal materials were used. Generally the lack of economy in the population that has the urgency of having a home where to live makes that he himself is the builder of his home and it is built without technical advice. In order to execute the present thesis work, it was based on the E 070 standard of the RNE, as well as on the methodology applied by the engineer Kuroiwa for the evaluation of seismic risk. This was developed through surveys of 40 houses in the city of Juliaca, this selection depended to a large extent on geographical morphological factors. This information is compiled in field files where the construction process data will be recorded, the type of material used and the workforce, and vulnerability, danger and seismic risk will be evaluated in these homes. The results of the development of the research show us the existence of a high seismic risk in the event of a telluric event of medium to high intensity, with the seismic risk of 65% of the homes located at the Cusco exit and 95% for the Huancané exit sector.

Keywords: Vulnerability, Seismic risk, Masonry.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de desarrollo de la siguiente investigación es la evaluación de las viviendas de albañilería confinada en los sectores de salida Cusco y salida Huancané de la ciudad de Juliaca - Puno.

Para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico en las viviendas de albañilería confinada en los sectores de salida Cusco y salida Huancané de la ciudad de Juliaca se empezó con la recolección de información de tales construcciones siendo la población de estudio 40 viviendas de acuerdo al análisis estadístico existente en el presente documento, 20 viviendas en el sector de salida cusco y 20 viviendas en el sector de salida Huancané. Estas viviendas fueron evaluadas primeramente con una ficha de recolección de datos donde se registró cada factor que pudiese tener relación directa o indirecta con la vulnerabilidad y riesgo sísmico. Una vez obtenida estos datos se traspasó la información a ficha de análisis de datos donde se determinó la vulnerabilidad y riesgo sísmico existente en la vivienda evaluada.

Esta investigación se divide en nueve secciones y un manual de construcción y reparación en anexos, estos están distribuidos de la siguiente manera:

El Capítulo 1, “PROBLEMA”, se identifica la problemática de la construcción de viviendas con materiales artesanales, la falta de existencia de planos de construcción y el diseño estructural, además del empleo de mano de obra poco calificada.

El Capítulo 2, “BASE TEORICA”, se describe el marco teórico que sustenta el desarrollo de la presente investigación, en este capítulo se explica el riesgo y peligro sísmico existente en las viviendas de albañilería confinada así como la relación que las mismas tiene con los eventos telúricos.

El Capítulo 3, “METODOLOGIA DE TRABAJO”, describe el desarrollo de la investigación mediante fichas de evaluación de datos y fichas de análisis de datos donde se determino el grado de riesgo sísmico en las viviendas evaluadas así mismo se describe las características demográficas, geográficas del lugar de estudio.

El Capítulo 4, “RESULTADOS Y DISCUSION”, se describe los resultados obtenidos de las fichas de recolección de datos y la ficha de análisis de datos de manera general poniendo énfasis en los problemas de estructuración más graves encontradas en las

viviendas evaluadas de los sectores de salida Cusco y salida Huancané de la ciudad de Juliaca, así mismo se presenta el análisis de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico existente en cada vivienda evaluada. Este análisis se ha realizado mediante fichas de evaluación en la cual se determina el porcentaje de vulnerabilidad existente en cada sector evaluado.

Finalmente, en el Capítulo 5, “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”, se describen las conclusiones de la evaluación y determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas tanto para el sector de salida Cusco como para el sector de salida Huancané. Además, se mencionan recomendaciones para las futuras construcciones en tales sectores.

Anexos, “MANUAL DE CONSTRUCCION Y REPARACION DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA”, esta sección contiene un manual de construcción y reparación donde se busca capacitar al propietario – constructor tanto en la construcción como en la reparación de las viviendas de albañilería confinada.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El Perú forma parte del anillo de fuego o conocido también como cinturón de fuego del Pacífico, La Ciudad de Juliaca se encuentra en una zona de sismicidad alta (existe una falla geológica que atraviesa el lago Titicaca, similar al que existe en Nazca ), motivo por el cual la probabilidad de ocurrencia de un evento telúrico es muy latente, afectando de esta manera las viviendas de albañilería confinada originando pérdidas tanto materiales como humanas. El Plan de Capacitación para la Estimación de Riesgos (PCER) afirma que gran parte las viviendas en la ciudad de Juliaca están construidas con una baja calidad en cuanto a diseño, mano de obra y materiales. Considerando estos aspectos en una vivienda la probabilidad de que la misma pueda colapsar durante un evento telúrico de medio a alto grado podría traer consecuencias catastróficas (PCER, 2013).

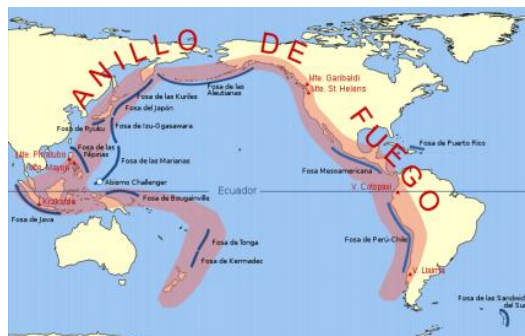


Figura 1.1. Anillo de fuego (IGP, 2014).

Por consiguiente el sur peruano se encuentra en una zona de sismicidad alta y sobre todo esta sismicidad se encuentra activa, los terremotos – sismos manifestaron su presencia en repetidas ocasiones en la ciudad de Juliaca. Tal es el caso del evento telúrico más reciente ocurrido en Juliaca, el 1 de diciembre del 2015, con un sismo de 5.2 en la escala de Richter (Caszola, 2016).

Asimismo en diciembre de 2016, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) informó que Lampa y Juliaca sufrió un sismo de 6 grados en la escala de Richter a 148 kilómetros de profundidad de la misma, sintiéndose este sismo aun en las instalaciones de la Universidad Peruana Unión. De esta manera, en la región Puno en lo que va del año se registraron 39 sismos en diferentes provincias, como Lampa, Melgar, El Collao, San Román, Puno y

Chucuito, señala el IGP. Con lo ocurrido en Lampa, es más que seguro que la región Puno no está libre de un sismo.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Al pasar los años la explosión demográfica en la ciudad de Juliaca ha incrementado y junto a esto también la construcción de viviendas nuevas. Estas están conformadas durante su construcción con múltiples materiales y en la mayoría de los casos ha predominado la albañilería confinada como principal sistema de construcción.

Según el Censo INEI, (2013) El crecimiento de la población de Juliaca es alrededor del 2,6% anualmente. Originando una demanda en la construcción de viviendas, el sistema constructivo más usado para la construcción de viviendas es la de albañilería confinada.

Tradicionalmente es aceptado la construcción de viviendas con materiales artesanales sin la supervisión de un personal capacitado en el tema y sin la presencia de planos ni diseño para la misma esto hace que la viviendas en su desempeño y desenvolvimiento frente a un evento sísmico represente un riesgo para el habitante y para las personas cercanas a ella ya que dicha vivienda podría colapsar (Velarde, 2014).

Considerando que las viviendas construidas rústicas de albañilería confinada con materiales artesanales, sin la presencia de planos en el proceso constructivo son una realidad en nuestro país, se decide analizar éstas viviendas en las zonas de mayor peligro sísmico de Juliaca, zona sísmica 3 como se ve en la Figura 1.2. Se busco viviendas representativas de la zona según el análisis estadístico de población y muestra para determinar su vulnerabilidad y riesgo de colapso ante una eventualidad sísmica. Se eligió dos sectores: Salida Cusco y Salida Huancane, de la ciudad de Juliaca, estos sectores se caracterizan por tener la mayor parte de sus construcciones de albañilería confinada, construida con materiales artesanales sin la existencia de planos de construcción y sin personal capacitado en el procedimiento constructivo además que se ubica a 45km de la falla tectónica ubicada en el lago Titicaca siendo un distrito de alto peligro sísmico, como lo afirma el CENEPRED. ver figura 1.4.



**Tabla N°1**  
**FACTORES DE ZONA**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 1.2. Zonificación sísmica propuesta (RNE, 2016).

La necesidad de una vivienda y la explosión demográfica, guardan una relación directa es decir, a mayor población urge la necesidad de construcción de viviendas de material noble.

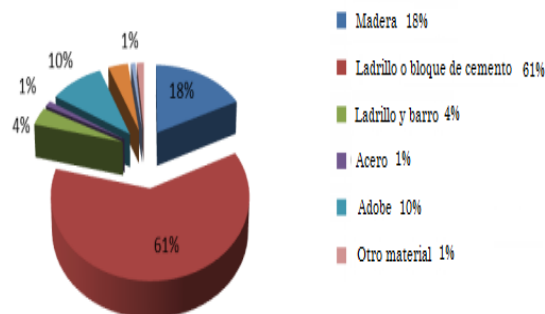


Figura 1.3. Porcentaje de viviendas de acuerdo al tipo de material en Juliaca(INEI, 2015).

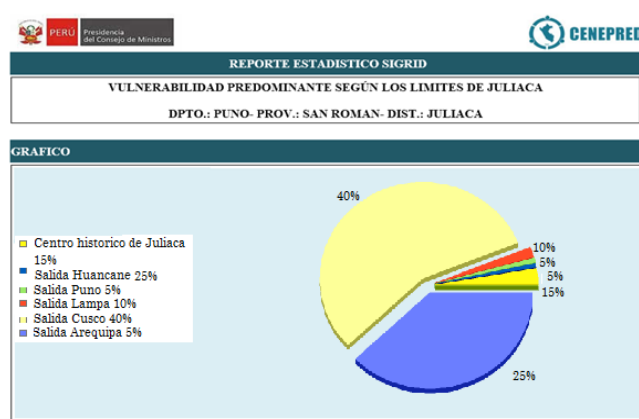


Figura 1.4. Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno el Niño y otros Fenómenos Naturales (INEI, 2016).

Las construcciones informales en el Perú – Puno - Juliaca es alta. Los pobladores de esta localidad realizan la construcción de sus viviendas en base a conocimientos empíricos según la economía que cuentan en ese momento. Por tanto, es indispensable una evaluación permita diagnosticar la vulnerabilidad, el peligro y el riesgo sísmico de las viviendas,

para luego proponer un sistema de reparación y reforzamiento con el solo propósito de evitar el colapso ante sismos de intensidad media y alta como es el caso para la presente investigación, donde se plantea el siguiente problema:

¿El riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada se debe al uso de materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la ciudad de Juliaca?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La amenaza o peligro es una situación o acto con potencia de lesión frente a un conjunto humano. Es decir al suscitarse un evento sísmico que es un fenómeno físico este asume la característica de peligro o amenaza considerándose la posibilidad de generar daño a una población.

La vulnerabilidad es el grado de daño que puede sufrir cierto conjunto de personas frente a una amenaza o peligro, en este caso el peligro viene a ser la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico y la vulnerabilidad son las viviendas de albañilería construidas con materiales artesanales y una mano de obra poco calificada, además de no contar con los planos de construcción y el diseño estructural.

Estas viviendas al ser construidas sin una guía técnica, con el empleo de materiales artesanales sin el previo estudio de suelos ni la existencia de planos de construcción muestran una vulnerabilidad elevada frente a un evento sísmico, lo que hace necesaria la evaluación de las mismas con el fin de determinar el nivel de riesgo sísmico que estas edificaciones presentan.

La presente investigación se realizó la evaluación de las viviendas de albañilería confinada de los sectores de salida Cusco y salida Huancané de la ciudad de Juliaca. Con el propósito de determinar el nivel de riesgo sísmico que las mismas presentan en la actualidad.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo general**

- Identificar y evaluar el riesgo sísmico en viviendas de albañilería confinada construidas con materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría

técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la Ciudad de Juliaca – Puno.

#### **1.4.2 Objetivo específico**

Para alcanzar el objetivo general, se deben lograr los siguientes objetivos específicos

- a) Identificar los defectos y deterioros de las viviendas de albañilería confinada construidas con materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la Ciudad de Juliaca – Puno.
- b) Determinar el nivel de riesgo sísmico de acuerdo a los defectos y deterioros identificados en las viviendas de albañilería confinada en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la Ciudad de Juliaca – Puno.
- c) Evaluar el nivel de riesgo sísmico en las viviendas de albañilería confinada construidas con materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la Ciudad de Juliaca – Puno.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LA LITERATURA – MARCO TEÓRICO

#### 2.1 BASES TEÓRICAS

Los efectos sísmicos en las viviendas de albañilería confinada son una materia de estudio debido a que estas traen como consecuencias pérdidas materiales y humanas. Un buen punto de partida para el estudio de estos efectos es el estudio de zonas de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada (Mosqueira, 2011).

En la ciudad de Juliaca en los últimos años no se han registrado eventos telúricos, sin embargo, debe considerarse la formación geológica de este lugar, y la presencia de la placa menor en la zona “placa del altiplano”, la naturaleza de sus suelos y el empleo de materiales artesanales en la construcción de las viviendas, hace que exista peligro vulnerabilidad y riesgo sísmico en las viviendas esto debido a la probabilidad de ocurrencia de sismos (IGP, 2016).

Según Flores (2002) en los países en desarrollo, las viviendas informales son construidas sin asesoramiento técnico ni profesional. Estas construcciones presentan infinidad de problemas respecto a la topografía donde está ubicada, calidad de la construcción, configuración estructural, uso de materiales deficientes y proceso constructivo.

La debilidad frente a la amenaza sísmica o incapacidad de resistencia, incapacidad de recuperación cuando ocurre un evento sísmico es conocida como la vulnerabilidad Sísmica en viviendas de albañilería confinada, esto no sólo es parte de la convivencia de los pobladores con las amenazas o peligro.

El Peligro Sísmico es la probabilidad de que un fenómeno de origen sísmico, tenga repercusión en un determinado tiempo y lugar, estando esta no adaptada para afrontarlo sin consecuencias negativas.

Según Kuroiwa (2002) y Barbart (1998) el riesgo sísmico es el grado de pérdidas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que están expuestas a un evento telúrico, el riesgo sísmico también es definido como la función de la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico.

Asimismo Kuroiwa (2002) establece al riesgo sísmico como la suma de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico. Dividiendo el riesgo sísmico en tres niveles: alto medio y bajo.

Los factores importantes para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica son la densidad de muros que presenta la vivienda evaluada, la eficiencia de mano de obra empleada durante la construcción y la calidad de los materiales empleados además de los errores constructivos que puedan existir y del tipo de suelo sobre el cual se encuentra la vivienda evaluada.

Bajo estos factores podemos evaluar y determinar el nivel de riesgo existente en las viviendas de albañilería confinada- determinando si el riesgo es de nivel bajo medio o alto.

Un riesgo sísmico bajo en la vivienda nos indica que la misma está diseñada de modo que al ocurrirse un evento telúrico este podría soportar tal evento sin poner en riesgo la vida de sus ocupantes, ni colapsar. Un riesgo sísmico medio nos indica que la vivienda podría colapsar o podría mantenerse con daños mayores dependiendo de factores que afecten a la vivienda aparte del sismo. Un riesgo sísmico alto nos indica el colapso de la vivienda durante el desarrollo del evento telúrico.

### 2.1.1 Movimiento telúricos - sismos

Según Zelaya (2007) Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra. Como resultado de un proceso gradual de acumulación de energía debido a los fenómenos geológicos que deforman la superficie de la tierra, dando lugar a las grandes cadenas montañosas. La causa de los sismos en Puno – Juliaca es causa principal de la existencia de la placa menor del altiplano. Esta que pertenece a la placa sudamericana y la placa continental (Figura 2.1.).

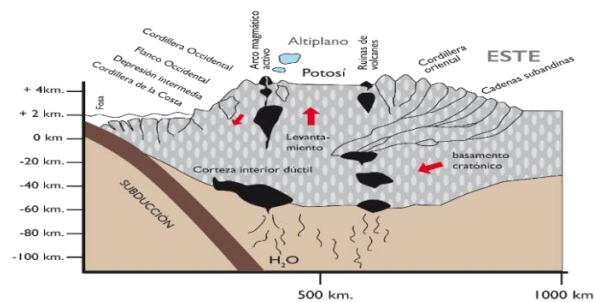


Figura 2.1. Placa Sudamericana placa de nazca y la placa menor del altiplano (IGP, 2016).

En el interior de la tierra ocurre un fracturamiento súbito cuando la energía acumulada excede la resistencia de las rocas. Al ocurrir la ruptura, se propagan (en el interior de la tierra) una serie de ondas sísmicas que al llegar a la superficie sentimos como un temblor.

Generalmente, los sismos ocurren en zonas de debilidad de la corteza terrestre que llamamos fallas geológicas. Existen también sismos menos frecuentes causados por la actividad volcánica en el interior de la tierra, y temblores artificiales ocasionados por la detonación de explosivos.

Para la mejor comprensión de los sismos es necesario conocer dos puntos imaginarios. Dentro de estos dos puntos imaginarios está el foco o también conocido como hipocentro, este punto imaginario es el centro de propagación de las ondas sísmicas. El hipocentro se idealiza como un punto en la superficie de falla donde se inicia la ruptura. El otro punto importante es el epicentro, que es la proyección del foco sobre la superficie terrestre.

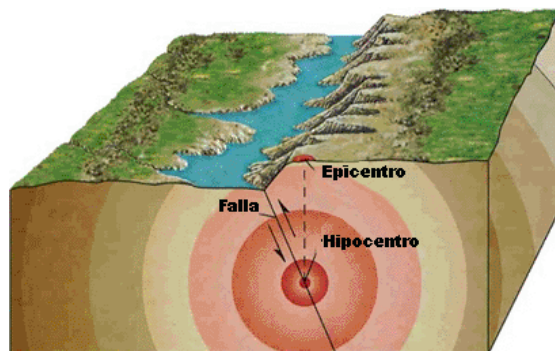


Figura 2.2. Partes de un terremoto (CPER, 2015).

Los sismos se miden según dos escalas: de Mercalli, que mide los efectos de un sismo y cuya escala va de 1 a 12 grados; y la de Richter, que mide la energía liberada por un sismo.

### 2.1.2 Características de los sismos

Hartmut (1999) menciona acerca a de las características de los sismos lo siguiente.

- Ondas sísmicas

Desarrollándose el sismo, esta libera una cantidad enorme de energía la cual se va propagando desde su origen, en forma de “ondas elásticas”. Esto da lugar a la siguiente clasificación: Ondas internas y Ondas Superficiales Dentro de las ondas internas tenemos:

- Ondas primarias

Las ondas internas viajan a través del interior. Siguen caminos curvos debido a la variada densidad y composición del interior de la Tierra. Este efecto es similar al de refracción de ondas de luz. Las ondas internas transmiten los temblores preliminares de un terremoto pero poseen poco poder destructivo. Las ondas internas son divididas en dos grupos: ondas primarias (P) y secundarias (S).

#### ONDAS PRIMARIAS (P)

Son ondas longitudinales o complejionales, lo cual significa que el suelo es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación. Estas ondas generalmente viajan a una velocidad 1.73 veces de las ondas S y pueden viajar a través de cualquier tipo de material líquido o sólido. Velocidades típicas son 1450m/s en el agua y cerca de 5000m/s en el granito.

#### ONDAS SECUNDARIAS O DE CORTE (S)

Son ondas en las cuales el desplazamiento es transversal a la dirección de propagación. Su velocidad es menor que la de las ondas primarias. Debido a ello, éstas aparecen en el terreno algo después que las primeras. Estas ondas son las que generan las oscilaciones durante el movimiento sísmico y las que producen la mayor parte de los daños. Sólo se trasladan a través de elementos sólidos.

##### a) Ondas superficiales

Cuando las ondas internas llegan a la superficie, se generan las ondas L, que se propagan por la superficie de discontinuidad de la interface de la superficie terrestre (tierra-aire y tierra-agua). Son las causantes de los daños producidos por los sismos en las construcciones. Estas ondas son las que poseen menor velocidad de propagación a comparación de las otras dos

La velocidad de propagación de estas ondas es aproximadamente la mitad de la velocidad de las ondas primarias. Dentro de las ondas superficiales tenemos:

### ONDAS LOVE (L)

Las ondas de Love requieren la existencia de una capa superficial de menor velocidad en comparación a las formaciones subyacentes o es decir un gradiente de velocidad positivo (velocidad se incrementa) con la profundidad. Las ondas de Love son ondas de cizalla, que oscilan solo en el plano horizontal, es decir las ondas de Love son ondas de cizalla horizontalmente polarizadas.

### ONDAS RAYLEIGH (R)

Cuando un sólido posee una superficie libre, como la superficie de la tierra, pueden generarse ondas que viajan a lo largo de la superficie. Estas ondas tienen su máxima amplitud en la superficie libre, la cual decrece exponencialmente con la profundidad, y son conocidas como ondas de Rayleigh en honor al científico que predijo su existencia. La trayectoria que describen las partículas del medio al propagarse la onda es elíptica retrógrada y ocurre en el plano de propagación de la onda. Una analogía de estas ondas lo constituyen las ondas que se producen en la superficie del agua.

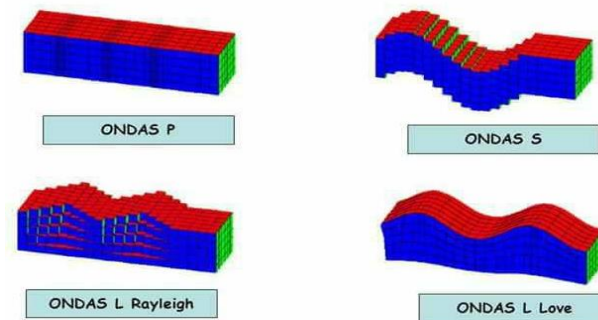


Figura 2.3. Propagación de las ondas sísmicas (Geoxnet, 2016).

### 2.1.3 Riesgo sísmico

Kuroiwa (2012) menciona que el riesgo sísmico está en función de la probabilidad de desarrollarse un movimiento telúrico que afecte a la vivienda (amenaza sísmica) como también a la oposición de la vivienda frente a dicho evento (vulnerabilidad sísmica).

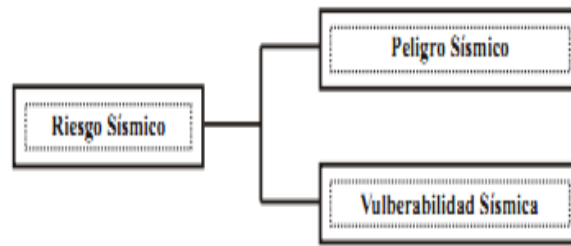


Figura 2.4. Relación vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico con riesgo sísmico (CENEPRED, 2016).

#### 2.1.4 Vulnerabilidad sísmica

Se conoce como vulnerabilidad sísmica al grado de daño que puede sufrir las viviendas de albañilería confinada durante el desarrollo de un evento telúrico. El nivel de daño en la vivienda sería la respuesta frente a un mal diseño y construcción de la vivienda “empleo de materiales de baja calidad y mano de obra poco calificada” (Bommer, 1998).

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica se realiza a diferentes partes componentes de la vivienda entre las cuales pueden ser:

- Vulnerabilidad estructural de la vivienda evaluada
- Vulnerabilidad no estructural de la vivienda evaluada

#### 2.1.5 Peligro sísmico

La probabilidad de ocurrencia de un evento telúrico de intensidad indeterminada durante un tiempo indefinido en una zona determinada es conocido como peligro sísmico, también es conocido como peligro las consecuencia que puede producir el evento telúrico como derrumbes licuación de suelos entre otros (Bommer, 1998).

El Banco Interamericano de Desarrollo y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe explica que “La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solamente para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible”.

#### 2.1.6 Clases de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada

- a) Vulnerabilidad estructural

Según Vizconde (2004) Se conoce como vulnerabilidad estructural al grado de efecto dañino que pueden sufrir los elementos estructurales de una vivienda esto a consecuencia de un evento telúrico.

Se conoce como elementos estructural a aquellas partes de la edificación encargadas de transmitir – sostener el peso de la edificación y su contenido así como las fuerzas temporales a la cimentación y de ahí al suelo. Estos elementos son:

- la losa
- columnas
- vigas
- la cimentación.

b) Vulnerabilidad no estructural

Vizconde (2004) menciona que un estudio de vulnerabilidad no estructural representa los elementos que no forman parte de la estructura. Entendamos que al ocurrir un evento telúrico la vivienda puede quedar inhabilitada debido a colapsos de equipos o fallas de elementos arquitectónicos.

### **2.1.7 Métodos para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada**

Vizconde (2004) menciona: al identificarse una vivienda en riesgo sísmico elevado, mediante la evaluación de los materiales usados en la construcción la mano de obra calificada y el empleo de un plano de construcción. Existen muchos métodos para la evaluación de la vulnerabilidad. En general éstas se clasifican en:

- Métodos cualitativos.
- Métodos experimentales.
- Métodos analíticos

Los métodos cualitativos son métodos empleados para la evaluación rápida y directa de un grupo de viviendas dentro de este grupo de edificaciones este método es aplicado solo

para la evaluación de viviendas de manera rápida con una población masiva con el único propósito de cuantificar el riesgo sísmico.

Los métodos experimentales son métodos más avanzados a los métodos cualitativos estos, realizan una correlación entre las características del sismo y las del terreno de cimentación, este método consiste en evaluar la configuración estructural los daños en la vivienda y el tipo de material empleado durante su construcción.

Los métodos analíticos son técnicas de estudio que requiere una evaluación de la edificación al detalle profundizándose en la vulnerabilidad sísmica de acuerdo a cada detalle que podría ocasionar la vulnerabilidad en la vivienda. Los más conocidos son el método japonés, los métodos norteamericanos como el ATC 22 y el FEMA 310 avalados por la Federal Emergency Management Agency de USA.

Para el desarrollo de la investigación se tomara como guía las recomendaciones de análisis de riesgo sísmico que nos da Kuroiwa (2012) y Mosqueria (2005), siendo estos análisis bajo métodos cualitativos.

### **2.1.8 Albañilería confinada**

El sistema constructivo más aplicado para la construcción de viviendas es la albañilería confinada debido a que este representa un menor costo frente a los demás sistemas. Este sistema de construcción requiere el uso de unidades de albañilería, viga soleras y columnas de amarre todos estos elementos estas arriostrados de modo que puedan cumplir su vida útil en conjunto.

En la aplicación de este sistema constructivo primeramente se construye los muros de ladrillos para luego construir las columnas y finalmente las vigas y la losa estando estas arriostradas entre sí de modo que puedan desempeñarse estos elementos como una sola estructura (Aceros Arequipa, 2014).

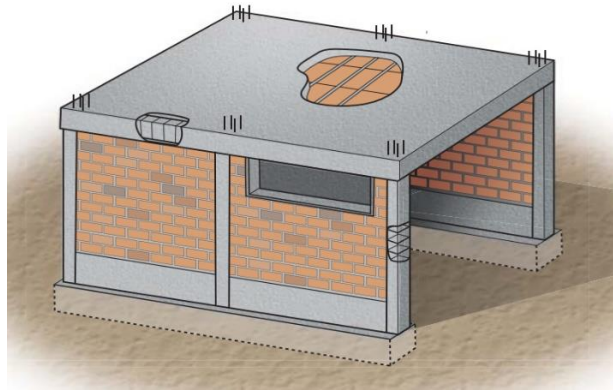


Figura 2.5. Albañilería confinada (Aceros Arequipa, 2011).

Durante la construcción de una vivienda de albañilería confinada es importante considerar aspectos fundamentales, que podrían asegurar el desempeño eficiente de la vivienda durante un evento sísmico. Estos factores son:

- a. El diseño estructural.
- b. Mano de obra capacitada.
- c. El control de la calidad de los materiales y proceso constructivo.
- d. Tipo de suelo sobre el cual está construida la vivienda

Así mismo es importante mencionar que el tipo de suelo donde están construido las viviendas influye en gran medida ante el riesgo sísmico. El diseño estructural la mano de obra capacitada y el control de calidad junto a tipo de material son factores importantes.



Figura 2.6. Vivienda dañada debido al terremoto de Pisco (Aceros Arequipa, 2011).

### 2.1.9 Influencia de la configuración estructural en viviendas de albañilería confinada

- Criterios de estructuración

El reglamento nacional de edificaciones en la norma E-070 y E-030 da recomendaciones para el diseño y a la estructuración de una vivienda esta norma es solo aplicado cuando la vivienda aún no ha sido construido pero ¿qué sucede si el edificio ya existe y se encuentra operativo y funcionando años y además presenta algunas deficiencias en su estructuración? Lo que queda es evaluar su vulnerabilidad sísmica. Dentro de los criterios de estructuración en la vivienda tenemos:

- La construcción de la vivienda debe ser de tal forma que esta pueda tener rigidez en todos sus sentidos de tal manera que al presentarse el evento sísmico, este puede soportar tal inclemencia sin sufrir daños mayores o colapsar.
- Problemas de configuración arquitectónica

La construcción de viviendas informales en la mayoría de los casos tiende a poseer un sinnúmero de problemas tanto a nivel de diseño y construcción. Dentro de estos problemas están la mala configuración estructural tanto en planta como en elevación el empleo de materiales artesanales la no existencia de planos de construcción y la mala dirección técnica de la construcción.

- Configuración geométrica

La configuración geométrica es parte de la configuración estructural que se debe considerar en el diseño y construcción de una vivienda. Así mismo en la evaluación del riesgo sísmico la configuración de la vivienda es un factor importante que se debe considerar. En la Figura 2.7. Observamos distintos tipos de estructuras.

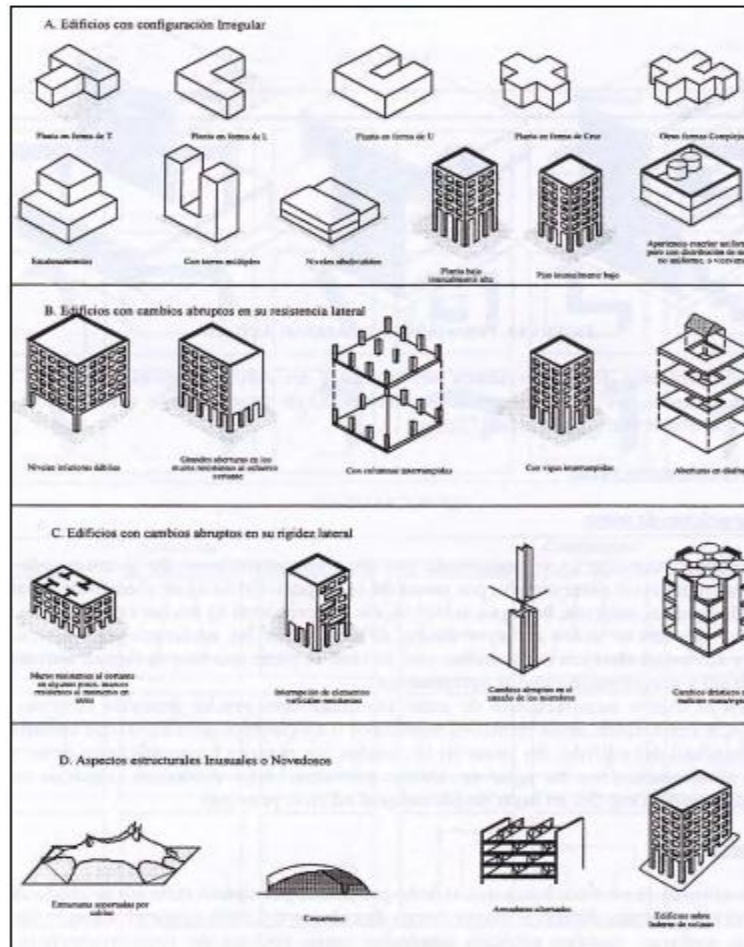


Figura 2.7. Estructuras irregulares o sistemas de marco (SEAO, 2011).

a) Problemas de configuración en planta

La configuración es el esquema de estructuras visto en planta y en elevación; engloba además las vistas en una perspectiva a fin de mostrar la integración de todos los sistemas estructurales.

Como alternativa de solución ante una vivienda que presente distancias longitudinales excesivas, esta se podría partir en diferentes partes de modo que la vivienda de configuración irregular pueda tener pequeñas partes adecuadas de longitud corta.

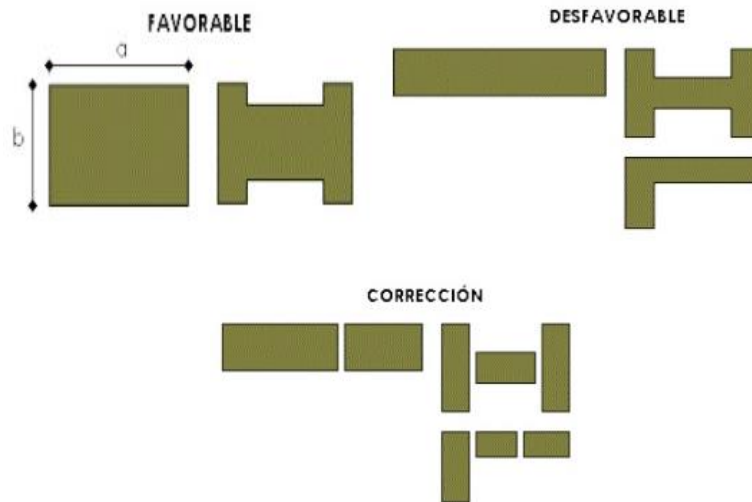


Figura 2.8. Configuración en planta de una vivienda (CPER, 2013).

Se busca la necesidad de proyectar plantas regulares con el fin de que los mismos puedan soportar las fuerzas sísmicas.

➤ Problemas de configuración en elevación

En la mayoría de los casos las construcciones de viviendas cuyo diseño es arquitectónico presentan configuración en elevación de formas escalonadas empezando de un área pequeña y culminando en grandes áreas. Observado esto desde el punto de vista sísmico estas viviendas que presentan este diseño arquitectónico poseen un alto riesgo sísmico.



Figura 2.9. Irregularidad vertical en una vivienda, Salida Cusco.

En la figura 2.10. Se observa una vivienda que presenta una irregularidad en altura. Es importante mencionar que durante la construcción de una vivienda se debe evitar este tipo de configuración arquitectónica sobre todo en zonas sísmicas por el peligro de volcamiento.

### **2.1.10 Asentamientos de estructuras**

El asentamiento de una cimentación del tipo superficial se debe a la deformación del suelo en el que se apoya causado por los esfuerzos inducidos en el, por la propia cimentación, esto es debido al tipo de suelo en que se construye y en grandes rasgos al contenido de agua que conforma siendo el de mayor riesgo los lugares con napas freáticas muy superficiales debido a que es más difícil y costoso su estabilización para poder construir. Cuando una estructura transmite sus cargas al terreno a través de la cimentación, se producen inevitablemente deformaciones (generalmente asentamientos). Este comportamiento que presenta el suelo al interactuar con la estructura depende del estudio de la mecánica de suelo y la cimentación que se va emplear, no debería causar graves problemas si se toman las precauciones ante ello. El asentamiento de una edificación consta de 2 partes principales:

#### **ASENTAMIENTO INMEDIATO**

Este tipo de caso se puede notar a medida que avanza la construcción, esta parte en algunos manuales deja recomendaciones para evitar una falla de las cimentaciones antes de terminar la construcción.

#### **ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION:**

Se manifiesta debido a la reducción del volumen del suelo, causada por la extracción de una parte del agua de los poros del suelo, esto se ve en suelo con una napa freática superficial o en suelos arcillosos

#### **TIPOS DE ASENTAMIENTOS:**

##### **ASENTAMIENTOS UNIFORMES**

Son cuando en el subsuelo las deformaciones son iguales en cualquier punto de la superficie construida, este caso se presenta en lugares en los que el tipo de suelo es el mismo en el área de construcción y también el contenido de agua considerando las cargas en sus cimentaciones iguales en cada una de ellas.

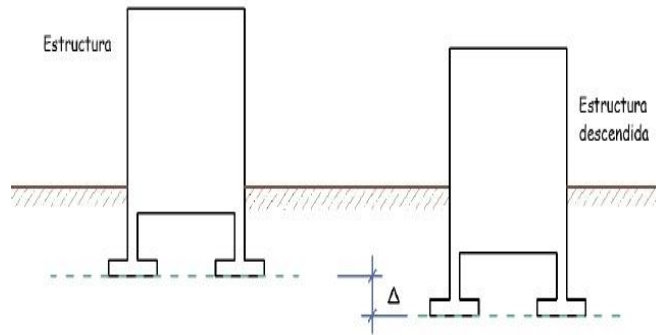


Figura 2.10. Asentamiento Uniforme

El mayor problema que tiene este tipo de asentamiento es rotura de instalaciones de servicios, generalmente no presentan fallas estructurales porque la estructura solo presenta descenso de nivel, sin sufrir falla estructural.

### ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES

Este caso es el que se presenta en la mayoría de los casos en el que la estructura tiene diferentes asentamientos de un punto a otro y cambia la magnitud y distribución de los esfuerzos con el que fue diseñado la estructura, se puede dar por la variación de la composición del suelo lo que causa que sean diferentes.

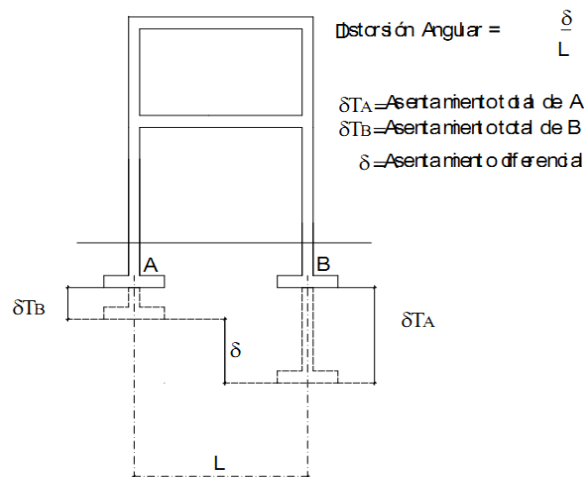


Figura 2.11. Asentamiento diferencial.

Pueden provocar fallas funcionales debido al descuadre de ventanas y puertas, también produce cortes en elementos estructurales, giros que puede causar torsión, flexión debido a que la estructura sufre diferentes asentamientos.

El RNE E – 050 En todo EMS se deberá indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial (Figura N° 2.11) no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la

indicada en la Figura N° 2.12. En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.

$\alpha = \delta/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Figura 2.12. Distorsion angular =  $\alpha$  (RNE E 050, 2016).

Según la ecuación 2.0. recomendada por el RNE – E 050, para el cálculo de la distorsion angular tenemos:

$$\text{Distorsion angular} = \frac{\Delta p}{l} = \frac{\delta}{l} \quad 2.0$$

Según Sower, (1962) nos da factores de asentamientos máximos permisibles de acuerdo al tipo de asentamiento y el factor limitado.

Tipo de movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.
	Acceso	12-24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg.
	Estructuras reticulares	2-4 plg.
	Chimeneas, silos, placas	3-12plg.
Inclinación o giro	Estabilidad frente al vuelco	Depende de la altura y el ancho
	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 $\ell$
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 $\ell$
	Almacenamiento de mercancías	0.01 $\ell$
	Funcionamiento de máquinas-telares de algodón	0.003 $\ell$
	Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores	0.0002 $\ell$
	Carriles de grúas	0.003 $\ell$
	Drenaje de soleras	0.01-0.02 $\ell$
	Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados
Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo		0.001-0.002 $\ell$
Fisuración de revocos (yeso)		0.001 $\ell$
Pórticos de concreto armado		0.0025-0.004 $\ell$
Pantallas de concreto armado		0.003 $\ell$
Pórticos metálicos continuos		0.002 $\ell$
Pórticos metálicos sencillos		0.005 $\ell$

Figura 2.13. Distorsion angular =  $\alpha$  (RNE E 050, 2016)

### **2.1.11 Vulnerabilidad de las edificaciones de albañilería confinada en Juliaca**

La ubicación de la ciudad de Juliaca (figura 1.2.), en el territorio peruano representa un peligro sísmico alto debido a que la misma se encuentra bajo una placa menor conocida como la placa menor del altiplano. Por consiguiente existe una probabilidad alta de desarrollarse un evento telúrico, considerando la poca o nula aplicación de las normas vigentes además de la aplicación de materiales deficientes y mano de obra poco calificada durante la construcción de la vivienda, estos representan un riesgo sísmico elevado para los pobladores de Juliaca.

## **2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo a los estudios realizados a nivel internacional con el propósito de evaluar la vulnerabilidad así como estudios de riesgo y peligro sísmico tenemos.

Según Llanos y Vidal, (2003) en su estudio titulado: evaluación sísmica de escuelas: una propuesta metodológica. Tuvo como objetivo evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de una muestra representativa de escuelas de la ciudad de Santiago de Cali. Se desarrolló un procedimiento cualitativo detallado de evaluación, a partir de la adaptación de métodos existentes a las características particulares observadas en las escuelas visitadas, con base a este procedimiento y el análisis de los aspectos más incidentes en la vulnerabilidad de 20 escuelas, se diseñó un procedimiento y el análisis de los aspectos más incidentes en la vulnerabilidad. Se llegó al resultado que el 56% de las escuelas de la población estudiada son altamente vulnerables y que 16 de ellas pueden representar un riesgo para las personas, incluso antes que ocurra un sismo fuerte, debido a la inestabilidad de elementos estructurales y no estructurales con fallas graves, que afecten el comportamiento y la funcionalidad de las edificaciones escolares. Además este estudio reveló que las escuelas de Cali están subdimensionadas.

Según Texaj (2005) en su tesis titulada: Determinación de la vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de las zonas 1, 2, 3 y 4 de la Ciudad de Chimaltenango. Que tuvo como objetivo Realizar un estudio en el sector, por medio del método cualitativo ATC-21, propuesto por Applied Technology Council, que permita cuantificar la vulnerabilidad estructural y la cantidad de daños potenciales en elementos materiales y humanos, que podría sufrir el sector de la ciudad de Chimaltenango ante un

fenómeno sísmico con aceleraciones del suelo de  $0.3g = 2.94 \text{ m/seg}^2$ , o mayores, en la componente horizontal, con una probabilidad de ocurrencia de, al menos, una vez en cincuenta años, equivalente a 0.02. y llegó a la conclusión que los índices de vulnerabilidad estructural en el área evaluada son los siguientes: Mínima 70.17%, significativa 22.76%, alta 4.64%, muy alta 2.43%.

En cuanto a antecedentes de investigación dentro del Perú tenemos:

Según Norabuena (2012) realizó una evaluación del peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico de los colegios de Lima. En la investigación realizada se aplicó metodología de evaluación extranjera “Benedetti y Petrini”, esta metodología da una evaluación profunda del estudio a realizarse evaluando el peligro, la vulnerabilidad y riesgo sísmico en relación con las particularidades de la construcción en la vivienda. Concluyendo que las instituciones educativas de nivel secundario poseen una vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico elevado debido a que en la construcción de la misma no se empleó la normatividad vigente. RNE NTE 30.

Tarque y Mosqueira (2005) procesó una técnica para estipular el peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico de la construcción de viviendas rústicas de albañilería confinada. Se realizó el estudio a 5 ciudades del territorio peruano Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica y Mollendo. Concluyéndose que solo el 10% de toda la población en estudio posee una vulnerabilidad baja y media.

## **2.3 MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA**

### **2.3.1 Unidad de albañilería**

Según el RNE (2016) las unidades de ladrillo pueden ser artesanales o industriales además de tener en su caracterización propiedades acústicas y térmicas, además de ser base fundamental de la construcción de una vivienda de albañilería.

Se conoce como unidad de albañilería al ladrillo de arcilla bloque o ladrillo silico calcáreas y bloques de concreto, la unidad de albañilería puede ser hueca o sólida.

- Unidad de albañilería sólida

Las unidades de albañilería solidas poseen más del 75% de área bruta en el mismo plano como en el área equivalente tanto en su sección transversal como en cualquier plano paralelo al mismo.



Figura 2.14. Unidad de albañilería sólida.

➤ Unidad de albañilería perforada o hueca

Las unidades de albañilería perforada o hueca poseen menos del 75% del área bruta en el mismo plano como en cualquier otro plano paralelo.



Figura 2.15. Unidad de albañilería hueca.

➤ Unidad de albañilería tubular

Se conoce como unidad de albañilería tubular a aquel ladrillo que posee perforaciones paralelas a la superficie de asiento.

### 2.3.2 Propiedades

Entre sus propiedades el ladrillo posee:

- Resistencia la compresión dependiendo del tipo de ladrillo
- Absorción (% que aumenta) 14 % a máquina y 20% a mano.
- variabilidad dimensional: rectitud de las aristas y ortogonalidad y de ángulos externos, todas dentro de la tolerancia del RNE E 070.

- **Sonido:** el sonido de la unidad de albañilería confinada debe ser un sonido metálico.
- **Color:** el color de la unidad de albañilería es rojizo, Este color indica que la unidad de albañilería se encuentra bien cocida y podrá desempeñarse más adecuadamente en la vivienda.

### **2.3.3 Mortero**

Se componen de arena y cemento Portland. Este mortero tiene altas resistencias y sus condiciones de trabajabilidad son variables de acuerdo a la proporción de cemento y arena usados.

En el mortero de cemento al igual que en el hormigón, las características de la arena, tales como la granulometría, módulo de finura, forma y textura de las partículas, así como el contenido de materia orgánica, juegan un papel decisivo en su calidad (RNE, 2016).

### **2.3.4 Albañilería confinada**

La albañilería confinada es un sistema estructural compuesto de diferentes materiales unidos entre sí para dar forma a una estructura (Gallegos, 1986).

Los elementos de las viviendas que resisten las fuerzas horizontales producto de un evento telúrico son los muros confinados. Mientras más muros construidos de manera confinada perpendiculares y paralelos a la fachada de la vivienda mejor será la resistencia y el comportamiento del mismo frente a un sismo.

Existen dos tipos de fallas en los muros de las viviendas ocasionadas por la fuerza del sismo; fallas por corte y fallas por flexión (San Bartolomé, 1998).

Las fallas por flexión producen grietas horizontales en los muros esto debido a los grandes esfuerzos de compresión y tracción en la parte basal de las columnas.

El efecto de la fuerza sísmica en dirección perpendicular al plano de los muros ocasionaría el volteo del mismo. Considerando mayor el peligro de desarrollarse este efecto si los muros no están arriostrados (San Bartolomé, 1998).

### **2.3.5 Tabiquería**

Un tabique es un muro no estructural que permite separar y sub-dividir recintos, siendo generalmente un elemento fijo y opaco que puede ser instalado en cualquier parte del interior siempre cuando no le aporte una sobrecarga. Este dispositivo debe cumplir con un cierto aislamiento térmico, acústico y con una resistencia mecánica mínima, permitiendo la fijación de objetos y la inclusión de instalaciones técnicas sin disminuir su resistencia.

## **2.4 CONSTRUCCION DE VIVIEDAS INFORMALES EN JULIACA**

Las construcciones rusticas fueron convirtiéndose en habito para los diferentes sectores sociales y especialmente en la población con recursos económicos limitados. Este suceso no solo ocurre en el Perú, sino que también es propio de muchos países sub desarrollados. Los propietarios recurren a la informalidad, edificando con: materiales artesanales, sin dirección técnica y sin emplear las normas de edificación vigentes.

Estas viviendas al ser construidas de manera informal tienen un sinnúmero de deficiencias arquitectónicas estructurales y constructivas, tantas que estas mismas deficiencias hacen que la estructura sea vulnerable a los diferentes movimientos telúricos que puedan presentarse. Estas viviendas informales construidas con materiales artesanales y sin el adecuado diseño estructural ni arquitectónico normalmente son causa y efecto de la falta de recurso económico del propietario de la vivienda y su urgente necesidad de contar con una vivienda en donde vivir. Añadiendo a este factor la falta de conocimiento para la construcción adecuada de su vivienda así como la ignorancia de los reglamentos de construcción llevan al propietario a la autoconstrucción de su vivienda con el empleo de materiales inadecuados y una mala estructuración y diseño de su vivienda.

Al faltar la asesoría técnica para el proceso constructivo de la vivienda, el propietario hace que esta posea todas las informalidades que existen en la construcción de una vivienda si consideramos a esto la falta de recurso económico tenemos como resultado una vivienda con una vulnerabilidad muy alta a eventos sísmicos. Esto es un claro ejemplo que en las ciudades de la sierra como Juliaca las viviendas presenten problemas de déficit estructural, generando un incremento descomunal del riesgo y la vulnerabilidad sísmica.

## 2.5 PROCESO DE LAS CONSTRUCCIONES RUSTICAS

La necesidad de contar con una vivienda y falta de recursos económicos hace que la persona busque distintos modos para conseguir un terreno o parcela en los asentamientos humanos. Una vez obtenido esta parcela busca un modo de empezar con la construcción de su futura vivienda empleando en ello su tiempo libre, logrando el proceso constructivo en etapas diferentes y periodos de plazo distintos y muy variables. La falta de economía del propietario de la parcela hace que en la construcción de la vivienda este emplee una mano de obra generalmente de baja destreza. Este proceso suele ser el siguiente:

### 2.5.1 Posición de terreno con viviendas provisionales

Una vez obtenido una parcela de terreno se empieza con la limpieza y nivelado del terreno con el solo propósito de construir una vivienda de material noble.



*Figura 2.16.* Ocupación del terreno y habilitación de viviendas provisionales, Salida Cusco.

Para realizar la delimitación de la parcela del terreno buscan un entendido en el tema, cabe recalcar que para esta delimitación lo realizan con estacas y yeso de una manera rustica. Para luego realizar una construcción provisional normalmente construida con materiales rústicos, plásticos, mantas paja.

### 2.5.2 Cimentación y armado de columnas

Una vez realizado el trazado del terreno proceden a la excavación del suelo con fines de preparar el mismo para la cimentación respectiva. Ver la figura 2.14.



Figura 2.17. Zapata y columna armada, Salida Cusco.

Durante el trabajo de excavación para la cimentación se busca el consejo del maestro de obra o algún entendido en el tema tanto en esta etapa, como en de las columnas. Así mismo el vaciado se realiza con concreto ciclópeo en la mayoría de los casos.

### **2.5.3 Muros y llenado de columnas**

En esta fase de la construcción se presta mayor atención a la fachada de paredes en la vivienda, usualmente un maestro que es especialista en todo hace el papel de maestro ebanista encofrador enfierador. Este se encarga del asentado de los ladrillos para proseguir con el vaciado de las columnas aun si estos trabajos no guardan relación o están en etapas diferentes.

Cada uno de estos trabajos requieren de un conociendo técnico del procedimiento constructivo de una vivienda, en estos trabajos se tiene que nivelar el asentado de los ladrillos en los muros. Preparar el mortero, preparación de concreto, armado y encofrado en algunos casos esta etapa requiere de construcción de dinteles u vigas soleras para finalmente culminar con la colocación del techo aligerado.

### **2.5.4 Vaciado del techo**

Se realiza esta etapa normalmente después de varios días a las etapas anteriores, en alguno de los casos se lleva a cabo esta etapa pasado 5 años o más pudiendo incluso en muchos casos quedarse con un techo liviano construido a base de calaminas o plásticos. Esto es principalmente efecto de la carencia o falta económica del propietario. Figura 2.17. Preparado de una losa para el vaciado.

El propietario de la vivienda para la construcción y vaciado del techo necesita dotarse de recursos tanto económicos como de materiales de construcción en el caso del encofrado

necesita madera, para el armado de la estructura necesita acero de refuerzo y para el vaciado necesita concreto agregado y sobre todo y más importante recurso para la contrata de personal para esta tarea. Finalmente se lleva a cabo el festejo tradicional por la inauguración de la vivienda.

### **2.5.5 Construcción de muros en el segundo piso**

Antes del proceso de construcción del segundo piso o segundo nivel, usualmente se procede con el tarrajeo de los muros exteriores e interiores de la vivienda prestando mayor atención a los muros de las áreas sociales tal es el caso de la sala comedor. Es importante mencionar que para la construcción del segundo nivel esta se realizar por partes a diferentes tiempos y periodos como se realizó en la construcción del primer piso. Esta construcción por partes empieza a partir del levantamiento de muros, como esta labor del levantamiento de muros se realiza por partes es normal ver que algunos muros no se encuentren arriostrados o con algún tipo de confinamiento esto por periodos prolongados.

Observándose el tiempo que se toma para la construcción de la vivienda esta es indefinida pudiendo concluirse este trabajo en un año o en veinte años dependiendo de la condición económica del propietario de la vivienda, cabe mencionar que esta demora en la construcción de la vivienda es afectado principalmente por la condición económica debido a que en muchos de los casos los propietarios de las viviendas en Juliaca son comerciantes.

## **2.6 LOS MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS**

El sistema constructivo en viviendas más utilizado es la albañilería confinada, siendo esta la causa principal por la que se propone realizar estudios a los diferentes materiales empleados en la construcción de las viviendas informales. Es conocido que los diversos materiales que conforman el sistema estructural de una vivienda en albañilería confinada generan un comportamiento en el mismo muy complejo para su análisis. Por esta razón este comportamiento se pretende observar mediante ensayos en laboratorio basándonos en la norma E 070 del RNE donde nos indica algunos valores para las unidades de albañilería. Según la figura 2.17 que se muestra a continuación:

## **2.7 REQUISITOS ESTRUCTURALES MÍNIMOS**

Siguiendo las recomendaciones del Capítulo 7 del RNE E.070.

### 2.7.1 Muro portante

#### a) Espesor Efectivo “t”

El espesor efectivo mínimo de acuerdo al RNE para viviendas de albañilería confinada es:

$$t > \frac{h}{20} \text{ para zonas sismicas 2 y 3}$$
$$t > \frac{h}{25} \text{ para zona sismica 1} \quad (2.1)$$

Donde “h” representa la altura libre de los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo en una vivienda (Referenciado en 2.3.6 del RNE – E 070).

#### b) Esfuerzo Axial Máximo “ $\sigma_m$ ”

El esfuerzo axial máximo ( $\sigma_m$ ) producto de la carga de gravedad máxima de servicio ( $P_m$ ), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L_t} < 0.2f'm \left[ 1 - \left( \frac{h}{35} \right)^2 \right] < 0.15f'm \quad (2.2)$$

Donde “L” representa la longitud total del muro, incluye el peralte en caso de muros confinados.

En caso de no cumplirse la expresión 2.2 se buscara soluciones alternativas como:

- Buscar la mejora de la calidad de albañilería ( $f'm$ )
- Aumentar el espesor del muro
- Convertir la albañilería confinada en albañilería armada
- Reducir la magnitud de la carga axial “ $P_m$ ”

Es importante mencionar que la carga axial “ $P_m$ ” de un muro en una vivienda puede reducirse mediante el uso de losas en dos direcciones “losas macizas o aligeradas”.

### 2.7.2 Estructuración de la vivienda en planta

#### a. Muros a Reforzar

De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones E-030 Juliaca se encuentra en la zona sísmica 3 por lo tanto es necesario el reforzamiento de los muros portantes y los muros perimetrales de cierre que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica.

b. Muros Reforzados – densidad mínima

En muros portantes según el art. 17 del RNE E.070 la densidad mínima a reforzar en cada dirección del edificio se obtiene:

$$\frac{\text{area de corte de los muros reforzados}}{\text{area de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} > \frac{Z.U.C.N}{56} \quad (2.3)$$

Donde:

N = cantidad de pisos en la vivienda

L = longitud total del muro “incluyen columnas”

T = espesor efectivo del muro de la vivienda

Los valores “Z”, “U” y “S” son obtenidos del RNE E.030. Estos factores de zona sísmica tipo de suelo e importancia.

Se cambiara el espesor de los muros o podrá agregarse placas de concreto armado en caso de que no se cumpliera la ecuación (2.3).

En caso de usarse placas de concreto armado se amplificara el espesor real de la placa por la relación  $\frac{E_c}{E_m}$ .

Donde:

Éc = módulo de elasticidad del concreto

Em = módulo de elasticidad de la albañilería.

### 2.7.3 Albañilería confinada

El Reglamento Nacional de Edificaciones nos indica que para la construcción de viviendas mediante el sistema de albañilería confinada, se cumplirá los siguientes aspectos:

En una vivienda construida bajo el sistema de albañilería confinada será considerado muro confinado, los muros que tengan las siguientes características:

- Es considerado muro portante los muros que están unidos en sus cuatro lados por elementos de concreto armado, unidos tanto en sus lados horizontales “vigas soleras” y en sus lados verticales “columnas”, estando el muro unido a la cimentación siendo este considerado como elemento de confinamiento horizontal para muros del primer nivel.
- Así mismo menciona en el artículo 11 (11.5) menciona que es considerado muro confinado cuando los empalmes y anclajes de la armadura desarrollan capacidad plena a la tracción.
- Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con:

$$F'c > 171.5 \text{ MPa} (175 \text{ kg/cm}^2) \quad (2.4)$$

#### **2.7.4 Muros estructurales**

Dentro de una vivienda los muros estructurales vienen a desempeñarse como elementos diseñados para soportar cualquier tipo de cargas. En algunos casos estos son usados para resistir elementos de apoyo o contener cargas de tierra o agua. La forma de estos muros depende mucho del esfuerzo que este ha de soportar.

#### **2.7.5 Mortero**

El mortero a emplearse en la construcción de la vivienda debe ser trabajable, para lo cual deberá usarse la máxima cantidad de agua posible ( de acuerdo al ensayo de cono de abrams se recomienda un slump de 6 pulgadas ). Como asunto importante se debe evitar a toda costa la segregación y exudación del mortero de tal manera que este no se aplaste con el peso de las hiladas superiores. Cabe recordar que en el asentado de muros es recomendable realizar este trabajo hasta 1.20m de altura por día (San Bartolomé, 1998).

### **2.8 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

Según Arango (2013) en su libro *Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería*, durante el procedimiento constructivo debe considerarse lo siguiente: para condiciones de asentado el espesor recomendable de las hiladas por adhesión, está entre 1 a 1.5 cm. Esta

ocurrirá entre la junta sobre la unidad de ladrillo más grande. Es inaceptable excesivas juntas de mortero ya que estas reducen la resistencia a la compresión y corte de la albañilería. De igual manera ocurre con aquellas juntas pequeñas, ya que estos reducen la resistencia a la tracción. Cabe mencionar que todo ladrillo – unidad de albañilería absorbe agua, esta propiedad en los ensayos de laboratorio se conoce como succión que no es más que la velocidad de absorción de la unidad en la cara de asiento. Esta propiedad es importante conocer ya que esta permite una impregnación del mortero con el ladrillo. Sin embargo, cuando es excesiva se controlará mediante el humedecimiento previo al asentado de la unidad de albañilería, de lo contrario, causará efectos negativos.

Los muros durante su proceso constructivo debe realizarse en línea guiándose siempre con una plomada, asentando como máximo una altura de 0.70 m a 1 m en una jornada de trabajo.

Los muros poseen una baja estabilidad y una resistencia muy baja a tracción. Por esta razón no deben ser sometidos a fuerzas externas como golpes o servir de apoyo a procesos constructivos como el apoyo de puntales para el encofrado. Durante las instalaciones eléctricas o sanitarias estos no deben ser picados. Al realizar uno esta actividad más allá de romper un elemento estructural debilita la resistencia del mismo (Tejada, 2001).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada en esta investigación se hizo en concordancia con la Sub Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Provincial de San Román, donde esta Sub Gerencia reviso el proyecto y dio recomendaciones para el desarrollo del trabajo. Cabe mencionar que este trabajo de tesis consistió en dos fases:

La primera etapa refiere a los trabajos en campo, dentro de estos trabajos esta la labor de llenado de encuestas toma de fotografías de las patologías constructivas en las viviendas así como el dibujado de planos y medición de los terrenos. Siendo esta la labor que se realizó en la Ciudad de Juliaca a 40 viviendas autoconstruidas.

Se eligieron dos divisiones de acuerdo al reporte estadístico de vulnerabilidad predominante del CENEPRED como se muestra en el planteamiento del problema – figura 1.4.

La segunda etapa consistió en el análisis de los datos recolectados en fichas de análisis.

Siendo el proceso el siguiente:

La primera etapa más allá de la salida a campo para realizar la encuesta en viviendas, primeramente, se buscó información relacionada con el tema de tesis en las diferentes bibliotecas de las universidades cercanas, así como también se buscó información en internet siendo el propósito tener una visión de lo que se va a realizar en la presente investigación.

Seguidamente se procedió a la selección de la zona de estudio donde se llevaría a cabo las encuestas de las viviendas, tomándose como referencia el reporte estadístico de vulnerabilidad del CENEPRED. Siendo las zonas seleccionadas “Salida Cusco” y “Salida Huancané”. Acto seguido se procedió con la formulación de las fichas de recolección de datos para realizar el trabajo.

Esta ficha de datos consiste en la hoja usada para la recolección de datos, dentro de esta ficha se encuentra las encuestas a la vivienda, el dibujo a mano alzada de la misma, las características arquitectónica y estructurales de la vivienda como el tipo de material usado

en la misma, la mano de obra empleada durante la construcción de la vivienda, el tipo de suelo donde está la vivienda, la antigüedad de la vivienda.

Una vez finalizado las fichas de recolección de datos se dio inició con la toma de datos en las encuestas, En estas viviendas encuestadas se recopilaron las características estructurales y su proceso constructivo. Entre otros aspectos importantes, esto con el propósito de evaluar la vulnerabilidad de las mismas en el caso que se suscitara un sismo de gran magnitud. Cabe mencionar que durante la realización de las encuestas a los habitantes de las viviendas muchas de ellas no accedieron a el desarrollo de la encuesta quizá sea por motivos de desconocimiento miedo u otros además, que durante la ejecución de la misma muchas de las viviendas no contaban con el nombre de la calle validado por el municipio dificultando el buen desarrollo de la encuesta. Es importante mencionar que la gran mayoría de viviendas no contaban con sus planos arquitectónicos y estructurales.

Después de finalizado el proceso de encuesta y toma de datos en campo se empezó con el trabajo en gabinete para la realización de los objetivos planteados de esta investigación se propuso una rápida metodología de evaluación del riesgo sísmico, para este trabajo se toma como base de guía las recomendaciones de Kuroiwa 2012 donde se aplico la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo} = 0.5 * \text{vulnerabilidad} + 0.5 * \text{peligro.}$$

Para la evaluación del riesgo sísmico se ha asignado valores que cuantificaran estos resultados “alto, medio y bajo”.

### **3.1 UBICACIÓN EXTENSION Y LÍMITES DEL AREA DE ESTUDIO**

La ciudad de Juliaca pertenece a la provincia de San Román, en la región de Puno. Juliaca no es ajena a soportar fuertes sismos porque existe una falla geológica que atraviesa el lago Titicaca, similar a la que existe en Nazca y ello puede generar un sismo de grandes magnitudes (GRP, 2013).

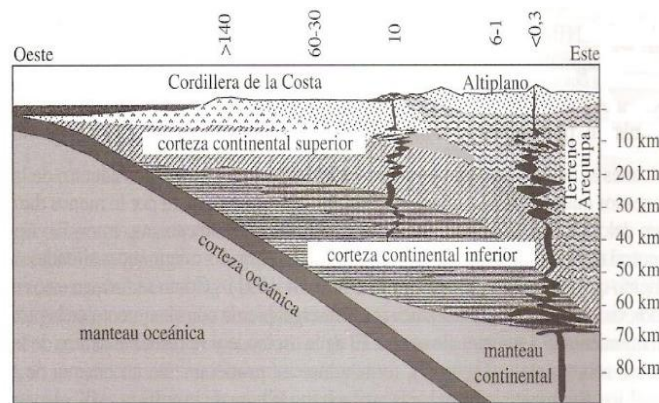


Figura 3.1. Placa del Altiplano (Chungara Universidad de Tarapacá, 1999).

Estando Juliaca bajo la placa menor del altiplano está expuesta a una posible probabilidad de eventos telúricos (INDECI, 2002).

Bajo esta probabilidad se seleccionó la población de estudio considerándose lo siguiente:

- a. Predominio de construcciones rústicas con albañilería confinada de acuerdo al análisis estadístico por vulnerabilidad y riesgo ante eventos sísmicos del CENEPRED.
- b. Tipología geodésica del suelo en la ciudad de Juliaca.

Existen dos tipologías geodésicas en la ciudad de Juliaca. La zona nor – este de la ciudad de Juliaca que viene a ser el sector de la salida Huancané se encuentra en medio de una barrera natural - río Chacachi. Estando este sector expuesto a inundaciones durante la época de avenida teniendo un suelo granular con presencia de arena y un nivel elevado de napa freática.

Por otro lado los que están emplazados hacia el oriente que viene a ser la salida Cusco con presencia de suelos muy colapsables debido a la cantidad de basurales en el sub suelo. En este último caso las viviendas están expuestas a asentamientos diferenciales, licuefacción de suelos.

Finalmente se definió la población de estudio de acuerdo al peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico predominante en los diferentes sectores de la ciudad de Juliaca. Siento la población de estudio el sector de salida Cusco y salida Huancané.

### **3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIO ECONÓMICAS Y CULTURALES**

La ciudad de Juliaca pertenece a la provincia de San Román, en el departamento de Puno, la misma se encuentra en las coordenadas: 15°29'24" de Latitud Sur y 70°08'00" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

Altitud:

Pertenece a la Región Suni. Zona Central: 3825 msnm.

Clima:

El clima por la altitud en que se encuentra la ciudad es frígido con escasa humedad, en los meses de invierno el friaje varía de -7° a 5°, en los meses de otoño aun en los otros meses Juliaca soporta fuertes corrientes de viento.

División de vulnerabilidad y riesgo:

La ciudad de Juliaca está dividida en límites según el peligro la vulnerabilidad y el riesgo sísmico en las viviendas de albañilería confinada:

- Salida Cusco
- Salida Huancane
- Salida Arequipa
- Salida Lampa
- Salida Puno
- El centro histórico de la ciudad

### **3.3 HIPÓTESIS:**

Las hipótesis que se han planteado en base a los objetivos y problemas planteados son los siguientes:

### **3.3.1. Hipótesis general**

- El riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada se debe al uso de materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la ciudad de Juliaca.

### **3.3.2. Hipótesis específica**

- Los defectos y deterioros en las viviendas de albañilería confinada se deben a la deficiente estructuración de los elementos estructurales, uso de materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la Ciudad de Juliaca – Puno.
- La deficiente estructuración de los elementos estructurales incrementan el nivel riesgo sísmico en las viviendas de albañilería confinada en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané.
- El nivel de riesgo sísmico está por encima del 50% en las viviendas de albañilería confinada construidas con materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente en los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané de la Ciudad de Juliaca – Puno.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3.1  
*Operacionalización de variables.*

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente	Peligro sísmico	Es la probabilidad de ocurrencia de un sismo. Dentro de un periodo específico en una determinada localidad o zona. Kuroiwa 2010	Peligro	Sismicidad Suelo Pendiente
	Vulnerabilidad sísmica	Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación de la calidad de materiales y de la técnica de construcción. Kuroiwa 2010	Vulnerabilidad	*Comportamiento de la estructura *Estado actual de la edificación *Comportamiento de tabiquería y parapetos
Dependiente	Nivel de riesgo sísmico	Daño que podría presentar una obra determinada como consecuencia del peligro que la amenaza y de su propia vulnerabilidad. Este se expresa en función al peligro y la vulnerabilidad. Muñoz 1999	Riesgo	Alto Medio Bajo

### 3.5 ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque o paradigma en el cual se circunscribe la investigación mixta es cualitativo y cuantitativo (positivismo lógico); debido a que la información obtenida (variables de análisis) es susceptible de medición estadística.

Además la investigación se caracteriza por su concepción global, hipotético-deductiva, objetiva, particularista y orientada a los resultados para explicar ciertos fenómenos (evaluación del riesgo sísmico en viviendas de albañilería de acuerdo al peligro y vulnerabilidad sísmica).

### 3.6 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es explicativo (causa - efecto), debido a que una variable está determinada por la función de otras variables ( $y = f(x)$ ). El nivel explicativo pasa por la exploración y descripción, de información recogida.

En cuanto al diseño, se trata de una investigación longitudinal, debido a que se realizarán varias evaluaciones con la finalidad de estudiar los errores constructivos en las viviendas de albañilería confinada.

### **3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población de estudio para la presente investigación, está conformada por las viviendas de los 02 Sectores de la ciudad de Juliaca.

#### **a) Tamaño**

El tamaño de la muestra para el presente estudio se realizará considerándose 02 zonas o sectores, de los cuales por ser una muestra demasiado grande se realizara el estudio por barrios siendo un total de ( $n = 25$ ). Se considerará esta cantidad de barrios en ambos sectores. Tanto es salida cusco y salida Huancané, debido a que tienen similares características constructivas y poseen un nivel de vulnerabilidad elevado a diferencia de los demás sectores.

#### **b) Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo que se efectuó será determinista, se tuvo en cuenta a las viviendas autoconstruidas que presentan problemas patológicos tales como daños, fisuras, defectos y lesiones estructurales y constructivas.

#### **c) Método de selección**

Como es una muestra de 02 sectores urbanos marginales se escogio esta debido a la vulnerabilidad que presentan tal como menciona el CENEPRED, considerando aspectos como número de viviendas, con problemas de fallas, fisuras, defectos constructivos.

La población para la presente investigación es finita, por lo que para saber con exactitud la cantidad de muestra es inferior a las 100000 poblaciones, partiremos por la teoría de errores que nos presenta la siguiente relación del margen de error:

$$e = z \left[ \sqrt{\frac{pq}{n}} \right] \quad \alpha$$

De donde podemos obtener el tamaño de muestra (n) para poblaciones infinita, con la siguiente relación:

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2} \quad \beta$$

Donde:

z : Este valor corresponde al nivel de confianza y lo establece el investigador; en la presente investigación usaremos un nivel de confianza del 95% y  $z = 0.64$

p.q : Es la varianza de la población, no la varianza de la muestra. Esta varianza no la conocemos, pero como a mayor varianza en la población hará falta una muestra mayor, nos situamos en la situación en que la varianza es la máxima posible; en este caso  $p = q = 0.50$ , y  $p.q = 0.25$ , que es un valor constante.

e = Es el margen de error que estamos dispuestos a aceptar y también lo establece el investigador. Para el presente caso será de un 5% (0.05)

Entonces reemplazando en ( $\beta$ ) tendremos una muestra de:

$$n = \frac{0.64^2(0.25)}{0.05^2}$$
$$n = 40.96$$

Se evaluarán dos sectores de la ciudad de Juliaca.

### **3.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La técnica más importante a utilizar será la encuesta y el análisis de la información de indicadores del Plan de Desarrollo de Puno. El instrumento a utilizar será la guía de encuesta o cuestionario y una base de datos sobre la información proporcionada.

Se realizará mediante la participación directa en la obtención de datos con Fichas de Evaluación Técnica, que nos va a permitir evaluar los aspectos post constructivos, aspectos geométricos y el entorno, de las viviendas ya construidas en los veinte i cinco barrios. Centrándonos en las opiniones de los propietarios – habitantes, mediante encuestas que se

realizara a los propietarios, que nos permitirá evaluar aspectos generales, aspectos geométricos, diagnosticó de las viviendas y aspectos constructivos.

### **3.9 FICHA DE TRABAJO**

Se plantea el uso de fichas de trabajo tanto para el análisis de campo como para el análisis en gabinete. Esta ficha de trabajo reside en dos formatos en MS Excel, los cuales son:


El primer formato de trabajo consta en una ficha de recolección de datos generales de las viviendas en campo esta ficha tiene la función de recolectar toda la información tanto del proceso constructivo de la vivienda el tipo de material las dimensiones el tipo de suelo en el que se encuentra ubicado.

El segundo formato de trabajo consta en una ficha de análisis de los datos recolectados en campo, en esta ficha se realizara el análisis de toda la información recolectada en campo.


### **3.10 FICHA DE DATOS**

La ficha de recolección de datos registra cada una de las 40 viviendas seleccionadas: su ubicación datos, estructurales, pendiente, procesos constructivos y sus fallas perceptibles. Mediante esta ficha se pretende evaluar conocer las características de la vivienda, tipo de suelo material utilizado y calidad de la mano de obra durante la construcción de la vivienda.

Una vez obtenido los datos de evaluación de las viviendas en campo, se continúa con la traslación de los datos obtenidos en la evaluación a las hojas de cálculo en el software Ms Excel. Así mismo se realizara el traspaso de los planos dibujados a mano alzada en el programa CAD empleándose el software AutoCAD.



**"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA SEGÚN LA NORMA E - 070 DEL RNE, EN LA CIUDAD DE JULIACA, PUNO"**



**FICHA DE ENCUESTA**

FAMILIA \_\_\_\_\_ FECHA ENCUESTA \_\_\_\_\_  
DIRECCION \_\_\_\_\_ VIVIENDA N° \_\_\_\_\_  
CANTIDAD DE PERSONAS DE LA VIVIENDA \_\_\_\_\_

1.- RECIBIO UD. ASESORIA TÉCNICA PARA LA CONSTRUCCION DE SU VIVIENDA? POR QUE?  
  
2.- CUANDO COMENZO A CONSTRUIRLA?  
  
3.- CUANDO TERMINO LA CONSTRUCCION?  
  
4.- TIEMPO DE RESIDENCIA EN LA VIVIENDA \_\_\_\_\_ N° DE PISOS PROYECTADO \_\_\_\_\_  
N° DE PISOS ACTUAL \_\_\_\_\_


5.- DISTRIBUCION DE LOS AMBIENTES EN LA VIVIENDA  
PAREDES LIMITES [ ] SALA COMEDOR [ ] BAÑO [ ] COCINA [ ] OTRO [ ]  
DORMITORIO 1 [ ] DORMITORIO 2 [ ] PRIMERO UN CUARTO [ ] SALA Y BAÑO [ ]

6.- CUANTO INVIRTIO EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA?  
  
9.- QUE PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD SE REALIZO EN LA CONSTRUCCION?  
  
OBSERVACIONES \_\_\_\_\_


Figura 3.2. Ficha de encuesta.

### 3.11 FICHA DE ANÁLISIS

Acto seguido se procesara la información de la ficha de datos para generar las fichas de análisis de datos, por vivienda evaluada. Mediante la ficha de análisis se pretende verificar los aspectos importantes de la vivienda ante un evento sísmico como son: estabilidad de los muros al volteo, la densidad de muros. Bajo estos datos se realizara el análisis del peligro la vulnerabilidad y el riesgo sísmico.



UNIVERSIDAD PERUANA UNION  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
FICHA DE ANALISIS DE DATOS



VIVIENDA N° \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES**

UBICACIÓN \_\_\_\_\_  
EXISTE DISEÑO ESTRUCTURAL No existe \_\_\_\_\_  
GUIA EXPERTA DURANTE LA CONSTRUCCION \_\_\_\_\_  
PISOS CONSTRUIDOS \_\_\_\_\_ PROYECCION DE PISOS \_\_\_\_\_  
TIEMPO DE LA VIVIENDA \_\_\_\_\_  
TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA \_\_\_\_\_  
CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA \_\_\_\_\_

Figura 3.3. Ficha de análisis de datos.

### **3.12. FICHA DE DATOS**

#### **3.12.1 FICHA RECOLECCION DE DATOS**

Esta ficha tiene el propósito de recopilar información tanto estructural como arquitectónica y de los elementos que componen la vivienda así como su entorno en que el mismo está construido además en esta se registrara el plano tanto de elevación como de distribución de la vivienda a encuestar.

Descripción la ficha de recolección de datos

Esta ficha comprende: datos técnicos, materiales empleados durante la construcción, empleo de mano de obra calificada y tipología de suelo sobre el cual ha sido construida la vivienda.

Datos Generales

- a. Vivienda encuestada de acuerdo a la numeración correlativa.
- b. Datos de los habitantes de la vivienda encuestada.
- c. Cantidad de personas que residen en la vivienda encuestada
- d. Ubicación de la vivienda dirección zona calle numeración de acuerdo al lugar donde está la vivienda.
- e. Calidad de los materiales empleados durante la construcción de la vivienda.
- f. Mano de obra utilizada durante la construcción de la vivienda
- g. Tiempo de construcción de la vivienda, antecedentes del lugar de la construcción antes de la vivienda.

#### **3.13. DATOS TÉCNICOS**

- a. Tipología geológica

Fue necesario el estudio del tipo de suelo en base a la realización de calicatas en el sector donde se encuentra la vivienda encuestada. Alternativamente se considero la opción de observaciones donde podrá quedar registrado cualquier detalle que se desee registrar en la ficha.

- b. Particularidades de los primordiales elementos de la vivienda
  - **Cimentación:** se evaluo las medidas de la cimentación en la vivienda esto de acuerdo a la información proporcionada por el propietario de la vivienda.
  - **Muros:** se considero las medidas de los muros así mismo se evaluo el material empleado en la construcción del muro.
  - **Columnas y Vigas:** se considero las medidas de las columnas y vigas en la vivienda evaluada.
- c. Observaciones y comentarios

Describe aquellos problemas observados durante la visita a cada vivienda, dentro de estos problemas se encuentran los problemas estructurales. Muros picados para las instalaciones eléctricas y sanitarias continuidad de muros de piso a piso. Arriostamientos de los mismos. O cualquier otro problema que afecte directamente la vulnerabilidad de la vivienda frente a un sismo.

### **3.14. ESQUEMA DE LA VIVIENDA**

Durante la evaluación de la vivienda seleccionada se efectuo dibujos a mano alzada de la distribución de la vivienda y la elevación frontal. Es necesario mencionar que en estos dibujos se hizo la representación de la existencia o no de la junta sísmica con la vivienda vecina. El área de la construcción las dimensiones de las columnas y la viga.

### **3.15. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Para el diagnóstico de la vulnerabilidad existente en la vivienda evaluada se registro en las fichas de recolección de datos los principales errores constructivos la mano de obra empleada y la calidad de materiales usado durante la construcción de la vivienda mediante los siguientes ítems:

- a. Ubicación de la vivienda

Dentro de la evaluación de la vivienda está considero la ubicación de la misma, la tipología de suelo sobre la cual está la vivienda. En el caso de estar en rellenos sanitarios o terrenos con un nivel freático elevado.

b. Estructuración de las viviendas evaluadas

Se registro los problemas de estructuración encontrados en la vivienda así como la densidad de muros, problemas de configuración tanto en elevación o planta, falta de existencia de junta sísmica con la vivienda colíndate y losa a desnivel con los del vecino.

c. Factores degradantes

También fueron registrados para el análisis correspondiente los factores degradantes encontrados en las viviendas evaluadas estos factores pueden ser armaduras corroídas aceros expuestos a la intemperie, muros agrietados.

d. Materiales empleados durante la construcción de la vivienda

Así mismo se evaluo la calidad de los materiales empleados durante la construcción de la vivienda, se puso énfasis en el tipo de material empleado observándose si este es artesanal o industrial.

### **3.16. TRABAJO EN CAMPO**

#### **SELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Se consideró tres componentes significativos:

##### **3.16.1. Ubicación**

Según el CENEPRED, las viviendas con mayor riesgo ante eventos sísmicos están ubicadas en Salida Cusco y Salida Huancané, este fue el motivo principal para realizar los estudios de vulnerabilidad sísmica en estos sectores.

##### **3.16.2. Topografía y Tipología del suelo**

De acuerdo al estudio de suelos que se realizó en diferentes puntos de cada sector donde se desarrolló el trabajo de investigación el resultado de estos estudios nos indica un tipo de suelo blando en general en ambos sectores. Es importante mencionar que en el sector de salida Cusco existe una cantidad elevada de desechos sólidos. Las viviendas construidas en este sector tienen sobre base para la cimentación rellenos sanitarios, por otra parte en el sector de salida Huancané el tipo de suelo existente es muy colapsable en el supuesto que se

desarrollara un evento sísmico podría suceder la licuefacción de suelos debido a la gran cantidad de arena fina en el sector.

Exactamente en las ciudades de Puno y Juliaca, en el mes de junio del 2015, ocurrió un sismo con una intensidad de 4,4 grados en la escala de Richter. El epicentro fue en el distrito de Capaso, a 201 kilómetros de profundidad (IGP, 2015).

De esta manera podemos confirmar que la topografía y tipología en la región Puno, no es lejana a los eventos telúricos de la tierra por lo que en lo que va del año 2015 se registraron 39 sismos en diferentes provincias, como Lampa, Melgar, El Collao, San Román, Puno y Chucuito, señala el IGP.

### 3.17. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Para el desarrollo de la presente investigación se determino el estudio de 2 sectores dentro de los 6 sectores existentes del distrito de Juliaca: Salida Cusco y Salida Huancané. Se decidió visitar y encuestar 40 viviendas, 20 en Salida Cusco y 20 en Salida Huancané en estos lugares se desarrolló calicatas para conocer la tipología del suelo estos estudios de suelos están adjuntos al presente en los anexos.

#### 3.17.1. Salida Cusco

Está ubicado al norte de la ciudad de Juliaca (figura 5.1), Este sector se caracteriza por poseer un suelo bastante colapsable esto debido a la presencia de basurales dentro del sub suelo así como tener un nivel freático muy elevado, el grado de autoconstrucción es muy predominante en esta zona debido a que los errores constructivos resaltan en las viviendas con el solo hecho de caminar por las calles de las mismas.



Figura 5.1. Plano de ubicación de las viviendas a encuestarse en el sector de Salida Cusco.

### 3.17.2. Salida Huancané

Está ubicado al Nor - este de Juliaca (figura 5.2.), la presente investigación tuvo carácter en el sector de salida Huancané.

Este sector posee una topografía plana, por la presencia del río cercano a este sector existe la presencia de arena con un nivel freático muy elevado.



Figura 5.2. Plano de ubicación de las viviendas a encuestarse en el sector de Salida Huancané.

## 3.18. SELECCIÓN DE VIVIENDAS

Para la selección de las viviendas en estudio se tomó como referencia la base de datos estadísticos del CENEPRED “vulnerabilidad y riesgo sísmico en Juliaca”, siendo los sectores más indicados: salida cusco y salida Huancané. Debido a que ambos sectores poseen una vulnerabilidad elevada.

### 3.18.1. La Tipología del Suelo

Según el INGEMMET (2002) en el documento “riesgos geológicos por franjas del Perú” informa que la ciudad de Juliaca presenta un suelo homogéneo teniendo como material geológico predominante arenas mal graduadas y limo arcillas.

Dentro de la profundidad del nivel de terreno “horizonte O” hasta -2 m está compuesto por material orgánico o comúnmente llamado tierra de relleno dependiendo del sector.

Bajo estos valores se realizó estudios de suelos en diferentes partes de los dos sectores donde se realizó los trabajos de encuestas. Los análisis de estudio de suelos están anexados en la parte final del presente documento.

### Centro histórico de Juliaca

En el sector del centro histórico de la ciudad de Juliaca debajo de esta profundidad existe la presencia de arena fina “arenas pobremente graduadas y arenas limosas”. Esta tipología de suelo contiene presencia de arcillas y limo. junto a este tipo de estratigrafía esta la existencia del napa freático estando está en constante cambio de volumen debido a la recarga y agotamiento de los mismo, en profundidades por encima de 7m se encuentra una estratigrafía contenida de puro material fino limos y arcillas siendo este el material más predominante a partir de esta altura.

### Sector Salida Cusco

La estratigrafía para esta zona es: en la capa superficial existe la presencia de rellenos sanitarios, a cierta profundidad existe la presencia de limo y arcilla, siendo este material el predominante hasta una profundidad de 1.40m. El perfil estratigráfico subyacente es arena limosa con mayor porcentaje de suelos finos además que junto a este tipo de suelo se encuentra el napa freático que es variable dependiendo a la estación en la se encuentra. Este material predomina hasta los 7m de profundidad.

Hay presencia de material orgánico en un 40% a partir de lo 2m de profundidad; en algunos lugares la presencia de basurales es alta.

### Sector Salida Huancané

Debido a la presencia y cercanía del rio Cacachi, En el estrato superficial de hasta 6.0m como material predominante se encuentra arena pobremente graduada (SP-SM), de forma redondeada.

### Sector Salida Puno

El sector de salida puno posee cierta cantidad de arena fina con presencia de limos y arcilla, a mayor profundidad predomina más la arcilla plástica.

### Sector de Salida Arequipa

Para el sector de salida Arequipa el perfil estratigráfico es homogéneo, variando sólo en su potencia y compacidad. Existe la presencia de pequeños lentes de limos arenosos hasta una profundidad de 4m.

### **3.18.2. Trabajo en campo**

Al iniciarse el trabajo de encuesta se preparó la documentación adecuada para su debida presentación ante los habitantes de las viviendas en los sectores a encuestarse. Pese a ello, durante la ejecución de la encuesta, varios pobladores negaron el acceso a sus viviendas. En otros casos la distribución catastral de la ciudad dificulto el desarrollo eficiente del trabajo de investigación. En otros casos los habitantes de las viviendas tuvieron cierta incertidumbre de proporcionar información acerca de ellos y de la vivienda a encuestarse.

El desarrollo de las encuestas fue en dos sectores de la ciudad de Juliaca desarrollándose la investigación en el sector de salida Cusco y Salida Huancané. Se dio inicio al proceso de investigación y desarrollo de las encuestas el día 29 de noviembre del 2016 y se terminó el día 09 de febrero del 2017.

De acuerdo a lo estipulado para el desarrollo de la presente investigación se utilizó los formatos antes mencionados, estos facilitaron el proceso eficiente de la ejecución de tesis. Donde se realizó dibujos a mano alzada de la distribución de la vivienda a encuestarse. Esta metodología permitió llevar a cabo la encuesta de forma más eficiente y rápida. Durante la ejecución de la investigación se empleó instrumentos que ayudaron en la evaluación eficiente de las viviendas tales como: wincha de medir, cámara digital. Y sobre todo el instrumento más relevante del desarrollo de la investigación es el plano catastral de la ciudad instrumento en el cual se registró la ubicación de la vivienda encuestada.

Para el desarrollo y ejecución del presente trabajo de investigación se tuvo como guía principal el análisis estadístico de la población de estudio de modo que esta nos indica la cantidad de viviendas a ser evaluadas en cada sector.

### **3.19. RECONOCIMIENTO DE CONDICIÓN DE LA VIVIENDA**

Una vez localizado las áreas de vulnerabilidad más alta en el plano de riesgos. Se inicia el trabajo de investigación con la previa visita a las viviendas encuestadas, registrándose su ubicación el tipo de material empleado en la construcción de la vivienda la tipología del suelo y calidad de mano de obra empleada durante la construcción de la vivienda.

Durante esta evaluación de la vivienda se busca registrar los defectos daños y irregularidades en la construcción de la vivienda tales como:

- Fisuras en vigas.
- Fisuras en columnas
- Corrosión del acero estructural
- Mala distribución de los elementos estructurales (columna viga)
- Suelos inestables
- Materiales de mala calidad

### **3.20.MEDICIÓN DEL EDIFICIO**

Luego de la inspección ocular de las viviendas informales se procedió a la toma de medidas tanto horizontales y de elevación, realizando este trabajo en todos los elementos posibles: vigas, columnas, muros, puertas y ventanas.

El objetivo del trabajo mencionado anteriormente es tener una información lo mas verídica posible de la vivienda una vez realizada esta labor se traspasará esta información a dibujos a mano alzada para luego pasarlo a dibujos CAD.

### **3.21.TOMA DE FIGURAS**

Según FEMA 154 (2012) los métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica para labores de evaluación indirectas, se debe tomar evidencias de las fallas encontradas dentro de la vivienda informal de manera que estas puedan ser representadas en forma de figura. Mostrándose de esta manera los defectos encontrados tanto de los elementos estructurales como no estructurales.

### **3.22.DIFICULTADES ENCONTRADAS**

Entre las dificultades más sobresalientes que se presentaron en la ejecución de la tesis tenemos:

- a) En ciertos casos los moradores de las viviendas no estaban presentes siendo difícil el cumplimiento del trabajo de investigación según el tipo de muestreo.
- b) En ciertos casos los propietarios de las viviendas no estuvieron dispuestos al acceso del estudio de la vivienda, siendo el temor, el desconocimiento el factor frente al estudio de la vulnerabilidad en la vivienda.
- c) En algunos casos algunos propietarios de las viviendas accedieron dar información de la vivienda evaluada pero mostraron una negativa para el acceso a ciertos ambientes de su vivienda por temor o vergüenza siendo inevitable la estimación del área de dichos ambientes.
- d) La dificultad más predominante durante la evaluación de la vivienda fue la toma de medidas de los elementos estructurales que están en colindancia con la vivienda vecina siendo también necesaria la estimación de estos datos.
- e) En casos particulares existió la falta de datos o falta de información exacta para el llenado de la encuesta esto por efecto del desconocimiento o memoria del encuestado, en muchos de los casos no fueron quienes construyeron la casa o solo son personas alquiladas en tal recinto.

### **3.23. Características de los ladrillos artesanales usados durante la construcción de las viviendas en Juliaca**

Los ladrillos artesanales fueron predominantes durante la construcción de las viviendas evaluadas esto debido al bajo costo que estos poseen además del desconocimiento de la diferencia del ladrillo industrial con el artesanal. Se realizó ensayo a las unidades de albañilería obtenidos de las viviendas evaluadas.

Los ensayos y resultados de los exámenes, a las unidades de albañilería “ladrillos”. Están expuestos en la parte final del presente documento “anexos”. Siendo ensayados dos tipos de ladrillos. Estos ladrillos fueron obtenidos de las viviendas encuestas.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b'$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

) Bloque usado en la construcción de muros portantes

) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

*Figura 5.3.* Clase de unidad de albañilería para fines estructurales (RNE E- 070, 2016).

### 3.24.FICHA DE ANÁLISIS

#### 3.24.1. ALCANCES DE ANÁLISIS DE DATOS

En estas hojas de análisis de datos se registra la información recopilada de la evaluación de cada vivienda. Estas fichas de análisis de datos están elaborados en formatos Excel, en la cual se describe el análisis del peligro, la vulnerabilidad y riesgo sísmico de cada vivienda. Esta ficha de análisis de datos consta de tres partes.

La primera parte de la ficha de análisis de datos refiere los antecedentes, aspectos técnicos, deficiencias constructivas. En esta misma hoja se hacen los cálculos de densidad de muros mínima requerida en la vivienda en cada dirección considerando la calidad de la mano de obra y de los materiales.

En la ficha consecutiva se realiza el análisis de la estabilidad al volteo de tabiques, el arriostamiento de los parapetos. Además se presentan los cálculos para analizar la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas en Juliaca.

En la ficha restante se muestra fotos de los problemas encontrados más resaltantes de la vivienda.

### 3.25.DESCRIPCIÓN DE LA FICHA DE ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.25.1. Descripción

En esta ficha de reporte se sintetiza datos de la encuesta realizada como la ubicación de las viviendas encuestadas la asesoría que recibió durante el diseño y construcción de la misma.

Así mismo esta hoja de reporte detallamos el número de pisos existentes y la proyección del mismo a futuro, la duración de la construcción de la vivienda y la secuencia constructiva.

En cuanto a características geológicas también contiene, la topografía y geología del terreno de la vivienda, donde se detalla la pendiente y el tipo de suelo. También se detalla el estado de la vivienda en una descripción general de cómo se encuentra la vivienda actualmente, los principales defectos que están presentes en la misma y en qué etapa de la construcción se encuentra la vivienda.

A continuación en la Figura 6.1 se presenta la Ficha de Análisis de datos.



	UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FICHA DE ANALISIS DE DATOS	
<b><u>ANTECEDENTES</u></b>	VIVIENDA N°	
UBICACIÓN		
EXISTE DISEÑO ESTRUCTURAL No existe		
GUIA EXPERTA DURANTE LA CONSTRUCCION		
PISOS CONSTRUIDOS	PROYECCION DE PISOS	
TIEMPO DE LA VIVIENDA		
TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA		
CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA		

Figura 6.1. Ficha de análisis de datos, Antecedentes de la vivienda.

#### Aspectos Técnicos

##### a) Elementos de la Vivienda:

Se describe los materiales usados de acuerdo a su tipo así como también las medidas de los cimientos, vigas, columnas de la vivienda encuestada.

b) Problemas en la estructuración de la vivienda

Se registro los problemas encontrados en la vivienda encuestada, estos problemas pueden ser la mala ubicación de la vivienda tipología de suelo mala calidad de materiales empleados y mala asesoría técnica durante la construcción.

A continuación en la figura 6.2 se muestran los Aspectos de la Ficha de Análisis de datos N°5 de Salida Huancané.

ASPECTOS TÉCNICOS	
ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	
ELEMENTO	CARACTERÍSTICA
Viga de cimentación	Viga de cimentación de 0.20 de ancho por 20 de alto.
Zapata	Zapata 1'1"1 m de profundidad
Cimiento	Cimiento corrido de 0.50*0.70 m de profundidad
Muro	Ladrillo artesanal de 9"1"23 con juntas a diferentes medidas
Tipo de losa	Losa primer piso aligerada 20 cm de altura.
Columna	15 columnas de 0.25*0.25 tanto en el primer piso en el segundo
Viga	Vigas chatas de 0.25*0.20
DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA EN LA VIVIENDA	
PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS
Suelos Inestable	Uso de ladrillo artesanales mano de obra no calificada
Mal nivel de edificio respecto a parametros urbanísticos	Falta de tarrajeo exterior.
	Falta de sistema de evacuacion de aguas pluviales
MANO DE OBRA	
PROBLEMAS ESTRUCTURALES	Mano de obra no calificada
Uso de ladrillo panderata en muros estructura	
Escalera sin apoyo propio	
OTROS	
	Falta de Junta sísmica
	Parapetos no arriostrados
	Aceros en vigas y columnas corroidas

Figura 6.2. Ficha de análisis de datos, aspectos técnicos de la vivienda.

### 3.25.2. Análisis sísmico de las viviendas en Juliaca

a) Verificación de la densidad de muros

La densidad de muros en viviendas de albañilería confinada es la división del área de muros requerida “Am” para el comportamiento adecuado ante un sismo en el área de la planta “Ap”. Para ello el reglamento nacional de edificaciones RNE en la norma E 030 “diseño sismo resistente” indica recomendaciones para el cálculo de la fuerza sísmica “V” que una estructura sufrirá durante el desarrollo de un evento telúrico (0,25g). la determinación de la fuerza sísmica está en función del factor zona “Z” “U” “C” y el peso de la vivienda “P” y la reducción por ductilidad “R”

Se utilizo la ecuación 6.1. Con el propósito de determinar la densidad mínima de muros para el primer nivel de la estructura

$$\frac{V}{A_r} \leq \frac{\sum VR}{A_e} \quad (6.1)$$

Donde:

VE = Fuerza cortante basal (kN) procedente de un evento telúrico severo.

VR = Fuerza de corte resistente (kN) de los muros en un nivel.

Ar = Área (m2) requerida de muros

Ae = Área (m2) existente de muros confinados

La fuerza cortante en la base V se expresa como (RNE E.030, 2014).

$$V = \frac{Z*U*S*C}{R} P \quad (6.2)$$

Donde:

- Z = Factor de zona = 0,25
- S = Factor de suelo
- Suelo rígido = 1
- Suelo intermedio = 1,2
- Suelo flexible = 1,4
- R = Factor de reducción = 3
- U = Factor de uso para viviendas = 1
- C = Factor de amplificación sísmica = 2,5
- P = Peso de la estructura (kN)

Arango (2013) menciona que el peso de una vivienda está en función del área techada del mismo. Si la vivienda es < 500m2, el peso se puede asumir aproximadamente como 8 kN/m2 Para viviendas de albañilería confinada.

El peso de la estructura se detalla en la siguiente expresión:

$$P = Att * \gamma \quad (6.3)$$

Donde:

$A_{tt}$  = Suma de las áreas techadas (m<sup>2</sup>) de todos los pisos de la vivienda.

$\gamma$  = 8 kN/m<sup>2</sup> “Peso metrado por m<sup>2</sup>” ( kN/m<sup>2</sup> )

$P$  = Peso total de la estructura (kN)

El valor de VR se expresa como menciona el RNE E.070)

$$VR = 0.5 v'm * \alpha * t * l + 0.23Pg \quad (6.4)$$

Donde:

$v'm$  = Para ladrillo de fabricación artesanal 510 kPa (Tabla 9 RNE E.070)

$\alpha$  = Factor de reducción por esbeltez, varía entre  $1/3 \leq \alpha \leq 1$

$t$  = Espesor (m) del muro en análisis

$l$  = Longitud (m) del muro en análisis

$Pg$  = Carga gravitacional (kN) de servicio con sobrecarga reducida.

La condición más desfavorable para las viviendas es que ambos términos de la ecuación (6.1) sean equivalentes.

$$\frac{V}{Ar} \approx \frac{\sum VR}{Ae} \quad (6.5)$$

Si se despeja de la ecuación 6.5 el área requerida de muros “Ar”, se podría estimar el área mínima requerida para cada vivienda.

La falla por corte es la falla predominante ante un evento telúrico en las viviendas de albañilería confinada. Para evitar este tipo de falla trabajamos con la capacidad resistente al corte “VR” estando este en función de (San Bartolomé, 1998).

- La resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería “v'm”,
- la reducción por esbeltez “α”,

- la dimensión en planta del muro y de la carga reducida que soporta el muro de albañilería “ $0.23 \cdot P_g$ ”.

Según Mosqueira y Tarque, (2011) en su tesis “Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada” simplifican el valor de VR asumiendo la carga a  $0,23 \cdot P_g = 0$  por ser pequeña para vivienda de dos pisos y la esbeltez puede considerarse con el valor de 1, siendo la justificación de esta simplificación la siguiente.

Para analizar la diferencia de valores entre  $VR = 0.5 v' m \cdot \alpha \cdot t \cdot l + 0.23 P_g$  y  $VR = 0.5 v' m \cdot t \cdot l$  se analizaran muros de 0.15m de espesor y de diferentes longitudes. Estos muros serán no portantes. Se considerara una longitud mínima 4 veces el espesor de la losa) de influencia del peso de la losa.  $P_g$  será la suma del peso propio del muro, peso de vigas, peso de la losa 0.20 m, peso de acabados y sobrecarga reducida. El cálculo de los valores de  $\alpha$  se muestra en la siguiente tabla 6.1.

Tabla 6.1.

*Valores de  $\alpha$  para muros de viviendas de uno o dos pisos.*

Viviendas de un piso		Viviendas de dos pisos	
L	$\alpha$	L	$\alpha$
3	1.0	3	0.7
3.5	1.0	3.5	0.8
3.8	1.0	3.8	0.9
4	1.0	4	1
4.5	1.0	4.5	1

(Mosqueira, 2005).

De acuerdo a la tabla anterior se observa que para viviendas de un piso el valor de  $\alpha$  es 1. Para el caso de las viviendas de 2 pisos se observa que el valor de  $\alpha$  es menor a 1 para longitudes menores de 4 m. la diferencia numérica en utilizar la ecuación  $VR = 0.5 v' m \cdot \alpha \cdot t \cdot l + 0.23 P_g$  y  $VR = 0.5 v' m \cdot t \cdot l$  se muestra en la siguiente tabla 6.4.

L	Peso muro	Peso Viga	Peso Losa + acabados	Carga muerta (PD)	Carga viva (PL)	Pg = PD + 0.5 PL	VR	VR Aprox	Diferencia	Diferencia
m	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	%
3	40,5	5,4	3,8	49,7	1,9	50,7	94,3	114,8	-20,5	-17,8%
3,5	47,3	6,3	4,5	58,0	2,2	59,2	126,1	133,9	-7,8	-5,8%
3,8	51,3	6,8	4,9	63,0	2,4	64,2	147,3	145,4	2,0	1,4%
4	54,0	7,2	5,1	66,3	2,6	67,6	162,4	153,0	9,4	6,2%
4,5	60,8	8,1	5,8	74,6	2,9	76,1	189,6	172,1	17,5	10,2%

Figura 6.3. Calculo de la diferencia de valores (Mosqueira, 2005).

La tabla 6.2 nos indica que para longitudes de muros mayores a 3.8 m el valor de VR aproximado es menor que el valor verdadero. El único problema crítico se presenta para muros de 3m de longitud. Pero se supone que no todos los muros de una vivienda son de 3m de longitud, no todos son de 0.15 m de espesor y no todos son muros no portantes. Por tanto la ecuación  $Ar \approx \frac{Z*S*Att*8}{300}$  que utiliza la ecuación  $VR = 0.5 v'm * t * l$  del cálculo de VR aproximado es una buena aproximación a la cantidad mínima de muros requerida para viviendas sismo resistentes (Mosqueira, 2005).

Reduciendo la ecuación (6.4) queda:

$$VR = 0.5 v'm * t * l \quad (6.6)$$

Supliendo las ecuaciones (6.2), (6.3) y (6.6) en la ecuación (6.5) se tiene:

$$\frac{Z*U*S*C}{R*Ar} * Att * 8 \approx \frac{0.5v'm*\sum(t*l)}{Ae} \quad (6.7)$$

Remplazando valores la ecuación (6.7) quedara:

$$Ar \approx \frac{Z*S*Att*8}{300} \quad (6.8)$$

Donde:

El área requerida de muros Ar es indicado en m<sup>2</sup>.

Mediante la ecuación (6.8) determinamos el área requerida de muros para el primer piso en todas las direcciones de la vivienda, para de esta manera la vivienda pueda soportar un evento telúrico.

Si se desea conocer el área mínima de muros para otros niveles de la vivienda, hay que cambiar el área techada (Att) por la sumatoria del área techada del nivel en estudio y de las áreas techadas por encima del piso en estudio. “para conocer el área mínima de muros del 2do nivel de una vivienda de 3 pisos, hay que sumar el área techada del 2do y 3er nivel”

Según a la teoría del diseño a rotura de viviendas de albañilería se tiene que asegurar que la suma a resistencia a corte de todos los muros (en una dirección) sea mayor que el cortante sísmico impuesto.

Es posible establecer una relación de Ae/Ar para decidir si las viviendas de albañilería tienen o no adecuada densidad de muros. Con Ar calculada con la ecuación (6.8) y Ae de las fichas de encuesta, se determina la relación Ae/Ar.

Para hallar el área mínima requerida para no hacer cálculos se ha utilizado la relación desfavorable (6.5) volviendo a despejar sólo que se asume en el cálculo de VR la segunda expresión 0.23 PY donde se considera que exista mayor carga. Para Ello se ocupó un muro de cabeza obteniéndose  $VR/Ar = 315 \text{ KPa}$  (Mosqueira, 2005).

Finalmente se obtiene:

$$Ar \approx \frac{Z*S*Att*\gamma}{380} \quad (6.9)$$

Quedando el rango donde no se necesitan hacer cálculos:

$$\frac{Z*S*Att*\gamma}{380} < Ar < \frac{Z*S*Att*\gamma}{300} \quad (6.10)$$

Si la expresión definimos un valor  $K = Z*S*Att*\gamma$  y la expresión (6.10) la dividimos entre  $K/300$ , obtenemos:

$$0.8 < Ar \frac{K}{300} < 1 \quad (6.11)$$

En la ecuación 6.11 nos muestra una relación para la calificación de la densidad de muros en la vivienda. Esta ecuación está en función de los siguientes rangos.

- ✓ Si  $A_e/A_r < 0.80$  la vivienda evaluada no posee una densidad de muros adecuada.
- ✓ Si  $A_e/A_r > 1$  la vivienda evaluada posee una densidad de muro adecuada.
- ✓ Si  $0.8 < A_e/A_r < 1$  la vivienda evaluada posee una densidad de muros aceptable sin embargo es necesario el cálculo de las fuerzas resistentes ( $\Sigma VR$ ) en la vivienda con la cortante basal  $V$ .

b) Cálculo de la resistencia a corte VR en los muros de la viviendas evaluadas

Se elaboró una ficha de análisis de datos con el objetivo de determinar la resistencia a corte de los muros en las viviendas evaluadas ( $\Sigma VR$ ) y la fuerza cortante basal  $V$ .

Mosqueira (2011) nos indica el valor del factor de reducción de la resistencia al corte  $\alpha$  por efectos de esbeltez es:

- ✓ Para viviendas de un piso.

$$\alpha \approx \frac{VE*L}{Me} = \frac{F1*L}{F1*h} = \frac{L}{h} \quad (6.12)$$

Donde:

- $\alpha$  = Factor de reducción de la resistencia al corte
- $Me$  = Momento (kN-m) producido en la base del muro.
- $F1$  = Fuerza de inercia expresada en (kN).
- $h$  = Altura de entrepiso expresada en (m).
- $L$  = Longitud del muro expresada en (m).

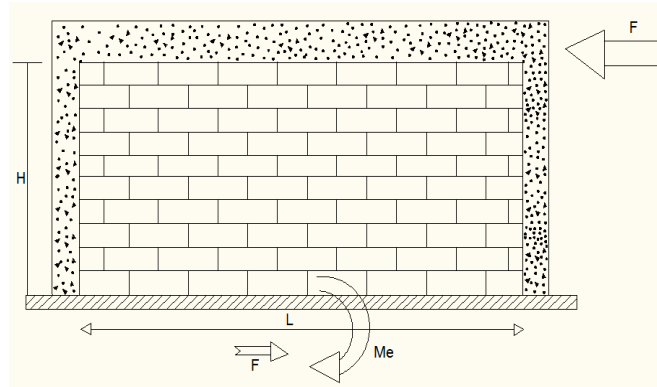


Figura 6.4. Fuerza cortante y momento en muro de vivienda de un piso (Flores, 2002).

✓ Cálculo de  $\alpha$  para viviendas de dos pisos.

$$\alpha \approx \frac{V \cdot L}{M_e} = \frac{(F_1 + F_2) \cdot L}{F_1 \cdot h + F_2 \cdot 2h} \quad (6.13)$$

Donde:

- $M_e$  = Momento (kN-m) producido en la base del muro
- $F_i$  = Fuerza de inercia en el primer nivel de la vivienda expresada en (kN)
- $h$  = Altura de entrepiso de la vivienda expresada en (m)
- $L$  = Longitud del muro de la vivienda expresada en (m)

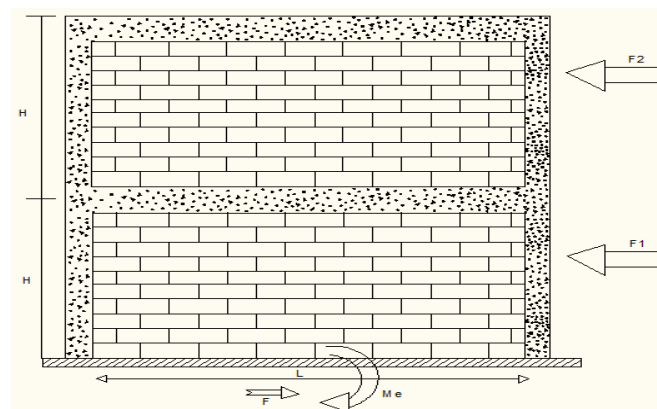


Figura 6.5. Fuerza cortante y momento en muro de viviendas de dos pisos (Flores, 2002).

Cuando la altura de los entrepisos de las viviendas son iguales entonces  $F_2 = 2F_1$ , por lo cual la expresión para determinar el factor de reducción de la resistencia al corte se reduce:

$$\alpha = \frac{3L}{5h} \quad (6.14)$$

Finalmente el valor de la reducción de resistencia al corte debe estar comprendido en  $1/3 \leq \alpha \leq 1$  esto es aplicado para viviendas de uno a dos pisos (MVCS, 2006).

L= 7.7 A= 5.5  
Z= 0.4 U= 1 C= 3 R= 3 S= 1.4 P= 1045 γ= 8  
α = 1 fa = 1

AREA PISO 1 (m2)	CORTANTE BASAL		AREA DE MUROS		Ae/Ar ADIMEN.	DENSIDAD Ae/AREA %	RESISTENCIA VR KN	VR/V ADIMEN	RESULTADO
	peso acumulado (KN/m2)	=ZUCSPW (KN)	AREA EXISTENTE DE MUROS (m2)	AREA REQUERIDA DE MUROS (m2)					
42.08	10.12	195.07	0.6	0.63	0.95	1.43	153	0.78	acceptable
42.08	10.12	195.07	1.6	0.63	2.55	3.80	408.4	2.09	adecuado

Resistencia característica a corte (kPa): v'n 510  
VR = Resistencia al corte (kN) = Ae(0.5v'm.α+0.23fa)

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS  
Solo se calcula VR si  $0.80 < Ae/Ar < 1$   
Si  $Ae/Ar < 0.80$  Entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.  
Si  $Ae/Ar > 1$  entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.  
Si  $0.8 < Ae/Ar < 1$  entonces se requiere calcular con mayor detalle las suma de fuerzas resistentes de la vivienda (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE.

Figura 6.6. Verificación de la densidad de muros.

c) Análisis de la estabilidad de muros no portantes al volteo

Este análisis es aplicado para muros portantes dentro de los cuales comprenden cercos, parapetos y tabiques. Se realiza el análisis de la estabilidad de muros mediante una comparación del Momento resistente (Mr) y el momento actuante (Ma). Este último representa la fuerza externa “sismo”. Tanto el momento resistente como el momento actuante son paralelos a los planos de los muros y calculados en la base a los mismos.

El análisis de la estabilidad de muros se realizó en los muros que no están arriostrados en algún sentido de la vivienda y que poseen una longitud amplia debido a que estos representarían un riesgo ante un evento sísmico.

Para el cálculo del momento actuante Ma, que representa la fuerza externa “sismo” V que actúa en dirección perpendicular al plano del muro de la vivienda (Vargas, 2003).

$$V = Z * U * C1 * P \quad (6.15)$$

Donde:

- V = Fuerza sísmica actuante en un plano perpendicular al muro de la vivienda (KN/m2)

- $Z$  = Factor de zona dado por el reglamento nacional de edificaciones.
- $U$  = Factor de uso (vivienda = 1)
- $C1$  = Coeficiente sísmico

Los valores de  $C1$  según la actual norma de diseño sismo resistente E.030 en el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- Para parapetos  $C1 = 1,3$
- Para tabiques  $C1 = 0,9$
- Para cercos  $C1 = 0,6$

El peso  $P$  está dado por la siguiente expresión:

$$P = \gamma_m * t \quad (6.16)$$

Donde:

- $P$  = Peso del muro por unidad de área del plano del muro (kN/m<sup>2</sup>)
- $\gamma_m$  = Peso específico del muro de la vivienda.
- Para muro de ladrillo macizo  $\gamma_m = 18$  kN/m<sup>3</sup>
- Para muro de ladrillo pandereta  $\gamma_m = 14$  kN/m<sup>3</sup>
- $t$  = Espesor del muro en la vivienda (m)

Según San Bartolomé (1998) nos da la siguiente expresión para el cálculo del momento actuante perpendicular al plano del muro en la vivienda:

$$Ma = m * V * a^2$$

Donde:

- $Ma$  = Momento actuante perpendicular al plano del muro en la vivienda (kN - m/ml)
- $m$  = Coeficiente de momentos
- $a$  = Dimensión crítica (m)
- $V$  = carga sísmica perpendicular al plano del muro en la vivienda

Los valores de los coeficientes de momentos “m” para cada valor de b/a son obtenidos mediante el reglamento nacional de edificaciones (RNE, E.070).

✓ Muro con cuatro bordes arriostrados (Figura 6.6.).

a = Menor dimensión

b/a	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	$\infty$
M	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,1180	0,125

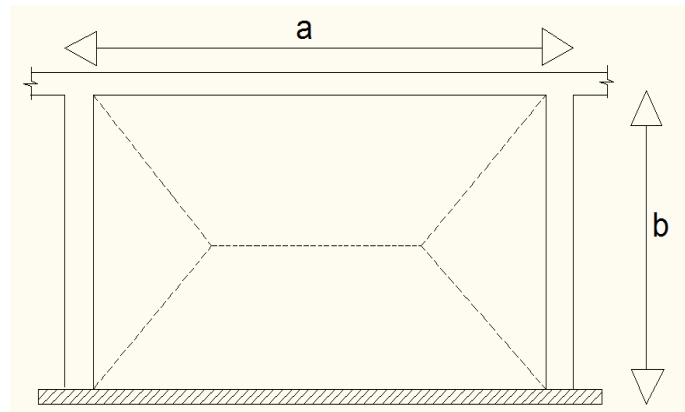


Figura 6.7. Muro con cuatro bordes arriostrados (Flores, 2002).

Muro arriostrado en tres bordes. (Figura 6.7).

a = Longitud del borde libre

b/a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	$\infty$
M	0,06	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133

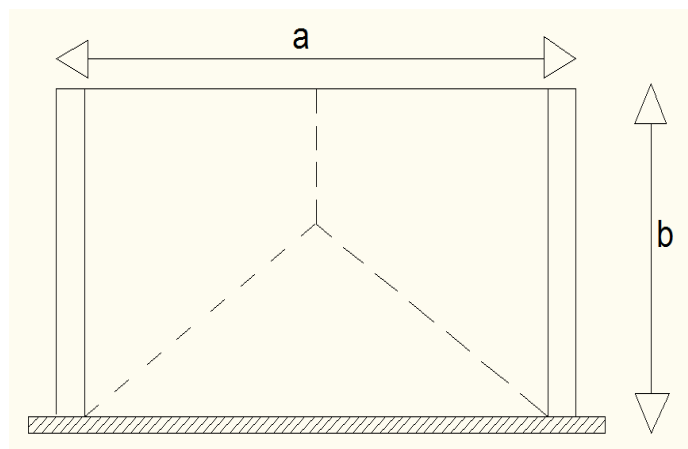


Figura 6 8. Muro con bordes tres bordes arriostrados (Flores, 2002).

✓ Muro arriostrado en sus bordes horizontales

a = Altura del muro

m = 0,125

✓ Muro en voladizo

a = Altura del muro

m = 0,5

Sustituyendo la ecuación (6.15) se tiene:

$$Ma = Z * U * C * P * m * a^2 \quad (6.18)$$

Donde el momento actuante “Ma” es expresado en kN-m/m.

El momento resistente a tracción por flexión (Mr) del muro; según la resistencia de materiales el esfuerzo máximo de un elemento sometido a flexión pura es:

$$\vartheta \max = \frac{Mr * c}{I} \quad (6.19)$$

Donde:

- $\vartheta \max$  = Esfuerzo por flexión (kN/m<sup>2</sup>)
- Mr = Momento resistente a tracción por flexión (kN-m)
- I = Momento de inercia de superficie (m<sup>4</sup>) de la sección, paralela al eje del momento
- c = Distancia del eje neutro a la fibra extrema (m)

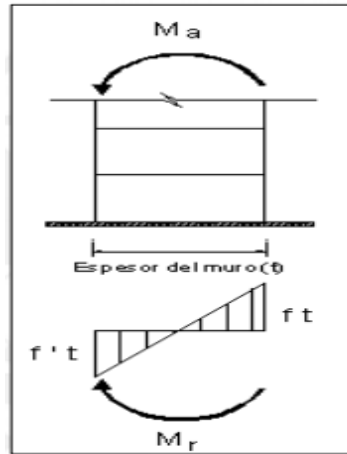


Figura 6.9. Momento resistente Mr en un muro de albañilería (Flores, 2002).

$$Mr = \frac{Ft * L}{c} \quad (6.20)$$

Donde:

- Ft = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150kN/m<sup>2</sup>) (Arango, 2002).
- c = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección.
- I = Momento de inercia (m<sup>4</sup>) de la sección del muro

Al reemplazar el valor de esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería Ft y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del mortero resistente por metro de longitud de muro.

$$Mr = 100 \left( \frac{t^3}{12} \right) \left( \frac{l}{t/2} \right) \quad t \text{ expresado en m}$$

$$Mr = \frac{100}{6} t^2$$

$$Mr = 16.7 t^2 \quad (6.21)$$

Mr expresado en Km-m/m

Finalmente comparando los valores de las ecuaciones 6.18 y 6.21, se puede concluir lo siguiente

- Si  $M_a > M_r$  el muro es inestable indica que el momento actuante es mayor que el momento resistente y fallara por volteo ante un sismo.
- Si  $M_a < M_r$  el muro es estable, nos indica que el momento actuante es menor que el momento resistente y este podrá resistir un evento telúrico.

### 3.26. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Kuroiwa (2012) indica que existe dos factores importantes para para la evaluación del riesgo sísmico en las viviendas de albañilería confinada los cuales son:

- Vulnerabilidad no estructural.
- vulnerabilidad estructural

Con el objetivo del análisis de los resultados de la evaluación a las viviendas de albañilería confinada se asignó cuantificaciones. Se relacionó los cuantificadores a la vulnerabilidad estructural:

- Densidad de muros 50% de influencia en la vulnerabilidad estructural
- Calidad de mano de obra 20% de influencia en la vulnerabilidad estructural
- Calidad de materiales 20% de influencia en la vulnerabilidad estructural.

Para la vulnerabilidad no estructural se asignó solo un parámetro debido a que el valor con el que se trabaja no influye en gran manera a el colapso de la vivienda sin embargo la misma representa un riesgo para las personas cerca a el mismo durante el desarrollo de un evento sísmico, el parámetro asignado para la vulnerabilidad no estructural es:

La estabilidad de muros al volteo con 10% de influencia en la vulnerabilidad no estructural esto aplicado para casos de tabiques y muros parapeto.

Es importante mencionar que durante la evaluación y recolección de datos en las viviendas analizadas es de vital importancia prestar atención a la calidad de materiales y mano de obra empleadas en la construcción de la vivienda pues de esta observación depende mucho el análisis de la vulnerabilidad estructural.

Tabla 6.2.

*Valores en los parámetros de vulnerabilidad sísmica*

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA				
VULNERABILIDAD SISMICA	FUNCION	INCIDENCIA	CALIFICACION	
Estructural	Densidad	50%	Excelente	1
			Buena	2
			Deficiente	3
	Mano de obra	20%	Buena	1
			Regular	2
			Mala	3
	Materiales	20%	Buena calidad	1
			Regular calidad	2
			Mala calidad	3
No Estructural	tabiqueria y parapetos	10%	Estables	1
			Poco Estables	2
			Inestables	3

(Kuroiwa, 2002).

Cada valor asignado a los parámetros es reemplazado en la ecuación 6.22 para el cálculo numérico de la vulnerabilidad sísmica en la vivienda.

$$vulnerabilidad\ sismica = 0.5 * densidad\ de\ muros + 0.2 * mano\ de\ obra + 0.2 * materiales + 0.1 * estabilidad\ de\ muros \quad (6.22)$$

Para un análisis eficiente de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada se ha asignado valores de evaluación de la vulnerabilidad. En la tabla 6.4 se observa los valores asignados, siendo divididos estos en tres:

- Vulnerabilidad alta
- Vulnerabilidad media
- Vulnerabilidad baja

Tabla 6.3.  
*Condición numérica para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica*

Vulnerabilidad Sismica	Rango
Baja	1 a 1.6
Media	1.7 a 2.3
Alta	2.4 a 3

(Kuroiwa, 2002).

Condición numérica para la evaluación de la vulnerabilidad que se muestran en la tabla 6.3 nos indican el rango de evaluación para una vulnerabilidad alta media o baja y estos se relacionan con la tabla 6.4.

Tabla 6.4.

Análisis de la vulnerabilidad sísmica por viviendas en función al rango numérico

Ubicación de la Vivienda	Vivienda Encuestada Numero	Estructural									No Estructural			Resultados	
		Densidad 50%			Mano de Obra 20%			Materiales 20%			Estabilidad de Parapetos 10%			Rango Numerico de Vulnerabilidad	Vulnerabilidad
		Excelente	Buena	Deficiente	Buena	Regular	Mala	Buena Calidad	Regular Calidad	Mala Calidad	Estable	Poco Estable	Inestable		
Salida Cusco	1			3						3	1	3	3.0	Alta	
	2	1			1			1			1		1.0	Baja	
	3			3			3	1				2	2.5	Alta	
	4			3		2			2		1		2.4	Alta	
	5			3			3	1				3	2.6	Alta	
	6		2				3	1				2	2.0	Media	
	7			3			3			3	2		2.9	Alta	
	8		2				3		2			3	2.3	Media	
	9			3			3	1			2		2.5	Alta	
	10		2				3	1			1		1.9	Media	
	11		2			1				3	2		2.0	Media	
	12	1					3			3		3	2.0	Media	
	13		2				3		2			3	2.3	Media	
	14			3	1					3		3	2.6	Alta	
	15		2			2				3		3	2.3	Media	
	16		2				3			3		3	2.5	Alta	
	17	1					3		2			3	1.8	Media	
	18			3		2				3	2		2.7	Alta	
	19		2				3	2			1		2.1	Media	
	20			3			3		2			3	2.8	Alta	

Por ejemplo para la vivienda número 1 se muestra que la densidad de muros es deficiente “se le asigna un valor de 3” mano de obra de calidad mala “se le asigna el valor de 3” y los materiales empleados son mala calidad “se le asigna el valor de 3”. Tabiquería inestable “se le asigna el valor de 3”. De acuerdo a la ecuación 6.22 se tiene que  $0.5*3+0.2*3+0.2*3+0.1*3=3.0$ .

Realizando una análisis de acuerdo a la tabla de rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. La vivienda número 1 posee una vulnerabilidad alta.

### 3.27. PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico se determinó mediante la evaluación a las viviendas de albañilería confinada “tipología del suelo donde está construida la vivienda – pendiente y topografía del terreno”. Para la determinación del peligro sísmico se tuvo que asignar valores numéricos.

- Para sismicidad 60% de influencia en el peligro sísmico

- Para tipo de suelo 20% de influencia en el peligro sísmico
- Para pendiente 20% de influencia en el peligro sísmico

Cabe mencionar que a la sismicidad se le asignó un valor de 60% y al tipo de suelo 20% debido a que estos valores están relacionados directamente con el cálculo de la fuerza sísmica  $V$  establecida en la norma E 030. Para la siguiente investigación se trabajó con valores de sismicidad alta media y baja “baja 1, media 2, alta 3”. Asignados para la sismicidad, debido a que pretendemos determinar en el supuesto caso que vaya a ocurrir un sísmico a diferentes escalas en la Ciudad de Juliaca.

Tabla 6.5.  
*Valores parámetros para definir el peligro sísmico*

Análisis del Peligro Sísmico			
Peligro Sísmico	Incidencia	Calificación	
Sismicidad	40%	Baja	1
		Media	2
		Alta	3
Suelo	30%	Rigido	1
		Intermedio	2
		Flexible	3
Pendiente	30%	Plana	1
		Media	2
		Pronunciada	3

Cada valor asignado a los parámetros es reemplazado en la ecuación 6.23 para el cálculo numérico del peligro sísmico en la vivienda. Kuroiwa (2002) nos da la siguiente fórmula para la determinación del peligro sísmico en viviendas de albañilería confinada.

$$peligro = 0.6 * sismicidad + 0.2 * suelo + 0.2 * pendiente \quad (6.23)$$

En la tabla 6.6 se puede observar los rangos números para el peligro sísmico de acuerdo a la sismicidad que pueda ocurrir.

Tabla 6.6.  
*Condición numérica para la estimación del Peligro Sísmico*

Peligro sísmico		
Peligro para Sismicidad Baja	Peligro para Sismicidad Media	Peligro para Sismicidad Alta
Rango		
Baja 1 a 1.6	Media 1.7 a 2.3	Alta 2.4 a 3

(Kuroiwa, 2002).

Estos rangos mostrados en la tabla 6.6 evalúan el peligro en la vivienda de acuerdo a la sismicidad, la tipología de suelo y topografía como se observa en la tabla 6.7.

Tabla 6..  
*Análisis del peligro sísmico por viviendas en función al rango de valores y la sismicidad.*

Ubicación de las viviendas	Vivienda Encuestada Numero	PELIGRO SISMICO									Resultado					
		Sismicidad 60%			Suelo 20%			Pendiente 20%			Peligro para Sismicidad de 1' 2' 3' 4'		Peligro para Sismicidad de 5' 6' 7' 8'		Peligro para Sismicidad de 9' 10' 11' 12'	
		Baja 3' 4'	Media 7' 8'	Alta 11' 12'	Rigido	Intermedio	Flexible	Pizarra	Media	Pronunciada	Baja 1 a 1.6	Alta 2.4 a 3	Media 1.7 a 2.3			
Salida Cusco	1	1	2	3			3		2	1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta	
	2	1	2	3		2		1		1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta	
	3	1	2	3			3		2	1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta	
	4	1	2	3		2		1		1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta	
	5	1	2	3			3		2	1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta	
	6	1	2	3		2		1		1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta	
	7	1	2	3			3			3	1.8	Media	2.4	Alta	3	Alta
	8	1	2	3		2				3	1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta
	9	1	2	3			3	1			1.4	Baja	2	Media	2.6	Alta
	10	1	2	3			3	1			1.4	Baja	2	Media	2.6	Alta
	11	1	2	3	1				2		1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta
	12	1	2	3		2		1			1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta
	13	1	2	3		2		1			1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta
	14	1	2	3			3		2		1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta
	15	1	2	3		2				3	1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta
	16	1	2	3		2		1			1.2	Baja	1.8	Media	2.4	Alta
	17	1	2	3			3	1			1.4	Baja	2	Media	2.6	Alta
	18	1	2	3			3		2		1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta
	19	1	2	3			3	1			1.4	Baja	2	Media	2.6	Alta
	20	1	2	3			3		2		1.6	Baja	2.2	Media	2.8	Alta

Por ejemplo para la vivienda numero 1 ubicada en salida Cusco se muestra que para una sismicidad alta le asignamos un valor de 3, el suelo donde está ubicado la vivienda es flexible por lo tanto se le asigna un valor de 3 y finalmente la topografía es media por lo que se le asigna un valor de 2. Reemplazando este valor asignados en la ecuación 6.23 tenemos:  $0.6*3+0.2*3+0.2*1=2.2$ . Teniéndose como resultado un peligro sísmico de 2.8. Observando

este valor en la tabla de rangos de evaluación del peligro sísmico, se tiene un peligro sísmico alto en el caso que se desarrollara un sismo de rango alto.

### 3.28. RIESGO SÍSMICO

Según Kuroiwa (2002) Para la determinación del riesgo sísmico este está en función de dos factores como se muestra en la ecuación 6.24.

$$\text{Riesgo sísmico} = 0.5 * \text{Peligro sísmico} + 0.5 * \text{Vulnerabilidad sísmica} \quad (6.24)$$

Bajo la aplicación de la ecuación 6.24 se determinó el riesgo sísmico como se observa en la tabla 6.10.

En la tabla 6.9 se puede observar los rangos números para el riesgo sísmico de acuerdo a la vulnerabilidad y peligro que pueda ocurrir.

Tabla 6.8.

*Rango de valores para determinar el riesgo Sísmico*

rango de valores para hallar el riesgo sísmico		
bajo	medio	alto
1.6	1.7 a 2.3	2.4 a 3.0

(Kuroiwa, 2002).

Estos rangos mostrados en la tabla 6.9 evalúan el riesgo sísmico en las viviendas de acuerdo al peligro y vulnerabilidad como se observa en la tabla 6.10.

Tabla 6.9.  
Análisis del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad.

ubicación de la vivienda	Numero de Viviendas	Vulnerabilidad			Peligro			Riesgo Sísmico					
		Baja	Media	Alta	Sismicidad Bajo 1' a 4'	Sismicidad Medio 5' a 8'	Sismicidad Alto 9' a 12'	Para un Peligro Sísmico Bajo	Para un Peligro Sísmico Medio	Para un Peligro Sísmico Alto	Para un Peligro Sísmico Alto		
Salida Cusco	1			3	1.6	2.2	2.8	2.3	Medio	2.6	Alto	2.9	Alto
	2	1			1.2	1.8	2.4	1.1	Bajo	1.4	Bajo	1.7	Medio
	3			2.5	1.6	2.2	2.8	2.1	Medio	2.35	Alto	2.7	Alto
	4			2.4	1.2	1.8	2.4	1.8	Medio	2.1	Medio	2.4	Alto
	5			2.6	1.6	2.2	2.8	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	6		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	7			2.9	1.8	2.4	3	2.4	Alto	2.65	Alto	3.0	Alto
	8		2.3		1.6	2.2	2.8	2	Medio	2.25	Medio	2.6	Alto
	9			2.5	1.4	2	2.6	2	Medio	2.25	Medio	2.6	Alto
	10		1.8		1.4	2	2.6	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	11		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	12		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	13		2.3		1.2	1.8	2.4	1.8	Medio	2.05	Medio	2.4	Alto
	14			2.6	1.6	2.2	2.8	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	15		2.3		1.6	2.2	2.8	2	Medio	2.25	Medio	2.6	Alto
	16			2.5	1.2	1.8	2.4	1.9	Medio	2.15	Medio	2.5	Alto
	17		1.8		1.4	2	2.6	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	18			2.7	1.6	2.2	2.8	2.2	Medio	2.45	Alto	2.8	Alto
	19		2.1		1.4	2	2.6	1.8	Medio	2.05	Medio	2.4	Alto
	20			2.8	1.6	2.2	2.8	2.2	Medio	2.5	Alto	2.8	Alto

En el análisis del riesgo sísmico se considera como factores fundamentales al peligro y la vulnerabilidad dependiendo de la posible sismicidad que pueda ocurrir en la Ciudad de Juliaca, se trabajo con el análisis de la vulnerabilidad y del peligro para finalmente aplicar la ecuación 6.24 propuesta por Kuroiwa con el objetivo de conocer el riesgo sísmico existente para un peligro “una sismicidad baja media o alta”, por ejemplo para la vivienda numero 1 se tiene, una vulnerabilidad alta por lo que se otorga un valor de 3, en cuanto al peligro este se trabajo para diferentes tipos de sismicidad en este caso para una sismicidad baja tenemos un valor de 1.6, aplicando la ecuación 6.24 tenemos un valor de riesgo sísmico de 2.3 para una sismicidad baja, siendo un riesgo sísmico bajo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

A continuación se observara los problemas más frecuentes que afectan la estructura de la vivienda.

##### 4.1.1. Construcción de las viviendas sobre suelo inestables

De acuerdo a la evaluación realizada a cada vivienda en los sectores de salida Cusco y salida Huancané se encontró que el 42% de las viviendas fueron construidos bajo una estratigrafía arenosa con presencia de arcilla y limo el porcentaje restante fue construido sobre relleno sanitarios.

Este tipo de suelo generalmente no es estable ante un movimiento sísmico podrían presentar asentamiento diferenciales, produciendo fisuras y rajaduras en las viviendas.

A continuación en la Figura 7.1 se observa una fisura en una vivienda de Salida Cusco.



*Figura 7.1.* Fisura por asentamiento en vivienda, vivienda 21, Jr pierola 1439.

Habiendose evaluado la presente vivienda y estudiado el por que de la grieta diagonal, concluimos que la misma ocurrio por falta de confinamiento en la parte inferior del muro, es decir la vivienda no cuenta con una cimentación corrida o con un viga de cimentación que pueda confinar el muro en la parte inferior del mismo, de acuerdo al calculo de la distorsion angular para un muro de longitud 2.30m se tiene un valor de 0.0217 estando este valor sobrepasado del limite permisible de asentamiento.

## 4.2. ESTRUCTURACIÓN DE VIVIENDAS

De acuerdo a la evaluación de las viviendas de albañilería confinada el 90% de las viviendas en piso superior cuentan con una cobertura de losa aligerada. El 10% de viviendas encuestadas utilizaban coberturas ligeras como calaminas o coberturas ligeras como pisos de madera para el segundo piso.



Figura 7.2. Muro del primer piso compuesto de adobe, Salida Cusco.

Muro construido a base de adobe para el primer nivel de la vivienda. En el segundo nivel la vivienda es construida con unidades de albañilería.

### 4.2.1. Problemas con las columnas

Muchas de las viviendas poseen una mala distribución de sus columnas dentro de la vivienda debido a la mala distribución de sus columnas en la figura 7.3 se observa la falta de columna para el sostén de la losa haciendo que esta quede como una losa en volado. Si se observa bien la columna si existe pero no fue baseada, aun si esta fuera baseada no tiene una adecuada distribución para que trabaje y quede unida a la losa.



Figura 7.3. Columna mal distribuida en la vivienda, Salida Cusco.

La mala distribución de las columnas es consecuencia de la poca o nula asistencia profesional, la no existencia de planos de construcción, la falta de un diseño estructural, se observa un claro ejemplo de lo mencionado anteriormente en la figura 7.4.



*Figura 7.4.* Peso de toda la edificación sobre una imitación de columna, Salida Huancane.

Estos problemas de estructuración y mala distribución - construcción de las columnas en las viviendas es observada en gran medida en casi la totalidad de las viviendas. En la figura 7.5 se observa una columna dentro del pasadizo de la vivienda dando a la misma una pésima calidad arquitectónica y demostrando de esta manera un diseño mal empleado.



*Figura 7.5.* Mala distribución de la columna en la vivienda, Jr. 6 de agosto con san francisco.

Se observa en la figura 7.6 la mala distribución de las columnas en la viviendas se puede observar también que no existe la continuidad de las columnas por cada piso.



*Figura 7.6. Mala distribución de las columnas en la vivienda, Salida Cusco.*

En la figura 7.7 se observa la mala distribución de las columnas en la vivienda. Siendo está construida sin la existencia de las columnas en el muro. La figura nos muestra que se intenta remediar este error construyendo una columna que queda sobre las unidades de albañilería cabe mencionar que este procedimiento constructivo no cuenta con el valor necesario para resistir un evento sísmico representado un riesgo en el caso de desarrolle un sismo.



*Figura 7.7. Columna construida sobre las unidades de albañilería, Jr. Escuri 123.*

Todos estos problemas son a causa de un mal proceso constructivo en las viviendas la falta de asesoría durante la construcción, uso de materiales de mala calidad y mano de obra deficiente.

Es importante mencionar que una columna es un soporte vertical de forma alargada que permite soportar el peso de la estructura y transmitirla a la cimentación en la figura 7.8 nos muestra la instalación de desagüe y agua dentro de la columna, este proceso constructivo

representa un riesgo ante un evento sísmico debido a que la columna es parte estructural fundamental de la vivienda.



Figura 7.8. Instalaciones sanitarias dentro de las columnas, Av. 3 de octubre s/n, Salida Cusco.

La figura 7.9 nos muestra la no existencia de la columna dejando las vigas peraltadas sin base de apoyo o sin columna en la cual apoyarse, lo cual deja a esta estructura como si fuera un voladizo. Este problema de falta de columna en la vivienda hace que la vivienda sea muy vulnerable a eventos sísmicos.



Figura 7.9. Falta de la columna en el encuentro de las vigas, Jr. Santa Juana con Primavera, Salida Huancane.

#### 4.2.2. Viviendas con una estructuración mal empleada

En la zona norte de Juliaca, en salida Cusco algunas viviendas no estas estructuradas de acuerdo a la norma. En muchas de ellas no se realizó el trabajo de vaciado de losa reemplazando esta parte de la vivienda con “umbrales” troncos de árboles lo bastante grande

para hacer una imitación de losa en el segundo piso. El factor importante para esta ocurrencia es la falta de economía, el desconocimiento técnico de la construcción de la vivienda tanto por parte del poblador de la vivienda como del maestro constructor durante el proceso constructivo. Se observa en la Figura 7.10 la construcción de una vivienda sin losa y en reemplazo a ellos se puso umbrales en la vivienda.



*Figura 7.10.* Viviendas que muestran a simple vista la falta de la losa, Salida Cusco.

Esta falta de losa en la vivienda podría traer consecuencias graves cuando se manifieste un sismo, es conocido que la losa cumple un papel importante dentro de la vivienda ya que dicha estructura funciona como diafragma ante posibles embates o movimientos de la vivienda en general. Haciendo con esto que la estructura de la vivienda trabaje en forma conjunta con las columnas y los muros, esta vivienda al no poseer una losa que trabaje como un diafragma inhabilita el trabajo en conjunto de las columnas y muros tanto en el primer y segundo piso siendo un riesgo muy alto ante un posible sismo. (Ver Figura 7.11).



*Figura 7.11.* Viviendas con piso de madera en el segundo nivel en reemplazo de la losa de concreto, Salida Cusco.

Este problema de falta de losa dentro de la estructura de la vivienda puede ser muy peligroso durante sismos, ya que las vigas de madera actúan en reemplazo de la losa quizá podrían suplir la losa en términos de un piso más económico para la vivienda, pero en cuanto a estructuración y sismo resistencia estos no tendrían la capacidad de actuar como una losa ante eventos catastróficos como terremotos o sismos. Da la posibilidad de colapso de la vivienda.

#### 4.2.3. Irregularidades en planta y altura

La irregularidad en planta de la vivienda involucra factores de riesgo sísmico ante posibles eventos sísmicos. El reglamento nacional de edificaciones en la E – 030 nos indica recomendaciones para la construcción de viviendas. Sin embargo los constructores “mano de obra” de estas viviendas y los mismos habitantes de las mismas por desconocimiento o por falta de economía hacen caso omiso a estas recomendaciones construyendo su vivienda de maneras peculiares tanto en planta como en elevación.



*Figura 7.12.* Plano con irregularidad en planta de una vivienda.

La figura 7.12. y 7.13. Se observa la mala configuración estructural de las viviendas tanto en planta como en elevación siendo estas construidas de maneras peculiares, además que el ordenamiento catastral de los sectores estudiados es nulo o inexistente encontrándose en muchas viviendas un área de terreno irregular siendo estas triangulares o con formas irregulares obligando al propietario de la vivienda a construir ese tipo de viviendas.

Estos problemas se pueden solucionar efectuando una subdivisión de los edificios en cuerpos independientes y regulares unidas mediante juntas de construcción.



*Figura 7.13.* Vivienda con irregularidad en planta y altura debido al área del terreno, Salida Huancane.

En la figura 7.14 se muestra una vivienda con irregularidad en altura el problema principal para este suceso es la irregularidad del área del terreno donde se ha de construir la vivienda, en algunos casos el propietario a fin de obtener ganar más área de construcción para su vivienda empieza una construcción escalonada de menor a mayor construyendo para cada piso un área mayor al del primer piso este sistema constructivo genera que ante un evento sísmico estas viviendas tengan un elevado riesgo sísmico, pudiendo incluso producirse un volteo de la vivienda ante el mismo.



*Figura 7.14.* Irregularidad en altura de una vivienda informal, Salida Huancane.

#### **4.2.4. Losas a desnivel y falta de junta sísmica**

Por la misma razón que el propietario desea ganar más espacio “área de construcción” para su recinto este inicia la construcción de su vivienda sin considerar el espacio para la junta sísmica construyendo la misma desde los límites de su terreno.

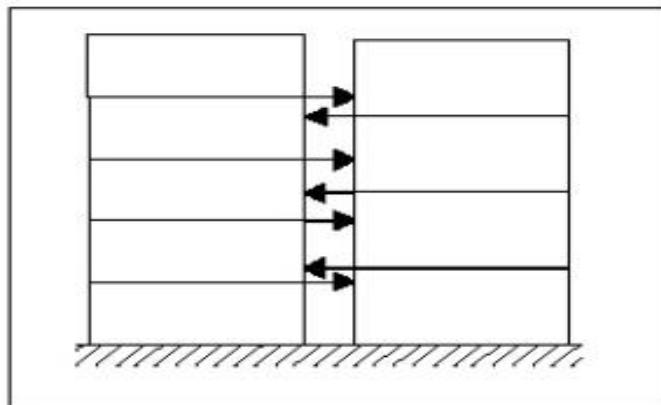
Cabe mencionar que aparte de no contar con junta sísmica entre viviendas colindantes existe casos en los cuales cuando realizan trabajos de tarrajeo de fachada exterior

de su vivienda esta se pasa incluso a la casa colindante “se realizó el trabajo de tarrajeo tanto en la casa colindante como en la casa donde necesitaba el trabajo” esta confusión sucede por falta de una junta sísmica que delimite las viviendas. En la figura 7.15. Podemos observar la invasión de la vivienda aledaña mediante la losa esto a causa de no considerarse la junta sísmica entre viviendas.



*Figura 7.15.* Viviendas con losas a diferente nivel y falta de junta sísmica entre viviendas, Salida Cusco.

Más allá del problema de falta de junta sísmica entre viviendas colindantes existe también el problema de construcción de las losas debido a que estas son construidas a diferentes niveles siendo estas probables a producir un cabeceo entre edificios pudiendo alterar la respuesta dinámica de ambos edificios ante un posible movimiento sísmico, además que esta fuerza de cabeceo es añadida a la fuerza de sismo en ambas estructuras.



*Figura 7.16.* Cabeceo producido cuando los pisos impactan a las columnas de los edificios adyacentes (Vizconde, 2002).

Es necesario mencionar que el impacto de golpe de la losa a desnivel dañaría la vivienda vecina debido a que este golpeteo daría directo en las columnas de ambas viviendas.



*Figura 7.17.* Losas de las viviendas colindantes a diferente nivel, Saldaña Cusco.

Si las viviendas tendrían la misma altura de losa y el mismo nivel de pisos además de contar con la junta sísmica estos mostrarían un comportamiento dinámico similar ante un evento sísmico.

#### **4.2.5. Densidad de muros inadecuada**

Los propietarios de las viviendas construidas en Juliaca hacen referencia que ante un evento sísmico basta con las columnas, para que las viviendas puedan soportar las sollicitaciones de sismo, es importante mencionar que el factor que influye en las viviendas ante un evento sísmico más allá de la construcción de columnas es la densidad de muros.

La mala distribución de los muros y la falta de confinamiento de los mismos generan en la vivienda un riesgo sísmico elevado. En Juliaca el 90% de las viviendas no poseen muros arriostrados tanto para los muros como para los parapetos la distribución de los muros “densidad de muros” no es adecuada considerando que en muchos casos las columnas no están bien distribuidas dentro de la vivienda.

#### **4.2.6. Tabiquería no arriostrada**

El 97% de las viviendas evaluadas no fueron concluidas de acuerdo al nivel de piso proyectado además que muchas de las áreas de construcción no están culminadas esto incluye parapetos sin arriostrar escaleras no concluidas y muros a medio construir.

En las siguientes fotos de las figuras 7.18 y 7.19 podemos observar unidades de albañilería puestas sin ningún arriostre o refuerzo que demuestre su estabilidad ante un movimiento sísmico.



*Figura 7.18.* Ladrillos apilados cumpliendo el papel de parapetos, Salida Cusco.

A causa del bajo costo de la construcción de un muro como parapeto los propietarios de las viviendas hacen la construcción de sus parapetos de una y mil formas haciendo de estos artesanalmente con ladrillos puestos unos tras otros esto genera un riesgo sísmico para los mismo propietarios y los transeúntes que pueden estar cercanos a este lugar ante un evento sísmico debido a que estos al no estar arriostrados a la columna y solo estar puestos unos a otros podrían caer y causar daños.



*Figura 7.19.* Muros de parapetos no arriostrados, Salida Cusco.

Se ha observado que en casos fortuitos estos parapetos vienen a tomar formas arquitectónicas generando con esto vulnerabilidad al volteo ya sea por la fuerza del viento “Juliaca ciudad de los vientos” por la acción de apoyo de alguien en el parapeto o por un sismo.

#### **4.2.7. Muros portantes de ladrillo pandereta**

El 90% de las viviendas encuestadas tanto en salida Cusco como en salida Huancané poseen una construcción a base de ladrillo artesanal pandereta. Los muros portantes de las

viviendas evaluadas poseen la construcción a base de ladrillos artesanales. En la figura 7.20 podemos observar un muro portante construido con ladrillo tubular artesanal.



Figura 7.20. Vivienda con muros portantes de ladrillo pandereta, Salida Cusco.

Más allá del uso de estos ladrillos tubulares o ladrillos no estructurales en muros portantes estos son construidos de manera artesanal desempeñados de mala manera estos ante un evento pudiendo incluso ocasionar una falla frágil en los muros.

#### **4.3. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS**

A pesar de los cursos de capacitación impartidos por la sub gerencia de gestión del riesgo del desastre de la Municipalidad Provincial de San Román y el Indeci. Y de acuerdo a la evaluación de las construcciones se puede mencionar la falta de preparación técnica para los albañiles constructores y maestros de obra en la ciudad de Juliaca. Los estudios de vulnerabilidad riesgo sísmico en las 40 viviendas tanto en el sector de salida Cusco como en salida Huancané demuestran la ausencia de participación de profesionales a fines en construcción o personal capacitado durante la construcción de sus viviendas.

##### **4.3.1. Picado de las columnas en viviendas**

El 70% de las viviendas evaluadas fueron dañadas en sus elementos estructurales “columnas” esto con el propósito de realizar la instalación eléctrica “instalar el medidor de luz”, en la vivienda. Se comete este error de picado en la columna como se observa en la Figura 7.21 por falta de conocimiento de la función que desempeña la columna en la vivienda.



*Figura 7.21.* Columna de viviendas picadas, Jr. Yungay con Av. infancia, Salida Huancané.

Este problema de picado de columnas no solo sucede en las fachadas de las viviendas también fue común encontrar dentro de la vivienda, se fue a picar la columnas con fines de realizar las instalaciones sanitarias de la vivienda. En la figura 7.23. Se muestra el picado de la columna.



*Figura 7.22.* Picado de la columna para realizar las instalaciones sanitarias, Jr. 21 de enero 231, Salida Cusco.



*Figura 7.23.* Picado de la columna para la instalación eléctrica en la vivienda, Jr. Angamos 420, Salida Cusco.

### 4.3.2. Empleo de escaleras deficientes

En la figura a continuación Figura 7.24, se observa la baja eficiencia en la construcción, construyéndose escaleras al vacío o sin ningún tipo de continuidad.



Figura 7.24. Construcción de una escalera al vacío, Salida Cusco.

Según la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico en las viviendas encuestadas. El 90% de las viviendas no cuentan con un plano ni diseño estructural, siendo esta la causa principal para los errores constructivos en las viviendas.

El 60% de las viviendas estudiadas presentan errores de construcción tanto en su diseño como distribución arquitectónica encontrándose en las mismas escaleras al vacío

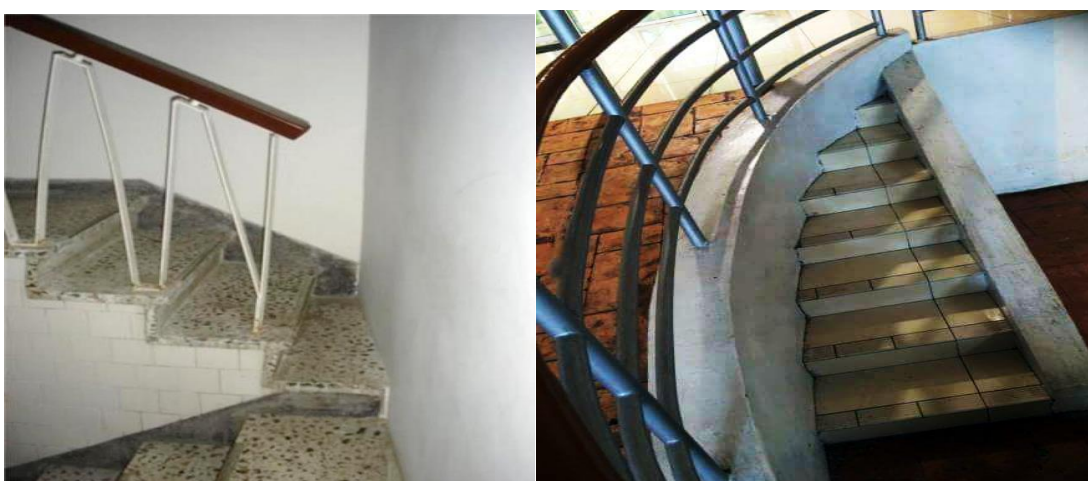


Figura 7.25. Construcción de Escaleras deficientes, Jr. Los próceres s/n, Salida Cusco.

En las figuras 7.25 y 7.26 se observa la construcción de escaleras deficientes que no garantizan una seguridad además de no cumplir con los requerimientos como la norma lo

estipula. Se podría decir que muchas de las partes de las viviendas están construidas de un modo rustico “champaso”.



*Figura 7.26.* Escalera deficiente en una vivienda, Jr. Miraflores 213, Salida Huancané.

#### **4.3.3. Cangrejeras en los elementos de concreto**

Durante la evaluación de la vivienda se encontró una infinidad de cangrejeras en los elementos estructurales de la vivienda, cabe mencionar que estas cangrejeras son producto de una mala granulometría, un mal vibrado en el concreto. Como se observa en la siguiente Figura 7.27.



*Figura 7.27.* Columna con presencia de cangrejeras, Jr. Miraflores 213, Salida Huancané.

Durante el proceso constructivo de las viviendas se emplea materiales inadecuados tales como agregados de tamaño mayor a  $\frac{3}{4}$ ”, debido a esto el mismo es retenido en el refuerzo y en el encofrado por su gran tamaño.



*Figura 7.28.* Presencia de cangrejeras en la columna, Jr. Moquegua 1434, Salida Huancane.

Así mismo los problemas de cangrejera se exhiben ante un mal vibrado del concreto o una inadecuada preparación de la mezcla.

#### **4.3.4. Pésima construcción de las escaleras en la vivienda**

La figura 7.29 nos muestra la pésima construcción de las viviendas evaluadas esto en ambos sectores de salida Cuscos y salida Huancané. Muchas de ellas no poseen una estructura diseñada para trabajar en solo ante evento sísmico. Se recomienda que en la construcción de una escalera esta sea una estructura aparte de la vivienda “cuente con sus propias columnas y las de nivel”.



*Figura 7.29.* Escalera apoyada a la losa del segundo piso, Jr. Villa salvador 324, Salida Cusco.

Al observar las figuras 7.30 se observa infinidad de errores constructivos tal es el caso que estos no cuentan con columnas separadas de la estructura de la vivienda, la columna

tiene una forma particularmente nueva a diferencia de otras y por esa razón necesita columnas de apoyo. Además debemos considerar que la misma se encuentra apoyado a la losa de la vivienda dando una carga extra a la vivienda, todos estos factores ante un evento sísmico darían infinidad de problemas estructurales representando en la actualidad un riesgo sísmico para los habitantes de estas viviendas.



*Figura 7.30.* Falta de columnas de apoyo para la escalera, Jr. Villa salvador 324, Salida Cusco.

#### **4.3.5. Uso de acero oxidado durante la construcción**

El 99% de los propietarios de las viviendas estudiadas ante la etapa de recolección de datos menciona que los aceros de construcción los ha tenido guardado por mucho tiempo en algún ambiente de sus vivienda hasta que el mismo propietario haya contado con el recurso necesario para proseguir con la construcción de su vivienda, el paso del tiempo del acero guardado en la vivienda y la falta de protección del mismo han hecho que estos aceros se vayan oxidando o corroyendo poco a poco, llegado el tiempo de construcción el desconocimiento por parte de los constructores y del dueño de la vivienda hace que ese acero corroído sea usado en las columnas y vigas sin ningún uso de algún aditivo para la limpieza del mismo.



*Figura 7.31.* Empleo de acero oxidado en la viga, Calle nueva N° 2 con Pierola, Salida Huancané.

Se puede observar en la figura 7.31 y 7.32 el empleo de acero oxidado en la construcción de las vigas este empleo de acero oxidado no solo viene a ser parte de las vigas si no también en muchos casos de las columnas, el propietario va juntando con el pasar del tiempo varillas de acero que luego empleara en la construcción de su vivienda este acero no está protegido contra el agua ni otras sustancias debido a esto se corroe.

Cabe mencionar que el empleo de acero oxidado en las columnas y vigas de la vivienda hace que este por la misma razón de estar oxidado no tenga una buena adherencia con el concreto además que en mucho de los casos este oxido hace que la barra de acero pierda los resaltes en el acero “la parte corrugada que asegura un mejor agarre concreto acero” y pierda algunas propiedades. Durante la limpieza del acero oxidado este debe ser limpiado sin tratar de eliminar esas pequeñas corrugas dentro del mismo ya que si el óxido dañara esta parte en el acero no habría un buen desempeño del mismo con el concreto.



*Figura 7.32.* Empleo de acero oxidado en la construcción de una vivienda, Calle nueva N° 2 con Pierola, Salida Huancané.

#### 4.3.6. Aceros expuestos a la intemperie

El problema de corrosión en los elementos de concreto armado son causa principal de la poca adherencia del concreto con el acero. Al estar el acero corroído este imposibilita la construcción de futuras ampliaciones de la vivienda “esto en caso de las columnas”. En la figura 7.33 se observa la corrosión del acero en la escalera.



*Figura 7.33.* Acero de refuerzo expuesto a la intemperie con presencia de corrosión, Jr Floral s/n, Salida Cusco.

La figura 7.34 nos muestra el acero de refuerzo oxidado este factor imposibilita el buen desempeño de la estructura siendo necesaria la reparación de estas estructuras. Es importante mencionar que este tipo de defectos “aceros corroídos” encontrado se esté problemas en la totalidad de las viviendas evaluadas.



*Figura 7.34.* Acero de refuerzo expuesto a la intemperie con presencia de corrosión, Jr. 12 de agosto 324, Salida Cusco.

El acero expuesto deja de cumplir su función estructural en el concreto además de ser fuente de corrosión para los demás elementos que están en contacto con el mismo.

En las viviendas encuestadas se encontró la exposición de los aceros de refuerzo a la intemperie dejando estos inhabilitados para futuras ampliaciones en la vivienda, como se observa en la Figura 7.35.



*Figura 7.35.* Acero de continuación expuesto a la intemperie con presencia de corrosión en la columna, Av. 3 de octubre s/n, Salida Cusco.

El nivel de corrosión en el acero de la vivienda en la figura 7.35 es elevado dejando al mismo bajo una utilidad nula, algunos pobladores de estas viviendas han intentado proteger las mismas cubriendo el acero de refuerzo con barro botellas o papel. Solo en casos especiales se encontró algunas viviendas cuyo acero estaban protegidas con lechada de concreto.

#### **4.4. MANO DE OBRA Y MATERIALES ARTESANALES**

De acuerdo a la evaluación de las viviendas de albañilería confinada se encontró que el 70% de las viviendas evaluadas presentan graves errores constructivos. Sólo 30% de las viviendas evaluadas presentan alguna configuración – construcción adecuada en la vivienda esto es un factor indicativo de la mano de obra empleada en la construcción de la vivienda. Se observa en la figura 7.36 se observa la construcción de un muro perimetral con argamasa.



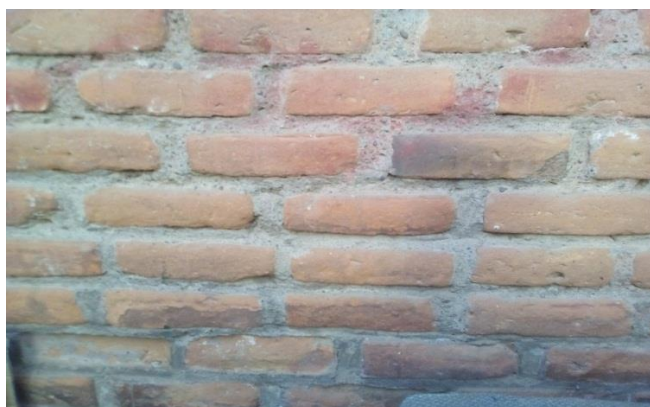
*Figura 7.36.* Asentado de muros con argamasa “barro”, Jr Miraflores 176, Salida Huancane.

En la figura siguiente se observa la deficiencia de los materiales empleados durante la construcción de la vivienda, siendo estos materiales artesanales y observándose una mala cocción de los ladrillos.



*Figura 7.37.* Asentado de muros con argamasa “barro”, Jr. Número 1156, Salida Cusco.

La totalidad de las viviendas evaluadas fueron construidas a base de ladrillos artesanales teniendo en cuenta que estas unidades artesanales de albañilería no fueron construidas bajo una evaluación y control de calidad. Se encontraron ladrillos con diferentes grados de cocción y diferente medidas – variabilidad dimensional.



*Figura 7.38.* Deficiente distribución y junta de los ladrillos en el muro, Jr. Huancane 1430, Salida Huancane.

En la Figura 7.38 Se observa la mala distribución de las unidades de albañilería en los muros. La variabilidad dimensional en los ladrillos debido a la construcción de estos de manera artesanal hace que sea difícil la posibilidad de obtener juntas mayores a 1.5cm entre ladrillos para la adecuada configuración – construcción del muro.



*Figura 7.39.* Ladrillos a distintos grados de cocción dentro del muro de una vivienda, Psj. H de la torre 231, Salida Cusco.

## **4.5. OTROS PROBLEMAS ENCONTRADOS**

### **4.5.1. Mala distribución de la vivienda**

Algunas de las viviendas construidas no tuvieron una adecuada distribución de sus ambientes muchos de estos incluso fueron construidos invadiendo la propiedad pública tal es el caso de postes, la vivienda vecina cables de energía eléctrica.



*Figura 7.40.* Poste de energía eléctrica sobresaliendo de una vivienda, Salida Cusco.

La construcción de estas viviendas carece de un diseño estructural y arquitectónico además de no contar con los planos de construcción y la mano de obra capacitada motivo por el cual se presentan estos problemas en la vivienda.



*Figura 7.41.* Losa invadiendo la propiedad vecina, Salida Cusco.

En la figura 7.41 y 7. 42 se muestra como la losa de la vivienda conlindante invade a la del vecino pretendiendo incluso continuar con la construcción de la vivienda “se observa los aceros de la columna”



*Figura 7.42.* Losa del segundo piso invadiendo la propiedad vecina, Salida Cusco.

#### **4.6. DIAGNÓSTICO DE RIESGO SISMICO**

En las 40 viviendas encuestadas en las zonas de Salida Cusco y Salida Huancané, se observa a continuación el análisis de vulnerabilidad sísmico, peligro sísmico y finalmente el riesgo sísmico en cada sector analizado.

#### **4.7. DIAGNOSTICO DE DATOS**

Para la determinación del riesgo sísmico primeramente se procedió con el traspaso de la información recolectada de las fichas de datos y fichas de analisis. Consistiendo esto en la evaluación de la vulnerabilidad por viviendas.

#### 4.7.1. Determinación de la vulnerabilidad sísmica sector de salida Cusco

Los factores más importantes para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas evaluadas son la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural, además de considerar la densidad de muros, la estabilidad de parapetos que presenta la vivienda.

Tabla 8.1.  
*Determinación de la vulnerabilidad por viviendas en salida Cusco.*

Ubicación de la Vivienda	Vivienda Encuestada Número	Estructural						No Estructural				Resultados			
		Densidad		Mano de Obra		Materiales		Estabilidad de Parapetos		Rango Numerico de Vulnerabilidad		Vulnerabilidad			
		Excelente	Buena	Deficiente	Buena	Regular	Mala	Buena Calidad	Regular Calidad	Mala Calidad	Estable		Poco Estable	Inestable	Baja 1 a 1.4 Media 1.5 a 2.3 Alta 2.4 a 3
Salida Cusco	1			3						3	1		3	3.0	Alta
	2	1			1			1						1.0	Baja
	3			3			3	1				2		2.5	Alta
	4			3		2			2		1			2.4	Alta
	5			3			3	1				3		2.6	Alta
	6		2				3	1				2		2.0	Media
	7			3			3			3	2			2.9	Alta
	8		2				3		2			3		2.3	Media
	9			3			3	1				2		2.5	Alta
	10		2				3	1			1			1.9	Media
	11		2		1					3	2			2.0	Media
	12	1					3			3		3		2.0	Media
	13		2				3		2			3		2.3	Media
	14			3	1					3		3		2.6	Alta
	15		2			2				3		3		2.3	Media
	16		2				3			3		3		2.5	Alta
	17	1					3		2			3		1.8	Media
	18			3		2				3	2			2.7	Alta
	19		2				3		2		1			2.1	Media
	20			3			3		2			3		2.8	Alta

En la determinación de la vulnerabilidad por viviendas se tiene para la vivienda 1 en cuanto a la vulnerabilidad estructural, la vivienda 1 posee una densidad de muros deficiente “valor 3”, mano de obra empleada en la construcción deficiente “valor 3” y el uso de materiales artesanales o de baja calidad “valor 3”. En cuanto a la vulnerabilidad no estructural la vivienda presenta inestabilidad en los parapetos y tabiques “valor 3”, obteniéndose una vulnerabilidad alta.

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en cada una de las viviendas se ha determinado un rango de valores donde:

- Sismicidad baja: de 1 a 1,4
- Sismicidad media: 1,5 a 2,1
- Sismicidad alta: 2,2 a 3

Tabla 8.2.  
*Vulnerabilidad Sísmica en porcentajes para salida Cusco.*

Vulnerabilidad Sísmica en Salida Cusco		
vulnerabilidad		
alta	10	50%
vulnerabilidad		
media	9	45%
vulnerabilidad		
baja	1	5%
total	20	100%

Para el sector de salida Cusco el 50% de las viviendas evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, el 45% una vulnerabilidad media y solo el 5%, presenta una vulnerabilidad baja. Como se muestra en tabla 8.2 y en la figura 8.1.

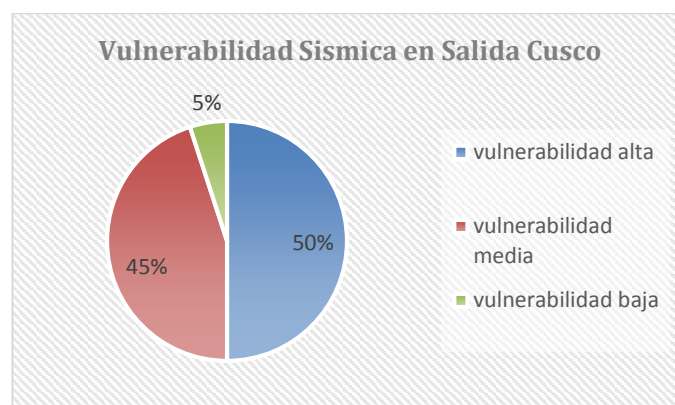


Figura 8.1. Porcentaje de Vulnerabilidad Sísmica en Salida Cusco.

De acuerdo al análisis de la vulnerabilidad para el sector de salida Cusco se tiene una vulnerabilidad alta.

#### 4.7.2. Determinación del peligro sísmico en Salida Cusco

Esta evaluación del peligro sísmico se ha hecho en función a la sismicidad, al tipo de suelo y la pendiente donde se construyó la vivienda. Kuroiwa (2012) recomienda para la determinación del peligro sísmico se determine en función de diferentes escalas de sismicidad de acuerdo a la escala de Richter siendo “sismicidad alta de 9° a 12°” “sismicidad

media de 5° a 8° “sismicidad baja de 1° a 4°”. es importante mencionar que se trabajó con estos tres niveles de sismicidad, con el fin de observar con esto una futura predicción de que pasaría con las viviendas en caso de un sismo para la zona 3 en Juliaca.

Tabla 8.3.  
*Determinación del peligro sísmico en Salida Cusco.*

Ubicación de las viviendas	Vivienda	PELIGRO SISMICO										Resultados				
		Sismicidad		60%	Suelo	20%	Pendiente		20%	Peligro para Sismicidad de		Peligro para Sismicidad de	Peligro para Sismicidad de			
		1° 2° 3° 4°	5° 6° 7° 8°	9° 10° 11° 12°	Rigido	Intermedio	Flexible	Plana	Media	Pronunciada	1° 2° 3° 4°	5° 6° 7° 8°	9° 10° 11° 12°			
Salida Cusco	1	1	2	3		3		2			1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	2	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	3	1	2	3			3		2		1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	4	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	5	1	2	3			3		2		1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	6	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	7	1	2	3			3			3	1.8	Medio	2.4	Alto	3	Alta
	8	1	2	3		2				3	1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	9	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	10	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	11	1	2	3	1				2		1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	12	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	13	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	14	1	2	3			3		2		1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	15	1	2	3		2				3	1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	16	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	17	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	18	1	2	3			3		2		1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta
	19	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	20	1	2	3			3		2		1.6	Bajo	2.2	Medio	2.8	Alta

En la determinación del peligro sísmico por viviendas se tiene para la vivienda 1 en el caso se desarrolle una sismicidad de 1° a 4° “valor 1”, siendo la vivienda construida sobre un tipo de suelo inestable “valor 3”, además de estar sobre una pendiente media “valor 2”. Se obtiene un peligro sísmico bajo para una sismicidad de 1° a 4° en la vivienda 1.

Cabe recalcar que el estudio del peligro sísmico esta en función del factor de sismicidad. Se ha realizado este trabajo con tres funciones respecto a la sismicidad, siendo la sismicidad baja en el supuesto que ocurra un sismo de 1° 2° 3° 4°. Sismicidad media en el supuesto que ocurra un sismo de 5° 6° 7° 8° Y sismicidad alta en el supuesto que ocurra

un sismo de 9° 10° 11° 12°. Todos estos valores considerados de acuerdo a la escala de Richter siendo esta la escala más usada en la actualidad.

Para un posible evento sísmico de intensidad baja 1° a 4°

Tabla 8.4.  
*Peligro sísmico para una sismicidad de 1° a 4° en salida Cusco.*

<b>Peligro para Sismicidad de 1° a 4°</b>		
<b>Bajo</b>	<b>19</b>	<b>95%</b>
<b>Medio</b>	<b>1</b>	<b>5%</b>
<b>Alto</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

El estudio de peligro sísmico para el sector de salida Cusco nos da como resultado. Que ante un evento sísmico de “1° a 4°” - Baja. Se tiene un peligro sísmico bajo del 95% y un peligro sísmico medio del 5%. Como se observa en la tabla 8.4 y figura 8.2.

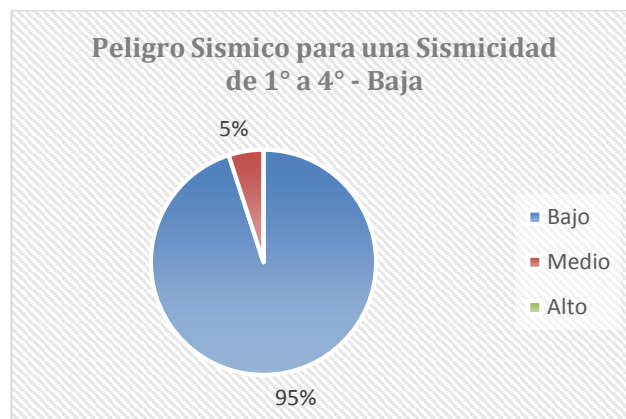


Figura 8.2. Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad baja en Salida Cusco.

Finalmente para el sector de salida Cusco ante un posible evento telúrico de intensidad de 1° a 4° se tiene un peligro sísmico bajo.

Para un posible evento sísmico de intensidad baja 5° a 8°

El estudio de peligro sísmico para el sector de salida Cusco nos da como resultado. Que para una sismicidad media “5° a 8°” el 95% de las viviendas evaluadas en la ciudad de Juliaca posee un peligro sísmico medio y el 5% de las viviendas un peligro sísmico alto. Como se observa en la tabla 8.5 y figura 8.3.

Tabla 8.5.  
*Peligro sísmico para una sismicidad de 5° a 8° en Salida Cusco.*

Peligro para Sismicidad de 5° a 8°		
Bajo	0	0%
Medio	19	95%
Alto	1	5%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Este valor 95% expresado en porcentaje indica que en el sector de salida Cusco en el supuesto vaya a desarrollarse una sismicidad media se tendría un peligro sísmico del 95% catalogando este valor como un peligro sísmico medio. Además que el análisis nos da un peligros sísmico alto del 5% para una posible ocurrencia de un sismo de 5° a 8°

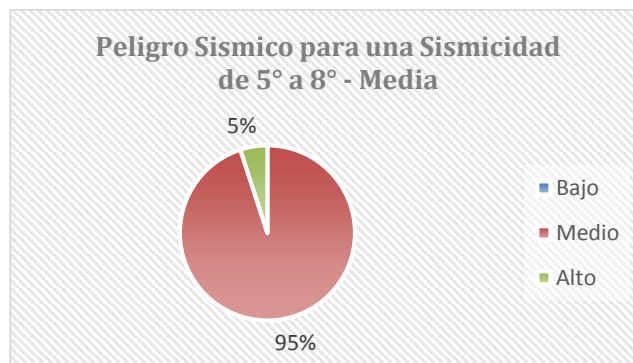


Figura 8.3. Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad media en Salida Cusco.

Finalmente para el sector de salida Cusco ante un posible evento telúrico de intensidad de 5° a 8° se tiene un peligro sísmico medio.

Para un posible evento sísmico de intensidad baja 9° a 12°

El estudio de peligro sísmico para el sector de salida Cusco nos da como resultado. Para una sismicidad de “9° a 12°” - Alta. Se tiene un peligro sísmico del 100% siendo este porcentaje catalogado como un peligro sísmico alto. Se observa este análisis en la tabla 8.6 y figura 8.4.

Tabla 8.6.  
*Peligro sísmico para una sismicidad de 9° a 12° en Salida Cusco.*

Peligro para Sismicidad 9° a 12°		
Bajo	0	0%
Medio	0	0%
Alto	20	100%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

El análisis de peligro sísmico para el sector de salida Cusco es el 100% de la población estudiada es decir si se desarrollara un sismo de 9° a más la totalidad de las viviendas representarían una peligrosidad alta sumando a esto una vulnerabilidad alta el riesgo en este sector podría ser desastroso, cabe mencionar que en este sector la mayoría de las viviendas fueron construidas sobre suelos inestables existiendo en la mayoría de los suelos bajo las edificaciones rellenos de basura. Siendo posiblemente estos los factores que hagan que el peligro sísmico para este sector ante una sismicidad alta sea del 100%.

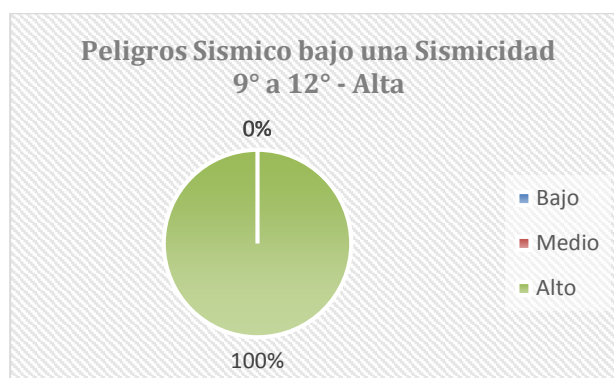


Figura 8.4. Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad alta en Salida Cusco.

Finalmente para el sector de salida Cusco ante un posible evento telúrico de intensidad de 9° a 12° se tiene un peligro sísmico alto.

#### 4.7.3. Determinacion del riesgo sísmico en salida Cusco

Para la determinación de la vulnerabilidad y el peligro sísmico se trabajó con parámetros numéricos definidos. Bajo estas funciones el peligro sísmico ha sido analizado según la sismicidad media alta o baja. Y la vulnerabilidad sísmica ha sido analizada bajo rangos de vulnerabilidad alta media o baja. Para el análisis del riesgo sísmico este debe ser de acuerdo a la ecuación recomendada por Kuroiwa 2012 donde:

$$\text{Riesgo} = 0.5 * \text{vulnerabilidad} + 0.5 * \text{peligro}.$$

En la tabla 8.7 se puede observar los rangos números para el riesgo sísmico de acuerdo a la vulnerabilidad y peligro que pueda ocurrir.

Tabla 8.7.  
*Rango de valores para determinar el riesgo Sísmico*

rango de valores para hallar el riesgo sísmico		
bajo	medio	alto
1.6	1.7 a 2.3	2.4 a 3.0

(Kuroiwa, 2002).

Estos rangos mostrados en la tabla 8.7 evalúan el riesgo sísmico en las viviendas de acuerdo al peligro y vulnerabilidad. La ecuación anterior fue aplicada en la tabla 8.8.

Tabla 8.8.  
*Análisis del riesgo sísmico para Salida Cusco.*

ubicación de la vivienda	Número de Viviendas	Vulnerabilidad			Peligro			Riesgo Sísmico					
		Baja	Media	Alta	Sismicidad Bajo	Sismicidad Medio	Sismicidad Alto	Para un Peligro Sismico Bajo		Para un Peligro Sismico Medio		Para un Peligro Sismico Alto	
					1 a 4'	5' a 8'	9' a 12'						
Salida Cusco	1			3	1.6	2.2	2.8	2.3	Medio	2.6	Alto	2.9	Alto
	2	1			1.2	1.8	2.4	1.1	Bajo	1.4	Bajo	1.7	Medio
	3			2.5	1.6	2.2	2.8	2.1	Medio	2.4	Alto	2.65	Alto
	4			2.4	1.2	1.8	2.4	1.8	Medio	2.1	Medio	2.4	Medio
	5			2.6	1.6	2.2	2.8	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	6		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Medio	1.9	Medio	2.2	Medio
	7			2.9	1.8	2.4	3	2.4	Alto	2.7	Alto	2.95	Alto
	8		2.3		1.6	2.2	2.8	2	Medio	2.3	Medio	2.55	Alto
	9			2.5	1.4	2	2.6	2	Medio	2.3	Medio	2.55	Alto
	10		1.8		1.4	2	2.6	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	11		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	12		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	13		2.3		1.2	1.8	2.4	1.8	Medio	2.1	Medio	2.35	Alto
	14			2.6	1.6	2.2	2.8	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	15		2.3		1.6	2.2	2.8	2	Medio	2.3	Medio	2.55	Alto
	16			2.5	1.2	1.8	2.4	1.9	Medio	2.2	Medio	2.45	Alto
	17		1.8		1.4	2	2.6	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Medio
	18			2.7	1.6	2.2	2.8	2.2	Medio	2.5	Alto	2.75	Alto
	19		2.1		1.4	2	2.6	1.8	Medio	2.1	Medio	2.35	Alto
	20			2.8	1.6	2.2	2.8	2.2	Medio	2.5	Alto	2.8	Alto

Se ha considerado una incidencia de la vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico del 50% esto por recomendación de kuroiwa además que bajo estos valores se podrá obtener resultados más óptimos a la realidad.

Realizando el análisis del riesgo sísmico por viviendas tenemos para la vivienda 1 con una vulnerabilidad alta “valor 3” y un peligro sísmico bajo “valor 1.6” aplicando la ecuación propuestas por Kuroiwa. Se optiene in riesgo sísmico medio “valor de 2.3”.

De acuerdo al análisis de riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo tenemos:

Tabla 8.9.  
*Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo en Salida Cusco.*

Riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo		
Alto	1	5%
Medio	13	65%
Bajo	6	30%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

El análisis de datos nos indica un riesgo sísmico alto del 5% medio del 65% y bajo del 30% como se observa en la tabla 8.9 y 8.10.

Considerando estos resultados obtenidos tenemos que

Tabla 8.10.  
*Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en Salida Cusco.*

Salida Cusco	Vulnerabilidad sísmica	Peligro sísmico "sismicidad 1° a 4°"	Riesgo sísmico
	Alta	Baja	Medio

De acuerdo a la determinación del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad existentes en salida Cusco se tiene un riesgo sísmico medio.

De acuerdo al análisis de riesgo sísmico para un peligro sísmico medio tenemos:

La determinación del riesgo sísmico en el sector de Salida Cusco tenemos para un peligro sísmico medio del 35%, un peligro sísmico medio del 60%, y un peligro sísmico bajo del 5%. Como se observa en la tabla 8.11 y 8.12.

Tabla 8.11.  
*Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico medio en Salida Cusco.*

Riesgo sísmico para un peligro sísmico medio		
Alto	7	35%
Medio	12	60%
Bajo	1	5%
Total	20	100%

Este valor del 35% que representa un riesgo sísmico alto indica que todas la viviendas catalogadas dentro de este porcentaje representan un riesgo sísmico elevado ante un evento sísmico medio. Siendo un riesgo para los habitantes y los transeúntes cercanos a esta viviendas. En el análisis del riesgo sísmico solo el 5% del total posee una vulnerabilidad baja indicando con este resultado que ante una sismicidad media solo 1 vivienda soportaría sin problema alguno este evento telúrico.

Tabla 8.12.  
*Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en Salida Cusco.*

Salida Cusco	Vulnerabilidad sísmica	Peligro sísmico "sismicidad 5° a 8°"	Riesgo sísmico
	Alta	Medio	Medio

De acuerdo a la determinación del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad existentes en salida Cusco se tiene un riesgo sísmico medio.

De acuerdo al análisis de riesgo sísmico para un peligro sísmico alto tenemos:

Según el análisis de riesgo sísmico tenemos para un peligro sísmico alto, un 65% de riesgo sísmico este valor nos indica que 13 viviendas del total de las viviendas encuestadas representan un riesgo sísmico elevado. Finalmente el 35% del total de las viviendas probablemente puedan soportar el evento sísmico o pueden colapsar. Como se observa en la tabla 8.13 y 8.14.

Tabla 8.13.  
*Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico alto en Salida Cusco.*

Riesgo sísmico para un peligro sísmico alto		
Alto	13	65%
Medio	7	35%
Bajo	0	0%
Total	20	100%

Cabe mencionar que para este análisis el 0% posee un riesgo sísmico bajo siendo este valor preocupante.

Tabla 8.14.  
*Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en Salida Cusco.*

Salida Cusco	Vulnerabilidad sísmica	Peligro sísmico "sismicidad 9° a 12°"	Riesgo sísmico
	Alta	Alta	Alta

De acuerdo a la determinación del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad existentes en salida Cusco se tiene un riesgo sísmico alto.

#### 4.7.4. Diagnóstico de datos salida huancané

Los factores más importantes para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas evaluadas son la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural, además de considerar la densidad de muros, la estabilidad de parapetos que presenta la vivienda.

Tabla 8.15.

*Determinación de la vulnerabilidad por viviendas en salida Huancane.*

Ubicación de la Vivienda	Vivienda Encuestada	Estructural						No Estructural			Resultados			
		Densidad		Mano de Obra		Materiales		Estabilidad de Parapetos			Rango Numerico de Vulnerabilidad			
		Excelente	Buena	Deficiente	Buena	Regular	Mala	Buena Calidad	Regular Calidad	Mala Calidad	Estable	Poco Estable	Inestable	Baja 1 a 1.4
Salida Huancane	21	1				3		2		1			1.6	Medio
	22		2						3				2.3	Medio
	23		2					2					2.1	Medio
	24			3	1				2				2.4	Alto
	25		2				3			3	2		2.4	Alto
	26			3		2				3	2		2.7	Alto
	27			3			3		2		2		2.7	Alto
	28		2				3		2			3	2.3	Medio
	29			3		2				3		3	2.8	Alto
	30	1					3	1		1			1.4	Bajo
	31		2			2				3	2		2.2	Medio
	32			3		2				3	2		2.7	Alto
	33		2			2			2			3	2.1	Medio
	34			3			3			3	2		2.9	Alto
	35			3			3			3		3	3.0	Alto
	36			3		2				3		3	2.8	Alto
	37		2			2			2		2		2.0	Medio
	38		2				3			3		3	2.5	Alto
	39			3	1					3		3	2.6	Alto
	40			3		2			2			3	2.6	Alto

En la determinación de la vulnerabilidad por viviendas se tiene para la vivienda 1 en cuanto a la vulnerabilidad estructural, la vivienda 1 posee una densidad de muros excelente “valor 1”, mano de obra empleada en la construcción deficiente “valor 3” y el uso de materiales de calidad intermedia “valor 2”. En cuanto a la vulnerabilidad no estructural la vivienda presenta estabilidad en los parapetos y tabiques “valor 1”, obteniéndose una vulnerabilidad media.

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en cada una de las viviendas se ha determinado un rango de valores donde:

- Sísmicidad baja: de 1 a 1,4
- Sísmicidad media: 1,5 a 2,1
- Sísmicidad alta: 2,2 a 3

Tabla 8.16.  
*Vulnerabilidad Sísmica en porcentajes  
 para salida Huancane.*

Vulnerabilidad Sísmica en Salida Huancane		
<b>vulnerabilidad</b>		
<b>alta</b>	<b>12</b>	<b>60%</b>
<b>vulnerabilidad</b>		
<b>media</b>	<b>7</b>	<b>35%</b>
<b>vulnerabilidad</b>		
<b>baja</b>	<b>1</b>	<b>5%</b>
<b>total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Para el sector de salida Huancane el 60% de las viviendas evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, el 35% una vulnerabilidad media y solo el 5%, presenta una vulnerabilidad baja. Como se muestra en tabla 8.16 y en la figura 8.5.

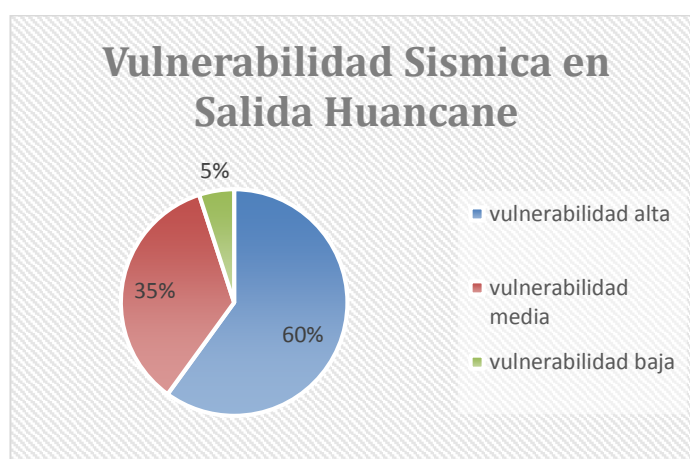


Figura 8.5. Porcentaje de Vulnerabilidad Sísmica en Salida Huancane.

De acuerdo al análisis de la vulnerabilidad para el sector de salida Huancane se tiene una vulnerabilidad alta.

#### **4.7.5. Determinación del peligro sísmico en Salida Huancane**

Esta evaluación del peligro sísmico se ha hecho en función a la sismicidad, al tipo de suelo y la pendiente donde se construyó la vivienda. Kuroiwa (2012) recomienda para la determinación del peligro sísmico se determine en función de diferentes escalas de sismicidad de acuerdo a la escala de Richter siendo “sismicidad alta de 9° a 12°” “sismicidad media de 5° a 8°” “sismicidad baja de 1° a 4°”. es importante mencionar que se trabajó con estos tres niveles de sismicidad, con el fin de observar con esto una futura predicción de que pasaría con las viviendas en caso de un sismo para la zona 3 en Juliaca.

Tabla 8.17.  
Evaluación del peligro sísmico en Salida Huancane.

Ubicación de las viviendas	Vivienda Encuestada Numero	PELIGRO SISMICO									Resultados					
		Sismicidad 60%			Suelo 20%			Pendiente 20%			Peligro para Sismicidad de 1° 2° 3° 4°		Peligro para Sismicidad de 5° 6° 7° 8°		Peligro para Sismicidad de 9° 10° 11° 12°	
		Baja	Media	Alta	Rigido	Intermedio	Flexible	Plana	Media	Pronunciada	Baja 1 a 1.4 Media 1.5 a 2.1 Alta 2.2 a 3					
Salida Huancane	21	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	22	1	2	3			3		2		1.6	Medio	2.2	Alto	2.8	Alta
	23	1	2	3			3		2		1.6	Medio	2.2	Alto	2.8	Alta
	24	1	2	3		2			2		1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	25	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.2	Bajo	2.4	Alta
	26	1	2	3			3		2		1.6	Medio	2.2	Alto	2.8	Alta
	27	1	2	3	1				1		1.0	Bajo	1.6	Medio	2.2	Alta
	28	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	29	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	30	1	2	3		2			2		1.0	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	31	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	32	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	33	1	2	3			3	1			1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	34	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	35	1	2	3			3		2		1.6	Medio	1.6	Medio	2.2	Alta
	36	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	37	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Medio	2.4	Alta
	38	1	2	3	1			1			1.0	Bajo	1.2	Bajo	2.2	Alta
	39	1	2	3		2			2		1.4	Bajo	2	Medio	2.6	Alta
	40	1	2	3		2		1			1.2	Bajo	1.8	Alto	2.4	Alta

En la determinación del peligro sísmico por viviendas se tiene para la vivienda 1 en el caso se desarrolle una sismicidad de 1° a 4° “valor 1”, siendo la vivienda construida sobre un tipo de suelo intermedio “valor 2”, además de estar sobre una pendiente plana “valor 1”. Se obtiene un peligro sísmico bajo para una sismicidad de 1° a 4° en la vivienda 1.

Cabe recalcar que el estudio del peligro sísmico este en función del factor de sismicidad. Se ha realizado este trabajo con tres funciones respecto a la sismicidad, siendo la sismicidad baja en el supuesto que ocurra un sismo de 1° 2° 3° 4°. Sismicidad media en el supuesto que ocurra un sismo de 5° 6° 7° 8° Y sismicidad alta en el supuesto que ocurra un sismo de 9° 10° 11° 12°. Todos estos valores considerados de acuerdo a la escala de Richter siendo esta la escala más usada en la actualidad.

Para un posible evento sísmico de intensidad baja 1° a 4°

Tabla 8.18.  
*Peligro sísmico para una sismicidad de 1° a 4° en salida Huancane.*

<b>Peligro para Sismicidad Baja</b>		
<b>Bajo</b>	<b>16</b>	<b>80%</b>
<b>Medio</b>	<b>4</b>	<b>20%</b>
<b>Alto</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

El estudio de peligro sísmico para el sector de salida Huancane nos da como resultado. Que ante un evento sísmico de “1° a 4°” - Baja. Se tiene un peligro sísmico bajo del 80% y un peligro sísmico medio del 20%. Como se observa en la tabla 8.18 y figura 8.6.

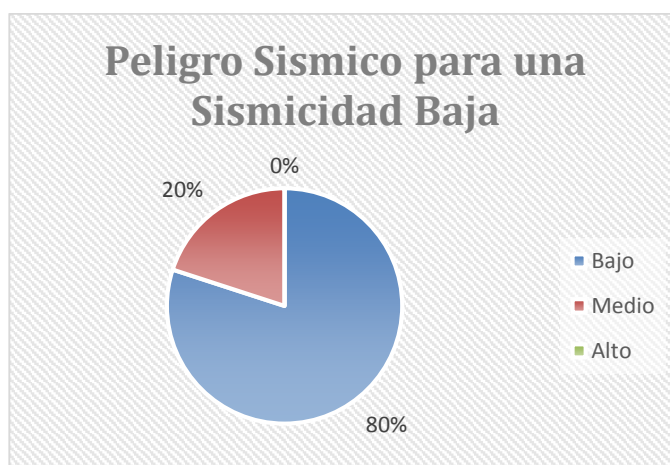


Figura 8.6. Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad baja en Salida Huancane.

Finalmente para el sector de salida Huancane ante un posible evento telúrico de intensidad de 1° a 4° se tiene un peligro sísmico bajo.

Para un posible evento sísmico de intensidad baja 5° a 8°

El estudio de peligro sísmico para el sector de salida Huancane nos da como resultado. Que para una sismicidad media “5° a 8°” el 70% de las viviendas evaluadas en la ciudad de Juliaca posee un peligro sísmico medio y el 20% de las viviendas un peligro sísmico alto, para finalmente tener el 10% un peligro sísmico bajo. Como se observa en la tabla 8.19 y figura 8.7.

Tabla 8.19.  
*Peligro sísmico para una sismicidad de 5° a 8° en Salida Huancane.*

<b>Peligro para Sismicidad Media</b>		
<b>Bajo</b>	<b>2</b>	<b>10%</b>
<b>Medio</b>	<b>14</b>	<b>70%</b>
<b>Alto</b>	<b>4</b>	<b>20%</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Este valor 70% expresado en porcentaje indica que en el sector de salida Huancane en el supuesto vaya a desarrollarse una sismicidad media se tendría un peligro sísmico del 70% catalogando este valor como un peligro sísmico medio. Además que el análisis nos da un peligros sísmico alto del 20% para una posible ocurrencia de un sismo de 5° a 8°

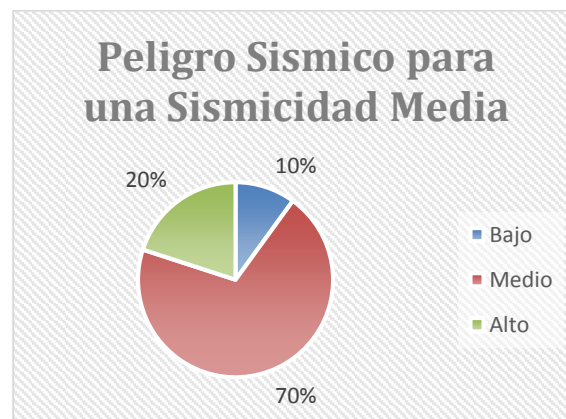


Figura 8.7. Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad media en Salida Huancane.

Finalmente para el sector de salida Huancane ante un posible evento telúrico de intensidad de 5° a 8° se tiene un peligro sísmico medio.

Para un posible evento sísmico de intensidad baja 9° a 12°

El estudio de peligro sísmico para el sector de salida Huancane nos da como resultado. Para una sismicidad de “9° a 12°” - Alta. Se tiene un peligro sísmico del 100% siendo este porcentaje catalogado como un peligro sísmico alto. Se observa este análisis en la tabla 8.20 y figura 8. 8.

Tabla 8.20.

*Peligro sísmico para una sismicidad de 9° a 12° en Salida Huancane.*

Peligro para Sismicidad Alta		
Bajo	0	0%
Medio	0	0%
Alto	20	100%
Total	20	100%

El análisis de peligro sísmico para el sector de salida Huancane es el 100% de la población estudiada es decir si se desarrollara un sismo de 9° a más la totalidad de las viviendas representarían una peligrosidad alta sumando a esto una vulnerabilidad alta el riesgo en este sector podría ser desastroso, cabe mencionar que en este sector la mayoría de las viviendas fueron construidas sobre suelos inestables existiendo en la mayoría de los suelos bajo las edificaciones arena fina con presencia de limo esto por estar las viviendas cercanas a el rio. Siendo posiblemente estos los factores que hagan que el peligro sísmico para este sector ante una sismicidad alta sea del 100%.



Figura 8.8. Porcentaje de peligro sísmico para una sismicidad alta en Salida Huancane.

Finalmente para el sector de salida Huancane ante un posible evento telúrico de intensidad de 9° a 12° se tiene un peligro sísmico alto.

#### **4.7.6. Determinación del riesgo sísmico en salida Huancane**

Para la determinación de la vulnerabilidad y el peligro sísmico se trabajó con parámetros numéricos definidos. Bajo estas funciones el peligro sísmico ha sido analizado

según la sismicidad media alta o baja. Y la vulnerabilidad sísmica ha sido analizada bajo rangos de vulnerabilidad alta media o baja. Para el análisis del riesgo sísmico este debe ser de acuerdo a la ecuación recomendada por Kuroiwa 2012 donde:

$$\text{Riesgo} = 0.5 * \text{vulnerabilidad} + 0.5 * \text{peligro}.$$

En la tabla 8.21 se puede observar los rangos números para el riesgo sísmico de acuerdo a la vulnerabilidad y peligro que pueda ocurrir.

Tabla 8.21.  
*Rango de valores para determinar el riesgo Sísmico*

rango de valores para hallar el riesgo sísmico		
bajo	medio	alto
1.6	1.7 a 2.3	2.4 a 3.0

(Kuroiwa, 2002).

Estos rangos mostrados en la tabla 8.21 evalúan el riesgo sísmico en las viviendas de acuerdo al peligro y vulnerabilidad. La ecuación anterior fue aplicada en la tabla la tabla 8.22.

Tabla 8.22.  
*Determinación del riesgo sísmico para Salida Huancane.*

ubicación de la vivienda	Numero de Viviendas	Vulnerabilidad			Peligro			Riesgo Sismico					
		Baja	Media	Alta	Sismicidad Bajo	Sismicidad Medio	Sismicidad Alto	Para un Peligro Sismico Bajo	Para un Peligro Sismico Medio	Para un Peligro Sismico Alto			
Salida Huancane	21	1.6			1.2	1.8	2.4	1.4	Bajo	1.7	Medio	2	Medio
	22		2.3		1.6	2.2	2.8	2	Medio	2.3	Medio	2.6	Alto
	23		2.1		1.6	2.2	2.8	1.9	Medio	2.2	Medio	2.5	Alto
	24			2.4	1.4	2	2.6	1.9	Medio	2.2	Medio	2.5	Alto
	25			2.4	1.2	1.2	2.4	1.8	Medio	1.8	Medio	2.4	Alto
	26			2.7	1.6	2.2	2.8	2.2	Medio	2.5	Alto	2.8	Alto
	27			2.7	1	1.6	2.2	1.9	Medio	2.2	Medio	2.5	Alto
	28		2.3		1.2	1.8	2.4	1.8	Medio	2.1	Medio	2.4	Alto
	29			2.8	1.4	2	2.6	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	30	14			1	2	2.6	1.2	Bajo	1.7	Medio	2.0	Medio
	31		2.2		1.4	2	2.6	1.8	Medio	2.1	Medio	2.4	Alto
	32			2.7	1.4	2	2.6	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	33		2.1		1.4	2	2.6	1.8	Medio	2.1	Medio	2.4	Alto
	34			2.9	1.2	1.8	2.4	2.1	Medio	2.4	Alto	2.7	Alto
	35			3	1.6	1.6	2.2	2.3	Medio	2.3	Medio	2.6	Alto
	36			2.8	1.2	1.8	2.4	2	Medio	2.3	Medio	2.6	Alto
	37		2		1.2	1.8	2.4	1.6	Bajo	1.9	Medio	2.2	Alto
	38			2.5	1	1.2	2.2	1.8	Medio	1.9	Medio	2.4	Alto
	39			2.6	1.4	2	2.6	2	Medio	2.3	Alto	2.6	Alto
	40			2.6	1.2	1.8	2.4	1.9	Medio	2.2	Alto	2.5	Alto

Se ha considerado una incidencia de la vulnerabilidad símica y peligro sísmico del 50% esto por recomendación de kuroiwa además que bajo estos valores se podrá obtener resultados más óptimos a la realidad.

Realizando el análisis del riesgo sísmico por viviendas tenemos para la vivienda 1 con una vulnerabilidad media “valor 2” y un peligro sísmico bajo “valor 1.2” aplicando la ecuación propuestas por Kuroiwa. Se optiene un riesgo sísmico bajo “valor de 1.2.”.

De acuerdo al análisis de riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo tenemos:

Tabla 8.23.  
*Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico bajo en Salida Huancane.*

Riesgo sismico para una sismicidad baja		
Alto	0	0%
Medio	17	85%
Bajo	3	15%
Total	20	100%

El análisis de datos nos indica un riesgo sísmico medio del 85%, y bajo del 15% como se observa en la tabla 8.23 y 8.24.

Considerando estos resultados obtenidos tenemos que

Tabla 8.24.  
*Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en Salida Huancane.*

Salida Huancane	Vulnerabilidad sismica	Peligro sísmico "sismicidad 1° a 4°"	Riesgo sísmico
		Alta	Bajo

De acuerdo a la determinación del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad existentes en salida Huancane se tiene un riesgo sísmico medio.

De acuerdo al análisis de riesgo sísmico para un peligro sísmico medio tenemos:

La determinación del riesgo sísmico en el sector de Salida Huancane tenemos: un peligro sísmico alto medio del 30%, un peligro sísmico medio del 70%. Como se observa en la tabla 8.25 y 8.26.

Tabla 8.25.  
*Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico medio en Salida Huancane.*

Riesgo sísmico para una sismicidad media		
Alto	6	30%
Medio	14	70%
Bajo	0	0%
Total	20	100%

Este valor del 30% que representa un riesgo sísmico alto indica que todas la viviendas catalogadas dentro de este porcentaje respresentan un riesgo sísmico ante un evento sísmico medio. Siendo un riesgo para los habitantes y los transeúntes cercanos a esta viviendas. En el análisis del riesgo sísmico solo el 70% del total posee una vulnerabilidad media indicando con este resultado que ante una sismicidad media solo 14 vivienda soportaría sin problema alguno este evento telúrico.

Tabla 8.26.  
*Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en Salida Huancane.*

Salida Huancane	Vulnerabilidad sismica	Peligro sísmico "sismicidad 5° a 8°"	Riesgo sísmico
		Alta	Medio

De acuerdo a la determinación del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad existentes en salida Cusco se tiene un riesgo sísmico medio.

De acuerdo al análisis de riesgo sísmico para un peligro sísmico alto tenemos:

Según el análisis de riesgo sísmico tenemos para un peligro sísmico alto un 90% de riesgo sísmico, este valor nos indica que 18 viviendas del total de las viviendas encuestadas representan un riesgo sísmico latente ante un evento sísmico alto. Finalmente el 10% del total de las viviendas probablemente puedan soportar el evento sísmico o pueden colapsar. Como se observa en la tabla 8.27 y 8.28.

Tabla 8.27.  
*Análisis del riesgo sísmico para un peligro sísmico alto en Salida Huancane.*

Riesgo sísmico para una sismicidad Alta		
Alto	18	90%
Medio	2	10%
Bajo	0	0%
Total	20	100%

Cabe mencionar que para este análisis el 0% posee un riesgo sísmico bajo siendo este valor preocupante.

Tabla 8.28.  
*Riesgo sísmico en función a la vulnerabilidad y peligro en Salida Huancane.*

Salida Huancane	Vulnerabilidad sismica	Peligro sísmico "sismicidad 9° a 12°"	Riesgo sísmico
		Alta	Alto

De acuerdo a la determinación del riesgo sísmico en función del peligro y la vulnerabilidad existentes en salida Cusco se tiene un riesgo sísmico alto.

#### 4.8. DIAGNÓSTICO DE DATOS GENERAL

##### 4.8.1. Antecedentes de la vivienda

En las 40 viviendas encuestadas en las zonas de Salida Cusco y Salida Huancané, se observa a continuación en la tabla 8.29 la calidad de mano de obra empleada en cada sector.

Tabla 8.29.

*Cuadro comparativo de la calidad de materiales usados en salida Cusco y salida Huancané.*

Mano de obra	Salida Cusco	%	Salida Huancané	%
Buena	3	15%	1	5%
Regular	3	15%	8	40%
Mala	14	70%	11	55%
Total	20	100%	20	100%

Según los estudios realizados tanto para el sector de Salida Cusco y Salida Huancané, se puede observar que el 15% del total de las viviendas construyeron con un material de buena calidad en el sector de salida Cusco a diferencia de solo el 5% que lo hizo con este tipo de material en el sector de salida Huancané. A pesar de ello el mayor porcentaje de uso de materiales de mala calidad “artesanales” fue en salida Cusco ya que posee el uso de un 70% de materiales artesanales a diferencia de salida Huancané que tiene el 55% de uso de materiales artesanales. En ambos sectores el uso de materiales de baja calidad es predominante.

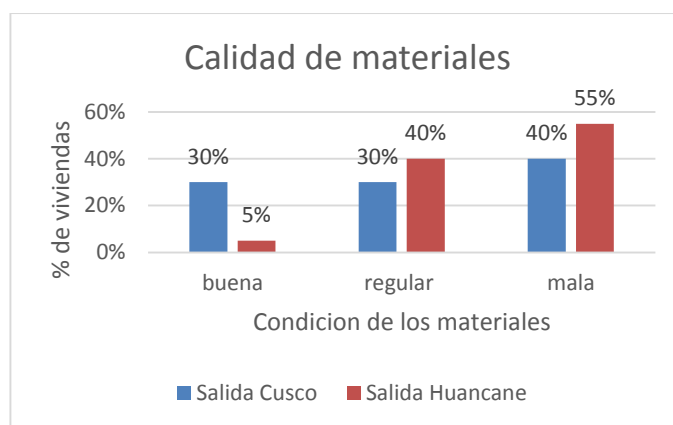


Figura 8.9. Porcentaje de uso de materiales de baja calidad en salida Cusco y salida Huancané.

De acuerdo a la tabla 8.30 Se observa que en el sector de salida Cusco la deficiente mano de obra empleada está catalogado bajo el 70% del total a comparación con la salida Huancané que posee un uso de mano de obra deficiente del 55%. Ambos resultados nos indican que en ambos lugares el uso y empleo de mano de obra deficiente es alta. Cabe recalcar que estos valores indican la Evidencia de falta de capacitación y especialización de la mano de obra. Los propietarios como clientes, permiten este bajo desempeño por una falta de conocimientos técnicos; y en algunos casos ellos participan en la autoconstrucción por falta de recursos económicos.

Tabla 8.30.

*Cuadro comparativo de la mano de obra empleada en salida Cusco y salida Huancané.*

Materiales	Salida Cusco	%	Salida Huancané	%
Buena	6	30%	1	5%
Regular	6	30%	8	40%
Mala	8	40%	11	55%
Total	20	100%	20	100%

En la figura 8.10 podemos observar la comparación de ambos sectores tanto salida Cusco como salida Huancané observando el alto índice de porcentaje para el empleo de mano de obra no calificada Una buena solución a este problema sería la capacitación de los maestros constructores y la supervisión de personal capacitado durante la construcción de las viviendas bajo estos términos se podría aminorar la baja calidad y desempeño de las viviendas.

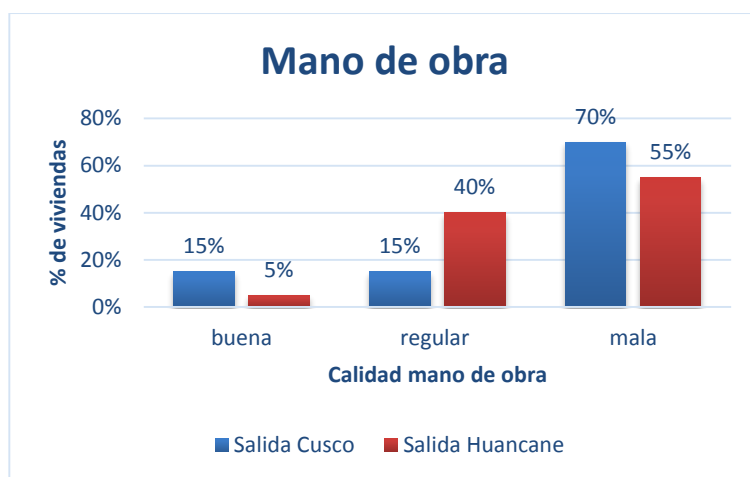


Figura 8.10. Porcentaje de la calidad de mano de obra empleada en las viviendas de salida Cusco y salida Huancané.

En 40 viviendas encuestadas en los Sectores de Salida Cusco Y Salida Huancané se observa el tipo de asesoramiento que han recibido los propietarios durante su construcción de la vivienda. Ver figura 8.31

Tabla 8.31.

*Cuadro comparativo del sistema constructivo de la vivienda.*

Sectores Analizados	Construcción de la vivienda				
	Sin diseño ni asesoría	Con diseño	Diseño y guía técnica	total	
Salida Cusco	Nº de viviendas	14	4	2	20
	%	70%	20%	10%	100%
Salida Huancane	Nº de viviendas	16	3	1	20
	%	80%	15%	5%	100%

Para el sector de salida Cusco se tiene el 10% de las viviendas contaron con asesoría tanto en la etapa de diseño y construcción. Así mismo tenemos que el 20% de las viviendas contaron con el diseño. El 70% de las viviendas no tuvieron ni diseño ni asesoría. Siendo consideradas estas como viviendas completamente informales.

Para el sector de salida Huancané se tiene que el 5% de las viviendas contaron con asesoría tanto en la etapa de diseño y construcción. Así mismo tenemos que el 15% de las viviendas contaron con el diseño. El 80% de las viviendas no tuvieron ni diseño ni asesoría. Siendo consideradas estas como viviendas completamente informales.

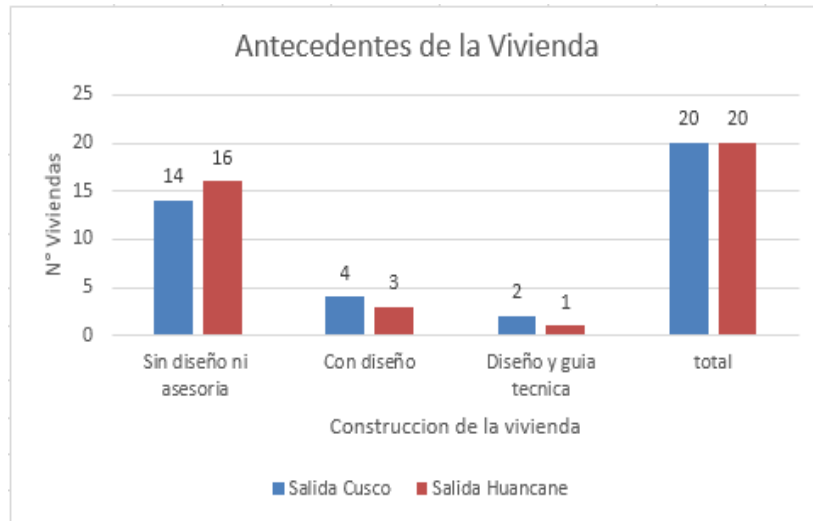


Figura 8.11. Porcentaje del sistema constructivo de las viviendas tanto en el sector de Salida Cusco y Salida Huancané.

Al observar que el 70% y 80% de las viviendas en ambos sectores estudiados no tuvo ningún tipo de asesoramiento, implica que no hay interés de los propietarios o que no tuvieron los recursos para requerirlos. En cambio el 20% y 15% que tuvo algún tipo de asesoramiento fue brindado por familiares con algún conocimiento relacionado a construcción, la mayoría de las viviendas que están en este rango son viviendas recién construidas. Sólo el 10% y 5% de los encuestados han requerido de asesoramiento técnico, por una motivación propia y contar con los recursos económicos.

Caber resaltar que la diferencia entre los porcentajes de las viviendas sin asesoramiento técnico entre los sectores de Salida Cusco y Salida Huancané, es de 10%. De manera similar se da en los que sólo tuvieron asesoría en diseño y construcción. Y en sólo diseño la diferencia es de 5%.

En el análisis de la antigüedad de las viviendas encuestadas se puede observar en la siguiente tabla 8.32.

Tabla 8.32.

*Cuadro comparativo de antigüedad de la vivienda.*

antigüedad de la vivienda	Salida Cusco		Salida Huancane		total	
	N° de viviendas	%	N° de viviendas	%	N° de viviendas	%
1 año	1	5%	1	5%	2	5%
2 año	5	25%	1	5%	6	15%
3 año	1	5%	4	20%	5	13%
4 año	3	15%	5	25%	8	20%
5 años a mas	10	50%	9	45%	19	48%
Total	20	100%	20	100%	40	100%

Para el sector de Salida Huancané el 5% de las viviendas tenían una antigüedad de 2 años. Además se encontró un 45% de las viviendas, tenían una antigüedad mayor de los 5 años. Siendo aún mayor este porcentaje en el sector de salida cusco. En muchos casos los propietarios iniciaron la transición de sus viviendas de material adobe a material noble de albañilería de arcilla.

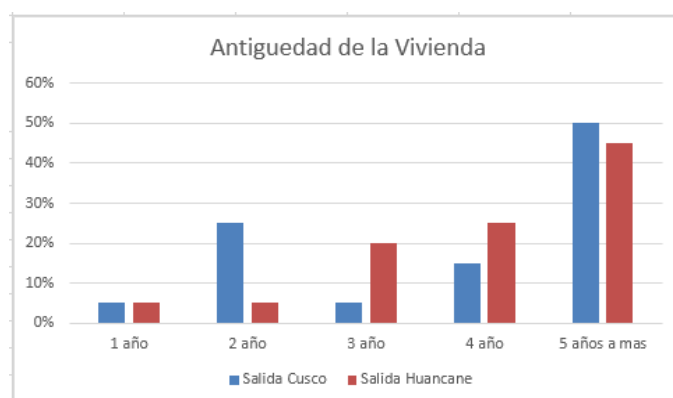


Figura 8.12. Porcentaje de antigüedad de las viviendas tanto en el sector de Salida Cusco y Salida Huancané.

En la tabla 8.33 a continuación se observa otras características generales de las viviendas encuestadas.

Tabla 8.33.  
Características de las viviendas encuestadas.

Característica de las viviendas	Tipo de suelo	Viviendas	%	tipo de ladrillo	Viviendas	%	Tipo de cimentación	Viviendas	%
		limo	35	88%	artesanal hueco	37	92.50%	Corrido de concreto ciclopeo	37
	areno limoso	5	13%	industrial macizo KK	3	7.50%	Corrido de concreto ciclopeo y zapatas	3	7.50%
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>			<b>40</b>			<b>40</b>	

El suelo predominante en las zonas encuestadas es limo arcilloso.

El material ampliamente usado es el ladrillo artesanal con huecos o ladrillo pandereta en las viviendas estudiadas. Esto demuestra su mayor utilización, probablemente por el menor costo que implica sobre los ladrillos KK de 18 huecos.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Concluido el presente trabajo de investigación de evaluación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico. Se concluye lo siguiente:

C1. En cuanto a los materiales usados en la construcción de las viviendas evaluadas se tiene, tanto en el sector de la salida Cuzco como la salida a Huancane el 97% está construido a base de ladrillos tubular artesanal lo mismo que se empleó en los muros, los muros portantes de las viviendas evaluadas, así mismo se concluye el pésimo procedimiento constructivo y bajo empleo de la calidad de los materiales consecuencia de la poca asesoría y la no existencia de diseño y planos, ya que el 74% de las viviendas evaluadas en salida Cuzco no contaban con asesoría ni diseño y el 80% evaluada en salida Huancane tuvieron el mismo suceso.

C2 En cuanto al nivel de riesgo sísmico para el sector de la salida Cuzco para el peligro sísmico bajo se tiene un riesgo sísmico del 5% para un peligro sísmico alto del 35% y para un peligro sísmico alto se tiene un porcentaje del 65% de viviendas que representan un riesgo sísmico para el sector de salida Huancane se tiene para un peligro sísmico bajo, un riesgo sísmico alto del 35% para un peligro sísmico medio, y para un peligro sísmico medio, un riesgo sísmico alto del 85%, y para un peligro sísmico alto se tiene un riesgo sísmico del 95%.

C3 En cuanto a la evaluación del nivel existente de riesgo sísmico en las viviendas de albañilería confinada en sector de la salida Cuzco se tiene un riesgo sísmico predominante del 70%, catalogándose este valor como un riesgo sísmico medio, en cuanto el sector de la salida Huancane se tiene un riesgo sísmico del 95%, siendo este un valor riesgo sísmico alto, es importante mencionar que existen muchos factores para la determinación del riesgo sísmico como es la densidad de muros, el empleo de materiales de buena calidad y la mano de obra calificada “vulnerabilidad”, además tipo de suelo sobre la cual está la vivienda, la pendiente y el grado de sismicidad, de estos resultados obtenidos se obtiene un riesgo sísmico elevado para el sector de la Salida Huancane la causa principal es en muchos casos

la falta de recursos económicos del propietario y el desconocimiento e idicincracia del constructor de la vivienda o maestro de obra.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

De acuerdo al análisis del estudio de vulnerabilidad sísmica se tiene las siguientes recomendaciones:

R1. En cada vivienda existen características constructivas, diseño y ubicación diferente a las demás viviendas es por ello que si el propietario de la vivienda encuentra algún error de construcción o tiene problemas constructivos en la vivienda es recomendable que recurra a un especialista en el tema para la reparación del mismo de acuerdo a conocimientos técnicos.

R2. Al encontrar el poblador daños estructurales fisuras en muros columnas y vigas se recomienda ser reparadas y reforzadas debido a que representan un riesgo para el mismo habitante de la vivienda ante un posible evento.

R3. Se recomienda la evaluación de la vulnerabilidad el riesgo sísmico en la totalidad de la ciudad de Juliaca ya que la presente investigación solo fue aplicado para dos sectores de los 6 restantes, esto con el único propósito de evitar pérdidas humanas y materiales en el supuesto que se desarrolle un evento telúrico en la ciudad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEROS AREQUIPA. (2015). *Manual de construcción para maestros de obra*. Arequipa, Peru:
- Astorga,G.. (2014). *Gestión del Riesgo Frente a Posibles Desastres en el Peru*. (Tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas, Juliaca, Peru.
- Arango Grivia M.C. (2013). Seismic retrofitting, Pisco ,Peru.
- Barbat A (1998) *El riesgo sísmico en el diseño de edificios, calidad siderúrgica*. (Tesis de pregrado). Madrid, España.
- Banner (1998). Design of Steel Structures for Buildings in Seismic Areas, Angeles, EEUU.
- Caszola Z. (2016) *Estimación de riesgos sísmicos en la sierra sur peruana*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú.
- Chungara (1999) Univ. Tarapaca Arquitectura e imperio prehispánico, Tarapaca, Chile.
- CEPAL. (2007). *Un tema de desarrollo: La Reducción de la Vulnerabilidad frente a los desastres*. Lima, Perú:
- Flores, Á. (2002). *Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones en Lima*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Gallegos, H. (1986). *Conceptos estructurales: diseño sismo resistente de edificios*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- INEI (2013) Instituto nacional de Estadística e informática
- INDECI. (2013). *Plan de capacitación para la estimación de riesgos*. Lima, Peru:
- IGP (2014) Instituto geofísico del peru
- INGEMET, (2002). Riesgos Geológicos por franjas del Peru
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de Desastres – Vivienda en armonía con la naturaleza*. Lima, Peru: Quebecor World Perú S.A.

- Norabuena, I. (2012). *Gestión del riesgo: metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe a nivel local*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Mosqueira, M. (2011). *Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú
- Llano Vidal (2013). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima, Perú: San Marcos.
- PCER. (2013). *Programa de Capacitación para la Estimación del Riesgo*. Lima, Perú:
- RNE E030. (2014). *Diseño Sismo resistente*. Lima, Peru: Macros
- San Bartolomé, Á. (2016). *Construcciones de Albañilería, Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima, Perú: PUCP.
- San Bartolomé, Á. (1999). *Análisis de Edificios*. Lima, Perú: PUCP.
- Soto, A. (2005). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales de Puno*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, Juliaca, Peru.
- Tejada, U. (2001). *Diseño y Construcción con Adobe y Quincha*. (Tesis de pregrado). CIDAP, Lima, Perú.
- Velarde, G. (2014). *Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de dos Pisos de Adobe Existente en Lima*. (Tesis de pregrado). PUCP, Lima, Peru.
- Vizconde, A. (2004). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel de Piura*. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Peru.

## ANEXOS

## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA

En el presente capítulo se desarrolla recomendaciones para el eficiente desarrollo constructivo de viviendas de albañilería confinada en la Ciudad de Juliaca - Puno, Puno se encuentra ubicado en una zona sísmica “placa menor del altiplano”. Cada cierto tiempo ocurren movimientos telúricos que podrían hacer que las viviendas mal construidas sufran daños importantes y hasta colapsos parciales o totales.

### 1.1. PELIGROS NATURALES EN JULIACA - PUNO

Según Blondet (2005) Muchos lugares de nuestro país – región Puno Juliaca están expuestos a peligros naturales como huaycos, inundaciones o terremotos.

Es importante conocer los efectos de estos fenómenos naturales para poder decidir dónde y cómo construir viviendas seguras.

#### 1.1.1. Terremotos

Son movimientos fuertes que ocurren dentro de la tierra y que producen movimientos fuertes del suelo donde se apoyan las casas (Blondet, 2005).



Figura 1. Representación gráfica de un terremoto (Blondet, 2005).

#### 1.1.2. Fenómeno el Niño

El Niño, también llamado ENSO ("El Niño Southern Oscillation"), es un cambio en el sistema océano - atmosférico que ocurre en el Océano Pacífico ecuatorial, que contribuye a cambios significativos del clima, y que concluye abarcando a la totalidad del planeta. Se conoce con el nombre de "El Niño", no solamente a la aparición de corrientes oceánicas cálidas en las costa de América, sino a la alteración del sistema global océano-atmósfera que se origina en el Océano Pacífico Ecuatorial (es decir, en

una franja oceánica cercana al Ecuador), generalmente durante un periodo comprendido entre diciembre y marzo, afectando principalmente a América del Sur (PERU) (Nervi, 2006).

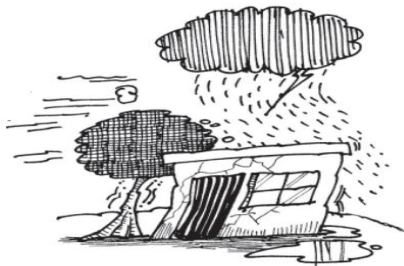


Figura 2. Representación gráfica del fenómeno del Niño (Blondet, 2005).

### 1.1.3. Inundaciones

Se producen cuando un río se desborda por la excesiva cantidad de agua que lleva.



Figura 3. Representación gráfica de una inundación (Blondet, 2005).

## 1.2. TERREMOTOS

Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes

tensiones o presiones que ocurren en su interior. (AIS, 2015).

### 1.2.1. Terremotos como amenaza sísmica

Cuando existe la probabilidad de que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica. El peligro o amenaza sísmica varía de un lugar a otro. Hay zonas de mayor amenaza sísmica, es decir, zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia y con mayor intensidad (AIS, 2015).

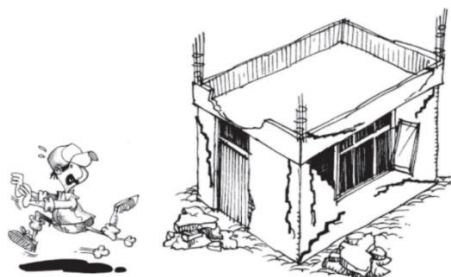


Figura 4. Daños provocados por un sismo en una vivienda (Blondet, 2005).

## 1.3.LA VIVIENDA INSEGURA

Las viviendas que no han sido construidas por profesionales bajo la supervisión de los mismos sin la existencia de planos de construcción ni estudio de

suelos. Estas viviendas son vulnerables a eventos sísmicos.



Figura 5. Empleo de mano de obra no calificada (Blondet, 2005).

El empleo de materiales de baja calidad como ladrillos contruidos artesanalmente, arena en estados no aceptables usados en la mezcla de concreto. Son factores importantes que afectan la calidad de la vivienda y el buen desempeño del mismo frente a eventos sísmicos de media a alta magnitud en la Ciudad de Juliaca.

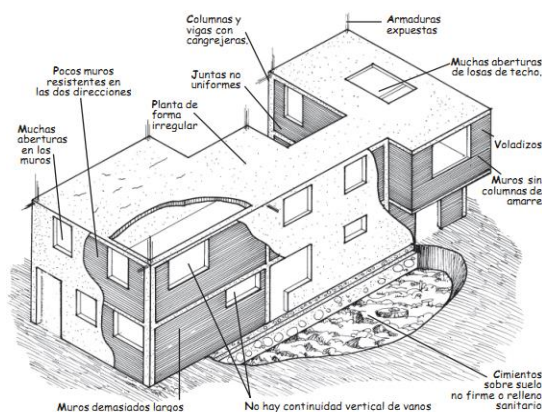


Figura 6. Vivienda vulnerable frente a un evento sísmico (Blondet, 2005).

### 1.3.1. Ubicación inadecuada

La vivienda debe construirse alejada de laderas de las cuales se tenga duda de su estabilidad o realice la estabilización y protección del talud. No construya sobre suelos sueltos en ladera, ya que durante un sismo se pueden soltar fácilmente y arrastrar la vivienda. Si la pendiente de la ladera es mayor al 30 % se debe buscar la asesoría de un ingeniero de suelos y de un ingeniero estructural (Flores, 2002).

En todos los casos se debe de evitar la construcción de viviendas en estos lugares:

- En zonas de quebradas o laderas pronunciadas



Figura 7. Vivienda ubicada en quebrada (Blodet, 2005).

- En zonas de derrumbes o sobre rellenos mal compactados

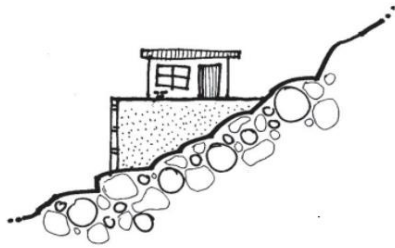


Figura 8. Vivienda ubicada en pendiente pronunciada (Blondet, 2005).

- En zonas cercanas al río



Figura 9. Vivienda ubicada cerca al río (Blondet, 2005).

- Zonas de relleno sanitario o desmonte



Figura 10. Vivienda ubicada encima de relleno sanitario (Blondet, 2005).

#### 1.4.LA VIVIENDA SEGURA

Para tener una vivienda segura se debe tener una configuración estructural adecuada empezando desde el diseño estructural la existencia de planos de construcción el empleo de mano de obra calificada. Luego esta arquitectura se dibuja

en un plano para definir la distribución los tipos y las medidas de los elementos estructurales.



Figura 11. Empleo de mano de obra calificada en la construcción de la vivienda (Blondet, 2005).

El empleo de la mano de obra capacitada durante la construcción de la vivienda es un factor importante para evitar futuros errores tanto estructurales como arquitectónicos.



Figura 12. Empleo de materiales de buena calidad en la construcción de la vivienda (Blondet, 2005).

Utiliza materiales de buena calidad.

No vale la pena “ahorrar” comprando materiales de calidad dudosa.

##### 1.4.1. Ubicación adecuada

Deben buscarse lugares en los cuales el suelo sea estable, donde no exista la posibilidad de deslizamiento o caída de

rocas en caso de sismo. Evite ubicarse en el cauce de los ríos (AIS, 2015).

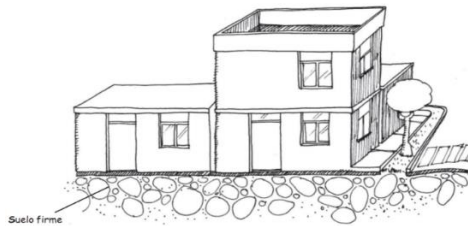


Figura 13. Ubicación adecuada para la construcción de una vivienda de albañilería confinada (Blondet, 2005).

### 1.5. PRINCIPIO DE LA SISMO RESISTENCIA

La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc (Aceros Arequipa, 2005).

En este tipo de viviendas primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas (Astorga, 2006).

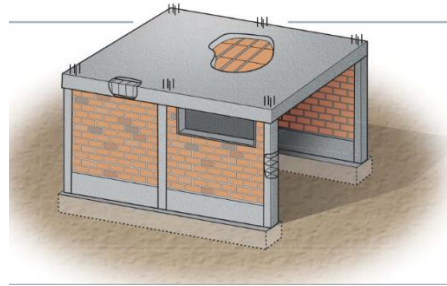


Figura 14. Albañilería confinada (Aceros Arequipa, 2005).

### 1.6. Construcciones sismo resistentes

Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes (Flores, 2002).



Figura 15. Daños provocados por un sismo en una vivienda (Aceros Arequipa, 2005).

### 1.7. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

El comportamiento sísmico de las viviendas de albañilería está influenciado por la adecuada o mala configuración

estructural que tiene el conjunto de elementos que conforman las viviendas. Por ejemplo, una vivienda de albañilería confinada tendrá un comportamiento estructural muy deficiente ante un sismo si no tiene la adecuada densidad de muros en cualquiera de sus direcciones. En este caso se dice que la configuración estructural de la vivienda no ha sido buena en la etapa de concepción de la estructura (Mosqueira, 2005).

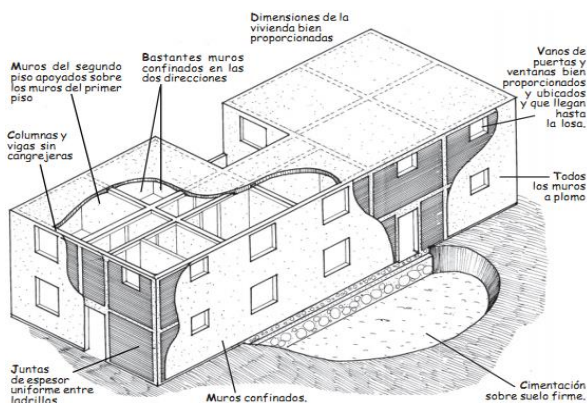


Figura 16. Vivienda segura ante eventos sísmicos (Blondet, 2005).

### 1.7.1. Geometría

Geometrías irregulares o asimétricas en el plano horizontal como vertical causan un mal comportamiento cuando la vivienda es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la vivienda sufra torsión o que intente

girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir (AIS, 2015).

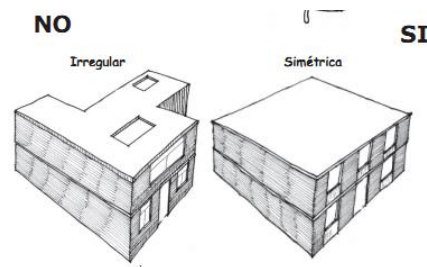


Figura 17. Configuración asimétrica de una vivienda (Blondet, 2005).

### 1.7.2. Continuidad

En una vivienda los ejes de los muros deben ser colineales y la mampostería con juntas y pegas continuas. Debe existir aproximadamente la misma longitud de muros en las dos direcciones perpendiculares de la vivienda. Esto se debe a que las fuerzas del sismo se pueden presentar en cualquier dirección. Cuando la vivienda tiene dos pisos es necesario que los muros que cargan el techo sean una continuación de los muros del primer piso que se apoyan sobre la cimentación. (AIS, 2015).

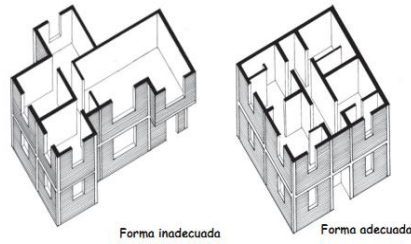


Figura 18. Configuración estructural de una vivienda (Blondet, 2005).

Construye los muros buscando simetría en la vivienda. Debes tratar de tener la misma cantidad de muros en las dos direcciones (Flores, 2002).

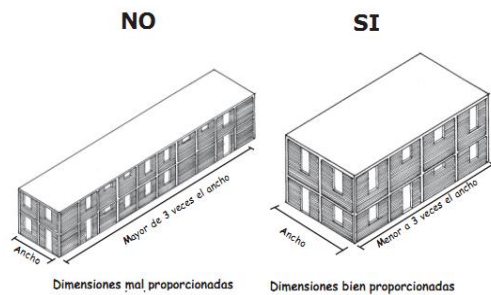


Figura 19. Relación entre las dimensiones de la vivienda (Blondet, 2005).

El largo de tu vivienda no debe ser mayor que 3 veces el ancho (Blondet, 2005).

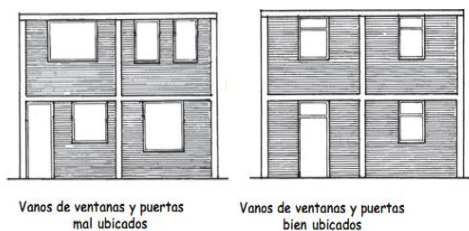


Figura 20. Muros con discontinuidad en los vanos (Blondet, 2005).

Construye los vanos de las ventanas y puertas hasta la viga solera y ubícalos en

el mismo sitio en todos los pisos (Blondet, 2005).

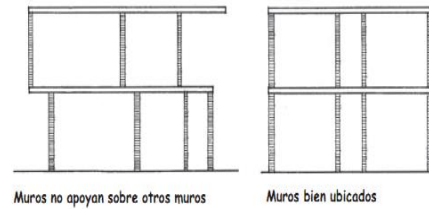


Figura 21. Configuración de muros en una vivienda (Blondet, 2005).

Es muy importante que los muros del segundo piso estén bien ubicados. Siempre construye los muros del segundo piso sobre los muros del primer piso (Blondet, 2005).

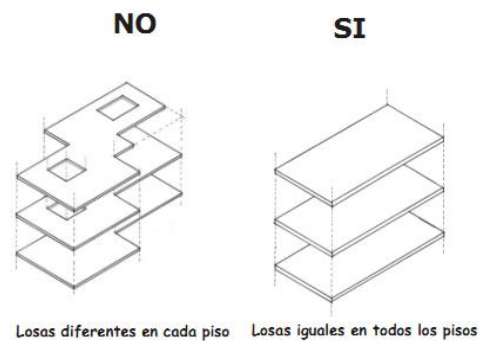


Figura 22. Configuración de la losa en una vivienda (Blondet, 2005).

### 1.7.3. Muros confinados

El confinamiento de los muros resistentes a sismo deberá realizarse en sus 4 bordes. La longitud máxima que puede haber entre confinamiento verticales es 2

veces la distancia entre confinamientos horizontales (Mosqueira, 2005).



Figura 23. Muros confinados (Blondet, 2005).

Los elementos resistentes a terremotos son los muros confinados. Tu casa debe tener similar cantidad de muros en las dos direcciones (Blondet, 2005).

#### 1.7.4. Densidad de muros

La dirección con que viene el sismo es impredecible por lo tanto es necesario reforzar a las viviendas con una cantidad mínima de muros en sus dos direcciones principales “dirección paralela y perpendicular a la calle”. Con ello se logra tener una estructura con adecuada resistencia y rigidez (Mosqueira, 2005).

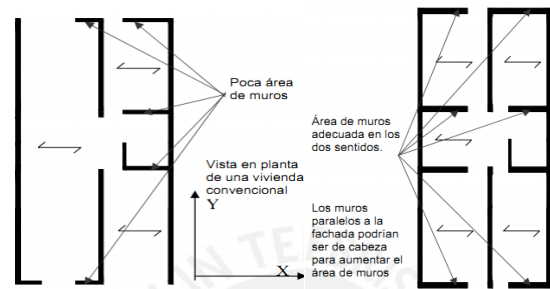


Figura 24. Densidad de muros en ambos sentidos (Mosqueira, 2011).

$$Am \approx \frac{Z \cdot S \cdot Att \cdot 8}{300} \quad \text{Ecu. 10.1}$$

Donde el factor Z y S se pueden obtener del reglamento nacional de edificaciones E-030. Att es la suma del área techada en m<sup>2</sup> del nivel de estudio con las áreas techadas de los pisos superiores.

Tabla 1.- Factores de zona.

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: RNE E-030.

Tabla 2.- Factores de suelo.

Parámetros del suelo		
Tipo	Descripción	Valor de S
S <sub>1</sub>	Roca o suelos muy rígidos	1,0
S <sub>2</sub>	Suelos intermedios	1,2
S <sub>3</sub>	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	1,4

Fuente: RNE E-030.



Figura 25. Zonas sísmicas del Perú (RNE, 2014).

Por ejemplo se analizara una vivienda de dos niveles construida sobre arcilla limosa que está ubicada en la ciudad de Juliaca, con un área construida de 75 m<sup>2</sup> por nivel. De acuerdo a lo especificado, los valores de Z y S serán: 0.25 y 1.4 respectivamente

El cálculo del área mínima de muros requerida se hace por nivel. Siempre se tiene que sumar los pesos que se encuentren por encima del nivel en estudio incluido el peso del mismo nivel. En esta vivienda el peso total que llega al primer piso será la suma de los pesos del primer y segundo nivel en cambio el peso total que llega al segundo nivel es solo el peso del segundo nivel.

Aplicando la ecuación del Am para el primer nivel ( $Att = 75 + 75 = 150 \text{ m}^2$ ).

$$Am = \frac{0.4 * 1 * 150 * 8}{300} = 1.6 \text{ m}^2$$

Para el segundo nivel  $Att = 75 \text{ m}^2$

$$Am = \frac{0.4 * 1 * 75 * 8}{300} = 0.8 \text{ m}^2$$

Los resultados de las ecuaciones anteriores indican que se necesitaría 1.6 m<sup>2</sup> de muros confinados para cada una de las dirección en análisis en el primer piso y 0.8 m<sup>2</sup> de muros confinados para cada una de las dirección en análisis del segundo piso.

### 1.7.5. Bajo peso

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un

péndulo invertido causando esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada (AIS, 2015).

#### 1.7.6. Suelo firme y buena cimentación

Las viviendas deben ubicarse sobre suelos estables y firmes donde no exista la posibilidad de asentamientos, deslizamientos o caída de rocas. Debe evitarse la ubicación en zonas de quebradas laderas o sobre terrenos de posible inundación de ríos o acequias. Los suelos malos y prohibidos para la construcción son los suelos de relleno sanitario, desmonte, suelos con arcillas expansivas y suelos con nivel freático alto (Mosqueira, 2005).



Figura 26. Suelos arcillo expansivo (Mosqueira, 2005).

#### 1.8.¿Cómo podemos reconocer de qué tipo es?

- Excava un hueco de 1 metro de profundidad y retira una muestra de suelo (Blondet, 2005).



Figura 27. Muestreo de suelos (Blondet, 2005).

- Coloca un poco del suelo en una botella transparente hasta llenar un tercio de la botella. Agrega otro tercio de agua y una cucharada de sal (Flores, 2002).



Figura 28. Reconocimiento del tipo de suelo (Blondet, 2005).

- Agita la botella con fuerza hasta que la mezcla quede uniforme (Blondet, 2005).



Figura 29. Reconocimiento del tipo de suelo (Blondet, 2005).

- Deja reposar la mezcla por 24 horas (Astorga, 2006).



Figura 30. Reconocimiento del tipo de suelo (Blondet, 2005).

- Mide las alturas de arena, arcilla y limo (Blondet, 2005).



Figura 31. Reconocimiento del tipo de suelo (Blondet, 2005).

- Si más de la mitad es arena el suelo es ARENOSO. Si más de la mitad

es arcilla el suelo es ARCILLOSO (Blondet, 2005).

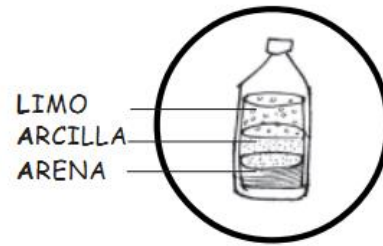


Figura 32. Reconocimiento del tipo de suelo (Blondet, 2005).

## 1.9. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude. (AIS, 2015).

### 1.9.1. Cemento

El cemento se debe almacenar en un lugar techado, sin contacto con paredes o muros que puedan humedecerlo. Debe colocarse sobre madera o plástico para evitar la humedad proveniente del suelo. Las pilas deben ser de 12 sacos de cemento como máximo y no debe almacenarse por un tiempo mayor de dos meses (AIS, 2015).



Figura 33. Cemento usado en la construcción (UNACEM, 2014).

Se debe tener en cuenta lo siguiente

- Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos, es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- Como todo concreto, es recomendable siempre realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.
- Para asegurar una conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas del aire húmedo.

- Evitar almacenar en pilas de más de 10 bolsas para evitar la compactación.

## 1.10. Agregados

La grava y la arena no deben estar sucias o mezcladas con materia orgánica (tierra), pantano o arcilla. Esto produce que la resistencia del concreto disminuya notablemente o se produzca gran cantidad de fisuras en los morteros. La piedra o cascajo no debe ser frágil ni tener tamaños mayores a 7 cm (AIS, 2015).

### 1.10.1. Tipos de arena:

- Arena fina:

Utilizada para tarrajeos.

- Arena gruesa:

Utilizada en mortero, concreto simple y concreto armado.

- Hormigón:

Es la combinación de arena y piedras de tamaño variado. Las piedras pueden tener entre 3" y 6" (pulgadas). El hormigón se utiliza en cimientos, sobrecimientos y pisos.

## 1.11. Ladrillos

Es el material básico para la construcción de los muros. Sus diámetros y formas deben ser las más perfectas posibles, ya que esto permitirá que la construcción del muro sea más sencilla. La uniformidad de su color y textura indica una buena cocción. Los ladrillos se diferencian según el material, fabricación y solides (UNACEM, 2014).

### 1.11.1. Clasificación del ladrillo

Por el tipo de material:

- Cemento
- Silicio-calcáreo
- Arcilla

Por el tipo de fabricación:

- A máquina (30% vacíos)
- Artesanal



Figura 34. Ladrillos empleados en la construcción (UNACEM, 2014).

Se debe tener en cuenta lo siguiente

- Un buen ladrillo no tiene fisuras, rajaduras, porosidad excesiva ni materiales extraños como paja, piedra, etcétera.
- Si en una ruma de ladrillos algunos se parten, significa que estos son frágiles.
- Un ladrillo se diferencia por su solidez. amenos huecos mayor su resistencia.

## 1.12. Agua

El agua es otro de los elementos base para la construcción. Debe estar limpia, por lo que se recomienda utilizar agua potable. Está prohibido emplear agua que contenga residuos químicos, minerales y sulfatos, ya que estos retrasan la fragua o, lo que es peor, la impiden (Flores, 2002).

## 1.13. Aceros

La calidad de las estructuras de concreto armado depende en gran medida de la eficiencia de la mano de obra empleada en su construcción. Los mejores

materiales e ingeniería utilizados en el diseño estructural carecen de efectividad si los procesos constructivos no se han realizado en forma correcta (Aceros Arequipa, 2005).



Figura 35. Buen uso de ladrillo pero acero oxidado y escasa longitud de gancho (UNACEM, 2014).

### 1.13.1. Componentes del concreto

Es importante realizar diseño de mezclas para cada tipo de concreto

- **Cemento:**

Es el componente básico y determinante para la elaboración del concreto.

- **Agregados:**

Agregados finos: Provenientes de canteras. Pasan el tamiz de 3/8" (9.5 mm). Arenas gruesas.

Agregados gruesos: Constituidos por grava natural o triturada semiangular y

de textura rugosa, piedra de 1/2", 3/8", 3/4" ó 1".

- **Agua:**

El agua empleada para la preparación del concreto deberá ser potable.

Deberás tomar medidas para impedir que se contaminen los agregados con orina, bebidas azucaradas, restos de comida y basura en general. No debes usar agua de acequia o que contenga materia orgánica, tampoco agua con jabón o detergente, ya que afecta la resistencia final del concreto (Astorga, 2006).

### 1.13.2. Resistencia del concreto

La resistencia del concreto a la compresión se mide en kg/cm<sup>2</sup> y sus valores se indican en los planos con la abreviatura (f'c).

Las proporciones de las mezclas de concreto son referenciales y dependen de la calidad de los agregados.

### 1.13.3. Curado del concreto

El curado es el tratamiento final que se da al concreto para lograr que alcance su resistencia final y, además, esto servirá para que no se raje y tenga mayor duración. Consiste en proveerle del agua necesaria por lo menos 7 días después de colocado (UNACEM, 2014).

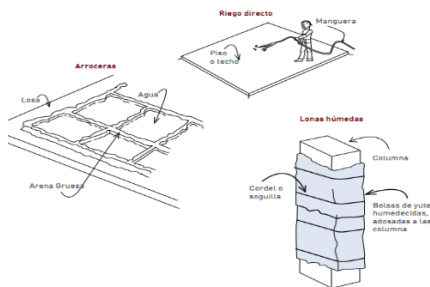


Figura 36. Curado del concreto (UNACEM, 2014).

### 1.13.4. Métodos de curado

Provisión de agua mediante:

1. Riego directo.
2. Arroceras: Agua confinada por montículos de arena (se utiliza para losas o pavimentos).
3. Colocación de lonas permanentemente húmedas (sacos de yute humedecidos); se colocan sobre la columna y placas.

El concreto se endurece no porque se seca, sino porque está húmedo debido a que se encuentra en contacto con el agua (hidratación del cemento) (UNACEM, 2014).

### 1.13.5. Colocación del concreto

La arena es el agregado que se utiliza para obtener una mezcla de concreto. Solo puede ser de río o de cantera; mas no de playa, porque su alto contenido de sal producirá que la mezcla se vuelva salitrosa (Astorga, 2006).

- Vaciado del concreto en la parte alta de un encofrado angosto

Correcto: Descargar el concreto en una tolva (recipiente) que alimenta a su vez un chute (manga) flexible. De esta manera se evita la segregación. El encofrado y el acero permanecen limpios hasta que el concreto los cubra (figura 1A) (UNACEM, 2014).

Incorrecto: Si se permite que el concreto del chute o del boggie (carretilla más grande que la común)

choque contra el encofrado o rebote contra este y la armadura, ocurrirá segregación del concreto y cangrejas en la parte inferior (figura 1B) (Flores, 2002).

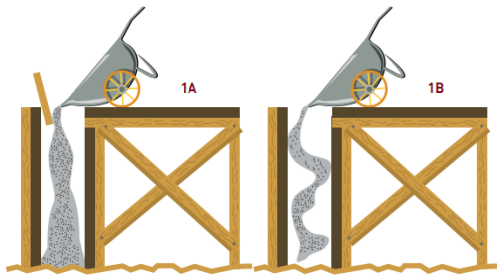


Figura 37. Vaciado del concreto (UNACEM, 2014).

- Consistencia del agua en formas profundas y angostas

Correcto: Utilizar un concreto cada vez más seco (usando un slump - asentamiento de la mezcla - variable), conforme suba el llenado del concreto en el encofrado (UNACEM, 2014).

Incorrecto: Si se usa un slump constante, se produce exceso de agua en la parte superior de la llenada\* con pérdida de resistencia y durabilidad de las partes altas (Astorga, 2006).

- Colocación del concreto a través de aberturas

Correcto: Colocar el concreto en un bolsón exterior al encofrado, ubicado junto a cada abertura, de tal manera que el concreto fluya al interior de la misma sin segregación (figura 2A) (Astorga, 2006).

Incorrecto: Si se permite que el chorro de concreto ingrese a los encofrados en un ángulo distinto del vertical, este procedimiento termina inevitablemente en segregación (figura 2B) (UNACEM, 2014).

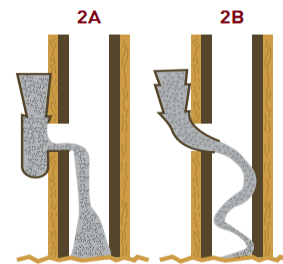


Figura 38. Vaciado del concreto a través de aberturas (UNACEM, 2014).

Debes saber que los componentes del concreto se separarán (por segregación) si este no se coloca o se vierte correctamente en los encofrados (UNACEM, 2014).

- Colocación de concreto en columnas y placas

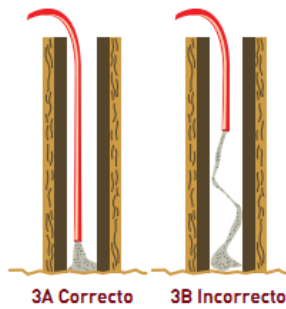


Figura 39. Vaciado del concreto en columnas y placas (UNACEM, 2014).

- Colocación en losas

Correcto: Colocar el concreto contra la cara del concreto llenado (figura 4A) (UNACEM, 2014).

Incorrecto: Colocar alejándose del concreto ya llenado (figura 4B) (UNACEM, 2014).

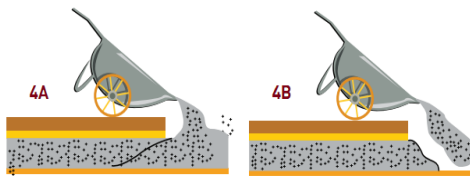


Figura 40. Vaciado del concreto en losas (UNACEM, 2014).

- Colocación del concreto en pendientes agudas

Correcto: Colocar un retenedor de la mezcla en el extremo del chute (figura 5A) para evitar la segregación y asegurar que el concreto permanezca en la pendiente (Astorga, 2006).

Incorrecto: Si se descarga el concreto del extremo libre del chute en la pendiente, ocurre segregación y el agregado grueso va al fondo de la pendiente (Flores, 2002).

Adicionalmente, la velocidad de descarga tiende a mover el concreto hacia la parte inferior (figura 5B) (UNACEM, 2014).

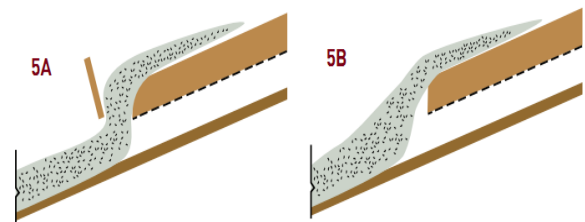


Figura 41. Vaciado del concreto en pendientes agudas (UNACEM, 2014).

- Colocación del concreto en pendientes suaves

Correcto: Colocar el concreto en la parte inferior de la pendiente, de modo que aumenta la presión por el peso del concreto añadido. La vibración proporciona la compactación (figura 6A) (UNACEM, 2014).

Incorrecto: Si se comienza a colocar el concreto en la parte alta de la pendiente, la

vibración transporta el concreto hacia la parte inferior (figura 6B) (UNACEM, 2014).

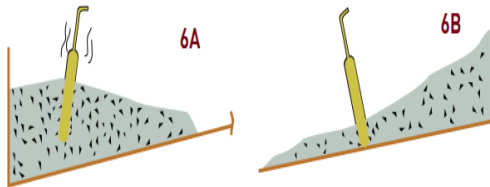


Figura 42. Vaciado del concreto en pendientes suaves (UNACEM, 2014).

- Vibración

Correcto: Los vibradores deben penetrar verticalmente unos 10 cm (en la llenada\* previa). La ubicación de los vibradores deben ser a distancias regulares sistemáticas, para obtener la compactación correcta. (figura 7A).

Incorrecto: Si se penetra al azar, en diferentes ángulos y espaciamientos, sin alcanzar la llenada previa, se impide la obtención del monolitismo del concreto (figura 7B).

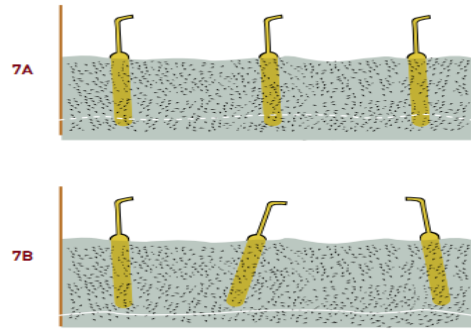


Figura 43. Vibrado del concreto (UNACEM, 2014).

## 1.14. PLANOS Y TRÁMITES ADMINISTRATIVOS

Después de que hayas comprado tu terreno en un lugar adecuado, debes diseñar tu vivienda. Si puedes consulta a un ingeniero o arquitecto para que diseñe la vivienda y dibuje los planos.



Figura 44. Plano y trámites administrativos (Blondet, 2005).

## 1.15. LIMPIEZA, NIVELACIÓN

Antes de realizar el trazado para la cimentación se tiene que limpiar el terreno removiendo y quitando todo material que no sea parte del suelo como basura

desmante o material vegetal (Mosqueira, 2005).



Figura 45. Limpieza del terreno (Blondet, 2005).

Para nivelar el terreno es necesario colocar estacas de referencia de 1.50 m de altura ubicadas en los linderos del terreno. Con ayuda de una manguera transparente se puede llevar una altura absoluta conocida de una hacia todas las estacas. Esta altura absoluta generalmente es la medida de 1 m por encima del nivel de la vereda o de algún otro punto de referencia (Mosqueira, 2005).

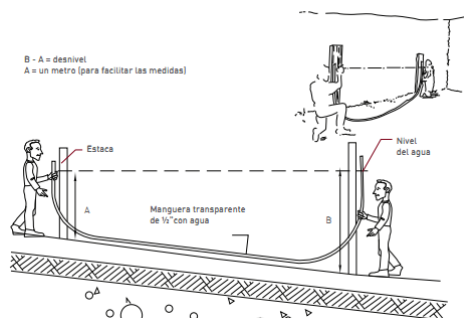


Figura 46. Nivelación del terreno (UNACEM, 2014).

Procedimiento para la nivelación de terreno

Extender la manguera entre dos estacas que se encuentren próximas una de otra, de tal forma que en uno de los extremos el nivel de agua de la manguera quede igualado con el metro de la primera estaca.

El otro extremo se coloca sobre la segunda estaca, donde se marca el nivel cuando el agua se haya estabilizado.

Medir la distancia que hay entre el terreno y esta última marca. Se conoce el desnivel por la diferencia con el metro marcado en la estaca de referencia (UNACEM, 2014).

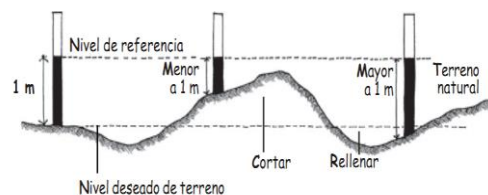


Figura 47. Nivelación del terreno (Blondet, 2005).

## 1.16. CORTE Y RELLENO

Una vez marcadas las estacas se sabe que parte del terreno se tiene que cortar o rellenar. El corte de terreno se realiza en los lugares donde las medidas en las estacas sean menores a 1 m; y el relleno donde las

medidas sean mayores a 1 m (Mosqueira, 2005).

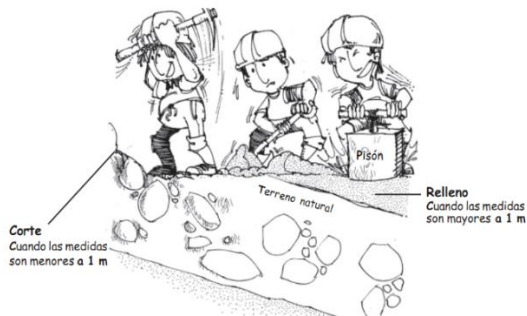


Figura 48. Corte y relleno (UNACEM, 2014).

Procedimiento:

En primer lugar, fijar los niveles de desagüe, accesos, pistas, acequias y otros, para que la casa quede muy por encima de estos niveles.

Una vez determinado el nivel base o la rasante, se puede escoger el nivel de piso de la casa, de manera que se compense en lo posible el volumen a rellenar con el volumen a cortar. Así no será necesario traer material adicional o eliminar material sobrante.

Para el relleno, deberá compactarse el terreno (utilizando agua y un pisón) en capas de 10 cm aproximadamente. Si el terreno no se compacta bien, corre peligro

de hundirse, rajando las estructuras de la construcción (UNACEM, 2014).

## 1.17. CIMENTACIÓN

La cimentación forma parte de la subestructura de la vivienda. Su función principal es de transmitir adecuadamente las cargas provenientes de todos los pisos hacia el suelo (Mosqueira, 2005).

Si existen viviendas alrededor de la altura construcción, se tiene que averiguar qué problemas han tenido estas viviendas debido al suelo especialmente si ha habido asentamientos (Mosqueira, 2005).

### Recomendaciones

Para el cimiento, añadir la mayor cantidad posible de piedras con un tamaño máximo de hasta 8". Normalmente, el máximo de piedras grandes que se pueden añadir es la tercera parte del volumen del cimiento (30%) (UNACEM, 2014).

Es conveniente que algunas piedras grandes (las que están en la superficie) asomen del cimiento por encima del eje del

sobrecimiento, para obtener una mejor adherencia con el concreto del sobrecimiento (UNACEM, 2014).

Es importante que el fondo de la zanja esté nivelado. También es necesario humedecer las zanjas antes de llenar el concreto. Conviene que la parte superior del cimiento esté nivelada (UNACEM, 2014).

Si se construye sobre arena suelta, se recomienda aumentar el ancho de los cimientos a 60 cm (UNACEM, 2014).

Antes de llenar las zanjas, coloca los refuerzos (fierros) de columnas en los ejes que indique el proyecto (UNACEM, 2014).

Las medidas van de acuerdo al tipo de suelo y a los números de pisos a construir. La proporción referencial para el cimiento es de 1 bolsa de cemento por 10 bolsas de hormigón o 5 carretillas de hormigón (UNACEM, 2014).

## 1.18. VIGA DE CIMENTACIÓN

Es una estructura de concreto armado que se utiliza en suelos de baja

resistencia y sirve, fundamentalmente, para evitar y disminuir los asentamientos diferenciales ante el sismo (Flores, 2002).

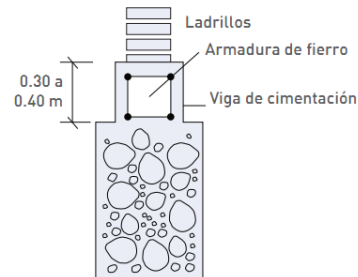


Figura 49. Viga de cimentación (Blondet, 2005).

Es recomendable vaciarla monolíticamente. No debemos echar piedra de zanja al vaciado, solamente cemento, arena gruesa y piedra chancada.

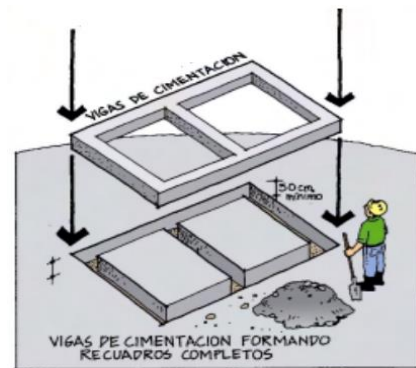


Figura 50. Viga de cimentación (AIS, 2005).

### 1.18.1. Trazado

El trazado, es decir el pasar las medidas del plano al lote en tamaño real, debe realizarse teniendo en cuenta que es necesario:

- Revisar la ubicación de los linderos
- Marcar los cruces de los muros o sus ejes
- Ubicar los caballetes de replanteo, y Definir el ancho de la excavación para los cimientos (AIS, 2005).

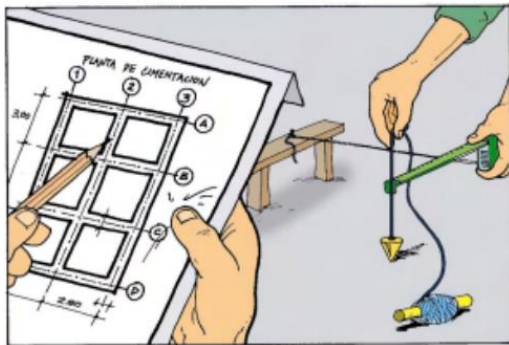


Figura 51. Trazado del terreno (AIS, 2015).

#### Procedimiento

Determinar los ángulos rectos que forman los linderos del terreno colocando estacas en sus esquinas.

Con un cordel se forma un triángulo rectángulo que tenga como base 3 m en uno de sus lados conocidos, 4 m de altura en el otro lado conocido, mientras que el tercer lado del triángulo se marca cuando mida 5 m.

Una vez verificado los ángulos, colocar balizas (2 estacas atravesadas por

travesaño) en ambos lados del terreno que se quiere trazar.

Midiendo desde un lado conocido, extender dos cordeles paralelos que van amarrados a las balizas y que permitirán la alineación de los ejes de muros y columnas.

Con una plomada bajar el alineamiento de los cordeles al terreno, marcándolos en dos o más puntos. Colocar el cordel, espolvoreado con tiza, uniendo los puntos marcados y templarlo. Mediante un chicoteo (movimiento) se deja la línea trazada (UNACEM, 2014).

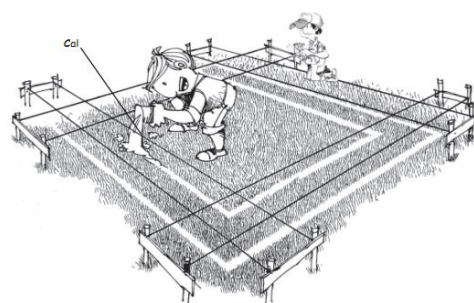


Figura 52. Trazado del terreno (UNACEM, 2014).

#### 1.18.2. Cavado de zanjas

La excavación se debe realizar cavando de acuerdo con lo indicado en los

planos y según el replanteo en donde se van a levantar los muros (AIS, 2015).

De ser necesario, se debe mejorar el terreno con material granular compactado y apisonado (recebo compactado) (AIS, 2015).

Se debe evitar el encharcamiento de las excavaciones donde se construye la cimentación (AIS, 2015).

Las paredes de las zanjas deben estar lo más vertical y el fondo debe estar nivelado y libre de tierra suelta. Se recomienda vaciar en el fondo de las zanjas un solado de 5 cm de espesor hecho con concreto pobre proporción C:H. 1:14 para mejorar la nivelación en el fondo de las zanjas (Mosqueira, 2005).

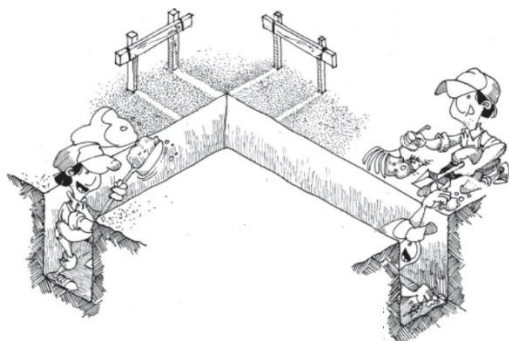


Figura 53. Excavación de zanjas (Blondet, 2005).

## 1.19. TRABAJOS PREVIOS AL VACIADO DEL CIMENTO

- Colocación de las armaduras de la columna

Prepara canastillas con las varillas de refuerzo para las columnas. Luego coloca las canastillas en el lugar donde va cada columna (Flores, 2002).

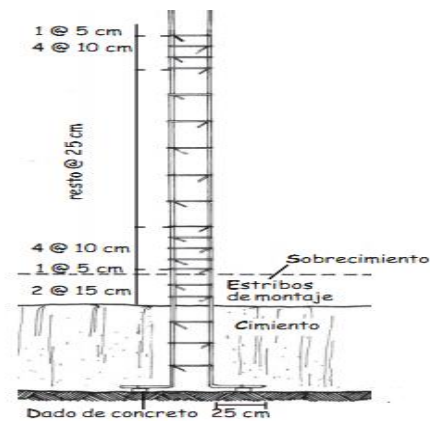


Figura 54. Canastillas para las columnas (Blondet, 2005).

- Humedecimiento de zanjas

Humedece las zanjas antes de vaciar el concreto de la cimentación (Blondet, 2005).

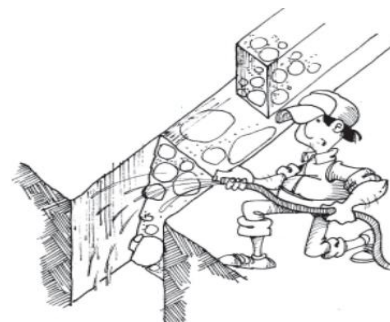


Figura 55. Humedecimiento de zanjas (Blondet, 2005).

- Colocación de instalaciones

Deja listas las instalaciones sanitarias de tu vivienda antes de vaciar los cimientos. Las tuberías nunca deben pasar por ningún elemento de concreto armado como las columnas, vigas o viguetas de techo (Blondet, 2005).

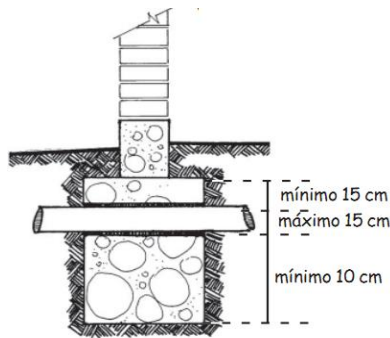


Figura 56. Colocación de instalaciones (Blondet, 2005).

Las tuberías que atraviesan el cimiento corrido deben tener un diámetro menor a 15 cm (6") (Blondet, 2005).

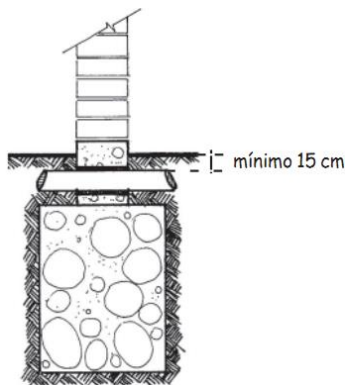


Figura 57. Colocación de instalaciones (Blondet, 2005).

Si es necesario que los tubos pasen por encima del cimiento, procura que los tubos atraviesen el sobrecimiento (Blondet, 2005).

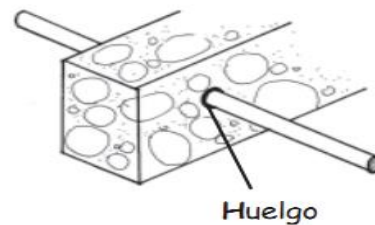


Figura 58. Trabajos previos al vaciado del cimiento (Blondet, 2005).

Siempre deja un espacio mayor (huelgo) en el cimiento para que la tubería no quede atrapada (Blondet, 2005).

Puedes formar los agujeros para el pase de las tuberías por la cimentación con tuberías de mayor diámetro. Antes de llenar la cimentación llena con arena las tuberías y tápalas provisionalmente. ¡Nunca hagas agujeros de pase dejando bolsas de arena en la cimentación! (Blondet, 2005).

### 1.19.1. Vaciado de cimientos

Es mejor que alquiles una mezcladora tipo trompo o tolva para mezclar el concreto. Esto te ayudará a controlar y ahorrar en tus materiales. Antes

del vaciado selecciona a las personas que te ayudarán a mezclar y vaciar el concreto (Blondet, 2005).



Figura 59. Vaciado del cimiento.

Ten cuidado de que cada piedra quede recubierta completamente con concreto (Blondet, 2005).

## 1.20. SOBRECIMIENTO

Son las hiladas de bloques o ladrillos que se colocan entre la viga de cimentación y el nivel del piso. Los sobrecimiento deben además ser impermeables para evitar la entrada de humedad a los muros y pisos de la edificación. Para lograr impermeabilidad se puede agregar al mortero de pega un aditivo en el caso de que sean hiladas o bloques de ladrillos o se puede aplicar cualquier otro producto impermeabilizante en las caras del

sobrecimiento y en la parte inferior de las placas de entrepiso (AIS, 2015).

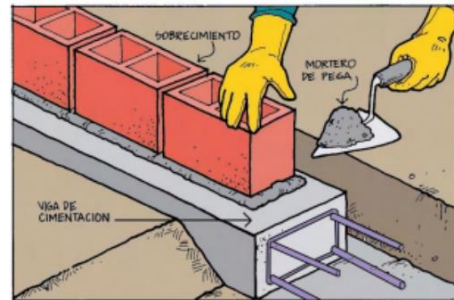


Figura 60. Sobrecimiento (AIS, 2005).

En la parte superior del cimiento se construye el sobrecimiento, el cual tiene el mismo ancho que el muro. En lo posible, se debe llenar todo el sobrecimiento simultáneamente (UNACEM, 2014).

Sobre el cimiento se construye el sobrecimiento, cuya función es de protección a la base de los muros contra la acción del intemperismo. Generalmente el sobrecimiento está constituido por concreto ciclópeo de proporción 1:8 a 1:10 con adición de un 25% de piedra mediana. El tamaño máximo de la piedra mediana debe ser de 3” (Mosqueira, 2005).

Consideraciones

Es imprescindible que la parte superior del sobrecimiento esté nivelada.

El sobrecimiento requiere de encofrado con tablas para darle forma.

Es necesario que, en los muros exteriores del perímetro de la casa, el sobrecimiento tenga una altura de por lo menos 10 cm por encima del nivel del suelo para evitar la humedad (UNACEM, 2014).

En los casos de suelos frágiles o de baja resistencia como la arena, se utiliza viga de cimentación en vez de sobrecimiento; en consecuencia, es de concreto armado (Barbat, 1997).

### 1.20.1. Concreto para sobrecimiento

Puedes mezclar a mano el concreto para los sobrecimiento. Limpia una zona plana para el mezclado, de preferencia sobre un suelo de concreto. Mezcla los materiales en seco y luego agrégalos agua. Si la mezcla es difícil de trabajar, puedes agregar un poco más de agua. Antes del vaciado humedece los encofrados con agua. Para llenar el concreto puedes utilizar latas

o carretillas. Recuerda que en las zonas cercanas a las columnas no debes colocar piedras grandes (Flores, 2002).

Para mejorar la adherencia entre ladrillo y concreto se debe rayar la parte superior del sobrecimiento inmediatamente después del llenado (Mosqueira, 2005).

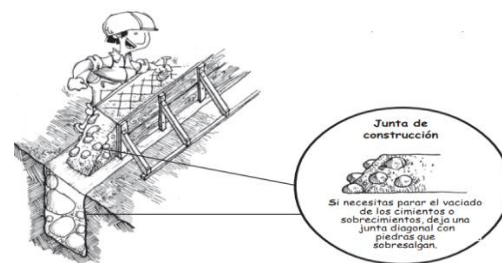


Figura 61. Construcción de sobrecimiento (Blondet, 2005).

## 1.21.MUROS

Para que una vivienda resista un sismo intenso su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación (AIS, 2015).

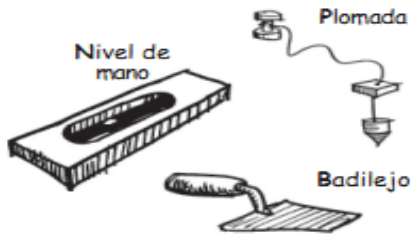


Figura 62. Equipos para la construcción del muro (Blondet, 2005).

Los muros son los elementos estructurales principales que proporcionan rigidez lateral a las viviendas frente a la acción de los sismos. Además, transmiten a la cimentación las cargas provenientes de la losa (Barbat, 1997).

### 1.21.1. Materiales para la construcción de muros

#### 1.21.2. El ladrillo

Unidad básica para la construcción del muro. Su resistencia depende del nivel de la calidad estructural de los muros portantes y su duración dependerá de los efectos de la intemperie o de cualquier otra causa de deterioro (UNACEM, 2014).

Su capacidad de carga incrementa con aumentos en:

a. Resistencia a la compresión.

b. Perfección geométrica.

c. Calidad de la mano de obra (UNACEM, 2014).

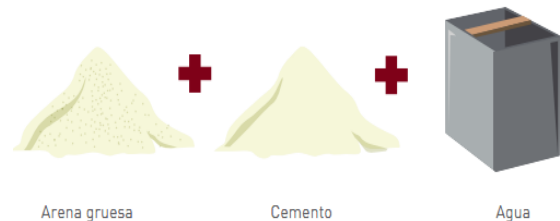


Figura 63. Materiales para la construcción del muro (UNACEM, 2014).

- Preparación del ladrillos

Un día antes de levantar los muros limpia los ladrillos y húmedcelos con agua durante 20 minutos. Luego, déjalos reposar (Blondet, 2005).

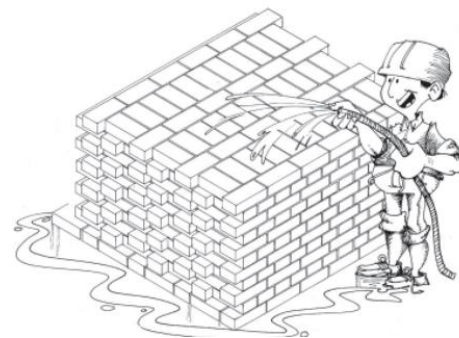


Figura 64. Preparación del ladrillo (Blondet, 2005).

Un buen ladrillo se reconoce por la uniformidad de su color, de sus dimensiones y que al ser golpeados con un martillo se escuche un sonido metálico (Mosqueira, 2005).

## Recomendaciones

El asentado del ladrillo se puede hacer parado (sobre el suelo) hasta una altura de 1.20 m. Superado este tope, se requiere levantar una plataforma de madera sobre caballetes para que encima se pueda colocar los materiales y pararse hasta que llegue a la altura del techo (UNACEM, 2014).

La última hilada que llegue debajo de las vigas o techo, deberá estar bien trabada, acañando - en el hueco o vacío que quede- una mezcla de mortero seco (UNACEM, 2014).

De utilizar ladrillos hechos a mano (artesanales), los ladrillos se colocarán de cabeza (25 cm), de tal forma que en todos los pisos (máximo dos pisos) los muros tengan un ancho uniforme (UNACEM, 2014).

### 1.21.3. El mortero

Es el material de unión entre los ladrillos y sirve para corregir sus imperfecciones. La propiedad más

importante es su capacidad de pegar o adherir los ladrillos; en caso contrario, se tendría un muro compuesto de piezas sueltas y sin resistencia (UNACEM, 2014).

Para preparar el mortero utiliza 1 lata de cemento por cada 5 latas de arena gruesa de río limpia (Blondet, 2005).



Figura 65. Preparación del mortero (Blondet, 2005).

Primero mezcla el cemento y la arena en seco. Luego agrégales agua conforme vayas avanzando con la construcción de los muros (Blondet, 2005).

## Recomendaciones

El mortero debe ser trabajable y fluido para que pueda pegar (UNACEM, 2014).

Debe emplearse la máxima cantidad de agua posible, sin llegar a que el mortero se chorree o se agüe (UNACEM, 2014).

#### 1.21.4. Juntas horizontales y verticales

Las juntas horizontales y verticales de los muros deberán tener un espesor entre 1 y 1.5 cm, un espesor mayor disminuye la resistencia de los muros ante sollicitaciones sísmicas (Mosqueira, 2005).

Los muros deben construirse con los ladrillos trabados y no en petaca. El espesor de la pega no debe ser menor a 0.7 centímetros ni mayor a 1.3. El espesor promedio ideal es del orden de 1.0 cm (AIS, 2015).

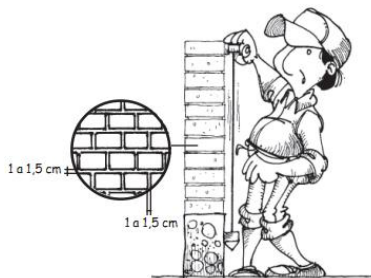


Figura 66. Juntas horizontales y verticales (Blondet, 2005).

#### Control de nivel

Verifica en cada hilera la verticalidad del muro con la plomada (Blondet, 2005).

Para controlar los espesores de las juntas horizontales se colocan escantillones

en los extremos de cada muro (Mosqueira, 2005).



Figura 67. Asentado de ladrillos (Blondet, 2005).

#### 1.21.5. Avance por día

En una sola jornada de trabajo la altura máxima para la construcción de los muros será de 1.20 m. cuando no se termine de completar la construcción del muro se deben dejar libres las juntas verticales de la última hilada. Cuando se reinicie de nuevo con la construcción, se tendrá que limpiar y humedecer con lechada de cemento las juntas y ladrillos colocados el día anterior (Mosqueira, 2005).

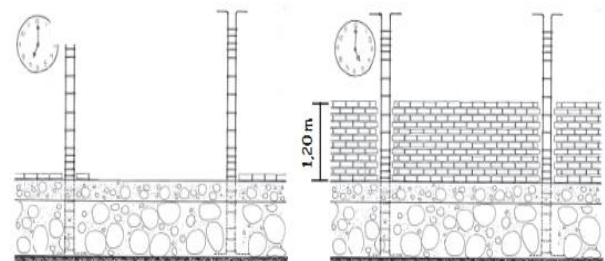


Figura 68. Avance del ladrillo para el asentado de ladrillos (Blondet, 2005).

### 1.21.6. Instalaciones eléctricas en los muros

Empotra las tuberías de las instalaciones eléctricas en falsas columnas llenadas con concreto 1:6 entre muros dentados y sin acero (Blondet, 2005).

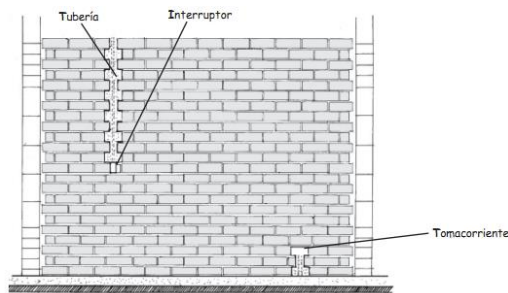


Figura 69. Instalación eléctrica en muros (Blondet, 2005).

Nunca debilites el muro picándolo para colocar las instalaciones eléctricas (Barbat, 1997).

#### Recomendaciones

Deje espacio libre entre ladrillos para el pase de las instalaciones.

Coloque las tuberías en los espacios libres, rellenando con concreto.

Las bajadas y subidas de las instalaciones se hacen verticalmente (UNACEM, 2014).

### 1.21.7. Aberturas en los muros

Las aberturas en los muros estructurales deben ser pequeñas, bien espaciadas y ubicadas lejos de las esquinas (AIS, 2015).

El área total de los vacíos (vanos) de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro (AIS, 2015).

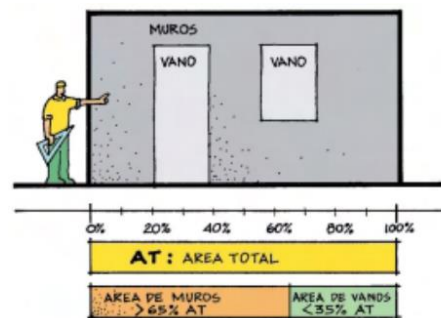


Figura 70. Aberturas en los muros (AIS, 2015).

Debe haber una distancia suficiente entre los vanos de un mismo muro. La distancia mínima entre vanos debe ser mayor a 50 cm y en todo caso debe ser mayor que la mitad de la dimensión menor de la abertura (AIS, 2015).

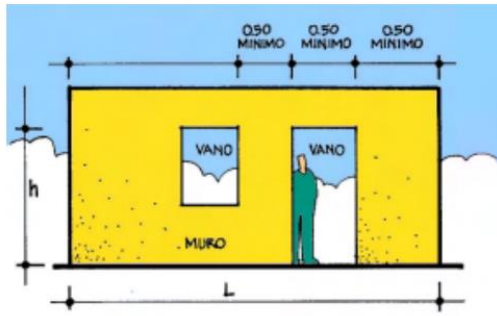


Figura 71. Aberturas en los muros (AIS, 2015).

Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas alrededor de los mismos y la longitud total de los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud total del muro (AIS, 2015).

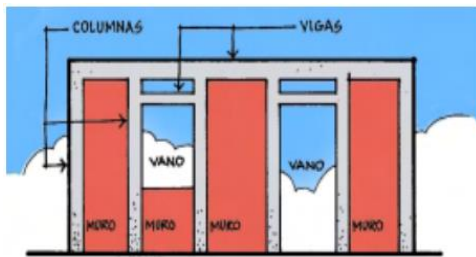


Figura 72. Aberturas en los muros (AIS, 2015).

No se deben dejar espacios en la parte superior del muro, cerca de la columna de confinamiento. Un sismo puede hacer fallar fácilmente la columna si el muro no está completo en toda la altura. Esta situación se le conoce como “efecto de columna corta” dado que la fuerza sísmica se concentra en el tramo de columna que no tiene muro (AIS, 2015).

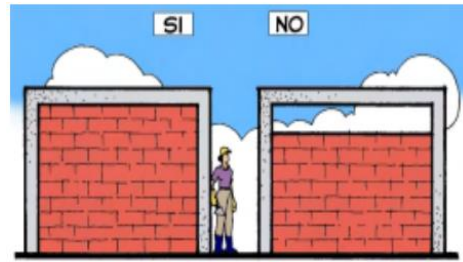


Figura 73. Aberturas en los muros (AIS, 2015).

## 1.2.2. COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO

Una vivienda debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz podrá sufrir colapso total o parcial al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y podría llegar a colapsar súbitamente (AIS, 2015).



Figura 74. Muros confinados (AIS, 2015).

El confinamiento de los muros mediante vigas y columnas de amarre es

fundamental para que los muros soporten las fuerzas inducidas por el sismo (AIS, 2015).

Las columnas y vigas se construyen después de haber levantado en su totalidad el muro que van a confinar (AIS, 2015).

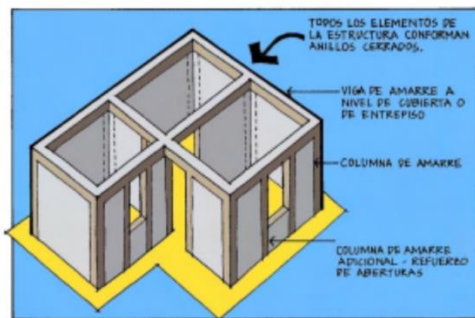


Figura 75. Muros confinados (AIS, 2015).

Deben construirse en lo posible: amarres y elementos de confinamiento alrededor de todos los muros y vanos de la estructura (Barbat, 1997).

### 1.22.1. Vigas

Es recomendable tener vigas de peralte mayor al de la losa porque tienen mejor comportamiento y un ahorro en el refuerzo de acero. El peralte de las vigas suele pre dimensionarse entre 1/14 a 1/12 de la luz libre de la viga (Mosqueira, 2005).



Figura 76. Viga peraltada.

### 1.22.2. Vigas de confinamiento

Es la viga que se coloca en lo alto del muro y entre columnas. Sirve de apoyo a las losas y reparte la carga de los techos a los muros portantes (UNACEM, 2014).

Las vigas de tu vivienda son importantes, pues ayudan a confinar los muros. Las vigas soleras son las que van encima de los muros (Blondet, 2005).

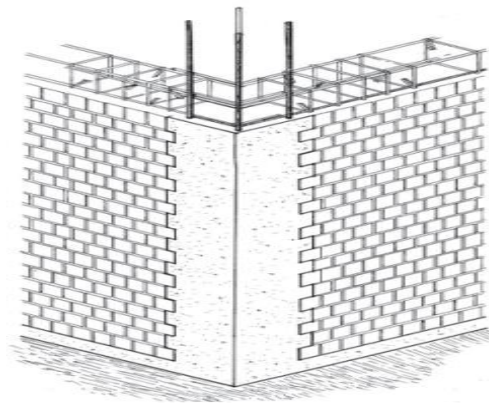


Figura 77. Vigas de confinamiento (Blondet, 2005).

Las vigas de confinamiento, al igual que las columnas de confinamiento, sirven

para darle mayor resistencia y ductilidad a los muros (Mosqueira, 2005).

### 1.22.3. Otros tipos de viga

- Viga simplemente apoyada

Aquella cuyos extremos se apoyan entre dos columnas. Tiene una sola luz que cubrir (espacio entre apoyos) (UNACEM, 2014).

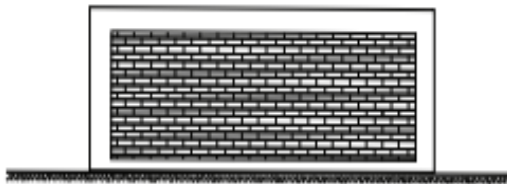


Figura 78. Viga simplemente apoyada (UNACEM, 2014).

- Viga continua

Aquella que tiene tres o más apoyos (UNACEM, 2014).

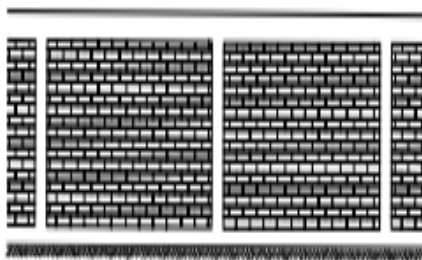


Figura 79. Viga continua (UNACEM, 2014).

- Viga chata

Las vigas chatas van dentro de las losas y ayudan a transmitir el peso de los tabiques a las columnas y los muros. Es mejor no tener vigas chatas de longitud mayor a 4m (Blondet, 2005).

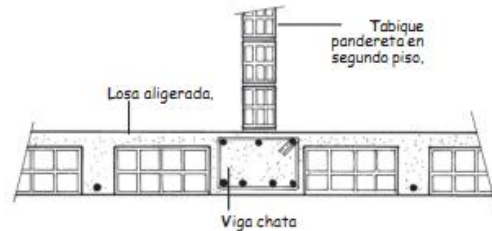


Figura 80. Viga chata (Blondet, 2005).

- Viga peraltada

### 1.22.4. Viga colgante

Aquella cuyo fondo está en un nivel inferior al fondo de la losa y sobresale por debajo de esta (UNACEM, 2014).

Las vigas peraltadas sirven para resistir el peso de los tabiques o del techo y transmitirlo a las columnas y muros. El peralte de estas vigas es mayor que el espesor de las losas (Blondet, 2005).

### 1.22.5. Viga invertida:

Aquella cuyo fondo está a ras con el fondo de la losa y sobresale por encima de esta (Barbat, 1997).

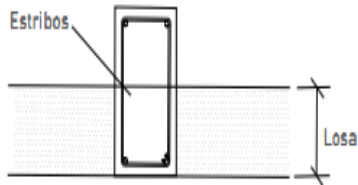


Figura 81. Viga invertida (UNACEM, 2014).

### 1.22.6. Viga de amarre:

Aquella que tiene la función de articular (amarrar) los muros de una edificación. Aporta rigidez a las losas y confinamiento (encierra) los muros (UNACEM, 2014).

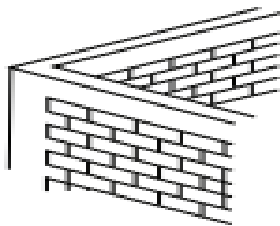


Figura 82. Viga de amarre (UNACEM, 2014).

### Proceso constructivo

El concreto para vigas será de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> cuya proporción en volumen cemento arena gruesa piedra chancada es

1:2:4, con adición de agua en volumen de  $\frac{3}{4}$ .

Los estribos se colocan a partir del inicio de la luz libre y son aceros de  $\phi 3/8''$  ubicados 1@5, 5@10 y resto @25 cm en ambos extremos. La longitud del gancho debe ser como mínimo 6cm y no deberá ubicarse todos en un mismo lado de la viga, sino que deberán ir en forma alternada (Mosqueira, 2005).

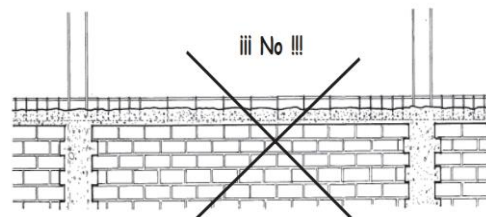


Figura 83. Vaciado de vigas (Blondet, 2005).

Los estribos son rectangulares y cerrados. El acero a utilizar para estribos es de  $\phi 1/4''$ . La distribución de los estribos en la viga es entre columnas; en este caso se tendrá que colocar estribos ubicados a 1@5, 4@10, y resto @ 25 cm a cada extremo. La longitud del gancho de los estribos será de 7 cm. Los ganchos deberán estar ubicados en forma alternada; es decir,

que no deberán estar todos en un mismo lado de la viga (Mosqueira, 2005).

### Recomendaciones

El vaciado de la viga solera debe hacerse usando como encofrados tablas clavadas en los bordes de los muros al mismo tiempo que se llena el techo (Barbat, 1997).

Es recomendable que en los muros de cerco se usen vigas soleras, porque junto con las columnas le darán mayor resistencia (UNACEM, 2014).

#### 1.22.7. Union viga columna

Coloca cuidadosamente las armaduras en las uniones de vigas y columnas. Cuando llenes concreto en estas partes, chucea bien el concreto para que no queden cangrejeras (Blondet, 2005).

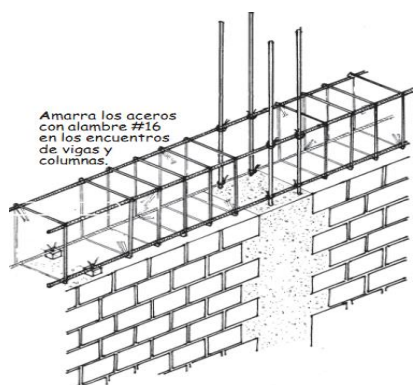


Figura 84. Unión viga columna (Blondet, 2005).

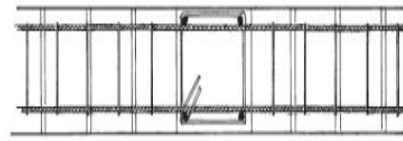


Figura 85. Unión viga columna – detalle en planta (Blondet, 2005).

En caso de que la viga no continúe, dobla el fierro en forma horizontal (Blondet, 2005).

### Dados separadores

Son elementos prefabricados de concreto simple que sirven para mantener separadas las varillas del suelo o encofrado y entre las mismas varillas, en el caso de losas (UNACEM, 2014).

Para mantener los aceros de las vigas en posición horizontal coloca debajo de ellos cubos de mortero de 3cm de lado (Blondet, 2005).

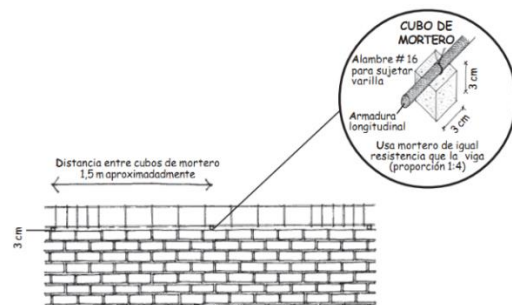


Figura 86. Separadores de vigas (Blondet, 2005).

### 1.22.8. Losas aligeradas

Es la losa que está constituida por viguetas de concreto armado (fierro + concreto) y elementos livianos de relleno. Las viguetas se unen por una capa superior de concreto de por lo menos 5 cm. Los elementos de relleno son ladrillos huecos que sirven para aligerar la losa y conseguir una superficie uniforme en el cielo raso (UNACEM, 2014).

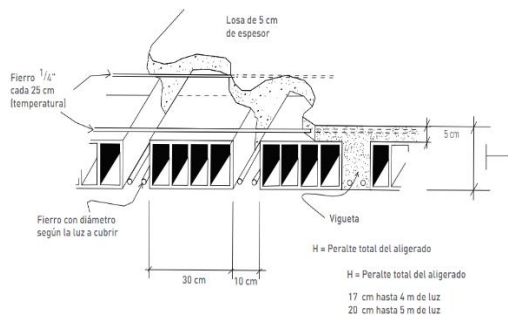


Figura 87. Losa aligerada (UNACEM, 2014).

En este tipo de losa parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, guadua y principalmente cuando se trata de viviendas de uno y dos pisos se reemplaza por ladrillos o bloques. De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera mas económica (AIS, 2015).

### 1.22.9. Componentes de la losa aligerada

Las losas aligeradas están formadas por viguetas de concreto armado espaciadas a 40 cm de eje a eje. Entre vigueta y vigueta se colocan ladrillos huecos de 30 cm de ancho y 15 cm de altura. En la parte superior se vacia una losa de concreto de 5 cm de espesor (Blondet, 2005).

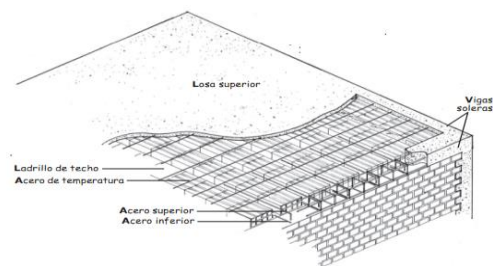


Figura 88. Conformación de la losa (AIS, 2015).

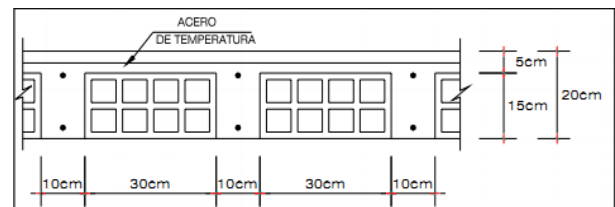


Figura 89. Sección aligerada de una losa aligerada (AIS, 2015).

### Proceso constructivo

El concreto para losa aligerada es de 175 kg/cm<sup>2</sup>, ello se logra con una proporción en volumen cemento arena gruesa piedra chancada de 1:2:4, adición de agua en volumen de  $\frac{3}{4}$  (Mosqueira, 2005).

Es preferible que antes de construir el encofrado del techo se tenga construido el falso piso de esta forma se logra tener una superficie nivelada que soportara adecuadamente el peso transmitido por los pies derechos. De no ser posible la construcción del falso piso, se tiene que nivelar y apisonar el suelo. Si no se apisona el suelo puede deformarse por el peso y los pies derechos pueden desestabilizarse originando que la losa aligerada no quede perfectamente horizontal (Mosqueira, 2005).



*Figura 90.* Encofrado de losa aligerada

## 1.23. PRUEBAS Y ENSAYOS REALIZADOS EN CAMPO Y LABORATORIO

### 1.23.1. Ensayos ladrillos pandereta



*Figura 100.-* Numero de muestras de ladrillos pandereta.



*Figura 101.-* Ensayo de variabilidad dimensional en ladrillos sólidos.

### 1.23.2. Calicata salida Cusco



*Figura 102.-* Continuación de la excavación de una calicata en Salida Cusco – Urb. Jorge Chavez.



*Figura 103.-* Excavación de una calicata en Salida Huancané – Urb. Huancané.

### 1.23.3. Ensayo de suelos



*Figura 104.- Ensayo de granulometría.*



*Figura 105.- Ensayo de límites de consistencia.*