



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA INGENIERÍA

**“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
LAS VIVIENDAS EXISTENTES EN EL BARRIO “SAN MIGUEL DE TAPI”
DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”.**

Autores:

María Fernanda Calero Merino
Mayra Noemí Colcha Vilema

Director:

Ing. Diego Barahona.

Riobamba – Ecuador

2014

Los miembros del Tribunal de graduación del proyecto de investigación de título:
“Determinación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas existentes en el barrio “San Miguel de Tapi” de la Ciudad de Riobamba”.

Presentado por: Calero Merino María Fernanda, Colcha Vilema Mayra Noemí

Y dirigida por: Ing. Diego Barahona

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Ángel Paredes
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Diego Barahona
Director del Proyecto



Firma

Ing. Daniel Ríos
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: María Fernanda Calero Merino, Mayra Noemí Colcha Vilema y del Ing. Diego Barahona; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos sobre todo a Dios, por darnos la vida y permitirnos con una etapa de nuestro largo caminar, al Ing. Diego Barahona por su desinteresada y valiosa colaboración en el presente trabajo y a todos los que conforman la Facultad de Ingeniería, por habernos transmitido conocimientos, valores, fundamentales para nuestro desarrollo profesional.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Manuel y Norma, quienes me apoyaron durante toda mi vida estudiantil, a mi hermana, familia y amigos, que siempre estuvieron a mi lado. Que Dios los bendiga a todos.

María Fernanda Calero Merino

Al llegar a ser profesional, dedico el presente trabajo a mis padres Sergio y Bertha, a mis hermanos, quienes me han apoyado durante mi vida estudiantil, es grato para mí dedicar este esfuerzo que demanda llegar a tener una profesión.

Mayra Noemí Colcha Vilema

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
PÁGINA DE REVISIÓN.....	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXVII
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS.....	XXVIII
RESUMEN.....	XXXI
SUMARY.....	XXXII

INDICE

CAPITULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMATIZACIÓN.....	2
1.2.1. Identificación y Descripción del Problema.	2
1.2.2. Limitaciones	2
1.2.3. Formulación del Problema.	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	4
CAPITULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.2.1. Área De Estudio	7
2.2.1.1. Situación Geográfica.....	7
2.2.2. La Construcción Informal.....	8
2.2.2.1. Magnitud de la Construcción Informal.....	9
2.2.2.1.1. Más Informales que Formales.....	9

2.2.2.1.2.	La oferta de viviendas Nuevas en la Ciudad de Riobamba.....	10
2.2.3.	Vulnerabilidad de Edificaciones con Mala Configuración Estructural	10
2.2.3.1.	Riesgos Sísmicos	10
2.2.3.2.	Sismicidad en el Ecuador.....	11
2.2.3.3.	Escalas de medición.....	12
2.2.3.3.1.	Intensidad	12
2.2.3.3.2.	Magnitud	14
2.2.3.4.	Terremoto En Riobamba.....	16
2.2.3.5.	Riesgos Antrópicos.	18
2.2.3.6.	Vulnerabilidad Física de Edificaciones.	19
2.2.3.7.	Mal comportamiento sísmico de las Construcciones Informales.	19
2.2.4.	Razones Fundamentales del Mal Comportamiento Sísmico.....	20
2.2.4.1.	Mala Configuración del Edificio en Planta (Torsión)	20
2.2.4.2.	Falta de Estructuración	20
2.2.4.3.	Separación entre Edificios	21
2.2.4.4.	Estructuración Patológica	22
2.2.4.4.1.	Columnas Cortas	22
2.2.4.4.2.	Piso Blando	23
2.2.4.5.	Mala Cimentación.....	24
2.2.4.6.	Falta de Resistencia	24
2.2.4.7.	Discontinuidad de Elementos	25
2.2.4.8.	Ampliación y Proyecciones sin Control	25
2.2.4.9.	Mano de Obra no Calificada.....	27

2.2.5.	Edificaciones en Ladrillo.....	27
2.2.5.1.	Daños Típicos y Fallas.....	27
2.2.5.2.	Daños No Estructurales	27
2.2.5.3.	Daños y Fallas de Muros de Soporte	28
2.2.6.	Causas de daños en Edificaciones Construidas Informalmente	28
2.2.7.	Razones por las cuales existen construcciones informales.....	29
2.2.8.	Métodos Utilizados para la Determinación del Índice Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas.....	30
2.2.8.1.	Método Italiano.....	30
2.2.8.1.1.	Rango de Calificación según el Método Italiano	31
2.2.8.1.2.	Parámetros que Califica el Método Italiano.....	32
2.2.8.2.	Método de Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR).	42
2.2.8.2.1.	Rango de calificación según el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	43
2.2.8.2.2.	Parámetros que califica el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	47
CAPITULO III.....		50
3.	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	50
3.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	50
3.1.1.	Métodos	50
3.1.2.	Instrumentos	50
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.2.1.	Población	50

3.2.2.	Muestra.....	50
3.2.3.	Tipo de Muestra.....	51
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	51
3.4.	PROCEDIMIENTOS.....	53
3.4.1.	Planificación.....	53
3.4.1.1.	Datos de Viviendas Contabilizadas y Clasificadas del Barrio San Miguel de Tapi.....	53
3.4.1.2.	Muestreo de Edificaciones en Estudio.....	54
3.4.1.2.1.	Muestra de Viviendas Para Evaluación con el Método Italiano.....	54
3.4.1.2.2.	Muestra de Viviendas Para Evaluación Con el Método de la SNGR. .	54
3.4.1.3.	Pruebas de Interrogación o Encuestas	54
3.4.2.	Pruebas de Campo.....	54
3.4.2.1.	Levantamiento Planimétrico.....	54
3.4.2.2.	Inspección.....	56
3.4.3.	Medición en Sitio	56
3.4.3.1.	Medición de los Elementos Estructurales.....	56
3.4.3.2.	Distribución de Aceros.....	57
3.4.3.3.	Ensayo Esclerométricos en Elementos Estructurales.....	58
3.4.3.3.1.	Equipos y Materiales.....	58
3.4.3.3.2.	Procedimiento	59
3.4.4.	Recopilación de Documentación.....	61
3.4.4.1.	Hojas de Ubicación de las Viviendas.....	61
3.4.4.2.	Cálculo e Interpretación de Ensayos Esclerométricos.....	61
3.4.4.3.	Geometría de Viviendas.....	62

3.4.4.4.	Elaboración de Planos Estructurales.....	63
3.4.4.5.	Evaluación del Índice de Vulnerabilidad de las Viviendas.	64
3.4.4.5.1.	Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	64
3.4.4.5.1.1.	Parámetros que califica el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – Ejemplo vivienda M_16_3P.	64
3.4.4.5.1.2.	Resultado de Vulnerabilidad de la vivienda M_16_3P según el Método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.	71
3.4.4.5.2.	Método Italiano.	73
3.4.4.5.2.1.	Parámetros que califica el Método Italiano – Ejemplo vivienda M_16_3P.....	74
3.4.4.5.2.2.	Parámetros que califica el Método Italiano – Ejemplo vivienda F_09_2P.....	85
3.4.4.6.	Compendio de información resumida en mapas temáticos utilizando ArcGIS.....	98
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	100
3.5.1.	Análisis de la situación actual.	100
3.5.2.	Análisis del índice de vulnerabilidad en base al método de la SNGR para las viviendas tipo medias aguas, hormigón y mixtas.....	100
3.5.3.	Análisis del índice de vulnerabilidad en base al método Italiano para las viviendas tipo hormigón.....	100
3.5.4.	Análisis comparativo entre el método Italiano y método de la SNGR para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica.....	101
CAPITULO IV.....		102
4.	RESULTADOS	102

4.1. Evaluación de la Metodología de Elaboración	102
4.1.1. Evaluación de equipos y herramientas.	102
4.2. Porcentajes Característicos y Causas que Establecen el Tipo de Vulnerabilidad por Parámetro.....	103
4.2.1. Método Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	103
4.2.1.1. Resultados por Parámetros.....	103
4.2.1.1.1. Sistema Estructural.....	103
4.2.1.1.2. Tipo de Material en Paredes.....	104
4.2.1.1.3. Tipo de Cubierta.....	104
4.2.1.1.4. Sistema de Entrepiso.	105
4.2.1.1.5. Número de Pisos	105
4.2.1.1.6. Año de Construcción.....	106
4.2.1.1.7. Estado de Conservación.	106
4.2.1.1.8. Características del Suelo Bajo la Edificación.	107
4.2.1.1.9. Topografía del Sitio.....	107
4.2.1.1.10. Forma de la Construcción.	108
4.2.1.2. Resultados y Calificación obtenidos mediante el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	108
4.2.2. Método Italiano	125
4.2.2.1. Resultados por Parámetros.....	125
4.2.2.1.1. Organización del Sistema Resistente	125
4.2.2.1.2. Calidad del Sistema Resistente	125
4.2.2.1.3. Resistencia Convencional	126
4.2.2.1.4. Posición del Edificio y Cimentación.....	126

4.2.2.1.5.	Losas	127
4.2.2.1.6.	Configuración en Planta.....	127
4.2.2.1.7.	Configuración en Elevación.....	128
4.2.2.1.8.	Conexión en Elementos Críticos.....	128
4.2.2.1.9.	Elementos de Baja Ductilidad.....	129
4.2.2.1.10.	Elementos No Estructurales	129
4.2.2.1.11.	Estado de Conservación	130
4.2.2.2.	Resultados y Calificación obtenido mediante el Método Italiano.	130
CAPITULO V		148
5.	DISCUSIÓN	148
5.1.	RECAPITULACIÓN DE INFORMACIÓN	148
5.1.1.	Critica de la Metodología	148
5.1.2.	Limitaciones presentes en la investigación.	149
5.1.3.	Análisis comparativo y discusión de resultados	149
5.1.3.1.	Resultados obtenidos mediante el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	149
5.1.3.2.	Resultados obtenidos mediante el Método Italiano.	150
5.1.4.	Valides Externa.	151
5.1.5.	Comparación de Resultados con Algunos Barrios Urbano Marginales de la Ciudad de Riobamba Evaluados.....	151
CAPITULO VI.....		154
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	154

6.1. CONCLUSIONES.....	154
6.2. RECOMENDACIONES.....	155
CAPITULO VII	156
7. PROPUESTA.....	156
7.1. TITULO DE LA PROPUESTA	156
7.2. INTRODUCCIÓN.....	156
7.3. OBJETIVOS	157
7.3.1. Objetivo General	157
7.3.2. Objetivos Específicos	157
7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO -TÉCNICA.....	157
7.4.1. Reparación de una Estructura.....	158
7.4.1.1. Supervisión	158
7.4.1.2. Diagnóstico	158
7.4.2. Control de Calidad y Supervisión:	159
7.4.2.1. Proyecto de Reparación	159
7.4.2.2. Programa de Trabajo.....	159
7.4.3. Reconocimiento de fallas	159
7.4.3.1. Requerimientos mínimos	159
7.4.3.2. Fisuras y Grietas	159
7.4.3.3. Corrosión De Armaduras	160
7.4.4. Evaluación del daño	160
7.4.4.1. Causas	160

7.4.5. Diagnóstico.....	161
7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	161
7.5.1. Especificaciones que deben cumplir los materiales	163
7.5.1.1. Cemento	163
7.5.1.2. Acero.....	164
7.5.1.3. Agregados	166
7.5.1.4. Morteros.....	167
7.5.1.5. Aditivos Químicos	168
7.5.2. Técnicas de reparación de fallas.....	170
7.5.2.1. Cimentación.....	170
7.5.2.1.1. Procedimiento para Ensanchamiento de Cimentación.....	170
7.5.2.1.2. Presupuesto Referencial Para Reforzamiento de la Cimentación.	176
7.5.2.2. Columna.....	177
7.5.2.2.1. Procedimiento para Reforzamiento con encamisado de concreto.....	178
7.5.2.2.2. Presupuesto Referencial Para Reforzamiento de la Columna.....	181
7.5.2.3. Viga.....	194
7.5.2.3.1. Procedimiento para Reforzamiento con concreto armado	194
7.5.2.3.2. Presupuesto Referencial Para Reforzamiento de Vigas.....	196
7.7. DISEÑO ORGANIZACIONAL.....	198
7.8. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	198
CAPITULO VIII.....	201
8. BIBLIOGRAFÍA	199

CAPITULO IX..... 202

9. ANEXOS 201

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Cantón Riobamba.....	7
Mapa 2. Barrios en estudio, Noviembre 2009.....	8
Mapa 3. Ecuador zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.....	12
Mapa 4. Terremotos con intensidades superiores a VIII en el Ecuador 1541-1998 ...	16
Mapa 5. Mapa de Isosistas Terremoto de Riobamba (EGRED, 1999c)	17
Mapa 6. Plano de Riesgos, Noviembre 2009	18
Mapa 7. Mapa Temático Barrio San Miguel de Tapi, Vulnerabilidad Sísmica, Método Italiano.....	146
Mapa 8 Mapa Temático Barrio San Miguel de Tapi, Vulnerabilidad Sísmica, Método SNGR.	147

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fachada frontal de un barrio de autoconstrucciones en Armenia	21
Gráfico 2. Mecanismo frágil de colapso en este tipo de edificaciones	21
Gráfico 3. Mecanismo frágil de colapso en este tipo de edificaciones	22
Gráfico 4. Columnas Cortas M_08_3P	23
Gráfico 5. Efectos de Piso Blando y Torsión	23
Gráfico 6. Ejemplos de columnas continuas y discontinuas	25
Gráfico 7. Discontinuidad en vivienda B_25_2P	25
Gráfico 8. Casa informal de cinco pisos que originalmente fue de dos pisos	26
Gráfico 9. Casa informal de 3 pisos L_16_3P	26
Gráfico 10. La ausencia de control facilita que se cometan errores en la construcción R_09_2P	26
Gráfico 11. Las fallas debidas a corte	28
Gráfico 12. Control de voladizos.	36
Gráfico 13. Control de protuberancias en edificios	36
Gráfico 14. Regularidad en elevación	37
Gráfico 15. Piso Blando	38
Gráfico 16. Plano Catastral del Barrio San Miguel de Tapi	55
Gráfico 17. Ubicación de puntos base y levantamiento topográfico	55
Gráfico 18. Estado de Conservación	56

Gráfico 19. Confinamiento del Concreto.....	56
Gráfico 20. Ubicación de ventanas y ancho de mampostería	57
Gráfico 21. Ubicación de elementos estructurales y detalle de gradas	57
Gráfico 22. Acero Liso y Oxidado	57
Gráfico 23. Equipo que sirve para realizar ensayo de hormigón endurecido.	58
Gráfico 24. Piedra abrasiva	58
Gráfico 25. Calibrador	58
Gráfico 26. Área a ensayar	59
Gráfico 27. Elementos estructurales a ensayar	59
Gráfico 28. Proceso de ensayo esclerométricos	59
Gráfico 29. Proceso de ensayo con el esclerómetro.....	60
Gráfico 30. Lectura de esclerómetro.....	60
Gráfico 31. Lectura del rebote	60
Gráfico 32. Ejemplo de Hoja de Ubicación – Vivienda M_16_3P.....	61
Gráfico 33. Ejemplo de Resultados de Ensayos Esclerométricos - Vivienda M_16_3P.....	62
Gráfico 34. Tabla de resistencia del concreto.	62
Gráfico 35. Ejemplo de Geometría de Vivienda - Vivienda E_06_2P	63
Gráfico 36. Ejemplo Plano Estructural Vivienda M_11_1P	63
Gráfico 37. Vivienda - M_16_3P.....	64
Gráfico 38. Mampostería de Bloque	65

Gráfico 39. Tipo de Cubierta - Losa de Hormigón Armado	66
Gráfico 40. Sistema de pisos - Losa de Hormigón Armado	67
Gráfico 41. Número de pisos de la vivienda – 3 pisos.....	67
Gráfico 42. Estado de conservación.....	69
Gráfico 43. Mapa de Zonificación Sísmica de los Suelos de la ciudad de Riobamba (2007).....	69
Gráfico 44. Topografía del Sitio	70
Gráfico 45. Regularidad de la vivienda – M_16_3P.....	71
Gráfico 46. Calidad del mortero.....	85
Gráfico 47. Datos de la vivienda F_09_2P	86
Gráfico 48. Características del acero de la vivienda F_09_2P.....	88
Gráfico 49. Juntas de Construcción de la vivienda F_09_2P.....	88
Gráfico 50. Ubicación de gradas de la vivienda F_09_2P	92
Gráfico 51. Elementos anclados de manera poco fiable de la vivienda F_09_2P	96
Gráfico 52. Estado de conservación de la vivienda F_09_2P.....	97
Gráfico 53. Mapa Temático del Barrio San Miguel de Tapi – Método SNGR	99
Gráfico 54. Mapa Temático del Barrio San Miguel de Tapi – Método Italiano.....	99
Gráfico 55. Sistema estructural de las viviendas	103
Gráfico 56. Material Predominante en paredes divisorias	104
Gráfico 57. Material utilizado como sistema de Cubierta.....	104
Gráfico 58. Sistema de entrepisos de las viviendas.	105

Gráfico 59. Número de pisos de las viviendas.	105
Gráfico 60. Años de construcción de las viviendas.	106
Gráfico 61. Estado de conservación de las viviendas.	106
Gráfico 62. Características del Suelo bajo las viviendas.	107
Gráfico 63. Topografía del Suelo.....	107
Gráfico 64. Forma de regularidad de las viviendas.....	108
Gráfico 65. Organización del sistema resistente	125
Gráfico 66. Calidad del sistema resistente.	125
Gráfico 67. Resistencia convencional	126
Gráfico 68. Posición del edificio y cimentación.	126
Gráfico 69. Losas	127
Gráfico 70. Configuración en planta.....	127
Gráfico 71. Configuración en Elevación.....	128
Gráfico 72. Conexión en elementos críticos.	128
Gráfico 73. Elementos de baja ductilidad	129
Gráfico 74. Elementos no estructurales	129
Gráfico 75. Estado de conservación.....	130
Gráfico 76. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método SNGR.....	149
Gráfico 77. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano	150
Gráfico 78. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método SNGR.....	151

Gráfico 79. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método SNGR.....	152
Gráfico 80. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano	152
Gráfico 81. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano	153
Gráfico 82. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano	153
Gráfico 83. Doblado de Varillas de Acero.....	165
Gráfico 84. Doblado de acero en estribos	165
Gráfico 85. Agregados	166
Gráfico 86. Morteros Caseros	167
Gráfico 87. Reforzamiento de la cimentación.....	171
Gráfico 88. Materiales y Herramientas.	173
Gráfico 89. Preparación de concreto con Concretera.....	173
Gráfico 90. Preparación de concreto de forma manual.....	174
Gráfico 91. Verificación de Asentamiento.....	175
Gráfico. 92 Viviendas con problemas de Asentamiento.	176
Gráfico 93. Ejecución de una reparación no estructural.	178
Gráfico 94 Apuntalamiento de los elementos estructurales.	179
Gráfico 95. Exclusión del concreto viejo.....	179
Gráfico 96. Cambio de acero dañado.....	179
Gráfico 97. Encofrado de columnas.....	180
Gráfico 98. Vertido de hormigón.....	180

Gráfico 99. Acabado de la columna.....	181
Gráfico. 100 Columna con insuficiente área de concreto y acero.....	181
Gráfico 101. Columna con insuficiente área de concreto y acero.....	184
Gráfico 102. Columna con insuficiente área de concreto y acero.....	186
Gráfico 103. Columna con insuficiente área de concreto y acero.....	189
Gráfico 104. Columna con insuficiente área de concreto y acero.....	191
Gráfico 105. Colocar el nuevo acero longitudinal	195
Gráfico 106. Colocar adhesivo de base epóxica.	195
Gráfico 107. Esquema de Diseño Organizacional	198

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	12
Tabla 2. Escala de Intensidad Mercalli modificada (IMM.).....	13
Tabla 3. Magnitudes en la Escala de Richter.....	14
Tabla 4. Terremotos del Ecuador con Intensidades: > VIII.....	15
Tabla 5. Parámetros considerados en la Metodología Italiana.....	31
Tabla 6. Variables e Indicador Físico estructurales de edificaciones urbanas.....	44
Tabla 7. Variables e Indicador Físico estructurales de edificaciones urbanas.....	46
Tabla 8. Variables Dependientes e Independientes.....	52
Tabla 9. Contabilización de viviendas del Barrio San Miguel de Tapi.....	53
Tabla 10. Calificación Método SNGR.....	71
Tabla 11. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método SNGR – Vivienda M_16_3P.....	72
Tabla 12. Ficha de Calificación del Método SNGR – Vivienda M_16_3P.....	73
Tabla 13. Parámetros considerados en la Metodología Italiana.....	73
Tabla 14. Resumen Parámetro #1 – Vivienda M_16_3P.....	75
Tabla 15. Resumen Parámetro #2 – Vivienda M_16_3P.....	76
Tabla 16. Resumen Parámetro #3 – Vivienda M_16_3P.....	78
Tabla 17. Resumen Parámetro #4 – Vivienda M_16_3P.....	78
Tabla 18. Resumen Parámetro #5 – Vivienda M_16_3P.....	79

Tabla 19. Resumen Parámetro #6 – Vivienda M_16_3P.....	81
Tabla 20. Resumen Parámetro #7– Vivienda M_16_3P.....	82
Tabla 21. Resumen Parámetro #9– Vivienda M_16_3P.....	83
Tabla 22. Resumen Parámetro #10– Vivienda M_16_3P.....	84
Tabla 23. Resumen Parámetro #11– Vivienda M_16_3P.....	84
Tabla 24. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método Italiano – Vivienda M_16_3P.....	85
Tabla 25. Resumen Parámetro #1 – Vivienda F_09_2P.....	87
Tabla 26. Resumen Parámetro #2 – Vivienda F_09_2P.....	89
Tabla 27. Resumen Parámetro #3 – Vivienda F_09_2P.....	90
Tabla 28. Resumen Parámetro #4 – Vivienda F_09_2P.....	91
Tabla 29. Resumen Parámetro #5 – Vivienda F_09_2P.....	92
Tabla 30. Resumen Parámetro #6 – Vivienda F_09_2P.....	94
Tabla 31. Resumen Parámetro #7– Vivienda F_09_2P.....	95
Tabla 32. Resumen Parámetro #9– Vivienda F_09_2P.....	96
Tabla 33. Resumen Parámetro #10– Vivienda F_09_2P.....	96
Tabla 34. Resumen Parámetro #11– Vivienda F_09_2P.....	97
Tabla 35. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método Italiano – Vivienda F_09_2P.....	98
Tabla 36. Resultados según el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.....	109

Tabla 37. Resultados según el método Italiano.....	130
Tabla 38. Diámetros de Acero y Utilización.....	164
Tabla 39. Dosificaciones de Hormigón.....	170
Tabla 40. Dosificaciones de Hormigón.....	172
Tabla 41. Dosificaciones de Hormigón.....	176
Tabla 42. Presupuesto Referencial Cimentación por m ³	177
Tabla 43. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 20x20 (metro lineal)	183
Tabla 44. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 25x25 (metro lineal).....	186
Tabla 45. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 20x25 (metro lineal).....	188
Tabla 46. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 20x30 (metro lineal).....	191
Tabla 47. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 25x30 (metro lineal).....	193
Tabla 48. Presupuesto Referencial de Vigas Banda (metro lineal).....	196

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. FICHAS DE CAMPO

ANEXO II. FICHAS DE UBICACIÓN

ANEXO III. ENSAYOS ESCLEROMÉTRICOS

ANEXO IV. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

ANEXO 4.1. RESULTADOS MÉTODO ITALIANO

ANEXO 4.2. RESULTADOS MÉTODO SNGR

ANEXO 4.3. GEOMETRÍA DE VIVIENDAS

ANEXO V. PLANOS TOPOGRÁFICOS

ANEXO VI. MAPAS TEMÁTICOS

ANEXO VII. PLACA DE UBICACIÓN EP-EMAPAR

ANEXO VIII. PLANOS ESTRUCTURALES

ANEXO IX. ANEXO FOTOGRÁFICO

ANEXO X. ANÁLISIS DE PRECIOS

GLOSARIO

Materiales: Son aquellos componentes producidos por la naturaleza o fabricados por el hombre empleados para edificar una vivienda como cemento, acero (en varias formas: barras de refuerzo, pernos, clavos, etc.), arena, grava, concreto, bloques, ladrillos, y mortero (mezcla de arena, cemento y/o cal) para unir componentes como bloques, ladrillos, piedra, etc.

Refuerzo de un elemento estructural: Cuando se requiera incrementar la capacidad de resistencia de un elemento estructural, o bien su ductilidad, será necesario reforzarlo. El refuerzo de un elemento suele producir cambios en su rigidez que deberán tomarse en cuenta mediante un análisis estructura; en particular, deberá evitarse que el refuerzo propicie la aparición de articulaciones plásticas en las columnas, El análisis podrá efectuarse suponiendo el comportamiento monolítico del elemento original y su refuerzo

Curado: Tratamiento del hormigón o concreto para que se fragüe y endurezca en las mejores condiciones evitando la aparición de fisuras por pérdida prematura de agua.

Concreto: Compuesto de cemento, arena y grava o piedra. Existen varias clases de concreto:

Concreto Ciclópeo: Compuesto por arena, cemento, agua, piedra tamaño medio.

Concreto simple: Compuesto por arena, cemento, agua, gravilla triturado.

Concreto reforzado: Contiene los mismos elementos del concreto simple, con un refuerzo de acero o hierro.

Dosificación: Cantidades proporcionales en que deben ser mezclados los componentes de una mezcla (mortero, hormigón, aditivo, pintura, etc.).

Encofrado: Molde formado con tablas de madera o paneles modulares de metal, destinado a recibir o dar forma a la masa de concreto hasta su total endurecimiento.

Fisura: Hendidura fina que puede presentar una superficie 'o bloque de concreto, arcilla o un recubrimiento defectuoso de pintura, asfalto, etc.

Impermeabilización: Proteger objetos o elementos con productos impermeables para evitar el paso de agua.

Impermeable: Cualidad de algunos cuerpos que no dejan pasar líquidos por su masa, se aplican en terrazas, cimientos, y en general en otras zonas húmedas de la edificación.

Junta: Separación entre dos elementos continuos de una construcción. Material de relleno que se coloca entre dos piezas, para cerrar el espacio libre que pudiera quedar entre ellas.

Sismo: Son todas esas vibraciones producidas en la corteza terrestre cuando las rocas se han ido tensando se rompen de forma súbita y rebotan. Las vibraciones pueden oscilar desde las que apenas son apreciables hasta las que alcanzan carácter catastrófico.

Flujos piroclásticos: Los flujos piroclásticos son una mezcla de gases volcánicos calientes, sólidos calientes y aire atrapado que se mueve a nivel del suelo y a altas velocidades que resultan de ciertos tipos de erupciones volcánicas, pudiendo quemar estructuras humanas y vegetación.

Riesgo Sísmico: Se llama riesgo sísmico a una medida que combine la peligrosidad sísmica, con la vulnerabilidad y la posibilidad de que se produzca en ella daños por movimientos sísmicos en un período determinado. En el riesgo sísmico influyen la probabilidad de que se produzca un evento sísmico o un terremoto. Los posibles efectos locales de ampliación de las ondas sísmicas, directividad, etc., lo cual hace vulnerable a personas, animales y cosas.

Vulnerabilidad de una población: La vulnerabilidad de una población depende de un conjunto variado de factores sociales, culturales y económicos (como por ejemplo,

el tipo de construcción, la escolaridad de la población, etc.) y de su exposición a eventos potencialmente perjudiciales (como la amenaza de origen natural). Una comunidad vulnerable, expuesta a peligros y con pocas capacidades está en situación de Riesgo.

SNGR: Secretaría General de Gestión de Riesgos.

RESUMEN

Riobamba se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, donde los movimientos telúricos son impredecibles y considerando las características reales de las viviendas urbano marginales de la ciudad de Riobamba que en su mayoría son informales de las cuales no existen investigaciones que evalúen el sistema resistente con el que fue construido, la calidad de materiales, el entorno en que se halla ubicada la estructura, el mantenimiento del mismo, etc. Con estos antecedentes se vio la necesidad de realizar el presente trabajo donde se determinó el índice de vulnerabilidad sísmica de 253 viviendas del barrio urbano marginal San Miguel de Tapi, empleando dos metodologías: *Método Italiano* y *Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos*.

Los resultados obtenidos justificaron la hipótesis que al menos un 60% de viviendas evaluadas son medianamente vulnerables y el 29% de viviendas evaluadas son altamente vulnerables, esto principalmente se debe a la metodología de construcción ya que en muchos casos las viviendas se realizaron por autoconstrucción debido al nivel socioeconómico de sus propietarios.

Además en éste trabajo se incluye el desarrollo de la propuesta que es la elaboración de un manual de técnicas de reforzamiento con hormigón para fallas encontradas en elementos estructurales: cimentación, columna y vigas de las viviendas evaluadas en el periodo mayo a julio del 2013 del Barrio San Miguel de Tapi. Dirigido a los propietarios y público en general, de esta manera aportar con conocimientos básicos hacia las personas que así lo requieran y con el propósito de aminorar los desastres producidos por movimientos telúricos.

SUMMARY

Riobamba is located in an area of high seismic risk, in this area earthquakes are unpredictable, it is important to consider the real characteristics of marginal urban houses in Riobamba, most of which are informal in which there is no research evaluating the resisting system with which they were built, the quality of materials, the environment in which the structure is located, its maintenance, etc. With this background, we considered necessary to develop this work in which we determined the seismic vulnerability index of 253 houses in “*San Miguel de Tapi*” neighborhood. Two methodologies were used: *The Italian Method and the Method from the Risk Management National Secretariat*.

The results obtained justified the hypothesis that at least 60% of the evaluated houses are moderately vulnerable, and 29% of the evaluated houses are highly vulnerable, this is mainly because of the construction methodology, since in many cases the houses were made by their owners because of their socioeconomic status.

This work also includes the development of the proposal which is the development of a manual about concrete reinforcing techniques for failures in structural elements like: foundations, columns and beams in the houses evaluated during the May – July 2013 period in “*San Miguel de Tapi*” neighborhood. This work is for homeowners and people in general, it provides basic knowledge for people who require it and it has the purpose of reducing the disasters produced by earthquakes.



CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, ya que se han registrado devastadores sismos, que han causado grandes daños en las viviendas y principalmente ha cobrado con vidas humanas.

En la ciudad de Riobamba actualmente se está desarrollando un proyecto de investigación “Determinación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de los barrios urbano marginales de la ciudad de Riobamba”, esta investigación abarca a 18 barrios urbano marginales, el proyecto es ejecutado por el Centro de Investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo.

En el presente trabajo se enfoca en determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi de la ciudad de Riobamba, empleando dos metodologías: Método Italiano y Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Obteniendo como resultado la vulnerabilidad de la vivienda categorizándose como: Baja, Media o Altamente Vulnerable, se obtendrán datos del sistema resistente, la calidad de materiales, el entorno en que se halla ubicado la estructura, estado de conservación, etc., de al menos un grupo de viviendas residenciales.

El principio básico de una construcción sismo resistente es que la estructura de la edificación funcione como un todo unido, impidiendo que se agriete con sismos pequeños y que colapse con sismos fuertes. Entre los principales factores que contribuyen a que una estructura sea vulnerable tenemos: mala configuración de la edificación, falta de estructuración, columnas cortas, deficiente cimentación,

discontinuidad de elementos, ampliaciones y proyecciones sin control, mano de obra no calificada y falta de dirección técnica adecuada.

Tener identificadas las viviendas más vulnerables es de gran importancia para elaborar planes de mejoras en las viviendas, con el propósito de aminorar los desastres producidos por movimientos telúricos y salvaguardar vidas humanas.

1.2. PROBLEMATIZACIÓN.

1.2.1. Identificación y Descripción del Problema.

La necesidad de realizar el presente estudio se debe a que en los barrio urbano marginal a intervenir se han edificado construcciones sin control de calidad, sin estudios y diseños, etc., los cuales son exigidos por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba el cual es encargado de regular, aprobar, y supervisar tanto las normativas como documentos técnicos que permitan el normal desenvolvimiento y la seguridad de las diversas edificaciones existentes como las que se llevan a cabo en la ciudad de Riobamba.

Actualmente existe poco o nulo control municipal al momento de construir en los barrios urbano marginales por lo que se desconoce la realidad de las estructuras y como están edificadas, por lo tanto siempre hay una duda que tan confiables pueden ser ante la presencia de un evento sísmico, sabiendo que la zona en estudio y en general toda la ciudad de Riobamba, se encuentra en un sitio de alto riesgo sísmico, por lo que por medio de la presente investigación se podría estimar el daño estructural de las edificaciones en caso de presentarse un evento de esta naturaleza.

1.2.2. Limitaciones

La investigación se enfocara a evaluar las viviendas construidas en el Barrio San Miguel de Tapi durante período mayo a julio de 2013. Se evaluará las viviendas en las que existan la apertura por parte de los pobladores del barrio se evaluaran las

medias aguas y construcciones de hormigón armado por el método de la SNGR y mínimo el 80% de las viviendas de hormigón armado se determinará por el método italiano.

1.2.3. Formulación del Problema.

¿Se desconoce la capacidad estructural de soportar solicitaciones sísmicas de las viviendas construidas en el barrio: San Miguel de Tapi; porque fueron construidas con el sistema informal y por lo tanto las condiciones de vulnerabilidad de las estructuras son inciertas?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. General

Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes en el barrio San Miguel de Tapi aplicando dos metodologías: Método Italiano y el Método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

1.3.2. Específicos

- Inventariar las viviendas que existen en el barrio San Miguel de Tapi.
- Identificar el tipo de estructura, calidad y resistencia convencional, que están constituidas las viviendas del barrio San Miguel de Tapi.
- Levantar información de las características estructurales de las viviendas del barrio en estudio.
- Establecer una base de datos con los resultados de vulnerabilidad de las viviendas obtenidos del barrio San Miguel de Tapi.
- Elaborar mapas temáticos donde se pueda apreciar la ubicación y el resultado de vulnerabilidad de la vivienda.
- Plantear un manual de técnicas de reforzamiento para fallas encontradas en elementos estructurales de las viviendas evaluadas en el periodo mayo a julio del 2013 en el Barrio San Miguel de Tapi.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La investigación se realiza porque se observa que en las zonas urbano marginales de la ciudad de Riobamba no existe un adecuado control en las construcciones, ya que en algunos casos los propietarios han comenzado a construir con los materiales disponibles sin saber si son o no adecuados, además la falta de una dirección técnica adecuada, aumentando así la vulnerabilidad ante eventos sísmicos, además la ciudad de Riobamba se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, siendo así los principales beneficiarios: el GADM de Riobamba, Organismos de Gestión de Riesgo; con los datos generados de la investigación y los usuarios de viviendas con la evaluación realizada con lo cual sabrán el grado de confiabilidad de su construcción.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La Alcaldía de Riobamba en convenio con la Secretaria Nacional de Gestión Riesgos y con el apoyo de la Universidad Nacional de Chimborazo a través de su Instituto de Investigación Científica y Desarrollo, trabajan en conjunto por el bienestar de la ciudadanía en el desarrollo del proyecto denominado: Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los barrios urbano marginales de la ciudad de Riobamba.

Para identificar y controlar un posible riesgo sísmico, estudiantes y egresados de la carrera de Ingeniería Civil de la UNACH, realizan una investigación que contempla los siguientes aspectos y que la ciudadanía que habita estos sectores debe observar y colaborar: registro y control municipal de construcciones eficientes y confiables, registro de viviendas clandestinas y construcciones informales, identificación de viviendas edificadas en zonas de suelos y taludes inestables; inventario de viviendas con deficiencias estructurales.

La necesidad de contar con vivienda propia por parte de la colectividad ha generado procesos auto gestionados conocidos como construcción informal de viviendas, los propietarios mediante su esfuerzo, adecúan el lugar, utilizando materiales de bajo costo, o descartados de otros procesos constructivos, organizándolos a través de tecnología rudimentaria o artesanal de modo básicamente intuitivo, que en muchas ocasiones no cuenta con una asesoría técnica especializada, acarreando problemas en la funcionalidad de la estructura. Dando como resultado edificaciones de poca, mediana y alta vulnerabilidad estructural ante el efecto de un sismo.

El presente proyecto de investigación generará la información pertinente al comportamiento estructural de las viviendas a ser intervenidas, cuyos datos son de mucha importancia para los Departamentos de Planificación y Gestión de Riesgos Municipales así como también para la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley. causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Sandi, 1986). La definición de la naturaleza y alcance de estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. La afectación o daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismorresistente de la estructura, de manera que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica esta necesariamente vinculada a la manera como se definen la acción y el daño sísmico.¹

La Vulnerabilidad estructural. El llegar a saber o determinar el grado de impacto que tendría la acción de un sismo sobre una estructura es fundamental para determinar si esa estructura es segura y por lo tanto habitable o útil, más claro: la vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado.

La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales. De esta forma elaborar una estimación del grado de impacto que tendrá un sismo sobre una estructura se vuelve un trabajo totalmente complicado puesto que las características de cada construcción abren un sin fin de variables.

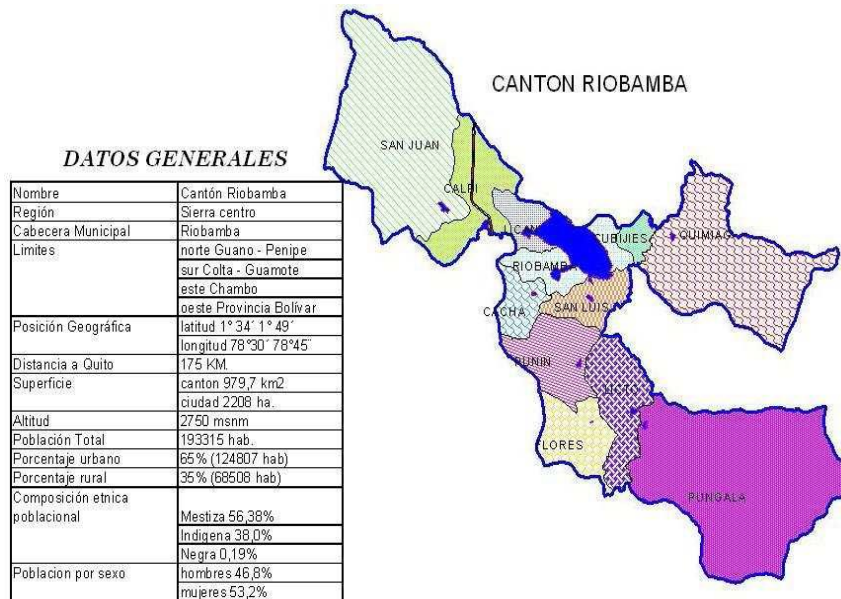
¹ SANDI, H. Vulnerability and risk analysis for individual structures and systems. Proceeding of the Eight European Conference on Earthquake Engineering, 8EECE. Vol. 7, Topic 2. Lisboa:1986.

Las metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica son numerosas, algunas presentan fallas porque dejan de evaluar ciertas características que influyen en la estabilidad de la estructura porque las instrucciones sobre cada uno de los parámetros y sus respectivas calificaciones son realizados por cualquier persona con los conocimientos básicos del tema pueda llenar los formularios pero esto puede conducir a resultados fallidos porque algunos parámetros son de naturaleza descriptiva y estas calificaciones dependen de la objetividad del observador.

2.2.1. Área De Estudio

2.2.1.1. Situación Geográfica

El cantón Riobamba está situado a 2.754,06 metros sobre el nivel del mar, dentro de las siguientes coordenadas: 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito, en la región Sierra Central y constituye la capital de la Provincia de Chimborazo.



Mapa 1. Cantón Riobamba.

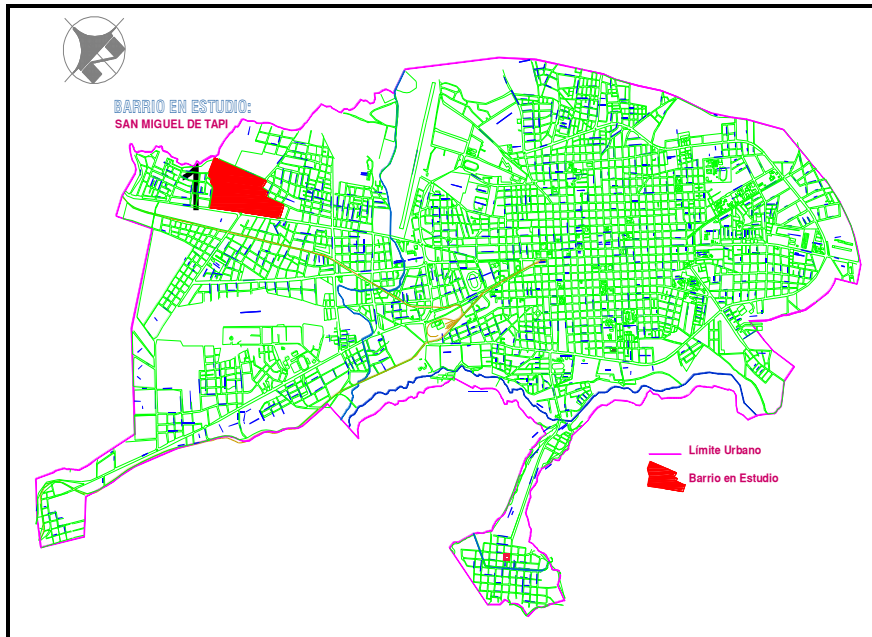
Fuente: Plan Estratégico de Desarrollo Cantonal

La investigación se realizó en el barrio “San Miguel de Tapi” ubicado en la ciudad de Riobamba entre las coordenadas UTM:

COORDENADAS UTM:

758900.00 m E 9818000.00m N

San Miguel de Tapi se encuentra al norte de la ciudad, es uno de los 18 barrios urbanos marginales que se ha tomado en cuenta para desarrollar con el proyecto de investigación.



Mapa 2. Barrios en estudio, Noviembre 2009

Fuente: Departamento Planificación del Municipio de Riobamba

2.2.2. La Construcción Informal

La construcción informal identifica, representa y simboliza un concepto global de los problemas habitacionales de los sectores populares de Riobamba. En la actualidad, la construcción informal supone en algunos casos hablar de auto diseño, autogestión, autoayuda, construcción progresiva, empobreciendo el sistema constructivo por medio de la integración de nuevos elementos y conceptos emitidos por el constructor, basándose en los conocimientos empíricos, usualmente el rango de conocimientos en este tipo de usuarios alcanza el nivel de tecnología artesanal, por ello la introducción del concepto de industrialización dependerá del apoyo de asistencia técnica profesional y especializada en el área.

Se refiere a un proceso de construcción de viviendas no planificadas, que se encuentra próxima a los fenómenos de invasión u ocupación ilegal de terrenos, capaces de dar inicio al proceso de habitar precario en la generación de viviendas, que paulatinamente van consolidándose en viviendas construidas informalmente, en el mayor de los casos estas ocupaciones no cuentan con infraestructura básica como: secciones mínimas de sus elementos estructurales, la mala calidad de los materiales.

2.2.2.1. Magnitud de la Construcción Informal

Aproximadamente el 70% de las viviendas se producen por el sector informal, a través de la autoconstrucción, sin respetarse normas constructivas y/o de urbanismo. Como consecuencia, Ecuador tiene un stock significativo de viviendas precarias, con carencias de servicios básicos, sin títulos de propiedad regulares y, en muchos casos, ubicadas en zonas de riesgo. Según la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del 2006, el país tiene un déficit cuantitativo de 783.566 unidades habitacionales (correspondiente a 24% del stock existente) y cualitativo de 854.192 unidades habitacionales (26% del total de viviendas.) Las zonas rurales y urbanas marginales concentran el 82% y el 64% del déficit cuantitativo y cualitativo, respectivamente.²

Un sinnúmero de edificaciones construidas por sus propios dueños, sin el concurso de profesionales, tiene una altísima probabilidad de sufrir daños de consideración por la acción de eventos sísmicos o por fuerzas adicionales como lluvias excesivas o vientos huracanados. Incluso, estas edificaciones no tienen ningún control de la calidad de los materiales que se utilizan ni tampoco algún criterio arquitectónico o ingenieril³

2.2.2.1.1. Más Informales que Formales

Según la publicación N.78 (diciembre 2000) de la revista Gestión, en construcción hay una buena y una mala noticia. La buena es que se proyecta edificar cada año en el Ecuador alrededor de 17 mil nuevas viviendas formales. La mala es que se van a

² MIDUVI. 2009. Política habitacional y servicios de agua y saneamiento, período 2009-2025.

³ <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/construccion-el-70-por-ciento-no-es-sismo-resistente-100421-100421.html>

construir otras 21 mil informales (55% del total nacional), es decir que se construirán en forma dispersa, sin permiso de construcción ni la dirección de un profesional. ⁴

2.2.2.1.2. La oferta de viviendas Nuevas en la Ciudad de Riobamba

Del estudio de la información intercensal se puede establecer que entre 1988 y 1990 se producen 5470 unidades habitacionales. De ellas solo una parte son nuevas, y han sido registradas en la GADM de Riobamba, las restantes se han generado por subdivisión de las existentes; generalmente para destinarlas al arriendo; también se incluyen en este grupo las viviendas que siendo nuevas no registran su construcción en la municipalidad.

Al confrontar el incremento del patrimonio habitacional relativo a las nuevas viviendas producidas en el periodo 1982-1990 y aquel relacionado con las viviendas generadas en el sistema formal que corresponde a 2520 viviendas y representan menos de la mitad (46.1%) de la producción acumulada entre los dos últimos censos. (1982-1990) se puede concluir fácilmente que la mayor cantidad de viviendas generadas en el periodo se habían realizado por acción del denominado sistema informal puesto que este, en el periodo, aportó con 2950 unidades habitacionales (53.9%).⁵

2.2.3. Vulnerabilidad de Edificaciones con Mala Configuración Estructural

2.2.3.1. Riesgos Sísmicos

Se define como Peligrosidad Sísmica a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región determinada, movimientos del suelo cuyos parámetros: aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados. Para la evaluación se deben analizar los fenómenos que se producen desde el hipocentro hasta el sitio de interés.

⁴ <http://www.gestion.dinediciones.com/78/1.htm>

⁵ Plan de Desarrollo Urbano de Riobamba (1995) Pág. 135,136.

La sismicidad histórica del país ha sido poco vinculada en el contexto de peligro sísmico; es importante la actualización de este tema en base al análisis de intensidades máximas registradas, estimación de aceleraciones máximas probables y energía sísmica liberada, resultados obtenidos permiten observar la relación que existe entre un evento sísmico y el tipo de material donde tiene lugar, además el posible fenómeno al cual se encontraría asociado en un contexto tectónico regional, lo cual consecuentemente permite evaluar zonas generales de peligro sísmico.

2.2.3.2. Sismicidad en el Ecuador

En esta región se destacan, en número de ocurrencia respecto a otras regiones, la mayoría de eventos sísmicos más destructivos ocurridos en el país, tales como: El terremoto de Riobamba ocurrido en abril de 1797 de intensidad máxima de XI; por sus efectos, el mayor terremoto ocurrido en territorio ecuatoriano desde tiempos históricos hasta la actualidad, daños considerables sufrieron también las actuales provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar e incluso Pichincha. En 1698 un terremoto de intensidad máxima X afectó considerablemente a las provincias de Tungurahua y Chimborazo. En Imbabura el terremoto de agosto de 1868 de intensidad máxima X afectó a varias provincias, también ha sido seriamente afectada por terremotos de epicentro en las provincias de Esmeraldas y Napo. El terremoto de Pelileo en la provincia de Tungurahua ocurrido en agosto de 1949 de intensidad máxima X con efectos que se extendieron a Cotopaxi, Chimborazo, parte de Bolívar, Pichincha y Pastaza. En la provincia de Loja también se han registrado sismos de intensidad VIII, además de la incidencia de terremotos con epicentros en el norte del Perú como el de diciembre de 1970 de intensidad máxima en el país de IX. Las provincias de Azuay, Cañar, Carchi no registran epicentros de eventos importantes, sin embargo han sido también afectadas por los grandes terremotos. (Intensidades citadas corresponden a escala MSK).⁶

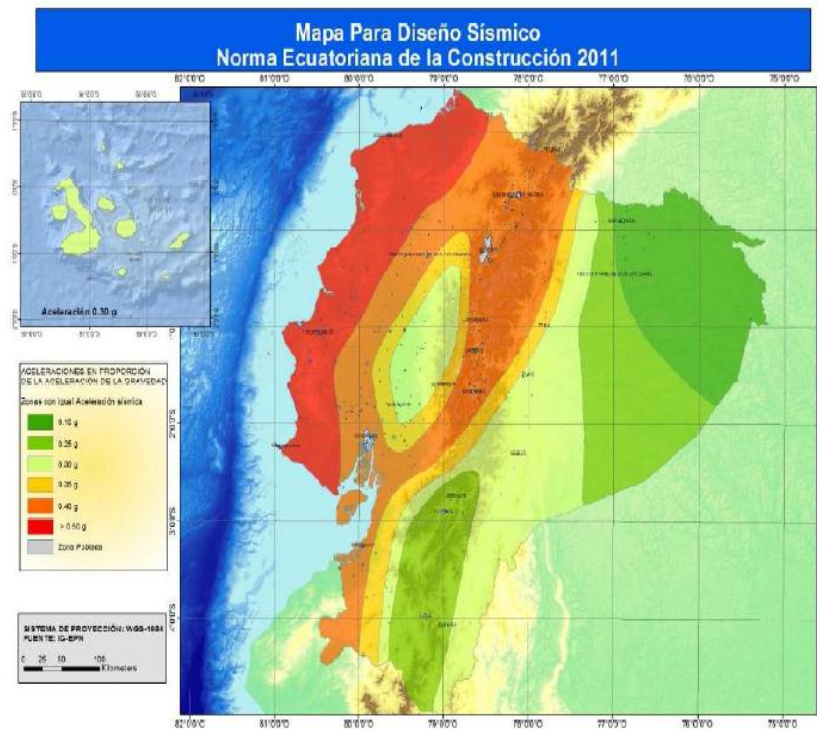
⁶ Medever, Sponhever y Kamik(1964); Escala MKS

En la Tabla 1 se muestra la distribución del factor Z en función de la zona Sísmica según INEN CPE 5:2001,

Tabla 1 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona Sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0,15	0,3	0,35	0,4

Fuente: INEN CPE 5:2001, Requisitos Generales de Diseño: Peligro Sísmico.



Mapa 3. Ecuador zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z

Fuente: NEC-11, Mapa para diseño sísmico.

2.2.3.3. Escalas de medición

2.2.3.3.1. Intensidad

Es la medida de la fuerza del movimiento del terreno, es decir del poder destructivo de un temblor sobre poblaciones, edificaciones y naturaleza en un lugar determinado. La intensidad puede variar notablemente de un sitio a otro, dependiendo de la distancia al epicentro y de las condiciones geológicas locales.

Tabla 2 Escala de Intensidad Mercalli modificada (IMM.)

Grado	Consecuencias
I	No percibida por humanos, sólo por sismógrafos.
II	Percibida sólo por algunas personas en reposo, en pisos altos.
III	Percibida por algunas personas en el interior de los edificios. Similar al paso de un camión ligero
IV	Percibido por muchos en el interior de los edificios. Vibran ventanas, muebles y vajillas. Similar al paso de un camión pesado.
V	Las personas que duermen se despiertan y algunas huyen. Los animales se ponen nerviosos. Los objetos colgados se balancean ampliamente. Puertas y ventanas abiertas batien con violencia. En ciertos casos se modifica el caudal de los manantiales.
VI	Muchas personas salen a la calle atemorizadas. Algunos llegan a perder el equilibrio. Se rompe cristalería y caen libros de las estanterías. Pueden sonar algunas campanas de campanarios. Se producen daños moderados en algunos edificios. Puede haber deslizamientos de tierra.
VII	La mayoría se aterroriza y corre a la calle. Muchos tienen dificultades para mantenerse en pie. Lo sienten los que conducen automóviles. Muchas construcciones débiles sufren daños e incluso destrucción. alguna carretera sufre deslizamientos. En las lagunas se nota oleaje y se enturbian por remoción del fango. Cambian los manantiales: algunos se secan y otros se forman.
VIII	Pánico general, incluso en los que conducen automóviles. Los muebles, incluso pesados, se mueven y vuelcan. Muchas construcciones sufren daños o destrucción. Se rompen algunas canalizaciones. Estatuas y monumentos se mueven y giran. Pequeños deslizamientos de terreno, grietas de varios centímetros en el suelo. Aparecen y desaparecen nuevos manantiales. Pozos secos vuelven a tener agua y al revés.
IX	Pánico general. Animales que corren en desbandada. Muchas construcciones son destruidas. Caen monumentos y columnas y se rompen parcialmente las conducciones subterráneas. Se abren grietas de hasta 20 centímetros de ancho. Desprendimientos y deslizamientos de tierra y aludes. Grandes olas en embalses y lagos.
X	La mayoría de las construcciones sufren daños y destrucción. Daños peligrosos en presas y puentes. Las vías se desvían. Grandes ondulaciones y roturas en carreteras y canalizaciones. Grietas de varios decímetros en el suelo. Muchos deslizamientos. El agua de canales y ríos es lanzada fuera del cauce.
XI	Quedan fuera de servicio las carreteras importantes. Las canalizaciones subterráneas destruidas. Terreno considerablemente deformado.
XII	Se destruyen o quedan dañadas prácticamente todas las estructuras, incluso las subterráneas. Cambia la topografía del terreno. Grandes caídas de rocas y hundimientos. Se cierran valles, se forman lagos, aparecen cascadas y se desvían ríos.

Fuente: <http://www.geotecnico.com>

2.2.3.3.2. Magnitud

Es la medida de la cantidad de energía liberada en el foco calculada conociendo el efecto de las ondas sísmicas sobre un sismógrafo situado a una distancia determinada del epicentro. La magnitud es un factor que no varía con la distancia del epicentro. Se utiliza la escala RICHTER, es logarítmica con valores entre 1 y 9 y por lo tanto pasar de un grado a otro puede significar un cambio de energía liberada entre diez y treinta veces: un temblor de magnitud 7 es diez veces más fuerte que uno de magnitud 6, cien veces más que otro de magnitud 5, mil veces más que uno de magnitud 4 y de este modo en casos análogos. Otro ejemplo un temblor de magnitud 5.5 libera una energía del orden de magnitud de una explosión atómica, como la de Hiroshima, la energía de un sismo de magnitud 8.5 equivale a unas 27000 de estas bombas atómicas, esto es, la energía aumenta aproximadamente 30 veces por cada grado.

Se estima que al año se producen en el mundo unos 800 terremotos con magnitudes entre 5 y 6, unos 50.000 con magnitudes entre 3 y 4, y sólo 1 con magnitud entre 8 y 9. La escala de magnitud no tiene límites; sin embargo hasta 1979 se creía que el sismo más poderoso posible tendría magnitud 8,5. Sin embargo, desde entonces, los progresos en las técnicas de medidas sísmicas han permitido a los sismólogos redefinir la escala; hoy se considera 9,5.

Tabla 3. Magnitudes en la Escala de Richter

Escala Richter	
Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

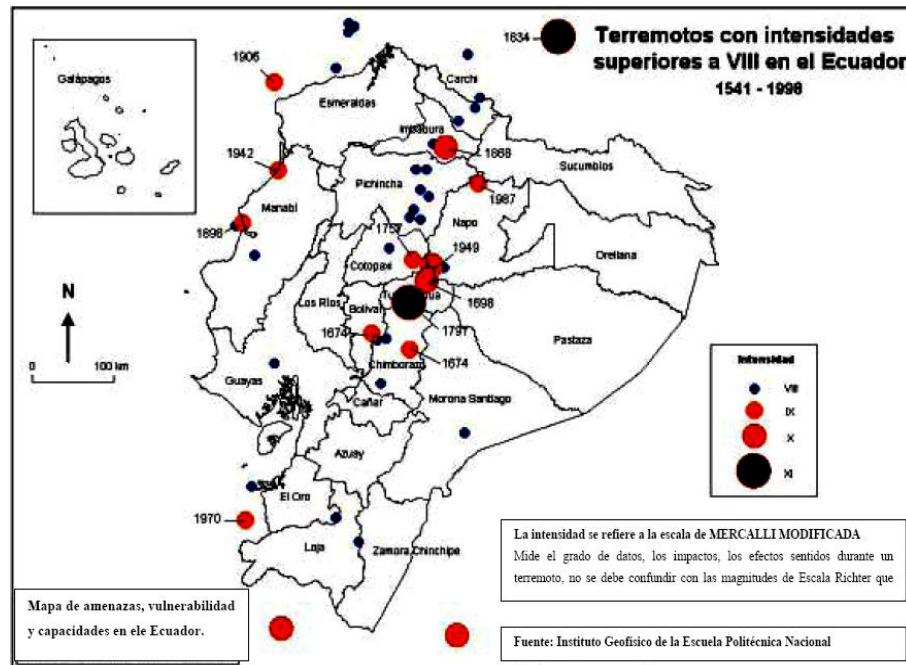
Fuente: <http://www.angelfire.com>

Tabla 4 Terremotos del Ecuador con Intensidades: > VIII

N°	FECHA	EPICENTRO		PROF.	INT.	PROVINCIA DE RESFERENCIA
		Lat	Long			
1	1541 04 00	-0,10	-77,80		VIII	Napo
2	1587 08 31	0,00	-78,40		VIII	Pichincha
3	1645 03 15	-1,68	-78,55		IX	Chimborazo, Tungurahua
4	1674 08 29	-1,70	-79,00		IX	Chimborazo, Bolívar
5	1687 11 22	-1,10	-78,25		VIII	Tungurahua
6	1689 06 20	-1,45	-78,30		X	Tungurahua, Chimborazo
7	1736 12 06	-0,78	-78,80		VIII	Pichincha, Cotopaxi
8	1749 01 20	-4,00	-79,20		VIII	Loja
9	1755 04 28	-0,21	-78,48		IX	Pichincha
10	1757 02 22	-0,93	-78,61		XI	Cotopaxi, Tungurahua
11	1834 01 20	1,30	-76,90		VIII	Carchi, Nariño*
12	1786 05 10	-1,70	-78,80		XI	Chimborazo
13	1797 02 04	-1,43	-78,55		VIII	Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, y parte de Bolívar y Pichincha
14	1859 03 22	0,40	-78,00		VIII	Pichincha, Imbabura, cotopaxi
15	1868 08 15	0,60	-78,00		VIII	Carchi
16	1868 08 16	0,31	-78,18		X	Imbabura, Carchi, Pichincha
17	1896 05 03	-0,51	-80,45		IX	Manabí
18	1906 01 31	1,00	-81,30	25	IX	Esmeraldas
19	1911 09 23	-1,70	-78,90		VIII	Chimborazo, Bolívar
20	1913 02 23	-4,00	-79,40		VIII	Loja, Azuay
21	1914 05 31	-0,50	-78,48		VIII	Pichincha, Cotopaxi
22	1923 02 05	-0,50	-78,50		VIII	Pichincha
23	1923 12 16	0,90	-77,80		VIII	Carchi
24	1926 12 18	0,80	-77,90		VIII	Carchi
25	1929 07 25	-0,40	-78,55		VIII	Pichincha
26	1938 08 10	-0,30	-78,40		VIII	Pichincha
27	1942 05 14	0,01	-80,12	20	IX	Manabí, Guayas, Bolívar
28	1949 08 45	-1,25	-78,37	60	X	Tunguarhua, Chimborazo, Cotopaxi
29	1953 12 12	-3,40	-80,60		VIII	Loja
30	1955 07 20	0,20	-78,40		VIII	Pichincha, Imbabura
31	1958 01 19	1,22	-79,37	40	VIII	Esmeraldas
32	1961 04 08	-2,20	-78,90	24	VIII	Chimborazo
33	1964 05 19	0,84	-80,29	34	VIII	Manabí
34	1970 12 10	-3,79	-80,66	42	IX	Loja, El Oro, Azuay
35	1987 03 06	-0,87	-77,14	12	IX	Napo, Sucumbios, Imbabura
36	1995 10 02	-2,79	-77,97	24	VIII	Morona Santiago
37	1998 08 04	-0,55	-80,53	39	VIII	Provincia de Manabí
RESUMEN				* Intensidad á en Nariño, Colombia: XI		
Número total de terremotos destructivos				37		
Período de años (1541-1999):				458		
Promedio Sismos / años				12,4		
				Lat. = Latitud: + = Norte, - = Sur.		
				Long. = Longitud: - = Oeste.		
				Prof. = Profundidad Focal en Kilómetros		
				Int. = Intensidad Máxima		

Fuente: EGRED, J. (1999) Los terremotos y su incidencia en el Ecuador.

En el mapa, se muestra los terremotos con intensidades mayores a VIII que han causado catástrofes a lo largo de la historia (1541-1998) en el Ecuador.



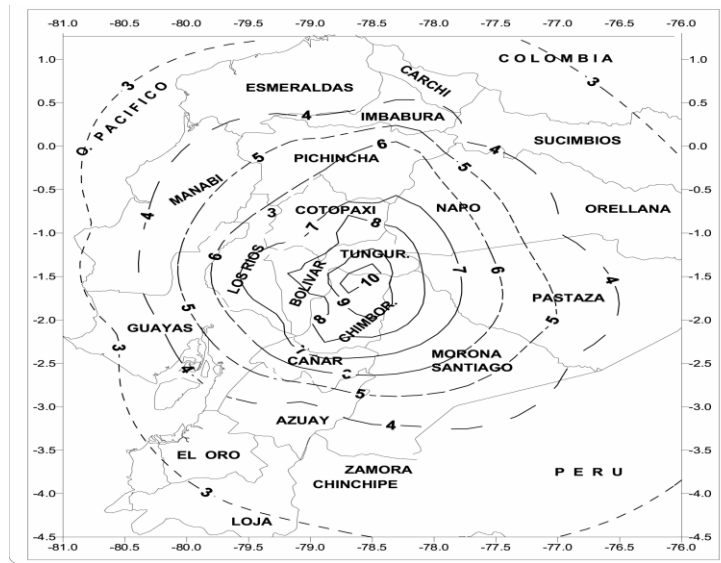
Mapa 4. Terremotos con intensidades superiores a VIII en el Ecuador 1541-1998

Fuente: Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador

2.2.3.4. Terremoto En Riobamba

Riobamba está en la zona 4 que indica un alto riesgo sísmico, con un factor de zona $Z=0.4$, pero no hemos hecho nada por prevenirlo.

El día sábado 4 de febrero de 1797 un poco antes de las ocho de la mañana; gran parte de la meseta andina sufrió un fenómeno geológico de los más espantosos que se recuerda en todos los tiempos, pues varios temblores de ondulación sacudieron los Andes entre Riobamba, Ambato y Latacunga. El suelo se hundía en varias partes y en otras se levantaba, de tal suerte, que las casas, árboles, animales y personas fueron lanzadas al aire, con tal fuerza que cayeron a cientos de metros de distancia.



Mapa 5. Mapa de Isosistas Terremoto de Riobamba (EGRED, 1999c)

Fuente: <http://www.geoslac.org>

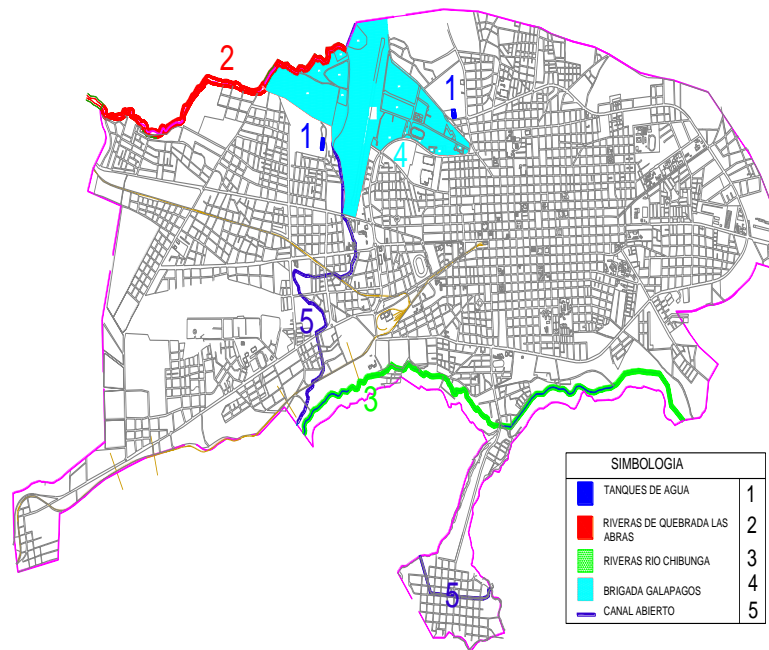
Extensas llanuras quedaron convertidas en hondonadas, valles y cerros se descuajaron y las tierras de algunas colinas se precipitaron sobre villas y ciudades sepultándolas, como aconteció con la avenida de lodo formada en la Colina de Culca, que cayó sobre Riobamba antigua. Muchas personas y edificios desaparecieron y jamás se volvió a saber de ellos, otros quedaron tan atontados que demoraron años en volver a la normalidad.

A un mismo tiempo se inflamaban los volcanes. El Tungurahua, el Altar, el Quilotoa y el Igualata comenzaron a votar fumarolas y entraron en erupción. La laguna de Quilotoa arrojaba llamaradas que contaminaron los sembríos cercanos, emanaciones volcánicas mataban el ganado y a cada nuevo temblor el Igualata arrojaba bocanadas de azufre, la noche del 8 de febrero el cerro Puchulagua se rompió incendiándose y lanzó lava en diversas direcciones.

Los derrumbes impedían el libre tránsito de las aguas de los ríos y se formaban peligrosísimos diques que detuvieron el Patate, el Ambato y el Chambo entre otros. El Chambo logró abrirse camino y el Ambato se detuvo veintiséis horas hasta el domingo 5 de febrero a eso de las seis de la mañana, que volvió a encontrar su curso.

Se dijo entonces que antes de la catástrofe se había sentido mucho calor y que una intensa sequía había convertido a la parte central de nuestra serranía en un erial, también se habían escuchado fuertes ruidos subterráneos. Riobamba antigua fue la ciudad más perjudicada y no pudo recobrase jamás pues la nueva fundación se levantó a muchos kilómetros de distancia. Sus edificios antiguos de cal y canto volaron prácticamente por los aires porque el temblor fue devastador y muchos cadáveres aparecieron desperdigados por las colinas cercanas hasta donde fueron arrojados por la violencia del sismo y el movimiento de la tierra. Muebles de una casa se hallaron bajo los escombros de otras a dos y tres cuadras de distancia y seis mil habitantes perecieron solamente en esta ciudad, fuera de algunos miles más que murieron en las villas, pueblos, haciendas y casas de campo de los contornos. Nunca se sabrá a ciencia cierta el número exacto de víctimas pues no quedaban personas para dedicarse a esta tarea.⁷

2.2.3.5. Riesgos Antrópicos.



Mapa 6. Plano de Riesgos, Noviembre 2009

Fuente: Departamento Planificación del Municipio de Riobamba

⁷ <http://www.ecuadorprofundo.com/tomos/tomo1/t1.htm>

2.2.3.6. Vulnerabilidad Física de Edificaciones.

Debido a la incidencia de sismos en Ecuador y de manera especial en la zona centro, surge la necesidad de conocer la vulnerabilidad estructural de los elementos expuestos en las áreas Urbano marginales de la ciudad de Riobamba, con el propósito de obtener una caracterización y diagnóstico del material de construcción, número de pisos, tipo de edificación, así como el grado de afectación de las estructuras de las viviendas, ante la posibilidad de un sismo local.

Se puede definir como el grado de susceptibilidad de una o un grupo de edificaciones, a sufrir daños parciales o totales, representados en bienes materiales y en vidas humanas, que pueden ocasionar la pérdida de funcionalidad, por la ocurrencia de movimientos sísmicos de una intensidad y magnitud dada, en un periodo de tiempo y en un sitio determinado.

La vulnerabilidad sísmica estructural, es una característica exclusiva de las construcciones, que no solo depende del sistema estructural, sino también de los elementos no estructurales y de otros factores: edad, material, calidad de construcción, especificación de cálculo y diseño (sismorresistente), la proximidad de otras construcciones, etc.

2.2.3.7. Mal comportamiento sísmico de las Construcciones Informales.

Muchas edificaciones construidas no siguen los criterios de sismo resistencia, o bien son de mampostería, discontinuidad de columnas, irregularidad en planta, sección de elementos estructurales no optimas, por lo que son candidatas a colapsarse ante un evento sísmico.

En el caso de los edificios modernos debemos suponer que estos cálculos están bien hechos en la mayoría de las viviendas, aunque no sería la primera vez que un constructor ha omitido parámetros de diseño para lograr ahorros de tiempo y dinero, como la proporción de acero en las vigas y columnas o simplemente un desconocimiento de los mecanismos estructurales de construcción.

2.2.4. Razones Fundamentales del Mal Comportamiento Sísmico.

El mal comportamiento sísmico de las autoconstrucciones proviene de las siguientes causas específicas

2.2.4.1. Mala Configuración del Edificio en Planta (Torsión)

Los problemas que se mencionan a continuación son referentes a la disposición de la estructura en el plano horizontal, en relación con la forma y distribución del espacio arquitectónico.

La torsión se produce por la excentricidad existente entre el centro de masa y el centro de rigidez. Algunos de los casos que pueden dar lugar a dicha situación en planta son:

- Posición de elementos rígidos de manera asimétrica con respecto al centro de gravedad del piso.
- Colocación de grandes masas en forma asimétrica con respecto a la rigidez.
- Combinación de las dos situaciones anteriores.

2.2.4.2. Falta de Estructuración

Para que una edificación soporte un terremoto 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.

Las edificaciones más vulnerables a colapsos son las que son construidas sobre una pendiente, y comprenden casas cuya fachada frontal se muestra en la Gráfico 2; Donde, se nota que el entrepiso de cada casa de arriba está alineado verticalmente con la media altura del muro compartido de la casa de abajo, esto presenta la posibilidad de un mecanismo frágil. Los muros perpendiculares pueden colapsar fuera de plano, debido al contacto con los entrepisos de las casas del lado, el conjunto perderá toda su estructuración.

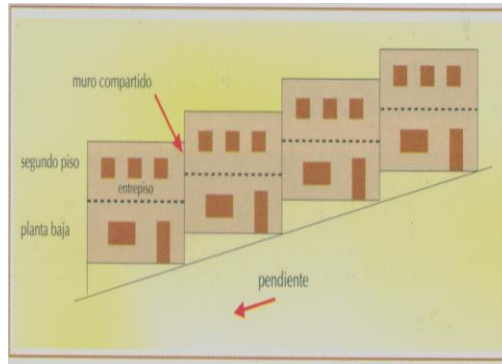


Gráfico 1. Fachada frontal de un barrio de autoconstrucciones en Armenia (Colombia)

Fuente: Revista Sigma. Edición Enero 2000

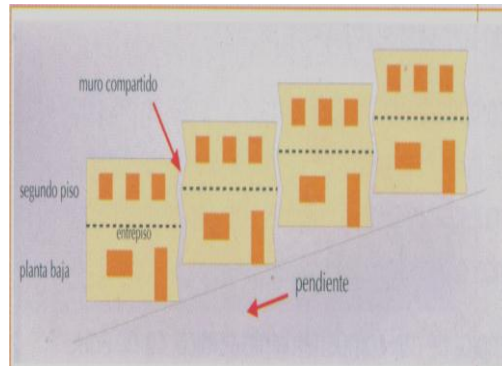


Gráfico 2. Mecanismo frágil de colapso en este tipo de edificaciones

Fuente: Revista Sigma. Edición Enero 2000

2.2.4.3. Separación entre Edificios

Otra fuente que puede provocar daño, corresponde al choque entre edificios adyacentes por estar adecuadamente separados o al choque de diferentes partes de un edificio que se golpean una a la otra, debido a la diferencia en sus modos de vibración. Este choque puede aumentar al incrementarse la altura de uno de los edificios, si estos no coinciden en la ubicación de sus pisos, por lo que el piso del edificio más corto puede golpear las columnas del edificio adyacente más alto, agregando con ello una fuerza extra que la columna del otro no está diseñada para soportar.

Esta separación y choque entre edificios afecta los elementos no estructurales debido que el martilleo provocará el rompimiento de tuberías o ductos, ventanas, fachadas, desacople de estructuras de cielos suspendidos, entre otros edificios se deforman y pueden chocar (efecto de Martilleo) que rompe ductos.



Gráfico 3. Mecanismo frágil de colapso en este tipo de edificaciones

Fuente: <http://iniiserver.inii.ucr.ac.cr/lis/index.php?id=26>

2.2.4.4. Estructuración Patológica

2.2.4.4.1. Columnas Cortas

Un principio básico en ingeniería estructural es diseñar para que ante un evento sísmico las vigas se comporten plásticamente antes que las columnas, ya que cuando una viga empieza a fallar pasando de un estado elástico a inelástico absorbe parte de la energía del sismo; en cambio, si una columna falla primero y empieza a pandearse y deformarse, las cargas verticales de compresión pueden provocar un rápido colapso estructural. Esto último hace más extraño aún que este tipo de falla de concepto sea tan generalizado.



Gráfico 4. Columnas Cortas M_08_3P

Fuente: Fotos de la vivienda evaluada

2.2.4.4.2. Piso Blando

Durante los sismos severos, o incluso a veces moderados, en el “Piso Blando” se produce un gran desplazamiento lateral, que se traduce en la excentricidad de la carga vertical, proveniente de los pisos superiores rigidizados por los tabiques. Esto da lugar a un momento que debe ser equilibrado por los momentos flectores generados en los extremos de las columnas del piso blando. Como se muestra en la gráfico 5. Los muros del primer piso fueron discontinuados para transformar el primer piso en cochera, quedando en la dirección corta sólo los muros del perímetro, hechos con ladrillos de baja calidad, y un gran muro longitudinal que no aporta resistencia en la dirección corta, sino más bien genera torsión en planta. Al fallar los muros de la dirección corta, se formó el problema de piso blando, volcándose el edificio.



Gráfico 5. Efectos de Piso Blando y Torsión.

Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/media/688/20100715-Piso%20Blando.pdf>

Las fallas debidas a la discontinuidad de los elementos verticales se encuentran entre las más espectaculares. Una falla común de este tipo ocurre cuando los muros de corte que se disponen en los pisos superiores pierden continuidad en los inferiores, lo que se conoce en el medio como “piso blando”. Estos sistemas estructurales se suelen utilizar en edificios con primera planta destinada a estacionamiento, tales como centros comerciales, restaurantes con amplios frentes expuestos, etc.

Una característica esencial de cualquier sistema estructural destinado a absorber cargas laterales es permitir una ruta continua de transmisión de las mismas a la cimentación. Las cargas inerciales que se desarrollan debido a las aceleraciones de elementos estructurales individuales deben ser transferidas desde estos a los diafragmas de entrepiso, luego a los elementos verticales, de ahí a la cimentación y luego al terreno. Fallar al momento de proveer la adecuada resistencia a los elementos individuales del sistema o fallar al “amarrar” elementos individuales entre sí, pueden terminar con el colapso total de la estructura.

2.2.4.5. Mala Cimentación

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

2.2.4.6. Falta de Resistencia

La frase "falta de resistencia" se refiere a una insuficiencia de resistencia en un mecanismo estructural bien concebido. Tal falta normalmente se asocia a una deriva excesiva. En la práctica, puede ser difícil distinguir entre una falta de estructuración y una falta de resistencia.

Los puntos débiles normalmente comprenden canchas u otras aperturas informales. También pueden comprender la remoción de elementos estructurales por propósitos arquitectónicos.

2.2.4.7. Discontinuidad de Elementos

Cada columna se considera estructural, si es continua desde la cimentación hasta el diafragma superior conformado por la cubierta. A partir del diafragma en el que la columna pierda continuidad vertical en más de la mitad de su longitud horizontal, la columna deja de considerarse estructural.

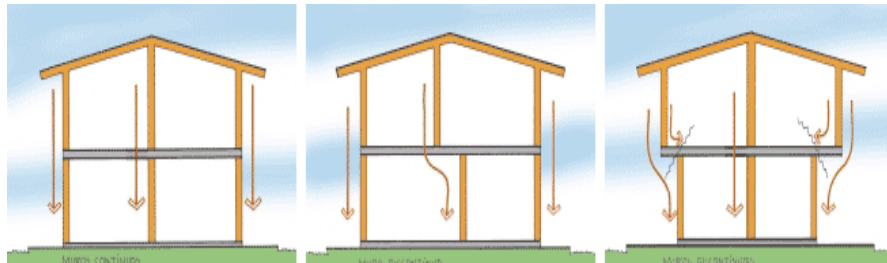


Gráfico 6. Ejemplos de columnas continuas y discontinuas

Fuente: Revista Sigma. Edición Enero 2000



Gráfico 7. Discontinuidad en vivienda B_25_2P

Fuente: Fotos de la vivienda evaluada

2.2.4.8. Ampliación y Proyecciones sin Control

Las edificaciones que podrían resultar afectadas, en su mayoría, se han proyectado y construido sin un control de calidad adecuado y un debido seguimiento o supervisión de la obra. Existe un consenso en los especialistas locales que el control no se ha realizado o ha sido insuficiente y que incluso las edificaciones se han construido con mano de obra deficiente en términos técnicos.



Gráfico 8. Casa informal de cinco pisos que originalmente fue de dos pisos

Fuente: <http://www.tdcat.cesca.es>



Gráfico 9. Casa informal de 3 pisos L_16_3P

Fuente: Fotos de la vivienda evaluada

La posibilidad de poder cubrir con acabados arquitectónicos las estructuras que claramente dejan ver en las obras que están en ejecución que su construcción ha sido muy deficiente, se ha convertido en una alternativa poco ética de algunos profesionales para evitar demoliciones o reparaciones de algunos elementos estructurales que en la construcción no han quedado en forma adecuada, como se muestra en el Gráfico 9.

Habitualmente no se realiza ningún tipo de prueba de la resistencia del hormigón ni del acero, ni se hacen otras pruebas clásicas o ensayos que exigen las normativas de construcción para la supervisión técnica.



Gráfico 10. La ausencia de control facilita que se cometan errores en la construcción R_09_2P

Fuente: Fotos de la vivienda evaluada

2.2.4.9. Mano de Obra no Calificada

La falta de control y de supervisión idóneas han contribuido para esta proliferación de edificaciones con inadecuada configuración estructural, deficiente resistencia de los materiales, dimensiones insuficientes de los elementos estructurales y ausencia de un correcto detallado del refuerzo, indican no solo un desconocimiento de las disposiciones de construcción sismorresistentes existen sino también una alarmante ausencia de supervisión técnica.

2.2.5. Edificaciones en Ladrillo

Estas apreciaciones también alcanzan al uso de bloques de mortero o concreto (sólidas o con agujeros) así como de suelo estabilizado, siempre que tengan una adecuada resistencia a la compresión.

2.2.5.1. Daños Típicos y Fallas

Se presentan como resultado de esfuerzos de tensión y corte que se desarrollan en los muros de albañilería, con los daños típicos que se señalan a continuación.

2.2.5.2. Daños No Estructurales

Los siguientes daños son frecuentes bajo intensidades moderadas de sismos.

- Agrietamiento y volteo de parapetos, chimeneas, voladizos, cornisas, balcones.
- Caída de enlucidos de muros y techos.
- Agrietamiento y volteo de muros internos.
- Agrietamiento y caída de techos.
- Agrietamiento de paneles de vidrio.
- Caída de objetos sin de la debida de sujeción.

2.2.5.3. Daños y Fallas de Muros de Soporte

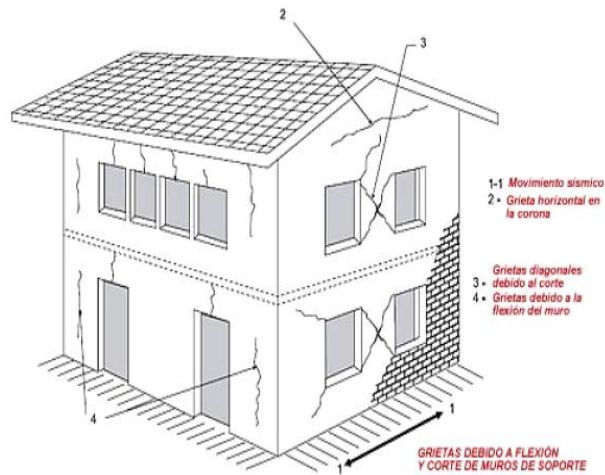


Gráfico 11. Las fallas debidas a corte

Fuente: <http://www.ingenieria.peru-v.com>

- Las fallas debidas a corte están caracterizadas por grietas diagonales, producto de compresión o tensión diagonal. Usualmente las grietas se inician en la esquina de la abertura, y algunas veces desde el centro del segmento del muro. Pueden causar el colapso parcial o completo de la estructura.
- También un muro puede fallar por flexión. Las grietas de tensión ocurren verticalmente en el centro, en los extremos o esquinas de los muros. Los muros más largos, y las aberturas más largas, muestran daños más prominentes. Debido a que los movimientos sísmicos son en ambas direcciones, pueden ocurrir simultáneamente los efectos de flexión y corte.
- Si la corona de los muros de albañilería no está reforzada, resulta muy inestable, y los elementos del techo incrementan la carga pudiendo provocar la falla.

2.2.6. Causas de daños en Edificaciones Construidas Informalmente

- Principales debilidades en materiales y albañilería sin refuerzo.
- Pesos muy grandes y altas rigideces atraen importantes fuerzas de inercia sísmica.
- Baja resistencia a la tensión, particularmente en morteros porosos.

- Baja resistencia al corte, también en morteros porosos.
- Fragilidad en tensión y compresión.
- Débil conexión entre elementos.
- Concentración de esfuerzos en esquinas de ventanas y puertas.
- Asimetría en planta y elevación de la edificación.
- Asimetría debida al desbalance en los tamaños y posiciones de aberturas en los muros.
- Defectos en construcción por el uso de material de baja calidad, juntas vacías entre ladrillos, falta de verticalidad de los muros, adherencia impropia entre muros en ángulo recto.

2.2.7. Razones por las cuales existen construcciones informales

La satisfacción de la necesidad de vivienda lleva a una serie de acciones constructivas que incluyen el uso de tierras inadecuadas para habitar, el uso de edificios en malas condiciones y la generalizada construcción informal, entre otras formas de satisfacer una demanda no solvente que implican la creación de altos niveles de vulnerabilidad sísmica.

La informalidad en la construcción de la vivienda se ha constituido para muchas familias la única opción para acceder a suelo y vivienda. Ha sido una alternativa para la mayoría de la población, una respuesta en base a sus propias condiciones económicas, habilidades y relaciones; sin embargo, en la mayoría de casos es precaria y constituye una de las caras de la pobreza. La autoconstrucción se traduce en una única opción para muchos y una opción entre otras para pocos, el auto constructor interactúa con su espacio a veces por la poca adaptabilidad que una alternativa impuesta logra coincidir con sus aspiraciones, este es el caso de las “soluciones sociales al problema de la vivienda”, patrocinadas por el Gobierno. Estas unidades básicas no dejan de ser intervenidas y transformadas por los usuarios hasta que sus posibilidades físicas y sus recursos económicos lo permiten, las expresiones de apropiación, reflejan las carencias que dichas propuestas son incapaces de otorgar al habitante.

En la práctica ningún gobierno ha logrado dar una respuesta adecuada y sostenible al creciente déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda, menos aún con una visión integral de fomentar la construcción de asentamientos humanos sostenibles que garanticen un hábitat saludable y seguro. Esto ha llevado a que las familias de menos ingresos resuelvan precariamente el problema del techo, sacrificando su calidad de vida.

En el país se estima que el reforzamiento de estas construcciones artesanales costaría entre un 5% y un 7% adicional del costo total de la edificación para tener una estructura sismorresistentes, lo que no implica un alto costo.⁸

2.2.8. Métodos Utilizados para la Determinación del Índice Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas.

En la presenta investigación se ha utilizado los siguientes métodos de evaluación, el método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos se ha evaluado todas las vivienda en la que se dio la apertura por parte de los propietarios mientras en el método Italiano solo se evaluó las viviendas de hormigón armado a continuación se detallan los pasos y procedimientos de evaluación:

2.2.8.1. Método Italiano

En el método se evalúa 11 parámetros, calificados de acuerdo a su vulnerabilidad en tres grupos: A, B y C, siendo el más seguro A y el más vulnerable C. La calificación es de tal manera que mientras menor valor se le asigna al parámetro es más seguro. Cada parámetro tiene un peso, y su ecuación es la siguiente:

$$IV = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

En donde K_i es la calificación de cada parámetro y W_i su peso. Los parámetros, su calificación y su peso se indican en la Tabla 5.

⁸ YÉPEZ, Fabricio

La mejor calificación que se puede obtener es 0 que corresponde a una estructura sumamente segura y la peor es 90, asociada a una estructura muy vulnerable que colapsa.

Entre 0 y 30 se considera que las estructuras son bastante seguras, entre 31 y 60 son medianamente seguras y para valores mayores a 61 las estructuras son muy vulnerables.

Una breve descripción de los parámetros considerados en la evaluación se indica a continuación.

Tabla 5 Parámetros considerados en la Metodología Italiana

PARÁMETRO	CLASE KI			Wi
	A	B	C	
1. Organización del Sistema Resistente	0	6	12	1
2. Calidad del Sistema Resistente	0	6	12	0.5
3. Resistencia Convencional	0	11	22	1
4. Posición del Edificio y	0	2	4	0.5
5. Losas	0	3	6	1
6. Configuración en planta	0	3	6	0.5
7. Configuración en elevación	0	3	6	1
8. Conexión elementos críticos	0	3	6	0.75
9. Elementos de baja ductilidad	0	3	6	1
10. Elementos no estructurales	0	4	10	0.25
11. Estado de Conservación	0	10	20	1

Fuente: AGUIAR Roberto, BOLAÑOS Danilo. (2006), “Evaluación Rápida de la vulnerabilidad sísmica en edificios de Hormigón Armado”.

2.2.8.1.1. Rango de Calificación según el Método Italiano

El rango de calificación está determinado de la siguiente manera:

Viviendas con calificación entre 0 – 30 **→** VULNERABILIDAD BAJA

Viviendas con calificación entre 31 – 60 **→** VULNERABILIDAD MEDIA

Viviendas con calificación > a 61 **→** VULNERABILIDAD ALTA

2.2.8.1.2. Parámetros que Califica el Método Italiano.

a) Organización del Sistema Resistente

Este parámetro se enfoca en el tipo de estructuración del edificio:

- En este parámetro es de Clase A cuando es en base a muros de corte con una buena densidad de muros y con un número de ejes resistentes mayor a 4 y ladrillos solidos muy bien confinados.
- En este parámetro es de Clase B en caso de ser en base a pórticos de hormigón, es decir cuando está conformada por vigas y columnas de hormigón armado sin muros de corte y muros de mampostería que no cumplan los requisitos de la clase A.
- En este parámetro es de Clase C los edificios que no califiquen como A o B entran dentro de esta categoría.

b) Calidad del Sistema Resistente

Se evalúa el tipo de material empleado, tanto hormigón, acero, como mampostería con los morteros empleados además de considerar la calidad de la mano de obra empleada. Es conveniente tener en cuenta el año en que fue construido el edificio y lo siguiente:

- El hormigón parece de consistencia buena, dura al rayado y bien ejecutada. Es conveniente con un esclerómetro ver la resistencia del mismo y verificar si es superior a 210(kg/cm²). No deben existir zonas de “hormiguero” debido a una mala vibración del hormigón en su colocación. Las barras de acero utilizadas son de acero corrugado y no están a la vista. Mampostería conformada por elementos compactos y el mortero utilizado no se hace migas fácilmente, es de buena calidad el mortero.
- En este parámetro es de Clase B cuando no cumplan los requisitos de la clase A y C.

- La resistencia hormigón es inferior a 210(kg/cm²). Las varillas de acero son visibles, oxidadas o están eventualmente mal distribuidas. Las juntas de dilatación están mal ejecutadas. La mampostería es de mala calidad. La construcción de los elementos estructurales, vigas, columnas, losas, escaleras, mamposterías son de mala calidad.

c) **Resistencia Convencional**

Se evalúa el cociente entre el Cortante Resistente y el cortante actuante.

$$\alpha = \frac{V_R}{V_S}$$

Dónde:

V_r= Cortante resistente

V_s= Cortante actuante

El cortante basal se determina con la siguiente fórmula:

$$V_0 = \frac{Z I C}{R \phi_p \phi_e} W$$

Dónde:

Ø_p: Irregularidad en planta

Ø_e: Irregularidad en elevación

R= Factor de reducción de las fuerzas sísmicas

Z= Zonificación sísmica

I=Coeficiente de importancia.

W= Peso total reactivo con CM.

$$C = \frac{1.25 S^5}{T} \leq C_m$$

Se debe verificar que cumplan lo indicado.

$$T = 0.0731 H^{3/4}$$

Período T.

Todos estos parámetros se deben verificar en las tablas del CEC 2000.

- En este parámetro es de Clase A cuando el parámetro α es ≥ 1.5
- En este parámetro es de Clase B cuando el parámetro α , cumple $0.7 \leq \alpha < 1.5$
- En este parámetro es de Clase C cuando el parámetro α , cumple $\alpha < 0.7$

d) Posición del Edificio y Cimentación

Se evalúa a simple vista, la influencia del terreno y de la cimentación. El análisis se limita a: consistencia y pendiente del terreno, probables diferencias entre las cotas de cimentación y presencia de terraplenes no equilibrados simétricamente. Además de ello se debe observar que no existan rajaduras horizontales en muros que den indicios que existen asentamientos diferenciales importantes en la estructura de cimentación, de tal manera que en forma indirecta se debe también evaluar la cimentación

- En este parámetro es de Clase A si el edificio se encuentra sobre un suelo duro y en una topografía plana es lo más seguro posible y su valor será $K=0$. Ahora si se encuentra en un terreno de dureza intermedia o con mayor resistencia y en una pendiente menor a 15% también será clase A pero ya no tiene evaluación $K=0$ sino un poco mayor. Finalmente también es clase A si se encuentra en un suelo rocoso con una pendiente menor al 30%.
- En este parámetro es de Clase B cuando no cumple con los requisitos de las clases A o C.
- En este parámetro es de Clase C cuando la edificación posee una cimentación insuficiente para cualquier tipo de suelo. Edificio sobre suelo tipo S2 con pendiente mayor al 30% o bien sobre terreno tipo S1 con pendiente superior al

60%. Puede tener problemas de empujes no equilibrados debido a la zona de terraplén.

e) Losas

- En este parámetro es de Clase A cuando la losa bien rígida y bien conectada con elementos verticales, El Área Aberturas $< 30\%$ Área de la Losa en planta.
- En este parámetro es de Clase B cuando no pertenece a la clase A o C
- En este parámetro es de Clase C cuando la losa no es rígida y no están bien conectadas con los elementos verticales, El Área Aberturas $> 50\%$ Área de la Losa en planta.

f) Configuración en Planta

Si la configuración en planta es un cuadrado la estructura es clase A, en la medida que se aleja de un cuadrado y se hace rectangular puede ser B o C. Si la configuración en planta tiene la forma de “T”, “L”, “U”, sin juntas de construcción es irregular y tendrá problemas de torsión por lo que su calificación será C. El modo de falla por torsión es frágil y si la falla es por torsión la estructura no va a alcanzar la ductilidad para la que fue diseñada.

En edificios estructurados en base a muros de corte, estos elementos en las zonas de fachadas o perimetrales están encargados de restringir la torsión del edificio (tienen que presentar distribución uniforme), si el edificio presenta una configuración en planta irregular, se debe proporcionar la ductilidad necesaria para que estos elementos logren disipar la energía, de modo contrario fallarán por corte al no poder deformarse, es por esto que se prefiere tener plantas regulares para que presenten traslaciones puras y no un acoplamiento traslación-torsión.

Antes de la clasificación del edificio se deben evaluar los siguientes parámetros:

- Parámetro $\delta l = a / L$

- Parámetro $\delta_2 = e/d$. Donde “e” es la excentricidad del edificio (se debe hallar el centro de masa y rigidez de la planta más crítica. Sin considerar el último piso) y d es la dirección menor en planta del edificio.
- Parámetro $\delta_3 = \Delta d/d$, que es la relación entre la longitud del voladizo con respecto a la longitud total en la dirección del voladizo como se aprecia en el Gráfico 12. Mayor longitud del voladizo, más vulnerable es la estructura.

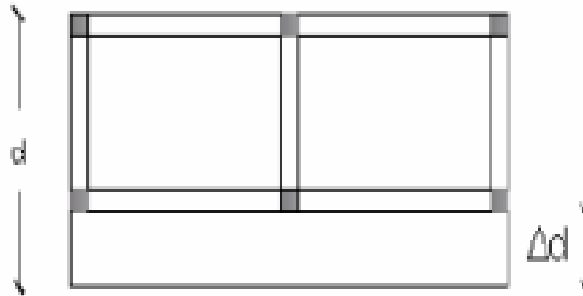


Gráfico 12. Control de voladizos

Fuente: AGUIAR, R; Bolaños, D; Evaluación rápida de la vulnerabilidad sísmica en edificios de hormigón armado.

- El parámetro $\delta_4 = c/b$ que relaciona el ancho y la longitud de la protuberancia del cuerpo principal del edificio tal como muestra la Gráfico 13.

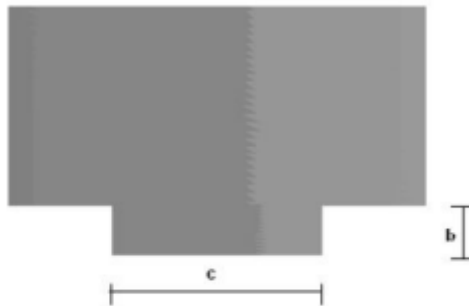


Gráfico 13. Control de protuberancias en edificios

Fuente: AGUIAR, R; Bolaños, D; Evaluación rápida de la vulnerabilidad sísmica en edificios de hormigón armado.

Edificio Clase A: Edificio con planta regular que satisface los siguientes requisitos:

$$\delta_1 > 0.4$$

$$\delta_2 < 0.2$$

$$\delta_3 < 0.1$$

$$\delta_4 > 0.5$$

Edificio Clase B: Edificio que no clasifica como A o C.

Edificio Clase C: Edificio con planta irregular que verifica uno de los siguientes requisitos:

$$\delta_1 < 0.2$$

$$\delta_2 > 0.4$$

$$\delta_3 > 0.2$$

$$\delta_4 < 0.25$$

g) Configuración en Elevación

Existen tres aspectos básicos para la determinación de este parámetro y son los siguientes:

- La relación entre la longitud de una torre de altura T , situada sobre el edificio y la altura total H , como se aprecia en la Gráfico 14.

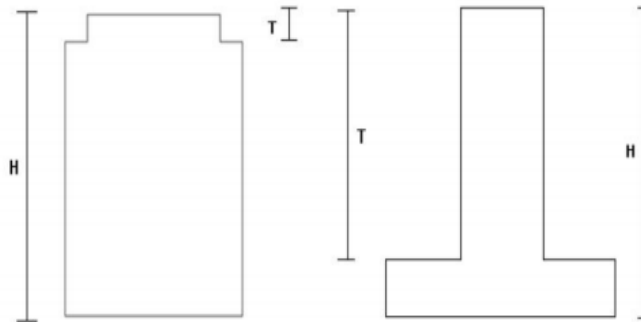


Gráfico 14. Regularidad en elevación

Fuente: AGUIAR, R; Bolaños, D; Evaluación rápida de la vulnerabilidad sísmica en edificios de hormigón armado.

- Una variación del piso inferior menos rígido a más rígido en el piso superior penaliza notablemente la vulnerabilidad. Este es el conocido caso de los pisos blandos, los cuales se presentan en edificios cuyo primer nivel está destinado a estacionamientos o edificios cuyo primer piso posee mayor altura para albergar oficinas. Estas oficinas son muy vulnerables (Ver Gráfico 15).

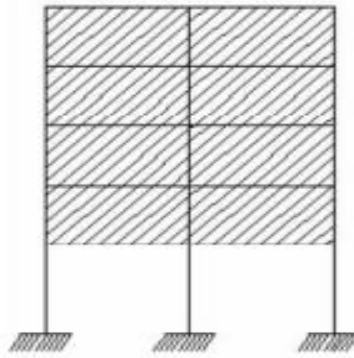


Gráfico 15. Piso Blando

Fuente: AGUIAR, R; Bolaños, D; Evaluación rápida de la vulnerabilidad sísmica en edificios de hormigón armado.

- c) Se debe considerar también la distribución de la masa en altura. Lo ideal es que a medida que el edificio crece en altura la distribución de las masas vaya disminuyendo. Puede darse el caso que el piso superior esté destinado a bodegas por lo que tendrá un mayor peso con el consiguiente incremento de pesos. Si la distribución de los pesos es menor o igual a 10% en dos pisos consecutivos es clase A, teniendo el piso inferior mayor masa.
- d) Otro factor a considerar es la interrupción de elementos verticales los cuales generan un piso flexible en la zona de interrupción, aumentando la inestabilidad del edificio.

Edificio Clase A: No hay variaciones significativas del sistema resistente entre dos pisos consecutivos, se observa que el piso inferior es más fuerte que el superior. Por otra parte $T/H < 0,1$ o supera $0,9$. Pero además las masas van decreciendo con la altura.

Edificio Clase B: Edificio que no clasifica como A o C.

Edificio Clase C: Edificio con variación del sistema resistente, tanto en organización como en cantidad y tipo de los elementos resistentes. Hay aumentos de masa en altura superior al 20% y además cumple que:

$$0,1 \leq T/H \leq 0,3$$

O bien

$$0,7 \leq T/H \leq 0,9$$

Además pertenecen a la categoría C, edificios con variaciones no significativas del sistema resistente pero donde:

$$0,3 \leq T/H \leq 0,7$$

h) Conexión en Elementos Críticos

Aquí se resalta la necesidad de que el proceso constructivo coincida con los supuestos realizados en el análisis y cálculo estructural, que básicamente supone la existencia de un esqueleto monolítico formado por vigas y columnas en el caso de edificios de marcos. Esto se evalúa sencillamente fijándose en la geometría de las uniones viga-columna.

El autor propone una serie de parámetros que miden las excentricidades en las uniones. Debido a la buena calidad en la construcción, en la mayoría de los edificios, solo se evaluará el parámetro que mide la relación viga columna en los hospitales, ya que el resto de los edificios poseen un alto estándar de calidad en su construcción, y en los hospitales, no se aprecian problemas de excentricidad en las uniones viga-columna, pero sí se encontraron casos en que las vigas son más anchas que los pilares, por lo que el parámetro a evaluar será el siguiente:

$$\lambda_1 = \frac{S}{b}$$

Dónde:

S: Es la longitud del saliente de la viga sobre la columna.

b: Es el ancho de la columna.

Según el autor, lo ideal es que las vigas tengan menor dimensión que las columnas, y que concretamente se cumpla que

$$b_v \leq 0.75 b_c .$$

Edificio Clase A: La conexión viga columna es buena, cuando se satisface la siguiente relación:

$$\lambda_1 < 0.2$$

Edificio Clase B: Calidad mediocre de la unión viga columna o cuando no pertenece a las categorías A o C.

Edificio Clase C: Calidad deficiente de la unión viga-columna, si se verifica uno de los siguientes casos:

- Más del 70% de los elementos no satisfacen los requisitos de la categoría A.
- Más del 30% de los elementos cumplen con: El ancho de las vigas es mayor que el ancho de la columna en un 40%.
- La dimensión mínima de una columna es menor a 900cm².

i) Elementos de Baja Ductilidad

Básicamente se refiere a la presencia de columnas cortas en los edificios, las cuales deben evitarse ya que está empíricamente comprobado que estas fallan ante acciones sísmicas.

Según el autor, varias son las razones por las cuales el valor de la longitud libre de la columna se reduce considerablemente:

- a) Confinamiento lateral de la columna por muros de diferentes tipos (generalmente mampostería).
- b) División mediante losas en niveles intermedios.

c) Ubicación del edificio en terrenos inclinados.

Edificio Clase A: No posee elementos cortos.

Edificio Clase B: En elementos que requieren baja ductilidad:

$$\frac{L}{4} < h < \frac{L}{2}$$

En elementos que requieren una elevada ductilidad, pero que su longitud efectiva ha sido reducida por el confinamiento de un muro no estructural, u otro factor relevante:

$$\frac{L}{2} < h < \frac{2 * L}{3}$$

El elemento más corto tiene una altura menor o igual a la mitad de los otros elementos. O si hay un solo elemento con altura menor a 2/3 de la altura, producto del confinamiento, pero ese elemento es de elevada ductilidad.

Edificio Clase C: En elementos que requieren una baja ductilidad:

$$h < \frac{L}{4}$$

En elementos que requieren de elevada ductilidad:

$$h < \frac{L}{2}$$

Dónde:

L: Corresponde al largo total del elemento.

h: Corresponde a la altura libre que posee este elemento.

j) Elementos No Estructurales

Aquí fundamentalmente regirá el criterio de estabilidad, que reduzcan el riesgo de caída de estos elementos sobre los ocupantes de la edificación o sobre transeúntes.

- En este parámetro es de Clase A cuando los elementos externos están anclados de manera eficiente.
- En este parámetro es de Clase B cuando los elementos externos son estables con anclajes o conexiones poco fiables.
- En este parámetro es de Clase C cuando cuyos elementos externos son inestables y mal conectados.

k) Estado de Conservación

Con este parámetro se buscar dar importancia al estado “real” de la estructura, en contraposición a los modelos usuales utilizados para realizar los cálculos.

- En este parámetro es de Clase A cuando las columnas, losas, mamposterías no se encuentren fisuradas.
- En este parámetro es de Clase B cuando edificio que no clasifique como A o como C.
- En este parámetro es de Clase C cuando más del 30% de los elementos principales se encuentran fisurados.

2.2.8.2. Método de Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR).

Partiendo de las características físicas de las edificaciones que se encuentran presentes en el catastro municipal, se definen aquellas que inciden directamente en el comportamiento estructural de la edificación frente a la amenaza considerada, para calificarla de manera cualitativa y, ponderar los resultados con el objetivo de encontrar un único valor o índice de vulnerabilidad para cada edificación y cada amenaza considerada.

Con la metodología planteada, los valores y pesos, para la calificación y ponderación, se deducen de acuerdo con el conocimiento del comportamiento estructural de las diferentes tipologías de edificaciones, frente a las distintas amenazas posibles, utilizando como modelo las experiencias documentadas en desastres pasados y, con la información proveniente de la literatura técnica reciente a nivel mundial (Barbat, Yépez y Canas, 1996; BRGM 2009, GNDT 2000, Calviet. al., 2006), adaptada al tipo de información que proviene del catastro urbano municipal.

Una de las consecuencias más visibles en los desastres experimentados, es el impacto que las amenazas de origen natural producen en viviendas y edificaciones, así como en centros administrativos, educativos, salud, comerciales, bancarios, portuarios, aeroportuarios; así como en las redes de servicios vitales. En un escenario de emergencia, la importancia de restablecer la alimentación, vivienda y servicios, es fundamental. Dependiendo de los daños en las infraestructuras, muchos de estos pueden permanecer indefinidamente sin operación, uso o servicio, incrementando el grado de impacto socio-económico, político, ambiental, etc. En el territorio (IRC, 2008). La gestión de riesgos, por lo tanto, debe necesariamente enfocarse en prevenir y corregir las vulnerabilidades de la infraestructura del cantón, aun cuando la magnitud o el nivel de la amenaza natural esperada impliquen incertidumbres.

2.2.8.2.1. Rango de calificación según el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

El rango de calificación está determinado de la siguiente manera:

0 – 33	Seguras / Vulnerabilidad Baja
33 – 66	Vulnerabilidad Media
>66	Vulnerabilidad Alta

Tabla 6. Variables e Indicador Físico estructurales de edificaciones urbanas

VARIABLE DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE Y USO DE LA INFORMACIÓN	INDICADORES CONSIDERADOS	Amenaza Sísmica
Sistema estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación	Hormigón armado	0
		Estructura metálica	1
		Estructura de madera	1
		Estructura de caña	10
		Estructura de pared portable	5
		Mixta madera/hormigón	5
Tipo de material en paredes	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación	Mixta metálica/hormigón	1
		Pared de ladrillo	1
		Pared de bloque	1
		Pared de piedra	10
		Pared de adobe	10
Tipo de cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación	Pared de tapia/bahareque/madera	5
		Cubierta metálica	5
		Losa de hormigón armado	0
		Vigas de madera y zinc	5
		Caña y zinc	10
Sistema de entrepisos	Describe el tipo y material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta	Vigas de madera y teja	5
		Losa de hormigón armado	0
		Vigas y entramado madera	5
		Entramado madera/caña	10
		Entramado metálico	1
Número de pisos	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento	Entramado hormigón/metálico	1
		1 piso	0
		2 pisos	1
		3 pisos	5
		4 pisos	
Año construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza	5 pisos o más	1
		antes de 1970	10
		entre 1971 y 1980	5
		entre 1981 y 1990	1
Estado de Conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.	entre 1991 y 2010	0
		bueno	0
		Aceptable	1
		Regular	5
Características del suelo bajo la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física.	Malo	10
		Firme, seco	0
		Inundable	1
		Ciénaga	5
Topografía del sitio	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza.	Húmedo, blando, relleno	10
		A nivel, terreno plano	0
		Bajo nivel calzada	5
		Sobre nivel calzada	0
Forma de la construcción	La presencia de irregularidad en la edificación genera vulnerabilidades.	Escarpe positivo o negativo	10
		Regular	0
		Irregular	5
		Irregularidad severa	10

Fuente: Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal. Quito, 2012.

Quizás las grandes pérdidas económicas observadas en los sismos importantes de los últimos años, no deberían resultar sorprendentes, pues los códigos hasta entonces establecían de manera explícita como principio fundamental y casi único satisfacer los requerimientos de resistencia; poco o nada se definía puntualmente en cuanto al nivel de daño que podría ser socialmente aceptado, o en cuanto a los grandes trastornos que se generan por la interrupción en el funcionamiento de ciertas instalaciones.

Ampliamente se ha reconocido que el proceso de diseño sísmico seguido hasta ahora, no podrá satisfacer las necesidades de la sociedad, en cuanto no podrán estimar de manera confiable el comportamiento estructural.

Esto ha llevado a la aceptación de un diseño basado en el desempeño, en el que el principal reto ha sido intentar definir los niveles de desempeño deseados para los diferentes niveles de excitación sísmica, y la forma de implantar estos niveles en la práctica de la ingeniería a través de los códigos de diseño. La definición de los límites o niveles de desempeño está relacionada no sólo con aspectos del comportamiento de elementos estructurales, sino también con elementos no estructurales y con el contenido de los edificios (García, 2002).

No obstante, ya evaluada cada variable de la edificación se le asigna un valor numérico, luego se incorpora cada valor a un valor global de edificación, denominado Índice de Vulnerabilidad. No se pueden sumar directamente los diferentes valores de las diferentes variables, pues el aporte de cada variable al comportamiento global de la edificación es distinto, incluso dependiente del tipo de amenaza.

Por lo tanto, es necesario realizar una suma ponderada del valor de cada variable, dependiendo del grado de importancia de dicha variable, dentro del comportamiento global estructural, como se describe en los siguientes apartados.

Tabla 7. Variables e Indicador Físico estructurales de edificaciones urbanas

VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN IMPORTANCIA DE LA VARIABLE E INDICADOR
Sistema estructural	Hormigón armado Estructura metálica Estructura de madera Estructura de caña Estructura de pared portante Mixta madera / hormigón Mixta metálica / hormigón	El tipo de sistema resistente estructural es la variable básica a considerarse, que proporciona la información mínima necesaria para iniciar el análisis. Las edificaciones de hormigón armado se consideran menos vulnerables que las de madera, pared portante o mixtas.
Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo Pared de bloque Pared de piedra Pared de adobe Pared de tapia/bahareque/madera	El tipo de material de paredes define por un lado si la estructura es de paredes portantes o si mas bien obedece a tipologías menos vulnerables.
Tipo de cubierta	Cubierta metálica Losa de hormigón armado Vigas de madera y zinc Caña y zinc Vigas de madera y teja	La cubierta de una estructura no solo proporciona confinamiento al sistema estructural sino califica la debilidad de la misma frente a eventos adversos externos.
Entrepisos	Losa hormigón armado Vigas y entramado madera Entramado de madera / caña Entramado metálico Entramado hormigón / metálico	El sistema de entrepisos confina el resto de elementos estructurales y proporciona resistencia ante cierto tipo de fallas. Son menos vulnerables los de hormigón armado que los de madera, caña o mixtas.
Número de pisos	1 piso 2 pisos 3 pisos 4 pisos 5 pisos o mas	Si la estructura es más alta, típicamente es más vulnerable que las de un piso pues requiere mayores esfuerzos y cuidados para presentar un buen comportamiento.
Año de construcción	antes de 1970 entre 1971 y 1980 entre 1981 y 1990 entre 1991 y 2010	El año de construcción está asociado con la resistencia de códigos de construcción apropiados (inexistentes antes de 1970) e inadecuadamente aplicados (antes 1980)
Estado de conservación	Bueno Aceptable Regular Malo	El grado de conservación califica el posible deterioro de las propiedades mecánicas de los materiales y de su resistencia a las amenazas.
Características del suelo	Firme, seco Inundable Ciénaga Húmedo, blando, relleno	El suelo donde está construida es susceptible de facilitar que la amenaza afecte a la edificación. Suelo firme y seco implica menor vulnerabilidad que húmedo.
Topografía del sitio	A nivel, terreno plano Bajo nivel de calzada Sobre nivel de calzada Terreno accidentado, ladera Escarpe positivo o negativo	Si el terreno donde esta construida es escarpado genera vulnerabilidades en la edificación, mientras que el terreno a nivel disminuye la vulnerabilidad.
Forma de la construcción	Regular Irregular Irregularidad severa	Una forma regular presenta menos vulnerabilidad que una forma irregular para algunas amenazas.

Fuente: Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal. Quito.

2.2.8.2.2. Parámetros que califica el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

a) Sistema Estructural.

- La calificación es 0 cuando la tipología predominante de la estructura es: hormigón armado.
- La calificación es 1 cuando la tipología predominante de la estructura es: estructura metálica, estructura de madera o mixta metálica / hormigón.
- La calificación es 5 cuando la tipología predominante de la estructura es: estructura de pared portante o mixta (madera / hormigón).
- La calificación es 10 cuando no se ha encontrado viviendas con estructura de caña.

b) Tipo de Material en Paredes.

- La calificación es 1 cuando el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación es: pared de ladrillo, pared de bloque.
- La calificación es 5 cuando el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación es: pared de tapia/bahareque/madera
- La calificación es 10 cuando el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación es: pared de piedra, pared de adobe.

c) Tipo de Cubierta.

- La calificación es 0 cuando el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación es: hormigón armado.
- La calificación es 5 cuando el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación es: cubierta metálica, viga de madera y zinc, viga de madera y teja
- La calificación es 10 cuando el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación es: caña y zinc.

d) Sistema de Entrepiso.

- La calificación es 0 cuando el sistema de entrepiso es: hormigón armado.
- La calificación es 1 cuando el sistema de entrepiso es: entramado metálico.
- La calificación es 5 cuando el sistema de entrepiso es: vigas y entramado de madera.
- La calificación es 10 cuando el sistema de entrepiso es: entramado de madera/caña.

e) Número de Pisos.

- La calificación es 0 cuando el número de pisos de la edificación es: 1 piso.
- La calificación es 1 cuando el número de pisos de la edificación es: 2 piso.
- La calificación es 5 cuando el número de pisos de la edificación es: 3 piso.
- La calificación es 10 cuando el número de pisos de la edificación es: 4 piso, 5 pisos o más.

f) Año de Construcción.

- La calificación es 0 cuando los años de construcción de la edificación es: entre 1991 y 2013.
- La calificación es 1 cuando los años de construcción de la edificación es: entre 1981 y 1990.
- La calificación es 5 cuando los años de construcción de la edificación es: entre 1971 y 1980.
- La calificación es 10 cuando los años de construcción de la edificación es: antes de 1970.

g) Estado de Conservación.

- La calificación es 0 cuando el grado de deterioro de la edificación es: buena.
- La calificación es cuando el grado de deterioro de la edificación es: aceptable.
- La calificación es 5 cuando el grado de deterioro de la edificación es: regular.
- La calificación es 10 cuando el grado de deterioro de la edificación es: malo.

h) Características del Suelo Bajo la Edificación.

- La calificación es 0 cuando el tipo de terreno es: firme y seco.
- La calificación es 5 cuando el tipo de terreno es: ciénaga.
- La calificación es 10 cuando el tipo de terreno es: húmedo, blando, relleno.

i) Topografía del Sitio

- La calificación es 0 cuando la topografía del sitio de construcción de la edificación es: a nivel, terreno plano, sobre nivel calzada.
- La calificación es 5 cuando la topografía del sitio de construcción de la edificación es: bajo nivel calzada.
- La calificación es 10 cuando la topografía del sitio de construcción de la edificación es: escarpe positivo o negativo.

j) Forma de la Construcción.

- La calificación es 0 cuando hay la presencia de irregularidades en la edificación es: regular.
- La calificación es 5 cuando hay la presencia de irregularidades en la edificación es: irregular.
- La calificación es 10 cuando hay la presencia de irregularidades en la edificación es: irregularidad severa.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

3.1. TIPO DE ESTUDIO.

3.1.1. Métodos

Método Inductivo.- Se recopilará la información primaria y secundaria a través de observaciones de campo, ensayos no destructivos en elementos estructurales y se categorizan las variables observadas.

Método Bibliográfico.- Se determina las fuentes más importantes que proporcionen información y documentación como: normas de construcción, especificaciones técnicas, libros, planos, entre otros.

3.1.2. Instrumentos

Fichas o guía de Observación.- Son fichas que serán utilizadas para registrar datos de mediciones y de ensayos no destructivos en elementos estructurales in situ.

Encuesta-Entrevista.- Se realizaron encuestas y entrevistas a los propietarios de las viviendas, para determinar la vulnerabilidad de las viviendas y categorizar según su magnitud.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. Población

La presente investigación va dirigida por el total de viviendas del barrio “San Miguel de Tapi” de la Ciudad de Riobamba, siendo 270 viviendas contabilizadas en el periodo de investigación.

3.2.2. Muestra

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

En donde,

N= Tamaño de la Población

Z_α= Nivel de Confianza

p= Probabilidad de éxito, o proporción esperada

q= Probabilidad de Fracaso

d= Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Cálculo:

N=	Total de viviendas	270
Z_α=	Nivel de Confianza	1.962
p=	Probabilidad de éxito	0.60
q=	Probabilidad de fracaso	0.40
d=	Error máximo admisible	0.035

$$n = \frac{270 * 1,962^2 * 0,60 * 0,40}{0,035^2 * (270 - 1) + 1,962^2 * 0,60 * 0,40} = 199.01 \approx \mathbf{200 \text{ viviendas}}$$

Se requeriría evaluar a no menos de 200 viviendas en total, para poder tener una seguridad del 95%.

3.2.3. Tipo de Muestra

- Aleatorio Simple.

Se realizara en las viviendas donde el propietario acceda a la información y evaluación.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tanto la variable independiente como la dependiente, fueron operadas siguiendo el orden establecido en la siguiente Tabla.

Tabla 8. Variables Dependientes e Independientes

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE
Las estructuras de las viviendas del barrio San Miguel de Tapi de la ciudad de Riobamba.	Estructuras de concreto reforzado	Viviendas construidas de concreto reforzado	Número de viviendas construidas de concreto reforzado.
	Estructuras de acero.	Viviendas construidas en acero.	Número de viviendas construidas en acero.
	Estructuras mixtas	Viviendas construidas con diferentes tipos de materiales.	Número de viviendas construidas con diferentes tipos de materiales.
	Estructuras de madera.	Viviendas construidas en madera.	Número de viviendas construidas en madera.
	Medias Aguas	Medias aguas construidas	Número de medias aguas construidas
Índice de Vulnerabilidad Sísmica según el Método Italiano de las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO ITALIANO	1. Organización del sistema resistente.	¿Cómo se encuentra constituido el sistema estructural las viviendas?
		2. Calidad del sistema resistente.	¿Los materiales y/o proceso constructivo fueron de calidad?
		3. Resistencia convencional.	¿Las secciones de los elementos estructurales cumplen normas de construcción?
		4. Posición del edificio y cimentación.	¿Las características del suelo donde se encuentra asentada la vivienda son adecuadas?
		5. Losas.	¿Existe adecuada conexión entre los elementos verticales?
		6. Configuración en planta.	¿Presenta irregularidad la geometría de la vivienda?
		7. Configuración en elevación.	¿La distribución de masas es adecuada según la altura de la vivienda?
		8. Conexión elementos críticos.	¿Existe correcta unión viga-columna?
		9. Elementos de baja ductilidad.	¿Se observa columnas cortas en la vivienda?
		10. Elementos no estructurales.	¿Los elementos no estructurales son estables y/o inestables?
		11. Estado de conservación.	¿Cuál es el estado de conservación de la vivienda?

Índice de Vulnerabilidad Sísmica según el Método SNGR del Barrio San Miguel de Tapi	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO SECRETARÍA NACIONAL DE RIESGOS (SNGR)	1. Sistema estructural.	¿Cuál es la tipología estructural predominante en la edificación?
		2. Tipo de material en paredes.	¿Qué material predomina en la mampostería de la vivienda?
		3. Tipo de cubierta.	¿Qué material es utilizado como sistema de cubierta?
		4. Sistema de entrepisos.	¿Qué material es utilizado para el sistema de pisos?
		5. Número de pisos	¿Cuántos niveles tiene la vivienda?
		6. Años de construcción.	¿Cuántos años de construcción tiene la vivienda?
		7. Estado de conservación.	¿Cuál es el grado de deterioro de la vivienda?
		8. Características del suelo Bajo edificación.	¿Cómo es la característica del suelo sobre la cual se sienta la edificación?
		9. Topografía del sitio.	¿Cómo es la topografía donde se encuentra ubicada la vivienda?
		10. Forma de la construcción.	¿Existe irregularidad en la vivienda?

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1. Planificación.

Para el desarrollo de esta investigación se procede con la contabilización y clasificación de todas las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi.

3.4.1.1. Datos de Viviendas Contabilizadas y Clasificadas del Barrio San Miguel de Tapi.

Tabla 9. Contabilización de viviendas del Barrio San Miguel de Tapi

Tipo de Vivienda	Número de Viviendas
Media Aguas	69
Hormigón	196
Mixtas (hormigón/madera; hormigón/acero; madera/adobe)	5
TOTAL	270

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.1.2. Muestreo de Edificaciones en Estudio.

En base al conteo de viviendas del Barrio San Miguel de Tapi, se procede a sacar una muestra las mismas que serán evaluadas por el método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y el Método Italiano.

3.4.1.2.1. Muestra de Viviendas Para Evaluación con el Método Italiano.

Se analizará mediante este método las viviendas de cuyos elementos estructurales sean de hormigón. Se requeriría evaluar a no menos de 156 viviendas en total, para poder tener una seguridad del 95%.

$$n = \frac{196 * 1,962^2 * 0,60 * 0,40}{0,035^2 * (196 - 1) + 1,962^2 * 0,60 * 0,40} = 155.73 \approx \mathbf{156 \text{ viviendas}}$$

3.4.1.2.2. Muestra de Viviendas Para Evaluación Con el Método de la SNGR.

Se analizara mediante este método las viviendas de tipo Media Aguas, de Hormigón y Mixtas. Se requeriría evaluar a no menos de 200 viviendas en total, para poder tener una seguridad del 95%.

3.4.1.3. Pruebas de Interrogación o Encuestas

Uno de los mecanismos para saber los años de construcción de la vivienda, si existen planos y estudios aprobados por la municipalidad, o si se contó con el asesoramiento de un profesional, se levantó información en base a una encuesta a los propietarios de vivienda.

3.4.2. Pruebas de Campo

3.4.2.1. Levantamiento Planimétrico.

Determinación del área a ser intervenida mediante el Levantamiento Planimétrico con equipo de topografía a nivel predial de las viviendas del barrio Miguel de Tapi.

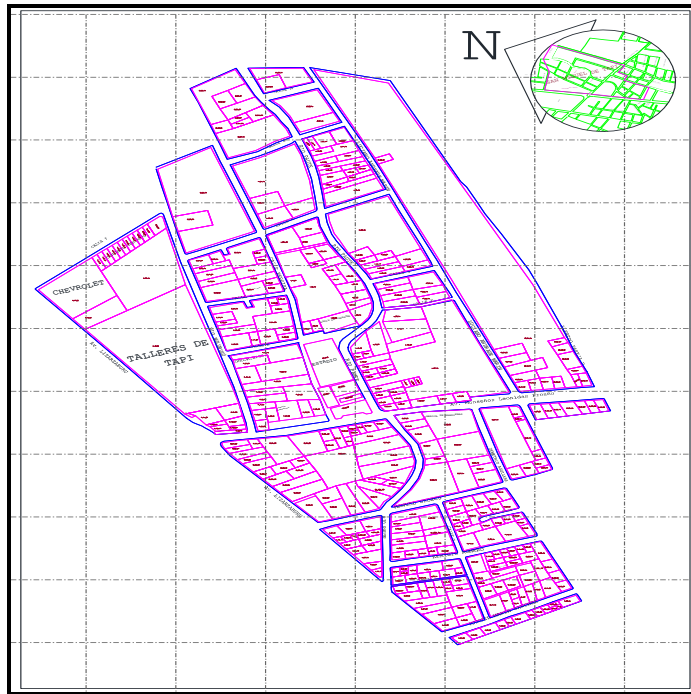


Gráfico 16. Plano Catastral del Barrio San Miguel de Tapi

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha



Gráfico 17. Ubicación de puntos base y levantamiento topográfico

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.2.2. Inspección.

Se realizó un análisis visual y fotográfico para establecer el estado de conservación de la vivienda, sistema estructural, tipo de material en paredes y cubierta, sistema de entrepisos, número de pisos, características del suelo, topografía, forma de construcción y confinamiento del hormigón.



Gráfico 18. Estado de Conservación

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha



Gráfico 19 . Confinamiento del Concreto.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.3. Medición en Sitio

3.4.3.1. Medición de los Elementos Estructurales

Serán medidos y ubicados los elementos estructurales que estén visible tales como losa, columnas y vigas, teniendo en cuenta el recubrimiento de los mismos, además se medirá la altura de entrepiso, detalles de gradas, ubicación de ventanas y ancho de mamposterías.



Gráfico 20. Ubicación de ventanas y ancho de mampostería

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha



Gráfico 21. Ubicación de elementos estructurales y detalle de gradas

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.3.2. Distribución de Aceros.

Se ubicara, contabilizara e identificara el diámetro del acero de refuerzo empleado en los elementos estructurales, además se verificara las condiciones físicas que se encuentre.



Gráfico 22. Acero Liso y Oxidado

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.3.3. Ensayo Esclerométricos en Elementos Estructurales.

Serán ensayados losas y columnas para determinar la resistencia del hormigón. Para lo cual se emplea la normativa **ASTM C 805-97**.

3.4.3.3.1. Equipos y Materiales

- ✓ Martillo de rebote (esclerómetro)



Gráfico 23. Equipo que sirve para realizar ensayo de hormigón endurecido.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- ✓ Piedra abrasiva o de carborundo

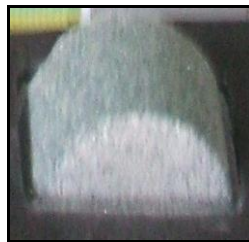


Gráfico 24. Piedra abrasiva

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Se constituye de un material de textura de grano medio, sirve para limpiar y uniformizar la superficie de ensayo.

- ✓ Yunque de prueba o calibración



Gráfico 25. Calibrador

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Sirve para verificar la calibración del esclerómetro, se debe colocar este yunque en una superficie horizontal y se realiza el ensayo esclerométricos, el resultado de esto tiene que dar un valor de 78 a 82 de valor de rebote.

3.4.3.3.2. Procedimiento

- ✓ Seleccionar el área de ensayo.



Gráfico 26. Área a ensayar

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- ✓ Preparamos la superficie donde limpiamos con la piedra de carborundo para eliminar todas las impurezas que quedan en la superficie.



Gráfico 27. Elementos estructurales a ensayar

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- ✓ Presionamos la cabeza de émbolo perpendicular a la superficie que se va ensayar hasta que el martillo interno sea expulsado.



Gráfico 28. Proceso de ensayo esclerométricos

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- ✓ Presionamos igualmente hasta que de un rebote el martillo interno



Gráfico 29. Proceso de ensayo con el esclerómetro

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- ✓ Luego presionamos el botón para observar cuanto alcanzó el rebote.



Gráfico 30. Lectura de esclerómetro.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- ✓ Donde observamos el cuadro para determinar la resistencia del hormigón y anotamos en el cuadro.



Gráfico 31. Lectura del rebote

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4. Recopilación de Documentación

Una vez conocida y levantada la información de las viviendas es necesario conocer el índice de vulnerabilidad de las viviendas.

3.4.4.1. Hojas de Ubicación de las Viviendas.

Es necesario identificar las viviendas mediante una hoja de ubicación, la misma que consta un croquis de ubicación, y fotografías con los detalles más sobresalientes de la vivienda.

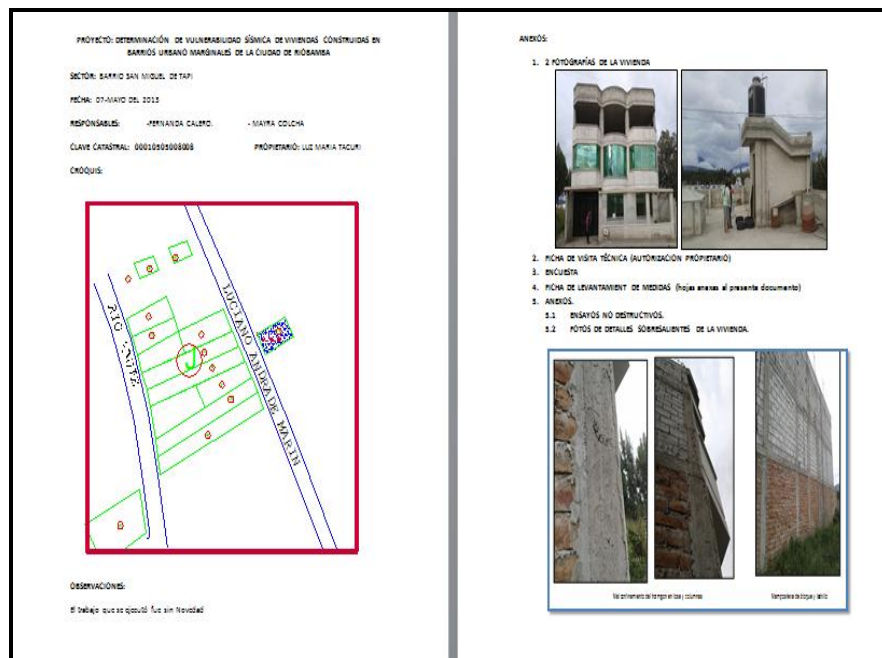


Gráfico 32. Ejemplo de Hoja de Ubicación – Vivienda M_16_3P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4.2. Cálculo e Interpretación de Ensayos Esclerométricos.

Se realiza una tabla con las lecturas del esclerómetro, encontramos el promedio de 10 lecturas tomadas en campo y determinamos la resistencia del hormigón de losa y columna.

INSTITUCION:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EL BARRIO SAN MIGUEL DE TAPI DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE	Fernanda Calero Mayra Colcha	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa Columna	ANGULO DE DISPARO:	0-90° 0° 10
UBICACIÓN:	LUCIANO ANDRADE MARIN (MZ-J-8) ENTRE CALLE B Y CALLE C		NUMERO DE DATOS:		
BARRIO:	San Miguel de Tapi	PROPIETARIO:	Luz María Tacuri		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA (25 x 30) cm			LOSA (20) cm	
1	35			20	
2	28			19	
3	33			21	
4	35			20	
5	29			20	
6	33			21	
7	36			22	
8	37			21	
9	31			20	
10	35			22	
PROMEDIO	33			21	
RESISTENCIA f_c (kg/cm ²)	250.00			135.00	
Nota:					

Gráfico 33. Ejemplo de Resultados de Ensayos Esclerométricos - Vivienda M_16_3P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha.

R	α = -9°	α = -45°	α = 0°	α = +45°	α = +90°
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	140	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	105
26	198	185	158	115	120
27	210	200	165	130	138
28	220	210	180	140	145
29	238	220	190	150	158
30	250	238	210	170	165
31	260	250	220	180	170
32	280	265	238	190	190
33	290	280	250	210	200
34	310	290	260	220	218
35	320	310	280	238	230
36	340	320	290	250	245
37	350	340	320	265	260
38	370	350	330	280	280
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Over 600	Over 600	580	550	530
55	Over 600	Over 600	600	570	550

Gráfico 34. Tabla de resistencia del concreto.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4.3. Geometría de Viviendas.

Se requiere la geometría de la vivienda en la misma estará ubicada áreas de aberturas, ubicación de gradas e irregularidad de vivienda.

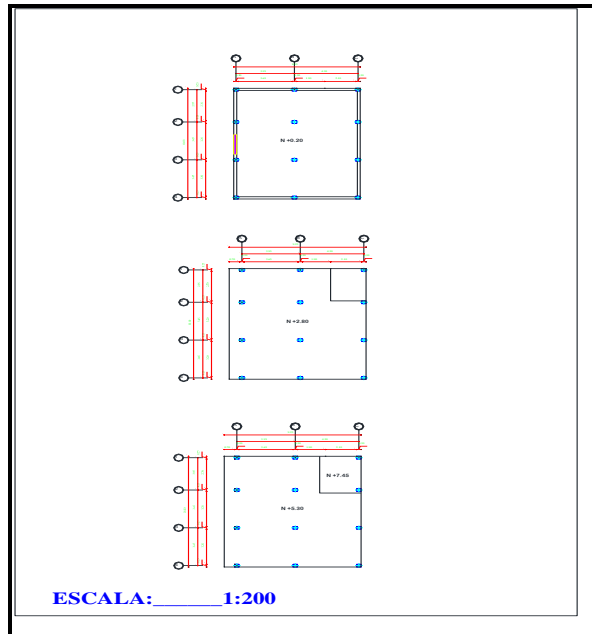


Gráfico 35. Ejemplo de Geometría de Vivienda - Vivienda E_06_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4.4. Elaboración de Planos Estructurales.

En base a la ubicación y diámetros del acero de refuerzo empleado en la vivienda, se requiere elaborar planos estructurales. (Ver Anexo VIII).

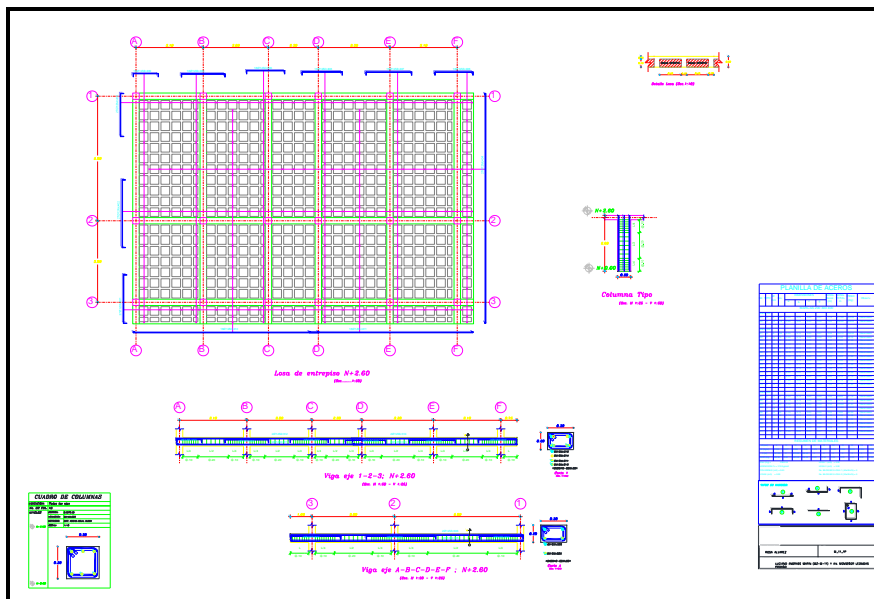


Gráfico 36. Ejemplo Plano Estructural Vivienda M_11_1P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4.5. Evaluación del Índice de Vulnerabilidad de las Viviendas.

3.4.4.5.1. Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Se evalúa las viviendas tipo medias aguas, de hormigón y mixtas, utilizamos aleatoriamente la vivienda M_16_3P para demostrar el proceso de evaluación, la misma que estará registrada en una tabla de evaluación y/o resultados.

3.4.4.5.1.1. Parámetros que califica el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – Ejemplo vivienda M_16_3P.

a) Sistema Estructural

Describe la tipología estructural predominante en la edificación

Se Considera los siguientes indicadores:

Si es de Hormigón Armado, amenaza sísmica será 0.

Si es de Estructura Metálica, amenaza sísmica será 1

Si es de Estructura de Madera, mixta metálica/ hormigón, amenaza sísmica será 1

Si es de Estructura de Caña, amenaza sísmica será 10

Si es de Estructura de Pared Portante, si es Mixta madera/ hormigón, amenaza sísmica será amenaza sísmica será 5

La calificación en este parámetro para la vivienda es 0 porque la tipología estructural es Hormigón Armado.



Gráfico 37. Vivienda - M_16_3P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

b) Tipo de Material en Paredes

Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación.

Se Considera los siguientes indicadores:

Si la Pared es de ladrillo, amenaza sísmica será 1

Si la Pared es de bloque, amenaza sísmica será 1

Si la Pared es de piedra, amenaza sísmica será 10

Si la Pared es de adobe, amenaza sísmica será 10

Si la Pared es de tapial / bahareque / madera, amenaza sísmica será 5

La calificación en este parámetro para la vivienda es 1 porque el material predominante utilizado en las paredes de la edificación es Bloque/Ladrillo



Gráfico 38. Mampostería de Bloque

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

c) Tipo de Cubierta

Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación.

Se Considera los siguientes indicadores:

Si la cubierta es metálica, amenaza sísmica será 5

Si la cubierta es Losa de hormigón armado, amenaza sísmica será 0

Si la cubierta es Viga de madera y zinc, amenaza sísmica será 5

Si la cubierta es Caña y zinc, amenaza sísmica será 10

Si la cubierta es Viga de madera y teja, amenaza sísmica será 5

La calificación en este parámetro para la vivienda es 0, porque el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación es Losa de Hormigón Armado.



Gráfico 39. Tipo de Cubierta - Losa de Hormigón Armado

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

d) Sistema de Entrepiso

Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta

Se Considera los siguientes indicadores:

Si el sistema de entrepiso es Losa de hormigón armado, amenaza sísmica será 0

Si el sistema de entrepiso es Vigas y entramado de madera, amenaza sísmica será 5

Si el sistema de entrepiso es Vigas y entramado madera/caña, amenaza sísmica 10

Si el sistema de entrepiso es Entramado metálico, amenaza sísmica será 1

Si el sistema de entrepiso es Entramado hormigón, metálico, amenaza sísmica será 1

La calificación en este parámetro para la vivienda es 0, porque el tipo de material utilizado para el sistema de pisos es Losa de Hormigón Armado.



Gráfico 40. Sistema de pisos - Losa de Hormigón Armado

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

e) Número de Pisos

Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento

Se Considera los siguientes indicadores:

Si es de 1 piso, amenaza sísmica será 0

Si es de 2 pisos, amenaza sísmica será 1

Si es de 3 pisos, amenaza sísmica será 5

Si es de 4 pisos, amenaza sísmica será 10

Si es de 5 pisos o más, amenaza sísmica será 5

La calificación en este parámetro para la vivienda es 5, porque es de 3 pisos.



Gráfico 41. Número de pisos de la vivienda – 3 pisos

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

f) Año de Construcción

Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra amenaza.

Se Considera los siguientes indicadores:

Antes de 1970, amenaza sísmica será 10

Entre 1971 y 1980, amenaza sísmica será 5

Entre 1981 y 1990, amenaza sísmica será 1

Entre 1991 y 2013, amenaza sísmica será 0

La calificación en este parámetro para la vivienda es 0, porque vivienda tiene 5 años de construcción es decir pertenece al periodo de 1991 y 2013.

g) Estado de Conservación

El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación

Se Considera los siguientes indicadores:

Si es buena, amenaza sísmica será 0

Si es aceptable, amenaza sísmica será 1

Si es regular, amenaza sísmica será 5

Si es malo, amenaza sísmica será 10

La calificación en este parámetro para la vivienda es 1, porque el grado de deterioro de la vivienda es aceptable.



Gráfico 42. Estado de conservación

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

h) Características de suelo bajo la edificación

El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física

Se Considera los siguientes indicadores:

Si es Firme, seco, amenaza sísmica será 0

Si es Inundable, amenaza sísmica será 1

Si es Ciénega, amenaza sísmica será 5

Si es Húmedo, blando, relleno, amenaza sísmica será 10

La calificación en este parámetro para la vivienda es 10, porque el tipo de terreno es húmedo, blando, relleno y según lo establecido por el mapa de zonificación de suelos de la ciudad de Riobamba.

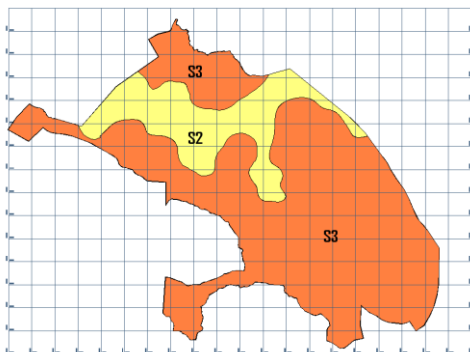


Gráfico 43. Mapa de Zonificación Sísmica de los Suelos de la ciudad de Riobamba (2007).

Fuente: Microzonificación Sísmica de los Suelos de la Ciudad de Riobamba-Ecuador

i) Topografía del Sitio

La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza.

Se consideran los siguientes indicadores:

Si es A nivel, terreno plano, amenaza sísmica será 0

Si es Bajo nivel calzada, amenaza sísmica será 5

Si es Sobre nivel calzada, amenaza sísmica será 0

Si es Escarpe positivo o negativo, amenaza sísmica será 10

La calificación en este parámetro para la vivienda es 0, porque la topografía del sitio de construcción de la edificación es nivel y terreno plano.



Gráfico 44. Topografía del Sitio

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

j) Forma de Construcción

La presencia de irregularidad en la edificación genera vulnerabilidades

Si es regular, amenaza sísmica será 0

Si es irregular, amenaza sísmica será 5

Si es irregularidad severa, amenaza sísmica será 10

La calificación en este parámetro para la vivienda es 0, porque la vivienda presenta características regulares.

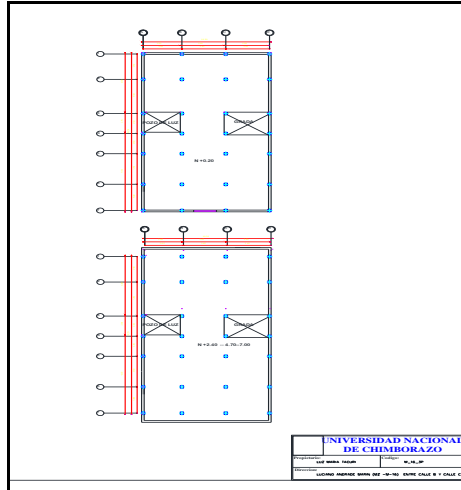


Gráfico 45. Regularidad de la vivienda – M_16_3P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4.5.1.2. Resultado de Vulnerabilidad de la vivienda M_16_3P según el Método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.

Se clasifica en base a la siguiente tabla:

Tabla 10. Calificación Método SNGR

CALIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
0 – 33	Seguras / Vulnerabilidad Baja
33 – 66	Vulnerabilidad Media
>66	Vulnerabilidad Alta

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Al finaliza el análisis de los 10 parámetros se obtiene la vulnerabilidad de la vivienda, se multiplica la calificación del parámetro por el valor de ponderación establecido, para este ejemplo el índice de vulnerabilidad es BAJA con un valor de 14.20 el que es la suma total de la multiplicación.

Tabla 11. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método SNGR – Vivienda M_16_3P

METODO SECRETARIA NACIONAL DE GESTION DE RIESGO				
Ficha de evaluación del índice de vulnerabilidad Físico estructurales de edificaciones urbanas				
DIRECCION:	RIO PAUTE (MZ-M-16) ENTRE CALLE B Y CALLE C		FECHA:	09-may-13
PROPIETARIO:	Luz María Tacurí	CODIGO: M_16_3P	No:	24
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION DE LA VARIABLE Y USO DE LA INFORMACION	INDICADORES CONSIDERADOS	AMENAZA SISMICA	CALIFICACION
Sistema Estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación	Hormigon Armado	0	0
		Estructura Metalica	1	
		Estructura de Madera	1	
		Estructura de Caña	10	
		Estructura de Pared Portante	5	
		Mixta madera/ hormigon	5	
		Mixta metalica/ hormigon	1	
Tipo de Material en Paredes	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación	Pared de ladrillo	1	1
		Pared de bloque	1	
		Pared de piedra	10	
		Pared de adobe	10	
		Pared de tapia / bahareque / madera	5	
Tipo de Cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación	Cubierta metálica	5	0
		Losa de hormigon armado	0	
		Viga de madera y zinc	5	
		Caña y zinc	10	
		Viga de madera y teja	5	
Sistema de Entrepiso	Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta	Losa de hormigon armado	0	0
		Vigas y entramado de madera	5	
		Entramado madera/ caña	10	
		Entramado metalico	1	
		Entramado hormigon, metalico	1	
Numero de pisos	Se considera el numero de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento	1 piso	0	5
		2 pisos	1	
		3 pisos	5	
		4 pisos	10	
		5 pisos o más	1	
Año de Construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra amenaza	antes de 1970	10	0
		entre 1971 y 1980	5	
		entre 1981 y 1990	1	
		entre 1991 y 2013	0	
Estado de Conservacion	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación	buena	0	1
		aceptable	1	
		regular	5	
		malo	10	
Características de suelo bajo la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física	Firme, seco	0	10
		Inundable	1	
		Ciénaga	5	
		Húmedo, blando, relleno	10	
Topografía del Sitio	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza	A nivel, terreno plano	0	0
		Bajo nivel calzada	5	
		Sobre nivel calzada	0	
		Escarpe positivo o negativo	10	
La presencia de irregularidad en la edificación genera vulnerabilidades		Regular	0	0
		Irregular	5	
		Irregularida severa	10	
			TOTAL	17

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Tabla 12. Ficha de Calificación del Método SNGR – Vivienda M_16_3P

METODO SNGR			
NOMBRE:	Luz Maria Tcuri		
BARRIO	San Miguel de Tapi		
INDICES DE VULNERABILIDAD PARA AMENAZA SISMICA			
Variable	Calificacion	Ponderacion	VALOR
Sistema Estructural	0	1.20	0.00
Material de Paredes	1	1.20	1.20
Tipo de Cubierta	0	1.00	0.00
Tipo de Entrepiso	0	1.00	0.00
Numero de pisos	5	0.80	4.00
Año de construcción	0	1.00	0.00
Estado de conservación	1	1.00	1.00
Caracteristica suelo bajo edificacion	10	0.80	8.00
Topografia del sitio	0	0.80	0.00
Forma de la construccion	0	1.20	0.00
			14.20

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha.

3.4.4.5.2. Método Italiano.

Se considera once parámetros, que pueden ser de tipo A, B, C.

Tabla 13. Parámetros considerados en la Metodología Italiana.

PARÁMETRO	Clase Ki			Wi
	A	B	C	
1. Organización del Sistema Resistente	0	6	12	1.00
2. Calidad del Sistema Resistente	0	6	12	0.50
3. Resistencia Convencional	0	11	22	1.00
4. Posición del Edificio y cimentación	0	2	4	0.50
5. Losas	0	3	6	1.00
6. Configuración en planta	0	3	6	0.50
7. Configuración en elevación	0	3	6	1.00
8. Conexión elementos críticos	0	3	6	0.75
9. Elementos de baja ductilidad	0	3	6	1.00
10. Elementos no estructurales	0	4	10	0.25
11. Estado de Conservación	0	10	20	1.00

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Se evalúa las viviendas de hormigón, utilizamos la vivienda M_16_3P para demostrar el proceso de evaluación.

3.4.4.5.2.1. Parámetros que califica el Método Italiano – Ejemplo vivienda M_16_3P.

a) Organización del Sistema Resistente

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase A, con calificación 0, porque cumple con los siguientes requisitos:


i. Vivienda con mampostería de ladrillos o bloques de hormigón - "CLASE A".

i. Vivienda con mampostería de ladrillos, bloques de hormigón o piedra bien cortada unida con mortero de buena calidad									
Mampostería de:	Ladrillo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bloque	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>		APLICA	<input checked="" type="checkbox"/>
Calidad de mortero:	Regular	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Muy Buena	<input type="checkbox"/>		N/A	<input type="checkbox"/>

La mampostería de la vivienda es de ladrillo y la calidad del mortero es regular, por lo tanto aplica.

ii. Huecos en paneles (mampostería).

ii. Huecos en paneles (mampostería)			
L=	2,20	m	b= 0,20 m
d=	3,20	m	
n=	1,20	m	
m=	1,60	m	
$m * n \leq 0.3 * L * d$			
1,92	<	2,11	→ CLASE A



Analizamos huecos en mampostería, ingresamos valores de L = altura de entresijos, d= distancia entre caras de columnas, n= altura de ventana, m= ancho de ventana, b=ancho de mampostería; se comprueba la fórmula, por lo tanto aplica.

iii. Relación altura - espesor de la mampostería.

iii. Relación altura - espesor de la mampostería			
$\frac{L}{b} \leq 20$	11	<	20 → CLASE A

Se comprueba la fórmula por lo tanto aplica.

iv. Separación entre mampostería y viga superior no más de 1 cm.

iv. Separación entre mampostería y viga superior no más de 1 cm:			
SI	<input type="checkbox"/>	OTRA CLASE	
NO	<input checked="" type="checkbox"/>	CLASE A	

La separación entre mampostería y viga superior no es más de 1cm por lo tanto aplica.

v. Mampostería no sobresalga al filo extremo del pórtico.

v. Mampostería no sobresalga al filo extremo del pórtico

$$s \leq 0.2 * b$$

s=	0	cm
b=	20	cm

0 ≤ 4 → CLASE A

Ingresamos el valor de s= ancho de mampostería que sobresale el pórtico y b= ancho de mampostería, comprobamos la formula $s \leq 0.3 * b$, la misma que cumple por lo tanto aplica.

vi. Confinamiento mampostería.

vi. Confinamiento de la mampostería

$$A_c \geq 25 b$$

Columna		
x=	25	cm
y=	30	cm
Ac=	750	cm ²

b=	20	cm
----	----	----

750 ≥ 500 → CLASE A

Ingresamos bc/ac = sección de columna, comprobamos Ac =área de columna que sea mayor a 750 por lo tanto aplica.

Tabla 14. Resumen Parámetro #1 – Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
1. Organización del sistema resistente			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	OK	0	0
ii.	OK	0	
iii.	OK	0	
iv.	OK	0	
v.	OK	0	
vi.	OK	0	
vii.	0	0	
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

b) **Calidad del Sistema Resistente**

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase A, con calificación 0, porque cumple con los siguientes requisitos:

i. Resistencia del Hormigón.

i. Resistencia del Hormigón				APLICA	OK
Medida esclerómetro	250	Kg/cm ²		N/A	
Kg/cm ²	>	Kg/cm ²	→	CLASE A	
250		210			

Ingresamos la resistencia del hormigón obtenida en los elementos estructurales Se realiza la comprobación de 250 Kg/cm² es mayor a 210 Kg/cm² por lo tanto aplica.

ii. No hay zonas de hormiguero.

ii. No hay zonas de Hormiguero				APLICA	OK
Si				N/A	
No	X				

Se confirma que no existen zonas de hormiguero en la estructura por lo tanto aplica.

iii. Acero corrugado y no visible.

iii. Acero Corrugado y no visibles				APLICA	OK
Si	X			N/A	
No					

Se afirma que el acero es corrugado no es visible, por lo tanto aplica.

iv. Calidad de Mampostería y Mortero.

iv. Calidad de Mampostería y mortero				APLICA	OK
Elementos compactos				N/A	
Si	X				
No					
Buena Calidad mortero					
Si	X				
No					

Se afirma que los elementos estructurales son compactos y que existe buena calidad del mortero, por lo tanto aplica.

Tabla 15. Resumen Parámetro #2 – Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
2.- Calidad del Sistema Resistente			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	OK	0	0
ii.	OK		0
iii.	OK		0
iv.	OK		0
v.	OK		0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

c) **Calidad de la Resistencia Convencional**

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase A, con calificación 0.

Determinar Cortante Actuante (V_s)

Se calcula el Cortante Basal mínimo V_0 con de la ecuación:

$$V_0 = \frac{Z I C}{R \phi_p \phi_e} W$$

Dónde:

Z= Factor de zonificación sísmica

I= Coeficiente de Importancia

C= Coeficiente de análisis.

W= Peso total reactivo (se calcula únicamente con la carga muerta).

R= Factor de reducción de las fuerzas sísmicas

ϕ_p y ϕ_e = Son los factores que toman en cuenta las irregularidades en planta y elevación, respectivamente.

Determinar Cortante Resistente (V_R)

$$V_R = A \times \tau$$

Dónde:

A= Área de las secciones transversales de los elementos resistentes.

τ = Es el esfuerzo de Corte.

Determinar la Resistencia Convencional (α)

La resistencia convencional está definida por la ecuación:

$$\alpha = \frac{V_R}{V_S}$$

Dónde:

V_R = Cortante Resistente

V_S = Cortante Actuante

Resistencia Convencional					
$\alpha = \frac{V_R}{V_S}$	Clase		Valor de α		OK
	A		$\alpha \geq 1.5$		
	B		$0.7 \leq \alpha < 1.5$		
	C		$\alpha < 0.7$		
$\alpha =$	2,39	CLASE A			

En este parámetro $\alpha = 2.39$ cumpliendo con la relación $\alpha \geq 1.5$, por lo tanto aplica.

Tabla 16. Resumen Parámetro #3 – Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
3.- Calidad de la Resistencia Convencional			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	OK	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

d) Posición del Edificio y Cimentación

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase B, con calificación 2.

Edificio que no clasifica como A o como C.					APLICA	OK
					N/A	

En este parámetro se analiza la consistencia y pendiente del terreno, diferencias entre cotas de cimentación y presencia de terraplenes no equilibrados simétricamente, por lo tanto la vivienda ejemplo de análisis no se encuentra sobre un suelo duro y topografía plana, se encuentra sobre un terreno de dureza intermedia (perfil de suelo S3 del CEC-2000), por lo tanto aplica como clase B.

Tabla 17. Resumen Parámetro #4 – Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
4.- Posición del Edificio y Cimentación			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	OK	
CLASE		2	

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

e) **Losas**

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase A, con calificación 0.

La losa de la vivienda analizada es losa rígida y tiene buenas conexiones con los elementos verticales.

Determinar áreas de aberturas en la losa, en este caso existe abertura de gradas y un poso de luz.

Losa rígida y bien conectada a elementos resistentes verticales						x	
Área de aberturas en la losa							
A1=	2	m	x	2.8	m	=	5.60
A2=	2	m	x	3.2	m	=	6.40
A3=		m	x		m	=	0.00
A4=		m	x		m	=	0.00
						Atotal (m2)=	12.00

Determinar área total de la losa.

Área Total de la Losa							
A1=	10.2	m	x	20	m	=	204
A2=		m	x		m	=	0
A3=		m	x		m	=	0
A4=		m	x		m	=	0
						APLICA	OK
						N/A	
					Alosa (m2)=	204	

Verificamos que área de aberturas debe ser menor al 30% del Área de la losa en planta.

El Área Aberturas < 30% Área de la Losa en planta							
12.00	<	61.2	→	CLASE A			

En este parámetro $12 < 61.2$ cumpliendo la relación, por lo tanto aplica.

Tabla 18. Resumen Parámetro #5 – Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
5.- Losas			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	OK	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

f) **Configuración en planta**

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase A, con calificación 0, ya que en la mayoría de parámetros clasifican como A.

Planta cuadrada				Clase A		
Planta rectangular o similar		X		Clase B	OK	
Plnta tipo T, L, U sin juntas				Clase C		

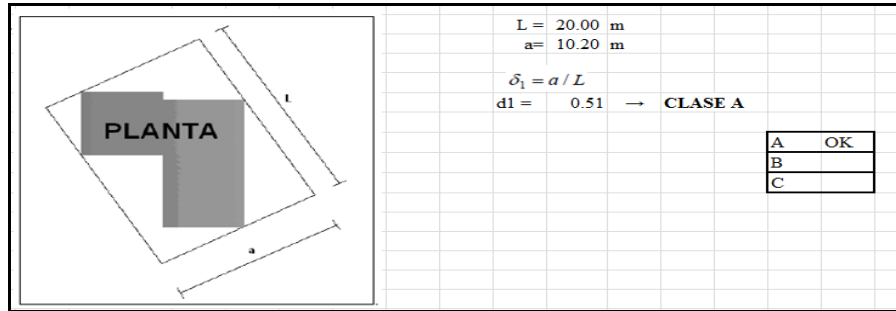
La planta es rectangular o similar, por lo tanto aplica como clase B.

i. Relación $\delta_1 = \frac{a}{L}$

Dónde:

a= lado menor del rectángulo que circunscribe al edificio en planta.

L= lado mayor del rectángulo que circunscribe al edificio en planta.



En este parámetro $\delta_1 > 0.4$, por lo tanto aplica como clase A.

ii. Centro de masa $\delta_2 = \frac{e}{d}$

Dónde:

e= excentricidad del edificio

d= dimensión menor en planta del edificio.

i. Centro de masa :	8.95	excentricidad (e) =	0.11	na		A	OK
		dim. men. planta (d) =	10.20	m		B	
						C	
		$\delta_2 = e / d$					
d2 =	0.01078	→	CLASE A				

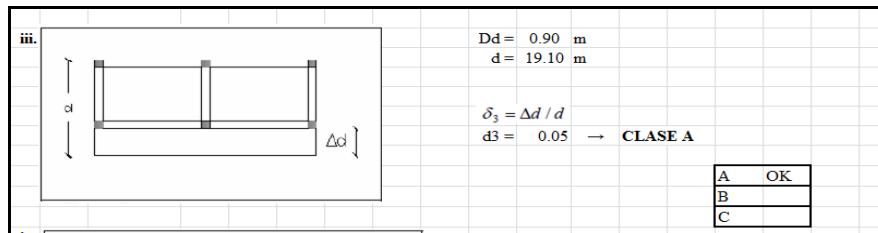
En este parámetro $\delta_2 > 0.2$, por lo tanto aplica como clase A.

iii. Relación $\delta_3 = \frac{\Delta d}{d}$

Dónde:

Δd = longitud del voladizo

d = longitud total en la dirección del voladizo.



En este parámetro $\delta_3 > 0.1$, por lo tanto aplica como clase A.

Tabla 19. Resumen Parámetro #6 – Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
Configuración en planta			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
		OK	
i.	OK	0	0
ii.	OK	0	0
iii.	OK	0	0
iv.	0	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

g) Configuración en elevación

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase C, con calificación 6.

i. Relación de T/H

Ingresar H= altura total del edificio y T que es la altura de entrepiso.

Relación de T/H

T = 2.20 m H = 7.00 m

T/H = 0.31

OTRA CLASE	10	< 0,1 o >0,9	10%	clase A	A
OTRA CLASE	20	entre 0,1 y 0,3	20%	clase C	B
OTRA CLASE	20	entre 0,7 y 0,9	20%	clase C	C
CLASE C	33%	entre 0,3 y 0,7	40%	clase C	OK

En este parámetro $\frac{T}{H}$ es 0.3 por lo tanto aplica como clase C.

ii. Altura de entre piso: h1 igual a los pisos superiores.

ii. Altura de entre piso : h1 igual a los pisos superiores

SI	<input type="checkbox"/>	CLASE A	A
NO	<input checked="" type="checkbox"/>	OTRA CLASE	B
			C OK

En este parámetro la altura de entrepisos de la vivienda es diferente, por lo tanto aplica como clase C.

iii. Distribución de peso en cada piso.

iii. Distribución de peso en cada piso

Forma ascendente :	<input checked="" type="checkbox"/>	A	
Forma descendente:	<input type="checkbox"/>	B	
		C OK	
Peso total :	297.84	#PISOS	3
Peso c/piso :	99.28		
	33%	®	CLASE C

En este parámetro el aumento de masa es superior al 33%, por lo tanto aplica como clase C.

Tabla 20. Resumen Parámetro #7– Vivienda M_16_3P

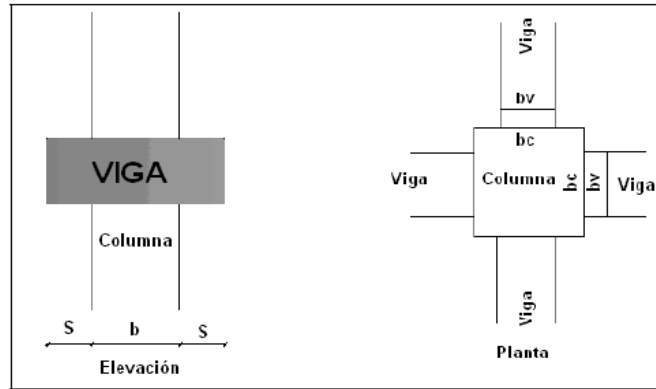
RESUMEN			
Configuración en elevación			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	0	0	OK
ii.	0	0	OK
iii.	0	0	OK
CLASE			6

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

h) Conexión elementos críticos

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase C, con calificación 6.

Relación viga - columna



En este parámetro las secciones de columnas y vigas no cumplen con secciones mínimas recomendadas por normativas, por lo tanto aplica como clase C.

i) Elementos con baja ductilidad

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase B, con calificación 3.

Se analizan la presencia de columnas cortas.

Tabla 21. Resumen Parámetro #9– Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
Elementos con baja ductilidad			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
		OK	
CLASE		3	

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

j) Elementos no estructurales

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase A, con calificación 0.

Clase A	X	Elementos externos estables o anclados de manera eficiente	OK	
Clase B		Elementos externos estables o anclados de manera poco fiable		
Clase C		Elementos inestables y mal conectados		

En este parámetro no existen chimeneas y recubrimientos de piedra mal contruidos, ni existen elementos que puedan caer sobre los ocupantes de la edificación, por lo tanto aplica como clase A.

Tabla 22 Resumen Parámetro #10– Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
Elementos no estructurales			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	OK	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

k) Estado de conservación.

La vivienda M_16_3P en este parámetro es clase B, con calificación 10.

Clase A		Edificios cuyas vigas, columnas, losas y mampostería no estén fisuradas	
Clase B	X	Edificios que no son A o C	OK
Clase C		Si los elementos principales presentan más de 30% de fisuras y si la losa tiene fisuras, presenta daños en la cimentación.	

En este parámetro existen fisuras menores al 30% en los elementos estructurales, por lo tanto aplica como clase B.

Tabla 23. Resumen Parámetro #11– Vivienda M_16_3P

RESUMEN			
Estado de conservación.			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	OK	0
CLASE		10	

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

ii. Huecos en paneles (mampostería).

ii. Huecos en paneles (mampostería)					<input type="checkbox"/> APLICA <input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/>	
L=	2.30	m	b=				0.20 m
d=	4.75	m	n=				1.00 m
m=	1.20	m	m=				1.20 m
$m * n \leq 0.3 * L * d$ 1.2 < 3.28 → CLASE A							

Analizamos huecos en mampostería, ingresamos valores de L=altura de entresijos, d=distancia entre caras de columnas, n= altura de ventana, m= ancho de ventana, b=ancho de mampostería; se comprueba la fórmula $m * n \leq 0.3L*d$, por lo tanto aplica.



Gráfico 47. Datos de la vivienda F_09_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

iii. Relación altura - espesor de la mampostería.

$\frac{L}{b} \leq 20$	11.5 < 20	→ CLASE A	<input type="checkbox"/> APLICA <input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------	-----------	-----------	--	--

Se comprueba la formula $\frac{L}{b} \leq 20$ por lo tanto aplica.

iv. Separación entre mampostería y viga superior no más de no más de 1 cm.

SI	<input type="checkbox"/>	OTRA CLASE	<input type="checkbox"/> APLICA <input checked="" type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>	CLASE A		

La separación entre mampostería y viga superior no es más de 1cm por lo tanto aplica.

v. Mampostería no sobresalga al filo extremo del pórtico.

v. Mampostería no sobresalga al filo extremo del pórtico

$s \leq 0.2 * b$

S= cm

b= cm

0 ≤ → CLASE A

APLICA

N/A

Ingresamos el valor de s = ancho de mampostería que sobresale el pórtico y b = ancho de mampostería, comprobamos la formula $s \leq 0.2 * b$, la misma que cumple por lo tanto aplica.

vi. Confinamiento mampostería.

vi. Confinamiento de la mampostería

$A_c \geq 25 b$

Columna

x= cm

y= cm

Ac= cm²

b= cm

APLICA

N/A

Ingresamos b_c/a_c = sección de columna, comprobamos A_c = área de columna que sea mayor a 600 por lo tanto aplica.

Tabla 25. Resumen Parámetro #1 – Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
1. Organización del sistema resistente			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	OK	0	0
ii.	OK	0	
iii.	OK	0	
iv.	OK	0	
v.	OK	0	
vi.	OK	0	
vii.	0	0	
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

b) Calidad del Sistema Resistente

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase C, con calificación 12, porque cumple con los siguientes requisitos:

i. Resistencia del Hormigón.

i. Resistencia del Hormigón							
Medida esclerómetro	180	Kg/cm ²				APLICA	OK
						N/A	
Kg/cm ²	>	Kg/cm ²	→	CLASE C			
180		210					

Ingresamos la resistencia del hormigón obtenida en los elementos estructurales Se realiza la comprobación de 180 Kg/cm² es menor a 210 Kg/cm² por lo tanto aplica.

ii. Acero visible y oxidado.

ii. Acero Visible y oxidado							
Si	X					APLICA	OK
No						N/A	



Gráfico 48. Características del acero de la vivienda F_09_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Se confirma que el acero esta visible, oxidado y también es liso, por lo tanto aplica.

iii. Juntas de construcción mal ejecutadas.

Si	X					APLICA	OK
No						N/A	



Gráfico 49. Juntas de Construcción de la vivienda F_09_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Las juntas entre la viga/nudo son mal ejecutadas por lo tanto aplica como clase C

iv. Mampostería de mala calidad.

iv. Mampostería de mala calidad							
Si	X					APLICA	OK
No						N/A	

Se afirma me la mampostería de la vivienda es mala, por lo tanto aplica.

v. Construcción de elementos estructurales.

v. Construcción de elementos estructurales de mala calidad							
Si	X					APLICA	OK
No						N/A	

Se testifica que la construcción de los elementos estructurales es de mala calidad, por lo tanto aplica.

Tabla 26. Resumen Parámetro #2 – Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
2.- Calidad del Sistema Resistente			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	0	0	OK
ii.	0		OK
iii.	0		OK
iv.	0		OK
v.	0		OK
CLASE			12

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

c) Calidad de la Resistencia Convencional

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase C, con calificación 22.

Determinar Cortante Actuante (Vs)

Se calcula el Cortante Basal mínimo V_0 con de la ecuación:

$$V_0 = \frac{Z I C}{R \phi_p \phi_s} W$$

Dónde:

Z= Factor de zonificación sísmica

I= Coeficiente de Importancia

C= Coeficiente de análisis.

W= Peso total reactivo (se calcula únicamente con la carga muerta).

R= Factor de reducción de las fuerzas sísmicas

ϕ_p y ϕ_e = Son los factores que toman en cuenta las irregularidades en planta y elevación, respectivamente.

Determinar Cortante Resistente (VR)

$$V_R = A \times \tau$$

Dónde:

A= Área de las secciones transversales de los elementos resistentes.

τ = Es el esfuerzo de Corte.

Determinar la Resistencia Convencional (α)

La resistencia convencional está definida por la ecuación:

$$\alpha = \frac{V_R}{V_S}$$

Dónde:

V_R = Cortante Resistente

V_S = Cortante Actuante

Resistencia Convencional			Clase	Valor de α
$\alpha = \frac{V_R}{V_S}$			A	$\alpha \geq 1.5$
			B	$0.7 \leq \alpha < 1.5$
			C	$\alpha < 0.7$
$\alpha =$	1,87	CLASE A		OK
NOTA: POR LA RESISTENCIA DEL HORMIGON SE CONSIDERA COMO CLASE C				

En este parámetro $\alpha = 1.87$ cumple con la relación $\alpha \geq 1.5$, pero debido a la resistencia del hormigón que es de 180 Kg/cm², por lo tanto aplica como clase C.

Tabla 27. Resumen Parámetro #3 – Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
3.- Calidad de la Resistencia Convencional			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	0	OK
CLASE			22

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

d) **Posición del Edificio y Cimentación**

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase B, con calificación 2.

EDIFICIO CLASE B							
Edificio que no clasifica como A o como C.						APLICA	OK
						N/A	

En este parámetro se analiza la consistencia y pendiente del terreno, diferencias entre cotas de cimentación y presencia de terraplenes no equilibrados simétricamente, por lo tanto la vivienda ejemplo de análisis no se encuentra sobre un suelo duro y topografía plana, se encuentra sobre un terreno de dureza intermedia, por lo tanto aplica como clase B.

Tabla 28. Resumen Parámetro #4 – Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
4.- Posición del Edificio y Cimentación			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	OK	
CLASE		2	

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

e) **Losas**

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase A, con calificación 0.

La losa de la vivienda analizada es losa rígida y no tiene buenas conexiones con los elementos verticales.

Determinar área total de la losa.

Area Total de la Losa							
A1=	15.42	m	x	9.39	m	=	144.7938
A2=		m	x		m	=	0
A3=		m	x		m	=	0
A4=		m	x		m	=	0
						APLICA	OK
						N/A	
Alosa (m2)=						144.7938	

Verificamos que área de aberturas debe ser menor al 30% del Área de la losa en planta.

El Area Aberturas < 30% Area de la Losa en planta				
0.00	<	43.43814	→	CLASE A

No existe áreas de aberturas en la losa, en este caso las gradas está fuera de la losa.



Gráfico 50. Ubicación de gradas de la vivienda F_09_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Tabla 29. Resumen Parámetro #5 – Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
5.- Losas			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	OK	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

f) Configuración en Planta

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase A, con calificación 0, ya que en la mayoría de parámetros clasifican como A.

Planta cuadrada			Clase A		
Planta rectangular o similar		X	Clase B	OK	
Plnta tipo T, L, U sin juntas			Clase C		

La planta es rectangular o similar, por lo tanto aplica como clase B.

i. Relación $\delta_1 = \frac{a}{L}$

Dónde:

$$\delta_1 > 0.4$$

$$\delta_2 < 0.2$$

$$\delta_3 < 0.1$$

$$\delta_4 > 0.5$$

a= lado menor del rectángulo que circunscribe al edificio en planta.

L= lado mayor del rectángulo que circunscribe al edificio en planta.

Tabla 30. Resumen Parámetro #6 – Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
Configuración en planta			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
		OK	
i.	OK	0	0
ii.	OK	0	0
iii.	OK	0	0
iv.	0	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

g) Configuración en Elevación

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase C, con calificación 6.

i. Relación de T/H

Ingresar H= altura total del edificio y T que es la altura de entrepiso.

i. Relación de T/H

T = 2.30 m H = 5.30 m

T/H = 0.43

OTRA CLASE	10	< 0,1 o >0,9	10%	clase A	A
OTRA CLASE	20	entre 0,1 y 0,3	20%	clase C	B
OTRA CLASE	20	entre 0,7 y 0,9	20%	clase C	C
CLASE C	50%	entre 0,3 y 0,7	40%	clase C	OK

En este parámetro $\frac{T}{H}$ es 0.43 por lo tanto aplica como clase C.

ii. Altura de entre piso : h1 igual a los pisos superiores.

ii. Altura de entre piso : h1 igual a los pisos superiores			
SI	<input type="checkbox"/>	CLASE A	A
NO	<input checked="" type="checkbox"/>	OTRA CLASE	B
			C OK

En este parámetro la altura de entrepisos de la vivienda es diferente, por lo tanto aplica como clase C.

iii. Distribución de peso en cada piso.

iii. Distribución de peso en cada piso			
Forma ascendente :	<input checked="" type="checkbox"/>		A
Forma descendente:	<input type="checkbox"/>		B
			C OK
Peso total :	207.152	#PISOS	2
Peso c/piso :	103.58		
	50%	®	CLASE C

En este parámetro el aumento de masa es superior al 50%, por lo tanto aplica como clase C.

Tabla 31. Resumen Parámetro #7– Vivienda F_09_2P

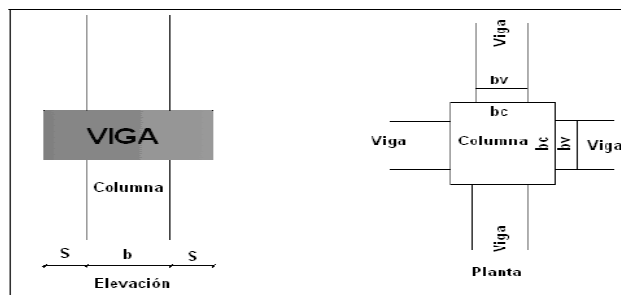
RESUMEN			
Configuración en elevación			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	0	0	OK
ii.	0	0	OK
iii.	0	0	OK
CLASE			6

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

h) Conexión elementos Críticos

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase C, con calificación 6.

Relación viga – columna.



En este parámetro las secciones de columnas y vigas no cumplen con secciones mínimas recomendadas por normativas, por lo tanto aplica como clase C.

i) Elementos con baja Ductilidad

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase A, con calificación 0.

No existe la presencia de columnas cortas.

Tabla 32. Resumen Parámetro #9– Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
Elementos con baja ductilidad			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	OK	0	0
CLASE	0		

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

j) Elementos No Estructurales

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase B, con calificación 4

Clase A		Elementos externos estables o anclados de manera eficiente	
Clase B	X	Elementos externos estables o anclados de manera poco fiable	OK
Clase C		Elementos inestables y mal conectados	

Existe acero alojado en la losa que no cumple ninguna función, pero puede causar daño a los ocupantes de la edificación, por lo tanto aplica como clase B.



Gráfico 51. Elementos anclados de manera poco fiable de la vivienda F_09_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Tabla 33. Resumen Parámetro #10– Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
Elementos no estructurales			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	OK	0
CLASE		4	

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

k) Estado de Conservación.

La vivienda F_09_2P en este parámetro es clase C, con calificación 20.

Clase A		Edificios cuyas vigas, columnas, losas y mampostería no estén fisuradas	
Clase B		Edificios que no son A o C	
Clase C	X	Si los elementos principales presentan más de 30% de fisuras y si la losa tiene fisuras, presenta daños en la cimentación.	OK

En este parámetro existen fisuras mayores al 30% en los elementos estructurales, por lo tanto aplica como clase C.



Gráfico 52. Estado de conservación de la vivienda F_09_2P

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Tabla 34. Resumen Parámetro #11– Vivienda F_09_2P

RESUMEN			
Estado de conservación.			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	0	OK
CLASE			20

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Tabla 35. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método Italiano – Vivienda F_09_2P

INDICE DE VULNERABILIDAD				
PROPIETARIO	JOSE COLCHA	FECHA:	SEPTIEMBRE 2013.	
DIRECCION:	AV. MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO (MZ F-9) Y RIO BULUBULU	BARRIO :	SAN MIGUEL DE TAPI	
		CODIGO	F_09_2P	
	PARAMETRO	CALIFICACION	Wi	CALIFICACION EDIFICIO
	1. Organización del sistema resistente	0.00	1.00	0.00
	2. Calidad del sistema resistente	12.00	0.50	6.00
	3. Resistencia convencional	22.00	1.00	22.00
	4. Posición del edificio y cimentación	2.00	0.50	1.00
	5. Losas	0.00	1.00	0.00
	6. Configuración en planta	0.00	0.50	0.00
	7. Configuración en elevación	6.00	1.00	6.00
	8. Conexión en elementos críticos	6.00	0.75	4.50
	9. Elementos de baja ductilidad	0.00	1.00	0.00
	10. Elementos no estructurales	4.00	0.25	1.00
	11. Estado de conservación	20.00	1.00	20.00
			ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	60.50
			VULNERABILIDAD ALTA	

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.4.4.6. Compendio de información resumida en mapas temáticos utilizando ArcGIS.

Se elabora una tabla electrónica Excel, con los resultados del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas del Barrio San Miguel de Tapi, con resultados del Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y con resultados del Método Italiano. La tabla de resultados será cargado al programa ArcGIS, de esta manera se visualiza la ubicación de la vivienda evaluada con su calificación.

INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO
SECRETARIA NACIONAL DE GESTION DE RIESGO (SNGR)

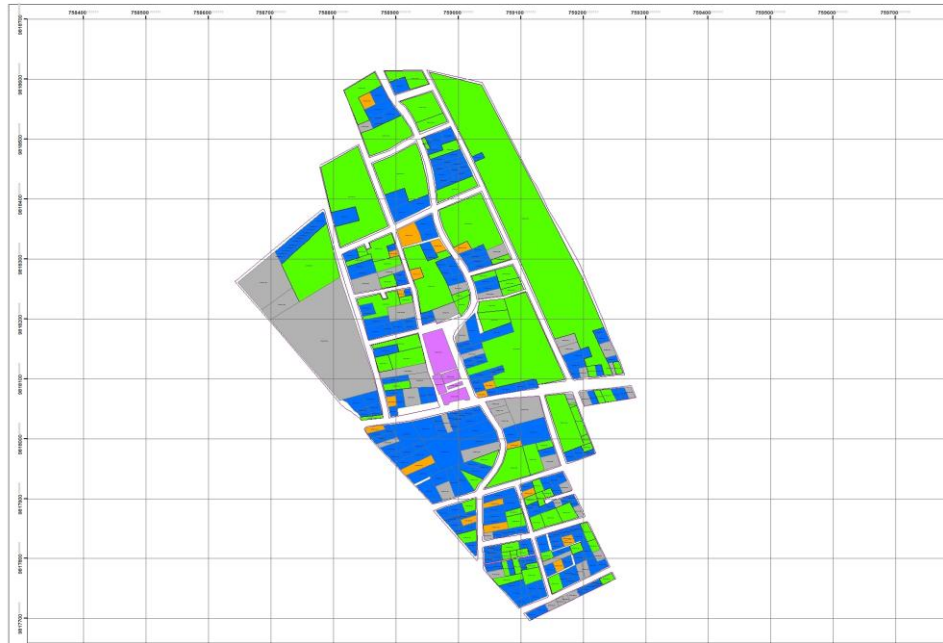


Gráfico 53. Mapa Temático del Barrio San Miguel de Tapi – Método SNGR

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO ITALIANO

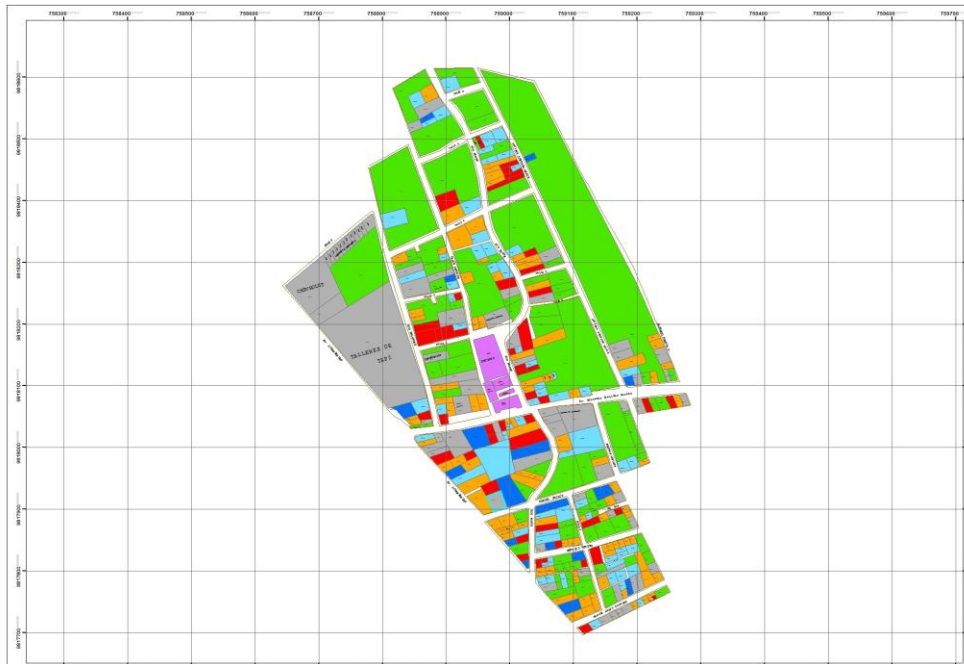


Gráfico 54. Mapa Temático del Barrio San Miguel de Tapi – Método Italiano.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para el análisis del proyecto de investigación se procedió a levantar la información, mediante entrevistas/encuestas a los propietarios de las viviendas y mediciones y/o ensayos esclerométricos de elementos estructurales en las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi.

3.5.1. Análisis de la situación actual.

Con los datos obtenidos de caracterización de la estructura mediante técnicas antes mencionadas, se procedió a realizar un análisis lógico que permitirá obtener una tabulación confiable de los resultados los que serán representados gráficamente para una mejor comprensión en programas de computación. Esta etapa es muy importante, ya que con los resultados del índice de vulnerabilidad de las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi, se determinó los factores que hacen que la mayor parte de viviendas evaluadas sean medianamente vulnerables. Se generaran soluciones y/o alternativas para reforzamiento de los elementos estructurales para evitar que aumente la vulnerabilidad de la estructura y más bien reducir.

3.5.2. Análisis del índice de vulnerabilidad en base al método de la SNGR para las viviendas tipo medias aguas, hormigón y mixtas.

Las viviendas evaluadas mediante este método la mayor parte son de vulnerabilidad baja, ya que los factores que se toman en cuenta no analizan detalladamente el comportamiento estructural de la vivienda, básicamente relaciona el estado de conservación, lo que genera poca confiabilidad en el método.

3.5.3. Análisis del índice de vulnerabilidad en base al método Italiano para las viviendas tipo hormigón.

Mediante este método se considera únicamente viviendas con elementos estructurales de hormigón, al aplicar esta técnica la mayor parte de viviendas son de vulnerabilidad media, considerando que esta metodología es aproximada para la determinación de

vulnerabilidad sísmica, ya que el análisis que realiza está enfocado en el comportamiento estructural de la vivienda.

3.5.4. Análisis comparativo entre el método Italiano y método de la SNGR para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica.

Básicamente los dos métodos empleados determinan la vulnerabilidad sísmica de las viviendas, los resultados al analizar una misma vivienda empleando los dos métodos pueden variar, siendo así, el método Italiano más seguro y confiable en comparación con el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

Una vez que se obtuvo los datos mediante entrevistas, mediciones en campo y ensayos en elementos estructurales con esclerómetro, se realizó el análisis de la situación actual de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi, dónde se establece las causas para considerar viviendas con baja, mediana y alta vulnerabilidad.

4.1. Evaluación de la Metodología de Elaboración

En la actualidad todavía no existe una planificación en la construcción entre el propietario, constructor y municipio, por falta de interés, conocimiento, dinero, concienciación, por parte de los interesados, ya que se siguen realizando construcciones informales, sin un buen proceso constructivo, elementos estructurales no cumplen secciones mínimas de diseño, falta de estudios previos de suelos, no cuentan con la dirección de profesionales especializados.

En general la ciudadanía está acostumbrada en no invertir en alternativas que realmente van a salvaguardar su vida en un momento de riesgo sísmico.

A continuación se muestra la metodología empleada para obtener los resultados del índice de vulnerabilidad del barrio San Miguel de Tapi.

4.1.1. Evaluación de equipos y herramientas.

El equipo manipulado para conseguir información en las viviendas en este caso, el martillo de rebote o esclerómetro es confiable ya que cumple con normas de calidad.

4.2. Porcentajes Característicos y Causas que Establecen el Tipo de Vulnerabilidad por Parámetro.

4.2.1. Método Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

4.2.1.1. Resultados por Parámetros.

Se realiza un análisis de 10 parámetros que se consideró en el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

4.2.1.1.1. Sistema Estructural.

Según la tipología predominante de la estructura de 253 vivienda, se encontró 195 con calificación 0, ya que predomina el hormigón armado, 35 viviendas con calificación 1 porque impera madera y mixta metálica/hormigón, 23 con calificación de 5 porque sobresale madera/hormigón, no se encontraron viviendas con estructura de caña.

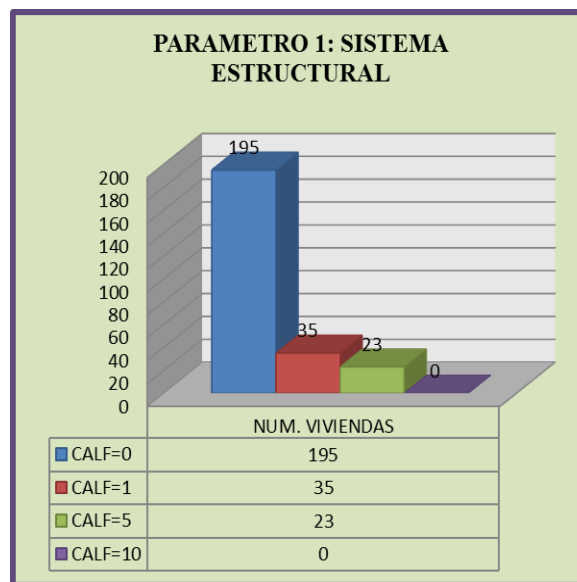


Gráfico 55. Sistema estructural de las viviendas

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1..2. Tipo de Material en Paredes.

Por el material predominante utilizado en las paredes divisorias de 253 viviendas encontramos 248 con calificación 1 porque sobresale ladrillo/ bloque; 3 con calificación 5, porque influye madera y bahareque; 2 con calificación 10 ya que prepondera el adobe.

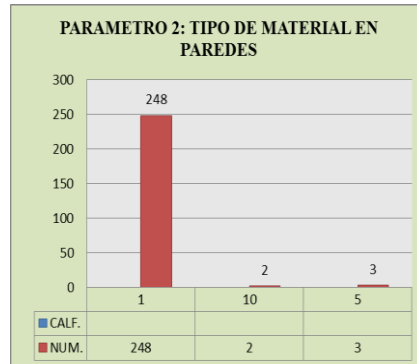


Gráfico 56. Material Predominante en paredes divisorias

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1..3. Tipo de Cubierta.

De acuerdo al tipo de material utilizado como sistema de cubierta de las 253 viviendas 192 tienen calificación 0 por ser de hormigón armado; 60 con calificación 5 ya que son de vigas de madera y zinc/teja, y 1 con calificación es 10 porque la cubierta es de caña y zinc.

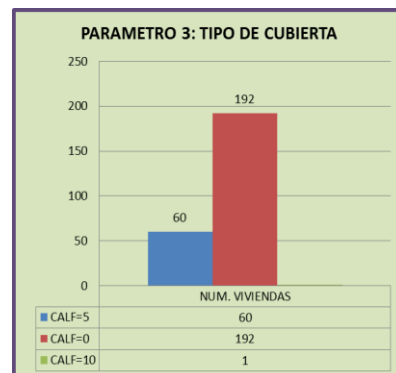


Gráfico 57. Material utilizado como sistema de Cubierta.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1.4. Sistema de Entrepiso.

En el análisis del sistema de entrepiso de 253 viviendas 194 tienen calificación 0 porque son de hormigón armado; 2 con calificación 1 con entramado metálico, 53 con calificación 5 porque son vigas y entramado de madera; 4 con calificación 10 ya que son entramado de madera (no presentan vigas).

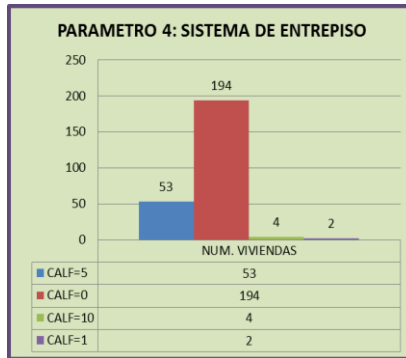


Gráfico 58. Sistema de entrepisos de las viviendas.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1.5. Número de Pisos

Según el número de pisos de 253 viviendas tenemos que 119 con calificación 0 ya que estas son de un piso incluyendo las viviendas tipo medias aguas; 117 con calificación 1 porque son de dos pisos, 17 con calificación 5 de tres pisos; no se encontraron viviendas mayores a 4 pisos.

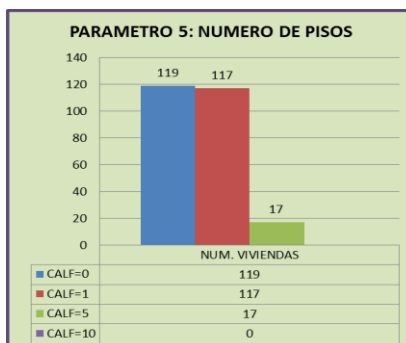


Gráfico 59. Número de pisos de las viviendas.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1.6. Año de Construcción.

Por los años de construcción de las 253 viviendas tenemos 183 con calificación 0 ya que están en el periodo de 1991-2013; 41 con calificación 1 del periodo de 1982-1990; 15 con calificación 5 las mismas que fueron construidas en el periodo de 1971–1980 y 14 con calificación 10 construidas antes de 1970.

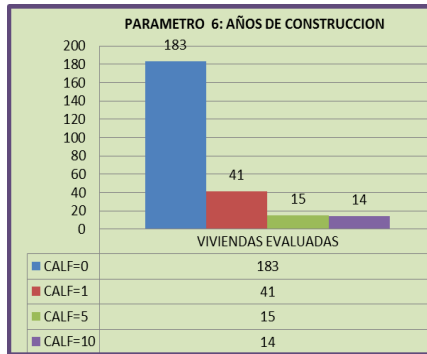


Gráfico 60. Años de construcción de las viviendas.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1.7. Estado de Conservación.

El estado de deterioro de las viviendas es un factor muy importante para determinar la vulnerabilidad de 253 viviendas 9 con calificación 0 consideradas buenas; 132 con calificación 1 son aceptables, 101 con calificación 5 son regulares y 11 con calificación 10 se las considera malas.

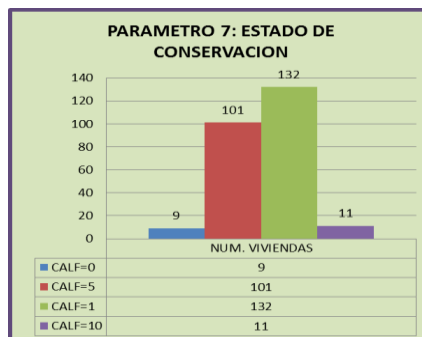


Gráfico 61. Estado de conservación de las viviendas.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1..8. Características del Suelo Bajo la Edificación.

Conocer las características del suelo donde se encuentra ubicada la vivienda es un factor muy importante, las 253 viviendas tienen calificación 0, porque según el mapa de zonificación de suelos de la ciudad de Riobamba el barrio es tipo S3, siendo así un suelo húmedo, blando y relleno.

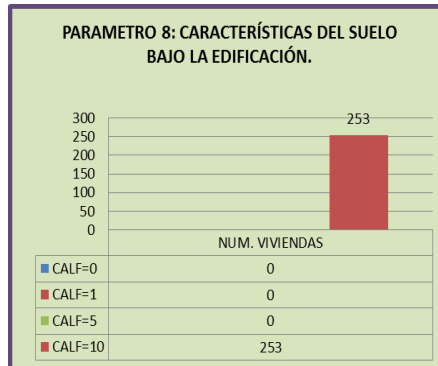


Gráfico 62. Características del Suelo bajo las viviendas.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1..9. Topografía del Sitio

Mediante el análisis de la topografía del sitio de construcción de las viviendas se consideró que las 253 viviendas evaluadas tienen calificación 0, por estar a nivel, en terreno plano y sobre la calzada.

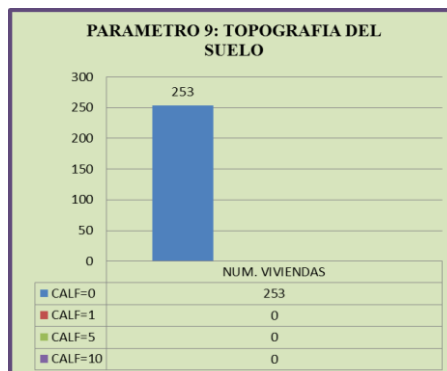


Gráfico 63. Topografía del Suelo

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.1..10. Forma de la Construcción.

Se analizó las irregularidades que presenta la edificación teniendo como resultado de las 253 viviendas 199 con calificación 0 presentan forma regular; 52 con calificación 5 son irregulares y 2 con calificación 10 muestran irregularidad severa.

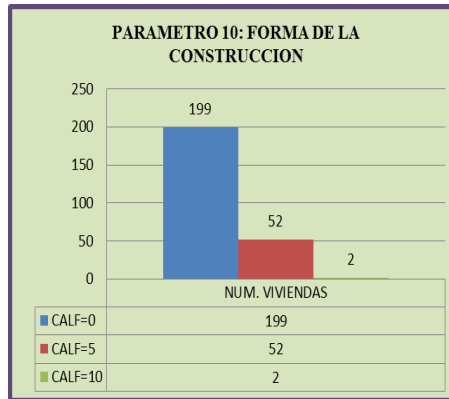


Gráfico 64. Forma de regularidad de las viviendas.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.1.2. Resultados y Calificación obtenidos mediante el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

A continuación se presentan el valor y calificación obtenidos de 253 viviendas evaluadas en el Barrio San Miguel de Tapi, considerando los siguientes aspectos:

Viviendas con calificación entre 0 – 33 → VULNERABILIDAD BAJA

Viviendas con calificación entre 34 – 66 → VULNERABILIDAD MEDIA

Viviendas con calificación > a 66 → VULNERABILIDAD ALTA

Tabla 36. Resultados según el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos

No.	CÓDIGO	PROPIETARIO	IV_SN	CALF-MS
1	F_06_1P	LUIS COLCHA	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
2	F_05_1P	ALEJANDRINA COLCHA	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
3	J_06_2P	MARÍA MARTHA GUAMÁN COLCHA	21	VULNERABILIDAD BAJA
4	J_04_MA	ALICIA GUAMÁN	26,4	VULNERABILIDAD BAJA
5	J_07_MA	DANIEL GUAMÁN	26,4	VULNERABILIDAD BAJA
6	J_07_1P	DANIEL GUAMÁN	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
7	J_05_2P	LUIS GUAMÁN	21	VULNERABILIDAD BAJA
8	I_03_1P	RICARDO GUARACA	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
9	I_02a_MA	PATRICIA PILLAJO	26,4	VULNERABILIDAD BAJA
10	I_02b_MA	PATRICIA PILLAJO	37	VULNERABILIDAD MEDIA
11	J_02_MA	CARLOS ORTIZ	25,2	VULNERABILIDAD BAJA
12	H_01_1P	LUIS BONILLA (ARRENDATARIO)	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
13	D_03_1P	LUISA PEÑA (ARRENDATARIA)	19,2	VULNERABILIDAD BAJA
14	D_03_MA	LUISA PEÑA (ARRENDATARIA)	36,2	VULNERABILIDAD MEDIA
15	E_11_1P	MARÍA INÉS ÑAUÑAY	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
16	L_02_MA	LUIS PACA (ARRENDATARIO)	21,2	VULNERABILIDAD BAJA
17	L_16_3P	LUIS ALBERTO GUARACA VALDEZ	30,2	VULNERABILIDAD BAJA
18	K'_02_2P	MARÍA COLCHA SALGUERO	21	VULNERABILIDAD BAJA
19	E_07_2P	DOLORES APOLO	15	VULNERABILIDAD BAJA
20	I_10_1P	ROSA VALDEZ	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
21	I_10_2P	ROSA VALDEZ	26	VULNERABILIDAD BAJA
22	J_08_1P	LUZ MARÍA TACURI	10,2	VULNERABILIDAD BAJA

23	J_08_2P	LUZ MARÍA TACURI	12	VULNERABILIDAD BAJA
24	M_16_3P	LUZ MARÍA TACURI	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
25	K'_03_2P	ZOILA SÁEZ	27	VULNERABILIDAD BAJA
26	H_03_MA	CARLOS GUARACA QUINGE	31,2	VULNERABILIDAD BAJA
27	I_01a_2P	SEGUNDO JUAN ÑAÑAY	35,2	VULNERABILIDAD MEDIA
28	I_01b_2P	PATRICIO ÑAÑAY	11	VULNERABILIDAD BAJA
29	I_11_2P	MELCHORA LLANGA	33	VULNERABILIDAD MEDIA
30	M_06_1P	MARLENE MAYORGA	21	VULNERABILIDAD BAJA
31	M_08_3P	LEONOR MAYORGA	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
32	M_02_3P	ISABEL MAYORGA	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
33	M_03_1P	LEONOR MAYORGA	9,2	VULNERABILIDAD BAJA
34	M_13_1P	JOSÉ CUSHQUICUSMA	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
35	J_06_1P	MARÍA MARTHA GUAMÁN COLCHA	11,2	VULNERABILIDAD BAJA
36	H_02_1P	EDISON AUQUILLA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
37	J_03_MA	VERÓNICA ORTIZ	20,4	VULNERABILIDAD BAJA
38	K_01_MA	MESIAS VILEMA	46	VULNERABILIDAD MEDIA
39	D_06_2P	ANITA VALDEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
40	D_07_MA	ANITA VALDEZ	18,4	VULNERABILIDAD BAJA
41	M_12_MA	MIGUEL LLANDA	20,4	VULNERABILIDAD BAJA
42	K_05_2P	PATRICIA SISA	15	VULNERABILIDAD BAJA
43	I_05_1P	PATRICIA SISA	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
44	I_04_2P	PATRICIA SISA	21	VULNERABILIDAD BAJA
45	I_04a_MA	PATRICIA SISA	17,4	VULNERABILIDAD BAJA
46	K_06_1P	NELO CAIZA	16,2	VULNERABILIDAD BAJA

47	G_01_1P	ÁNGEL COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
48	G_02_MA	ÁNGEL COLCHA	38	VULNERABILIDAD MEDIA
49	I_01_MA	SEGUNDO JUAN ÑAÑAY	27,2	VULNERABILIDAD BAJA
50	L_10_2P	RAFAEL COLCHA	27	VULNERABILIDAD BAJA
51	L_10_MA	RAFAEL COLCHA	26,2	VULNERABILIDAD BAJA
52	L_09a_2P	LUIS ARMANDO HUARACA	27	VULNERABILIDAD BAJA
53	L_09b_2P	LUIS ARMANDO HUARACA	15	VULNERABILIDAD BAJA
54	L_12_2P	WILFRIDO SILVA TORRES	12	VULNERABILIDAD BAJA
55	L_13_1P	CARLOS CUSHQUICUSMA	11,2	VULNERABILIDAD BAJA
56	L_13_MA	CARLOS CUSHQUICUSMA	12,4	VULNERABILIDAD BAJA
57	J_11_MA	PATRICIO GUAMÁN	21,2	VULNERABILIDAD BAJA
58	G_04a_MA	FAMILIA HUARACA PILLAJO	25,4	VULNERABILIDAD BAJA
59	G_04b_MA	FAMILIA HUARACA PILLAJO	25,4	VULNERABILIDAD BAJA
60	G_04_2P	WALTER FERNANDO HUARACA PILLAJO	17	VULNERABILIDAD BAJA
61	G_05_3P	LAURA SAES	26,2	VULNERABILIDAD BAJA
62	K_04_1P	MARINA LÓPEZ	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
63	L_04_2P	CESAR TAMAYO	18	VULNERABILIDAD BAJA
64	L_04_MA	CESAR TAMAYO	52,2	VULNERABILIDAD MEDIA
65	N_05_2P	ROMEL OJEDA	15	VULNERABILIDAD BAJA
66	O_08_MA	VERÓNICA PAOLA MOROCHO	32,4	VULNERABILIDAD BAJA
67	O_07_1P	MARIANA TOAPANTA	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
68	O_09_MA	JORGE COLCHA	31,4	VULNERABILIDAD BAJA
69	L_03_1P	EVANGELINA PAULLAN ÑAÑAY	25,2	VULNERABILIDAD BAJA
70	L_03_MA	EVANGELINA PAULLAN ÑAÑAY	41,4	VULNERABILIDAD MEDIA

71	B_14_2P	MARÍA NIEVES PAULLÁN	17	VULNERABILIDAD BAJA
72	R_01_1P	S/N	16,2	VULNERABILIDAD BAJA
73	R_01_MA	S/N	36,4	VULNERABILIDAD MEDIA
74	R_18_2P	MARCELO ALVARADO	21	VULNERABILIDAD BAJA
75	L_08_2P	MANUEL LLANGA	18	VULNERABILIDAD BAJA
76	L_08_1P	MANUEL LLANGA	21,2	VULNERABILIDAD BAJA
77	L_08_MA	MANUEL LLANGA	26,2	VULNERABILIDAD BAJA
78	S_18_1P	ÁNGEL CHUQUI	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
79	S_18a_MA	ÁNGEL CHUQUI	35,2	VULNERABILIDAD MEDIA
80	S_18b_MA	ÁNGEL CHUQUI	20	VULNERABILIDAD BAJA
81	V_09a_MA	FRANCISCO LLANGA HUARACA	31,2	VULNERABILIDAD BAJA
82	V_09b_MA	FRANCISCO LLANGA HUARACA	30,4	VULNERABILIDAD BAJA
83	V_04_2P	IVÁN BARRERA	21	VULNERABILIDAD BAJA
84	S_28_MA	LUIS ALBERTO CALI	20,4	VULNERABILIDAD BAJA
85	S_09_1P	BYRON BONILLA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
86	S_26a_MA	DOLORES CHULÍ	41,4	VULNERABILIDAD MEDIA
87	S_26b_MA	DOLORES CHULÍ	41,4	VULNERABILIDAD MEDIA
88	L_15_2P	LUIS ARTURO COLCHA HUARACA	11	VULNERABILIDAD BAJA
89	E_10_2P	MARÍA TERESA HUARACA	11	VULNERABILIDAD BAJA
90	U_01_2P	MIRIAM LÓPEZ	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
91	U_02_MA	MIRIAM LÓPEZ	30,2	VULNERABILIDAD BAJA
92	X_05_MA	EMMA VALLE	47,2	VULNERABILIDAD MEDIA
93	U_10_MA	ROSARIO SÁEZ	35,4	VULNERABILIDAD MEDIA
94	T_06a_2P	MANUEL GAVILÁNEZ	10	VULNERABILIDAD BAJA

95	T_06_MA	MANUEL GAVILÁNEZ	16,4	VULNERABILIDAD BAJA
96	T_06b_2P	MANUEL GAVILÁNEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
97	S_15_1P	SEGUNDO ÁNGEL COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
98	S_15_MA	SEGUNDO ÁNGEL COLCHA	31,4	VULNERABILIDAD BAJA
99	V_13a_1P	CECILIA LLANGA	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
100	V_13b_1P	CECILIA LLANGA	15	VULNERABILIDAD BAJA
101	S_22_MA	ABELARDO ALVARADO	27,2	VULNERABILIDAD BAJA
102	T_07a_1P	LUIS PILLAJO	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
103	T_07_2P	LUIS PILLAJO	18,2	VULNERABILIDAD BAJA
104	T_07b_1P	LUIS PILLAJO	21	VULNERABILIDAD BAJA
105	S_11_2P	MARCELO ORELLANA	15	VULNERABILIDAD BAJA
106	S_10_2P	COLOMBIA JÁCOME	15	VULNERABILIDAD BAJA
107	X_04a_2P	MARGARITA AYERVE	15	VULNERABILIDAD BAJA
108	X_04b_2P	MARGARITA AYERVE	15	VULNERABILIDAD BAJA
109	S_14_2P	INÉS GÓMEZ	10	VULNERABILIDAD BAJA
110	S_16_2P	GLORIA GUATO	10	VULNERABILIDAD BAJA
111	T_01_2P	BOLIVIA CHÁVEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
112	T_01_MA	BOLIVIA CHÁVEZ	25,4	VULNERABILIDAD BAJA
113	U_13_2P	VERÓNICA INAGUANO	21	VULNERABILIDAD BAJA
114	B_18_1P	WILSON HUARACA	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
115	X_09_1P	CARLOS ALVARADO	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
116	U_14_MA	ROSA SALGUERO	35,4	VULNERABILIDAD MEDIA
117	S_25_MA	GLADIS PEREIRA	20,4	VULNERABILIDAD BAJA
118	D_10_MA	EDISON PONCE	21,4	VULNERABILIDAD BAJA

119	C_01_MA	ARTURO COELLO	27	VULNERABILIDAD BAJA
120	V_11_MA	CARINA REINO	21,4	VULNERABILIDAD BAJA
121	V_08a_1P	JOSE SÁEZ	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
122	V_08b_1P	JOSE SÁEZ	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
123	V_01_1P	JULIO SÁEZ	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
124	V_01a_MA	JULIO SÁEZ	31,4	VULNERABILIDAD BAJA
125	V_01b_MA	JULIO SÁEZ	31,4	VULNERABILIDAD BAJA
126	V_01_2P	JULIO SÁEZ	16	VULNERABILIDAD BAJA
127	I_04b_MA	PATRICIA SISA	27	VULNERABILIDAD BAJA
128	B_26_MA	MARINA CANTOS	37,2	VULNERABILIDAD MEDIA
129	X_01_1P	JOSÉ NAULA COLCHA	21,2	VULNERABILIDAD BAJA
130	V_20_2P	MARCELO CAIZA CUJILEMA	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
131	S_04_2P	GUADALUPE GUEVARA	11	VULNERABILIDAD BAJA
132	E_08_2P	JUAN MIGUEL COLCHA SALAO	21	VULNERABILIDAD BAJA
133	E_05_2P	ROSA COLCHA	24,2	VULNERABILIDAD BAJA
134	E_05_MA	ROSA COLCHA	32,2	VULNERABILIDAD BAJA
135	E_02_2P	MARÍA MERCEDES HUARACA VALDEZ	22	VULNERABILIDAD BAJA
136	E_02_MA	MARÍA MERCEDES HUARACA VALDEZ	37,2	VULNERABILIDAD MEDIA
137	Q_09_1P	ING. EDUARDO QUINTANA	11,2	VULNERABILIDAD BAJA
138	Q_09_MA	ING. EDUARDO QUINTANA	37,2	VULNERABILIDAD MEDIA
139	B_15_2P	VICTOR ABRAN COLCHA COLCHA	22	VULNERABILIDAD BAJA
140	B_16_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
141	V_20_1P	MARÍA ERNESTINA LLANGA ZULA	20,2	VULNERABILIDAD BAJA
142	U_12_2P	ÁNGEL COLCHA CHÁVEZ	26	VULNERABILIDAD BAJA

143	B_20_3P	FRANKLIN GERMAN HUARACA COLCHA	24,2	VULNERABILIDAD BAJA
144	B_21_3P	FRANKLIN GERMAN HUARACA COLCHA	24,2	VULNERABILIDAD BAJA
145	X_08_2P	ANTONIO JOSÉ FREIRE	20	VULNERABILIDAD BAJA
146	X_08_1P	ANTONIO JOSÉ FREIRE	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
147	V_17_3P	EDISON CALBACHE	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
148	A_14_3P	GONZALO VIMOS	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
149	A_14_MA	GONZALO VIMOS	30,2	VULNERABILIDAD BAJA
150	F_08_1P	JOSÉ COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
151	F_13_2P	NARCISA COLCHA	11	VULNERABILIDAD BAJA
152	F_11_1P	JOSE COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
153	F_09_2P	JOSE COLCHA	30	VULNERABILIDAD BAJA
154	F_10_MA	JOSE COLCHA	40,4	VULNERABILIDAD MEDIA
155	B_09_1P	JACINTO ÑAUÑAY COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
156	B_09_MA	JACINTO ÑAUÑAY COLCHA	21,4	VULNERABILIDAD BAJA
157	B_10_2P	CARMEN ÑAUÑAY	11	VULNERABILIDAD BAJA
158	B_11_MA	PABLO ÑAUÑAY	25,4	VULNERABILIDAD BAJA
159	B_12_2P	PABLO ÑAUÑAY	11	VULNERABILIDAD BAJA
160	X_02_1P	SEGUNDO GONZÁLEZ	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
161	B_17a_1P	GABRIEL CHIZAGUANO	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
162	B_17b_1P	GABRIEL CHIZAGUANO	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
163	V_19_2P	ÁNGEL SISA VALDEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
164	R_12_2P	JORGE LLANGARY	11	VULNERABILIDAD BAJA
165	B_06a_2P	MARTHA PILLAJO	25	VULNERABILIDAD BAJA
166	B_06b_2P	MARTHA PILLAJO	11	VULNERABILIDAD BAJA

167	B_06_MA	MARTHA PILLAJO	26,4	VULNERABILIDAD BAJA
168	B_05_2P	MARÍA PAULLAN ÑAUNAY	25	VULNERABILIDAD BAJA
169	B_08_2P	LUIS NARANJO	25	VULNERABILIDAD BAJA
170	B_08_MA	LUIS NARANJO	30,4	VULNERABILIDAD BAJA
171	R_07_3P	EDUARDO SANTILLÁN	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
172	L_05_2P	ROBERTO PILLAJO	12	VULNERABILIDAD BAJA
173	L_05_MA	ROBERTO PILLAJO	22,4	VULNERABILIDAD BAJA
174	V_18_2P	BLANCA CHÁVEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
175	R_05_1P	PATRICIA LORENA GUILCAPI MOSQUERA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
176	R_04_1P	ESMERALDAS FONSECA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
177	Q_05_1P	MARCO SALAZAR	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
178	Q_03_MA	CELSO MONTERO	16	VULNERABILIDAD BAJA
179	N_06_2P	LUIS GUAMÁN PAGUAY	11	VULNERABILIDAD BAJA
180	R_13_2P	WILSON ZÚÑIGA	11	VULNERABILIDAD BAJA
181	R_09_2P	MARCO VILLAMIL	11	VULNERABILIDAD BAJA
182	U_08_2P	VICTOR HUGO AULLA SÁEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
183	U_06_1P	CARMEN SÁEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
184	U_07_2P	CARMEN SÁEZ	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
185	S_24_MA	MARTHA NIETO	26,4	VULNERABILIDAD BAJA
186	S_24_1P	MARTHA NIETO	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
187	B_01_MA	HERMEL HEREDIA	35,4	VULNERABILIDAD MEDIA
188	B_02_2P	DANNY USCA	11	VULNERABILIDAD BAJA
189	B_28_3P	ROSA GUAÑO	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
190	B_28_1P	ROSA GUAÑO	11,2	VULNERABILIDAD BAJA

191	B_28_2P	ROSA GUAÑO	16	VULNERABILIDAD BAJA
192	X_10a_1P	SANDRA PINTA / MAGDALENA COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
193	X_10b_1P	SANDRA PINTA / MAGDALENA COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
194	X_10c_1P	SANDRA PINTA / MAGDALENA COLCHA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
195	X_06_1P	FELIPE DOMÍNGUEZ	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
196	X_06_2P	FELIPE DOMÍNGUEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
197	V_21_2P	GLORIA SILVA	11	VULNERABILIDAD BAJA
198	U_05_2P	EDISON CANDO	11	VULNERABILIDAD BAJA
199	B_24_2P	ISABEL VELAZCO	11	VULNERABILIDAD BAJA
200	B_23_1P	MARÍA TERESA LEÓN SARMIENTO	19,2	VULNERABILIDAD BAJA
201	S_23_2P	BOLÍVAR ESCOBAR GUEVARA	11	VULNERABILIDAD BAJA
202	S_03_2P	JOHNNY NARANJO	11	VULNERABILIDAD BAJA
203	L_01_1P	CARLOS ANTONIO DILAN COBO	11,2	VULNERABILIDAD BAJA
204	L_01_MA	CARLOS ANTONIO DILAN COBO	26,2	VULNERABILIDAD BAJA
205	J_10_1P	S/N	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
206	J_12_MA	ROSA ELVIRA CAYO TOAQUISA	25,4	VULNERABILIDAD BAJA
207	D_01_2P	MANUEL PILLAJO	11	VULNERABILIDAD BAJA
208	J_09_2P	LOURDES PILLAJO	11	VULNERABILIDAD BAJA
209	M_11_1P	ROSA ÁLVAREZ	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
210	N_02_2P	BLANCA COLCHA	11	VULNERABILIDAD BAJA
211	K_03_1P	JOSÉ AYNAGUANO	15,2	VULNERABILIDAD BAJA
212	K_03_2P	JOSÉ AYNAGUANO	20	VULNERABILIDAD BAJA
213	L_06_1P	MIRIAN PATRICIA PAULLAN CHÁVEZ	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
214	A_12_2P	MANUEL CABRERA SILVA	11	VULNERABILIDAD BAJA

215	B_25_2P	LUIS MONCAYO	16	VULNERABILIDAD BAJA
216	R_19_1P	YOLANDA ENCALADA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
217	R_19_MA	YOLANDA ENCALADA	26,2	VULNERABILIDAD BAJA
218	R_03_3P	JAIME URQUIZO	14,2	VULNERABILIDAD BAJA
219	R_11_2P	MERCY MANTILLA	11	VULNERABILIDAD BAJA
220	S_05_2P	SANDRA ALULEMA	11	VULNERABILIDAD BAJA
221	S_01_2P	YESENIA TORRES	11	VULNERABILIDAD BAJA
222	S_02_2P	CONDOMINIO 2-CASA #3	11	VULNERABILIDAD BAJA
223	S_21_2P	VICTOR AUQUILLA	11	VULNERABILIDAD BAJA
224	V_14_2P	LUIS MARCO LLANGA VARGAS	11	VULNERABILIDAD BAJA
225	E_06_2P	MARTHA COLCHA	11	VULNERABILIDAD BAJA
226	A_13b_1P	JULIA MERCEDES ORTEGA	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
227	A_13a_1P	JULIA MERCEDES ORTEGA	24,2	VULNERABILIDAD BAJA
228	A_13a_2P	JULIA MERCEDES ORTEGA	17	VULNERABILIDAD BAJA
229	B_27b_1P	ÁLVARO LEAL	15,2	VULNERABILIDAD BAJA
230	B_27a_1P	ÁLVARO LEAL	15,2	VULNERABILIDAD BAJA
231	B_29_2P	MESIAS VILEMA	15	VULNERABILIDAD BAJA
232	B_31_2P	BERTHA SILVA	11	VULNERABILIDAD BAJA
233	V_03_2P	SOLEDAD SÁEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
234	B_04_2P	CARLOS FIALLOS	11	VULNERABILIDAD BAJA
235	B_03_2P	HERMEL HEREDIA	11	VULNERABILIDAD BAJA
236	U_11_MA	MARIO CESAR CHULÍ COLCHA	26,2	VULNERABILIDAD BAJA
237	A_13b_2P	JULIA MERCEDES ORTEGA	11	VULNERABILIDAD BAJA
238	F_01_2P	YADIRA HIDALGO CONDOMINIO 3	10	VULNERABILIDAD BAJA

239	E_09_2P	JULIO CESAR SAMPEDRO RAMOS	11	VULNERABILIDAD BAJA
240	D_11_2P	CONDOMINIO 4	12,2	VULNERABILIDAD BAJA
241	A_07_2P	PABLO IGNACIO TAMAYO RODRÍGUEZ	11	VULNERABILIDAD BAJA
242	J_01_1P	NOEMÍ CHUKCHILAN	10,2	VULNERABILIDAD BAJA
243	G´_01_MA	MARCO SÁEZ	22	VULNERABILIDAD BAJA
244	A_01_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#1	11	VULNERABILIDAD BAJA
245	A_02_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#2	11	VULNERABILIDAD BAJA
246	A_03_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#3	11	VULNERABILIDAD BAJA
247	A_04_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#4	11	VULNERABILIDAD BAJA
248	A_05_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#5	11	VULNERABILIDAD BAJA
249	A_06_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#6	11	VULNERABILIDAD BAJA
250	A_08_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#8	11	VULNERABILIDAD BAJA
251	A_09_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#9	11	VULNERABILIDAD BAJA
252	A_10_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#10	11	VULNERABILIDAD BAJA
253	A_11_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#11	11	VULNERABILIDAD BAJA
254	A_16_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
255	A_15_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
256	A_17_SE	NO EVALUADA-CHEVROLET	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
257	A_18_SE	TALLERES MTOP	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
258	A_19_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
259	B_07_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
260	B_13_2P	MARCO AUQUILLA SALTAN	17	VULNERABILIDAD BAJA
261	B_32_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
262	B_19_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

263	B_22_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
264	B_30_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
265	C_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
266	D_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
267	D_13_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
268	D_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
269	D_05_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
270	D_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
271	D_09_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
272	D_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
273	E_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
274	E_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
275	E_04_OM	OBRA MUERTA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
276	F_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
277	F_14_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
278	F_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
279	F_03_OM	OBRA MUERTA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
280	F_04_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
281	F_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
282	F_07_SE	IGLESIA EVANGÉLICA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
283	EP_01_E	ESTADIO	0	ESPACIO PÚBLICO
284	EP_02_I	IGLESIA	0	ESPACIO PÚBLICO
285	EP_03_C	CANCHA	0	ESPACIO PÚBLICO
286	EP_04_CB	CASA BARRIAL	0	ESPACIO PÚBLICO

287	EP_05_P	PARQUE	0	ESPACIO PÚBLICO
288	G_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
290	G_03_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
291	G´_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
292	H_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
293	I_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
294	I_06_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
295	I_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
296	I_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
297	I_09_SE	JARDÍN DE INFANTES	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
298	J´_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
299	J´_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
300	J_13_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
301	J_14_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
302	J_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
303	K_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
304	K_07_OM	OBRA MUERTA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
305	K_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
306	K´_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
307	K´_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
308	K´_05_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
309	K´_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
310	K´_04_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
311	L_18_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

312	L_19_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
313	L_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
314	L_11_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
315	L_14_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
316	M_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
317	M_05_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
318	M_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
319	M_07_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
320	M_09_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
321	M_10_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
322	M_01_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
323	M_14_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
324	N_01_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
325	N_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
326	N_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
327	N_07_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
328	O_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
329	O_02_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
330	O_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
331	O_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
332	O_05_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
333	O_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
334	R_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
335	R_06_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO

336	R_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
337	R_21_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
338	R_10_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
339	R_14_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
340	R_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
341	R_16_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
342	R_17_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
343	R_20_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
344	S_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
345	S_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
346	S_08_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
347	S_12_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
348	S_13_SE	ASOCIACIÓN DE JUBILADOS	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
349	S_17_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
350	S_19_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
351	S_20_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
352	S_27_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
353	T_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
354	T_05_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
355	T_04_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
356	T_03_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
357	T_02_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
358	V_16_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
359	V_22_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

360	V_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
361	V_23_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
362	V_10_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
363	V_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
364	V_05_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
365	V_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
366	V_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
367	V_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
368	U_09_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
369	U_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
370	U_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
371	Q_01_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
372	Q_11_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
373	Q_10_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
374	Q_02_SE	FABRICA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
375	Q_06_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
376	Q_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
377	Q_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
378	Q_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
379	X_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
380	X_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2. Método Italiano

4.2.2.1. Resultados por Parámetros.

Se realiza un análisis de 11 parámetros que se consideró en el Método Italiano.

4.2.2.1.1. Organización del Sistema Resistente

Se analizó el sistema resistente de 164 viviendas teniendo como resultado 155 con clase A compuestas por ladrillos sólidos bien confinados; 2 con clase B constituida por ladrillos poco confinados y 7 con clase C porque se han utilizados bloques de baja resistencia.

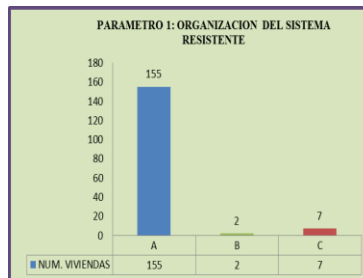


Gráfico 65. Organización del sistema resistente

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1.2. Calidad del Sistema Resistente

Analizando la calidad del sistema resistente de 164 viviendas teniendo como resultado 10 con clase A debido a la calidad del hormigón; 16 con clase B y 138 con clase C porque la calidad del hormigón es mala.

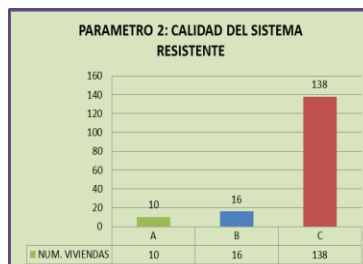


Gráfico 66. Calidad del sistema resistente.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1.3. Resistencia Convencional

Analizando la calidad del sistema resistente de 164 viviendas 123 con clase C ya que al analizar el la relación entre en cortante resistente y cortante actuante cumple la condición de $\alpha < 0.7$ y 41 con clase A que cumple la relación α es ≥ 1.5

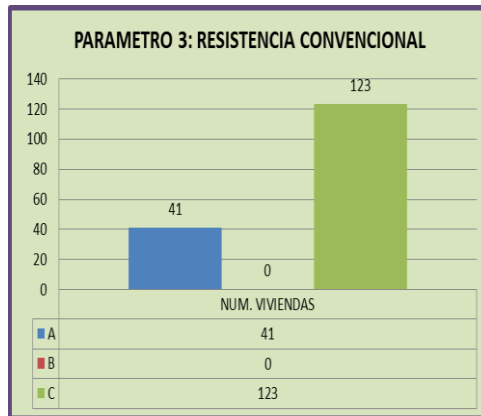


Gráfico 67. Resistencia convencional

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1.4. Posición del Edificio y Cimentación

Según la categorización del suelo las 164 viviendas evaluadas son de tipo B, porque según el mapa de zonificación de suelos de la ciudad de Riobamba del barrio es tipo S3, siendo así un suelo húmedo, blando y relleno.

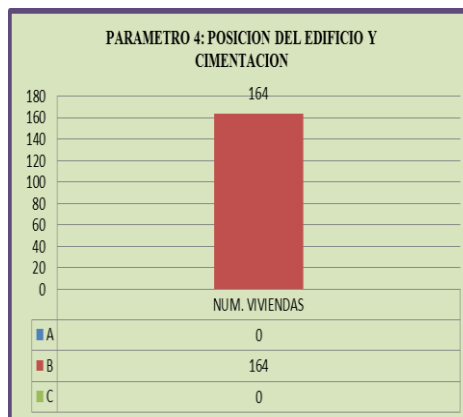


Gráfico 68. Posición del edificio y cimentación.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1..5. Losas

Como resultado de evaluación se obtiene que 164 viviendas tipo A; ya que son losas conectadas a los elementos verticales, y el área de aperturas sean menores del 30% del área total de la losa.

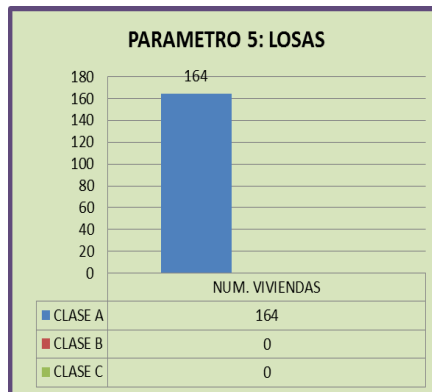


Gráfico 69. Losas

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1..6. Configuración en Planta

En este parámetro de 164 viviendas se obtiene 51 con clase A porque son de planta rectangular, 88 de tipo B, por problemas de torsión en un sentido y 25 de tipo C por problemas de torsión en ambos sentidos.

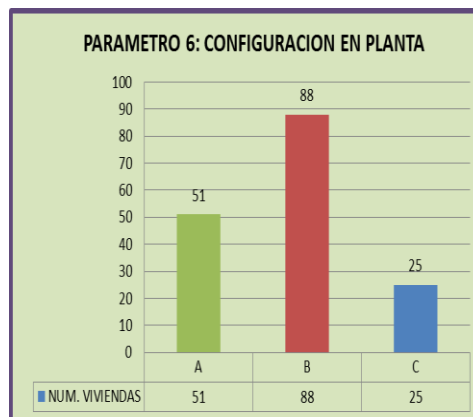


Gráfico 70. Configuración en planta.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1..7. Configuración en Elevación

Como resultado de evaluación se obtiene que de 164 viviendas 68 son de tipo A ya que no existe ascenso de masas, 96 viviendas pertenecen al tipo C porque que existe incremento de masas.

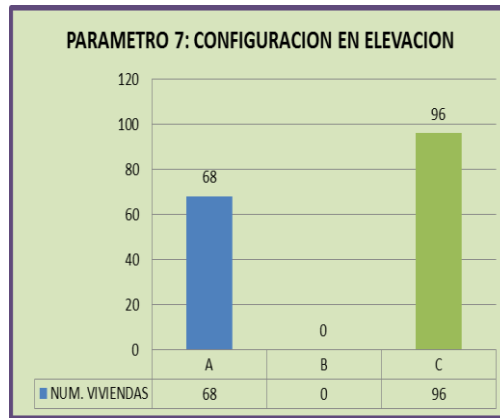


Gráfico 71. Configuración en Elevación

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1..8. Conexión en Elementos Críticos

De 164 viviendas evaluadas se han obtenido 141 viviendas tipo C ya que no cumplen secciones mínimas entre viga/columna recomendadas por normas; 23 viviendas tipo A que cumplen normas.

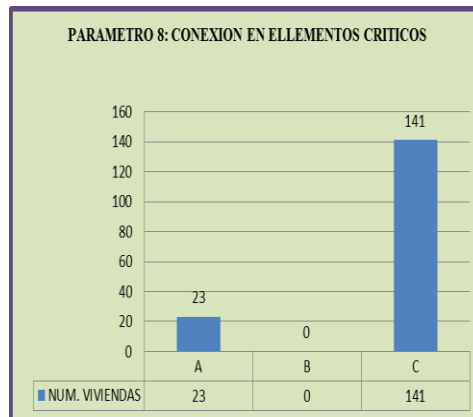


Gráfico 72. Conexión en elementos críticos.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1..9. Elementos de Baja Ductilidad

Se evaluaron 164 viviendas de las cuales 125 viviendas clasifican con clase A ya que no muestran columnas cortas y 39 con clasificación C las cuales presentan columnas cortas.

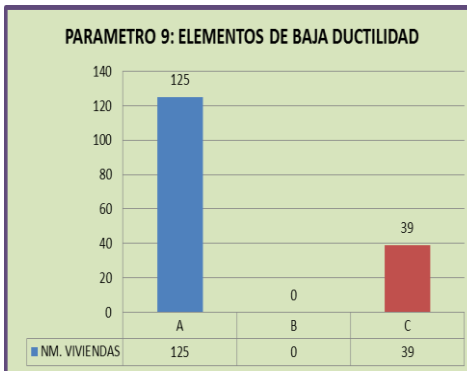


Gráfico 73. Elementos de baja ductilidad

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1..10. Elementos No Estructurales

Al realizar el análisis de los elementos no estructurales de 164 viviendas encontramos 2 viviendas con elementos no estructurales anclados de forma eficiente; 150 viviendas se encuentran con anclajes poco fiables y 12 viviendas cuyos elementos son inestables y mal conectados.

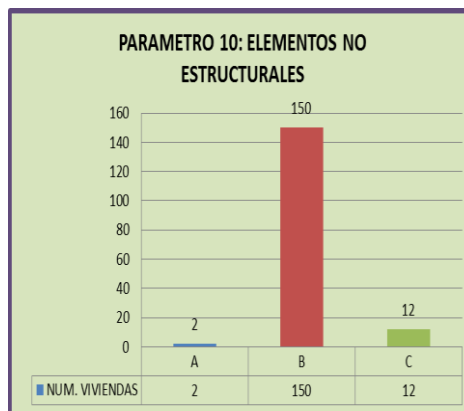


Gráfico 74. Elementos no estructurales

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.1.11. Estado de Conservación

El resultado obtenido al analizar el estado de conservación de 164 viviendas se encontraron; 73 viviendas de clase B porque existe presencia de fisuras en menos del 30% y 91 viviendas con más del 30% en fisuras.

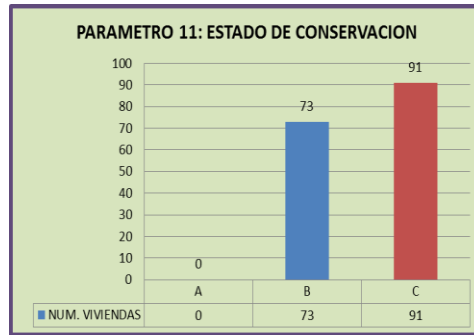


Gráfico 75. Estado de conservación

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

4.2.2.2. Resultados y Calificación obtenido mediante el Método Italiano.

A continuación se presenta el valor y calificación obtenido de 164 viviendas evaluadas del Barrio San Miguel de Tapi, considerando los siguientes aspectos:

Viviendas con calificación entre 0 – 30 → VULNERABILIDAD BAJA

Viviendas con calificación entre 31 – 60 → VULNERABILIDAD MEDIA

Viviendas con calificación > a 61 → VULNERABILIDAD ALTA

Tabla 37. Resultados según el método Italiano

No.	CÓDIGO	PROPIETARIO	IV_MI	CALF_MI
1	F_06_1P	LUIS COLCHA	32,5	VULNERABILIDAD MEDIA
2	F_05_1P	ALEJANDRINA COLCHA	56	VULNERABILIDAD MEDIA
3	J_06_2P	MARÍA MARTHA GUAMÁN COLCHA	70	VULNERABILIDAD ALTA
4	J_04_MA	ALICIA GUAMÁN	0	MEDIA AGUA

5	J_07_MA	DANIEL GUAMÁN	0	MEDIA AGUA
6	J_07_1P	DANIEL GUAMÁN	68	VULNERABILIDAD ALTA
7	J_05_2P	LUIS GUAMÁN	52	VULNERABILIDAD MEDIA
8	I_03_1P	RICARDO GUARACA	56	VULNERABILIDAD MEDIA
9	I_02a_MA	PATRICIA PILLAJO	0	MEDIA AGUA
10	I_02b_MA	PATRICIA PILLAJO	0	MEDIA AGUA
11	J_02_MA	CARLOS ORTIZ	0	MEDIA AGUA
12	H_01_1P	LUIS BONILLA (ARRENDATARIO)	68	VULNERABILIDAD ALTA
13	D_03_1P	LUISA PEÑA (ARRENDATARIA)	56	VULNERABILIDAD MEDIA
14	D_03_MA	LUISA PEÑA (ARRENDATARIA)	0	MEDIA AGUA
15	E_11_1P	MARÍA INÉS ÑAUNAY	57,5	VULNERABILIDAD MEDIA
16	L_02_MA	LUIS PACA (ARRENDATARIO)	0	MEDIA AGUA
17	L_16_3P	LUIS ALBERTO GUARACA VALDEZ	41,5	VULNERABILIDAD MEDIA
18	K_02_2P	MARÍA COLCHA SALGUERO	39	VULNERABILIDAD MEDIA
19	E_07_2P	DOLORES APOLO	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
20	I_10_1P	ROSA VALDEZ	32,5	VULNERABILIDAD MEDIA
21	I_10_2P	ROSA VALDEZ	37,5	VULNERABILIDAD MEDIA
22	J_08_1P	LUZ MARÍA TACURI	56	VULNERABILIDAD MEDIA
23	J_08_2P	LUZ MARÍA TACURI	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
24	M_16_3P	LUZ MARÍA TACURI	21,5	VULNERABILIDAD BAJA
25	K_03_2P	ZOILA SÁEZ	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
26	H_03_MA	CARLOS GUARACA QUINGE	0	MEDIA AGUA
27	I_01a_2P	SEGUNDO JUAN ÑAUNAY	47,5	VULNERABILIDAD MEDIA
28	I_01b_2P	PATRICIO ÑAUNAY	59	VULNERABILIDAD MEDIA
29	I_11_2P	MELCHORA LLANGA	35,5	VULNERABILIDAD MEDIA

30	M_06_1P	MARLENE MAYORGA	46	VULNERABILIDAD MEDIA
31	M_08_3P	LEONOR MAYORGA	44,5	VULNERABILIDAD MEDIA
32	M_02_3P	ISABEL MAYORGA	59	VULNERABILIDAD MEDIA
33	M_03_1P	LEONOR MAYORGA	40	VULNERABILIDAD MEDIA
34	M_13_1P	JOSÉ CUSHQUICUSMA	57,5	VULNERABILIDAD MEDIA
35	J_06_1P	MARÍA MARTHA GUAMÁN COLCHA	34	VULNERABILIDAD MEDIA
36	H_02_1P	EDISON AUQUILLA	52	VULNERABILIDAD MEDIA
37	J_03_MA	VERÓNICA ORTIZ	0	MEDIA AGUA
38	K_01_MA	MESIAS VILEMA	0	MEDIA AGUA
39	D_06_2P	ANITA VALDEZ	24	VULNERABILIDAD BAJA
40	D_07_MA	ANITA VALDEZ	0	MEDIA AGUA
41	M_12_MA	MIGUEL LLANDA	0	MEDIA AGUA
42	K_05_2P	PATRICIA SISA	35,5	VULNERABILIDAD MEDIA
43	I_05_1P	PATRICIA SISA	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
44	I_04_2P	PATRICIA SISA	52	VULNERABILIDAD MEDIA
45	I_04a_MA	PATRICIA SISA	0	MEDIA AGUA
46	K_06_1P	NELO CAIZA	68	VULNERABILIDAD ALTA
47	G_01_1P	ÁNGEL COLCHA	56	VULNERABILIDAD MEDIA
48	G_02_MA	ÁNGEL COLCHA	0	MEDIA AGUA
49	I_01_MA	SEGUNDO JUAN ÑAÑAY	0	MEDIA AGUA
50	L_10_2P	RAFAEL COLCHA	62	VULNERABILIDAD ALTA
51	L_10_MA	RAFAEL COLCHA	0	MEDIA AGUA
52	L_09a_2P	LUIS ARMANDO HUARACA	65,5	VULNERABILIDAD ALTA
53	L_09b_2P	LUIS ARMANDO HUARACA	68,5	VULNERABILIDAD ALTA
54	L_12_2P	WILFRIDO SILVA TORRES	52	VULNERABILIDAD MEDIA

55	L_13_1P	CARLOS CUSHQUICUSMA	62	VULNERABILIDAD ALTA
56	L_13_MA	CARLOS CUSHQUICUSMA	0	MEDIA AGUA
57	J_11_MA	PATRICIO GUAMÁN	0	MEDIA AGUA
58	G_04a_MA	FAMILIA HUARACA PILLAJO	0	MEDIA AGUA
59	G_04b_MA	FAMILIA HUARACA PILLAJO	0	MEDIA AGUA
60	G_04_2P	WALTER HUARACA PILLAJO	30	VULNERABILIDAD BAJA
61	G_05_3P	LAURA SÁEZ	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
62	K_04_1P	MARINA LÓPEZ	46	VULNERABILIDAD MEDIA
63	L_04_2P	CESAR TAMAYO	68	VULNERABILIDAD ALTA
64	L_04_MA	CESAR TAMAYO	0	MEDIA AGUA
65	N_05_2P	ROMEL OJEDA	62	VULNERABILIDAD ALTA
66	O_08_MA	VERÓNICA PAOLA MOROCHO	0	MEDIA AGUA
67	O_07_1P	MARIANA TOAPANTA	46	VULNERABILIDAD MEDIA
68	O_09_MA	JORGE COLCHA	0	MEDIA AGUA
69	L_03_1P	EVANGELINA PAULLAN ÑAUNAY	62	VULNERABILIDAD ALTA
70	L_03_MA	EVANGELINA PAULLAN ÑAUNAY	0	MEDIA AGUA
71	B_14_2P	MARÍA NIEVES PAULLÁN	68	VULNERABILIDAD ALTA
72	R_01_1P	S/N	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
73	R_01_MA	S/N	0	MEDIA AGUA
74	R_18_2P	MARCELO ALVARADO	62	VULNERABILIDAD ALTA
75	L_08_2P	MANUEL LLANGA	50,5	VULNERABILIDAD MEDIA
76	L_08_1P	MANUEL LLANGA	46	VULNERABILIDAD MEDIA
77	L_08_MA	MANUEL LLANGA	0	MEDIA AGUA
78	S_18_1P	ÁNGEL CHUQUI	32,5	VULNERABILIDAD MEDIA
79	S_18a_MA	ÁNGEL CHUQUI	0	MEDIA AGUA

80	S_18b_MA	ÁNGEL CHUQUI	0	MEDIA AGUA
81	V_09a_MA	FRANCISCO LLANGA HUARACA	0	MEDIA AGUA
82	V_09b_MA	FRANCISCO LLANGA HUARACA	0	MEDIA AGUA
83	V_04_2P	IVÁN BARRERA	68	VULNERABILIDAD ALTA
84	S_28_MA	LUIS ALBERTO CALI	0	MEDIA AGUA
85	S_09_1P	BYRON BONILLA	47,5	VULNERABILIDAD MEDIA
86	S_26a_MA	DOLORES CHULÍ	0	MEDIA AGUA
87	S_26b_MA	DOLORES CHULÍ	0	MEDIA AGUA
88	L_15_2P	LUIS ARTURO COLCHA HUARACA	65	VULNERABILIDAD ALTA
89	E_10_2P	MARÍA TERESA HUARACA	52	VULNERABILIDAD MEDIA
90	U_01_2P	MIRIAM LÓPEZ	25,5	VULNERABILIDAD BAJA
91	U_02_MA	MIRIAM LÓPEZ	0	MEDIA AGUA
92	X_05_MA	EMMA VALLE	0	MEDIA AGUA
93	U_10_MA	ROSARIO SÁEZ	0	MEDIA AGUA
94	T_06a_2P	MANUEL GAVILÁNEZ	50,5	VULNERABILIDAD MEDIA
95	T_06_MA	MANUEL GAVILÁNEZ	0	MEDIA AGUA
96	T_06b_2P	MANUEL GAVILÁNEZ	52	VULNERABILIDAD MEDIA
97	S_15_1P	SEGUNDO ÁNGEL COLCHA	52	VULNERABILIDAD MEDIA
98	S_15_MA	SEGUNDO ÁNGEL COLCHA	0	MEDIA AGUA
99	V_13a_1P	CECILIA LLANGA	52	VULNERABILIDAD MEDIA
100	V_13b_1P	CECILIA LLANGA	38,5	VULNERABILIDAD MEDIA
101	S_22_MA	ABELARDO ALVARADO	0	MEDIA AGUA
102	T_07a_1P	LUIS PILLAJO	52	VULNERABILIDAD MEDIA
103	T_07_2P	LUIS PILLAJO	66	VULNERABILIDAD ALTA
104	T_07b_1P	LUIS PILLAJO	57,5	VULNERABILIDAD MEDIA

105	S_11_2P	MARCELO ORELLANA	58	VULNERABILIDAD MEDIA
106	S_10_2P	COLOMBIA JÁCOME	40	VULNERABILIDAD MEDIA
107	X_04a_2P	MARGARITA AYERVE	46	VULNERABILIDAD MEDIA
108	X_04b_2P	MARGARITA AYERVE	31,5	VULNERABILIDAD MEDIA
109	S_14_2P	INÉS GÓMEZ	28,5	VULNERABILIDAD BAJA
110	S_16_2P	GLORIA GUATO	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
111	T_01_2P	BOLIVIA CHÁVEZ	66,5	VULNERABILIDAD ALTA
112	T_01_MA	BOLIVIA CHÁVEZ	0	MEDIA AGUA
113	U_13_2P	VERÓNICA AINAGUANO	52	VULNERABILIDAD MEDIA
114	B_18_1P	WILSON HUARACA	54,5	VULNERABILIDAD MEDIA
115	X_09_1P	CARLOS ALVARADO	57,5	VULNERABILIDAD MEDIA
116	U_14_MA	ROSA SALGUERO	0	MEDIA AGUA
117	S_25_MA	GLADIS PEREIRA	0	MEDIA AGUA
118	D_10_MA	EDISON PONCE	0	MEDIA AGUA
119	C_01_MA	ARTURO COELLO	0	MEDIA AGUA
120	V_11_MA	CARINA REINO	0	MEDIA AGUA
121	V_08a_1P	JOSE SÁEZ	57,5	VULNERABILIDAD MEDIA
122	V_08b_1P	JOSE SÁEZ	46	VULNERABILIDAD MEDIA
123	V_01_1P	JULIO SÁEZ	68	VULNERABILIDAD ALTA
124	V_01a_MA	JULIO SÁEZ	0	MEDIA AGUA
125	V_01b_MA	JULIO SÁEZ	0	MEDIA AGUA
126	V_01_2P	JULIO SÁEZ	67	VULNERABILIDAD ALTA
127	I_04b_MA	PATRICIA SISA	0	MEDIA AGUA
128	B_26_MA	MARINA CANTOS	0	MEDIA AGUA
129	X_01_1P	JOSÉ NAULA COLCHA	50,5	VULNERABILIDAD MEDIA

130	V_20_2P	MARCELO CAIZA CUJILEMA	30	VULNERABILIDAD BAJA
131	S_04_2P	GUADALUPE GUEVARA	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
132	E_08_2P	JUAN MIGUEL COLCHA SALAO	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
133	E_05_2P	ROSA COLCHA	62	VULNERABILIDAD ALTA
134	E_05_MA	ROSA COLCHA	0	MEDIA AGUA
135	E_02_2P	MARÍA MERCEDES HUARACA VALDEZ	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
136	E_02_MA	MARÍA MERCEDES HUARACA VALDEZ	0	MEDIA AGUA
137	Q_09_1P	ING. EDUARDO QUINTANA	46	VULNERABILIDAD MEDIA
138	Q_09_MA	ING. EDUARDO QUINTANA	0	MEDIA AGUA
139	B_15_2P	VICTOR ABRAN COLCHA COLCHA	25,5	VULNERABILIDAD BAJA
140	B_16_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
141	V_20_1P	MARÍA ERNESTINA LLANGA ZULA	47,5	VULNERABILIDAD MEDIA
142	U_12_2P	ÁNGEL COLCHA CHÁVEZ	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
143	B_20_3P	FRANKLIN GERMAN HUARACA	24	VULNERABILIDAD BAJA
144	B_21_3P	FRANKLIN GERMAN HUARACA	30	VULNERABILIDAD BAJA
145	X_08_2P	ANTONIO JOSÉ FREIRE	68	VULNERABILIDAD ALTA
146	X_08_1P	ANTONIO JOSÉ FREIRE	27	VULNERABILIDAD BAJA
147	V_17_3P	EDISON CALBACHE	52	VULNERABILIDAD MEDIA
148	A_14_3P	GONZALO VIMOS	21	VULNERABILIDAD BAJA
149	A_14_MA	GONZALO VIMOS	0	MEDIA AGUA
150	F_08_1P	JOSÉ COLCHA	32,5	VULNERABILIDAD MEDIA
151	F_13_2P	NARCISA COLCHA	40,5	VULNERABILIDAD MEDIA
152	F_11_1P	JOSE COLCHA	54,5	VULNERABILIDAD MEDIA
153	F_09_2P	JOSE COLCHA	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
154	F_10_MA	JOSE COLCHA	0	MEDIA AGUA

155	B_09_1P	JACINTO ÑAUNAY COLCHA	56	VULNERABILIDAD MEDIA
156	B_09_MA	JACINTO ÑAUNAY COLCHA	0	MEDIA AGUA
157	B_10_2P	CARMEN ÑAUNAY	52	VULNERABILIDAD MEDIA
158	B_11_MA	PABLO ÑAUNAY	0	MEDIA AGUA
159	B_12_2P	PABLO ÑAUNAY	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
160	X_02_1P	SEGUNDO GONZÁLEZ	56	VULNERABILIDAD MEDIA
161	B_17a_1P	GABRIEL CHIZAGUANO	41,5	VULNERABILIDAD MEDIA
162	B_17b_1P	GABRIEL CHIZAGUANO	51,5	VULNERABILIDAD MEDIA
163	V_19_2P	ÁNGEL SISA VALDEZ	44,5	VULNERABILIDAD MEDIA
164	R_12_2P	JORGE LLANGARY	53,5	VULNERABILIDAD MEDIA
165	B_06a_2P	MARTHA PILLAJO	62	VULNERABILIDAD ALTA
166	B_06b_2P	MARTHA PILLAJO	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
167	B_06_MA	MARTHA PILLAJO	0	MEDIA AGUA
168	B_05_2P	MARÍA PAULLAN ÑAUNAY	28,5	VULNERABILIDAD BAJA
169	B_08_2P	LUIS NARANJO	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
170	B_08_MA	LUIS NARANJO	0	MEDIA AGUA
171	R_07_3P	EDUARDO SANTILLÁN	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
172	L_05_2P	ROBERTO PILLAJO	50,5	VULNERABILIDAD MEDIA
173	L_05_MA	ROBERTO PILLAJO	0	MEDIA AGUA
174	V_18_2P	BLANCA CHÁVEZ	53,5	VULNERABILIDAD MEDIA
175	R_05_1P	PATRICIA LORENA GUILCAPI	31	VULNERABILIDAD MEDIA
176	R_04_1P	ESMERALDAS FONSECA	22,5	VULNERABILIDAD BAJA
177	Q_05_1P	MARCO SALAZAR	56	VULNERABILIDAD MEDIA
178	Q_03_MA	CELMO MONTERO	0	MEDIA AGUA
179	N_06_2P	LUIS GUAMÁN PAGUAY	40	VULNERABILIDAD MEDIA

180	R_13_2P	WILSON ZÚÑIGA	53,5	VULNERABILIDAD MEDIA
181	R_09_2P	MARCO VILLAMIL	41,5	VULNERABILIDAD MEDIA
182	U_08_2P	VICTOR HUGO AULLA SÁEZ	27	VULNERABILIDAD BAJA
183	U_06_1P	CARMEN SÁEZ	46	VULNERABILIDAD MEDIA
184	U_07_2P	CARMEN SÁEZ	62	VULNERABILIDAD ALTA
185	S_24_MA	MARTHA NIETO	0	MEDIA AGUA
186	S_24_1P	MARTHA NIETO	46	VULNERABILIDAD MEDIA
187	B_01_MA	HERMEL HEREDIA	0	MEDIA AGUA
188	B_02_2P	DANNY USCA	52	VULNERABILIDAD MEDIA
189	B_28_3P	ROSA GUAÑO	37,5	VULNERABILIDAD MEDIA
190	B_28_1P	ROSA GUAÑO	44,5	VULNERABILIDAD MEDIA
191	B_28_2P	ROSA GUAÑO	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
192	X_10a_1P	SANDRA PINTA / MAGDALENA COLCHA	38,5	VULNERABILIDAD MEDIA
193	X_10b_1P	SANDRA PINTA / MAGDALENA COLCHA	31	VULNERABILIDAD MEDIA
194	X_10c_1P	SANDRA PINTA / MAGDALENA COLCHA	46	VULNERABILIDAD MEDIA
195	X_06_1P	FELIPE DOMÍNGUEZ	21	VULNERABILIDAD BAJA
196	X_06_2P	FELIPE DOMÍNGUEZ	65,5	VULNERABILIDAD ALTA
197	V_21_2P	GLORIA SILVA	55	VULNERABILIDAD MEDIA
198	U_05_2P	EDISON CANDO	59	VULNERABILIDAD MEDIA
199	B_24_2P	ISABEL VELAZCO	62	VULNERABILIDAD ALTA
200	B_23_1P	MARÍA TERESA LEÓN SARMIENTO	54,5	VULNERABILIDAD MEDIA
201	S_23_2P	BOLÍVAR ESCOBAR GUEVARA	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
202	S_03_2P	JOHNNY NARANJO	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
203	L_01_1P	CARLOS ANTONIO DILAN COBO	46	VULNERABILIDAD MEDIA
204	L_01_MA	CARLOS ANTONIO DILAN COBO	0	MEDIA AGUA

205	J_10_1P	S/N	34	VULNERABILIDAD MEDIA
206	J_12_MA	ROSA ELVIRA CAYO TOAQUISA	0	MEDIA AGUA
207	D_01_2P	MANUEL PILLAJO	46	VULNERABILIDAD MEDIA
208	J_09_2P	LOURDES PILLAJO	66,5	VULNERABILIDAD ALTA
209	M_11_1P	ROSA ÁLVAREZ	22	VULNERABILIDAD BAJA
210	N_02_2P	BLANCA COLCHA	68	VULNERABILIDAD ALTA
211	K_03_1P	JOSÉ AYNAGUANO	54,5	VULNERABILIDAD MEDIA
212	K_03_2P	JOSÉ AYNAGUANO	66,5	VULNERABILIDAD ALTA
213	L_06_1P	MIRIAN PATRICIA PAULLAN CHÁVEZ	54,5	VULNERABILIDAD MEDIA
214	A_12_2P	MANUEL CABRERA SILVA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
215	B_25_2P	LUIS MONCAYO	50,5	VULNERABILIDAD MEDIA
216	R_19_1P	YOLANDA ENCALADA	40	VULNERABILIDAD MEDIA
217	R_19_MA	YOLANDA ENCALADA	0	MEDIA AGUA
218	R_03_3P	JAIME URQUIZO	21,5	VULNERABILIDAD BAJA
219	R_11_2P	MERCY MANTILLA	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
220	S_05_2P	SANDRA ALULEMA	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
221	S_01_2P	YESENIA TORRES	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
222	S_02_2P	CONDOMINIO 2-CASA #3	56,5	VULNERABILIDAD MEDIA
223	S_21_2P	VICTOR AUQUILLA	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
224	V_14_2P	LUIS MARCO LLANGA VARGAS	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
225	E_06_2P	MARTHA COLCHA	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
226	A_13b_1P	JULIA MERCEDES ORTEGA	31,5	VULNERABILIDAD MEDIA
227	A_13a_1P	JULIA MERCEDES ORTEGA	53	VULNERABILIDAD MEDIA
228	A_13a_2P	JULIA MERCEDES ORTEGA	60,5	VULNERABILIDAD ALTA
229	B_27b_1P	ÁLVARO LEAL	57,5	VULNERABILIDAD MEDIA

230	B_27a_1P	ÁLVARO LEAL	21	VULNERABILIDAD BAJA
231	B_29_2P	MESIAS VILEMA	63,5	VULNERABILIDAD ALTA
232	B_31_2P	BERTHA SILVA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
233	V_03_2P	SOLEDAD SÁEZ	28,5	VULNERABILIDAD BAJA
234	B_04_2P	CARLOS FIALLOS	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
235	B_03_2P	HERMEL HEREDIA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
236	U_11_MA	MARIO CESAR CHULÍ COLCHA	0	MEDIA AGUA
237	A_13b_2P	JULIA MERCEDES ORTEGA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
238	F_01_2P	YADIRA HIDALGO CONDOMINIO 3	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
239	E_09_2P	JULIO CESAR SAMPEDRO RAMOS	62	VULNERABILIDAD ALTA
240	D_11_2P	CONDOMINIO 4	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
241	A_07_2P	PABLO IGNACIO TAMAYO RODRÍGUEZ	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
242	J_01_1P	NOEMÍ CHUKCHILAN	67,5	VULNERABILIDAD ALTA
243	G_01_MA	MARCO SÁEZ	0	MEDIA AGUA
244	A_01_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#1	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
244	PAI	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
245	A_02_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#2	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
246	A_03_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#3	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
247	A_04_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#4	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
248	A_05_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#5	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
249	A_06_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#6	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
250	A_08_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#8	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
251	A_09_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#9	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
252	A_10_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#10	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
253	A_11_2P	CONDOMINIO CENTAUROS -CASA#11	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO

254	A_16_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
255	A_15_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
256	A_17_SE	NO EVALUADA-CHEVROLET	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
257	A_18_SE	TALLERES MTOP	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
258	A_19_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
259	B_07_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
260	B_13_2P	MARCO AUQUILLA SALTAN	52	VULNERABILIDAD MEDIA
261	B_32_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
262	B_19_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
263	B_22_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
264	B_30_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
265	C_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
266	D_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
267	D_13_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
268	D_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
269	D_05_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
270	D_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
271	D_09_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
272	D_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
273	E_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
274	E_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
275	E_04_OM	OBRA MUERTA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
276	F_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
277	F_14_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
278	F_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

279	F_03_OM	OBRA MUERTA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
280	F_04_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
281	F_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
282	F_07_SE	IGLESIA EVANGÉLICA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
283	EP_01_E	ESTADIO	0	ESPACIO PÚBLICO
284	EP_02_I	IGLESIA	0	ESPACIO PÚBLICO
285	EP_03_C	CANCHA	0	ESPACIO PÚBLICO
286	EP_04_CB	CASA BARRIAL	0	ESPACIO PÚBLICO
287	EP_05_P	PARQUE	0	ESPACIO PÚBLICO
288	G_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
289	G_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
290	G_03_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
291	G_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
292	H_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
293	I_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
294	I_06_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
295	I_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
296	I_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
297	I_09_SE	JARDÍN DE INFANTES	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
298	J_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
299	J_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
300	J_13_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
301	J_14_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
302	J_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
303	K_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

304	K_07_OM	OBRA MUERTA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
305	K_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
306	K'_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
307	K'_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
308	K'_05_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
309	K'_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
310	K'_04_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
311	L_18_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
312	L_19_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
313	L_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
314	L_11_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
315	L_14_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
316	M_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
317	M_05_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
318	M_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
319	M_07_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
320	M_09_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
321	M_10_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
322	M_01_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
323	M_14_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
324	N_01_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
325	N_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
326	N_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
327	N_07_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
328	O_01_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

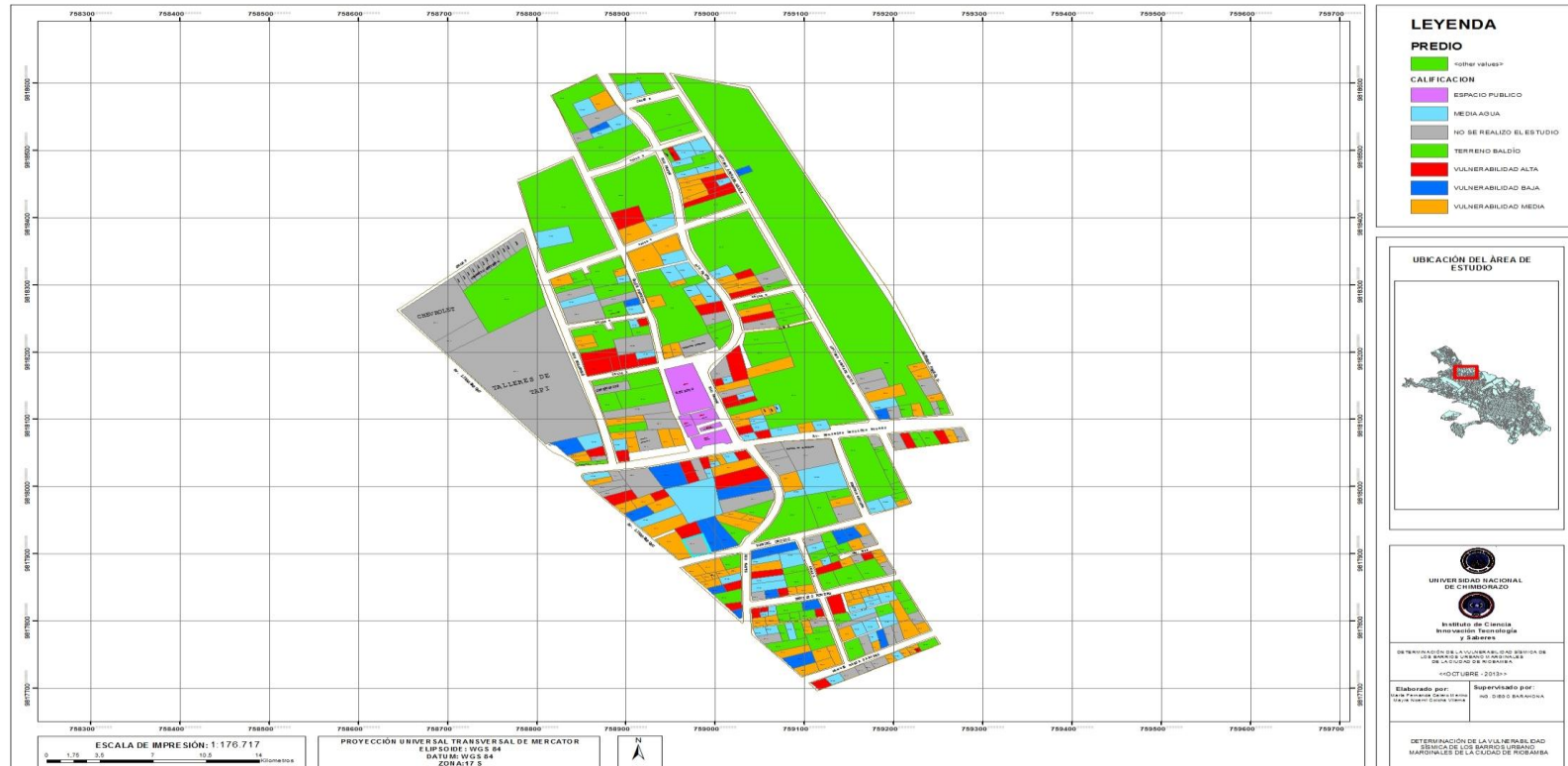
329	O_02_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
330	O_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
331	O_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
332	O_05_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
333	O_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
334	R_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
335	R_06_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
336	R_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
337	R_21_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
338	R_10_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
339	R_14_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
340	R_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
341	R_16_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
342	R_17_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
343	R_20_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
344	S_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
345	S_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
346	S_08_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
347	S_12_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
348	S_13_SE	ASOCIACIÓN DE JUBILADOS	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
349	S_17_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
350	S_19_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
351	S_20_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
352	S_27_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
353	T_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

354	T_05_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
355	T_04_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
356	T_03_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
357	T_02_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
358	V_16_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
359	V_22_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
360	V_15_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
361	V_23_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
362	V_10_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
363	V_02_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
364	V_05_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
365	V_06_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
366	V_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
367	V_12_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
368	U_09_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
369	U_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
370	U_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
371	Q_01_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
372	Q_11_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
373	Q_10_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
374	Q_02_SE	FABRICA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
375	Q_06_SE	NO EVALUADA	0	NO SE REALIZO EL ESTUDIO
376	Q_04_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
377	Q_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
378	Q_08_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
379	X_03_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO
380	X_07_TV	TERRENO BALDÍO	0	TERRENO BALDÍO

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha.

Como una ayuda para apreciar los resultados de la investigación se prepararon mapas temáticos del barrio donde se visualiza la ubicación de las viviendas evaluadas y el índice de Vulnerabilidad. (ANEXO VI)

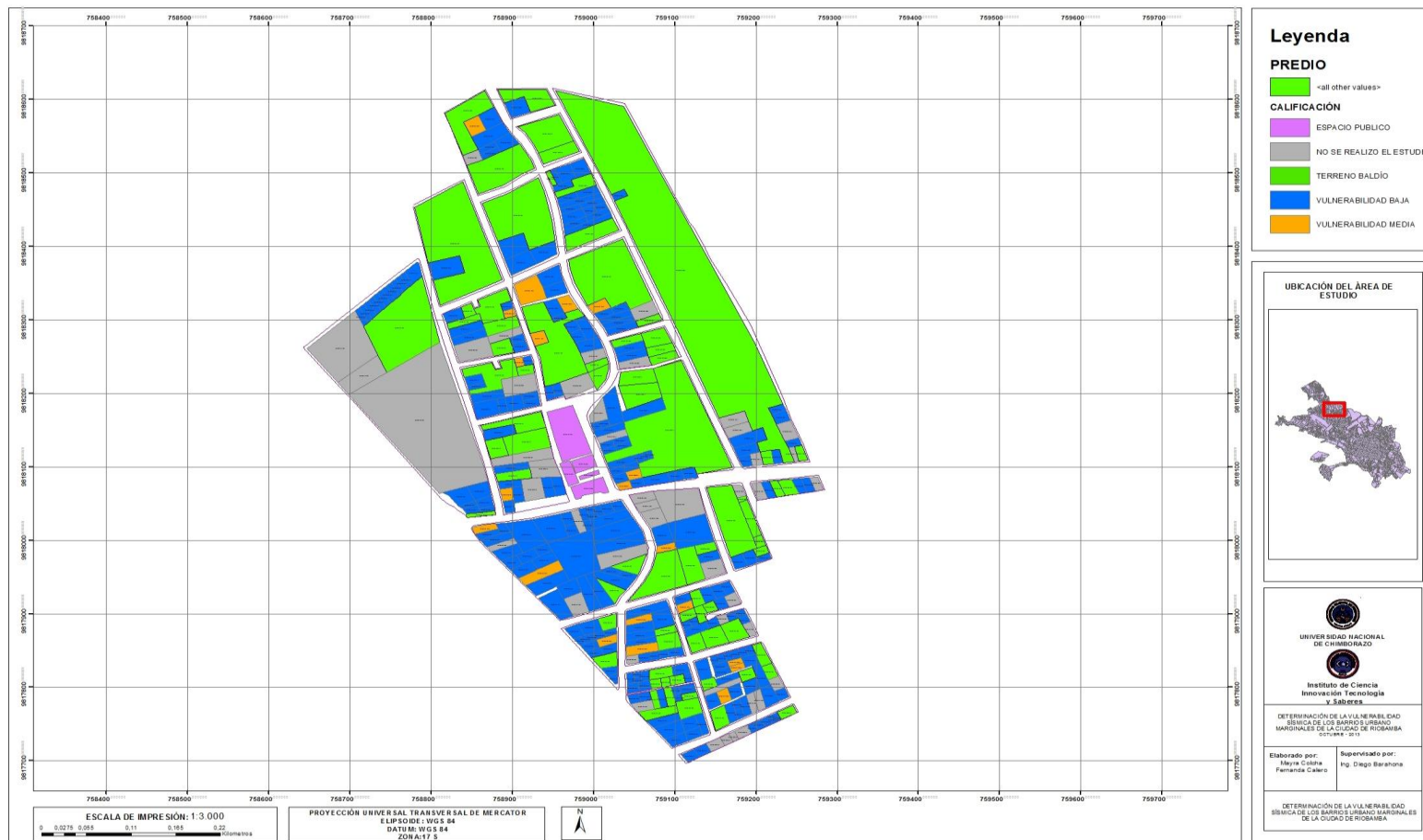
INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO ITALIANO



Mapa 7. Mapa Temático Barrio San Miguel de Tapi, Vulnerabilidad Sísmica, Método Italiano

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA METODO SECRETARIA NACIONAL DE GESTION DE RIESGO (SNGR)



Mapa 8 Mapa Temático Barrio San Miguel de Tapi, Vulnerabilidad Sísmica, Método SNGR.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha.

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1. RECAPITULACIÓN DE INFORMACIÓN

En el Barrio San Miguel de Tapi de la ciudad de Riobamba se ha desarrollado investigaciones que evalúan: el sistema resistente, la calidad de materiales, el entorno en que se halla ubicado la estructura, el mantenimiento del mismo, etc., de las edificaciones residenciales de hormigón armado, medias aguas y mixtas, por lo cual los moradores de la zona se hallan en constante peligro debido al desconocimiento del comportamiento de su edificación en caso de movimientos telúricos, por ello fue esencial implementar una metodología de evaluación de vulnerabilidad de las viviendas mediante el levantamiento de información con apoyo de los propietarios y con ensayos esclerométricos en los elementos estructurales de las viviendas, esta información permitió identificar el grado de vulnerabilidad, a través de métodos como son: Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Método Italiano.

5.1.1. Critica de la Metodología

La investigación realizada identifica los parámetros que conllevan para que una vivienda sea calificada con vulnerabilidad alta y vulnerabilidad media: razón por la cual se plantea el desarrollo de un manual de técnicas de reforzamiento de elementos estructurales a través de metodologías factibles y que esté al alcance del propietario de la vivienda.

Evaluamos las viviendas con el Método Italiano y Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, con el objeto de obtener el Índice de Vulnerabilidad Sísmica. El equipo de trabajo empleado fue el Martillo de Rebote conocido también como esclerómetro, con el cual se obtuvo la resistencia del hormigón de losa como de columnas.

5.1.2. Limitaciones presentes en la investigación.

Las limitaciones presentadas durante la elaboración de la investigación se mencionan a continuación:

- Aspectos sociales, por el egoísmo del propietario en dar apertura a la evaluación de la vivienda.
- Aspectos Físicos, por la dificultad para acceder a los elementos estructurales a ensayar.

5.1.3. Análisis comparativo y discusión de resultados

5.1.3.1. Resultados obtenidos mediante el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

De 253 viviendas evaluadas en el Barrio San Miguel de Tapi de la Ciudad de Riobamba, 234 viviendas que corresponde el 92,49% califica como vulnerabilidad baja, 19 viviendas que corresponde 7,51% califica como vulnerabilidad media y no existen viviendas con calificación como vulnerabilidad alta, en el siguiente grafico se detalla los resultados obtenidos.

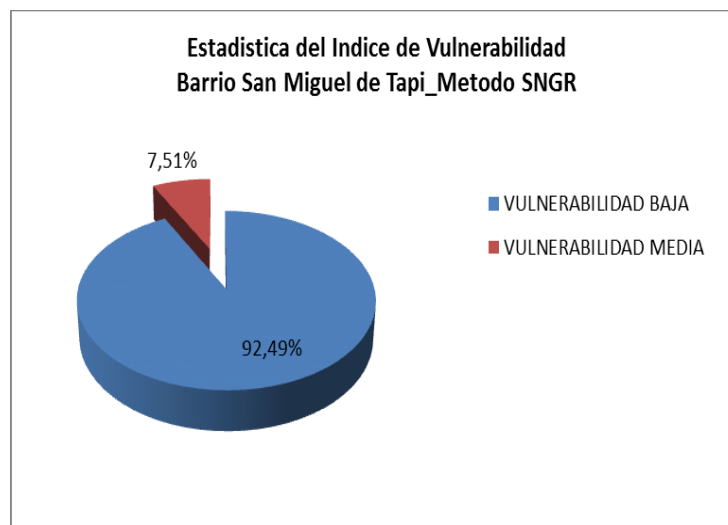


Gráfico 76. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método SNGR

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Con los resultados al aplicar el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos se asegura que el comportamiento de las viviendas con índice de vulnerabilidad baja en caso de movimientos telúricos funcionara favorablemente, impidiendo que se agriete con sismos pequeños y que posible daño con sismos fuertes.

5.1.3.2. Resultados obtenidos mediante el Método Italiano.

Mediante este método se analizaron 164 viviendas de hormigón del Barrio San Miguel de Tapi de la Ciudad de Riobamba, 19 viviendas que corresponde 11,59% califica con vulnerabilidad baja, 98 viviendas que corresponde el 59,76% califica con vulnerabilidad media, y 47 viviendas que corresponde el 28,65% clasifica con vulnerabilidad alta, en el siguiente gráfico se detalla los resultados obtenidos.

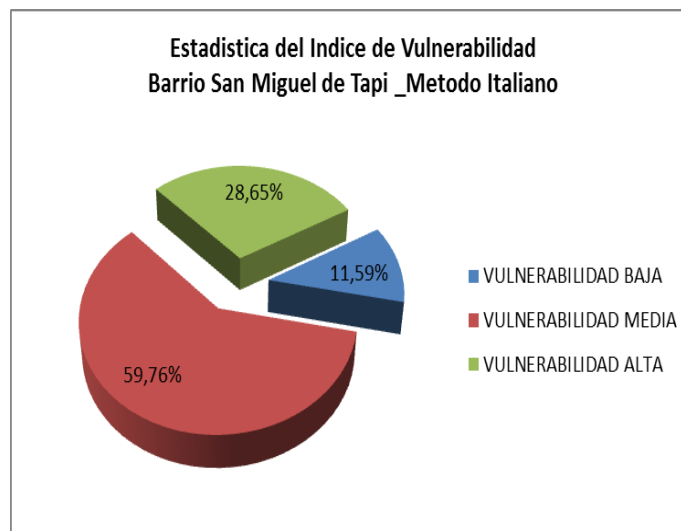


Gráfico 77. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Como resultados aplicando esta metodología, se comprobó que la mayor parte de viviendas evaluadas están en la categoría de vulnerabilidad media, debido a malos procesos constructivos, mala calidad de materiales, mala configuración estructural, nula dirección técnica, por tal razón las estructuras del sector que presentan esta calificación no serán capaces de soportar sismos fuertes.

5.1.4. Valides Externa.

Las teorías, especificaciones, criterios y resultados obtenidos en esta investigación pueden ser utilizados y reproducidos siempre y cuando se cumpla con las recomendaciones.

La difusión de los conocimientos y experiencias de esta investigación se pueden poner en práctica ya que la información es certificada por el Instituto de Ciencia Innovación, Tecnología y Saberes de la Universidad Nacional de Chimborazo y el desarrollo de la propuesta planteada se trabajó en base a las necesidades y sugerencias de los propietarios de las viviendas del Barrio San Miguel de Tapi.

5.1.5. Comparación de Resultados con Algunos Barrios Urbano Marginales de la Ciudad de Riobamba Evaluados.

Se realiza una comparación de resultados con algunos de los barrios que comprenden en proyecto de Investigación de los barrios urbano marginales de la ciudad de Riobamba como son: San Miguel de Tapi, Barrio José Mancero, 11 de Noviembre y San Antonio del Aeropuerto.

Según la evaluación con método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos del Barrio José Mancero; el 94,59% es vulnerabilidad baja, mientras que el 5,41% es vulnerabilidad media; Barrio 11 de Noviembre el 93,46% es vulnerabilidad baja, 6,54% con vulnerabilidad madia; Barrio San Antonio del Aeropuerto 87,62% con vulnerabilidad baja y 1,46% vulnerabilidad media y del barrio San Miguel de Tapi del cual se desarrolla el estudio es 92% vulnerabilidad baja y 7,51% vulnerabilidad media.

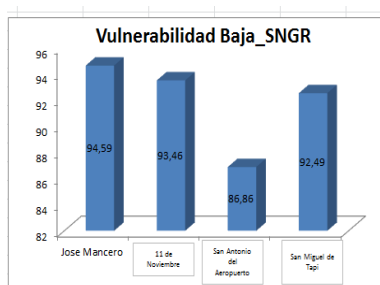


Gráfico 78. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método SNGR

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

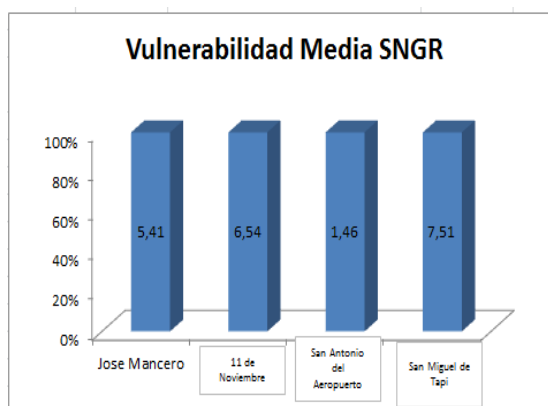


Gráfico 79. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método SNGR

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Los resultados al aplicar el método Italiano tenemos:

Barrio José Mancero: 45,94% vulnerabilidad alta, 35,14% vulnerabilidad media y 2,7% vulnerabilidad baja.

Barrio 11 de Noviembre: 36,45% vulnerabilidad alta, 38,32% vulnerabilidad media y 0,93% vulnerabilidad baja.

Barrio San Antonio del Aeropuerto: 40,87% vulnerabilidad alta, 28,47% vulnerabilidad media y 1,46% vulnerabilidad baja.

Barrio San Miguel de Tapi: 19% vulnerabilidad alta, 39% vulnerabilidad media y 7% vulnerabilidad baja.

Los porcentajes carentes son de las viviendas que no aplica el método Italiano.

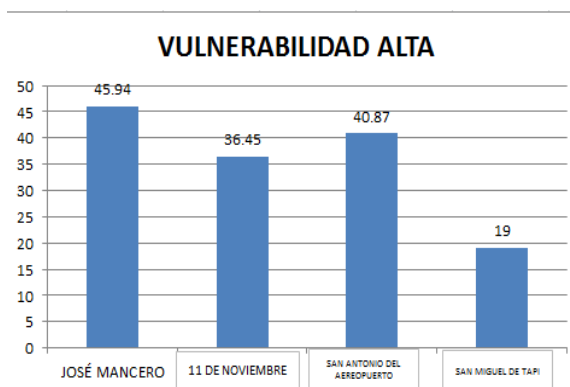


Gráfico 80. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

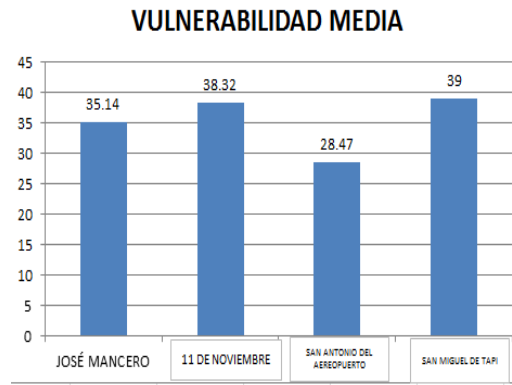


Gráfico 81. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

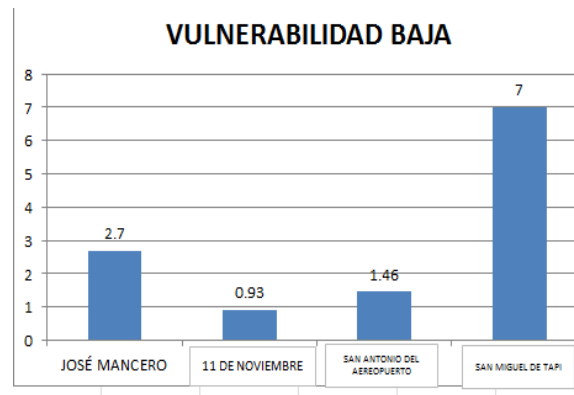


Gráfico 82. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica– Método Italiano

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

De esta manera se demuestra los resultados y comparación de la metodología italiana, con alguno de los barrios en estudio que contemplan el proyecto de Vulnerabilidad Sísmica de los Barrios Urbano Marginales de la Ciudad de Riobamba.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- La calificación del índice de vulnerabilidad de una vivienda varía al aplicar las dos metodologías puesto que el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos realiza un análisis visual, mientras que la metodología Italiana es aproximada por que básicamente se enfoca en el comportamiento de los elementos estructurales.
- Las estructuras del Barrio San Miguel de Tapi fueron construidas sin ningún tipo de dirección técnica desde el diseño a la construcción ya no se ha aplicado normas de mínimas de construcción, mano de obra calificada y calidad de materiales.
- En algunas estructuras evaluadas existe problemas de asentamiento debido al área insuficiente de la cimentación y no se ha mejorado la calidad del suelo.
- Las estructuras analizadas responden a problemas comunes de la mayor parte del territorio nacional, se considera que los resultados obtenidos son lógicos y realistas, necesarios para formular una metodología específica que permita dar soluciones, no sólo al problema del riesgo sísmico, sino también, a controlar el procedimiento constructivo de toda edificación.
- El Barrio San Miguel de Tapi y en general toda la ciudad de Riobamba, se encuentra en un sitio de alto riesgo sísmico, por lo que se prevé consecuencias considerables en caso de presentarse un evento sísmico.
- Es importante el desarrollo de un manual de técnicas de reforzamiento con hormigón para fallas encontradas en los elementos estructurales: cimentación, columna y vigas de las viviendas evaluadas en el Barrio San Miguel de Tapi.

6.2. RECOMENDACIONES

- Aplicar alternativas de reforzamiento para los elementos estructurales de viviendas, para columnas, vigas y cimentación.
- Mejorar las técnicas de construcción, mediante la aplicación de mano de obra calificada, además de informar y concientizar a la ciudadanía los problemas que atrae el no realizar la construcción de su vivienda con profesionales.
- Concientizar a los propietarios, diseñadores, y constructores en cumplir con los estándares establecidos por los códigos de construcción antisísmicas con el fin de salvaguardar vidas humanas.
- El propietario debe poner atención inmediata al resultado de calificación de la vivienda para que ejecute las técnicas de reforzamiento con hormigón que se propone en el presente trabajo de investigación.
- Realizar unos ajustes a los parámetros de evaluación al Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos para que la calificación sea lógica y efectiva.

CAPITULO VII

7. PROPUESTA

7.1. TITULO DE LA PROPUESTA

Manual de técnicas de reforzamiento con hormigón para fallas encontradas en elementos estructurales: cimentación, columna y vigas de las viviendas evaluadas en el periodo mayo a julio del 2013 en el Barrio San Miguel de Tapi.

7.2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas constructivos utilizados son nulos, se construye sin ningún tipo de normativa debido a la falta de dirección técnica, mano de obra no calificada, mala calidad de los materiales, falta de estudio de suelos, baja resistencia convencional, ductilidad de los elementos, el estado de conservación de la estructura, los elementos estructurales no cumplen secciones mínimas por tal la razón se ve la necesidad de proponer un manual de técnicas de reforzamiento con hormigón para los elementos estructurales, en base a los problemas o fallas que se han visualizado en las viviendas del Barrio.

Se encontró una serie de fallas en las viviendas construidas en el Barrio San Miguel de Tapi evaluados mediante el índice de vulnerabilidad, se ha demostrado que un 28,65% son vulnerables ante un evento sísmico lo cual indica que estas viviendas fueron construidas informalmente, en muchos casos debido a la falta de recursos económicos, para evitar esto se propone elaborar un manual de técnicas de reforzamiento con hormigón para fallas encontradas en elementos estructurales: cimentación, columna y vigas de las viviendas evaluadas en el periodo mayo a julio del 2013 en el Barrio San Miguel de Tapi.

El 75% de las viviendas evaluadas obtienen calificación C al analizar el parámetro tres de la metodología Italiana (Resistencia Convencional); por lo que recomienda el reforzamiento con concreto en las columnas, para que al menos se cumplan con secciones mínimas recomendadas por normas de construcción, de esta manera se

mejorara la rigidez de la estructura. Además se visualizó fisuras en ciertas viviendas debido a la deficiente área de la cimentación por lo que también se propone el ensanchamiento con concreto en la cimentación.

Con esta guía, tratamos de ayudar y capacitar en forma gratuita a una población que le hace falta conocer como reforzar sus viviendas y de tal manera que al momento de existir eventos sísmicos la estructura no colapse, al contrario que brinde seguridad a sus habitantes. Aquí presentamos diferentes alternativas dejando a criterio del propietario que realice las reparaciones que crean convenientes o que les sean encomendadas para mejorar la funcionalidad de su estructura.

7.3. OBJETIVOS

7.3.1. Objetivo General

- Elaborar un Manual de técnicas de reforzamiento con hormigón para fallas encontradas en elementos estructurales: cimentación, columna y vigas de las viviendas evaluadas en el periodo mayo a julio del 2013 en el Barrio San Miguel de Tapi.

7.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar los principales errores que se ha cometido durante la planificación, construcción y mantenimiento de las viviendas.
- Desarrollar técnicas factibles y bajo costo para reparar fallas con hormigón en elementos estructurales cimentación, columna y vigas de las viviendas evaluadas en el barrio San Miguel de Tapi.

7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO -TÉCNICA

En la actualidad el porcentaje de viviendas construidas con materiales frágiles, mala calidad estructural en mucho de los casos se encuentran expuestos a riesgos sísmico, lo que puede producir daños materiales considerables especialmente en edificios

antiguos y aquellos que fueron construidos sin considerar los requerimientos mínimos.

Por tal motivo se eligió realizar un manual que mitigue los problemas que se encontró en las viviendas evaluadas en el barrio San Miguel de Tapi

A continuación algunos aspectos teóricos base para la propuesta:

7.4.1. Reparación de una Estructura

La revisión estructural debe ir acompañada de un “Proyecto De Reparación” que incluya detalles y especificaciones para su ejecución.

7.4.1.1. Supervisión

La ejecución, basada en el proyecto de reparación, debe ser acompañada de una adecuada supervisión o inspección técnica que asegure su correcta ejecución.

Las obras de rehabilitación o modificación requieren un esfuerzo de supervisión adicional al de una obra nueva. La supervisión deberá atender las necesidades de adaptación que impone al proyecto la estructura existente, el correcto uso de los materiales especiales que se manejan y los procedimientos constructivos que garanticen la efectividad de dichas obras sobre la estructura original.

7.4.1.2. Diagnóstico

El diagnóstico incluye la concepción básica de los refuerzos del edificio y puede considerar:

La reposición de elementos dañados y/o el refuerzo de elementos ya existentes

Pueden establecerse, por otra parte, modificaciones fundamentales a la estructura y su uso. La modificación puede originarse en la colocación de nuevos muros, introducción de nuevos apoyos en elementos de gran luz libre. El cambio de uso puede consistir en la redistribución de cargas o disminución de las solicitaciones en ciertas zonas, lo que puede ser causado por cambio de destino de algunos espacios modificados con nuevos elementos.

7.4.2. Control de Calidad y Supervisión

7.4.2.1. Proyecto de Reparación

Indispensable para que el propietario y el técnico sean los encargados en saber dónde y cómo hacerlos. Definir obras complementarias como apuntalamientos.

7.4.2.2. Programa de Trabajo

Deberá ser secuencial con recursos humanos, físicos y aspectos logísticos.

➤ Materiales

Verificar origen y calidad de materiales; certificación de proveedores; modo de empleo, eventuales ensayos de laboratorio.

➤ Procedimientos

Revisión de procedimientos en cada caso de reparación.

7.4.3. Reconocimiento de fallas

Son los trabajos que realizan para aumentar la capacidad de carga de una construcción, o para darle la resistencia que no poseía.

7.4.3.1. Requerimientos mínimos

No cumplen con las secciones mínimas de construcción por tal razón se observa que existen fallas en los elementos estructurales y la falta de acero de refuerzo. Por tal razón se observa las siguientes fallas:

7.4.3.2. Fisuras y Grietas

Las tensiones internas del hormigón han sobrepasado su resistencia; pueden ser con o sin movimiento, superficiales y profundas (cortan el elemento). Se observa fisuras en

la mampostería y en ciertas viviendas en elementos estructurales debido a deficiente área de columnas, vigas y cimentación y nulo mejoramiento de suelo.

7.4.3.3. Corrosión De Armaduras

Factores que inciden son los agrietamientos, pérdida de recubrimiento, reducción de la sección del acero. En muchas de las viviendas existe acero visible en las terrazas en las uniones vigas columnas por mal proceso constructivo.

7.4.4. Evaluación del daño

7.4.4.1. Causas

➤ Diseño

Falta o insuficientes estudios preliminares de suelos, errores de dimensionamiento, inexactitud de detalles, especificaciones insuficientes, no existe un control que rijas y sancione a las construcciones informales.

➤ Ejecución

Mala calidad de materiales y procedimientos mal ejecutados por contar con mano de obra no calificada, deficientes procesos constructivos.

➤ Uso

Las estructuras en servicio están sometidas a sobrecargas que no se consideraron al momento del diseño por lo que los elementos presentan alteraciones como deformación.

7.4.5. Diagnóstico

➤ Vigas

Grietas por flexión pura, esfuerzo de corte (tracción diagonal), rotura por compresión pandeo en vigas, debido a que las luces son grandes y el área acero y concreto es insuficiente.

➤ Columnas

Defectos en juntas de hormigonado grietas por corte, defectos de confinamiento (falta de estribos, el área acero y concreto es insuficiente).

➤ Cimentación

Defectos de confinamiento, no se encuentra en un suelo de buena calidad el suelo es material de relleno mal compactado.

7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El manual contiene una recopilación de conceptos, técnicas, metodologías y recomendaciones las cuales sirva como base de reparación de fallas en las viviendas de hormigón armado.

El reforzamiento está dirigido a incrementar la capacidad de carga y el estado de serviciabilidad de una estructura existente. Esto se vuelve necesario cuando los diseños estándares son adaptados para cubrir nuevas solicitudes o cuando existen errores en el diseño o inadecuada mano de obra en la etapa de construcción.

Los métodos de reforzamiento pueden causar cambios en la rigidez, capacidad de carga, ductilidad y propiedades de amortiguamiento de los edificios. Estas propiedades deben ser tomadas en consideración cuando se modifica la capacidad de carga de la estructura.

Entre las más importantes tenemos:

➤ **Capacidad de Carga**

Los estados límites de carga son aquellos en los cuales en conexión con el colapso u otras formas de falla de una estructura, pueden poner en peligro la vida de las personas. Como una regla, las cargas teóricas son determinadas de acuerdo a las cargas de riesgo sísmico.

➤ **Serviciabilidad**

Los estados límites de serviciabilidad son aquellos en los cuales, cuando son excedidos, sobrepasan las condiciones de servicio estipuladas. Esto incluye:

- Deformación permanente, el cual modifica la apariencia o el uso de la estructura y el daño a las instalaciones.
- Fisuras, que pueden modificar la apariencia, durabilidad y fugas de agua.

➤ **Rigidez**

La distribución de cargas a los componentes individuales de un sistema es proporcional a la rigidez de cada componente. Cuando se busca y diseña un método de reforzamiento, la rigidez del componente a ser reforzado y los componentes no reforzados deben ser comparados. Una redistribución de cargas no debe crear nuevos puntos débiles en la estructura.

➤ **Ductilidad**

Es la capacidad de la estructura a deformarse bajo la deformación plástica. Bajo cargas fuertes, la deformación inelástica ocurre cuando se permite que las fuerzas de la sección se distribuyan en otras áreas de la estructura.

➤ **Disipación de energía**

Es la capacidad de un material para absorber energía (conversión al calor). La capacidad dúctil bajo una carga alternativa es decisiva para esta carga sísmica.

➤ **Amortiguamiento**

El específico reforzamiento de componentes o la instalación de componentes de amortiguamiento pueden incrementar considerablemente el amortiguamiento de las estructura.

7.5.1. Especificaciones que deben cumplir los materiales

Los materiales deben ser de la calidad requerida para garantizar la adecuada resistencia y capacidad de la edificación para absorber los efectos de las cargas externas e internas, y proveer la durabilidad deseada.

7.5.1.1. Cemento

El cemento es el material ligante de los diferentes componentes del hormigón. El cemento para hormigones estructurales debe ser Portland.

Existen varios tipos de cemento Portland; entre los más importantes se pueden mencionar:

- Tipo I: De fraguado normal
- Tipo II: De propiedades modificadas
- Tipo III: De fraguado rápido
- Tipo IV: De fraguado lento
- Tipo V: Resistente a los sulfatos

Los sacos de cemento deben cumplir lo siguiente:

El cemento debe estar en su empaque original, fresco y al utilizarse se debe asegurar que conserve sus características de polvo fino sin grumos.

El cemento se debe almacenar en un lugar techado, que proteja al mismo de la lluvia y de la humedad evitando su contacto con paredes o muros que puedan humedecerlo.

En los trabajos pequeños, y en forma temporal, se puede permitir el almacenamiento al aire libre, en cuyo caso debe proporcionarse una plataforma separada del suelo, con amplia cubierta impermeable.

El cemento no debe almacenarse por un tiempo mayor de dos meses.

No puede usarse, el cemento que se haya dañado por exposición a la humedad, que haya fraguado parcialmente, o que tenga terrones o esté endurecido, y debe ser rechazado el uso del contenido total del saco de cemento o del recipiente o bulto del

mismo y ser retirado inmediata y definitivamente de la obra. No puede usarse el cemento recogido de los sacos rechazados o usados, o proveniente de la limpieza de los mismos.

7.5.1.2. Acero

Este material se usa en varias formas: barras de refuerzo, pernos, clavos, perfiles estructurales, etc.

➤ **Barras de refuerzo**

Las barras de refuerzo deben cumplir con la norma (ASTM C915). Se prefieren corrugadas porque mejora la adherencia entre el concreto y el acero.

La resistencia del refuerzo puede ser de $(2,800 \text{ kg/cm}^2)$, ó $(4,200 \text{ kg/cm}^2)$, se identifican por números, los más usados en la construcción de vivienda y edificaciones pequeñas son:

Tabla 38: Diámetros de Acero y Utilización.

	5/32"	3/16"	1/4"	5/16"
LOSAS SÓLIDAS Y LOSAS ALIGERADAS.	✓	✓	✓	✓
CASTILLOS AHOGADOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA.	✓	✓	✓	✓
REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS DE MAMPOSTERÍA. (TIPO ESCALERILLA)	✓	✓	✓	✓
ANILLOS O ESTRIBOS.	✓	✓	✓	✓
REFUERZO ADICIONAL PARA SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA.	✓	✓	✓	✓
DALAS Y CASTILLOS.	✓	✓	✓	✓
VIGAS Y TRABES.	✓	✓	✓	✓
ELEMENTOS PREFABRICADOS.	✓	✓	✓	✓
POSTES DE CONCRETO.	✓	✓	✓	✓

Fuente: <http://www.saapsa.com>.

El refuerzo debe usarse preferiblemente corrugado. Esto mejora la adherencia entre el concreto y el acero.

Antes de vaciar el concreto se debe revisar que el refuerzo este limpio de óxido y grasa.

Como se muestra en los diferentes detalles de este manual, los extremos de las varillas longitudinales tienen un gancho que sirve para que el refuerzo quede debidamente anclado en el concreto.

➤ **Ganchos y Dobleces:**

Las barras de acero se deben doblar por diferentes motivos, por ejemplo, para formar los estribos.

Estos dobleces deben tener un diámetro adecuado para no dañar el acero. Se recomienda los siguientes diámetros de dobles (D) mínimos que varían según se formen dobleces a 90°, 135° o 180°.

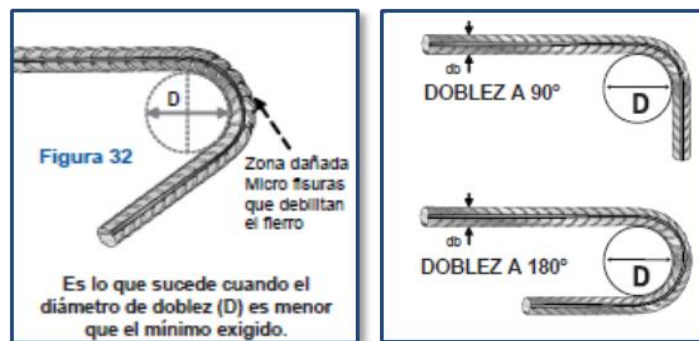


Gráfico 83. Doblado de Varillas de Acero

Fuente: <http://www.acerosarequipa.com/maestro-obra/manualesdigitales>

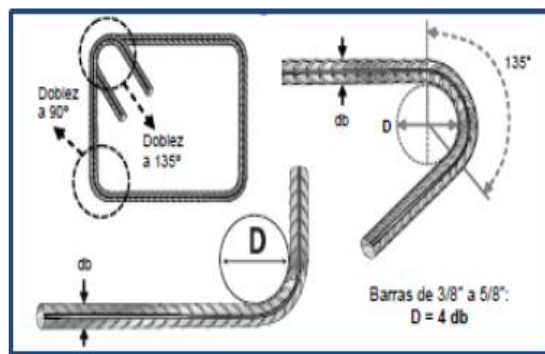


Gráfico 84. Doblado de acero en estribos

Fuente: <http://www.acerosarequipa.com/maestro-obra/manualesdigitales>

7.5.1.3. Agregados

Los agregados constituyen del 60 al 75% del volumen de una mezcla típica de concreto, por lo que sus características influyen mucho en la calidad del concreto.

El término agregados comprende tanto las arenas, gravas naturales como las arenas obtenidas por trituración. Deben de cumplir con la norma (ASTM C33) para agregados de densidad normal, con la norma ASTM C330 para agregados livianos.

La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

Se deben de evitar agregados que contengan materiales suaves o porosos. La mayoría de agregados son de origen volcánico. Muchas de la arenas de ríos y de las llamadas minas, contienen porcentajes elevados de partículas de materiales piroclásticos. Se recomienda que antes de utilizar los agregados se le realicen ensayos.

➤ **Arena**

No deben usarse arenas de un solo grano, sino de granos gruesos, medianos y finos. No deben emplearse arenas muy finas, Preferiblemente se debe emplear la arena de río para hacer el concreto.

➤ **Piedra**

No debe usarse piedra quebrada de un solo tamaño y el diámetro nunca debe ser mayor que la distancia libre entre el acero de refuerzo y la pared de la formaleta o del bloque, En el concreto corriente se emplea la mezcla de piedras tercera y cuarta.



Gráfico 85 Agregados

Fuente: <http://www.stylehive.com>

7.5.1.4. Morteros

Son los materiales que sirven de liga entre las unidades de mampostería. Deben cumplir con la norma ASTM C270. Los espesores para las juntas verticales y horizontales varían entre 7mm a 13mm, siendo el promedio ideal del orden de 10 mm.

Los morteros funcionalmente también sirven de sello contra la penetración de aire y humedad. Los principales componentes de un mortero son cemento, cal, arena y agua. El cemento le da al mortero resistencia y durabilidad y la cal mejora sus propiedades de adherencia.



Gráfico 86. Morteros Caseros

Fuente: <http://decoestilo.mujerhoy.com/articulo/preparar-morteros-para-diferentes-reparaciones/>

A continuación morteros que se pueden utilizar dependiendo la necesidad:

➤ **Morteros de Cemento**

Selección de materiales y aditivos (fluidificantes, expansores, polímeros acrílicos).

➤ **Morteros Pre dosificados**

Cementos y áridos seleccionados con aditivos especiales (control de retracción, alta compacidad, mejoradores de adherencia)

➤ **Morteros para reparación estructural**

Modificados con microsilice diseñados para reparar concreto sometido a cargas estructurales. Este producto posee excelente adherencia, compensación de la retracción y contienen un inhibidor de la corrosión para asegurar su desempeño a largo plazo. Las formulaciones están disponibles para aplicarse por proyección, bombeo y llana en superficies verticales, horizontales y sobre cabeza.

➤ **Morteros de renovación superficial**

Morteros monocomponentes modificados con polímeros, con retracción compensada y diseñados específicamente para restaurar concreto e inhibir el deterioro antes de que ocurran daños posteriores. Productos con bajo módulo de elasticidad para ofrecer resistencia al agrietamiento e incorporar un inhibidor integral de corrosión para una excelente durabilidad. Existen formulaciones que permiten la aplicación con llana o por proyección en superficies verticales, horizontales y sobre cabeza.

7.5.1.5. Aditivos Químicos

Productos de apoyo a las mezclas de concreto estructural, prácticamente para cualquier requerimiento, tales como aditivos reductores de agua (Plastificantes, Superplastificantes e Hiperplastificantes), acelerantes y retardadores, inclusotes de aire, inhibidores de corrosión, aumentantes de la densidad (microsilices).

Expansor para control de retracciones en morteros de relleno.

- Plastificante o fluidificante para morteros fluidos de inyección o grout.
- Aceleradores de fraguado: trabajos rápidos de reparación (empleo limitado en contacto con armaduras).
- Emulsiones acrílicas: en lechadas de adherencia y aplicación de capas delgadas.

NOTA: En cada caso, respetar dosis e instrucciones de aplicación de los fabricantes.

Requisitos:

- Resistencias Mecánicas.

Igual o superior a la de los elementos que se deben reparar.

Cuando no se especifique se recomienda una resistencia a compresión de 300 kg/cm².

- Bajas Retracciones.

Los morteros de reparación o de relleno deberán tener una retracción controlada.

En general se recomienda el empleo de expansores para compensar la retracción plástica y exudación.

- Trabajabilidad.

Empleo de morteros secos o ligeramente plásticos (baja razón agua-cemento) en todos los casos en que sea posible su aplicación. Cuando se requieran morteros para inyección o grouting emplear aditivos plastificantes o fluidificantes, manteniendo una razón agua-cemento baja.

- Adherencia.

Emplear productos de adherencia acrílicos o epóxicos.

A continuación se presenta algunos casos de dosificaciones, las cuales deben ser tomadas como referencia, puesto que puede variar de acuerdo al lugar y condiciones donde se lleve a cabo la obra.

Tabla 39: Dosificaciones de Hormigón

CONCRETOS				MORTEROS		
Proporción	Cemento KG	Arena M3	Gravilla M3	Proporción	Cemento KG	Arena M3
1:2:2	420	0.670	0.670	1:2	610	0.97
1:2:2:5	380	0.600	0.760	1:3	454	1.09
1:2:3	350	0.555	0.835	1:4	364	1.16
1:2:3:5	320	0.515	0.900	1:5	302	1.20
1:2:4	300	0.475	0.950	1:6	261	1.20
1:2:5:4	280	0.555	0.890	1:7	228	1.25
1:3:3	300	0.715	0.715	1:8	203	1.25
1:3:4	260	0.825	0.835	1:10	166	1.25
1:3:5	230	0.555	0.920	1:12	141	1.25
1:3:6	210	0.500	1.000	<i>Nota: siempre se estima un 9% para el agua en cualquier dosificación</i>		
1:3:7	175	0.555	0.975			
1:3:8	160	0.655	1.025			

Fuente: <http://www.slideshare.net/lilianahernandezalarcon/dosificacin-de-morteros-y-concretos>

7.5.2. Técnicas de reparación de fallas.

7.5.2.1. Cimentación

En las viviendas evaluadas del barrio San Miguel de Tapi se determinó parámetros que afectan la estructura, debido a una insuficiente área de la cimentaciones, baja resistencia de hormigón, lo que ha provocado problemas de asentamiento, a continuación se muestra la alternativa ensanchamiento de cimentaciones para mejorar la estructura de la vivienda.

7.5.2.1.1. Procedimiento para Ensanchamiento de Cimentación.

El ensanchamiento con hormigón en la cimentación, se realizará en cuyas cimentaciones sean de fácil acceso. Esta alternativa se ha tomado de wikilibros: Patología de la edificación, Cimentaciones Superficiales, Reparación sección 6.

Cuando se va a reforzar una cimentación, se realizan los siguientes pasos:

- Asegurar la estabilidad de la estructura. La cimentación debe ser reforzada para poder distribuir la carga de la estructura adecuadamente.
- Excavación de la cimentación. Una perfecta conexión entre la antigua y la nueva cimentación es un requisito fundamental para una óptima distribución de las cargas.



Gráfico 87. Reforzamiento de la cimentación

- Fragmentación las aristas de la cimentación y escarificación de la superficie. Se romperá con herramienta menor las aristas de la cimentación a reparar, evitando golpear los elementos estructurales adyacentes.
- Limpieza del concreto viejo con aire comprimido. Una vez retirado una parte del concreto viejo de la cimentación se realiza la limpieza con aire comprimido de tal forma que no queden partículas que afecten el proceso.
- Colocar la armadura y aditivo para mejorar la adherencia entre hormigón nuevo y hormigón viejo, o, impregnación de la superficie de contacto del hormigón viejo antes de hormigonar para obtener una buena adherencia
- Encofrado de la cimentación. Esta actividad será a libre criterio ya que en algunos casos el encofrado puede ser innecesario.

- Colocación del concreto nuevo. Se emplaza el concreto nuevo de resistencia superior al existente, puede ser elaborado en obra o transportado de alguna planta de hormigón.

Elaboración de hormigón:

Tabla 40: Dosificaciones de Hormigón

TABLA DE DOSIFICACIÓN / 1 M ³ DE CONCRETO								
MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		CEMENTO		ARENA (m ³)	GRAVILLA (m ³)	LITROS DE AGUA	
	Kg/cm ²	PSI	KILOS	BULTOS			AGREGADO HUMEDO	AGREGADO SECO
12.2	280	4000	420	8.5	0.67	0.67	180	200
12.2 1/2	249	3555	380	7.5	0.6	0.76	170	190
12.3	226	3224	350	7	0.55	0.84	160	180
12.3 1/2	210	3000	320	6.5	0.52	0.9	160	180
12.4	200	2850	300	6	0.48	0.95	145	170
12 1/2.4	189	2700	280	5.3	0.55	0.89	145	170
12: 1/2.4 1/2	179	2560	260	5.5	0.52	0.94	140	160
13.3	168	2400	300	6	0.72	0.72	145	170
13.4	159	2275	260	6.3	0.63	0.83	140	185
13.5	140	2000	230	4.5	0.55	0.92	135	160
13.6	119	1700	210	4	0.5	1	130	155
14.7	109	1660	175	3.5	0.55	0.98	120	145
14.8	99	1420	160	3.3	0.65	1.03	110	140

Elaborado en obra

Equipo y materiales

- ✓ Agregado grueso.
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Cemento Hidráulico.
- ✓ Herramienta Menor.
- ✓ Concretera.
- ✓ Vibrador

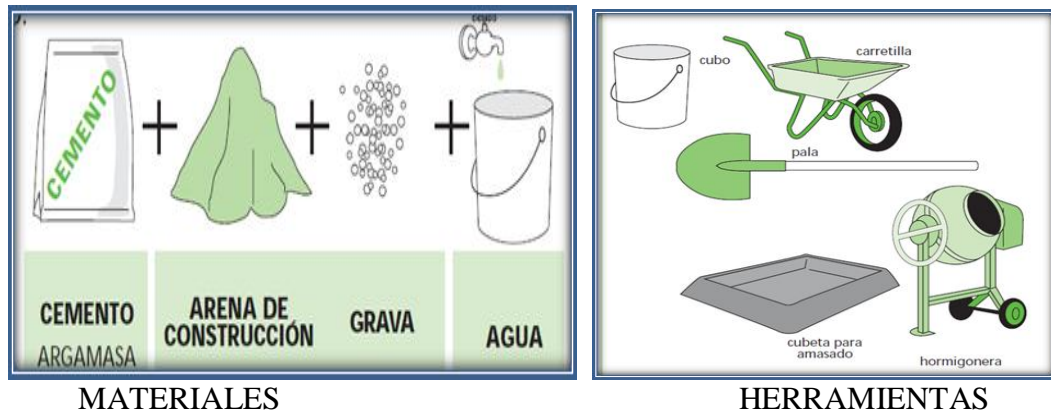


Gráfico 88. Materiales y Herramientas.

Procedimiento con concretera

- ✓ Colocar el agregado grueso y agregado fino en la concretera según las cantidades indicadas por la dosificación en base a la resistencia requerida y mezclarlos.
- ✓ Añadimos agua en base a la dosificación.
- ✓ Colocamos el cemento hidráulico en función de la dosificación.
- ✓ Mezclamos todos los materiales hasta obtener una pasta homogénea.
- ✓ Retiramos la pasta de la concretera y colocamos en el lugar de reparación.
- ✓ Vibración del hormigón para obtener una buena compactación.

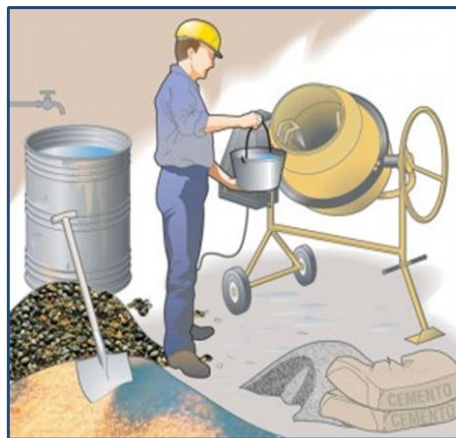


Gráfico 89. Preparación de concreto con Concretera

Procedimiento manual



Gráfico 90. Preparación de concreto de forma manual.

- ✓ Sobre un suelo limpio o dentro de una cubeta para amasado, hacer un montón con los agregados y mezclas.
- ✓ Hacer un hoyo en el centro del montón, verter el cemento. Mezclando haciendo pequeños montones con la pala.
- ✓ Volver a hacer un hoyo en el centro del montón para verter el agua. Ir movimiento la mezcla con la pala hacia el interior del montón hasta obtener una masa homogénea.

Especificaciones Técnicas del hormigón en obra

Resistencia del Hormigón.

La resistencia a la compresión del hormigón normalmente se la cuantifica a los 28 días de fundido el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden definirse tiempos menores o mayores a esos 28 días.

Trabajabilidad del Hormigón Fresco

Es la facilidad que presenta el hormigón fresco para ser colocado y vibrado en cualquier molde. Los hormigones con baja trabajabilidad presentan problemas de mezclado y problemas de compactación dentro de los moldes, lo que puede redundar en una disminución de la resistencia.

Si bien la Trabajabilidad del hormigón se puede categorizar en función del asentamiento de Cono de Abrams o de la medición del diámetro de Dispersión en la

Mesa de Flujo, en nuestro medio se suele utilizar más frecuentemente al Cono de Abrams.

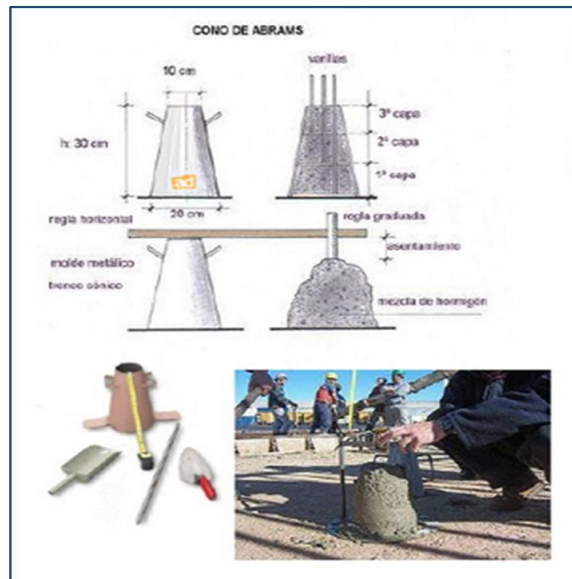


Gráfico 91. Verificación de Asentamiento

Para mejorar la Trabajabilidad de un hormigón, se puede añadir agua con la siguiente disminución de resistencia, o se pueden incluir aditivos plastificantes que no disminuirán su resistencia final.

Velocidad de Fraguado

Las características propias de la estructura que se desea fundir pueden dar lugar a la necesidad de acelerar o retardar el fraguado del hormigón para lo cual pueden utilizarse cementos especiales (muy poco utilizados en nuestro país) o aditivos acelerantes y retardantes. El hormigón lanzado para la construcción de túneles que tienen filtraciones requerirá de hormigones de fraguado muy rápido, mientras que el hormigón colocado en grandes volúmenes, como presas, necesitará hormigones de fraguado lento.

Aditivos

Son compuestos químicos que, añadidos en pequeñas cantidades, modifican las propiedades del hormigón. Entre los de uso más frecuente están los acelerantes, retardantes y plastificantes. Los aditivos siempre deben ser probados previamente a

su utilización en obra, por la gran variabilidad de la calidad del cemento que disponemos en el país, y muy especialmente cuando se combinan aditivos.

Tabla 41: Dosificaciones de Hormigón

Tipo de aditivo	Efecto
Colorante	Colorea el mortero o el hormigón que se utiliza para trabajos de acabado
Anticongelante	Favorece el fraguado del mortero o del hormigón en climas fríos
Resina	Sirve de fijador, plastifica e impermeabiliza
Endurecedor de superficie	Mejora la adherencia sobre aceites y grasas y es antipolvo
Hidrofugo e impermeabilizante	Impermeabiliza el mortero o el hormigón cuando se utilizan para hacer cimientos de muros enterrados, depósitos y piscinas
Plastificante	Proporciona a la masa una consistencia más líquida (sin añadir agua), lo que facilita su aplicación
Retardador o acelerador de fraguado	Retrasa o acelera el fraguado del hormigón

- Desalojo de desperdicios.

Terminado el proceso de ensanchamiento de la cimentación se retirara todo el material sobrante para evitar infiltraciones en la reparación.

7.5.2.1..2. Presupuesto Referencial Para Reforzamiento de la Cimentación.

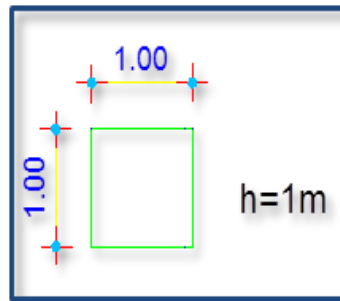
En base a los procedimientos antes mencionados se estipula un costo aproximado para ensanchamiento de la cimentación, considerando que las viviendas que requieren este tipo de reforzamiento se presumen que poseen dimensiones de 60x60 cm.



Gráfico. 92 Viviendas con problemas de Asentamiento.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Para que la cimentación de las viviendas que presentan área insuficiente pueda absorber la carga de la estructura adecuadamente será necesario que como mínimo lleguen a cumplir con las dimensiones que se muestra a continuación.



El costo para un m³ de reforzamiento de la cimentación será de CIENTO NOVENTA Y UN DÓLARES CON SETENTA CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 42. Presupuesto Referencial Cimentación por m³.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	CIMENTACIÓN				191,70
1	Apuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
2	Excavación a mano	m3	1,00	5,59	5,59
3	Picado y Limpieza	m2	0,36	2,18	0,78
4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	17,76	2,14	38,01
5	Aditivo para hormigón	Kg	1,00	15,78	15,78
6	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2	m3	1,00	125,35	125,35
7	Limpieza y desalojo de material	m3	0,22	3,51	0,77

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

7.5.2.2. Columna

En el Barrio San Miguel de Tapi se encontró, 75% de las viviendas evaluadas presentan daños en las columnas, ya que no poseen secciones mínimas, baja resistencia de hormigón, escaso acero, lo que provoca inestabilidad de la estructura en caso de presentarse un evento sísmico.

La falla de columnas individuales bajo cargas sísmicas es frecuentemente debido a un inadecuado diseño. Cuando las columnas de concreto armado muestran deterioro en su superficie y las varillas son visibles, este tipo de fallas pudo haberse causado debido a insuficiente estribos, insuficiente anclaje, y el acero está ubicado en áreas críticas de la columna y mal recubrimiento.

El daño en las columnas puede frecuentemente causar que pisos o incluso las estructuras puedan colapsar. Por tal razón las columnas deben ser reforzadas aplicando como alternativa el encamisado de concreto con el propósito de mejorar la funcionalidad de la estructura.

7.5.2.2..1. Procedimiento para Reforzamiento con encamisado de concreto

Las columnas serán reforzadas con concreto y refuerzo adicional, este reforzamiento tiene la ventaja que el trabajo puede ser realizado mientras el área circundante sigue siendo utilizado durante el proceso de reforzamiento. Esta alternativa se ha tomado de wikilibros: Patología de la edificación, Cimentaciones Superficiales, Reparación sección 5, se adopta del video Refuerzo de pilar de hormigón. EUROLOSA, el video de Rehabilitación renovak " Refuerzo de pilar de hormigón armado" y en el manual de Técnicas de Reparación y Refuerzo de estructuras de hormigón armado y albañilerías.

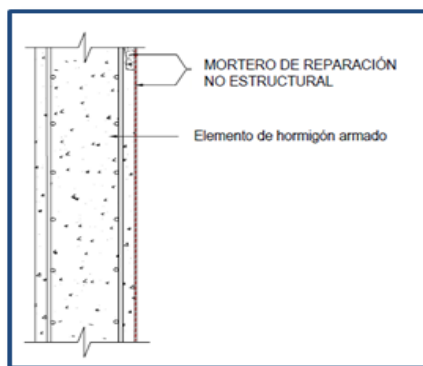


Gráfico 93. Ejecución de una reparación no estructural.

Cuando se va a reforzar una columna se realizan los siguientes pasos:

- Asegurar la estabilidad de la estructura, con apuntalamientos en las vigas para reforzar la columna.



Gráfico 94 Apuntalamiento de los elementos estructurales.

- Picar con ayuda de herramienta menor el recubrimiento y alrededor de la base de la columna, retirar pedazos sueltos del concreto y limpiar con aire comprimido de tal forma que no queden partículas que afecten el proceso.



Gráfico 95. Exclusión del concreto viejo.

- El acero dañado de la columna actual debe ser reemplazado, además se coloca una nueva cuantía de acero mínima según las nuevas secciones de columna. El acero de refuerzo debe estar libre de aceite y pintura.



Gráfico 96. Cambio de acero dañado.

- Encofrado de columnas. Es un proceso problemático para la compactación, este procedimiento se puede realizar de manera general o mientras se desarrolla el vertido del hormigón.



Gráfico 97. Encofrado de columnas

- Colocación de un agente primario o aditivo, para asegurar una buena adherencia entre el antiguo y el nuevo concreto.
- Vertido del concreto nuevo cuya resistencia será superior al actual. El procedimiento para obtener el concreto es similar al procedimiento que se realiza en el reforzamiento de la cimentación.



Gráfico 98. Vertido de hormigón.

- Desencofrado de la columna.
- Acabado de la columna, usualmente se utiliza pasta de cemento o se puede utilizar otros materiales con el fin de mejorar la estética de la columna.



Gráfico 99. Acabado de la columna

- Desalojo de desperdicios.

Terminado el proceso de encamisado de concreto de la columna se retirara todo el material sobrante.

7.5.2.2..2. Presupuesto Referencial Para Reforzamiento de la Columna.

En base a los procedimientos que se requiere para desarrollar el encamisado de columnas se determina un precio aproximado, considerando que las columnas de las viviendas evaluadas presentan secciones diferentes.

- Presupuesto de columna cuya sección actual es de 20x20 y no cumple con cuantía mínima.



Gráfico. 100 Columna con insuficiente área de concreto y acero.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Para que la columna de sección 20x20cm cumpla su función, su nueva sección deberá ser aproximadamente de 35x40cm, además con estas nuevas dimensiones se requiere una cuantía mínima que se calculada mediante la siguiente fórmula.

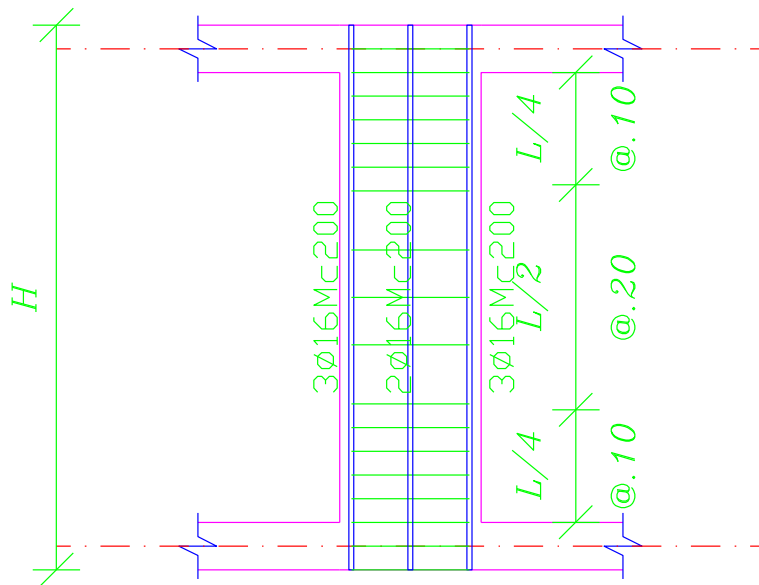
$$b = 35cm$$

$$d = 40cm$$

$$As_{min} = 0,01 \times b \times d$$

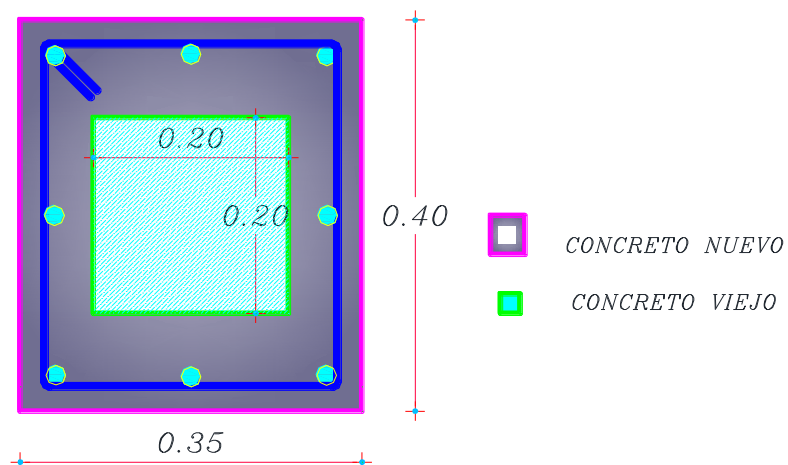
$$As_{min} = 0,01 \times 35 \times 40 = 14 \text{ cm}^2 \approx 8\emptyset 16mm = 16,08 \text{ cm}^2$$

Es decir se requiere de 8Ø16mm. y nuevos estribos colocados a l/4 y l/2 a repartidos en la longitud de la columna.



Columna Tipo

(Esc. H 1:25 - V 1:50)



● 8Ø16Mc200
 EST. Ø8@10-20cm Mc201
Detalle de Encamisado de columna 20x20
 (Esc. 1:10)

El valor de reforzamiento para un metro lineal de columna será de CIENTO VEINTE Y SEIS DÓLARES CON SESENTA Y CUATRO CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 43. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 20x20 (metro lineal)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	COLUMNA 20x20				126,64
1	Picado y Limpieza	m2	1,78	2,18	3,88
2	Apuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
3	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	22,21	2,14	47,53
4	Encofrado/desencofrado columnas	m2	1,50	17,71	26,57
5	Hormigón simple $f'_c=210$ kg/cm ²	m3	0,10	129,46	12,95
6	Aditivo para hormigón	Kg	1,20	15,78	18,94
7	Enlucido vertical paletado	m2	1,50	7,05	10,58
8	Limpieza y desalojo de material	m3	0,22	3,51	0,77

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- Presupuesto de columna cuya sección actual es de 25x25 y no cumple con cuantía mínima.



Gráfico 101. Columna con insuficiente área de concreto y acero.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Para que la columna de sección 25x25cm cumpla su función, su nueva sección deberá ser aproximadamente de 40x40cm, además con estas nuevas dimensiones se requiere una cuantía mínima que se calcula mediante la siguiente fórmula.

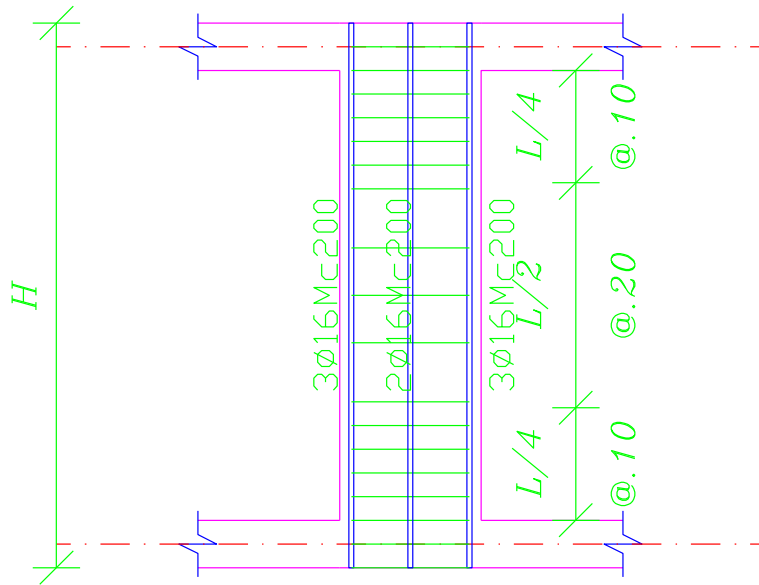
$$b = 40cm$$

$$d = 40cm$$

$$As_{min} = 0,01 \times b \times d$$

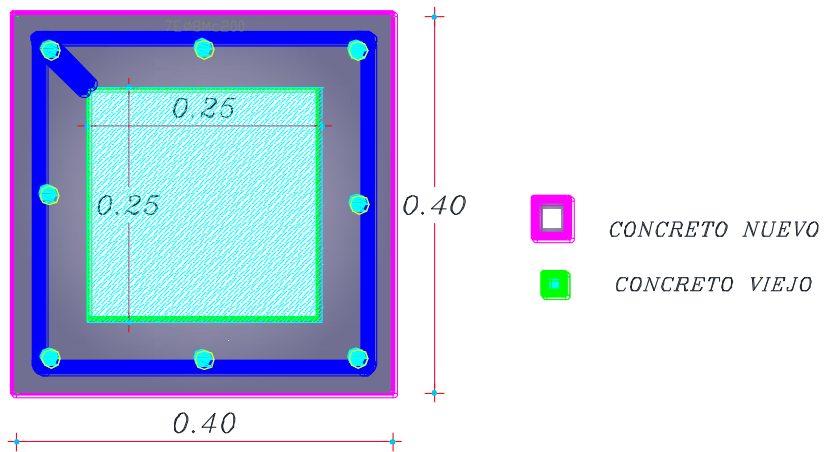
$$As_{min} = 0,01 \times 40 \times 40 = 16 \text{ cm}^2 \approx 8\emptyset 16mm = 16,08 \text{ cm}^2$$

Se requiere 8Ø16mm. y nuevos estribos colocados a 1/4 y 1/2 a repartidos en la longitud de la columna.



Columna Tipo

(Esc. H 1:25 - V 1:50)



● 8Ø16Mc200

EST. Ø8@10-20cm. Mc201

Detalle de Encamisado de columna 25x25

(Esc. 1:10)

El valor de reforzamiento para un metro lineal de columna será de CIENTO VEINTE DÓLARES CON SETENTA Y CUATRO CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 44. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 25x25 (metro lineal)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	COLUMNA 25X25				120,74
1	Picado y Limpieza	m2	1,60	2,18	3,49
2	Apuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
3	Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	16,68	2,14	35,70
4	Encofrado/desencofrado columnas	m2	1,60	17,71	28,34
5	Hormigón simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3	0,13	129,46	16,83
6	Aditivo para hormigón	Kg	1,20	15,78	18,94
7	Enlucido vertical paleteado	m2	1,60	7,05	11,28
8	Limpieza y desalojo de material	m3	0,21	3,51	0,74

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- Presupuesto de columna cuya sección actual es de 20x25 y no cumple con cuantía mínima.



Gráfico 102. Columna con insuficiente área de concreto y acero.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

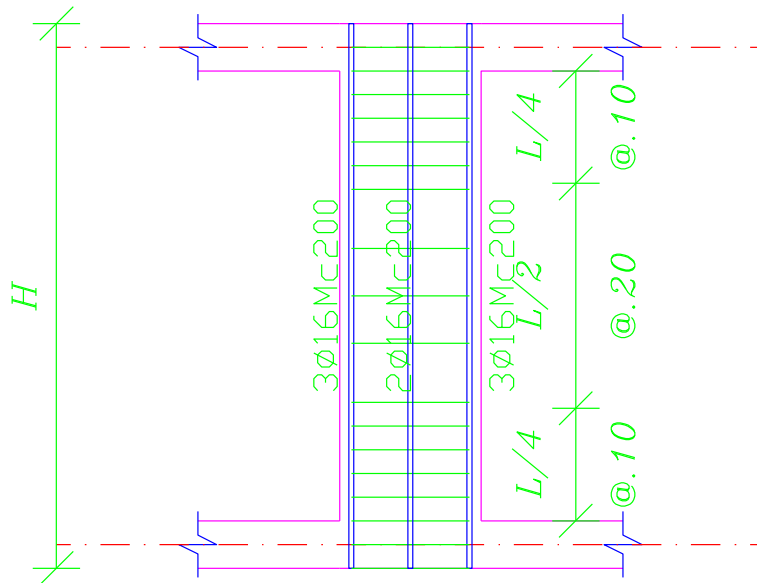
Para que la columna de sección 20x25cm cumpla su función, su nueva sección deberá ser aproximadamente de 35x40cm, además con estas nuevas dimensiones se requiere una cuantía mínima que se calculada mediante la siguiente fórmula.

$$b = 35\text{cm}$$

$$d = 40\text{cm}$$

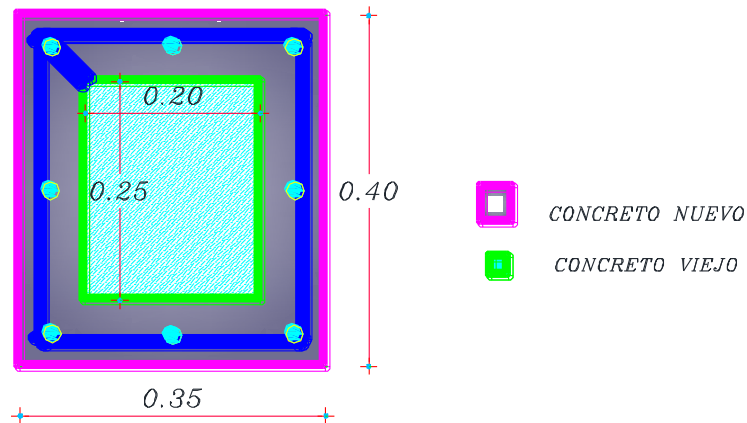
$$A_{s_{min}} = 0,01 \times b \times d$$

$$A_{s_{min}} = 0,01 \times 35 \times 40 = 14 \text{ cm}^2 \approx 8\emptyset 16\text{mm} = 16,08 \text{ cm}^2$$



Columna Tipo

(Esc. H 1:25 - V 1:50)



● 8Ø16Mc200

EST. 08@10-20cm Mc201

Detalle de Encamisado de columna 20x25

(Esc. 1:10)

Se requiere 8Ø16mm. y nuevos estribos colocados a 1/4 y 1/2 a repartidos en la longitud de la columna.

El valor de reforzamiento para un metro lineal de columna será de CIENTO VEINTE Y SIETE DÓLARES CON SETENTA Y NUEVE CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 45. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 20x25 (metro lineal)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	COLUMNA 20X25				127,79
1	Picado y Limpieza	m2	1,82	2,18	3,97
2	Apuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	22,21	2,14	47,53
4	Encofrado/desencofrado columnas	m2	1,50	17,71	26,57
5	Hormigón simple f'c=210kg/cm2	m3	0,11	129,46	14,24
6	Aditivo para hormigón	Kg	1,20	15,78	18,94
7	Enlucido vertical paleteado	m2	1,50	7,05	10,58
8	Limpieza y desalojo de material	m3	0,21	3,51	0,74

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- Presupuesto de columna cuya sección actual es de 20x30 y no cumple con cuantía mínima.



Gráfico 103. Columna con insuficiente área de concreto y acero.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Para que la columna de sección 20x30cm cumpla su función, su nueva sección deberá ser aproximadamente de 40x40cm, además con estas nuevas dimensiones se requiere una cuantía mínima que se calcula mediante la siguiente fórmula.

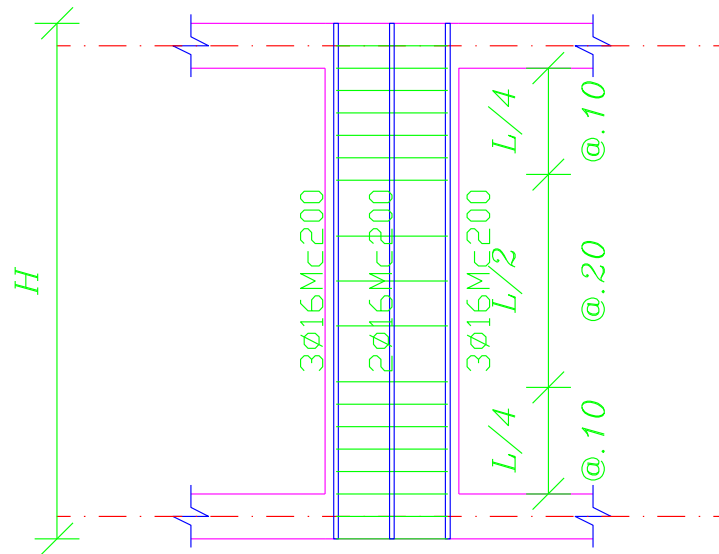
$$b = 40cm$$

$$d = 40cm$$

$$As_{min} = 0,01 \times b \times d$$

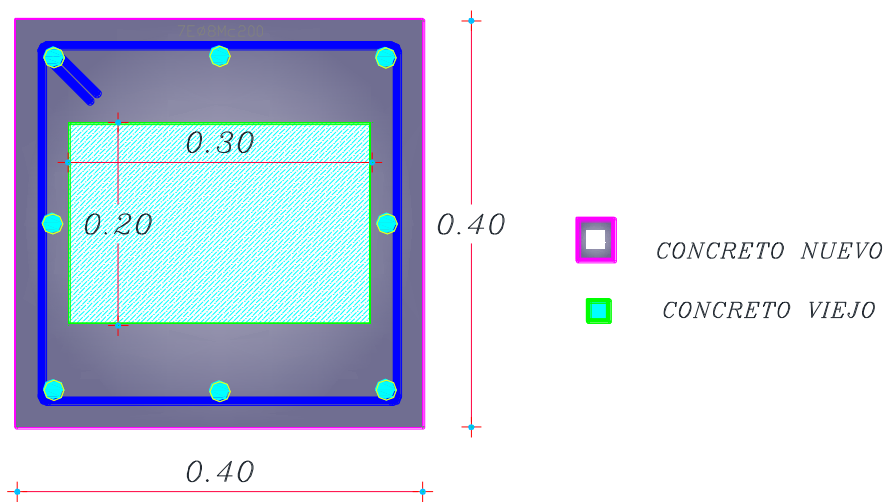
$$As_{min} = 0,01 \times 40 \times 40 = 16 \text{ cm}^2 \approx 8\emptyset 16mm = 16,08 \text{ cm}^2$$

Se requiere 8Ø16mm. y nuevos estribos colocados a 1/4 y 1/2 a repartidos en la longitud de la columna.



Columna Tipo

(Esc. H 1:25 - V 1:50)



● $8\text{Ø}16\text{Mc}200$

EST. $\text{Ø}8@10-20\text{cm Mc}201$

Detalle de Encamisado de columna 20×30

(Esc. 1:10)

El valor de reforzamiento para un metro lineal de columna será de CIENTO VEINTE DÓLARES CON TRES CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 46. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 20x30 (metro lineal)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	COLUMNA 20X30				120,03
1	Acabado y Limpieza	m2	1,96	2,18	4,27
2	Empuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	16,68	2,14	35,70
4	Encofrado/desencofrado columnas	m2	1,60	17,71	28,34
5	Hormigón simple f'c=210kg/cm2	m3	0,12	129,46	15,54
6	Aditivo para hormigón	Kg	1,20	15,78	18,94
7	Alucido vertical paleteado	m2	1,60	7,05	11,28
8	Limpieza y desalojo de material	m3	0,21	3,51	0,74

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

- Presupuesto de columna cuya sección actual es de 25x30 y no cumple con cuantía mínima.



Gráfico 104. Columna con insuficiente área de concreto y acero.

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

Para que la columna de sección 25x30cm cumpla su función, su nueva sección deberá ser aproximadamente de 40x45cm, además con estas nuevas dimensiones se requiere una cuantía mínima que se calculada mediante la siguiente fórmula.

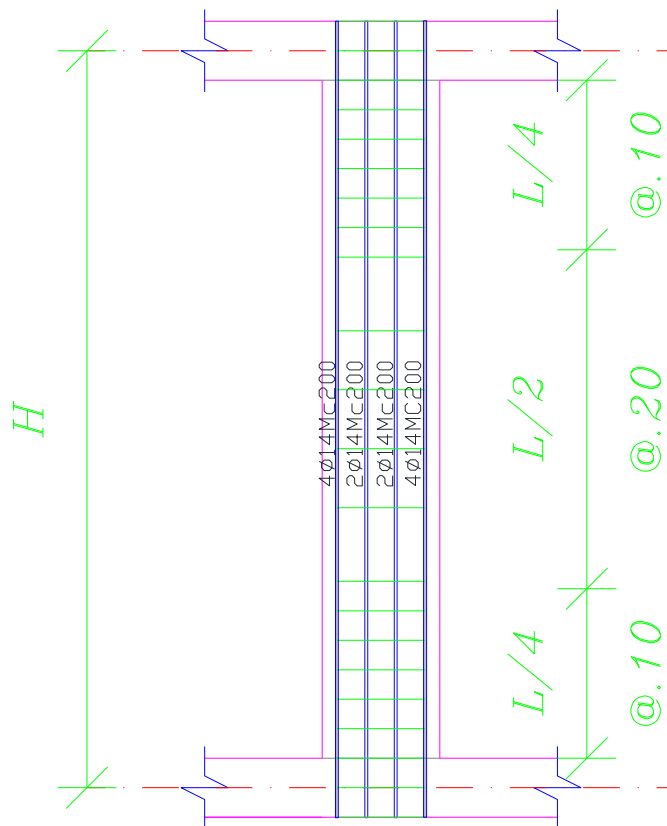
$$b = 40\text{cm}$$

$$d = 45\text{cm}$$

$$As_{min} = 0,01 \times b \times d$$

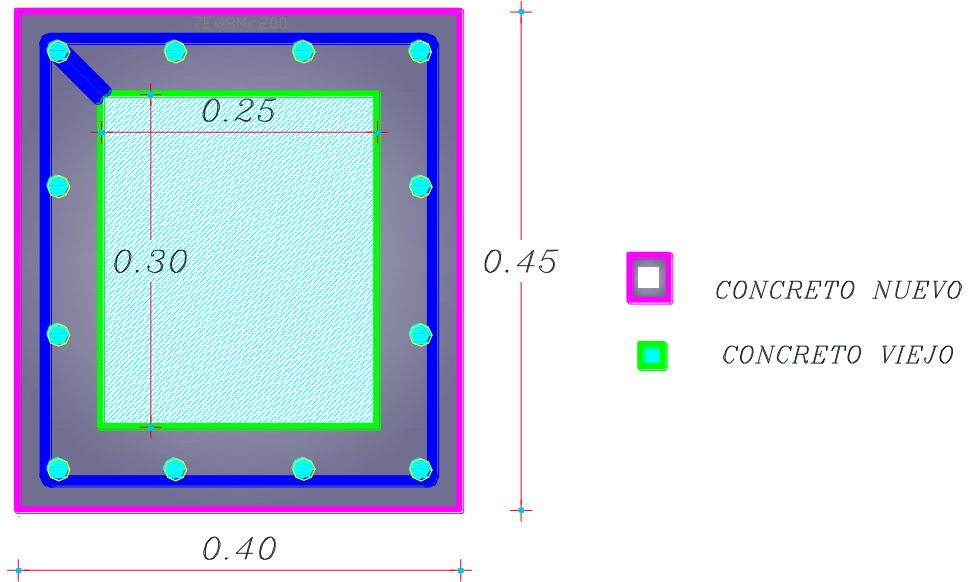
$$As_{min} = 0,01 \times 40 \times 45 = 18 \text{ cm}^2 \approx 12\emptyset 14\text{mm} = 18,47 \text{ cm}^2$$

Se requiere 12 \emptyset 14mm. y nuevos estribos colocados a 1/4 y 1/2 a repartidos en la longitud de la columna.



Columna Tipo

(Esc. H 1:25 - V 1:50)



● 12Ø14Mc200

EST. Ø8@10-20cm Mc201

Detalle de Encamisado de columna 25x30

(Esc. 1:10)

El valor de reforzamiento para un metro lineal de columna será de CIENTO VEINTE Y OCHO DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 47. Presupuesto Referencial de columna cuya sección actual es de 25x30 (metro lineal)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	COLUMNA 25X30				128,85
1	Picado y Limpieza	m2	2,05	2,18	4,47
2	Apuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	18,84	2,14	40,32
4	Encofrado/densofrado columnas	m2	1,70	17,71	30,11
5	Hormigón simple f'c=210kg/cm2	m3	0,13	129,46	16,83
6	Aditivo para hormigón	Kg	1,20	15,78	18,94
7	Enlucido vertical paleteado	m2	1,70	7,05	11,99
8	Limpieza y desalojo de material	m3	0,22	3,51	0,77

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

7.5.2.3. Viga

En las viviendas evaluadas en el barrio San Miguel de Tapi se ha determinado que no existe una conexión adecuada entre viga-columna, ya que presentan baja resistencia de hormigón, por lo que a continuación se muestra la alternativa de reforzamiento con concreto armado en vigas para mejorar la estabilidad de la estructura..

En varios casos, el daño a las vigas es causado por falla en el diseño, en el trabajo de ejecución, además son comúnmente dañados por la deformación de otros elementos estructurales como por ejemplo las columnas.

7.5.2.3..1. Procedimiento para Reforzamiento con concreto armado

Las vigas de concreto armado pueden ser reforzadas dándoles un recubrimiento adicional y colocación de acero longitudinal que debe estar embebido en el concreto. Esta alternativa se ha tomado del video de Rehabilitación Estructural - Reparación de vigas in situ. Renovak y en el manual de Técnicas de Reparación y Refuerzo de estructuras de hormigón armado y albañilerías.

Cuando se va a reforzar una viga se realizan los siguientes pasos:

- Asegurar la estabilidad de la estructura, con apuntalamientos en las vigas colindantes a la viga a ser reforzada.
- Picar con ayuda de herramienta menor la viga evitando golpear los elementos estructurales próximos, retirar pedazos sueltos del concreto y limpiar con aire comprimido de tal forma que no queden partículas que afecten el proceso.
- Colocar el refuerzo adicional, debe ser anclado en el elemento estructural existente lo cual se logra perforando la viga existente y fijándolo con expansores de anclaje de base poliéster.

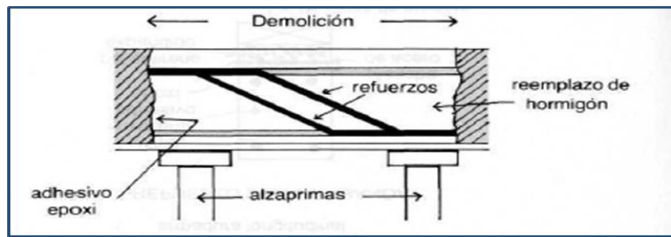


Gráfico 105. Colocar el nuevo acero longitudinal

- La superficie de concreto debe ser preparada en pendiente y escarificada. Para lograr una adecuada adherencia, se debe aplicar un conector de adherencia formado por un adhesivo de base epóxica de baja viscosidad directamente al sustrato seco.

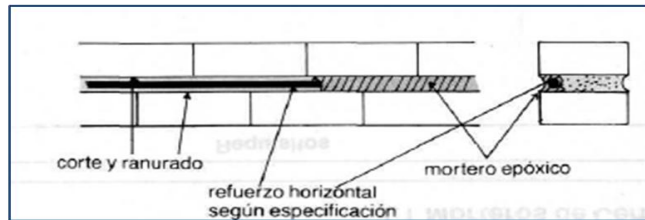


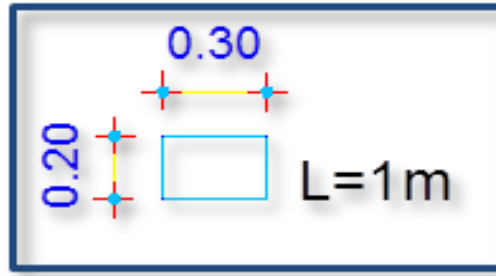
Gráfico 106. Colocar adhesivo de base epóxica.

- El concreto fluido se debe vaciar con un especial cuidado para asegurar que no existan fallas, puntos débiles para evitar la formación de bolsas de aire, respetando su tiempo de manipulación, secado y curado, debe ser colocado sin interrupción por un solo lado. Además, se debe utilizar vibrador para una adecuada compactación. El procedimiento para obtener el concreto es similar al procedimiento que se realiza en el reforzamiento de la cimentación.
- Desalojo de desperdicios.

Terminado el proceso de reforzamiento de la viga se retirará todo el material sobrante para evitar infiltraciones.

7.5.2.3..2. Presupuesto Referencial Para Reforzamiento de Vigas.

En base a los procedimientos antes mencionados se estipula un costo aproximado para reforzamiento de vigas banda, tomando como ejemplo las dimensiones que se muestran a continuación.



El costo para un metro lineal para reforzamiento de la viga será de TREINTA Y UN DÓLARES CON TREINTA Y SEIS CENTAVOS (Ver Anexo X; Análisis de Precios).

Tabla 48. Presupuesto Referencial de Vigas Banda (metro lineal).

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
	VIGAS				31,36
3,001	Apuntalamiento de estructura	m	2,00	2,71	5,42
3,002	Picado y Limpieza	m ²	0,06	2,18	0,13
3,003	Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	6,93	2,14	14,83
3,004	Encofrado/desencofrado vigas cimentación	m ²	0,30	7,64	2,29
3,005	Adhesivo de base Epoxica	m ²	0,30	2,38	0,71
3,006	Hormigón simple $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m ³	0,06	129,46	7,77
3,007	Limpieza y desalojo de material	m ³	0,06	3,51	0,21

Elaborado por: Fernanda Calero & Mayra Colcha

7.6. SUPERVISIÓN TÉCNICA.

Cada propietario debe ser consciente y utilizar los materiales de buena calidad además de realizar la reparación con mano de obra calificada para que la reparación sea segura y confiable. Por lo que es necesario que en la obra se encuentre un técnico responsable con el fin de resolver problemas que puedan presentarse, hacer cumplir metodologías de construcción, verificar la calidad de mano de obra, verificar y controlar los materiales y optimizar recursos.

Un adecuado reforzamiento de la estructura no solo depende del diseño, también es muy importante el proceso constructivo y la supervisión adecuada por un especialista.

La reparación tiene que ser una acción de fondo para corregir las causas del defecto y tiene que ser dirigida por un ingeniero competente. Por esto se debe desterrar la idea de dejar al “maestro de obra” a tomar decisiones, debido a que no siempre da buenos resultados. La mejor manera de lograr una buena reparación, es la búsqueda del conocimiento y permanente actualización técnica

Con el catastro de viviendas obtenidas en el barrio facilitará la elaboración de normas de uso y ocupación del suelo; y la regularización de la tenencia facilitará el acceso a crédito para las familias de baja renta (se trata de un incentivo para invertir en el mejoramiento de la vivienda). Estos procesos de regularización de la tenencia deben ir acompañados por otras acciones de mejoramiento y de apoyo financiero e institucional para garantizar la sostenibilidad de las intervenciones.

7.7. DISEÑO ORGANIZACIONAL

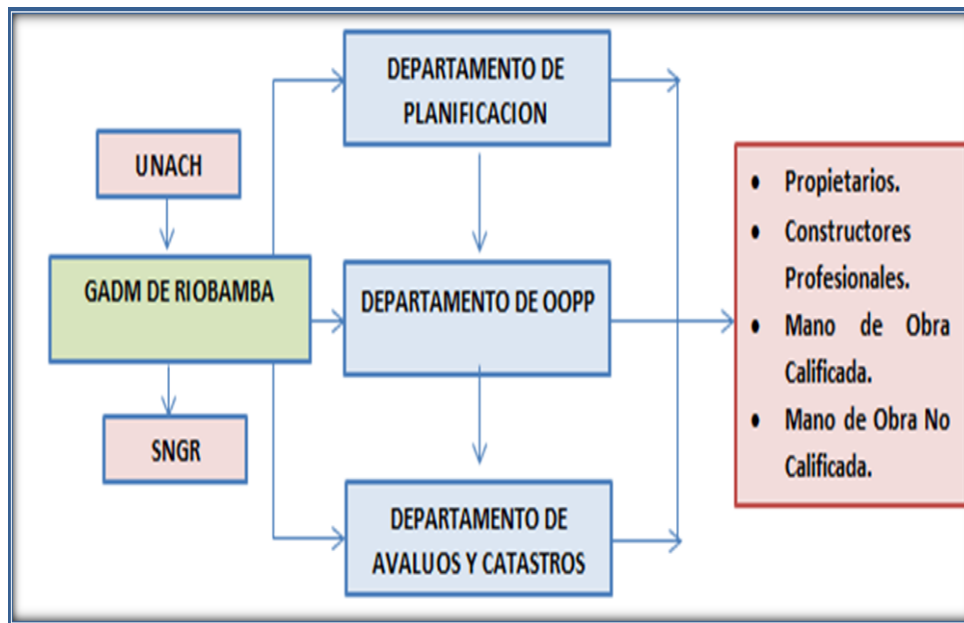


Gráfico 107 Esquema de Diseño Organizacional

Elaborado por: Fernanda Calero, Mayra Colcha.

7.8. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

La propuesta se encamina con el fin de que cada propietario pueda aplicar este manual para así mejorar la configuración estructural de la vivienda, al realizar el ensanchamiento de la cimentación se obtienen una óptima distribución de cargas, al ejecutar el ensanchamiento de columnas a secciones mínimas y al reforzar con concreto armado las vigas se perfeccionará la conexión de los elementos críticos columna-viga lo cual mejorará la rigidez de la estructura.

En función del cumplimiento de la propuesta se sugiere que las autoridades realicen el monitoreo controlando las construcciones formales e informales con el fin de saber si se está dando cumplimiento a las ordenanzas, permisos municipales, aprobación para la construcción con las dimensiones mínimas en elementos estructurales.

CAPITULO VIII

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIAR Roberto, BOLAÑOS Danilo. (2006), “Evaluación Rápida de la vulnerabilidad sísmica en edificios de Hormigón Armado”, XIX Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural. Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.
- AGUIAR R., BARBAT A., y HANGANU., (1997), “Análisis y clasificación de los Índices de Daño Sísmico en estructuras de Hormigón Armado”, Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, 2(2), 93-122, Quito, Ecuador.
- AGUIAR R., y BARBAT A. (1998), “Índices de daño sísmico en edificios de hormigón armado”, Revista Hormigón y Acero. Instituto de Ciencias de la construcción Eduardo Torroja, 210, 73-92, Madrid, España.
- CHAUCA – TENELEMA, Diego – Blanca (2011), Tesis: “Determinación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Aproximada del Barrio El Esfuerzo 1”
- PAGUAY - TRUJILLO, José - Manuel (2010), Tesis: “Evaluación de la construcción informal de edificaciones en zonas urbano marginales de la ciudad de Riobamba”.
- Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal. Quito, 2012. ISBN.9942-9887-4
- Revista Sigma. Edición Enero 2000.
- Requisitos Generales de Diseño, 2001, CPE 05 - CEC 2000 Código Ecuatoriano de La Construcción, (CEC 2000), Primera Edición.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC -11), 2011.

- http://es.wikibooks.org/wiki/Patolog%C3%ADa_de_la_edificaci%C3%B3n/Cimentaciones/Superficiales/Reparaci%C3%B3n
- <http://blog.pucp.edu.pe/media/688/20070908-Albanileria%20sismo%20del%2015-08-2007.pdf>
- http://www.tdcat.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0416102-075520/07Capitulo5.PDF
- http://www.ingenieria.peruv.com/documentos/Resistencia_sismica_en_edificacions_autoconstruidas.pdf
- <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/construccion-el-70-por-ciento-no-es-sismo-resistente-100421-100421.html>
- <http://www.angelfire.com/ri/chterymercalli/#magnitud%20de%20Escala%20Richter>
- http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPMJ10/d3005_spmj10.html
- <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-rehabilitacion/mantenimiento-rehabilitacion.shtml#ixzz2lyIHpxeg>
- <http://www.saapsa.com>
- <http://www.acerosarequipa.com/maestro-obra/manualesdigitales>
- <http://decoestilo.mujerhoy.com/articulo/preparar-morteros-para-diferentes-reparaciones>
- <http://www.slideshare.net/lilianahernandezalarcon/dosificacin-de-morteros-y-concretos>
- <http://www.ecuadorprofundo.com/tomos/tomo1/t1.htm>

CAPITULO IX

9. ANEXOS