



**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 LOS BARRIOS LA VICTORIA Y  
MIRAFLORES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

**AUTOR:**

David Alejandro López Niama

**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 los barrios La Victoria y Miraflores de la ciudad de Riobamba”.**

Presentado por: López Niama David Alejandro

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. Alexis Martínez**  
**Miembro del Tribunal**



-----  
**Firma**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido de este proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: David Alejandro López Niama como autor y del Ing. Diego Barahona calidad de Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y al Divino Niño, por darme la vida y permitirme culminar con una etapa de mi 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 Mario y Elena, quienes me apoyaron durante toda mi vida estudiantil, a mi hermano, a mi familia y amigos, que siempre estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles. Que Dios los bendiga a todos.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
PÁGINA DE REVISIÓN	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE MAPAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIV
ÍNDICE TABLAS	XIX
ÍNDICE DE ANEXOS	XX
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS	XXI
RESUMEN	XXIII
SUMMARY	XXIV

## **CAPÍTULO I**

1	MARCO REFERENCIAL	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PROBLEMATIZACIÓN.	1
1.2.1.	Identificación y Descripción del Problema	1
1.3.	OBJETIVOS	2
1.3.1.	General	2
1.3.2.	Específicos	2

## **CAPÍTULO II**

2	MARCO TEÓRICO	3
2.1.	ANTECEDENTES	3
2.2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.2.1.	Área De Estudio	5
2.2.1.1.	Situación Geográfica	5
2.2.2.	La Construcción Informal	6
2.2.2.1.	Magnitud de la Construcción Informal	6
2.2.2.2	Más Informales que Formales	7
2.2.2.3.	La oferta de viviendas Nuevas en la Ciudad de Riobamba	7
2.2.3.	Vulnerabilidad	8
2.2.3.1.	Vulnerabilidad Estructural	8
2.2.3.2.	Vulnerabilidad No estructural	10
2.2.3.3.	Vulnerabilidad Funcional	11
2.2.3.4.	Necesidad de evaluar la vulnerabilidad	11
2.2.4.	Vulnerabilidad de Edificaciones con Mala Configuración Estructural	12
2.2.4.1.	Riesgos Sísmicos	12
2.2.4.2.	Sismicidad en el Ecuador	13
2.2.4.3.	Terremoto En Riobamba	14
2.2.4.4.	Vulnerabilidad Física de Edificaciones.	16
2.2.4.5.	Mal comportamiento sísmico de las Construcciones Informales.	17

2.2.5.	Razones Fundamentales del Mal Comportamiento Sísmico.	17
2.2.5.1.	Mala Configuración del Edificio en Planta (Torsión)	17
2.2.5.2.	Falta de Estructuración	18
2.2.5.3.	Separación entre Edificios	19
2.2.6.	Estructuración Patológica	19
2.2.6.1.	Columnas Cortas	19
2.2.6.2.	Piso Blando	20
2.2.6.3.	Mala Cimentación	21
2.2.6.4.	Falta de Resistencia	21
2.2.6.5.	Discontinuidad de Elementos	22
2.2.6.6.	Ampliación y Proyecciones sin Control	22
2.2.6.7.	Mano de Obra no Calificada	23
2.2.7.	Edificaciones en Ladrillo	23
2.2.7.1.	Daños Típicos y Fallas	23
2.2.7.2.	Daños No Estructurales	23
2.2.7.3.	Daños y Fallas de Muros de Soporte	24
2.2.8.	Causas de daños en Edificaciones Construidas Informalmente	24
2.2.9.	Razones por las cuales existen construcciones informales	25
	Métodos Utilizados para la Determinación del Índice Vulnerabilidad	
2.2.10.	Sísmica en Viviendas.	26
2.2.10.1.	Método Italiano	26
2.2.10.2.	Método de Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR).	37

### **CAPÍTULO III**

3	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	43
3.1.	TIPO DE ESTUDIO.	43
3.1.1.	Métodos	43
3.1.2.	Instrumentos	43
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.	43
3.2.1.	Población	43

3.2.2.	Muestra	44
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	45
3.4.	PROCEDIMIENTOS	47
	Criterio para evaluar el estado actual de los componentes de la	
3.4.1.	Vulnerabilidad	47
3.4.2.	Planificación.	47
	Datos de Viviendas Contabilizadas y Clasificadas de los Barrios La	
3.4.2.1.	Victoria y Miraflores	47
3.4.2.2.	Muestreo de Edificaciones en Estudio	48
3.4.2.3.	Pruebas de Interrogación o Encuestas	48
3.4.3.	Trabajo de Campo	48
3.4.3.1.	Levantamiento Planimétrico.	48
3.4.3.2.	Inspección.	50
3.4.4.	Medición en Sitio	50
3.4.4.1.	Medición de los Elementos Estructurales	50
3.4.4.2.	Distribución de Aceros.	51
3.4.4.3.	Ensayo de Esclerómetro en Elementos Estructurales.	51
3.4.5.	Recopilación de Documentación	53
3.4.5.1.	Hojas de Ubicación de las Viviendas.	54
3.4.5.2.	Cálculo e Interpretación de Ensayos de Esclerómetro	54
3.4.5.3.	Geometría de Viviendas.	55
3.4.5.4.	Elaboración de Planos Estructurales.	56
3.5	Evaluación del Índice de Vulnerabilidad de las Viviendas.	56
3.5.1.	Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.	56
3.5.2.	Método Italiano	65

## **CAPÍTULO IV**

4	RESULTADOS	78
4.1.	Evaluación de la Metodología de Elaboración	78
4.2.	Resultados por Parámetros - Método SNGR	78

4.2.1.	Sistema Estructural.	79
4.2.2.	Tipo de Material en Paredes.	80
4.2.3.	Tipo de Cubierta.	81
4.2.4.	Sistema de Entrepiso.	82
4.2.5.	Número de Pisos	82
4.2.6.	Año de Construcción.	83
4.2.7.	Estado de Conservación.	84
4.2.8.	Características del Suelo Bajo la Edificación.	85
4.2.9.	Topografía del Sitio	86
4.2.10.	Forma de la Construcción.	87
4.2.11.	Resultados y Calificación obtenidos mediante el método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.	88
4.3.	Resultados por Parámetros - Método Italiano	88
4.3.1.	Organización del Sistema Resistente	89
4.3.2.	Calidad del Sistema Resistente	90
4.3.3.	Resistencia Convencional	91
4.3.4.	Posición del Edificio y Cimentación	92
4.3.5.	Losas	93
4.3.6.	Configuración en Planta	94
4.3.7.	Configuración en Elevación	95
4.3.8.	Conexión en Elementos Críticos	96
4.3.9.	Elementos de Baja Ductilidad	97
4.3.10.	Elementos No Estructurales	98
4.3.11.	Estado de Conservación	99
4.3.12.	Resultados y Calificación obtenido mediante el Método Italiano.	100
4.4.	Compendio de información resumida en mapas temáticos utilizando el programa ArcGIS.	100
 <b>CAPÍTULO V</b>		
5	DISCUSIÓN	103

5.1.	CRÍTICA DE LA METODOLOGÍA	103
	Análisis del índice de vulnerabilidad en base al método de la SNGR	
5.1.1.	para las viviendas tipo medias aguas, hormigón y mixtas.	107
	Análisis del índice de vulnerabilidad en base al método Italiano para	
5.1.2.	las viviendas tipo hormigón.	107
	Análisis comparativo entre el método Italiano y método de la SNGR	
5.1.3.	para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica.	107
5.2.	Valides Externa.	110
<b>CAPÍTULO VI</b>		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
6.1.	CONCLUSIONES	111
6.2.	RECOMENDACIONES	112
<b>CAPÍTULO VII</b>		
7	PROPUESTA	113
7.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA	113
7.2.	INTRODUCCIÓN	113
7.3.	OBJETIVOS	115
7.3.1.	Objetivo General	115
7.3.2.	Objetivos Específicos	115
7.4.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO -TÉCNICA	116
7.4.1.	Aplicaciones típicas del CAPO-TEST:	116
7.4.2.	Equipos CAPO-TEST	117
7.4.2.1.	Equipo de preparación CAPO-TEST N°1	117
7.4.2.2.	Equipo DSV N°2	119
7.4.2.3.	Equipo de extracción CAPO N°3	120
7.4.2.4.	Insertos	121
7.5.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	121
7.5.1.	Localización del refuerzo	122

	La heterogeneidad del centro del agujero, la planificación de la superficie y el raspador de cavidad	123
7.5.2.		
7.5.2.1.	Las pruebas con la placa de succión	123
7.5.2.2.	Perforación del agujero central	124
7.5.2.3.	Planificación de la superficie	126
7.5.2.4.	Pulidor de superficie	128
7.5.2.5.	Raspador de Cavidad	129
7.5.3.	Ampliación del Capo-Inserts	130
7.5.3.1.	Montaje de la unidad de expansión	130
7.5.4.	Accesorio de la contrapresión y el acoplamiento	132
7.5.5.	El acoplamiento de la máquina hidráulica	133
7.5.6.	Retirada de la máquina hidráulica	134
7.5.7.	Lista de verificación para el equipo capo-test	137
7.5.8.	Criterios de aceptación para realizar correctamente el Capo-Test	137
7.5.8.1.	Borde agudo producido por la contra presión.	137
7.5.8.2.	Ningún borde	138
7.5.8.3.	Ausencia de cuerpos extraños en la superficie	138
7.5.9.	Reparación de agujeros	138
7.5.10.	Impresión de los resultados de la prueba en la oficina	139
7.5.10.1.	Instalación del software Amigas II	139
7.5.10.2.	Ejecuta el programa Amigas II	140
7.6.	SUPERVISIÓN TÉCNICA.	143
7.7.	DISEÑO ORGANIZACIONAL	144
7.8.	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.	144

## **CAPÍTULO VIII**

8	BIBLIOGRAFÍA	145
---	--------------	-----

## **CAPÍTULO IX**

9	ANEXOS	147
---	--------	-----

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Cantón Riobamba.	5
Mapa 2. Barrios en estudio, Noviembre 2013	6
Mapa 3. Ecuador zonas sísmicas para diseño y valor del factor zona Z	14
Mapa 4. Mapa de Isosistas Terremoto de Riobamba (EGRED, 1999c)	15
Mapa 5. Mapa de Zonificación Sísmica de los Suelos de la ciudad de Riobamba (2011)	61

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fachada frontal de una vivienda del barrio 11 de Noviembre	18
Gráfico 2. Fachada frontal de una vivienda del barrio 11 de Noviembre	18
Gráfico 3. Mecanismo frágil de colapso	19
Gráfico 4. Columnas Cortas en Escuelas	20
Gráfico 5. Efectos de Piso Blando	20
Gráfico 6. Efectos de Torsión	21
Gráfico 7. Ejemplos de columnas continuas y discontinuas	22
Gráfico 8. La ausencia de control facilita que se cometan errores en la construcción	23
Gráfico 9. Las fallas en la Armadura de Confinamiento	24
Gráfico 10. Control de voladizos	31
Gráfico 11. Control de protuberancias en edificios	32
Gráfico 12. Regularidad en elevación	32
Gráfico 13. Piso Blando	33
Gráfico 14. Ubicación de puntos base y levantamiento topográfico	48
Gráfico 15. Plano Catastral del Barrio La Victoria	49
Gráfico 16. Plano Catastral del Barrio Miraflores	49
Gráfico 17. Estado de Conservación	50
Gráfico 18. Ubicación de ventanas y ancho de mampostería	50
Gráfico 19. Ubicación de elementos estructurales y detalle de gradas	51
Gráfico 20. Acero Liso y Oxidado	51
Gráfico 21. Esclerómetro	52
Gráfico 22. Piedra abrasiva	52
Gráfico 23. Área a ensayar	52
Gráfico 24. Proceso de ensayo con el esclerómetro	53
Gráfico 25. Lectura de esclerómetro.	53
Gráfico 26. Ejemplo de Hoja de Ubicación – Vivienda A_6_2P	54
Gráfico 27. Ejemplo de Resultados de Ensayos de Esclerómetro - Vivienda B_11_1P.	55
Gráfico 28. Ejemplo de Geometría de Vivienda - Vivienda A_6_2P	55
Gráfico 29. Ejemplo Plano Estructural Vivienda A_6_2P	56
Gráfico 30. Vivienda B_11_1P	57
Gráfico 31. Tipo de Cubierta - Losa de Hormigón Armado	58

Gráfico 32. Sistema de pisos - Losa de Hormigón Armado	59
Gráfico 33. Regularidad de la vivienda – B_11_1P	62
Gráfico 34. Características del acero de la vivienda B_11_1P	68
Gráfico 35. Elementos con baja ductilidad	75
Gráfico 36. Elementos anclados de manera poco fiable de la vivienda B_11_1P	76
Gráfico 37. Estado de conservación de la vivienda B_11_1P	77
Gráfico 38. Sistema estructural de las viviendas - Barrio La Victoria	79
Gráfico 39. Sistema estructural de las viviendas – Barrio Miraflores	79
Gráfico 40. Material Predominante en paredes divisorias - Barrio La Victoria	80
Gráfico 41. Material Predominante en paredes divisorias - Barrio Miraflores	80
Gráfico 42. Material utilizado como sistema de Cubierta - Barrio La Victoria	81
Gráfico 43. Material utilizado como sistema de Cubierta - Barrio Miraflores	81
Gráfico 44. Sistema de entresijos de las viviendas - Barrio La Victoria	82
Gráfico 45. Sistema de entresijos de las viviendas - Barrio Miraflores	82
Gráfico 46. Número de pisos de las viviendas - Barrio La Victoria	83
Gráfico 47. Número de pisos de las viviendas - Barrio Miraflores	83
Gráfico 48. Años de construcción de las viviendas - Barrio La Victoria	84
Gráfico 49. Años de construcción de las viviendas - Barrio Miraflores	84
Gráfico 50. Estado de conservación de las viviendas – Barrio La Victoria	85
Gráfico 51. Estado de conservación de las viviendas – Barrio Miraflores	85
Gráfico 52. Características del Suelo bajo las viviendas – Barrio La Victoria	86
Gráfico 53. Características del Suelo bajo las viviendas – Barrio Miraflores	86
Gráfico 54. Topografía del Suelo – Barrio La Victoria	87
Gráfico 55. Topografía del Suelo – Barrio Miraflores	87
Gráfico 56. Forma de regularidad de las viviendas – Barrio La Victoria	88
Gráfico 57. Forma de regularidad de las viviendas – Barrio Miraflores	88
Gráfico 58. Organización del sistema resistente – Barrio La Victoria	89
Gráfico 59. Organización del sistema resistente – Barrio Miraflores	89
Gráfico 60. Calidad del sistema resistente – Barrio La Victoria	90
Gráfico 61. Calidad del sistema resistente – Barrio Miraflores	90
Gráfico 62. Resistencia convencional – Barrio La Victoria	91
Gráfico 63. Resistencia convencional – Barrio Miraflores	91

Gráfico 64. Posición del edificio y cimentación – Barrio La Victoria	92
Gráfico 65. Posición del edificio y cimentación – Barrio Miraflores	92
Gráfico 66. Losas – Barrio La Victoria	93
Gráfico 67. Losas – Barrio Miraflores	93
Gráfico 68. Configuración en planta – Barrio La Victoria	94
Gráfico 69. Configuración en planta – Barrio Miraflores	94
Gráfico 70. Configuración en Elevación – Barrio La Victoria	95
Gráfico 71. Configuración en Elevación – Barrio Miraflores	95
Gráfico 72. Conexión en elementos críticos – Barrio La Victoria	96
Gráfico 73. Conexión en elementos críticos – Barrio Miraflores	96
Gráfico 74. Elementos de baja ductilidad – Barrio La Victoria	97
Gráfico 75. Elementos de baja ductilidad – Barrio Miraflores	97
Gráfico 76. Elementos no estructurales – Barrio La Victoria	98
Gráfico 77. Elementos no estructurales – Barrio Miraflores	98
Gráfico 78. Estado de conservación – Barrio La Victoria	99
Gráfico 79. Estado de conservación – Barrio Miraflores	99
Gráfico 80. Mapa Temático del Barrio La Victoria – Método SNGR	100
Gráfico 81. Mapa Temático del Barrio Miraflores – Método SNGR	101
Gráfico 82. Mapa Temático del Barrio La Victoria – Método Italiano.	101
Gráfico 83. Mapa Temático del Barrio Miraflores – Método Italiano.	102
Gráfico 84. Distribución comparativa de vulnerabilidad sísmica – Barrio La Victoria	104
Gráfico 85. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio La Victoria– Método SNGR	105
Gráfico 86. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio La Victoria – Método Italiano	105
Gráfico 87. Distribución comparativa de vulnerabilidad sísmica – Barrio Miraflores	106
Gráfico 88. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio Miraflores– Método SNGR	106
Gráfico 89. Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio Miraflores – Método Italiano	107
Gráfico 90. Comparación Porcentual entre los parámetros que consideran al Sistema Estructural en las dos metodologías.	108

Gráfico 91. Comparación Porcentual entre los parámetros que consideran las Losas de hormigón armado en las dos metodologías.	109
Gráfico 92. Promedios Generales de las dos metodologías – Barrio Miraflores	109
Gráfico 93. Promedios Generales de las dos metodologías – Barrio La Victoria	110
Gráfico 94. Extracción del Concreto endurecido	114
Gráfico 95. Equipo de Preparación Capo-Test N°1	118
Gráfico 96. Equipo DSV, N°2	119
Gráfico 97. Equipo de extracción N°3	120
Gráfico 98. Insertos Expandibles	121
Gráfico 99. Cover Master localiza el refuerzo	122
Gráfico 100. Se marca la superficie	123
Gráfico 101. Se conecta la bomba de agua	124
Gráfico 102. La placa de vacío conectado a la superficie de hormigón.	124
Gráfico 103. Taladro + Broca	125
Gráfico 104. Activar el taladro	125
Gráfico 105. La perforación del orificio central	126
Gráfico 106. El núcleo perforado en su totalidad 65 mm	126
Gráfico 107. Planificación de la superficie	127
Gráfico 108. Superficie terminada	127
Gráfico 109. Suministro de agua	127
Gráfico 110. Superficie Plana	128
Gráfico 111. Colocar Guía de Latón	128
Gráfico 112. Superficie Pulida	129
Gráfico 113. El raspador de cavidad se inserta en el Orificio perforado.	129
Gráfico 114. Colocación de los dedos en el Raspador.	130
Gráfico 115. El Capo-Insert	131
Gráfico 116. Sujetar la base (flecha) y pase el cono tornillo	131
Gráfico 117. El disco deslizante (flecha) está montado al cuello de la prensa.	131
Gráfico 118. Totalmente expandido Capo-Insert.	132
Gráfico 119. Colocar el Espaciador.	132
Gráfico 120. Colocar el Acoplamiento	133
Gráfico 121. Valor de contrapresión y acoplamiento instalado.	133

Gráfico 122. Acoplamiento de la máquina hidráulica.	134
Gráfico 123. Encienda el medidor	134
Gráfico 124. Carga del Capo-Test en curso.	135
Gráfico 125. Posible Capo-Test fracasos. Sólo falla tipo "X" es aceptable.	138
Gráfico 126. Instalación del Programa	139
Gráfico 127. Insertar el CD-ROM	139
Gráfico 128. Elegir el directorio	140
Gráfico 129. Aceptar la Instalación	140
Gráfico 130. Iniciar el Programa	141
Gráfico 131. Leer Nuevos Datos	142
Gráfico 132. Lectura de datos	142
Gráfico 133. Imprimir Informe Final	143

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada	14
Tabla 2. Parámetros considerados en la Metodología Italiana	27
Tabla 3. Ponderación de las Variables de vulnerabilidad ante amenaza sísmica	38
Tabla 4. Variables e Indicador Físico estructurales de edificaciones urbanas	39
Tabla 5. Variables Dependientes e Independientes	45
Tabla 6. Contabilización de viviendas los barrios Miraflores y La Victoria	47
Tabla 7. Calificación Método SNGR	63
Tabla 8. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método SNGR – Vivienda B_11_1P	63
Tabla 9. Ficha de Calificación del Método SNGR – Vivienda B_11_1P	64
Tabla 10. Parámetros considerados en la Metodología Italiana.	65
Tabla 11. Resumen Parámetro #1 – Vivienda B_11_1P	67
Tabla 12. Resumen Parámetro #2 – Vivienda B_11_1P	68
Tabla 13. Resumen Parámetro #3 – Vivienda B_11_1P	70
Tabla 14. Resumen Parámetro #4 – Vivienda B_11_1P	70
Tabla 15. Resumen Parámetro #5 – Vivienda B_11_1P	71
Tabla 16. Resumen Parámetro #6 – Vivienda B_11_1P	73
Tabla 17. Resumen Parámetro #7– Vivienda B_11_1P	74
Tabla 18. Resumen Parámetro #9– Vivienda B_11_1P	75
Tabla 19. Resumen Parámetro #10– Vivienda B_11_1P	76
Tabla 20. Resumen Parámetro #11– Vivienda B_11_1P	77
Tabla 21. Ficha de Evaluación de Parámetros del Método Italiano – Vivienda B_11_1P	77
Tabla 22. Tabla de Correlaciones previamente hechas por GERMANN INSTRUMENTS	136

## ÍNDICE DE ANEXOS

9.1	ANEXO 1. Fichas de campo	147
9.2	ANEXO 2. Fichas de ubicación	148
9.3	ANEXO 3. Ensayos de esclerómetro	166
9.3.1.	ANEXO 3.1. Tabla de resistencia del hormigón	166
9.3.2.	ANEXO 3.2. Fichas de resultados de esclerómetro – Barrio La Victoria	167
9.3.3.	ANEXO 3.3. Fichas de resultados de esclerómetro – Barrio Miraflores	173
9.4.	ANEXO 4. Índice de vulnerabilidad	178
9.4.1.	ANEXO 4.1. Resultados método SNGR	178
9.4.2.	ANEXO 4.2. Resultados método Italiano	181
9.5.	ANEXO 5. Norma c-900 capo-test	185
	ANEXO 6. Tablas de correlaciones para interpretación de los resultados	
9.6.	obtenidos por el capo-test.	195
9.7.	ANEXO 7. Planos	205
9.7.1.	ANEXO 7.1. Plano topográfico Barrio La Victoria	205
9.7.2.	ANEXO 7.2. Plano topográfico Barrio Miraflores	206
9.8.	ANEXO 8. Mapas temáticos	207
9.8.1.	ANEXO 8.1. Método Italiano y SNGR (Barrio La Victoria)	208
9.8.2	ANEXO 8.2. Método Italiano y SNGR (Barrio Miraflores)	209

## GLOSARIO

**Estructura.-** Conjunto de elementos ensamblados para resistir cargas verticales y sísmicas. Las mismas estructuras pueden clasificarse en estructuras de edificación y otras estructuras distintas a las de edificación.

**Mampostería.-** La forma de construcción compuesta de ladrillos, piedras, elementos cerámicos, bloques de hormigón, bloques de yeso u otros elementos o materiales similares de construcción o una combinación de éstos, colocados en hiladas, unidad por unidad y trabados mediante mortero.

**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.

**Columna.-** Elemento que se usa principalmente para recibir carga axial de compresión y que tiene una altura por lo menos 3 veces su dimensión lateral menor.

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

**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.

**Carga de Sismo.-** Define las acciones que un sismo provoca sobre la estructura de un edificio y que deben ser soportadas por esta. Se transmiten a través del suelo

**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:** 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 Nacional de Gestión de Riesgos.

## RESUMEN

Riobamba se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, por ello existe la necesidad de realizar un estudio sobre vulnerabilidad sísmica de las viviendas, el mismo que se enfoca especialmente en los barrios La Victoria y Miraflores dentro de esta ciudad.

Con los resultados del presente trabajo las autoridades contarán con mapas temáticos y fundamentalmente una base de datos identificando las viviendas según sus niveles de vulnerabilidad.

A través de este trabajo se ha logrado evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica en 34 viviendas en el barrio Miraflores y 52 en el barrio La Victoria, empleando dos metodologías: *Método Italiano* y *Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)*.

Empleando el método SNGR en el barrio Miraflores, se ha reportado un 100 % de viviendas con vulnerabilidad baja. En cambio en el barrio La Victoria, un 96 % de viviendas con vulnerabilidad baja y un 4% con vulnerabilidad media.

En cuanto al método italiano en el barrio Miraflores resultaron un 10% de viviendas seguras, y 90% corresponde a viviendas con una mediana vulnerabilidad. En el barrio La Victoria un 38% de viviendas seguras, 59% corresponde a viviendas con una mediana vulnerabilidad y un 3% representa a viviendas altamente vulnerables.

Finalmente se presenta la propuesta de Normalización de procedimientos para la realización de ensayos de resistencia en elementos estructurales de concreto reforzado con equipos CAPO-TEST.

## SUMMARY

Riobamba is located in an area of high seismic risk; therefore there is a need to conduct a study on seismic vulnerability of houses, which is focused to La Victoria and Miraflores neighborhoods within the city.

With the results of this study, the authorities will have the thematic maps and a database which identifies houses according to their levels of vulnerability.

Through this work, we have evaluated the seismic vulnerability indices in 34 homes in the Miraflores neighborhood and 52 in La Victoria, using two methods: **the Italian Method** and **the method from the National Secretariat for Risk Management (SNGR)**.

Using the method from SNGR in the Miraflores neighborhood, 100% of the houses has been reported with low vulnerability. In contrast, in La Victoria, 96% of houses with low vulnerability and 4% with medium vulnerability.

In relation to the Italian method, 10% of the houses in Miraflores are safe, and 90% have a medium vulnerability level. In La Victoria 38% of houses are safe, 59% are houses with medium vulnerability and 3% represents highly vulnerable houses.

Finally, the standardization proposal of procedures for testing resistance of reinforced concrete structural elements with CAPO-TEST equipment is presented.



## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Históricamente han existido un sin número de eventos sísmicos registrados en todo el mundo los mismos que han causado innumerables pérdidas tanto humanas y económicas; algunos de los más fuertes, ocurridos en los últimos años son: el registrado en Haití el 12 de enero del 2012, el 27 de febrero de 2010 en Chile y el producido en Ecuador en el mes de agosto del 2010; por esta razón es muy importante realizar investigaciones de vulnerabilidad sísmica.

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 en la ciudad de Riobamba: 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.

#### **HIPÓTESIS:**

Al menos el 60% de las estructuras de las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores de la ciudad de Riobamba; son vulnerables ante eventos sísmicos.

#### **1.2. PROBLEMATIZACIÓN.**

##### **1.2.1. Identificación y Descripción del Problema.**

La necesidad de realizar el presente estudio se debe a que en los barrios urbano marginales 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.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes en los barrios La Victoria y Miraflores aplicando dos metodologías: Método Italiano y el Método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

#### **1.3.2. Específicos**

- Identificar e inventariar el tipo de estructura, calidad y resistencia convencional, que están constituidas las viviendas existentes en los barrios La Victoria y Miraflores.
- Levantar información de las características estructurales de las viviendas de los barrios en estudio.
- Establecer una base de datos con los resultados de vulnerabilidad de las viviendas obtenidos de los barrios La Victoria y Miraflores.
- Elaborar mapas temáticos donde se aprecie la ubicación y el resultado de vulnerabilidad de la vivienda.
- Proveer los procedimientos para la realización de ensayos de resistencia en elementos estructurales de concreto reforzado con equipos Capo-Test para su implementación en el Laboratorio de Control de Calidad de Materiales de la UNACH.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

La investigación lo desarrolla la Universidad Nacional de Chimborazo a través de su Instituto de Investigación Científica y Desarrollo, en convenio con la Alcaldía de Riobamba y la Secretaria Nacional de Gestión Riesgos, trabajan por el bienestar de la ciudadanía en el proyecto denominado: Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas en 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 baja, mediana y alta vulnerabilidad estructural ante el efecto de un sismo.

La presente 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.<sup>1</sup>

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.

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.

Las metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica son numerosas, algunas presentan fallas porque dejan de evaluar ciertas características que influyen en la

---

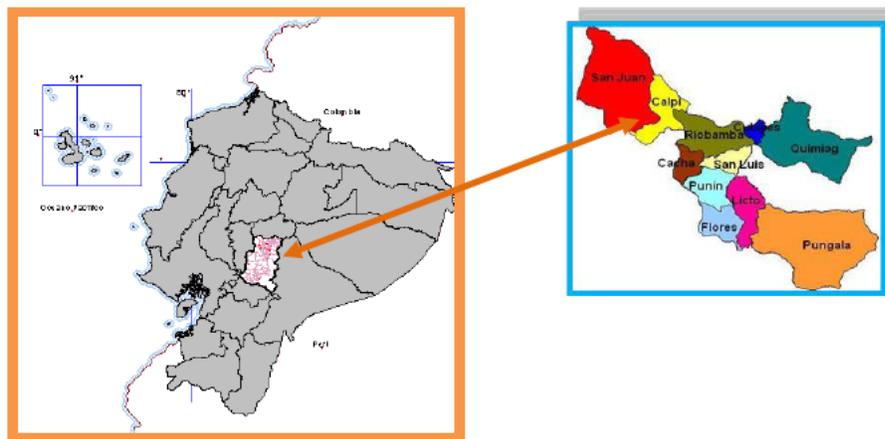
<sup>1</sup> SANDI, H. Vulnerability and risk analysis for individual structures and systems. Proceeding of the Eight European Conferences on Earthquake Engineering, 8EECE. Vol. 7, Topic 2. Lisboa: 1986.

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.

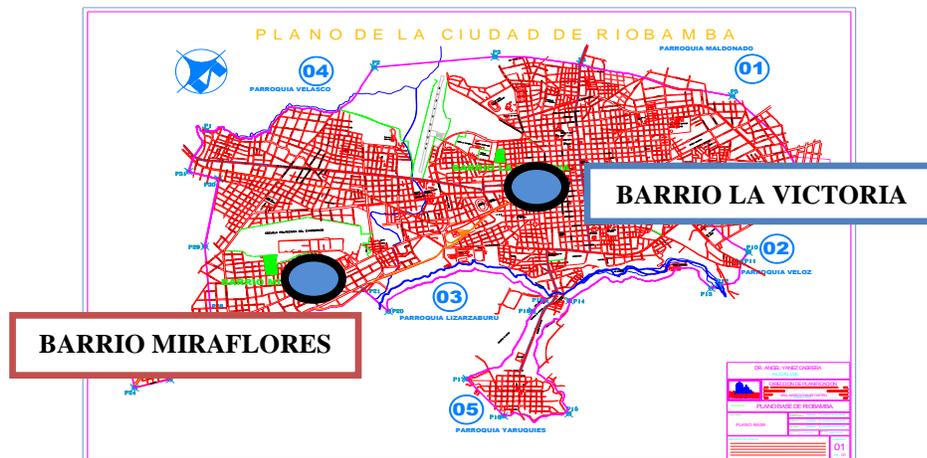


**Mapa 1.** Cantón Riobamba.

**Fuente:** Plan Estratégico de Desarrollo Cantonal

La investigación se limitará físicamente a los barrios “La Victoria y Miraflores” ubicados en la ciudad de Riobamba entre las coordenadas UTM:

BARRIOS	VIVIENDAS	COORDENADAS UTM	
La Victoria	56	760945.88 m E	9816029.57 m S
Miraflores	35	757523.727 m E	9817075.624 m S



**Mapa 2.** Barrios en estudio, Noviembre 2013  
**Fuente:** Departamento Planificación del Municipio de Riobamba

### 2.2.2. La Construcción Informal

En la actualidad, la construcción informal supone en algunos casos hablar de autodiseño, 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.

#### 2.2.2.1. Magnitud de la Construcción Informal

De acuerdo a la investigación realizada según (Paguay, Trujillo 2011) Aproximadamente el 70% de las viviendas se edifican por el sector informal, a través de la autoconstrucción, el 46.5% son muy vulnerables, el 40.8% son medianamente vulnerables, el 1.4% son seguras ante el efecto de un sismo, esto se debe entre otros aspectos al irrespeto de 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.<sup>2</sup>

Un sinnúmero de edificaciones construidas por sus propios dueños, sin la intervención técnica 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 ingenieril.<sup>3</sup>

#### **2.2.2.2. 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 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.<sup>4</sup>

#### **2.2.2.3. 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 GAD 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.

---

<sup>2</sup> MIDUVI. 2009. Política habitacional y servicios de agua y saneamiento, período 2009-2025.

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

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

Al confrontar el incremento del patrimonio habitacional relativo a las nuevas viviendas producidas en el período 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 período, aportó con 2950 unidades habitacionales (53.9%).<sup>5</sup>

### **2.2.3. Vulnerabilidad**

En esencia, la vulnerabilidad puede definirse como un estado de elevada exposición a determinados riesgos e incertidumbres, combinado con una capacidad disminuida para protegerse o defenderse de ellos y hacer frente a sus consecuencias negativas. La vulnerabilidad existe en todos los niveles y dimensiones de la sociedad y es parte integrante de la condición humana, por lo que afecta tanto a cada persona como a la sociedad en su totalidad<sup>6</sup>

#### **2.2.3.1. Vulnerabilidad Estructural**

Se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del mismo que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas

El nivel de daño estructural que sufrirá una edificación depende tanto del comportamiento global como local de la estructura. Está relacionado con la calidad de los materiales empleados, las características de los elementos estructurales, la configuración estructural del edificio, sistema estructural resistente. La naturaleza y grado de daño estructural pueden ser descritos en términos cualitativos o

---

<sup>5</sup> Plan de Desarrollo Urbano de Riobamba (1995) Pág. 135,136.

<sup>6</sup> Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. (2003). “Informe sobre la situación social del mundo 2003. Vulnerabilidad social: Fuentes y desafíos”.

cuantitativos, y constituyen un aspecto de primordial importancia para determinar el nivel de deterioro de una edificación, así como su situación relativa con respecto al colapso estructural, que representa una situación límite donde se compromete la estabilidad del edificio.

El desarrollo de modelos de daño ha permitido evaluar el daño estructural desde un punto de vista cuantitativo, utilizando parámetros que representan la respuesta estructural tales como, distorsiones de entrepiso, deformaciones de los elementos, demanda de ductilidad, disipación de energía, etc. En función de estos parámetros, se obtienen los llamados indicadores de daño los cuales pueden considerarse como una medida representativa de la degradación estructural. Tanto a nivel local como global de la estructura. Cuando estos indicadores son normalizados respecto un estado de falla específico, se denominan índices de daño.<sup>7</sup>

La cuantificación del daño es un problema complejo, sobre el que no existe un criterio unificado, razón por la cual existe una gran diversidad de modelos e índices de daño, que nacen de un intento de facilitar su aplicación a un gran número de tipologías de edificios y estructuras de diferentes características.

### **Clasificación de los Componentes Estructurales**

Está conformado por los elementos que permiten que la estructura este erguida y tenga un buen comportamiento sísmico que a su vez garantice el desarrollo de las funciones básicas de una vivienda.

#### **A. Elementos Estructurales**

1. Configuración estructural
2. Componentes de la estructura
  - Columnas
  - Vigas

---

<sup>7</sup> Salvador Safina (2002) “Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, Análisis a su contribución el riesgo sísmico.

- Sistemas de techo
- Muros

### **2.2.3.2. Vulnerabilidad No estructural**

Está asociada a la susceptibilidad de los elementos o componentes no estructurales de sufrir daños debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico no estructural<sup>8</sup>. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que no forman parte integral del sistema resistente de la edificación y pueden clasificarse en componentes arquitectónicos (tabiquerías, puertas, ventanas etc.)<sup>9</sup>.

#### **Clasificación de los Componentes No-Estructurales**

Está conformado por un conjunto de sistemas que realizan funciones específicas que permiten que el edificio sea habitable y que además pueda funcionar. Está organizado así:

##### **A. Arquitectónicos**

Este grupo está conformado por todos aquellos elementos que siendo físicamente parte de la edificación, no cumplen funciones de índole estructural, se conforman de la siguiente forma.

#### **3. Elementos Arquitectónicos**

- Muros No estructurales (Mampostería)
- Puertas
- Ventanas

#### **4. Sistema de Coberturas**

- Tejas
- Planchas de fibrocemento

---

<sup>8</sup> Cardona O.D. (1999) "Vulnerabilidad sísmica- Fundamentos para Ingenieros y Arquitectos. "Monografías de Ingeniería sísmica. CIMNE IS-32.

<sup>9</sup> Salvador Safina (2002) "Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, Análisis a su contribución el riesgo sísmico.

### **2.2.3.3. Vulnerabilidad Funcional**

El colapso funcional se produce cuando la instalación, aunque no haya sufrido ningún daño en su estructura física, se ve incapacitada de brindar los servicios inmediatos de atención de la emergencia sísmica y la posterior recuperación de la comunidad afectada.

Describe la predisposición de la instalación de ver perturbado su funcionamiento como consecuencia del incremento de la demanda de sus servicios. Son diversos los factores que pueden contribuir a incrementar el nivel de perturbación funcional, aumentando así la vulnerabilidad funcional de las viviendas. El componente Funcional es determinante para afrontar una situación durante una emergencia.

#### **A. Accesos**

- Ingresos principales

#### **B. Flujos**

- Flujos de circulación interna y externa
- Rampas

#### **C. Señalización**

- Seguridad
- Rutas de evacuación
- Sistemas contra incendio

### **2.2.3.4. Necesidad de evaluar la vulnerabilidad**

Con el fin de obtener estimaciones aceptables del riesgo sísmico es necesario evaluar la vulnerabilidad sísmica de los componentes (estructural, no estructural y funcional) expuestos. Esta condición es propia de cada edificación y su evaluación es un proceso complejo y laborioso.

En el caso de edificaciones esenciales, las características de su ocupación, la especial importancia que tienen para afrontar situaciones de emergencia debido a sismos, el carácter vital y estratégico de la preservación de su funcionalidad, los elevados costos de reposición de daños y sobre todo las características de materiales y suministros utilizados, así como su complejidad, hacen que la evaluación de la vulnerabilidad de dichas instalaciones sea especialmente importante frente la acción de un sismo.

#### **2.2.4. Vulnerabilidad de Edificaciones con Mala Configuración Estructural**

##### **2.2.4.1. Riesgos Sísmicos**

Es la probabilidad de que las consecuencias sociales o económicas producidas por un terremoto iguallen o excedan valores predeterminados, para una localización o área geográfica dada.

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.

- **Peligrosidad Sísmica**

Se define 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.

#### **2.2.4.2. Sismicidad en el Ecuador**

El Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba e Ibarra, con la muerte de más de 60000 personas (Yépez H. et al 1998). Escenarios sísmicos probables evaluados en Quito (EPN et al 1994), Guayaquil (Argudo J. et al, 1 999) y Cuenca (García E. et al 2000), muestran un panorama muy poco alentador y la necesidad urgente por emprender en programas para la mitigación del riesgo sísmico. La situación del Ecuador no es distinta a la de otros países en vías de desarrollo, que al igual que el nuestro, experimentan un crecimiento rápido de su población y una urbanización intensa, lo que ha producido un crecimiento acelerado de las pérdidas causadas por los terremotos. Es por esto que el estudio del riesgo sísmico y su impacto en el desarrollo, constituye un reto científico crucial para el siglo XXI.<sup>10</sup>

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. (Intensidades citadas corresponden a escala MSK).<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> NEC, CAPITULO 3 (2013) Riesgo Sísmico, Evaluación y Rehabilitación de Estructuras

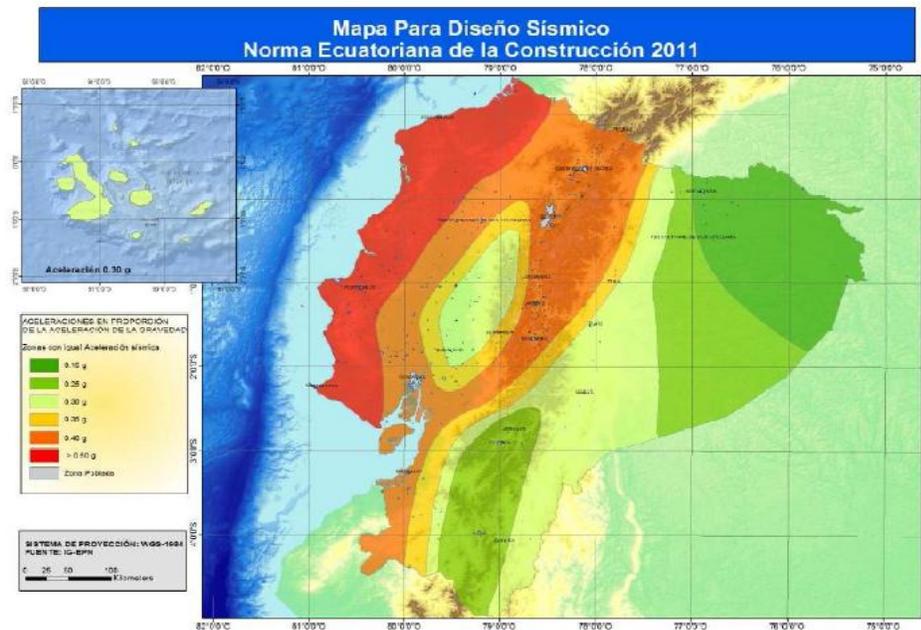
<sup>11</sup> Medever, Sponhever y Kamik(1964); Escala MKS

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	<u>0,4</u>

**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

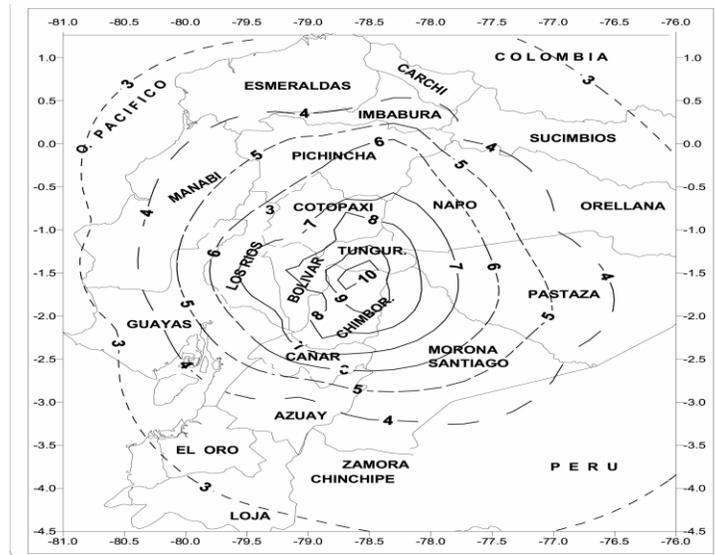
**Fuente:** NEC-11, Mapa para diseño sísmico.

### 2.2.4.3. 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 4.** Mapa de Isosistas Terremoto de Riobamba (EGRED, 1999c)  
**Fuente:** Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

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.<sup>12</sup>

#### **2.2.4.4. 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.

---

<sup>12</sup> <http://www.ecuadorprofundo.com/tomos/tomo1/t1.htm>

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.

#### **2.2.4.5. 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.

#### **2.2.5. Razones Fundamentales del Mal Comportamiento Sísmico**

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

##### **2.2.5.1. 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.

### 2.2.5.2. Falta de Estructuración

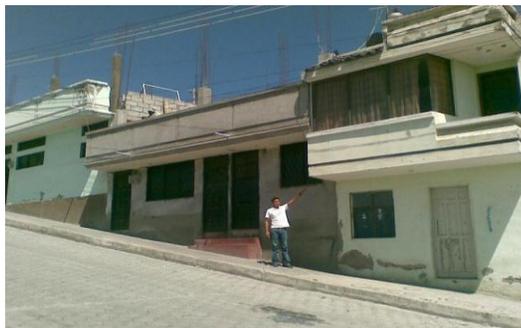
Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.



**Gráfico 1.** Fachada frontal de una vivienda del barrio 11 de Noviembre

**Fuente:** Paguay José, Trujillo Manuel “Evaluación de la construcción informal de edificaciones en zonas urbano marginales de la ciudad de Riobamba”.

Las edificaciones más vulnerables a colapsos son las que son construidas sobre una pendiente, y comprenden casas cuya fachada frontal se muestra en el 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.



**Gráfico 2.** Fachada frontal de una vivienda del barrio 11 de Noviembre

**Fuente:** Paguay José, Trujillo Manuel “Evaluación de la construcción informal de edificaciones en zonas urbano marginales de la ciudad de Riobamba”.

### **2.2.5.3. 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 2.** Mecanismo frágil de colapso

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Fallas frecuentes durante los terremotos”

### **2.2.6. Estructuración Patológica**

#### **2.2.6.1. 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 en Escuelas

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Fallas frecuentes durante los terremotos”

#### **2.2.6.2. 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.



**Gráfico 5.** Efectos de Piso Blando

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Fallas frecuentes durante los terremotos”

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.

#### **2.2.6.3. 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.

#### **2.2.6.4. 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.



**Gráfico 6.** Efectos de Torsión.

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Fallas frecuentes durante los terremotos”

#### 2.2.6.5. 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 7.** Ejemplos de columnas discontinuas

**Fuente:** Paguay José, Trujillo Manuel “Evaluación de la construcción informal de edificaciones en zonas urbano marginales de la ciudad de Riobamba”.

#### 2.2.6.6. 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.

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 8.



**Gráfico 8.** La ausencia de control facilita que se cometan errores en la construcción  
**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Fallas frecuentes durante los terremotos”

#### **2.2.6.7. 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 sismo resistentes existen sino también una alarmante ausencia de supervisión técnica.

#### **2.2.7. 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.

##### **2.2.7.1. 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.

##### **2.2.7.2. 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.

### **2.2.7.3. Daños y Fallas de Muros de Soporte**

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.



**Gráfico 9.** Las fallas en la Armadura de Confinamiento  
**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Fallas frecuentes durante los terremotos”

### **2.2.8. 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.
- 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.

### **2.2.9. 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.

### **2.2.10. Métodos Utilizados para la Determinación del Índice Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas.**

La selección de una metodología está íntimamente relacionada con la escala de análisis y las características de los elementos a estudiar. A continuación se describe los principales métodos para la realización de la evaluación estructural. Debe incidirse, que dicha evaluación será insuficiente si no se acompaña de una evaluación detallada de los elementos no estructurales.

#### **2.2.10.1. Método Italiano**

En este 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 N 2.

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 vulnerables y para valores mayores a 61 las estructuras son altamente vulnerables.

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

**Tabla 2:** 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”.

### Rango de Calificación según el Método Italiano

El rango de calificación está determinado de la siguiente manera:

<b>0 – 30</b>	=	Seguras
<b>31 – 60</b>	=	Medianamente Vulnerables
<b>&gt;61</b>	=	Altamente Vulnerables

### 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 sólidos 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/cm<sup>2</sup>). 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 Clase B cuando no cumplan los requisitos de la clase A y C.
- La resistencia hormigón es inferior a 210(kg/cm<sup>2</sup>). 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:

$\phi_p$ : Irregularidad en planta

$\phi_e$ : Irregularidad en elevación

$R$ = Factor de reducción de las fuerzas sísmicas

$Z$ = Zonificación sísmica

$I$ =Coeficiente de importancia.

$W$ = Peso total reactivo con CM.

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

Se debe verificar que cumplan lo indicado.

$$T = 0.0731 H^{3/4} \text{ Período } T.$$

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

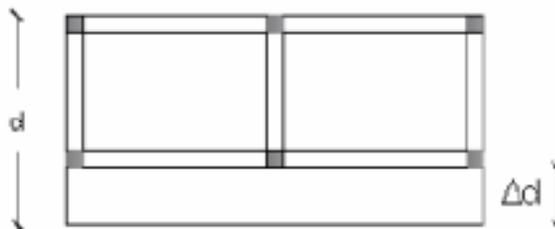
Si la configuración en planta es un cuadrado la estructura es clase A, en la medida que se aleja de un cuadrado y se hace rectangular puede ser B o C. Si la configuración en

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:

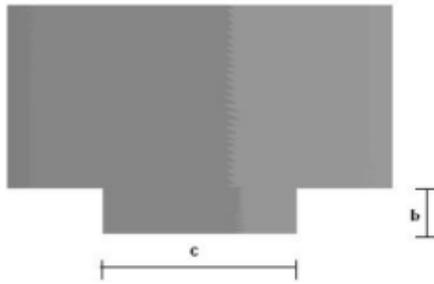
- Parámetro  $\delta_1 = a / L$
- Parámetro  $\delta_2 = e/d$ . Donde “e” es la excentricidad del edificio (se debe hallar el centro de masa y rigidez de la planta más crítica. Sin considerar el último piso) y d es la dirección menor en planta del edificio.
- Parámetro  $\delta_3 = \Delta d/d$ , que es la relación entre la longitud del voladizo con respecto a la longitud total en la dirección del voladizo como se aprecia en la Gráfico 10. Mayor longitud del voladizo, más vulnerable es la estructura.



**Gráfico 10.** Control de voladizos

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “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 11.



**Gráfico 11.** Control de protuberancias en edificios

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “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:

$$\delta_1 < 0.2$$

$$\delta_2 > 0.4$$

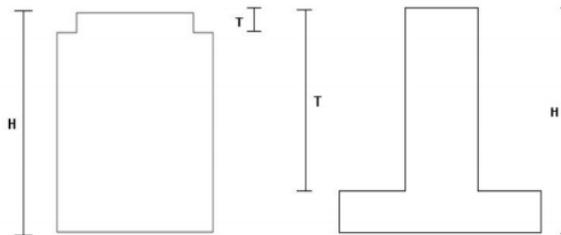
$$\delta_3 > 0.2$$

$$\delta_4 < 0.25$$

### g) Configuración en Elevación

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

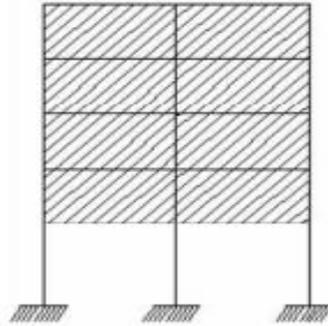
- a) La relación entre la longitud de una torre de altura T, situada sobre el edificio y la altura total H, como se aprecia en la Gráfico 12.



**Gráfico 12.** Regularidad en elevación

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “Vulnerabilidad sísmica en edificios de hormigón armado”

- b) 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 13).



**Gráfico 13.** Piso Blando

**Fuente:** Ing. Aguiar Roberto “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.

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 900cm<sup>2</sup>.

#### **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 busca 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 fisuradas.

#### **2.2.10.2. 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, 2006), adaptada al tipo de información que proviene del catastro urbano municipal.

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. 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.

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

Los indicadores de cada uno de las variables son multiplicadas por los pesos de ponderación asignadas. Se puede apreciar las ponderaciones de las variables de vulnerabilidad de la metodología propuesta por la SNGR en la siguiente tabla.

El rango de calificación está determinado de la siguiente manera:

<b>0 – 33</b>	=	Seguras / Vulnerabilidad Baja
<b>34 – 66</b>	=	Vulnerabilidad Media
<b>&gt; 66</b>	=	Vulnerabilidad Alta

**Tabla 3.** Ponderación de las Variables de vulnerabilidad ante amenaza sísmica

<b>Variable</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>
Sistema Estructural	0	1.20
Material de Paredes	1	1.20
Tipo de Cubierta	0	1.00
Tipo de Entrepiso	0	1.00
Número de pisos	0	0.80
Año de construcción	5	1.00
Estado de conservación	10	1.00
Característica suelo bajo edificación	10	0.80
Topografía del sitio	0	0.80
Forma de la construcción	5	1.20

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

**Tabla 4.** 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	Hormigon Armado	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
		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
		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
		Vigas y entramado de madera	5
		Entramado madera/ caña	10
		Entramado metalico	1
		Entramado hormigon, metalico	1
Número 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
		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
		entre 1971 y 1980	5
		entre 1981 y 1990	1
		entre 1991 y 2010	0
Estado de Conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación	buena	0
		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
		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
		Bajo nivel calzada	5
		Sobre nivel calzada	0
		Escarpe positivo o negativo	10
Forma de la Construcción	La presencia de irregularidad en la edificación genera vulnerabilidades	Regular	0
		Irregular	5
		Irregularida severa	10

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

## **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.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO.

##### 3.1.1. Métodos

**Descriptivo.-** Se realizará la recopilación de información general de la vivienda y de quienes la habitan, además de las características estructurales y parámetros que son fundamentales para estimar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

**Evaluativo.-** A partir de los datos obtenidos en campo se iniciará con la evaluación de las viviendas mediante dos métodos, el método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y el método Italiano.

**Comparativo.-** Dentro de esta investigación de vulnerabilidad sísmica interviene un análisis comparativo entre los índices obtenidos de cada método, estableciendo diferencias concisas entre ambas metodologías de evaluación.

##### 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.

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

##### 3.2.1. Población

Está definida por el total de viviendas de los barrios “La Victoria y Miraflores” de la ciudad de Riobamba, que son 56 y 34 respectivamente dando un total de 90 viviendas.

### 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<sub>α</sub>= Nivel de Confianza

p= Probabilidad de éxito, o proporción esperada

q= Probabilidad de Fracaso

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

#### Cálculo:

➤ Barrio La Victoria

N=	Total de viviendas	56
Z <sub>α</sub> =	Nivel de Confianza	1.962
p=	Probabilidad de éxito	0.60
q=	Probabilidad de fracaso	0.40
d=	Error máximo admisible	0.035

**Se debería evaluar a no menos de 49 viviendas en el Barrio La Victoria.**

➤ Barrio Miraflores:

N=	Total de viviendas	35
Z <sub>α</sub> =	Nivel de Confianza	1.962
p=	Probabilidad de éxito	0.60
q=	Probabilidad de fracaso	0.40
d=	Error máximo admisible	0.035

**Se debería evaluar a no menos de 33 viviendas en el Barrio Miraflores**

### 3.3. Operacionalización de variables

- **Variable Independiente:**

- ✓ Las estructuras de las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores de la Ciudad de Riobamba

- **Variable Dependiente:**

- ✓ Índice de Vulnerabilidad Sísmica según el método Italiano de las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores.
- ✓ Índice de Vulnerabilidad Sísmica según el método SNGR de las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores.

Tanto la variable independiente como la dependiente, fueron operadas siguiendo el orden establecido en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** Variables Dependientes e Independientes

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE
Las estructuras de las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores 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 de	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

los barrios La Victoria y Miraflores.			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 de los barrios La Victoria y Miraflores.	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?	

### 3.4. PROCEDIMIENTOS

#### 3.4.1. Criterio para evaluar el estado actual de los componentes de la Vulnerabilidad

Para determinar la situación o estado actual en que se encuentra los componentes estructurales, no estructurales y funcionales de las viviendas en estudio, se utilizará un conjunto de fichas propuestas, los cuales se levantará información diversa sobre las características de cada uno de los componentes.

#### 3.4.2. Planificación.

Para el desarrollo de esta investigación se procede con la contabilización y clasificación de todas las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores respectivamente.

##### 3.4.2.1. Datos de Viviendas Contabilizadas y Clasificadas los barrios La Victoria y Miraflores

**Tabla 6.** Contabilización de viviendas los barrios Miraflores y La Victoria

DESCRIPCIÓN	BARRIO MIRAFLORES	BARRIO LA VICTORIA
El número total de predios.	47	56
Número de viviendas existentes	35	56
Número de viviendas de hormigón armado existentes y levantadas	22	34
Número de mediaguas existentes y levantadas	11	18
Número total de viviendas abandonas y/o en construcción que no se levanto la información.	1	2
Número total de viviendas que no dieron la apertura.	1	2
Número de terrenos baldíos.	12	0

### **3.4.2.2. Muestreo de Edificaciones en Estudio.**

En base al conteo de viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores, 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.

### **3.4.2.3. 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.

### **3.4.3. Trabajo de Campo**

#### **3.4.3.1. Levantamiento Planimétrico.**

A través de la técnica de la observación se realizó una visita previa y delimitación de la zona de estudio, para tener una idea del área y planificar en base a un análisis la metodología a utilizar en el levantamiento, la cantidad de personal necesario, los instrumentos requeridos y el cronograma de trabajo.



**Gráfico 14.** Ubicación de puntos base y levantamiento topográfico

Para el desarrollo de las actividades en campo fue necesario el siguiente grupo de topografía conformada por un topógrafo y dos cadeneros.

Concluidas las operaciones en campo se descarga la información de la estación a la computadora por medio del software Prolink 1.15, se convierte a el formato csv, el cual es útil para el procesamiento en el programa Civil 3D para la obtención del plano catastral.

Determinación del área a ser intervenida mediante el Levantamiento Planimétrico con equipo de topografía a nivel predial de las viviendas los barrios La Victoria y Miraflores (**VER ANEXO 9.7**).

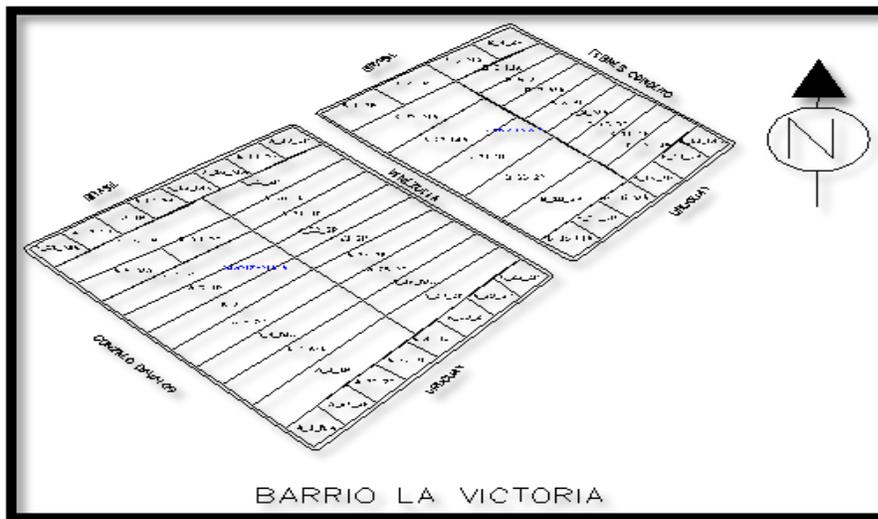


Gráfico 15. Plano Catastral del Barrio La Victoria

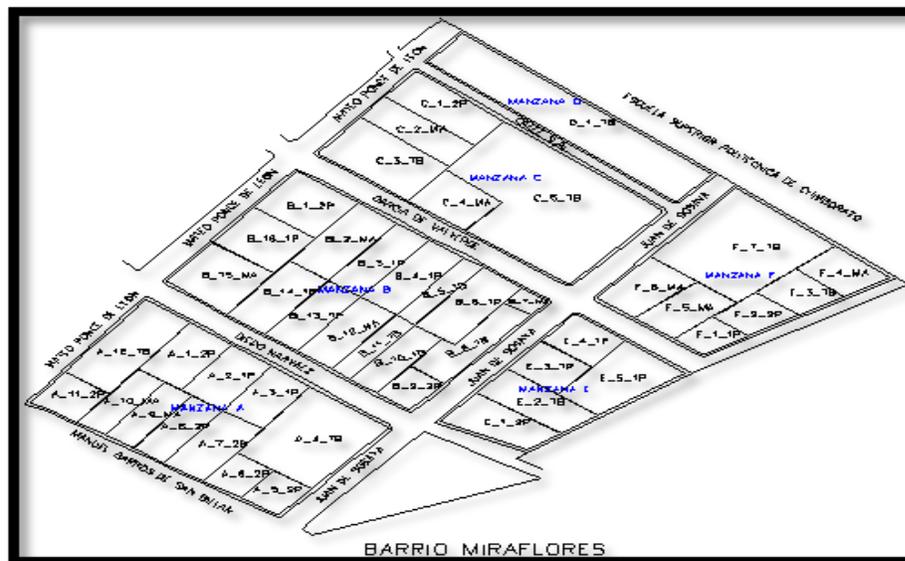


Gráfico 16. Plano Catastral del Barrio Miraflores

### 3.4.3.2. 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 17.** Estado de Conservación

### 3.4.4. Medición en Sitio

#### 3.4.4.1. 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 18.** Ubicación de ventanas y ancho de mampostería



**Gráfico 19.** Ubicación de elementos estructurales y detalle de gradas

#### **3.4.4.2. Distribución de Aceros**

Se ubicará, contabilizará e identificará el diámetro del acero de refuerzo empleado en los elementos estructurales, además se verificará las condiciones físicas que se encuentre.



**Gráfico 20.** Acero Liso y Oxidado

#### **3.4.4.3. Ensayo de Esclerómetro en Elementos Estructurales.**

Serán ensayados losas y columnas para determinar la resistencia del hormigón. Para lo cual se emplea la normativa **ASTM C 805-08**.

#### **Equipos y Materiales**

- ✓ Martillo de rebote (esclerómetro)



**Gráfico 21.** Esclerómetro

- ✓ Piedra abrasiva o de carborundo



**Gráfico 22.** Piedra abrasiva

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

### **Procedimiento**

- ✓ Seleccionar el área de ensayo. (El elemento a ser ensayado debe estar seco)
- ✓ Dicho elemento deber estar libre de recubrimientos (pintura, enlucidos y acabados)



**Gráfico 23.** Área a ensayar

- ✓ Escoger la posición de ensayo (  $\rightarrow 0^\circ$  :  $\downarrow -90^\circ$  :  $\uparrow +90^\circ$  :  $\nearrow 45^\circ$  :  $\swarrow -45^\circ$  ),  $0^\circ$  para Columnas,  $-90^\circ$  para Contrapisos.

- ✓ Se procede a delimitar un área de 900 cm<sup>2</sup>, que equivale a un cuadrado de 30 cm por 30cm.
- ✓ Limpiamos con la piedra de carborundo para eliminar todas las impurezas que queden en la superficie.
- ✓ Presionamos la cabeza de émbolo perpendicular a la superficie que se va ensayar hasta que el martillo interno sea expulsado.
- ✓ Presionamos igualmente hasta que de un rebote el martillo interno



**Gráfico 24.** Proceso de ensayo con el esclerómetro

- ✓ Luego presionamos el botón para observar cuanto alcanzó el rebote.
- ✓ Realizar 10 disparos para proporcionar una muestra representativa para cada elemento.
- ✓ Tabular los Datos y realizar los cálculos.



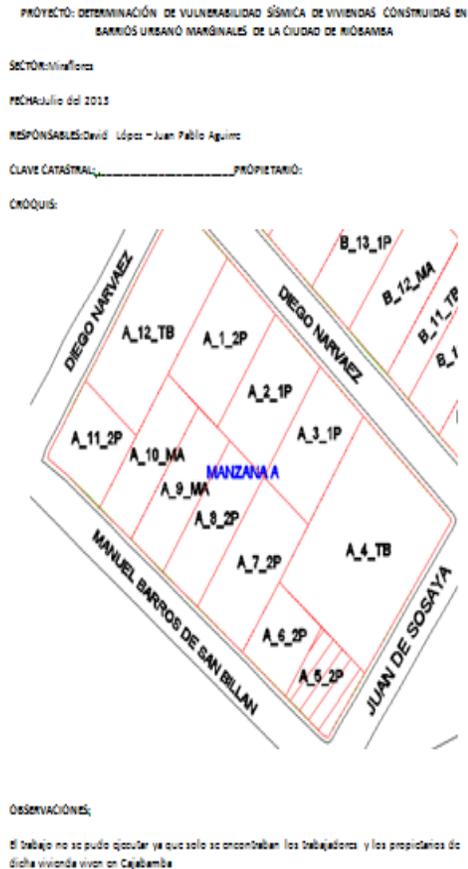
**Gráfico 25.** Lectura del rebote

### 3.4.5. Recopilación de Documentación

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

### 3.4.5.1. 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. (VER ANEXO 9.2):



ANEXOS:

1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA



2. FICHA DE VISITA TÉCNICA (AUTORIZACIÓN PROPIETARIO)
3. ENCUESTA
4. FICHA DE LEVANTAMIENTO DE MEDIDAS (TEBIS DIEGO CHAUCA)
5. PLANOS ESTRUCTURALES
6. ANEXOS.
  - ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.
  - FOTOS DE DETALLES SOBRESALIENTES DE LA VIVIENDA.

Gráfico 26. Ejemplo de Hoja de Ubicación – Vivienda Miraflores A\_6\_2P

### 3.4.5.2. Cálculo e Interpretación de Ensayos del Esclerómetro

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 basándonos en la tabla (VER ANEXO 9.3):

<b>PROYECTO:</b>	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA		
<b>RESPONSABLE</b>	DAVID LÓPEZ	<b>NORMAS:</b>	ASTM C805-08
		<b>ELEMENTO DE ENSAYO</b>	Losa
<b>UBICACIÓN:</b>	FEBRES CORDERO Y URUGUAY	<b>ÁNGULO DE DISPARO:</b>	$\alpha=90^\circ$
		<b>NÚMERO DE DATOS:</b>	20
<b>BARRIO:</b>	LA VICTORIA	<b>PROPIETARIO:</b>	GALARRAGA LUIS
<b>No</b>	<b>DATO DE LECTURA</b>		
	<b>COLUMNA ( 25x25 ) cm</b>	<b>LOSA ( 20 ) cm</b>	
1	31	25	
2	31	24	
3	32	24	
4	33	25	
5	32	25	
6	33	23	
7	33	24	
8	31	23	
9	32	22	
10	33	22	
<b>PROMEDIO</b>	<b>32.1</b>	<b>23.7</b>	
<b>RESISTENCIA <math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>239.20</b>	<b>167.00</b>	

Gráfico 27. Ejemplo de Resultados de Ensayos de Esclerómetro - Vivienda B\_11\_1P

### 3.4.5.3. Geometría de Viviendas

Utilizando el programa Autocad se realizó el dibujo de las geometrías, logrando de tal forma esquematizar la configuración en planta de las viviendas, en la misma estará ubicada áreas de aberturas, ubicación de gradas, irregularidad de vivienda, dimensiones de columnas.

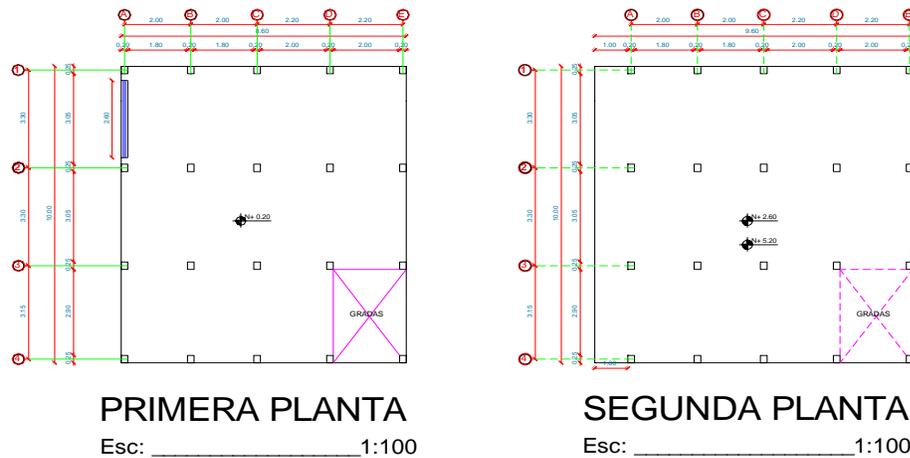


Gráfico 28. Ejemplo de Geometría de Vivienda - Vivienda A\_6\_2P

### 3.4.5.4. Elaboración de Planos Estructurales

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

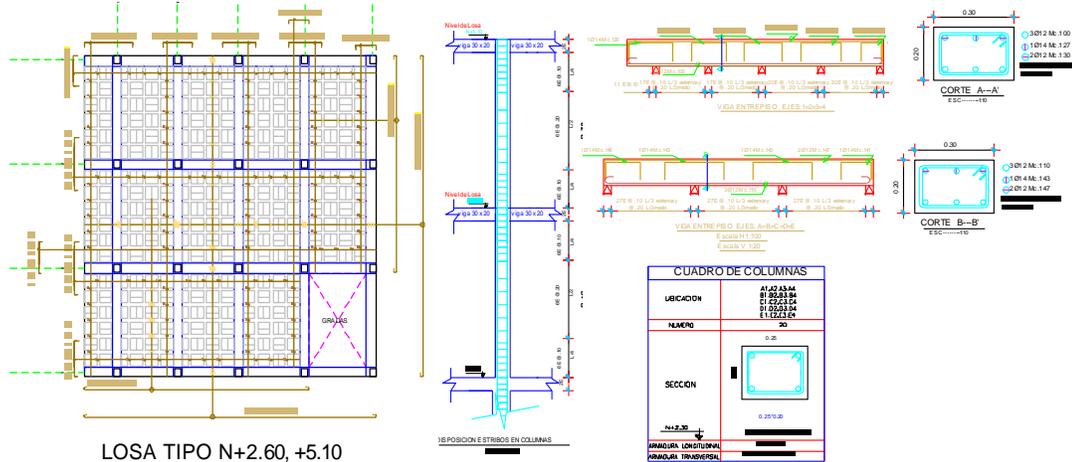


Gráfico 29. Ejemplo Plano Estructural Vivienda A\_6\_2P

## 3.5. Evaluación del Índice de Vulnerabilidad de las Viviendas.

### 3.5.1. Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Se evalúa las viviendas tipo medias aguas, de hormigón y mixtas, utilizamos aleatoriamente la vivienda B\_11\_1P para demostrar el proceso de evaluación, la misma que estará registrada en una tabla de evaluación y/o resultados.

### Parámetros que califica el Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – Ejemplo vivienda B\_11\_1P.

#### 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 30.** Vivienda B\_11\_1P

#### **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 Ladrillo

**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 31.** Tipo de Cubierta - Losa de Hormigón Armado

**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 32.** Sistema de pisos - Losa de Hormigón Armado

**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 0, porque es de 1 piso.

**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 5, porque la vivienda tiene 40 años de construcción es decir pertenece al periodo de 1971 y 1980.

**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 10, porque el grado de deterioro de la vivienda es malo.

**h) Características de suelo bajo la edificación**

El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física

Se considera los siguientes indicadores:

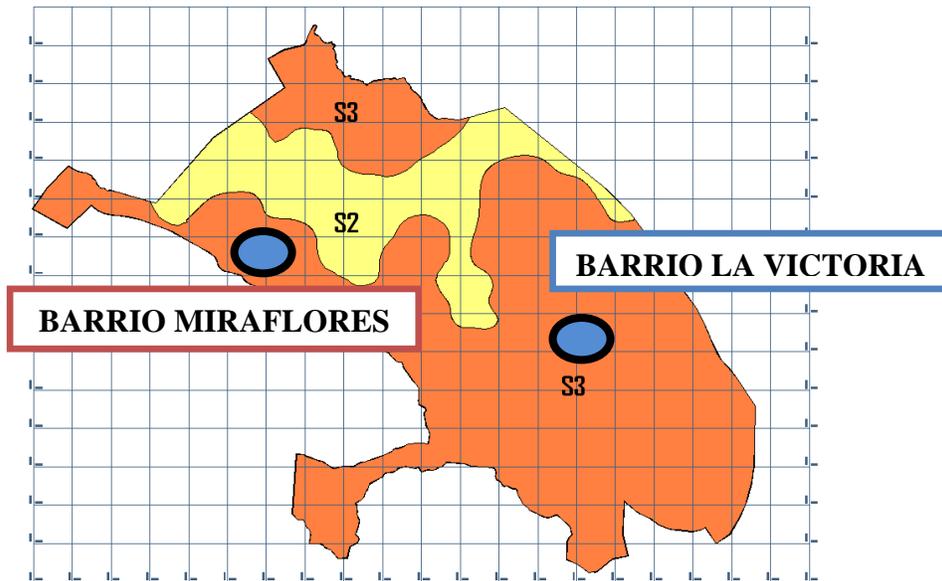
Si es Firme, seco, amenaza sísmica será 0

Si es Inundable, amenaza sísmica será 1

Si es Ciénaga, 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 de acuerdo a la microzonificación sísmica de la ciudad de Riobamba (Barahona D, 2011) donde se indica que es un suelo S3.



**Mapa 5.** Mapa de Zonificación Sísmica de los Suelos de la ciudad de Riobamba (2011).

**Fuente:** Ing. Barahona Diego “Zonificación Sísmica de los Suelos de la Ciudad de Riobamba”

### 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.

#### 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 5, porque la vivienda presenta características irregulares.

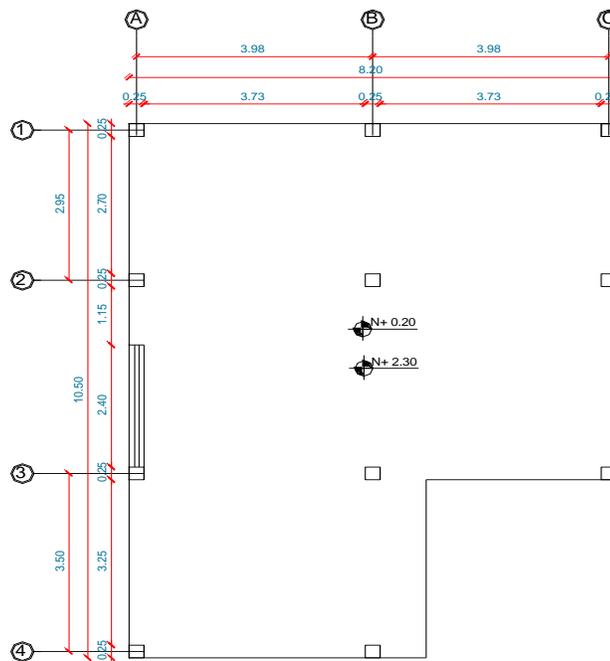


Gráfico 33. Regularidad de la vivienda – B\_11\_1P

#### Resultado de Vulnerabilidad de la vivienda B\_11\_1P según el Método de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.

Se clasifica en base a la siguiente tabla:

**Tabla 7. Calificación Método SNGR**

<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>0 – 33</b>	Seguras / Vulnerabilidad Baja
<b>34 – 66</b>	Vulnerabilidad Media
<b>&gt;66</b>	Vulnerabilidad Alta

Al finalizar 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 SEGURA/ VULNERABILIDAD BAJA con un valor de 30.20 el que es la suma total de la multiplicación.

**Tabla 8. Ficha de Calificación del Método SNGR – Vivienda B\_11\_1P**

<b>METODO SNGR</b>			
<b>NOMBRE:</b>		<b>GALARRAGA LUIS</b>	
<b>BARRIO</b>		<b>LA VICTORIA</b>	<b>CÓDIGO: B_11_1P</b>
<b>INDICES DE VULNERABILIDAD PARA AMENAZA SISMICA</b>			
<b>Variable</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>	<b>VALOR</b>
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
Número de pisos	0	0.80	0.00
Año de construcción	5	1.00	5.00
Estado de conservación	10	1.00	10.00
Característica suelo bajo edificación	10	0.80	8.00
Topografía del sitio	0	0.80	0.00
Forma de la construcción	5	1.20	6.00
<b>VIVIENDA SEGURA</b>			<b>30.20</b>

**Tabla 9.** Ficha de Evaluación de Parámetros del Método SNGR – Vivienda B\_11\_1P

MÉTODO SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS					
Ficha de evaluación del índice de vulnerabilidad Físico estructurales de edificaciones urbanas					
<b>DIRECCIÓN:</b>		FEBRES CORDERO Y URUGUAY		<b>FECHA:</b>	AGOSTO
<b>PROPIETARIO:</b>		GALARRAGA LUIS		<b>CÓDIGO:</b>	B_11_1P
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE Y USO DE LA INFORMACIÓN	INDICADORES CONSIDERADOS	AMENAZA SÍSMICA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	
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		
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		
		Losa de hormigon armado	0	0	
		Viga de madera y zinc	5		
		Caña y zinc	10		
Sistema de Entrepiso	Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta	Viga de madera y teja	5		
		Losa de hormigon armado	0	0	
		Vigas y entramado de madera	5		
		Entramado madera/ caña	10		
		Entramado metalico	1		
Número de pisos	Se considera el numero de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento	Entramado hormigon, metalico	1		
		1 piso	0	0	
		2 pisos	1		
		3 pisos	5		
		4 pisos	10		
Año de Construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra amenaza	5 pisos o más	1		
		antes de 1970	10		
		entre 1971 y 1980	5	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		
		buena	0		
		aceptable	1		
		regular	5		
Características de suelo bajo la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad fisica	malo	10	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	10	
		A nivel, terreno plano	0	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	5	
			<b>TOTAL=</b>	<b>31</b>	

### 3.5.2. Método Italiano

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

**Tabla 10.** 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

Se evalúa las viviendas de hormigón, utilizamos la vivienda B\_11\_1P para demostrar el proceso de evaluación.

#### Parámetros que califica el Método Italiano – Ejemplo vivienda B\_11\_1P en el Barrio La Victoria.

##### a) Organización del Sistema Resistente

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase B, con calificación 6, porque cumple con los siguientes requisitos:

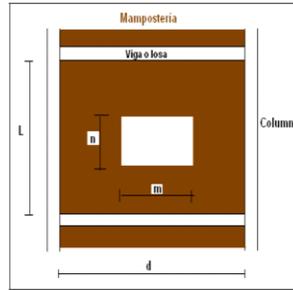
- i. Vivienda con mampostería de ladrillos o bloques de hormigón - "CLASE A".

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"/>

- ii. Huecos en paneles (mampostería)

Huecos en paneles (mampostería)

L= 2.10 m                      b= 20.00 m  
 d= 3.80 m  
 n= 1.50 m  
 m= 2.40 m



$$m * n \leq 0.6 L * d$$

3.6 < 4.79 → CLASE B

APLICA  
N/A

OK

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 en la clase B.

iii. Relación altura - espesor de la mampostería.

$$\frac{L}{b} \leq 20$$

10.5 < 20 → CLASE A

APLICA  
N/A

OK

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 

X

 OTRA CLASE  
 NO 

X

 CLASE A

APLICA  
N/A

OK

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.

$$s \leq 0.2 * b$$

S= 

0

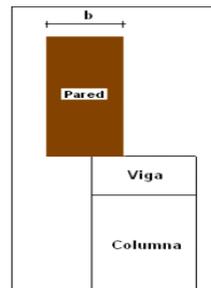
 cm  
 b= 

20

 cm  
 0 ≤ 

4

 → CLASE A



APLICA  
N/A

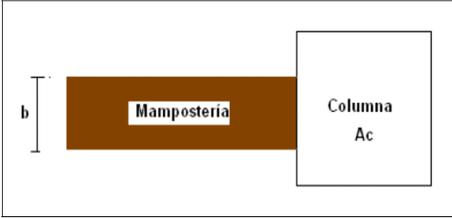
OK

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.

$A_c \geq 25 b$

Columna	
x=	25
y=	25
Ac=	625 cm <sup>2</sup>



APLICA  OK

N/A

b=  cm

625 ≥ 500 → CLASE A

Ingresamos  $bc/ac$  = sección de columna, comprobamos  $Ac$  = área de columna que sea mayor a 600 por lo tanto aplica.

**Tabla 11. Resumen Parámetro #1 – Vivienda B\_11\_1P**

RESUMEN			
I. Organización del sistema resistente			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	OK	0	0
ii.	0	OK	
iii.	OK	0	
iv.	OK	0	
v.	OK	0	
vi.	OK	0	
vii.	0	0	
<b>CLASE</b>		<b>6</b>	

**b) Calidad del Sistema Resistente**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 12, porque cumple con los siguientes requisitos:

i. Resistencia del Hormigón

Medida esclerómetro  Kg/cm<sup>2</sup>

APLICA  OK

N/A

Kg/cm <sup>2</sup>	>	Kg/cm <sup>2</sup>	→	CLASE C
167		210		

Ingresamos la resistencia del hormigón obtenida en los elementos estructurales Se realiza la comprobación de 167 Kg/cm<sup>2</sup> es menor a 210 Kg/cm<sup>2</sup> por lo tanto aplica.

ii. Acero visible y oxidado.

Si	X	APLICA	OK
No		N/A	



**Gráfico 34.** Características del acero de la vivienda B\_11\_1P

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	

iv. Mampostería de mala calidad.

Si	X
No	

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

v. Construcción de elementos estructurales

Si	X
No	

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

**Tabla 12.** Resumen Parámetro #2 – Vivienda B\_11\_1P

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
<b>CLASE</b>			<b>12</b>

c) **Calidad de la Resistencia Convencional**

La vivienda B\_11\_1P 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:

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

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

$\phi_p$  y  $\phi_e$  = 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.

$\tau$ = Es el esfuerzo de Corte.

**Determinar la Resistencia Convencional ( $\alpha$ )**

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 $\alpha$
A	$\alpha \geq 1.5$
B	$0.7 \leq \alpha < 1.5$
C	$\alpha < 0.7$

C

$\alpha =$	29.71	CLASE A
------------	-------	---------

NOTA: POR TENER UNA BAJA RESISTENCIA EL HORMIGÓN SE CLASIFICA TIPO C

En este parámetro  $\alpha = 29.71$  cumple con la relación  $\alpha \geq 1.5$ , pero debido a la resistencia del hormigón que es de  $167 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo tanto aplica como clase C.

**Tabla 13.** Resumen Parámetro #3 – Vivienda B\_11\_1P

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

**d) Posición del Edificio y Cimentación**

La vivienda B\_11\_1P 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 14.** Resumen Parámetro #4 – Vivienda B\_11\_1P

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

e) **Losas**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 6.

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

Determinar área total de la losa.

$$\begin{array}{rclclcl}
 A1= & \boxed{10.5} \text{ m} & \times & \boxed{5} \text{ m} & = & 52.5 \\
 A2= & \boxed{7} \text{ m} & \times & \boxed{3.08} \text{ m} & = & 21.56 \\
 A3= & \boxed{\phantom{00}} \text{ m} & \times & \boxed{\phantom{00}} \text{ m} & = & 0 \\
 A4= & \boxed{\phantom{00}} \text{ m} & \times & \boxed{\phantom{00}} \text{ m} & = & 0 \\
 & & & & A_{\text{losa}} \text{ (m}^2\text{)} = & 74.06
 \end{array}$$

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

El Area Aberturas > 50% Area de la Losa en planta	APLICA	<input type="checkbox"/> OK
0.00 > 37.03 → OTRA CLASE	N/A	<input type="checkbox"/>

NOTA: POR TENER UNA BAJA RESISTENCIA EL HORMIGÓN SE CLASIFICA TIPO C

No existe áreas de aberturas en la losa, en este caso la vivienda es de un solo piso.

**Tabla 15.** Resumen Parámetro #5 – Vivienda B\_11\_1P

RESUMEN			
<b>5.- Losas</b>			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	0	OK
<b>CLASE</b>			<b>6</b>

f) **Configuración en Planta**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 6, ya que en la mayoría de parámetros clasifican como C.

Planta cuadrada	<input type="checkbox"/>	Clase A	<input type="checkbox"/>
Planta rectangular o similar	<input type="checkbox"/>	Clase B	<input type="checkbox"/>
Plnta tipo T, L, U sin juntas	<input checked="" type="checkbox"/> X	Clase C	<input type="checkbox"/> OK

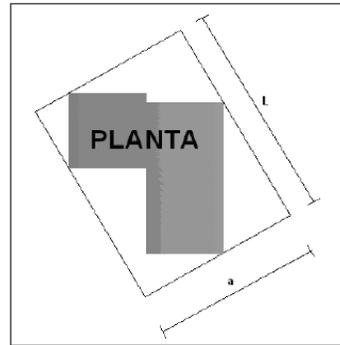
La planta es rectangular o similar, por lo tanto aplica como clase B.

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.



L= 13.32 m

a= 10.77 m

$\delta_1 = a/L$

d1 = 0.81 → CLASE A

A	OK
B	
C	

En este parámetro d1=0.81, 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.

Centro de masa : 5.648

excentricidad (e) = 0.093

dim. men. planta (d) = 10.77 m

$\delta_2 = e/d$

d2 = 0.00864 → CLASE A

A	
B	OK
C	

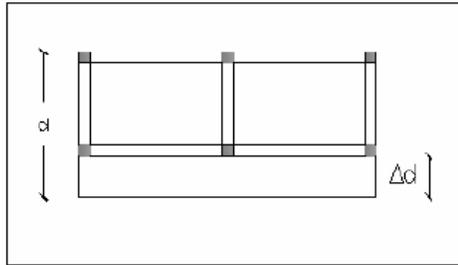
En este parámetro  $\delta_2 < 0.2$ , por lo tanto aplica como clase A, sin embargo existen problemas de torsión en el eje Y, por ser una planta irregular (tipo L) se la califica como clase B.

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

Dónde:

$\Delta d$  = longitud del voladizo

$d$  = longitud total en la dirección del voladizo.



$$Dd = 0.20 \text{ m}$$

$$d = 12.60 \text{ m}$$

$$\delta_3 = \Delta d / d$$

$$d_3 = 0.02 \rightarrow \text{CLASE A}$$

A	OK
B	
C	

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

**Tabla 16.** Resumen Parámetro #6 – Vivienda B\_11\_1P

RESUMEN			
Configuración en planta			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
		0	OK
i.	OK	0	0
ii.	0	OK	0
iii.	OK	0	0
iv.	0	0	0
<b>CLASE</b>			<b>6</b>

**g) Configuración en Elevación**

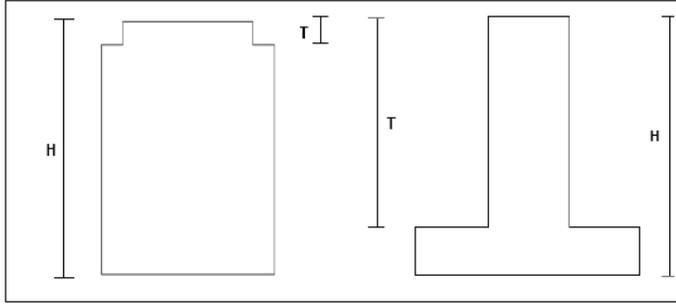
La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase A, con calificación 0.

i. Relación de T/H

Ingresar H= altura total del edificio y

T = es la altura de entrepiso.

Relación de T/H



T = 2.1 m      H = 2.3 m

T/H = 0.91	<b>CLASE A</b>	10	< 0,1 o > 0,9	10%	clase A	A OK
	<b>OTRA CLASE</b>	20	entre 0,1 y 0,3	20%	clase C	B
	<b>OTRA CLASE</b>	20	entre 0,7 y 0,9	20%	clase C	C
	<b>OTRA CLASE</b>	50%	<b>CLASE C</b>	40%	clase C	

En este parámetro se obtiene como resultado 0.9 por lo tanto aplica como clase A.

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

SI  **CLASE A**  
NO  **OTRA CLASE**

A	OK
B	
C	

iii. Distribución de peso en cada piso.

Distribución de peso en cada piso

Forma ascendente :   
Forma descendente:

A	OK
B	
C	

Peso total :         
Peso c/piso : 54.06  
**100%** ®

En este parámetro el aumento de masa es 100%, por lo tanto aplica como clase A.

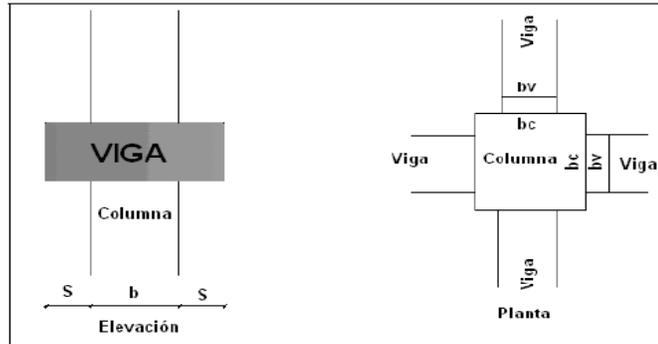
**Tabla 17.** Resumen Parámetro #7– Vivienda B\_11\_1P

<b>RESUMEN</b>			
<b>Configuración en elevación</b>			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
i.	OK	0	0
ii.	OK	0	0
iii.	OK	0	0
<b>CLASE</b>	<b>0</b>		

**h) Conexión elementos Críticos**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 6.

Relación viga - columna



En este parámetro las secciones de columnas (25cm \*25cm) y vigas no cumplen con secciones mínimas recomendadas por normativas (30cm \* 30cm), por lo tanto aplica como clase B.

**i) Elementos con baja Ductilidad**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 6.



**Gráfico 35.** Elementos con baja ductilidad

**Tabla 18.** Resumen Parámetro #9– Vivienda B\_11\_1P

<b>RESUMEN</b>			
<b>Elementos con baja ductilidad</b>			
	<b>CLASE A</b>	<b>CLASE B</b>	<b>CLASE C</b>
	0	0	OK
<b>CLASE</b>			<b>6</b>

**j) Elementos No Estructurales**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 10

<b>Clase A</b>	<input type="checkbox"/>	Elementos externos estables o anclados de manera eficiente	<input type="checkbox"/>
<b>Clase B</b>	<input type="checkbox"/>	Elementos externos estables o anclados de manera poco fiable	<input type="checkbox"/>
<b>Clase C</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	Elementos inestables y mal conectados	<input type="checkbox"/> OK

El acero en la losa se puede ver a simple vista, además de ello que es una construcción antigua y no está diseñada con materiales de buena calidad, esto puede causar daño a los ocupantes de la edificación, por lo tanto aplica como clase C.



**Gráfico 36.** Elementos anclados de manera poco fiable de la vivienda B\_11\_1P

**Tabla 19.** Resumen Parámetro #10– Vivienda B\_11\_1P

RESUMEN			
Elementos no estructurales			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	0	OK
<b>CLASE</b>			<b>10</b>

**k) Estado de Conservación.**

La vivienda B\_11\_1P en este parámetro es clase C, con calificación 20.

<b>Clase A</b>	<input type="checkbox"/>	Edificios cuyas vigas, columnas, losas y mampostería no estén fisuradas	<input type="checkbox"/>
<b>Clase B</b>	<input type="checkbox"/>	Edificios que no son A o C	<input type="checkbox"/>
<b>Clase C</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	Si los elementos principales presentan más de 30% de fisuras y si la losa tiene fisuras, presenta daños en la cimentación.	<input type="checkbox"/> OK

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



**Gráfico 37.** Estado de conservación de la vivienda B\_11\_1P

**Tabla 20.** Resumen Parámetro #11– Vivienda B\_11\_1P

<b>RESUMEN</b>			
<b>Estado de conservación.</b>			
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
	0	0	OK
<b>CLASE</b>			<b>20</b>

### Resultado de Vulnerabilidad de la vivienda B\_11\_1P según el Método Italiano

**Tabla 21.** Ficha de Evaluación de Parámetros del Método Italiano – Vivienda B\_11\_1P

#### ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

PROPIETARIO: GALARRAGA LUIS      FECHA: SEPTIEMBRE 2013      CÓDIGO: B\_11\_1P  
 DIRECCIÓN: FEBRES CORDERO Y URUGUAY

PARÁMETRO	CALIFICACIÓN	Wi	CALIFICACIÓN EDIFICIO
1. Organización del sistema resistente	6.00	1.00	6.00
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	6.00	1.00	6.00
6. Configuración en planta	6.00	0.50	3.00
7. Configuración en elevación	0.00	1.00	0.00
8. Conexión en elementos críticos	3.00	0.75	2.25
9. Elementos de baja ductilidad	6.00	1.00	6.00
10. Elementos no estructurales	10.00	0.25	2.50
11. Estado de conservación	20.00	1.00	20.00

<b>ÍNDICE DE VULNERABILIDAD</b>	<b>74.75</b>
<b>VIVIENDA ALTAMENTE VULNERABLE</b>	

## **CAPÍTULO 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 de los Barrios La Victoria y Miraflores, dónde se establece las causas para considerar viviendas con baja, mediana y alta vulnerabilidad.

Con el procesamiento de la información antes descrita, en el apartado 3.5.2, se desarrolló la evaluación de las viviendas aplicando el método Italiano de 29 viviendas de hormigón armado en La Victoria y 21 viviendas en Miraflores; y en el apartado 3.5.1, aplicando el método SNGR de 52 y 34 viviendas incluidas medias aguas, en La Victoria y Miraflores respectivamente. Los (Anexos 9.4.1 y 9.4.2) contienen las tablas referentes a los resultados de la evaluación de vulnerabilidad sísmica.

#### **4.1. Evaluación de la Metodología de Elaboración**

En la actualidad no existe un control para una correcta 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 correcto 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.

#### **4.2. Resultados obtenidos por Parámetros - Método SNGR**

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

#### 4.2.1. Sistema Estructural.

En el Barrio La Victoria se obtiene según la tipología predominante de la estructura de 52 viviendas, se encontró 30 con calificación 0, ya que predomina el hormigón armado, 5 viviendas con calificación 1 porque impera madera y mixta metálica/hormigón, 17 con calificación de 5 porque sobresale madera/hormigón, no se encontraron viviendas con estructura de caña, como se muestra en el gráfico 38:

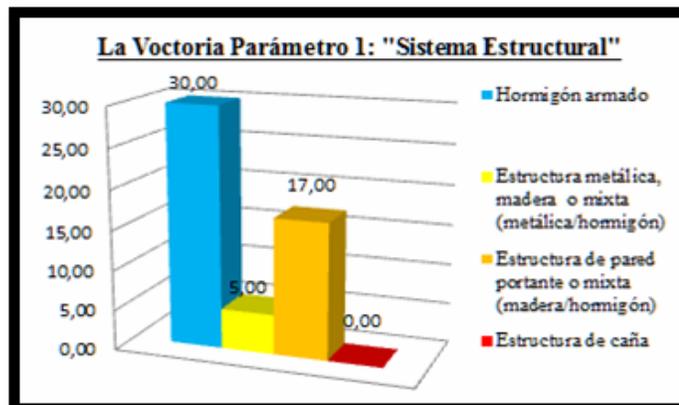


Gráfico 38. Sistema estructural de las viviendas - Barrio La Victoria

En el Barrio Miraflores se obtiene según la tipología predominante de la estructura de 34 viviendas, se encontró 23 con calificación 0, ya que predomina el hormigón armado, 0 viviendas con calificación 1, 11 con calificación de 5 porque sobresale madera/hormigón, no se encontraron viviendas con estructura de caña, como se muestra en el gráfico 39:

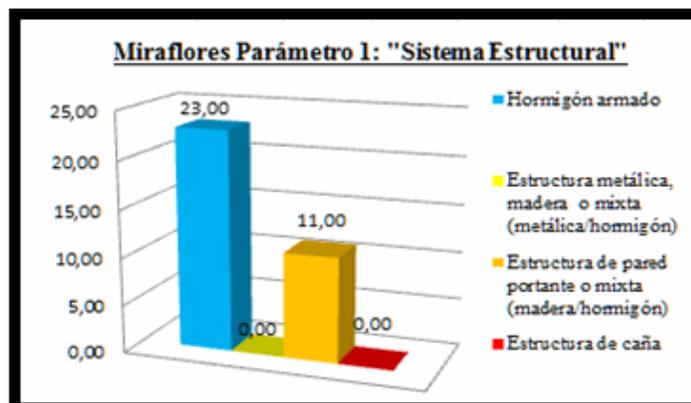


Gráfico 39. Sistema estructural de las viviendas - Barrio Miraflores

#### 4.2.2. Tipo de Material en Paredes.

Por el material predominante utilizado en las paredes divisorias encontramos 51 viviendas con calificación 1 porque sobresale ladrillo/ bloque en el barrio La Victoria, como se muestra en el gráfico 40:



Gráfico 40. Material Predominante en paredes divisorias - Barrio La Victoria

Por el material predominante utilizado en las paredes divisorias encontramos 33 viviendas con calificación 1 porque sobresale ladrillo/ bloque en el barrio Miraflores, como se muestra en el gráfico 41:

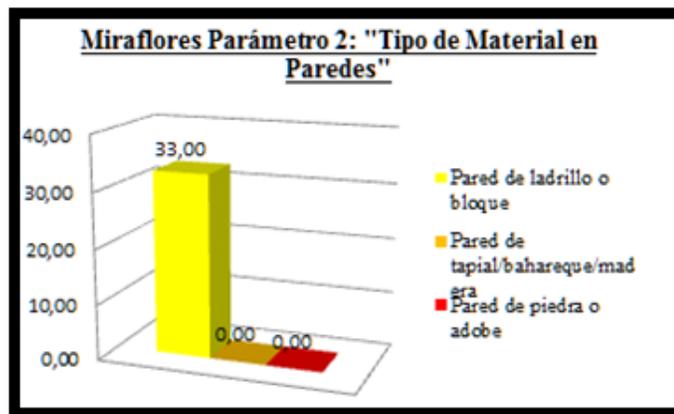


Gráfico 41. Material Predominante en paredes divisorias - Barrio Miraflores

### 4.2.3. Tipo de Cubierta.

De acuerdo al tipo de material utilizado como sistema de cubierta de las 52 viviendas del barrio La Victoria 28 tienen calificación 0 por ser de hormigón armado; 24 con calificación 5 ya que son de vigas de madera y zinc/teja, como se muestra en el gráfico 42:

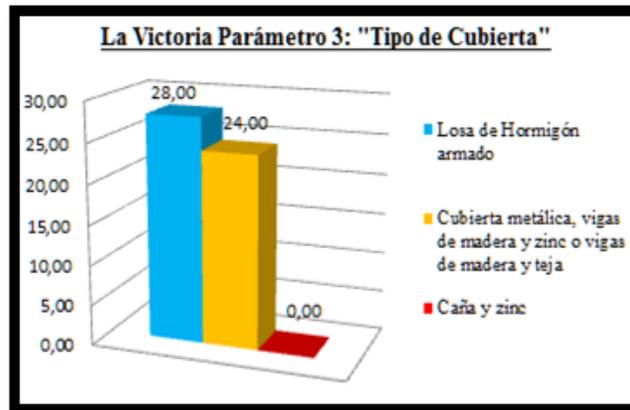


Gráfico 42. Material utilizado como sistema de Cubierta - Barrio La Victoria

De acuerdo al tipo de material utilizado como sistema de cubierta de las 34 viviendas del barrio Miraflores 22 tienen calificación 0 por ser de hormigón armado; 12 con calificación 5 ya que son de vigas de madera y zinc/teja, como se muestra en el gráfico 43:

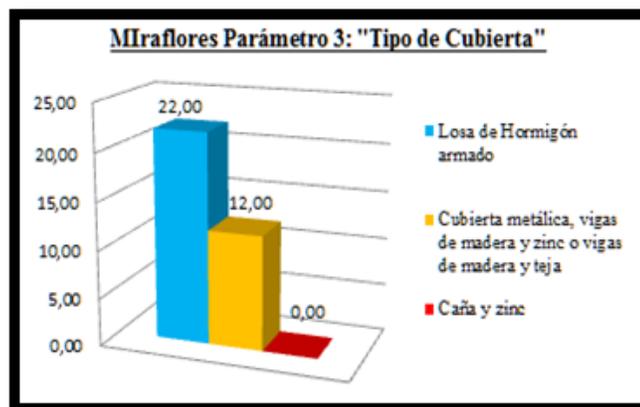


Gráfico 43. Material utilizado como sistema de Cubierta - Barrio Miraflores

#### 4.2.4. Sistema de Entrepiso.

En el análisis del sistema de entrepiso 52 viviendas del barrio La Victoria tienen calificación 0 porque son de hormigón armado, como se muestra en el gráfico 44:



Gráfico 44. Sistema de entrepisos de las viviendas - Barrio La Victoria

En el análisis del sistema de entrepiso 34 viviendas del barrio Miraflores tienen calificación 0 porque son de hormigón armado, ver gráfico 45:

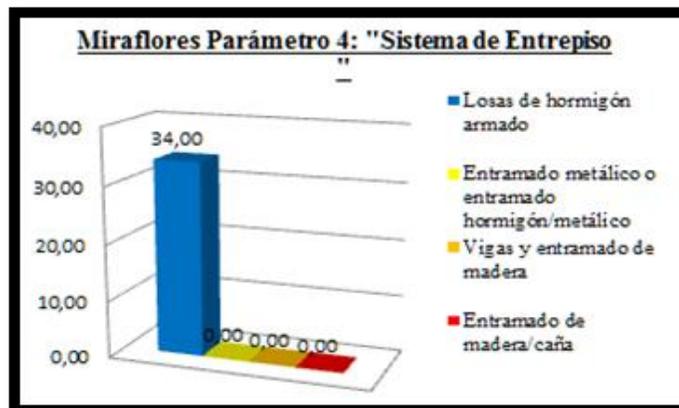
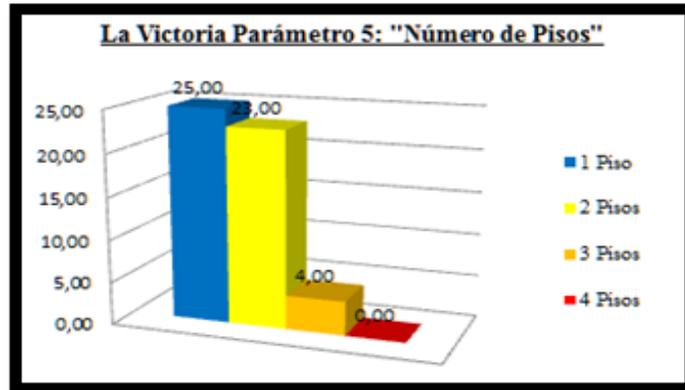


Gráfico 45. Sistema de entrepisos de las viviendas - Barrio Miraflores

#### 4.2.5. Número de Pisos

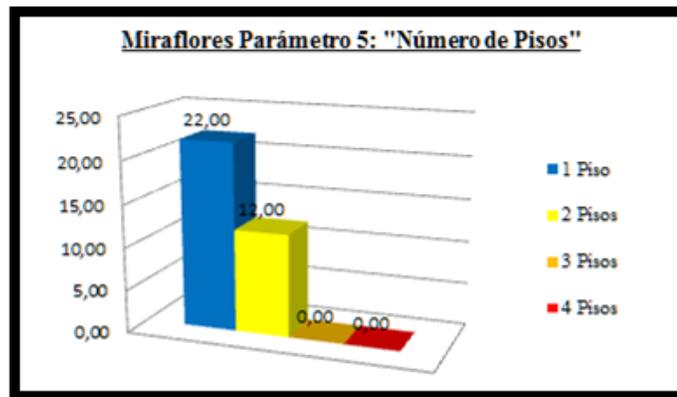
En el barrio La Victoria según el número de pisos de 52 viviendas tenemos que 25 con calificación 0 ya que estas son de un piso incluyendo las viviendas tipo medias

aguas; 23 con calificación 1 porque son de dos pisos, 4 con calificación 5 de tres pisos; no se encontraron viviendas mayores a 4 pisos, ver gráfico 46:



**Gráfico 46.** Número de pisos de las viviendas - Barrio La Victoria

En el barrio Miraflores según el número de pisos de 34 viviendas tenemos que 22 con calificación 0 ya que estas son de un piso incluyendo las viviendas tipo medias aguas; 12 con calificación 1 porque son de dos pisos, ver gráfico 47:



**Gráfico 47.** Número de pisos de las viviendas - Barrio Miraflores

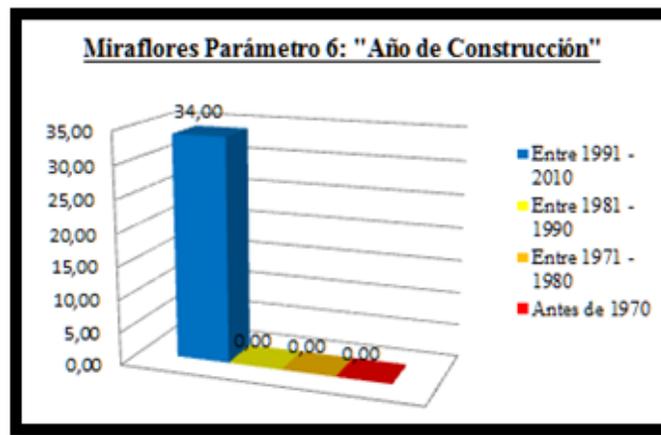
#### 4.2.6. Año de Construcción.

En el Barrio La Victoria por los años de construcción de las 52 viviendas tenemos 29 con calificación 0 ya que están en el periodo de 1991- 2010; 15 con calificación 1 del periodo de 1981 – 1990; 8 con calificación 5 las mismas que fueron construidas en el periodo de 1971 – 1980, ver gráfico 48:



**Gráfico 48.** Años de construcción de las viviendas - Barrio La Victoria

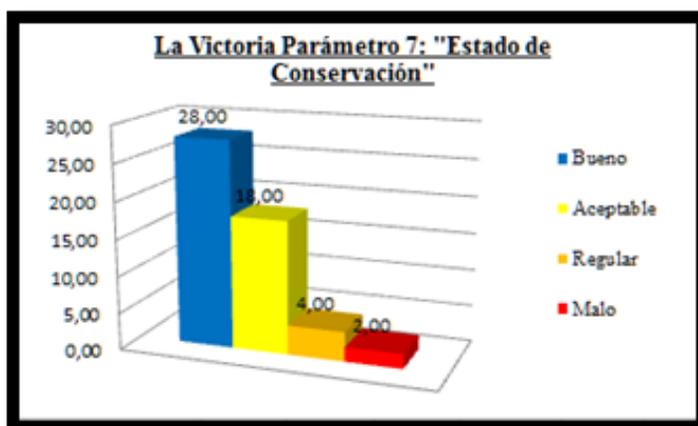
En el Barrio Miraflores por los años de construcción las 34 viviendas con calificación 0 ya que están en el periodo de 1991- 2010, ver gráfico 49:



**Gráfico 49.** Años de construcción de las viviendas - Barrio Miraflores

#### **4.2.7. Estado de Conservación.**

En la Victoria el estado de deterioro de las viviendas es un factor muy importante para determinar la vulnerabilidad de 52 viviendas 28 con calificación 0 consideradas buenas; 18 con calificación 1 son aceptables, 4 con calificación 5 son regulares y 2 con calificación 10 se las considera malas, ver gráfico 50:



**Gráfico 50.** Estado de conservación de las viviendas – Barrio La Victoria

En Miraflores el estado de deterioro de las viviendas es un factor muy importante para determinar la vulnerabilidad de 34 viviendas 14 con calificación 0 consideradas buenas; 14 con calificación 1 son aceptables, 6 con calificación 5 son regulares, ver gráfico 51:



**Gráfico 51.** Estado de conservación de las viviendas – Barrio Miraflores

#### 4.2.8. Características del Suelo Bajo la Edificación.

Conocer las características del suelo donde se encuentran ubicadas las viviendas del barrio La Victoria es un factor muy importante, las 52 viviendas tienen calificación 10, 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, ver gráfico 52:



**Gráfico 52.** Características del Suelo bajo las viviendas – Barrio La Victoria

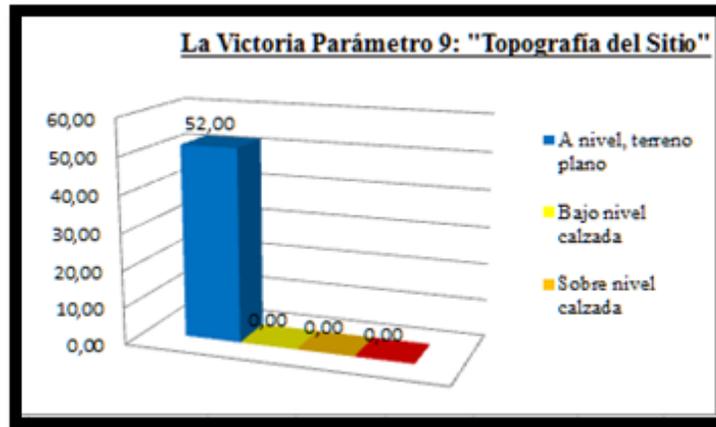
Conocer las características del suelo donde se encuentran ubicadas las viviendas del barrio Miraflores es un factor muy importante, las 34 viviendas tienen calificación 10, porque según el mapa de zonificación de suelos de la ciudad de Riobamba el barrio es tipo S3, siendo así un suelo húmedo, blando y relleno, ver gráfico 53:



**Gráfico 53.** Características del Suelo bajo las viviendas – Barrio Miraflores

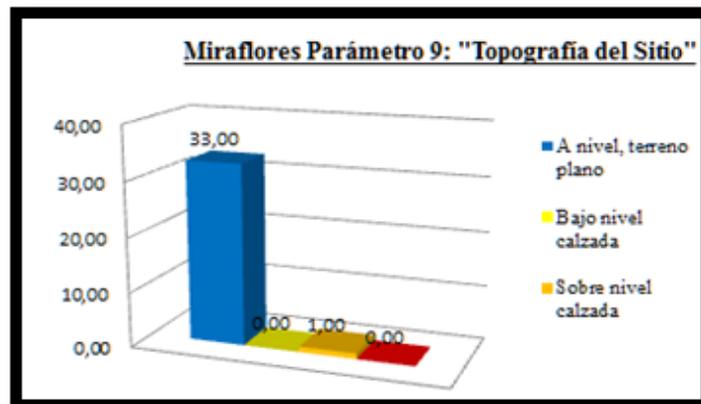
#### 4.2.9. Topografía del Sitio

Mediante el análisis de la topografía del sitio de construcción de las viviendas del barrio La Victoria se consideró que las 52 viviendas evaluadas tienen calificación 0, por estar a nivel, en terreno plano y sobre la calzada, ver gráfico 54:



**Gráfico 54.** Topografía del Suelo – Barrio La Victoria

Mediante el análisis de la topografía del sitio de construcción de las viviendas del barrio Miraflores se consideró que las 33 viviendas evaluadas tienen calificación 0, por estar a nivel, en terreno plano y sobre la calzada y 1 vivienda se encuentra sobre el nivel de la calzada, ver gráfico 55:



**Gráfico 55.** Topografía del Suelo – Barrio Miraflores

#### **4.2.10. Forma de la Construcción.**

Se analizó las irregularidades que presenta la edificación en el barrio La Victoria teniendo como resultado de las 52 viviendas 56 con calificación 0 presentan forma regular; 6 con calificación 5 son irregulares, ver gráfico 56:

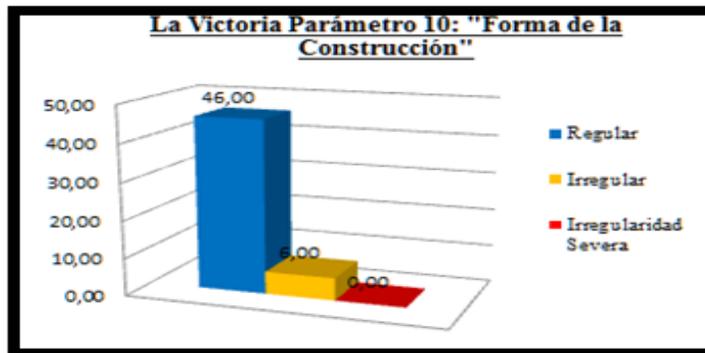


Gráfico 56. Forma de regularidad de las viviendas – Barrio La Victoria

Se analizó las irregularidades que presenta la edificación en el barrio Miraflores teniendo como resultado de las 34 viviendas 31 con calificación 0 presentan forma regular; 3 con calificación 5 son irregulares, ver gráfico 57:

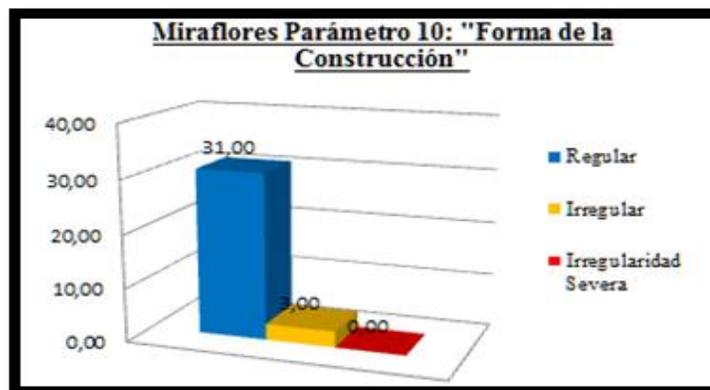


Gráfico 57. Forma de regularidad de las viviendas – Barrio Miraflores

#### 4.2.11. 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 52 viviendas evaluadas en el Barrio La Victoria y 34 en el Barrio Miraflores, considerando los siguientes aspectos (VER ANEXO 9.4.1):

#### 4.3. Resultados obtenidos por Parámetro –Método Italiano

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

### 4.3.1. Organización del Sistema Resistente

Se analizó el sistema resistente de 29 viviendas en el barrio La Victoria teniendo como resultado 2 con clase A compuestas por ladrillos sólidos bien confinados; 23 con clase B constituida por ladrillos poco confinados y 4 con clase C porque se han utilizados bloques de baja resistencia, como se observa en el gráfico 58:



Gráfico 58. Organización del sistema resistente – Barrio La Victoria

Se analizó el sistema resistente de 21 viviendas en el barrio Miraflores teniendo como resultado 4 con clase A compuestas por ladrillos sólidos bien confinados; 8 con clase B constituida por ladrillos poco confinados y 9 con clase C porque se han utilizados bloques de baja resistencia, como se observa en el gráfico 59:



Gráfico 59. Organización del sistema resistente – Barrio Miraflores

### 4.3.2. Calidad del Sistema Resistente

Analizando la calidad del sistema resistente de 29 viviendas en el Barrio La Victoria teniendo como resultado 10 con clase A debido a la calidad del hormigón con su resistencia mayor a 210kg/cm<sup>2</sup>; 2 con clase B con resistencia igual a 210kg/cm<sup>2</sup> y 17 con clase C porque la calidad del hormigón es mala y su resistencia es menor a 210kg/cm<sup>2</sup>, como se observa en el gráfico 60:



Gráfico 60. Calidad del sistema resistente – Barrio La Victoria

Analizando la calidad del sistema resistente de 21 viviendas en el Barrio Miraflores teniendo como resultado 1 con clase A debido a la calidad del hormigón con su resistencia mayor a 210kg/cm<sup>2</sup>; y 20 con clase C porque la calidad del hormigón es mala y su resistencia es menor a 210kg/cm<sup>2</sup>, como se observa en el gráfico 61:



Gráfico 61. Calidad del sistema resistente – Barrio Miraflores

### 4.3.3. Resistencia Convencional

Analizando la calidad del sistema resistente de 29 viviendas en el Barrio La Victoria 18 con clase C ya que al analizar el la relación entre en cortante resistente y cortante actuante cumple la condición de  $\alpha < 0.7$ , además porque la resistencia del hormigón es menor a 210kg/cm<sup>2</sup> y 11 con clase A que cumple la relación  $\alpha$  es  $\geq 1.5$ , porque la resistencia del hormigón es mayor a 210kg/cm<sup>2</sup>, como se observa en el gráfico 62:



Gráfico 62. Resistencia convencional – Barrio La Victoria

Analizando la calidad del sistema resistente de 21 viviendas en el Barrio Miraflores 18 con clase C ya que al analizar el la relación entre en cortante resistente y cortante actuante cumple la condición de  $\alpha < 0.7$ , además porque la resistencia del hormigón es menor a 210kg/cm<sup>2</sup> y 3 con clase A que cumple la relación  $\alpha$  es  $\geq 1.5$ , porque la resistencia del hormigón es mayor a 210kg/cm<sup>2</sup>, como se observa en el gráfico 63:

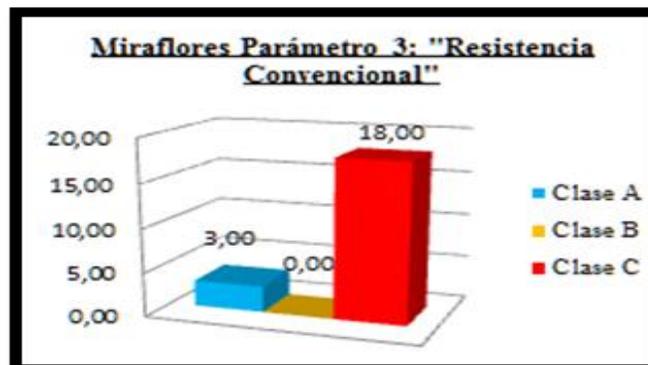


Gráfico 63. Resistencia convencional – Barrio Miraflores

#### 4.3.4. Posición del Edificio y Cimentación

Según la categorización del suelo de las 29 viviendas evaluadas en el barrio La Victoria 26 son de tipo B, 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 y 3 son clase A, como se observa en el gráfico 64:



Gráfico 64. Posición del edificio y cimentación – Barrio La Victoria

Según la categorización del suelo de las 21 viviendas evaluadas en el barrio Miraflores 19 son de tipo B, 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 y 2 son clase A, como se observa en el gráfico 65:



Gráfico 65. Posición del edificio y cimentación – Barrio Miraflores

#### 4.3.5. Losas

Como resultado de evaluación en el Barrio La Victoria se obtiene que 10 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 y 19 son clase C, como se observa en el gráfico 66:

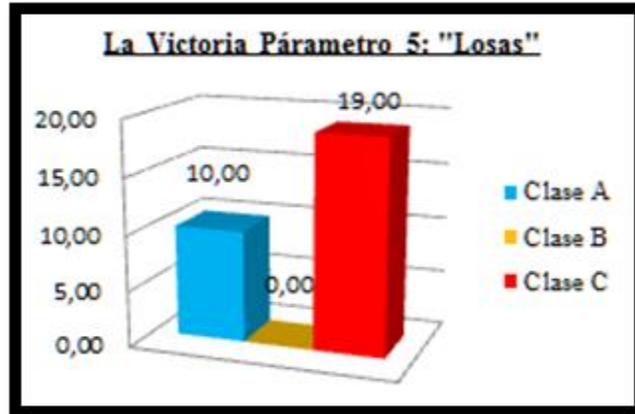


Gráfico 66. Losas – Barrio La Victoria

Como resultado de evaluación en el Barrio Miraflores se obtiene que 5 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 y 16 son clase C, como se observa en el gráfico 67:

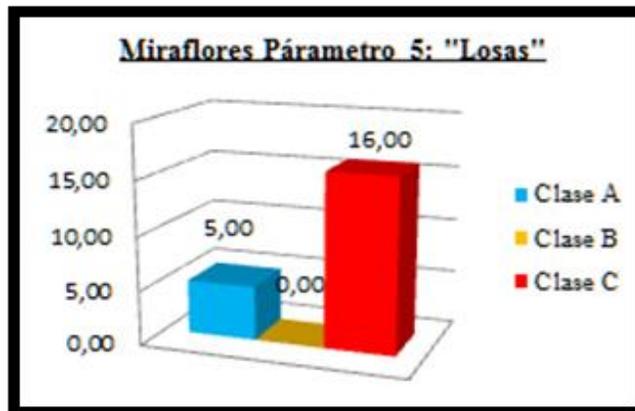


Gráfico 67. Losas – Barrio Miraflores

#### 4.3.6. Configuración en Planta

En este parámetro de 29 viviendas en el Barrio La Victoria se obtiene 24 viviendas clase B, por problemas de torsión en un sentido y 5 de tipo C por problemas de torsión en ambos sentidos, como se observa en el gráfico 68:

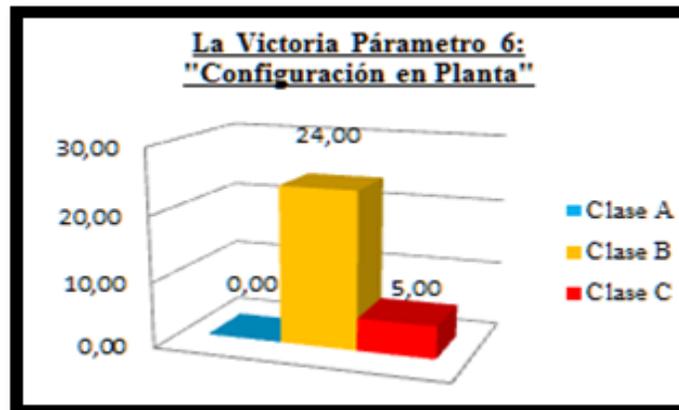


Gráfico 68. Configuración en planta – Barrio La Victoria

En este parámetro de 21 viviendas en el Barrio Miraflores se obtiene 1 clase A, 17 tipo B, por problemas de torsión en un sentido y 3 de tipo C por problemas de torsión en ambos sentidos, como se observa en el gráfico 69:

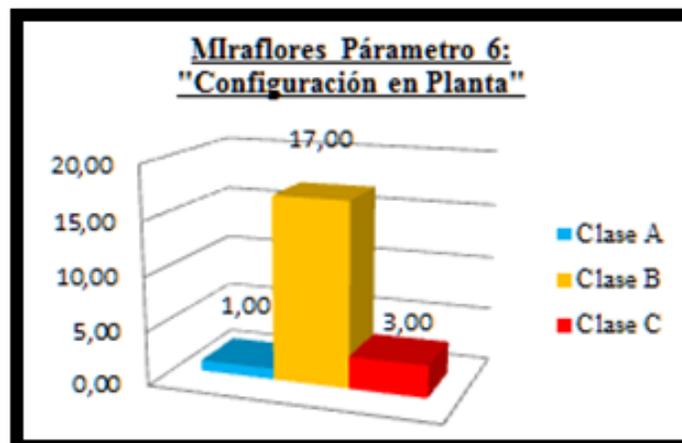


Gráfico 69. Configuración en planta – Barrio Miraflores

#### 4.3.7. Configuración en Elevación

Como resultado de evaluación se obtiene que de 29 viviendas en el barrio La Victoria 4 son de tipo A ya que no existe ascenso de masas, 1 es tipo B y 24 viviendas pertenecen al tipo C porque que existe incremento de masas, como se observa en el gráfico 70:



Gráfico 70. Configuración en Elevación – Barrio La Victoria

Como resultado de evaluación se obtiene que de 21 viviendas en el barrio La Victoria 10 son de tipo A ya que no existe ascenso de masas y 11 viviendas pertenecen al tipo C porque que existe incremento de masas, como se observa en el gráfico 71:

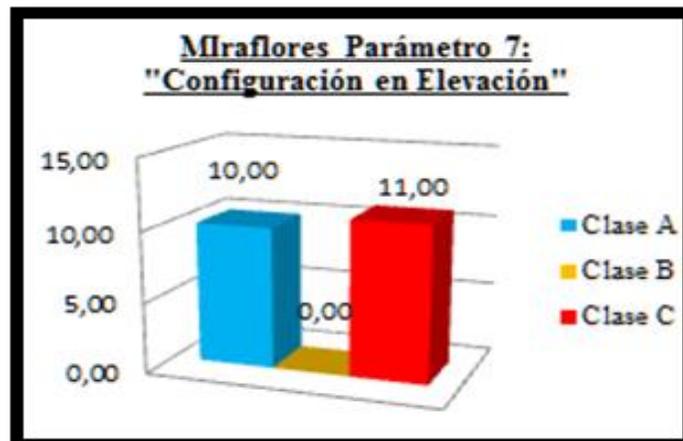


Gráfico 71. Configuración en Elevación – Barrio Miraflores

#### 4.3.8. Conexión en Elementos Críticos

En el Barrio La Victoria de 28 viviendas evaluadas se han obtenido 17 viviendas tipo B ya que no cumplen secciones mínimas entre viga/columna recomendadas por normas; 11 viviendas tipo A que cumplen normas, como se observa en el gráfico 72:

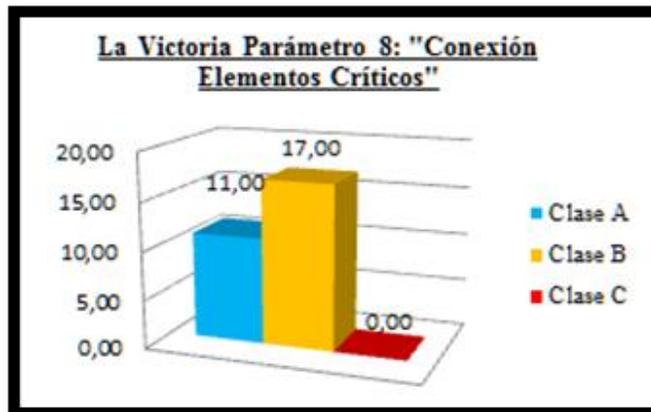


Gráfico 72. Conexión en elementos críticos – Barrio La Victoria

En el Barrio Miraflores de 21 viviendas evaluadas se han obtenido 2 tipo C que no cumplen con la sección mínima y están por debajo de este valor, 17 viviendas tipo B ya que no cumplen secciones mínimas entre viga/columna recomendadas por normas; 2 viviendas tipo A que cumplen normas, como se observa en el gráfico 73:

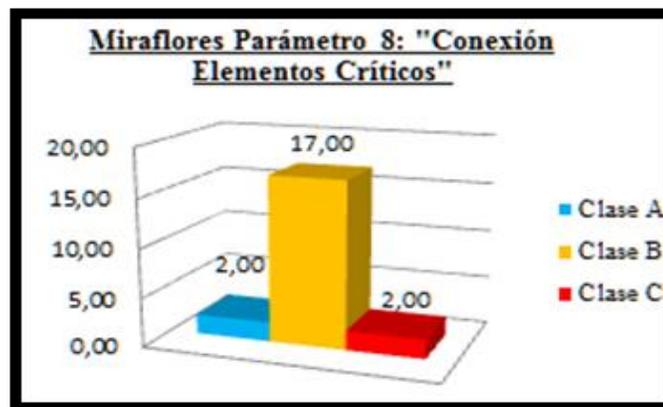


Gráfico 73. Conexión en elementos críticos – Barrio Miraflores

#### 4.3.9. Elementos de Baja Ductilidad

Se evaluaron en el barrio La Victoria 29 viviendas de las cuales 10 viviendas clasifican con clase A ya que no muestran columnas cortas, 1 vivienda tipo B y 18 con clasificación C las cuales presentan columnas cortas, como se observa en el gráfico 74:



Gráfico 74. Elementos de baja ductilidad – Barrio La Victoria

Se evaluaron en el barrio Miraflores 21 viviendas de las cuales 18 viviendas clasifican con clase A ya que no muestran columnas cortas, y 3 con clasificación C las cuales presentan columnas cortas, como se observa en el gráfico 75:

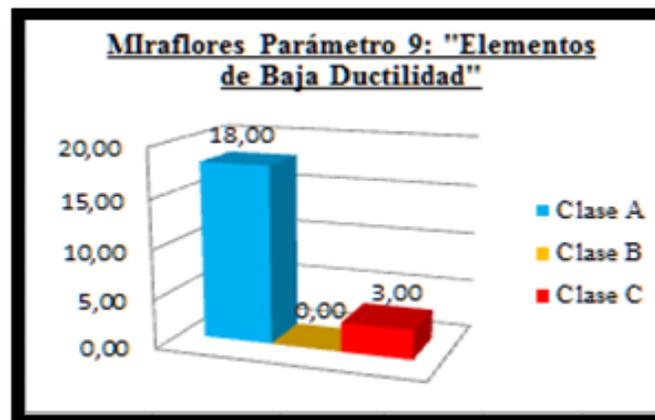


Gráfico 75. Elementos de baja ductilidad – Barrio Miraflores

#### 4.3.10. Elementos No Estructurales

Al realizar el análisis de los elementos no estructurales de 29 viviendas en el barrio La Victoria se determinó 28 viviendas con elementos no estructurales anclados de forma eficiente; y 1 vivienda se encuentra con anclajes poco fiables, como se observa en el gráfico 76:

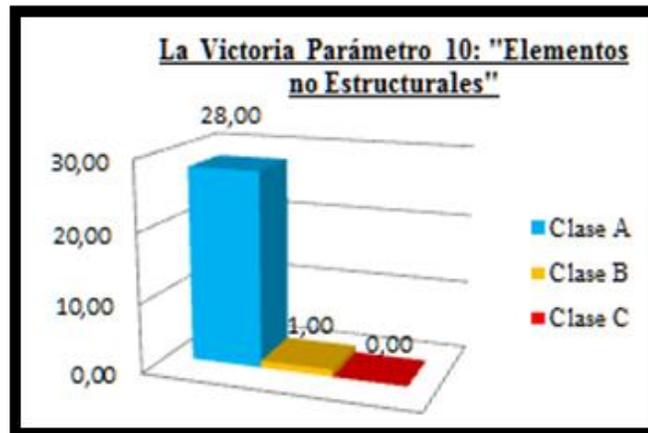


Gráfico 76. Elementos no estructurales – Barrio La Victoria

Al realizar el análisis de los elementos no estructurales de 29 viviendas en el barrio Miraflores se determinó 14 viviendas con elementos no estructurales anclados de forma eficiente; y 7 viviendas se encuentran con anclajes poco fiables, como se observa en el gráfico 77:

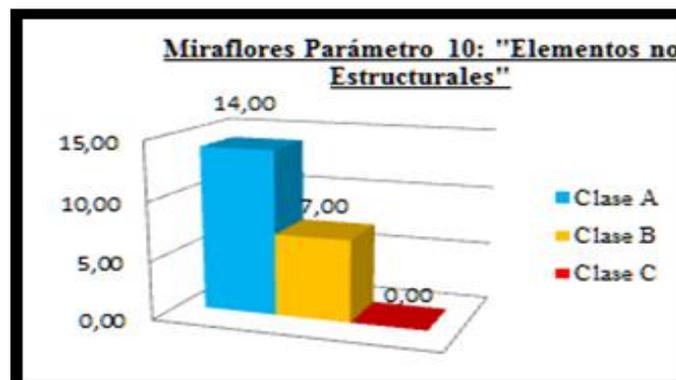


Gráfico 77. Elementos no estructurales – Barrio Miraflores

#### 4.3.11. Estado de Conservación

El resultado obtenido al analizar el estado de conservación de 29 viviendas en el Barrio La Victoria se encontraron; 27 viviendas son clase A porque no presentan fisuras, 1 vivienda de clase B porque existe presencia de fisuras en menos del 30% y 11 viviendas con más del 30% en fisuras, como se observa en el gráfico 78:

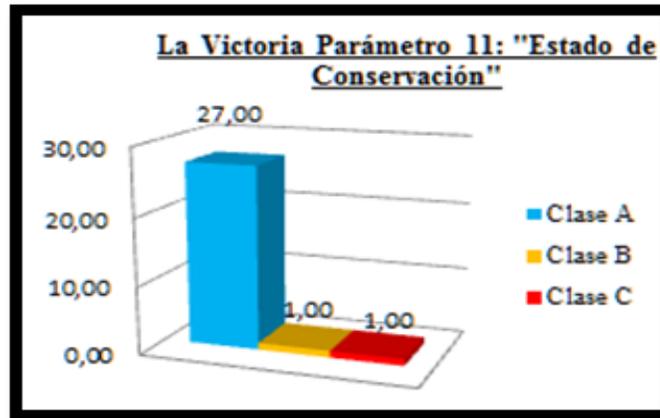


Gráfico 78. Estado de conservación – Barrio La Victoria

El resultado obtenido al analizar el estado de conservación 21 viviendas en el Barrio Miraflores es clase A porque no presentan fisuras, como se observa en el gráfico 79:

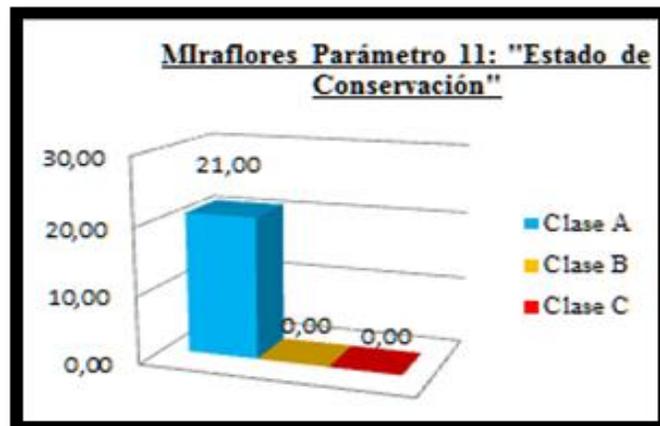


Gráfico 79. Estado de conservación – Barrio Miraflores

#### 4.3.12. Resultados y Calificación obtenido mediante el Método Italiano.

A continuación se presenta el valor y calificación obtenido de 29 viviendas evaluadas del Barrio La Victoria y 21 del Barrio Miraflores, considerando los siguientes aspectos (VER ANEXO 9.4.2)

#### 4.4. Compendio de información resumida en mapas temáticos utilizando el programa ArcGIS.

Se elabora una tabla electrónica en Excel, con los resultados del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de los Barrios La Victoria y Miraflores, con resultados del Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) 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 y su respectiva foto (ANEXO 9.8)

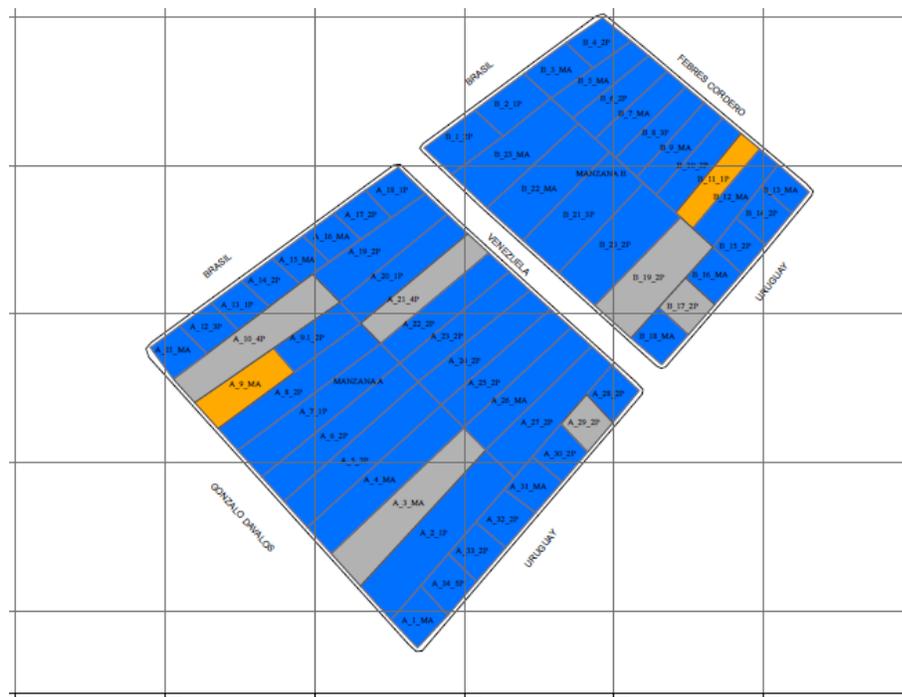
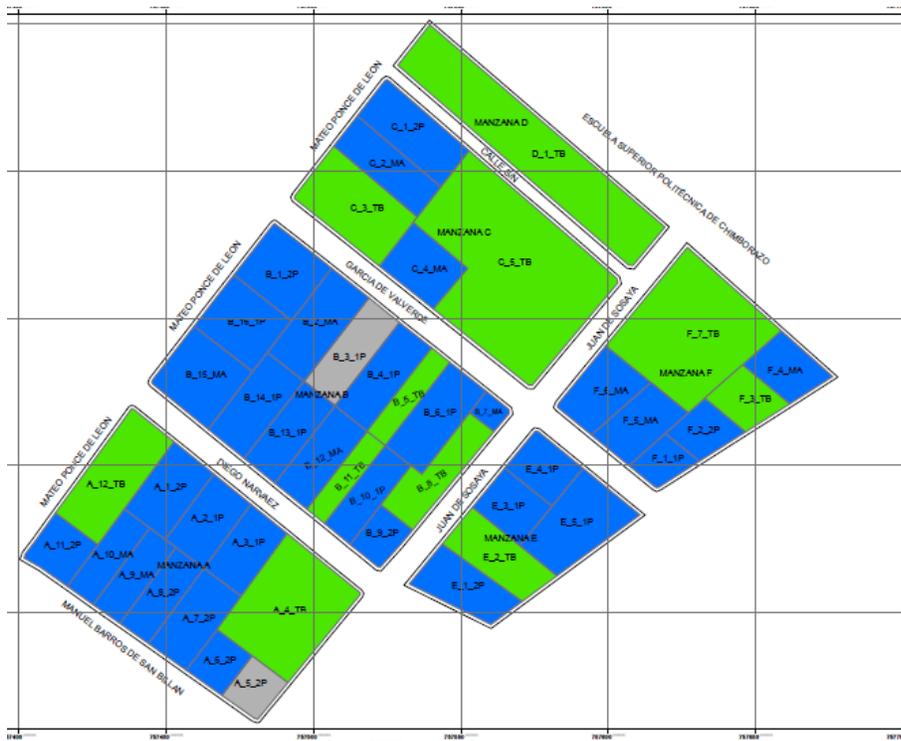
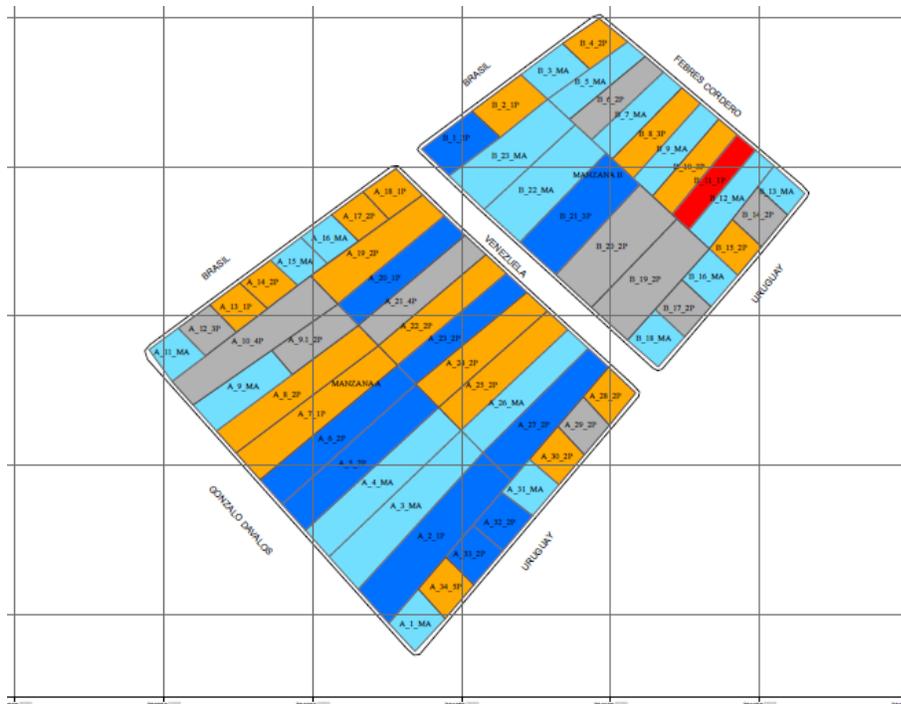


Gráfico 80. Mapa Temático del Barrio La Victoria – Método SNGR



**Gráfico 81.** Mapa Temático del Barrio Miraflores – Método SNGR



**Gráfico 82.** Mapa Temático del Barrio La Victoria – Método Italiano.



## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN

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.

El trabajo realizado tiene como objetivo principal determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas en los barrios La Victoria y Miraflores utilizando dos metodologías, el método de la SNGR y el método Italiano, ambos métodos se desarrollaron en el capítulo III y según los resultados obtenidos en el capítulo IV se establecen varias observaciones que a continuación se mencionan:

Una de las dificultades en el proceso de la investigación fue la recopilación de datos en campo de cada vivienda, debido a la desconfianza y el poco interés de algunos propietarios, que no daban la autorización para ingresar a realizar el estudio; por lo cual varias viviendas resultasen sin la evaluación correspondiente.

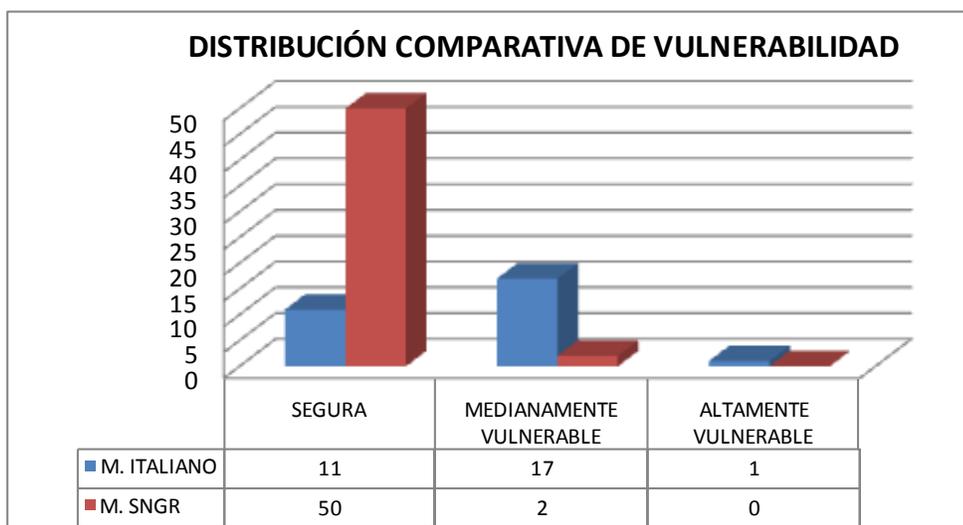
Existían viviendas donde lo ocupan personas que arrendaban y/o vivían personas de la tercera edad que desconocían de alguna información importante acerca de las características de la casa; por ejemplo el año de construcción de la vivienda, también si fue o no construida con un profesional como un ingeniero o un arquitecto. De igual manera no se evaluó las viviendas con este tipo de problemas.

Además en algunas viviendas sus elementos estructurales se encontraban completamente recubiertos, razón por la cual no se pudo realizar el ensayo de esclerómetro y determinar la resistencia del hormigón.

A diferencia de la metodología propuesta por la SNGR evalúa todos los tipos de viviendas, en cambio el método Italiano trata solo las de hormigón armado.

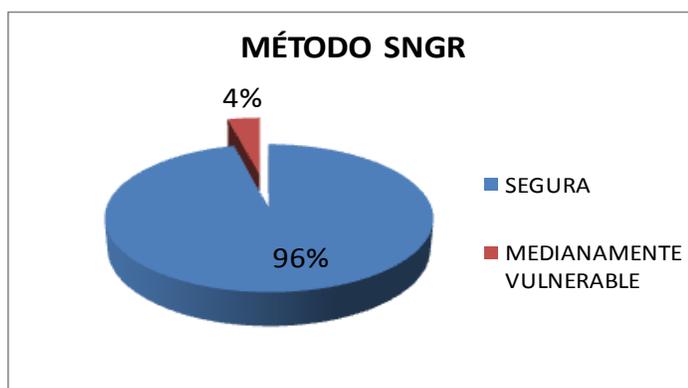
Para los dos métodos empleados en el estudio de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de los barrios La Victoria y Miraflores, es evidente que ambos utilizan parámetros de calificación asociados a la calidad sismoresistente de las viviendas, pero por la cantidad y dimensión de análisis de cada parámetro pueden influir en los resultados entre ambas metodologías.

En la figura a continuación, se presenta los resultados del índice de vulnerabilidad sísmica obtenida por cada método evaluado en el Barrio La Victoria, se evidencia de forma clara que la mayoría de las viviendas han sido calificadas por el método Italiano como medianamente y altamente vulnerables, en cambio por el método SNGR se observa una tendencia más favorable ya que la mayoría de las viviendas han sido calificadas con una vulnerabilidad baja.



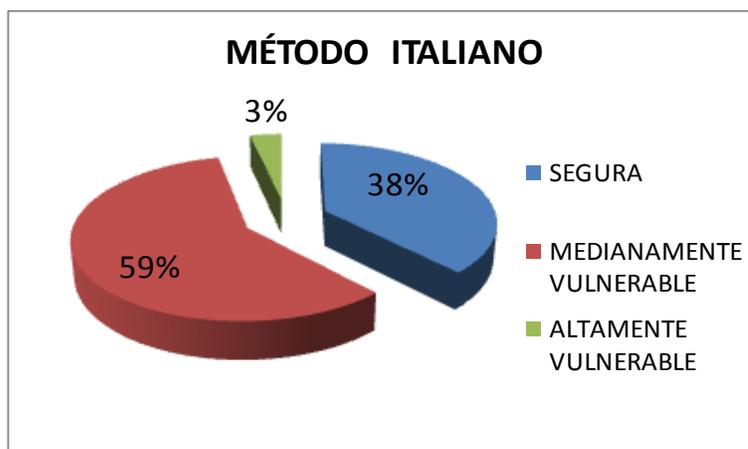
**Gráfico 84.** Distribución comparativa de vulnerabilidad sísmica – Barrio La Victoria

De 52 viviendas evaluadas por el Método SNGR, en el Barrio La Victoria, se obtiene que 50 viviendas que corresponde el 96,00% califican como vulnerabilidad baja y 2 viviendas que corresponden al 4,00% califican como vulnerabilidad media, en el siguiente gráfico se detalla los resultados obtenidos.



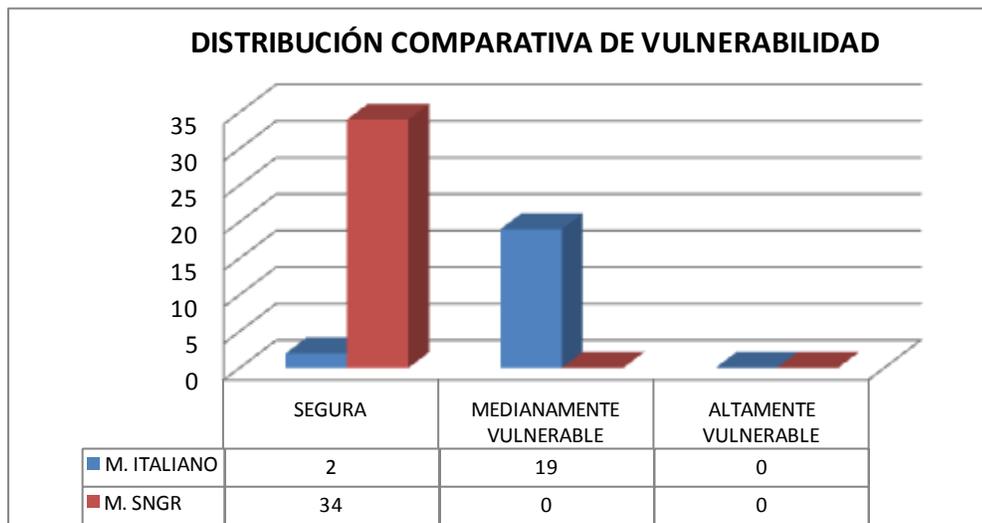
**Gráfico 85.** Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio La Victoria- Método SNGR

Mediante el método Italiano en el Barrio La Victoria, se analizaron 29 viviendas de hormigón, 11 viviendas que corresponde 38,00% califican con vulnerabilidad baja, 17 viviendas que corresponde el 59,00% califican con vulnerabilidad media, y 1 sola vivienda que corresponde el 3,00% califica con vulnerabilidad alta, en el siguiente gráfico se detalla los resultados obtenidos.



**Gráfico 86.** Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio La Victoria - Método Italiano

En la figura a continuación, se presenta los resultados del índice de vulnerabilidad sísmica obtenida por cada método evaluado en el Barrio Miraflores, se evidencia de forma clara que la mayoría de las viviendas han sido calificadas por el método Italiano como medianamente vulnerables, en cambio por el método SNGR se observa una tendencia más favorable ya que la mayoría de las viviendas han sido calificadas con una vulnerabilidad baja.



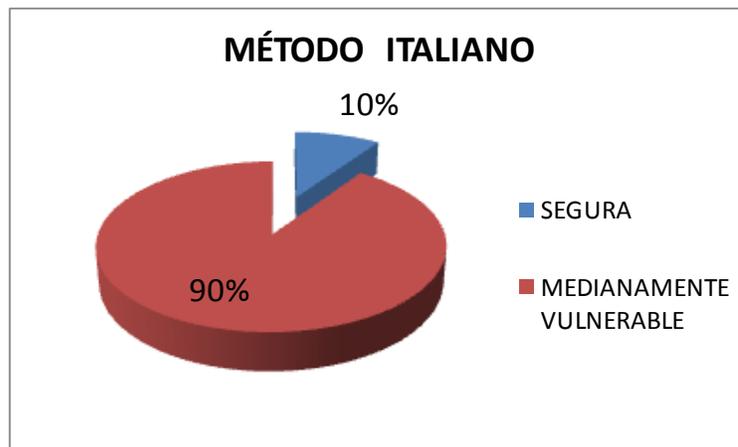
**Gráfico 87.** Distribución comparativa de vulnerabilidad sísmica – Barrio Miraflores

De 34 viviendas evaluadas en el Barrio Miraflores por el Método SNGR, 34 viviendas que corresponde el 100% califica como vulnerabilidad baja, no existe viviendas con vulnerabilidad media ni alta, en el siguiente gráfico se detalla los resultados obtenidos.



**Gráfico 88.** Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio Miraflores– Método SNGR

Mediante este método se analizaron 21 viviendas de hormigón del Barrio Miraflores, 2 viviendas que corresponde 10,00% califica con vulnerabilidad baja y 19 viviendas que corresponde el 90,00% califica con vulnerabilidad media, en el siguiente gráfico se detalla los resultados obtenidos.



**Gráfico 89.** Estadística de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio Miraflores – Método Italiano

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

Las viviendas evaluadas de ambos barrios mediante este método la mayor parte son de vulnerabilidad baja (seguras), 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.

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

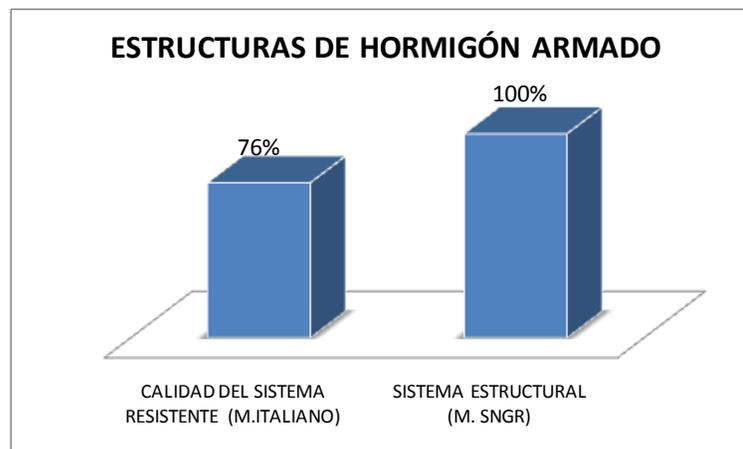
Mediante este método se considera únicamente viviendas con elementos estructurales de hormigón, al aplicar esta técnica la mayor parte de viviendas son medianamente vulnerables, considerando que esta metodología es aproximada para la determinación de vulnerabilidad sísmica, ya que el análisis que se realizó está enfocado en el comportamiento estructural de la vivienda.

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

La diferencia entre las dos metodologías utilizadas depende básicamente del nivel de alcance de cada una de ellas, el método de la SNGR evalúa en forma general y asume

condiciones favorables de los parámetros, por ejemplo, cuando nos referimos al parámetro sistema estructural, el método indica que el 100% de viviendas de hormigón armado tienen una calificación de “0” es decir son seguras (Figura 90), asumiendo que está construida con requerimientos sísmoresistentes, cosa que no es verdad en la mayoría de casos y más cuando se trata de barrios urbano marginales en donde las viviendas no cuentan con aprobación municipal y por ende de diseños.

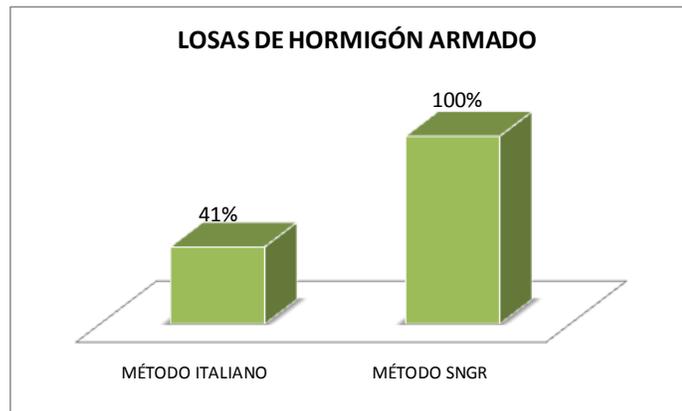
En cambio el método Italiano revela un 76% de viviendas de hormigón con calificación “C” es decir son altamente vulnerables (Figura 90), el cual analiza minuciosamente parámetros importantes como son: resistencia del hormigón en elementos estructurales, calidad de la mampostería, calidad de la mano de obra, entre otros, generando una vulnerabilidad acorde a la realidad constructiva de la vivienda.



**Gráfico 90.** Comparación Porcentual entre los parámetros que consideran al Sistema Estructural en las dos metodologías.

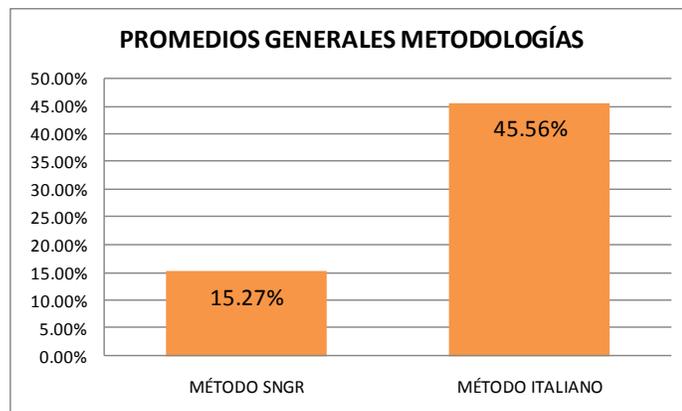
Otro ejemplo que indica la diferencia entre ambas metodologías es el parámetro referente a la losa de hormigón armado, en donde el método Italiano evalúa aspectos como la resistencia del hormigón, rigidez del elemento, área total de aberturas teniendo un 41% de losas con una calificación C (Figura 91), en cambio la metodología SNGR nos revela un 100 % de losas seguras, considerando solamente que el material es hormigón armado.

El método italiano además toma en cuenta aspectos importantes que pueden provocar daños significativos en la estructura durante un sismo como piso blando, columnas cortas, anclaje y estabilidad de elementos no estructurales, etc.



**Gráfico 91.** Comparación Porcentual entre los parámetros que consideran las Losas de hormigón armado en las dos metodologías.

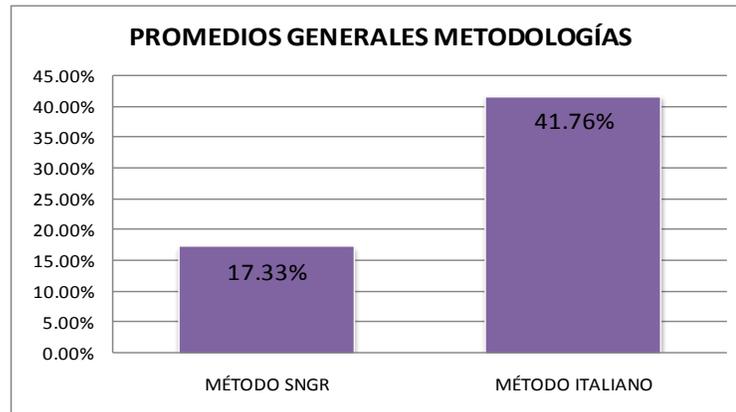
Los promedios generales del Barrio Miraflores de cada metodología se muestra en la figura 92; donde se indica que la metodología de la SNGR presenta un promedio de 15.27 (de 33 viviendas evaluadas) que corresponde a una vulnerabilidad baja, por otro lado la metodología Italiana presenta un promedio de 45.56 (de 21 viviendas evaluadas) que son medianamente vulnerables.



**Gráfico 92.** Promedios Generales de las dos metodologías – Barrio Miraflores

Los promedios generales del Barrio La Victoria de cada metodología se muestra en la figura 92; donde se indica que la metodología de la SNGR presenta un promedio de

17.33 (de 52 viviendas evaluadas) que corresponde a una vulnerabilidad baja, por otro lado la metodología Italiana presenta un promedio de 41.76 (de 29 viviendas evaluadas) que son medianamente vulnerables.



**Gráfico 93.** Promedios Generales de las dos metodologías – Barrio La Victoria

Por lo tanto es evidente que la mejor opción de análisis de vulnerabilidad sísmica entre las dos metodologías en estudio es la metodología Italiana, sobre todo si se trata de nuestro medio (Ecuador), porque muestra resultados aproximados en los que se puede confiar y tomarlos en consideración para poderlos utilizar en un futuro próximo.

## **5.2. Valides Externa.**

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 (ICITS) de la Universidad Nacional de Chimborazo

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- Se cumplió la hipótesis de la investigación con la aplicación del método Italiano, al tener el 62.00% y el 90.00% de viviendas vulnerables ante un sismo, en los Barrios La Victoria y Miraflores respectivamente.
- El presente trabajo requirió una investigación significativa, no obstante, los resultados obtenidos sólo son válidos en sentido estadístico, ciertamente los parámetros que determinan la vulnerabilidad sísmica utilizada en estos métodos, requiere de una cantidad fundamental de datos y son válidos sólo para el área analizada.
- Conforme a la evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Barrios La Victoria y Miraflores se obtuvo que al aplicar el método SNGR el 96.00% y el 100% respectivamente son de vulnerabilidad baja (Seguras), debido a que sus parámetros no analizan detalladamente los elementos estructurales, su comportamiento en la vivienda y básicamente lo realiza de modo tipológico y superficial.
- El mayor porcentaje de viviendas evaluadas con el método Italiano, tienen vulnerabilidad media, debido a malos procesos constructivos, mala calidad de materiales, mala configuración estructural; todo esto englobado en la problemática de la construcción informal.
- Los resultados obtenidos con estos métodos son aproximados, debido a lo subjetivo del análisis, basado en la observación de las características físicas de las viviendas, tanto estructurales como no estructurales, en la identificación y establecimiento de deficiencias sísmicas potenciales.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Concientizar a los propietarios, diseñadores, y constructores en cumplir con los requisitos mínimos de diseño vigentes que establece la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC).
- La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos debe tomar los resultados de este estudio para actualizar sus planes de prevención y mitigación de desastres, tomando como referencia principalmente las zonas que son más vulnerables.
- Dar continuidad a la aplicación de estos estudios de evaluación y determinación de vulnerabilidad sísmica, en otros sectores a fin de caracterizar otros entornos urbanos y masificar estas evaluaciones, debido a que Riobamba se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico.
- El método de la SNGR presenta resultados inverosímiles dado que ninguna casa es altamente vulnerable, el inconveniente con este método radica en la forma muy superficial de evaluar a las viviendas por lo que no es muy recomendable su aplicación.
- Es importante la Normalización de procedimientos para la realización de ensayos de resistencia en elementos estructurales de concreto reforzado con equipos Capo-Test para su implementación en el Laboratorio de Control de Calidad de Materiales (LCCM) de la UNACH, la cual permitirá realizar diferentes aplicaciones tanto los estudiantes como los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil.

## CAPÍTULO VII

### 7. PROPUESTA

#### 7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Normalización de procedimientos para la realización de ensayos de resistencia en elementos estructurales de concreto reforzado con equipos Capo-Test para su implementación en el Laboratorio de Control de Calidad de Materiales (LCCM) de la UNACH.

#### 7.2. INTRODUCCIÓN

##### **Ensayos para la evaluación de estructuras de concreto reforzado:**

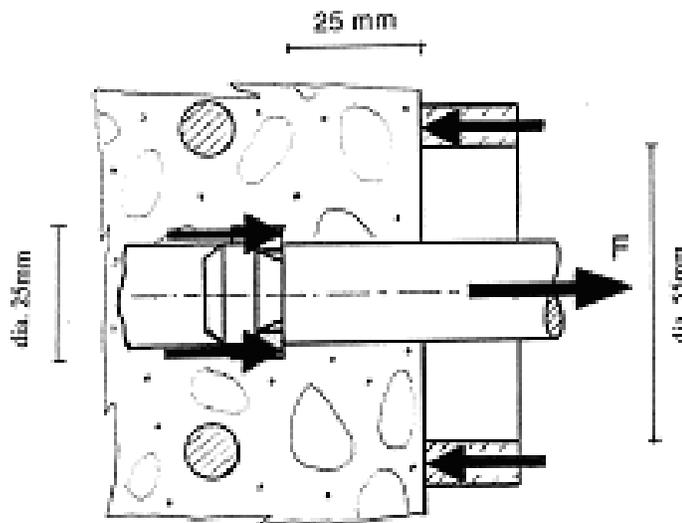
- **Evaluación:** Es un proceso para determinar si una estructura es adecuada para el uso pretendido mediante el análisis sistemático de la información recolectada y los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio.
- **Ensayos:** En la actualidad existe un gran número de pruebas a realizar directa o indirectamente sobre los materiales que componen la estructura o en el laboratorio sobre muestras tomadas sobre ella. Con estas pruebas se determinan:
  - La posición relativa del refuerzo
  - La calidad del material (resistencia)
  - La respuesta ante cargas (deformaciones), etc.
- **Clasificación de los ensayos:**
  - Destructivos (una prueba de carga mal hecha o llevada a cabo hasta la carga última)
  - No Destructivos (ND)
  - Parcialmente Destructivo

➤ **Ensayo Parcialmente Destructivo “Capo – Test”**

Para esto se cuenta con el equipo Capo - Test que nos permite determinar la resistencia a compresión del concreto, el mismo que fue colocado en los elementos estructurales de concreto reforzado (losas, vigas y columnas).

○ **Principio**

Un agujero de 18,4 mm se quita el corazón perpendicular a una superficie plana fuera de perturbación refuerzo. Un rebaje se enruta en el agujero de un diámetro de 25 mm y a una profundidad de 25 mm. Un anillo partido está expandido en el rebaje y aprieta contra un contra-presión, 55 mm de diámetro interior, colocado en la superficie concéntrica con el anillo. Está siendo comprimido el concreto en el puntal entre el anillo expandido y la contrapresión, por lo que la fuerza de tracción  $F$  es una medida directa de la resistencia a la compresión. La prueba es parcialmente destructivo, ya que tiene que ser realizado hasta que se desprendió el cono entre el anillo expandido y el diámetro interior de la contra-presión.<sup>13</sup>



**Gráfico 94.** Extracción del Concreto endurecido

**Fuente:** Manual de Capo-Test de GERMANN INSTRUMENTS

<sup>13</sup> Reunión del Concreto “RC” 2012, Cartagena de Indias, COLOMBIA

- **La precisión y la variación**

Lo más importante, el CAPO-TEST, no se ve afectada por las tensiones permanentes en la estructura. En un nivel de confianza del 95%, y un promedio de 4 pruebas, la precisión en la estimación de la fuerza de concreto normal es de  $\pm 8\%$  en comparación con las pruebas de muestras estándar (cilindros, cubos o núcleos) de un tamaño máximo total de 38 mm mediante el uso de las correlaciones generales.

La investigación será dirigida a los estudiantes, docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo y profesionales en general, de esta manera es el deseo de aportar con conocimientos básicos hacia las personas que así lo requieran.

### **7.3. OBJETIVOS**

#### **7.3.1. Objetivo General**

- Proveer los procedimientos estándar para la realización de ensayos de resistencia en elementos estructurales de concreto reforzado con equipos Capo-Test para su implementación en el Laboratorio de Control de Calidad de Materiales de la UNACH.

#### **7.3.2. Objetivos Específicos**

- Describir los principales componentes y aplicaciones del equipo Capo - Test para la realización de ensayos en elementos estructurales.
- Ejecutar ensayos con el equipo Capo-Test en el laboratorio LCCM de la UNACH.
- Proponer e ilustrar los procedimientos estándar para el ensayo de resistencia en elementos estructurales de concreto reforzado ejecutables por el LCCM tanto para servicio externo como para formación académica.

## **7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA**

El ensayo con el equipo CAPO-TEST permite realizar pruebas de extracción en estructuras existentes sin la necesidad de pre-instalar insertos. CAPO-TEST provee un sistema de extracción para determinar la resistencia a compresión en el lugar.

Los procedimientos para realizar los ensayos pos-instalados de extracción, tal como el CAPO-TEST, también están incluidos en la Norma ASTM C- 900-01 (**VER ANEXO 9.5**).

**Norma ASTM C- 900-01:** “Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Extracción del Concreto Endurecido”

Este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia a la extracción del concreto endurecido mediante la medición de la fuerza requerida para sacar un inserto metálico embebido y el fragmento de concreto adherido de un espécimen para ensayo de concreto o estructura.

Cuando un estimado de la resistencia en el lugar es deseada, el inserto es sacado por medio de un jack reaccionando contra un anillo de apoyo. La resistencia a la extracción es determinada midiendo la máxima fuerza requerida para sacar el inserto de la masa de concreto.

### **7.4.1. Aplicaciones típicas del CAPO-TEST:**

- **Control de calidad de la estructura finalizada.-** Con el fin de comprobar las prestaciones finales del edificio en la obra terminada deben realizarse las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa.
- **Verificación de la resistencia en el lugar cuando los especímenes de curado estándar no pasan los criterios de aceptación.-** Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para

determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'_c$ , en la especificación del trabajo

- **Estimado de esfuerzos residuales del concreto en estructuras existentes.-**  
La fatiga de materiales se refiere a un fenómeno por el cual la rotura de los materiales bajo cargas dinámicas cíclicas se produce más fácilmente que con cargas estáticas. Aunque es un fenómeno que, sin definición formal, era reconocido desde la antigüedad, este comportamiento no fue de interés real hasta la Revolución Industrial
- **Evaluación de estructuras dañadas por fuego.-** Durante un incendio, en función de la carga de fuego y de las condiciones de ventilación, se producen altas temperaturas (superiores a los 1.000 °C). A estas temperaturas, muy pocos materiales pueden conservar resistencias estructurales notables. Sin embargo, la capacidad de transmisión y difusión de calor de los materiales estructurales hace que éstos no alcancen tan altas temperaturas. En las estructuras de hormigón, debido a que la conductividad va disminuyendo según aumenta la temperatura hasta valores de sólo un tercio del inicial, se produce una variación importante de temperaturas desde la superficie al interior.

#### **7.4.2. Equipos CAPO-TEST**

Los equipos de CAPO-TEST incluyen el Equipo de Preparación N°1, el equipo DSV N°2 y el equipo de la máquina de extracción, y el equipo N°3 que contiene la máquina de extracción de 0 a 100 kN y medidor digital.

##### **7.4.2.1. Equipo de preparación CAPO-TEST N°1**

Este equipo es usado para taladrar un hoyo central y para cortar la cavidad para acomodar el inserto expandible. El equipo también contiene la unidad para expandir los insertos del CAPO-TEST y algunas otras piezas para realizar el ensayo.



**Gráfico 95.** Equipo de Preparación Capo-Test N°1



Raspador de cavidad



Taladro eléctrico



Llave de 4mm, 14mm, 19mm, 46mm.  
Desarmador, Tenacillas, Pinzas



Gis para marcar



Broca para Concreto 18mm



Unidad de expansión



Anillo de contrapresión

#### 7.4.2.2. Equipo DSV N°2

El equipo incluye un cepillo de diamante, una placa de succión, una bomba de vacío y las herramientas necesarias para perforar el área seleccionada, para que la superficie sea plana antes de perforar el hoyo central y generar el hueco de expansión.



Gráfico 96. Equipo DSV, N°2



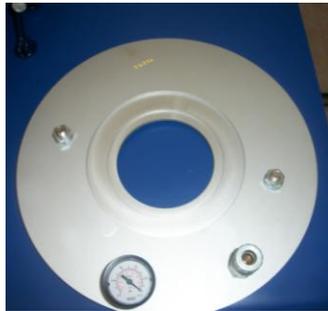
Bomba de vacío con manguera



Pinzas sujetadoras



Llave de 17mm, Guía de latón y Manguera



Placa de succión



Pulidora

#### 7.4.2.3. Equipo de extracción CAPO N°3

La máquina de extracción hidráulica viene con un medidor de precisión electrónico calibrado de 0 a 100 kN con memoria de almacenamiento de resultados (Esfuerzo último, tiempo y fecha). El esfuerzo último es mostrado después de que el ensayo sea terminado. La aproximación interna de el medidor es de 0.01 kN, pero la fuerza de extracción es visualizada al más cercano 0.1 kN.



Gráfico 97. Equipo de extracción N°3



Máquina de extracción hidráulica con medidor electrónico



Tabla de lecturas y Cable para impresora.



Software de impresión "AMIGAS"

#### 7.4.2.4. Insertos



Gráfico 98. Insertos Expandibles

### 7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Realizado el reconocimiento del Capo-test, se procede a realizar la prueba asegurándose llevar todas las piezas antes mencionadas, junto con un suficiente número de insertos al lugar donde se realizará el ensayo.

Se debe tomar las precauciones debidas en cuanto a lo que es el tema de seguridad: para ello se cuenta con un chaleco reflectivo, guantes, casco, gafas, zapatos con punta de acero; ya que con esto se evitará cualquier accidente antes, durante y después del ensayo.

Antes de iniciar de igual manera se debe comprobar el suficiente suministro de agua y electricidad que deben ser llevados por si no está disponible en los sitios de pruebas.

Primero se debe sumergir la bomba en un cubo de agua. Conectar todas las herramientas eléctricas en la caja de tomas de electricidad. Las pruebas, se lleva a cabo como se describe en los siguientes pasos:

#### **7.5.1. Localización del refuerzo**

El refuerzo se encuentra y se estima que tienen una cobertura. Para ello utilizaremos un detector de varillas “Cover Master” el cuál nos permite localizar el refuerzo, tanto las medidas como el recubrimiento del hormigón. Este equipo determina con rapidez y precisión la orientación de las barras de refuerzo metálicas en el hormigón.

Antes de llevar a cabo cualquier trabajo, es vital el identificar la localización, orientación y grosor de la cobertura del hormigón sobre las barras de refuerzo metálicas. También es muy útil el establecer cuáles son las condiciones existentes de las estructuras metálicas e identificar las posibilidades de corrosión. Esto permitirá un buen desarrollo de los trabajos de mantenimiento.



**Gráfico 99.** Cover Master localiza el refuerzo

La ubicación de la prueba tiene que ser un mínimo de 100 mm de los bordes y las esquinas, de lo contrario las grietas radiales puede convertirse en retirada. Si más de una prueba es necesaria en la misma área, las pruebas se colocan en la misma capa horizontal con una distancia interior de al menos 200 mm, 300 mm como máximo. Se recomienda probar un mínimo de dos insertos de Capo-Test en la misma zona, y el uso de la media como una observación.

### **7.5.2. La heterogeneidad del centro del agujero, la planificación de la superficie y el raspador de cavidad**

Para llevar a cabo correctamente la toma de muestras del agujero del centro, la planificación de la superficie y la colocación de los equipos, se aconseja el uso de la placa de succión para controlar las operaciones que se describen en la sección 7.5.2.1 a continuación. No obstante, si se usa la placa de succión puede ser imposible que la superficie sea muy permeable, áspera, tenga curvas o si el espacio es limitado.

#### **7.5.2.1. Las pruebas con la placa de succión**

- a. Con un marcador se marca el área destinada para la prueba.



**Gráfico 100.** Se marca la superficie

- b. Una vez seleccionada la superficie donde se va a desarrollar la prueba se procede a conectar la bomba de agua a la placa de succión.



**Gráfico 101.** Se conecta la bomba de agua

- c. Las dos pinzas de sujeción azul se conectan a la placa de succión con las tuercas para que no existe ningún movimiento y quede totalmente estático.
- d. La manguera de aspiración está conectada a la toma de admisión de la placa de succión.



**Gráfico 102.** La placa de vacío conectado a la superficie de hormigón.

- e. Active la bomba y presione la placa contra la superficie del hormigón.
- f. Un claro cambio en la emisión de sonido desde la bomba de vacío se puede escuchar cuando el vacío es creado. El indicador de vacío mostrará la depresión.

#### **7.5.2.2. Perforación del agujero central**

- a. Se procede a colocar la broca para concreto de 18.0 mm de diámetro en el taladro, comprobando que esté bien sujetado al mismo.



**Gráfico 103.** Taladro + Broca

- b.** Ajustar las pinzas y apretarlas a la placa.
- c.** Una manguera puede estar conectada a la boquilla de salida de aguas residuales para ser rociada.
- d.** Activar la inmersión bomba y esperar hasta que el agua fluye fácilmente a través del sistema.
- e.** A continuación, pulse axialmente en la taladradora y la broca de profundidad máxima. Asegúrese de que el agua fluya todo el tiempo y es de color con material de desecho.



**Gráfico 104.** Activar el taladro

- f.** Durante los trabajos de perforación la taladradora ha de ser extraído hacía atrás y así ir comprobando que la superficie perforada sea de 65mm, para permitir que el agua fluya de forma más eficiente para eliminar los residuos de material.



**Gráfico 105.** La perforación del orificio central

- g.** Realizado este procedimiento, la taladradora se desplaza hacia atrás. La pinza azul de fijación es liberada por mandos pulsando en la parte superior hacia abajo. Y al final la placa es removida.



**Gráfico 106.** El núcleo perforado en su totalidad 65 mm

- h.** Asegúrese de que el núcleo es eliminado en toda su longitud de la broca que es 65 mm, para que la unidad de expansión se inserte en el orificio. En caso contrario, seguir taladrando hasta conseguir los 65mm de profundidad, (quite las partículas de hormigón con las pinzas y enjuague con agua).

### **7.5.2.3. Planificación de la superficie**

- a.** La unidad de planificación está conectada a la taladradora y está conectado a la placa de succión.



**Gráfico 107.** Planificación de la superficie



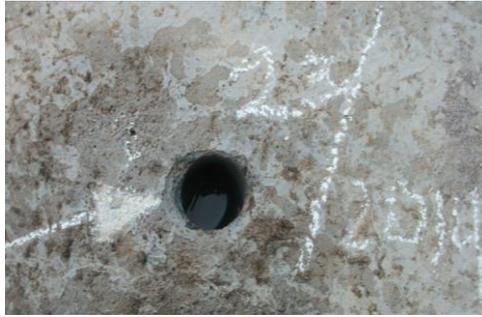
**Gráfico 108.** Superficie terminada

- b.** Se debe verificar que sea suficiente el suministro de agua por medio de la inmersión la bomba.



**Gráfico 109.** Suministro de agua

- c.** A continuación, la superficie debe ser completamente plana, como se ilustra en la figura a continuación. Si no fuera así el caso de ser plana la superficie se desecha la prueba y se debe realizar nuevamente en otra superficie siguiendo los pasos desde el inicio.



**Gráfico 110.** Superficie Plana

- d.** La pinza azul se libera pulsando los dos primeros botones hacia abajo y removiendo la unidad.

#### **7.5.2.4. Pulidor de superficie**

- a.** La superficie de prueba se debe pulir perpendicularmente al eje del agujero, de esta manera se asegura una falla correcta, esto se logra colocando una guía de latón en el agujero previamente taladrado.



**Gráfico 111.** Colocar Guía de Latón

- b.** Nuevamente se debe lubricar la zona de corte mediante el flujo del agua, no es necesario pulir hasta el tope, solamente hasta que se logre una superficie totalmente plana, usualmente esto se logra al taladrar aproximadamente 5 mm.



**Gráfico 112.** Superficie Pulida

#### **7.5.2.5. Raspador de Cavidad**

- a.** Ahora se tiene que crear una cavidad dentro del agujero, esta cavidad sirve para delimitar la expansión del anillo posteriormente utilizado.
- b.** El raspador de cavidad se inserta en el agujero del centro, verificando también que exista el suficiente suministro de agua de la boquilla (utilice sólo una cantidad limitada de agua), ver gráfico 113.



**Gráfico 113.** El raspador de cavidad se inserta en el Orificio perforado.

- c.** La máquina se pone en marcha, se mueve en forma circular más y más grande hasta que la superficie en el interior sea totalmente lisa y poder obtener la circunferencia total, ver flecha fig. 114. Mantener todo el tiempo presionada firmemente contra la superficie del hormigón como se muestra en la figura. Tenga en cuenta la posición de los dedos en la fig. 114.

- d. El raspador se debe mover lateralmente 3,5 mm, que es la mitad de la diferencia entre el diamante del raspador de cavidad (18 mm) y el router del eje (11 mm) diámetro. El raspador de cavidad generalmente tarda entre 10 y 15 segundos.
- e. Concluido esta actividad se apaga la máquina y el abastecimiento de agua antes de sacar el raspador.



**Gráfico 114.** Colocación de los dedos en el Raspador.

**NOTA:** Tenga en cuenta la posición de los dedos del técnico. Además el diámetro del hueco tiene que estar dentro la tolerancia 25,0 mm a 25,4 mm para que el Capo-Insert se pueda ampliar adecuadamente.

### **7.5.3. Ampliación del Capo-Inserts**

#### **7.5.3.1. Montaje de la unidad de expansión**

Todas las piezas deben estar limpias. Las roscas y la superficie por debajo del disco deslizante se impregnan con el Capo. Un nuevo Capo-Insert está instalado y se debe montar la unidad de expansión, como se muestra en las figuras siguientes:

- a) Se inserta primero que nada el perno de extracción superior en la cara superior de la tuerca, además el inserto se debe colocar tal y cual está en el siguiente gráfico.



**Gráfico 115.** El Capo-Insert

- b) Después se inserta el perno de extracción cónico a través del anillo, asegurándose de que la cara del anillo quede viendo hacia arriba.
- c) Posteriormente se introduce el conjunto a través de la cara inferior de la tuerca y se enrosca en el perno de extracción superior, solamente hasta hacer contacto con el anillo.



**Gráfico 116.** Sujetar la base (flecha) y pase el cono tornillo

**NOTA:** La línea (flecha) en la base de tornillo que quede a ras de la superficie de la tuerca cuando está completamente roscado.

- d) Se tiene que colocar el disco laminado para maniobrar la unidad de extensión fácilmente.



**Gráfico 117.** El disco deslizante (flecha) está montado al cuello de la prensa.

- e) Ahora se tiene que expandir el inserto con la ayuda de dos llaves, se sujeta la llave pequeña en el perno de extracción superior y la llave grande en la cara superior de la tuerca.



**Gráfico 118.** Totalmente expandido Capo-Insert.

- f) Se gira la llave aproximadamente de 9 a 10 veces para que el anillo se expanda completamente.
- g) Una vez alcanzada la expansión máxima, girar la llave ligeramente en dirección contraria, esto ayuda a eliminar las presiones laterales excesivas a los lados del anillo expandido.

**NOTA:** Si la profundidad es insuficiente, reanudar las perforaciones. Recuerde enjuagar con agua para quitar las partículas en especial en el hueco.

#### **7.5.4. Accesorio de la contrapresión y el acoplamiento**

- a) Se coloca el espaciador en la superficie de prueba



**Gráfico 119.** Colocar el Espaciador.

- b) A continuación, pase el acoplamiento en el tornillo de 2-3 rotaciones. Asegúrese de que las tres pequeñas pasadores del acoplamiento están apuntando hacia debajo de la superficie.



**Gráfico 120.** Colocar el Acoplamiento

#### **7.5.5. El acoplamiento de la máquina hidráulica**

- a) Ahora se tiene que preparar y posicionar la máquina de extracción, para esto se debe mover la manivela completamente hacia afuera, esto hará que las 3 anclas descendan completamente, así las anclas podrán ser enganchadas al acoplamiento con la ayuda de los orificios laterales.



**Gráfico 121.** Valor de contrapresión y acoplamiento instalado.

- b) Una vez realizado el paso anterior ya se puede girar la manivela a la velocidad deseada hasta sentir tensión y después mantener una velocidad constante y baja para no afectar la prueba.



**Gráfico 122.** Acoplamiento de la máquina hidráulica.

#### **7.5.6. Retirada de la máquina hidráulica**

Pulse el botón de activación medio segundo. Cuando se enciende el indicador y la pantalla muestra "0.0 " kN el indicador se pone a cero y tiene una precisión interna del 0,01 kN si se muestra " -0.0" volver. Se realiza de la siguiente forma:

- a) Pulse el botón de activación hasta que " ----" y " -00-", se indica.
- b) Suelte el botón. "0000" y el indicador se apaga
- c) Encienda el medidor. "0.0 " kN y el medidor se ha restablecido, mantener una mano en la pistola entre los dos cilindros de la máquina.



**Gráfico 123.** Encienda el medidor



- k) Con la ayuda de las correlaciones previamente hechas por GERMANN INSTRUMENTS, se puede encontrar la resistencia de compresión correspondiente al hormigón probado (**VER ANEXO 9.6**)

**Tabla 22.** Tabla de Correlaciones previamente hechas por GERMANN INSTRUMENTS

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
16.2	16.1	15.7	18.9	18.8	18.6
16.3	16.2	15.8	19.0	18.9	18.7
16.4	16.3	16.0	19.1	19.0	18.8
16.5	16.4	16.1	19.2	19.1	18.9
16.6	16.5	16.2	19.3	19.2	19.0
16.7	16.6	16.3	19.4	19.3	19.1
16.8	16.7	16.4	19.5	19.4	19.2
16.9	16.8	16.5	19.6	19.5	19.3
17.0	16.9	16.6	19.7	19.6	19.4
17.1	17.0	16.7	19.8	19.7	19.5
17.2	17.1	16.8	19.9	19.8	19.6
17.3	17.2	16.9	20.0	19.9	19.7
17.4	17.3	17.0	20.1	20.0	19.8
17.5	17.4	17.1	20.2	20.1	19.9
17.6	17.5	17.2	20.3	20.2	20.0
17.7	17.6	17.3	20.4	20.3	20.1
17.8	17.7	17.4	20.5	20.4	20.2
17.9	17.8	17.5	20.6	20.5	20.4
18.0	17.9	17.6	20.7	20.6	20.5
18.1	18.0	17.7	20.8	20.7	20.6
18.2	18.1	17.8	20.9	20.9	20.7
18.3	18.2	17.9	21.0	21.0	20.8
18.4	18.3	18.0	21.1	21.1	20.9
18.5	18.4	18.1	21.2	21.2	21.0
18.6	18.5	18.2	21.3	21.3	21.1
18.7	18.6	18.3	21.4	21.4	21.2
→ 18.8	18.7	→ 18.5	21.5	21.5	21.3

**Fuente:** Manual de Capo-Test de GERMANN INSTRUMENTS

- ✚ De acuerdo con la lectura del ensayo realizado en campo sobre un elemento estructural (muro) nos da como resultado 18.8 kN, y según las tablas de correlación previamente hechas por GERMANN INSTRUMENTS obtenemos 18.5 MPa, es decir un concreto con resistencia  $f'c = 188.7 \text{ kg/cm}^2$ . (**1MPa =10,2 kg/cm2**)

- l) Impresión de los datos de la prueba se realiza en la oficina como se indica en la sección 7.5.10

### **7.5.7. Lista de verificación para el equipo capo-test**

Verificar las piezas mencionadas está disponible y limpiar la unidad de diamante:

El diámetro de la broca es rojo mínimo 18 mm

- **Raspador de Cavidad**

La distancia desde el router a la brida es 25 mm (utilice la pieza de separación)

- **Unidad de expansión**

Las roscas se adaptan sin problemas

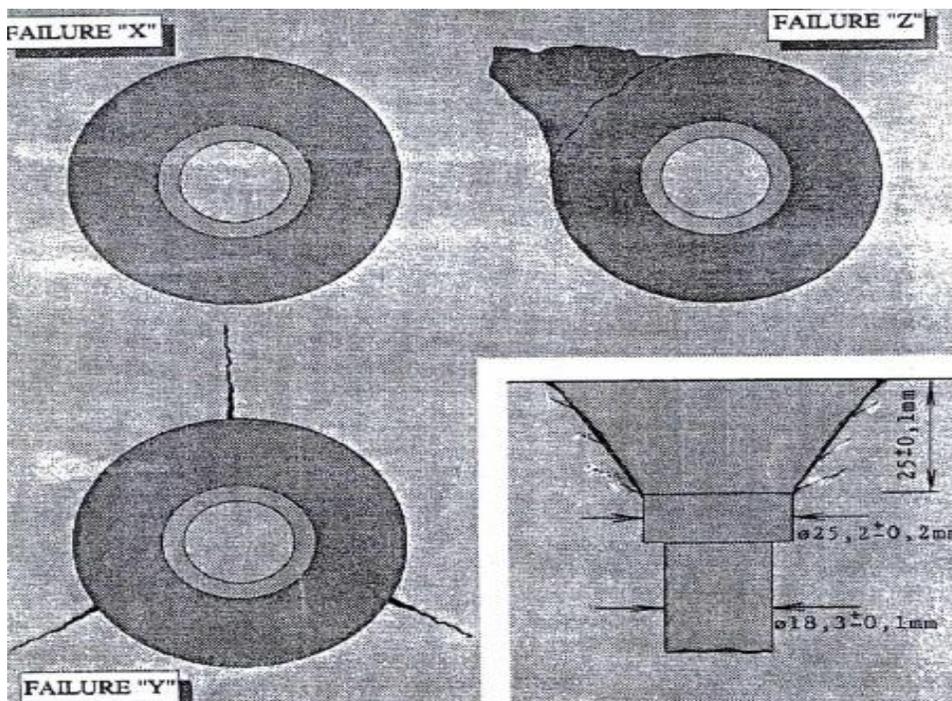
### **7.5.8. Criterios de aceptación para realizar correctamente el Capo-Test**

En la siguiente sección se detallan criterios de actuación para realizar correctamente las pruebas con el Capo-Test. Sólo el fracaso en la superficie del hormigón se evalúa. La razón de que los criterios son dados así.

#### **7.5.8.1. Borde agudo producido por la contra presión.**

El borde circular izquierdo sobre la superficie del hormigón de la presión de 55 mm de diámetro interior, tiene que ser fuerte.

- ✓ El borde tiene que ser como se ilustra en la figura anterior, tipo de falla "X".
- ✓ Si el agrietamiento radial - tipo de falla "Y" - o cuarteamientos - tipo de falla "Z" se observa, la prueba es rechazada. Esto sucede si la distancia mínima del centro de la prueba a los bordes o esquinas es menos de 100 milímetros.
- ✓ El tipo de fallo "Z" con fisuras del hormigón se produce porque la superficie de las pruebas no ha sido uniforme o si la línea central de la pieza no ha sido perpendicular a la superficie las pruebas.
- ✓ Tipos de error "Y" y "Z" producirán demasiado baja la lectura de las fuerzas.



**Gráfico 125.** Posible Capo-Test fracasos. Sólo falla tipo "X" es aceptable.

**Fuente:** Manual de Capo-Test de GERMANN INSTRUMENTS

#### **7.5.8.2. Ningún borde**

No debe haber ningún borde afilado o ininterrumpido entre el hormigón colocado y el cono hueco de la superficie del hormigón. Si ese es el caso el borde indica que el Capo-Inserts no ha sido completamente extendido. El resultado de la prueba debe ser rechazada si hay un borde entre el hueco y la superficie del cono.

#### **7.5.8.3. Ausencia de cuerpos extraños en la superficie**

Si los cuerpos extraños como los cables térmicos o partes de madera se encuentran en la superficie, la prueba debería ser rechazada, por la sencilla razón de que es la fuerza del concreto que se debe probar.

#### **7.5.9. Reparación de agujeros**

El fallo puede ser dejado sin ninguna reparación si está permitido por el supervisor. Por otra parte, el orificio puede ser parchado con mortero modificado tras el orificio

se ha fundido libre de polvo y la superficie preparada con un pegamento. El mortero debe aplicarse cuando el adhesivo todavía está húmedo.

## 7.5.10. Impresión de los resultados de la prueba en la oficina

### 7.5.10.1. Instalación del software Amigas II

- ✚ Inserte el CD-ROM en la unidad de CD-ROM del ordenador. La instalación del programa iniciará automáticamente. Aparecerá la siguiente ventana:

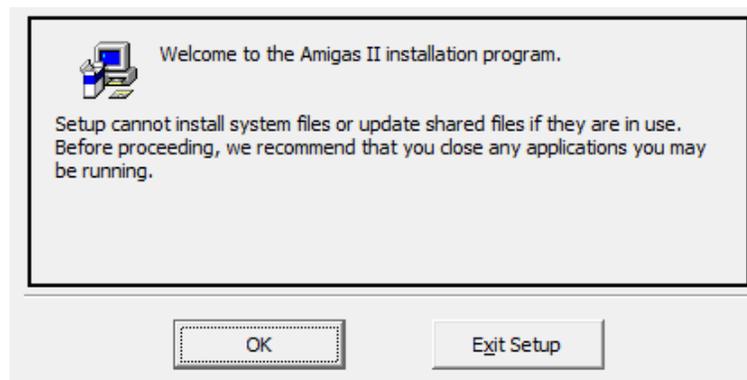


Gráfico 126. Instalación del Programa

- ✚ Si la instalación no se inicia automáticamente, de la siguiente manera: En el menú "Inicio", seleccione "Ejecutar" y escriba D: \Amiglnst.exe (D: es la unidad de CD-ROM, puede ser llamado por cualquier otra carta), y pulse Intro.
- ✚ Pulse el botón "OK" y aparecerán las siguientes ventanas.

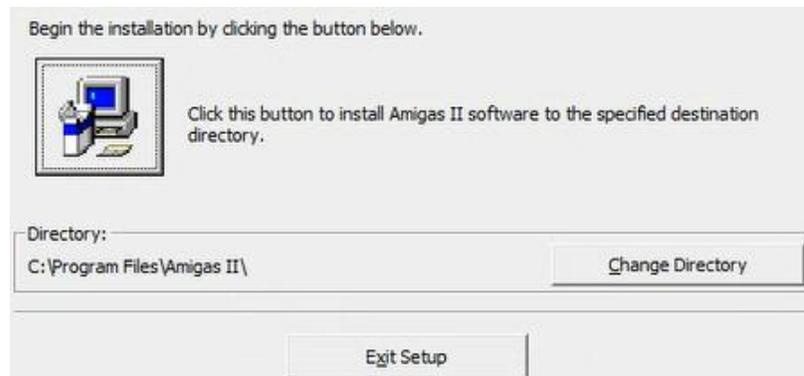


Gráfico 127. Insertar el CD-ROM

- ✚ Para instalar el programa en el directorio, pulse sobre el botón que se muestra. Para cambiar el directorio, pulse el botón "Cambiar directorio" - botón e introduzca la alternativa directorio.
- ✚ Una vez que el Directorio es elegido y el botón se ha activado, aparecerá la ventana siguiente aparecen:

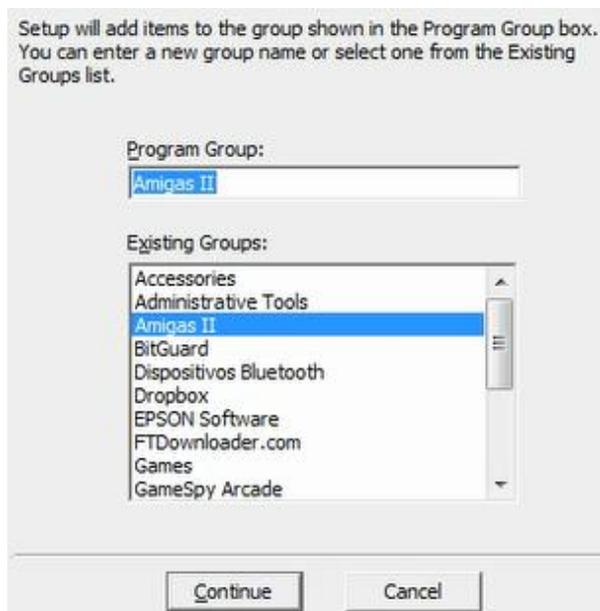


Gráfico 128. Elegir el directorio

- ✚ Para aceptar el grupo de programa, pulse Continuar. Cuando el programa está instalado correctamente aparece la siguiente ventana:

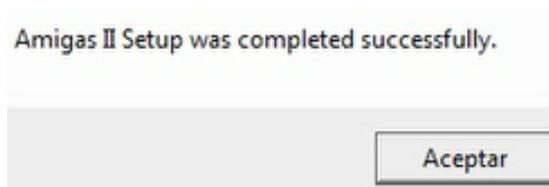


Gráfico 129. Aceptar la Instalación

#### 7.5.10.2. Ejecuta el programa Amigas II

- ✚ Conecte el cable suministrado con la Máquina electrónica al conector de la máquina y por ejemplo, el puerto COM I del equipo.

- ✚ Encender la máquina electrónica pulsando el botón de la máquina y manteniendo la tecla presionada hasta que "PO" aparece en la pantalla. A continuación, suelte el botón.
- ✚ Iniciar el programa Amigas II. Seleccionar el menú "Inicio" y, a continuación, las carpetas "Programas", "Amigas II" y la subcarpeta Amigas II. La siguiente ventana aparecerá:



**Gráfico 130.** Iniciar el Programa

- ✚ Seleccionar el puerto "com" en el ordenador donde está conectado el cable y, a continuación, pulse el Connect-botón. El instrumento número, fecha de fabricación, fecha de la última calibración, mediciones por instrumentos (número total de mediciones realizadas hasta el momento con el instrumento, máximo 65,000) y nuevas lecturas (máximo 512 se almacenan en la memoria y en el número que se muestra será el número de lecturas que se hacen desde la última transferencia ya se hizo) se muestra en la figura.
- ✚ Todos los datos que se descargan se guardarán en una base de datos con el nombre Amigas II.mdb en el directorio en el que está instalado el software.
- ✚ Para leer los datos de la Máquina pulse el botón "Leer datos"



Gráfico 131. Leer Nuevos Datos

✚ Por favor tenga en cuenta sólo los datos nuevos se va a descargar. Los datos anteriores no se muestran en la pantalla. Para mostrar los datos que se han descargado ahora, pulse el botón de lectura de datos como se muestra a continuación:

PRESIONE EL BOTÓN  
“LECTURA DE DATOS”



Gráfico 132. Lectura de datos

- ✚ Los datos descargados ahora se mostrarán cómo se muestra a continuación. Para hacer un informe pulse el hacer Informe de botón.
- ✚ Para imprimir un informe pulse el botón "Imprimir informe" y un informe será mostrado como por ejemplo se muestra a continuación. Para imprimir el informe pulse el icono de la impresora en la parte superior izquierda como se ilustra.

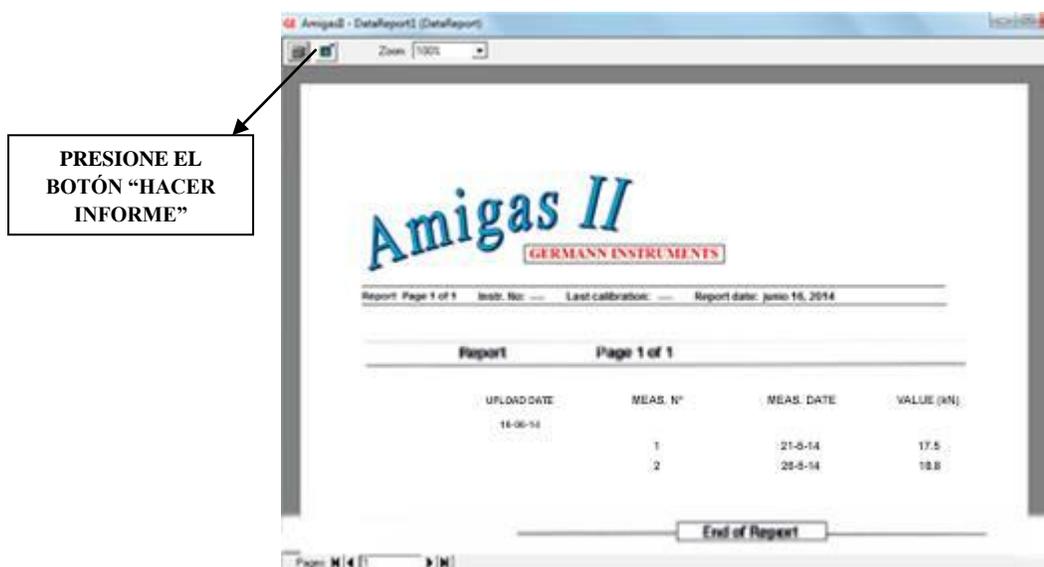
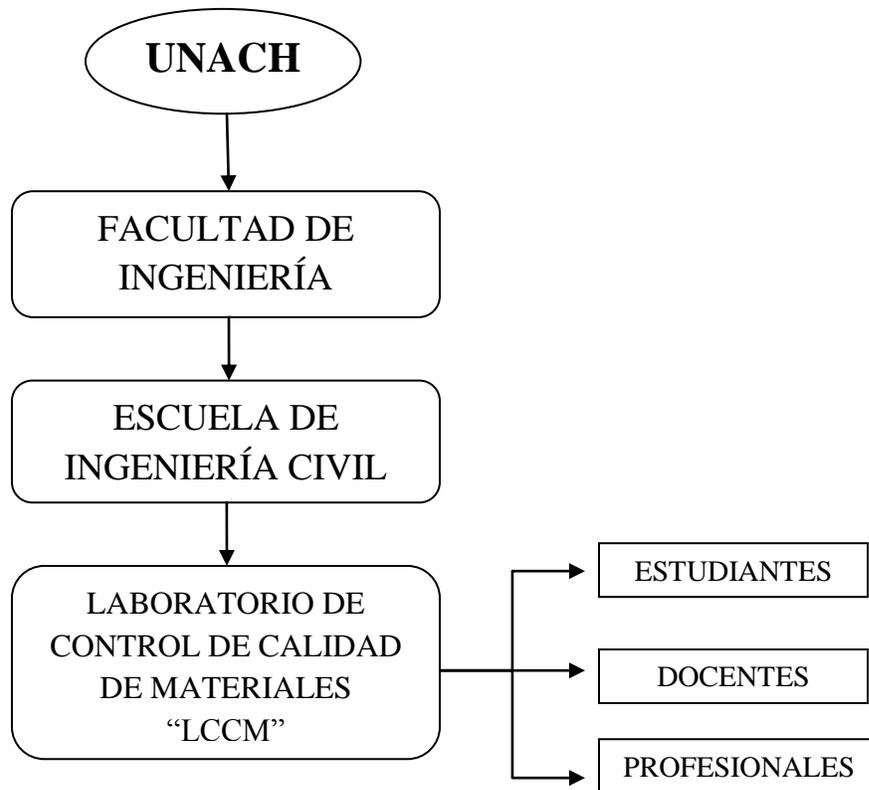


Gráfico 133. Imprimir Informe Final

## 7.6. SUPERVISIÓN TÉCNICA

Para la utilización de los equipos de Capo-Test se necesita de un técnico especializado y con experiencia en todo lo que es la realización del ensayo de compresión de elementos estructurales en el lugar; ya que si no fuera el caso los equipos podrían sufrir daños o desperfecciones lo cual afectaría directamente en la realización de los ensayos, cabe recalcar que dichos equipos si representan un costo económico elevado por lo que se debe tener mucho cuidado y precaución.

## 7.7. DISEÑO ORGANIZACIONAL



## 7.8. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta se encamina con el fin de que los estudiantes, docentes, profesionales en general de la rama de Ingeniería Civil puedan aplicar estos procedimientos para la utilización del equipo Capo-Test para así mejorar los conocimientos de los equipos existentes en lo que es el área de la construcción.

En función del cumplimiento de la propuesta se sugiere que las autoridades de la escuela de Ingeniería Civil autoricen directamente a los encargados del Laboratorio de Control de Calidad de Materiales que faciliten a sus estudiantes y docentes los equipos de Capo-Test para que se vayan familiarizando y estar al tanto del funcionamiento del mismo. Además se puede realizar un monitoreo mediante encuestas para saber si les sirvió o no lo descrito en la propuesta, después de haber utilizado y aplicado los procedimientos paso a paso para la utilización del Capo-Test.

## 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.
- ASTM C 900-99: Método de prueba estándar para resistencia al arrancamiento del hormigón endurecido".
- BS 1881: Parte 207:1999: "Las pruebas concretas, recomendaciones para la evaluación de hormigón por cerca de superficie pruebas".
- CHAUCA – TENELEMA, Diego – Blanca (2011), Tesis: “Determinación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Aproximada del Barrio El Esfuerzo 1”
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC -11), 2011.
- PAGUAY - TRUJILLO, José - Manuel (2010), Tesis: “Evaluación de la construcción informal de edificaciones en zonas urbano marginales de la ciudad de Riobamba”.
- Petersen, C. G.: "Capo-Test" Nordisk Betong, 1980, n. 5-6.

- Petersen, C. G.: "Lok-Test Capo-Test retirada y pruebas, veinte años de experiencia", Proceedings, Ensayos No Destructivos en Ingeniería Civil, Universidad de Liverpool, Abril 8-1 L.ª, 1997.
- 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.
- [http://es.wikibooks.org/wiki/Patolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_edificaci%C3%B3n/Clasificaciones/Superficiales/Reparaci%C3%B3n](http://es.wikibooks.org/wiki/Patolog%C3%ADa_de_la_edificaci%C3%B3n/Clasificaciones/Superficiales/Reparaci%C3%B3n)
- <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/construccion-el-70-por-ciento-no-es-sismo-resistente-100421-100421.html>.
- [http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPMJ10/d3005\\_spmj10.html](http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPMJ10/d3005_spmj10.html)
- <http://www.acerosarequipa.com/maestro-obra/manualesdigitales>.
- [http://www.inopave.com/en/Products/NDT/lab\\_advtest\\_detail.asp?ProductID=141](http://www.inopave.com/en/Products/NDT/lab_advtest_detail.asp?ProductID=141)

## CAPÍTULO IX

### 9. ANEXOS

#### 9.1. FICHAS DE CAMPO

##### ENCUESTA DE REACCIÓN SOCIAL ANTE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

“Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas construidas en los barrios urbano marginales de la ciudad de Riobamba”

FECHA: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

- |  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. ¿LE INTERESA SABER SI SU VIVIENDA ES VULNERABLE ESTRUCTURALMENTE? ¿Por qué?   | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. ¿ESTÁ DISPUESTO A COLABORAR EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO? ¿Por qué?   | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. ¿SU VIVIENDA SE HA CONSTRUÍDO CON UN PROFESIONAL A CARGO? ¿Por qué?   | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. ¿LOS PLANOS Y ESTUDIOS DE SU VIVIENDA FUERON APROBADOS POR LA MUNICIPALIDAD DE RIOBAMBA? ¿Por qué?                                      | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. ¿QUÉ PUNTO DE VISTA TIENE ACERCA DE LA LABOR DE INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO                                  | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. ¿LE INTERESARÍA SABER LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACION? ¿Por qué?   | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. ¿CONOCE USTED QUIÉN ES EL ENTE ENCARGADO DE REALIZAR GESTION DE DESASTRE EN CASO DE UN TERREMOTO O DESLIZAMIENTO DE SUELOS EN RIOBAMBA? | SI                       | NO                       |
| _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

##### AUTORIZACIÓN VISITA TÉCNICA

BARRIO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

PROPIETARIO: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: \_\_\_\_\_

AUTORIZO: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

En caso de NO indicar el motivo: \_\_\_\_\_

VISITÓ ESTE DOMICILIO (Nombre de Encuestador): \_\_\_\_\_

NOTA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
FIRMA TÉCNICO  
C.I. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
FIRMA PROPIETARIO  
C.I. \_\_\_\_\_

## 9.2. FICHAS DE UBICACIÓN

**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

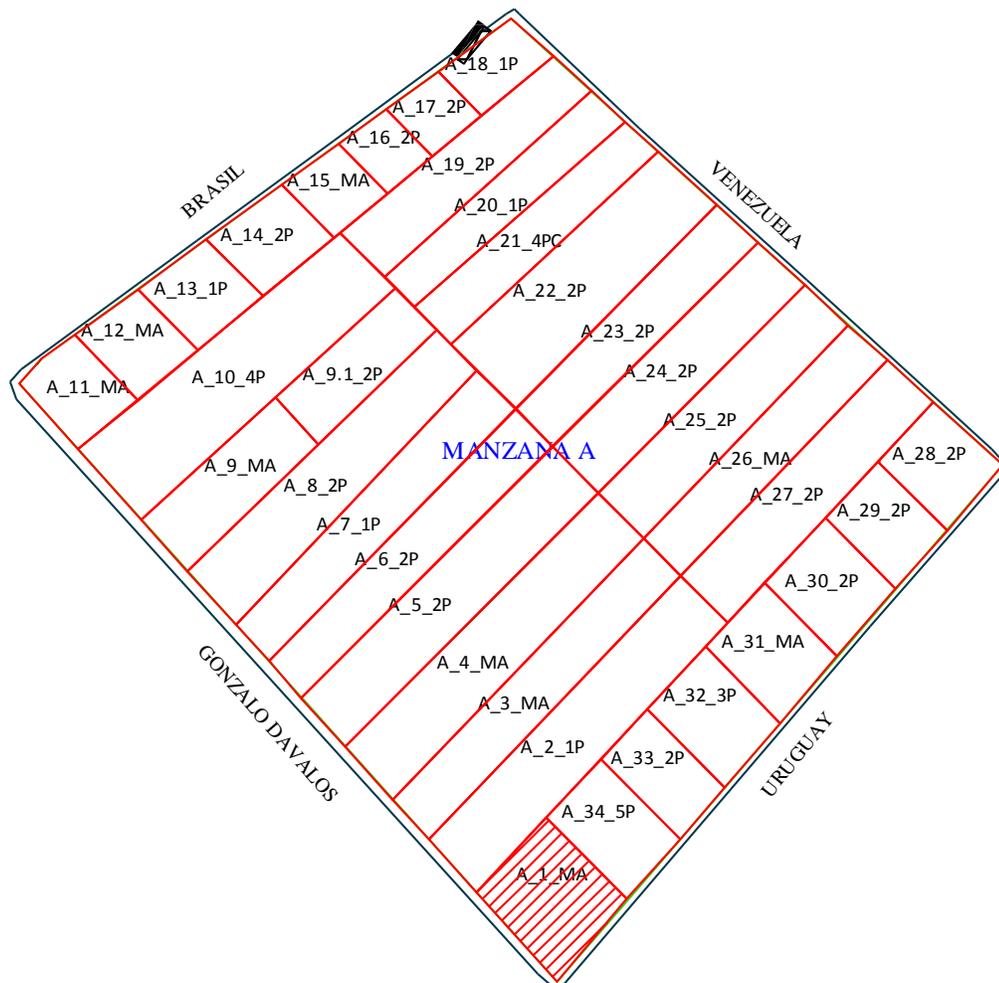
**SECTOR:** La Victoria

**FECHA:** Agosto del 2013

**RESPONSABLE:** David López

**PROPIETARIO:** MARÍA GUAMBO

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

- **2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

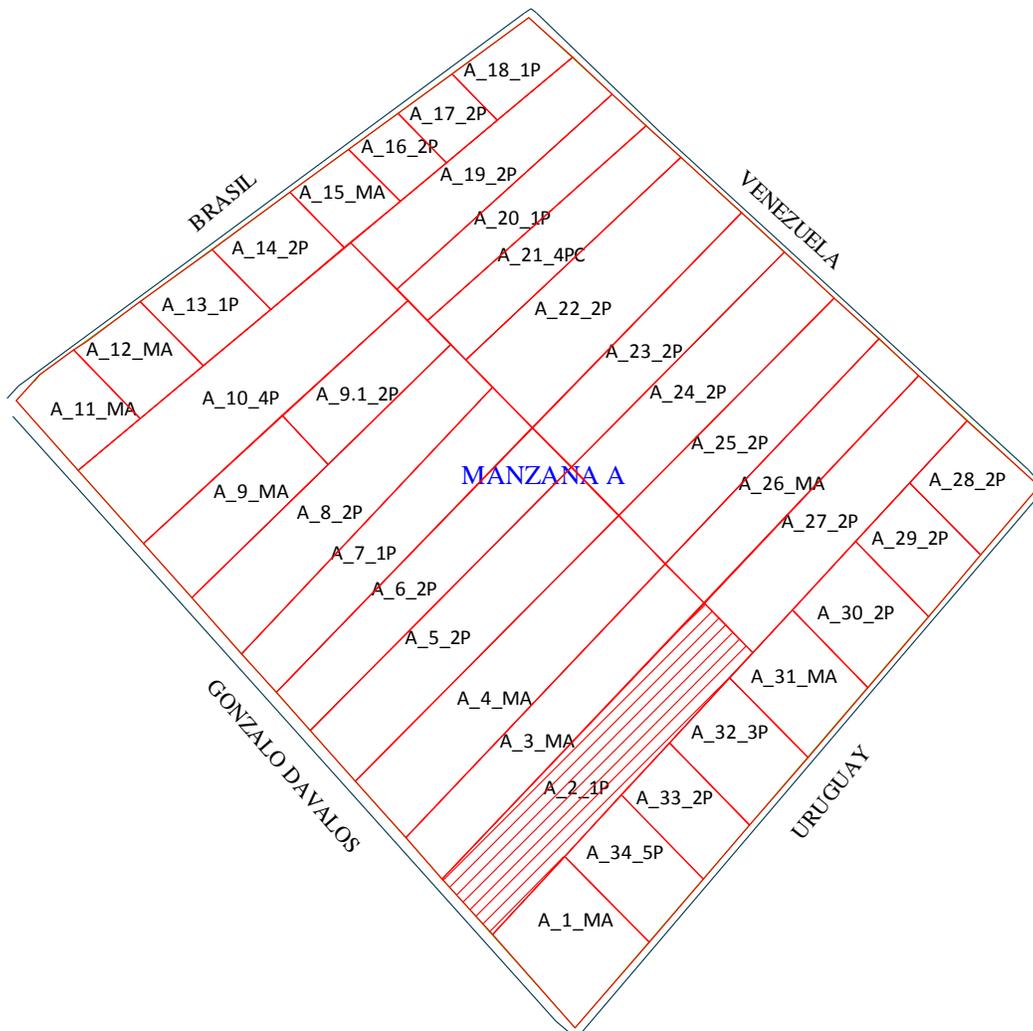
**SECTOR:** La Victoria

**FECHA:** Agosto del 2013

**RESPONSABLES:** David López

**PROPIETARIO:** ELBA SANTILLÁN

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

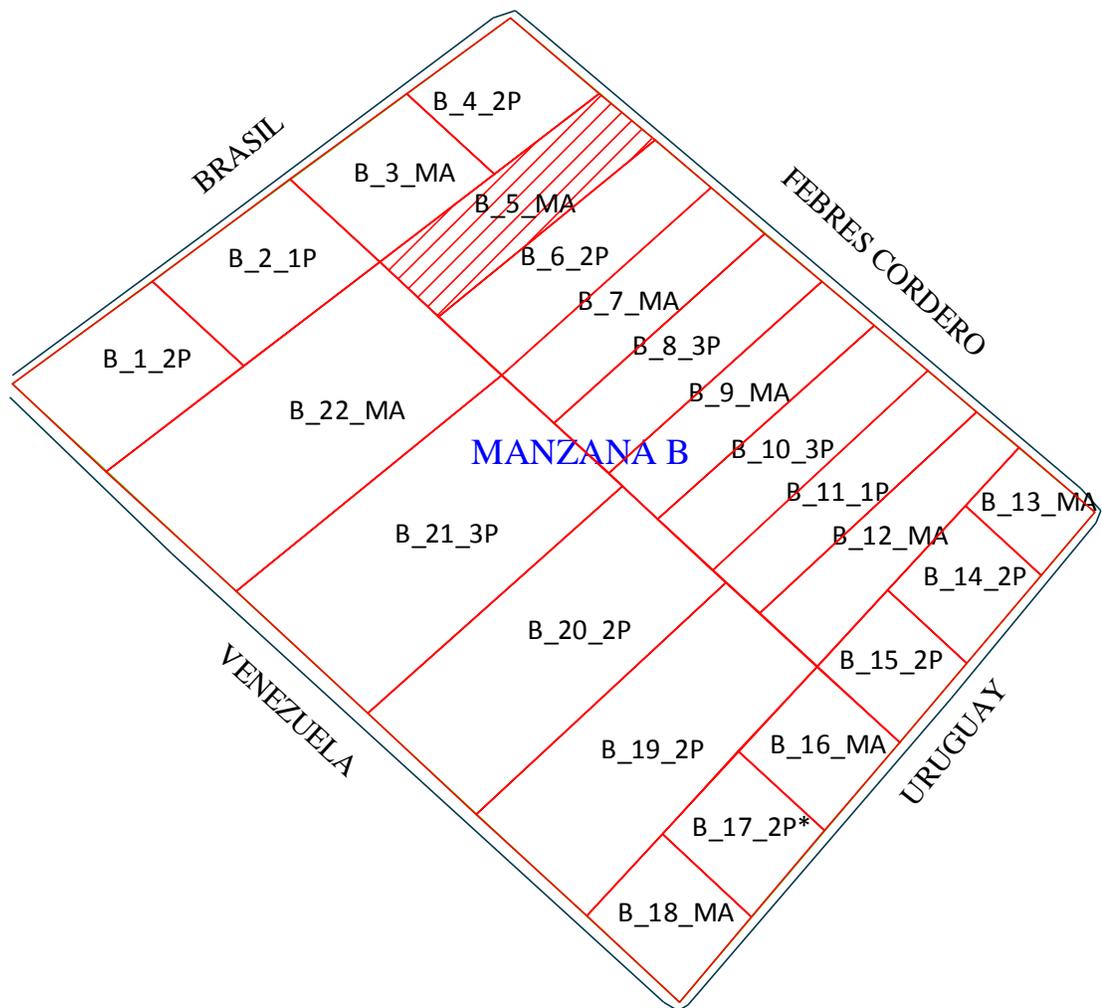
**SECTOR:** La Victoria

**FECHA:** Agosto del 2013

**RESPONSABLES:** David López

**PROPIETARIO:** ROMERO SANDRA

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

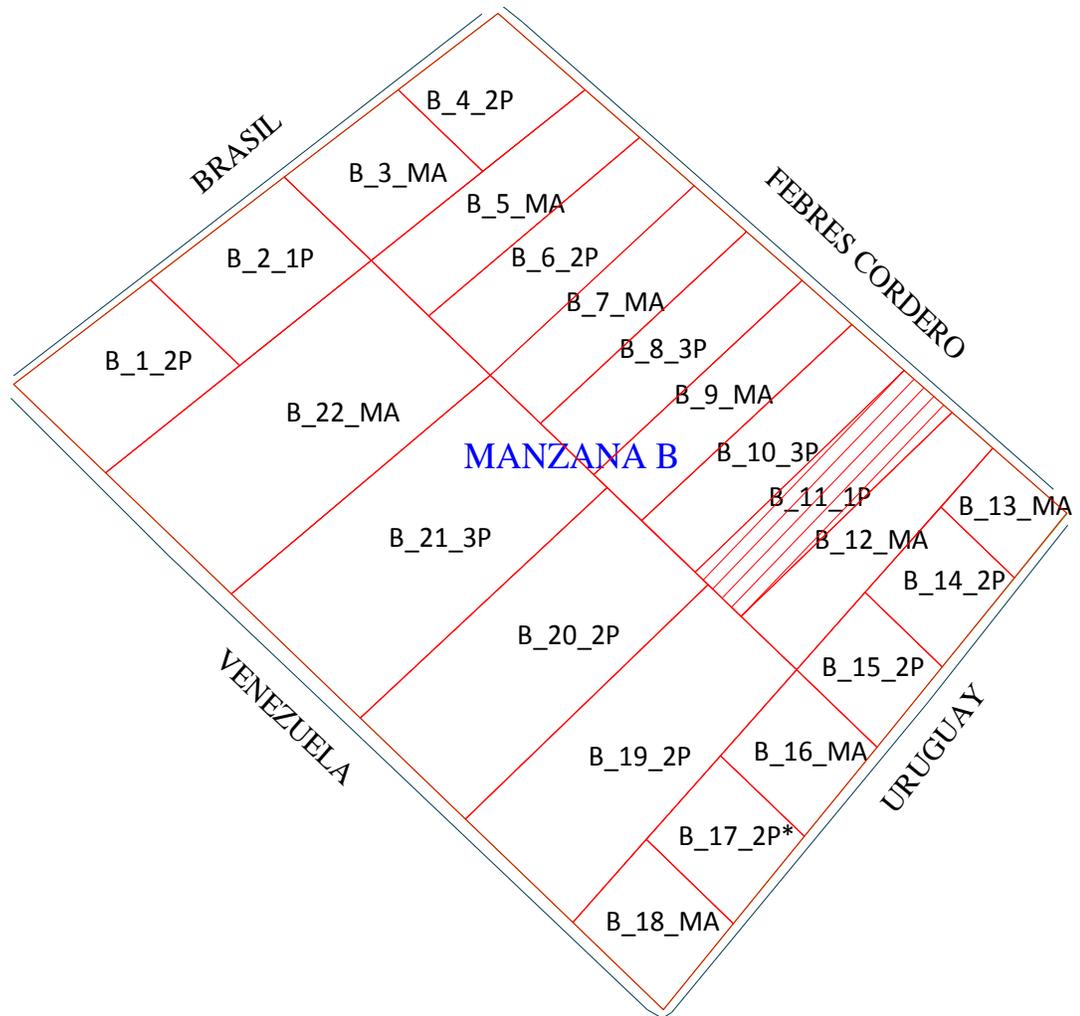
**SECTOR:** La Victoria

**FECHA:** Agosto del 2013

**RESPONSABLES:** David López

**PROPIETARIO:** GALÁRRAGA LUIS

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

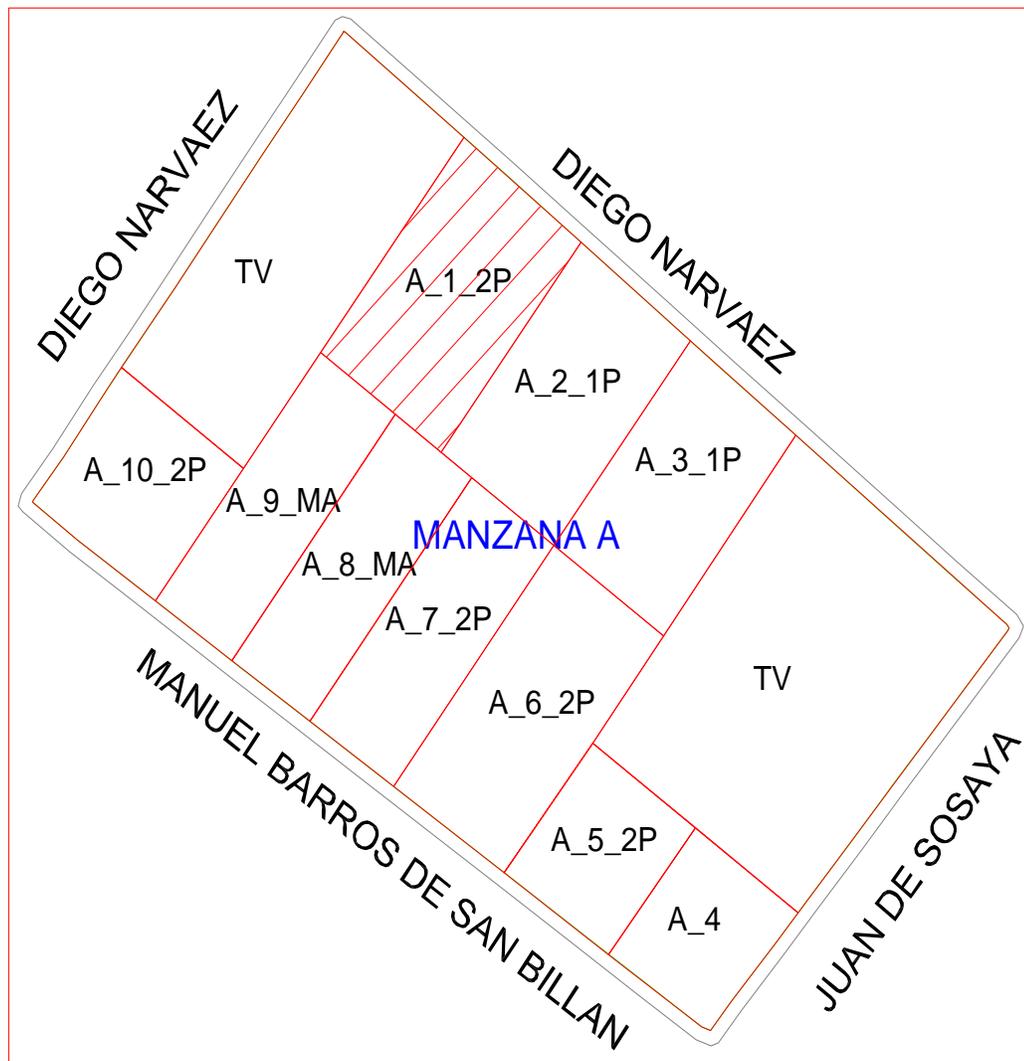
**SECTOR:** Miraflores

**FECHA:** Julio del 2013

**RESPONSABLE:** David López

**PROPIETARIO:** MERO DAVID

**CROQUIS:**

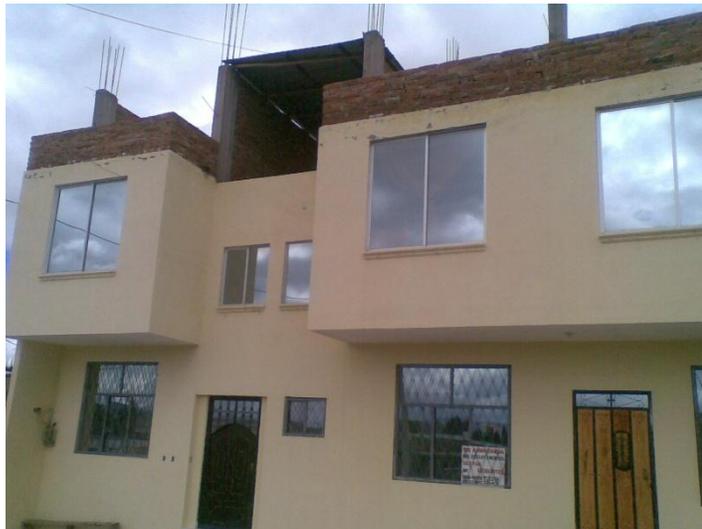


**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

- **2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

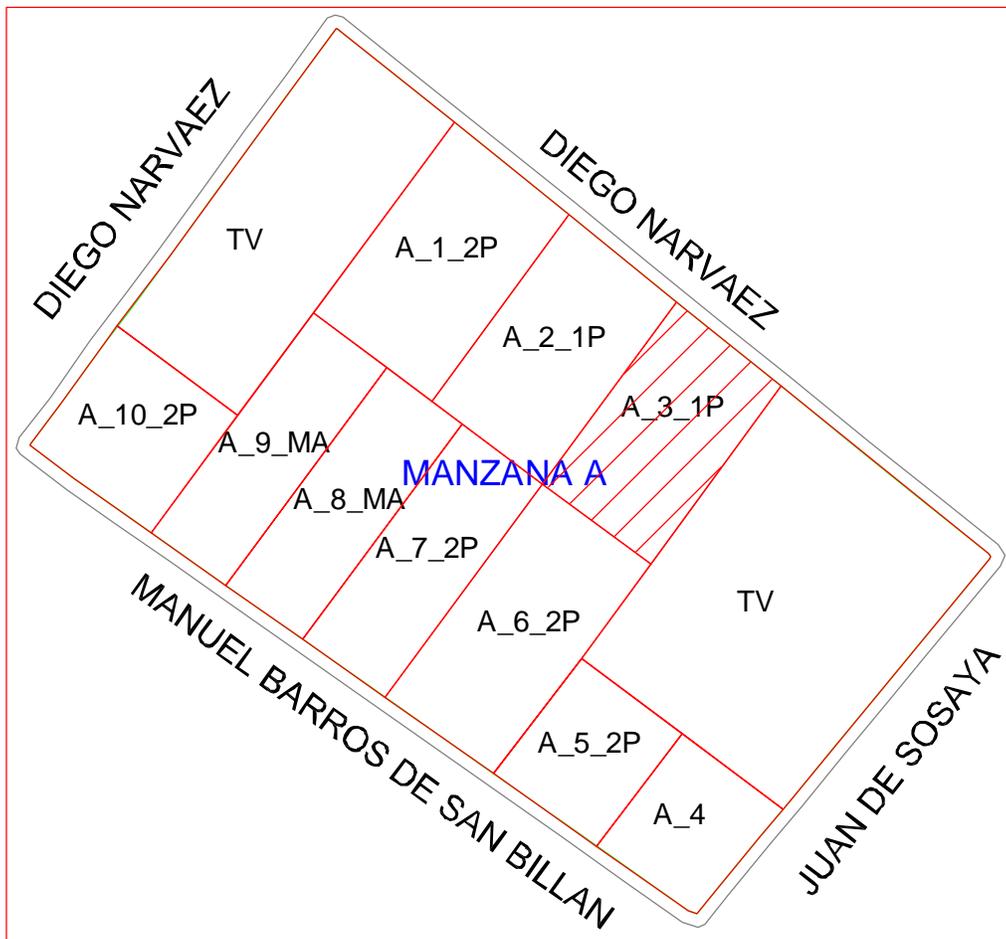
**SECTOR:** Miraflores

**FECHA:** Julio del 2013

**RESPONSABLES:** David López

**PROPIETARIO:** TELENCHANO GERMAN

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



Se observó que la vivienda está construida con columnas que no cumplen la dimensión mínima requerida, en esta caso se observa en la fotografía columnas de 0,15 x 0,15 cm; con varilla de 8mm y estribos de 6mm



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

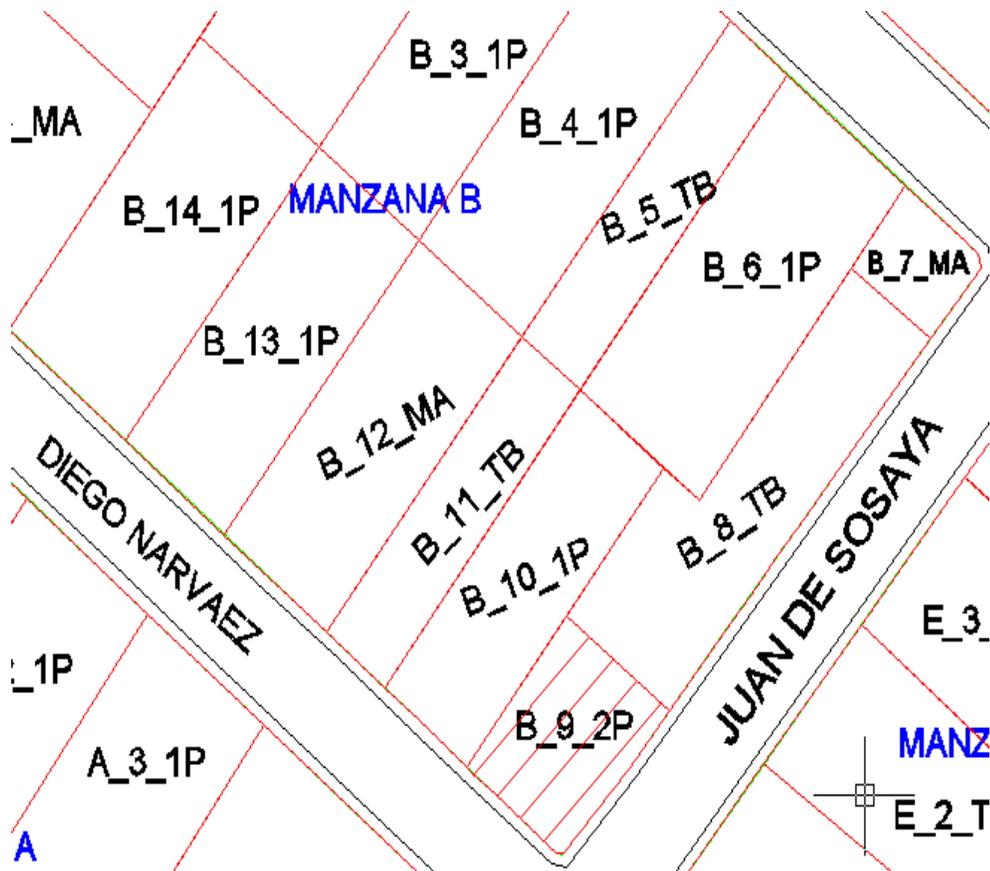
**SECTOR:** Miraflores

**FECHA:** Julio del 2013

**RESPONSABLES:** David López

**PROPIETARIO:** MUSHO MIGUEL

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



**PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

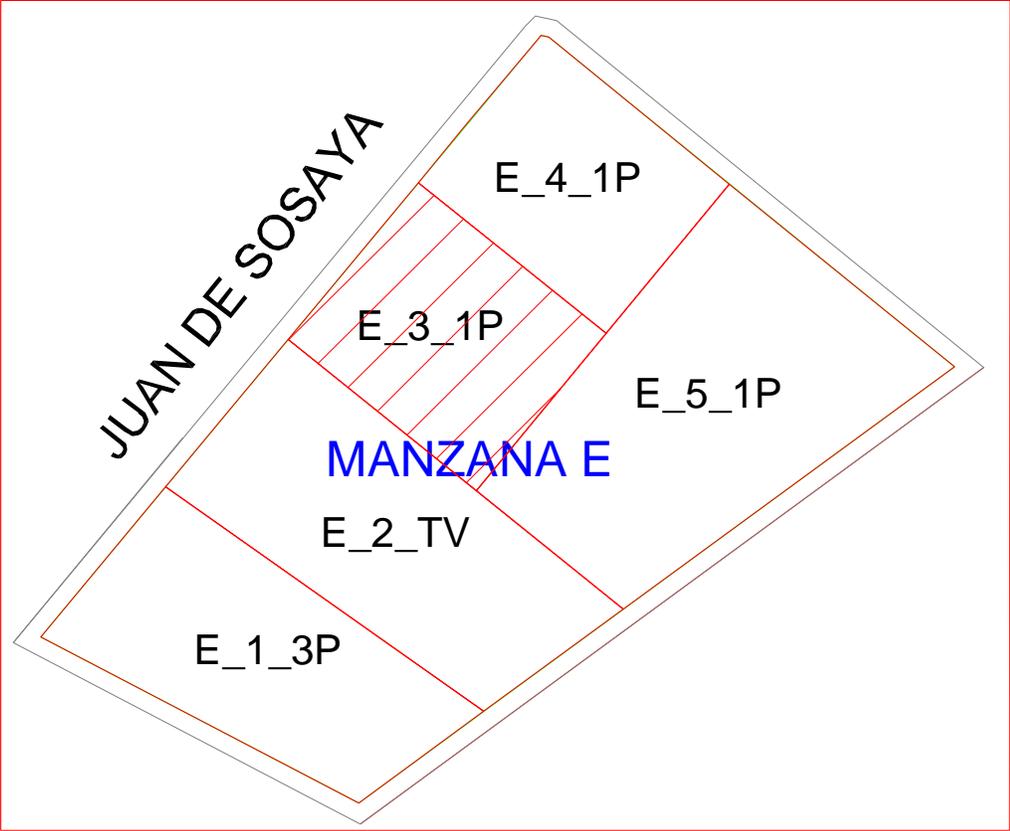
**SECTOR:** Miraflores

**FECHA:** Julio del 2013

**RESPONSABLES:** David López

**PROPIETARIO:** CALUMA JHANETE

**CROQUIS:**



**OBSERVACIONES:**

El trabajo que se ejecutó fue sin Novedad

**ANEXOS:**

**1. 2 FOTOGRAFÍAS DE LA VIVIENDA**



### 9.3. ENSAYOS DE ESCLERÓMETRO

#### 9.3.1. Tabla de Resistencia del Hormigón

PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN TRES BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
ESCLEROMETRO ILLINOIS ASTM 805-08					
IMPACT ANGLE $\alpha$					
R	$\alpha-90^\circ$	$\alpha-45^\circ$	$\alpha 0^\circ$	$\alpha+45^\circ$	$\alpha+90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	110	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
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

25	170	160	150	140
26	198	185	175	165
27	210	200	190	180
28	220	210	200	190
29	238	220	210	200
30	250	238	220	210
31	260	250	240	230
32	280	265	255	245
33	290	280	270	260
34	310	290	280	270
35	320	310	300	280
36	340	320	310	290
37	350	340	330	300
38	370	350	340	310
39	380	370	360	320
40	400	380	370	330
41	410	400	390	340
42	425	415	400	350
43	440	430	420	360
44	460	450	440	370
45	470	460	450	380
46	490	480	470	390
47	500	495	485	400
48	520	510	500	410
49	540	525	515	420
50	550	540	530	430
51	570	560	550	440
52	580	570	560	450
53	600	590	580	460
54	over 600	over 600	580	550
55	over 600	over 600	600	570

### 9.3.2. Fichas de Resultados de Esclerómetro – Barrio La Victoria

INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:		DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:		ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:		URUGUAY Y GONZALO DAVALOS		NÚMERO DE DATOS:	10
BARRIO:		LA VICTORIA	PROPIETARIO:	ELBA SANTILLÁN	
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 25*30 ) cm		LOSA (20)cm		
1			34		
2			35		
3			36		
4			35		
5			35		
6			34		
7			33		
8			35		
9			34		
10			32		
PROMEDIO		34.3		29.5	
RESISTENCIA fc (kg/cm2)		266.00		244.00	

INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:		DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:		ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:		URUGUAY Y GONZALO DAVALOS		NÚMERO DE DATOS:	0
BARRIO:		LA VICTORIA	PROPIETARIO:	ROSARIO CARRION	
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 30*30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1			28		
2			27		
3			27		
4			28		
5			28		
6			27		
7			27		
8			28		
9			26		
10			28		
PROMEDIO		27.4		27.4	
RESISTENCIA fc (kg/cm2)				214.00	

INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:		DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:		ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:		URUGUAY Y GONZALO DAVALOS		NÚMERO DE DATOS:	10
BARRIO:		LA VICTORIA	PROPIETARIO:	SEGUNDO MACHADO	
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 25*25 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1			28		
2			27		
3			27		
4			25		
5			28		
6			25		
7			29		
8			28		
9			28		
10			28		
PROMEDIO		27.3		27.3	
RESISTENCIA fc (kg/cm2)				213.00	

INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:		DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:		ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:		URUGUAY Y GONZALO DAVALOS		NÚMERO DE DATOS:	10
BARRIO:		LA VICTORIA	PROPIETARIO:	SEGUNDO MACHADO	
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 30*30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1			25		
2			25		
3			25		
4			25		
5			25		
6			25		
7			26		
8			26		
9			25		
10			26		
PROMEDIO		25.3		25.3	
RESISTENCIA fc (kg/cm2)				185.40	

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	URUGUAY Y GONZALO DAVALOS	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	A_8_2P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	WILTER ZAMBRANO		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 25*20 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		28		
2			26		
3			26		
4			24		
5			25		
6			26		
7			25		
8			25		
9			26		
10			26		
PROMEDIO			25.7		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)			192.60		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	GONZALO DAVALOS Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	A_13_1P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	CELIA GUEVARA		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 20x30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		25		
2			25		
3			26		
4			25		
5			24		
6			26		
7			26		
8			26		
9			26		
10			26		
PROMEDIO			25.5		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)			189.00		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	GONZALO DAVALOS Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	A_14_2P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	MAYRA PAILACHO		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 25*25 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	28		25		
2	28		28		
3	27		27		
4	29		26		
5	28		26		
6	28		26		
7	28		26		
8	29		28		
9	27		28		
10	27		26		
PROMEDIO	27.9		26.6		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	178.50		205.20		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	GONZALO DAVALOS Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	A_17_2P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	MARIO GUEVARA		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 30*30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	30		26		
2	30		26		
3	31		28		
4	29		26		
5	29		28		
6	28		26		
7	30		26		
8	30		28		
9	29		26		
10	30		26		
PROMEDIO	29.6		26.6		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	202.00		205.20		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
Columna			0°	
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL		NÚMERO DE DATOS:	10
			CÓDIGO	A_18_1P
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	ANDREA SALAZAR	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 30x30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	26		
2		26		
3		26		
4		28		
5		27		
6		26		
7		27		
8		26		
9		27		
10		29		
PROMEDIO	26.8			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	207.60			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
Columna			0°	
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL		NÚMERO DE DATOS:	10
			CÓDIGO	A_19_2P
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	VICTOR MENDEZ	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25x20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	25		
2		24		
3		24		
4		25		
5		25		
6		25		
7		26		
8		24		
9		24		
10		22		
PROMEDIO	24.4			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	174.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
Columna			0°	
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL		NÚMERO DE DATOS:	10
			CÓDIGO	A_20_1P
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	VICTOR MENDEZ	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25x20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	28		
2		28		
3		28		
4		28		
5		29		
6		29		
7		29		
8		29		
9		30		
10		27		
PROMEDIO	28.5			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	229.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
Columna			0°	
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL		NÚMERO DE DATOS:	10
			CÓDIGO	A_22_2P
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	LUIS SANCHEZ BONILLA	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25x30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	25		
2		25		
3		25		
4		26		
5		26		
6		26		
7		26		
8		25		
9		27		
10		27		
PROMEDIO	25.8			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	194.40			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	10		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	CARMEN MARTINEZ		
No	DATO DE LECTURA		COLUMNA ( 25x30 ) cm		
	COLUMNA ( 25x30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		26		
			27		
			27		
			27		
			26		
			35		
			28		
			26		
			26		
			26		
PROMEDIO		27.4			
RESISTENCIA	fc (kg/cm2)	214.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	10		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	MILTON PARRA		
No	DATO DE LECTURA		COLUMNA ( 25x30 ) cm		
	COLUMNA ( 25x30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		27		
			27		
			27		
			26		
			26		
			25		
			26		
			28		
			28		
			26		
PROMEDIO		26.6			
RESISTENCIA	fc (kg/cm2)	205.20			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	10		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	MANUEL CHIROV		
No	DATO DE LECTURA		COLUMNA ( 30x30 ) cm		
	COLUMNA ( 30x30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		26		
			26		
			27		
			26		
			26		
			27		
			27		
			28		
			28		
			27		
PROMEDIO		26.8			
RESISTENCIA	fc (kg/cm2)	207.60			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	10		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	CATHERIN USCA		
No	DATO DE LECTURA		COLUMNA ( 25x30 ) cm		
	COLUMNA ( 25x30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		34		
			35		
			36		
			35		
			35		
			34		
			33		
			35		
			34		
			32		
PROMEDIO		34.3			
RESISTENCIA	fc (kg/cm2)	266.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	BRASIL Y VENEZUELA	NÚMERO DE DATOS:	10	
		CÓDIGO	B_1_2P	
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	GUERRA MARIA	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 35*30 ) cm	LOSA (20)cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	27		
2		29		
3		28		
4		28		
5		28		
6		27		
7		27		
8		28		
9		26		
10		27		
PROMEDIO	27.5			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	215.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	BRASIL Y VENEZUELA	NÚMERO DE DATOS:	10	
		CÓDIGO	B_2_1P	
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	BADILLO CARLOS	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25*25 ) cm	LOSA (20)cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	27		
2		27		
3		28		
4		28		
5		28		
6		25		
7		26		
8		26		
9		26		
10		26		
PROMEDIO	26.7			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	206.40			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	BRASIL Y FEBRES CORDERO	NÚMERO DE DATOS:	0	
		CÓDIGO	B_4_2P	
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	BUÑAY NESTOR	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25*25 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	26		
2		25		
3		26		
4		24		
5		23		
6		25		
7		23		
8		24		
9		23		
10		25		
PROMEDIO	24.4			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	174.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	FEBRES CORDERO Y BRASIL	NÚMERO DE DATOS:	10	
		CÓDIGO	B_8_3P	
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	COLCHA RICARDO	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 30*30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Losa masillada, no se puede realizar el ensayo	26		
2		27		
3		28		
4		28		
5		26		
6		27		
7		28		
8		29		
9		28		
10		28		
PROMEDIO	27.5			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	172.50			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	FEBRES CORDERO Y URUGUAY	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_10_3P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	LOGROÑO MARCIA		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 30*30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	29	28			
2	27	26			
3	30	26			
4	27	28			
5	28	28			
6	27	28			
7	28	28			
8	26	27			
9	27	27			
10	27	28			
PROMEDIO	27.6	27.4			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	175.00	214.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	FEBRES CORDERO Y URUGUAY	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	B_11_1P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	GALARRAGA LUIS		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 25x25 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	31	25			
2	31	24			
3	32	24			
4	33	25			
5	32	25			
6	33	23			
7	33	24			
8	31	23			
9	32	22			
10	33	22			
PROMEDIO	32.1	23.7			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	239.20	167.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	URUGUAY Y FEBRES CORDERO	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_15_2P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	PARRA VICENTE		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 30x30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	29	28			
2	30	28			
3	28	28			
4	27	28			
5	28	26			
6	28	26			
7	29	25			
8	28	27			
9	27	27			
10	25	27			
PROMEDIO	27.9	27			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	178.50	210.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		$0^\circ$
UBICACIÓN:	VENEZUELA Y URUGUAY	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_21_3P		
BARRIO:	LA VICTORIA	PROPIETARIO:	BENJAMIN ASQUIRIOS		
No	DATOS DE LECTURA				
	COLUMNA ( 30*30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	31	27			
2	30	27			
3	29	28			
4	31	27			
5	32	27			
6	30	27			
7	32	27			
8	31	28			
9	32	27			
10	32	28			
PROMEDIO	31	27.3			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	220.00	213.00			

### 9.3.3. Fichas de Resultados de Esclerómetro – Barrio Miraflores

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	DIEGO NARVAEZ Y JUAN DE SOSAYA		NÚMERO DE DATOS:	10	
			CÓDIGO	A_1_2P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO: MERO DAVID			
DATO DE LECTURA					
No	COLUMNA ( 20*30 ) cm		LOSA (20)cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		26		
2			26		
3			28		
4			26		
5			27		
6			25		
7			27		
8			28		
9			26		
10			26		
PROMEDIO			26.5		
RESISTENCIA fe (kg/cm2)			204.00		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	DIEGO NARVAEZ Y JUAN DE SOSAYA		NÚMERO DE DATOS:	10	
			CÓDIGO	A_2_1P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO: CACUANGO MARIA			
DATO DE LECTURA					
No	COLUMNA ( 25*25 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		16		
2			27		
3			27		
4			29		
5			26		
6			29		
7			29		
8			28		
9			27		
10			29		
PROMEDIO			26.7		
RESISTENCIA fe (kg/cm2)			206.40		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	DIEGO NARVAEZ Y JUAN DE SOSAYA		NÚMERO DE DATOS:	10	
			CÓDIGO	A_3_1P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO: TELENCHANO GERMAN			
DATO DE LECTURA					
No	COLUMNA ( 15*15 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		26		
2			27		
3			25		
4			27		
5			27		
6			25		
7			24		
8			24		
9			25		
10			24		
PROMEDIO			25.4		
RESISTENCIA fe (kg/cm2)			187.20		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	α-90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	DIEGO NARVAEZ Y JUAN DE SOSAYA		NÚMERO DE DATOS:	20	
			CÓDIGO	A_6_2P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO: MINAYA JUAN			
DATO DE LECTURA					
No	COLUMNA ( 20*25 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1			24		
2			28		
3			23		
4			23		
5			23		
6			25		
7			25		
8			24		
9			25		
10			23		
PROMEDIO			23.9		
RESISTENCIA fe (kg/cm2)			129.00		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	MAUEL BARROS Y JUAN DE SOSAYA	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	A_8_2P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	MOROCHO BRAULIO		
	DATO DE LECTURA				
No	COLUMNA ( 20*20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	24	26			
2	24	25			
3	25	27			
4	24	28			
5	25	28			
6	26	28			
7	26	26			
8	26	27			
9	28	27			
10	25	26			
PROMEDIO	25.3	26.8			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	145.40	207.60			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	MAUEL BARROS Y JUAN DE SOSAYA	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	A_8_2P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	MOROCHO BRAULIO		
	DATO DE LECTURA				
No	COLUMNA ( 20*20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	24	26			
2	24	25			
3	25	27			
4	24	28			
5	25	28			
6	26	28			
7	26	26			
8	26	27			
9	28	27			
10	25	26			
PROMEDIO	25.3	26.8			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	145.40	207.60			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	GARCIA DE VALVERDE Y MATEO PONCE DE LEON	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_1_2P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	GUARANGO PAGUAY RAMÓN		
	DATO DE LECTURA				
No	COLUMNA ( 20*30 ) cm	LOSA (20)cm			
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	25			
2		27			
3		28			
4		27			
5		25			
6		26			
7		27			
8		25			
9		26			
10		25			
PROMEDIO		26.1			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)		199.20			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	GARCIA DE VALVERDE Y JUAN DE SOSAYA	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_4_1P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	GUAMAN CARMEN		
	DATO DE LECTURA				
No	COLUMNA ( 20*35 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	28			
2		27			
3		26			
4		27			
5		26			
6		26			
7		26			
8		25			
9		25			
10		25			
PROMEDIO		26.1			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)		199.20			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha$ -90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	GARCIA DE VALVERDE Y JUAN DE SOSAYA	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	B_6_1P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	JANETA ANTONIO		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 20*20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	25	26			
2	24	27			
3	24	27			
4	25	28			
5	26	27			
6	25	26			
7	24	26			
8	26	27			
9	28	25			
10	26	26			
PROMEDIO	25.3	26.5			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)	145.40	204.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha$ -90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y DIEGO NARVAEZ	NÚMERO DE DATOS:	0		
		CÓDIGO	B_9_2P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	MUSHO MIGUEL		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 25*25 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	24			
2		22			
3		23			
4		23			
5		22			
6		24			
7		23			
8		22			
9		24			
10		24			
PROMEDIO		23.1			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)		161.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha$ -90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y DIEGO NARVAEZ	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_13_1P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	GUAMAN PEDRO		
No	DATO DE LECTURA				
	COLUMNA ( 20*20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	28			
2		27			
3		26			
4		28			
5		27			
6		29			
7		29			
8		28			
9		29			
10		30			
PROMEDIO		28.1			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)		221.80			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha$ -90°
			Columna		0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y MATEO PONCE DE LEON	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	B_14_1P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	YUQUILEMA JOSE MARIA		
No	DATOS DE LECTURA				
	COLUMNA ( 25*25 ) cm	LOSA ( 20 ) cm			
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	29			
2		29			
3		28			
4		29			
5		30			
6		29			
7		29			
8		30			
9		30			
10		31			
PROMEDIO		29.4			
RESISTENCIA fc (kg/cm2)		242.80			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y MATEO PONCE DE LEON	NÚMERO DE DATOS:	20		
		CÓDIGO	B_16_1P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	PILATAXI DANIEL		
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 30*30 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	26		26		
2	26		27		
3	27		28		
4	26		26		
5	28		26		
6	28		27		
7	28		27		
8	27		27		
9	28		26		
10	28		27		
PROMEDIO	27.2		26.7		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)	168.00		206.40		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	S/N Y MATEO PONCE DE LEON	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	C_1_2P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	MOCHA MARIA		
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 20*20 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		25		
2			26		
3			25		
4			27		
5			25		
6			27		
7			26		
8			26		
9			26		
10			26		
PROMEDIO			25.9		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)			196.20		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y DIEGO NARVAEZ	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	E_1_2P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	PAGALO JUAN DOMINGO		
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 20*20 ) cm		LOSA ( 20)cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo		26		
2			28		
3			28		
4			26		
5			26		
6			26		
7			25		
8			26		
9			26		
10			28		
PROMEDIO			26.50		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)			204.00		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA				
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08		
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:	$\alpha-90^\circ$
			Columna		0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y DIEGO NARVAEZ	NÚMERO DE DATOS:	10		
		CÓDIGO	E_3_1P		
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	CALUMA JHANETE		
		DATO DE LECTURA			
No	COLUMNA ( 35*35 ) cm		LOSA ( 20 ) cm		
1			27		
2			29		
3			27		
4			28		
5			27		
6			25		
7			27		
8			26		
9			27		
10			25		
PROMEDIO			26.1		
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm2)			164.00		

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y GARCIA DE VALVERDE	NÚMERO DE DATOS:	10	
		CÓDIGO	E_4_1P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	NARANJO MARCO	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25*30 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	31		
2		29		
3		29		
4		30		
5		29		
6		31		
7		33		
8		31		
9		28		
10		28		
PROMEDIO	29.9			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	248.80			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	JUAN DE SOSAYA Y GARCIA DE VALVERDE	NÚMERO DE DATOS:	20	
		CÓDIGO	E_5_1P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	PAGALO MARIA	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 20*20 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	24		
2		25		
3		24		
4		25		
5		28		
6		24		
7		24		
8		27		
9		24		
10		24		
PROMEDIO	24.9			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	139.00			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	GARCIA DE VALVERDE Y S/N	NÚMERO DE DATOS:	10	
		CÓDIGO	F_1_1P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	GUAMAN MARCELO	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25*25 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	28		
2		29		
3		26		
4		27		
5		28		
6		26		
7		26		
8		25		
9		25		
10		26		
PROMEDIO	26.6			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	205.20			

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
RESPONSABLE:	DAVID LÓPEZ	NORMAS:	ASTM C805-08	
		ELEMENTO DE ENSAYO	Losa	ÁNGULO DE DISPARO:
			Columna	0°
UBICACIÓN:	GARCIA DE VALVERDE Y S/N	NÚMERO DE DATOS:	10	
		CÓDIGO	F_2_2P	
BARRIO:	Miraflores	PROPIETARIO:	MARTINEZ CARLOS	
No	DATO DE LECTURA			
	COLUMNA ( 25*25 ) cm	LOSA ( 20 ) cm		
1	Columna masillada, no se puede realizar el ensayo	27		
2		26		
3		26		
4		25		
5		27		
6		28		
7		28		
8		26		
9		26		
10		24		
PROMEDIO	26.3			
RESISTENCIA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	201.60			

## 9.4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

### 9.4.1. MÉTODO: SECRETARÍA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS (SNGR)

Resultados de acuerdo al Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos - Barrio La Victoria

CÓDIGO	PROPIETARIO	IV_SGR	CALF-SGR
A_1_MA	MARÍA GUAMBO	15.20	VIVIENDA SEGURA
A_2_1P	ELBA SANTILLÁN	11.00	VIVIENDA SEGURA
A_3_MA	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_4_MA	LUCÍA OÑA	21.40	VIVIENDA SEGURA
A_5_2P	ROSARIO CARRION	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_6_2P	SEGUNDO MACHADO	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_7_1P	SEGUNDO MACHADO	9.20	VIVIENDA SEGURA
A_8_2P	WILTER ZAMBRANO	11.00	VIVIENDA SEGURA
A_9_MA	TELMO ZAMBRANO	41.20	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_9.1_2P	TELMO ZAMBRANO	16.20	VIVIENDA SEGURA
A_10_4P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_11_MA	JANETH LAICA MURILLO	21.20	VIVIENDA SEGURA
A_12_3P	FABIAN ESPIN	30.20	VIVIENDA SEGURA
A_13_1P	CELIA GUEVARA	17.20	VIVIENDA SEGURA
A_14_2P	MAYRA PAILACHO	11.00	VIVIENDA SEGURA
A_15_MA	DANIELA AGUIRRE	22.20	VIVIENDA SEGURA
A_16_MA	VICTOR TENE	26.20	VIVIENDA SEGURA
A_17_2P	MARIO GUEVARA	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_18_1P	ANDREA SALAZAR	15.20	VIVIENDA SEGURA
A_19_2P	VICTOR MENDEZ	16.00	VIVIENDA SEGURA
A_20_1P	VICTOR MENDEZ	15.20	VIVIENDA SEGURA
A_21_4P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_22_2P	LUIS SANCHEZ BONILLA	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_23_2P	CARMEN MARTINEZ	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_24_2P	MILTON PARRA	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_25_2P	MANUEL CHIROV	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_26_MA	ROCIO BALLAGAN	21.20	VIVIENDA SEGURA
A_27_2P	CATHERIN USCA	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_28_2P	JULIO DANIEL JURADO	10.00	VIVIENDA SEGURA

A_29_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_30_2P	HMNS GRANDA ALDAZ	11.00	VIVIENDA SEGURA
A_31_MA	SEGUNDO SILVA	25.40	VIVIENDA SEGURA
A_32_2P	ERNESTINA GALLEGOS	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_33_2P	GUSTAVO ALDAZ	10.00	VIVIENDA SEGURA
A_34_5P	PAULINA CHAVARREA	10.00	VIVIENDA SEGURA
B_1_2P	GUERRA MARIA	10.00	VIVIENDA SEGURA
B_2_1P	BADILLO CARLOS	15.00	VIVIENDA SEGURA
B_3_MA	MOROCHO WILSON	26.20	VIVIENDA SEGURA
B_4_2P	BUÑAY NESTOR	18.00	VIVIENDA SEGURA
B_5_MA	ROMERO SANDRA	22.20	VIVIENDA SEGURA
B_6_2P	LEON VICTOR MANUEL	15.00	VIVIENDA SEGURA
B_7_MA	BURGOS MARIA	22.20	VIVIENDA SEGURA
B_8_3P	COLCHA RICARDO	13.20	VIVIENDA SEGURA
B_9_MA	KARINA ROMERO	22.20	VIVIENDA SEGURA
B_10_3P	LOGROÑO MARCIA	13.20	VIVIENDA SEGURA
B_11_1P	GALARRAGA LUIS	35.20	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_12_MA	PAZMIÑO ESCALANTE FELISA	26.20	VIVIENDA SEGURA
B_13_MA	CARLOS MORALES	22.20	VIVIENDA SEGURA
B_14_2P	RUIZ PACIFICO	23.00	VIVIENDA SEGURA
B_15_2P	PARRA VICENTE	10.00	VIVIENDA SEGURA
B_16_MA	ESTRADA CLAUDIO	20.20	VIVIENDA SEGURA
B_17_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_18_MA	RUIZ JORGE	26.20	VIVIENDA SEGURA
B_19_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_20_2P	SAMANTA MORA	22.00	VIVIENDA SEGURA
B_21_3P	BENJAMIN ASQUI RIOS	13.20	VIVIENDA SEGURA
B_22_MA	ROLANDO CHANGO	26.20	VIVIENDA SEGURA
B_23_MA	SALAZAR CARMEN	22.20	VIVIENDA SEGURA

Resultados de acuerdo al Método de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos-  
Barrio Miraflores:

<b>CÓDIGO</b>	<b>PROPIETARIO</b>	<b>IV_SGR</b>	<b>CALF-SGR</b>
A_1_2P	MERO DAVID	16	VIVIENDA SEGURA
A_2_1P	CACUANGO MARIA	9.2	VIVIENDA SEGURA
A_3_1P	TELENCHANO GERMAN	10.2	VIVIENDA SEGURA

A_4_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
A_5_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_6_2P	MINAYA JUAN	10	VIVIENDA SEGURA
A_7_2P	MOYOTA EDGAR	11	VIVIENDA SEGURA
A_8_2P	MOROCHO BRAULIO	10	VIVIENDA SEGURA
A_9_MA	ALMACHE FABIAN	25.2	VIVIENDA SEGURA
A_10_MA	ALLAUCA CARLOS	20	VIVIENDA SEGURA
A_11_2P	SILVA MANUEL	11	VIVIENDA SEGURA
A_12_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_1_2P	GUARANGO PAGUAY RAMON	16	VIVIENDA SEGURA
B_2_MA	LOPEZ ANTONIO	21.2	VIVIENDA SEGURA
B_3_1P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_4_1P	GUAMAN CARMEN	9.2	VIVIENDA SEGURA
B_5_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_6_1P	JANETA ANTONIO	9.2	VIVIENDA SEGURA
B_7_MA	CHANGO CAROLINA	25.2	VIVIENDA SEGURA
B_8_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_9_2P	MUSHO MIGUEL	17	VIVIENDA SEGURA
B_10_1P	MUSHO MIGUEL	26	VIVIENDA SEGURA
B_11_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_12_MA	PUMAGUALLY JOSE	20	VIVIENDA SEGURA
B_13_1P	GUAMAN PEDRO	10.2	VIVIENDA SEGURA
B_14_1P	YUQUILEMA JOSE MARIA	9.2	VIVIENDA SEGURA
B_15_MA	YUMACSHA JOSE	25.2	VIVIENDA SEGURA
B_16_1P	PILATAXI DANIEL	10.2	VIVIENDA SEGURA
C_1_2P	MOCHA MARIA	14	VIVIENDA SEGURA
C_2_MA	MURILLO MERLENE	21.2	VIVIENDA SEGURA
C_3_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
C_4_MA	PILAMUNGA EDITH	21.2	VIVIENDA SEGURA
C_5_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
D_1_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
E_1_2P	PAGALO JUAN DOMINGO	10	VIVIENDA SEGURA
E_2_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
E_3_1P	CALUMA JHANETE	9.2	VIVIENDA SEGURA
E_4_1P	NARANJO MARCO	9.2	VIVIENDA SEGURA
E_5_1P	PAGALO MARIA	14.2	VIVIENDA SEGURA
F_1_1P	GUAMAN MARCELO	9.2	VIVIENDA SEGURA
F_2_2P	MARTINEZ CARLOS	11	VIVIENDA SEGURA

F_3_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
F_4_MA	AMPAM MARIA	21.2	VIVIENDA SEGURA
F_5_MA	COLCHA LUIS	21.2	VIVIENDA SEGURA
F_6_MA	CHINLLI ISAIAS	21.2	VIVIENDA SEGURA
F_7_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO

#### 9.4.2. MÉTODO: ITALIANO

Resultados según el método Italiano Barrio La Victoria

CÓDIGO	PROPIETARIO	IV_MI	CALF-MI
A_1_MA	MARÍA GUAMBO	"	MEDIA AGUA
A_2_1P	ELBA SANTILLÁN	10.75	VIVIENDA SEGURA
A_3_MA	MEDIA AGUA	"	MEDIA AGUA
A_4_MA	LUCÍA OÑA	"	MEDIA AGUA
A_5_2P	ROSARIO CARRION	26.50	VIVIENDA SEGURA
A_6_2P	SEGUNDO MACHADO	19.75	VIVIENDA SEGURA
A_7_1P	SEGUNDO MACHADO	47.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_8_2P	WILTER ZAMBRANO	56.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_9_MA	TELMO ZAMBRANO	"	MEDIA AGUA
A_9.1_2P	TELMO ZAMBRANO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_10_4P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_11_MA	JANETH LAICA MURILLO	"	MEDIA AGUA
A_12_3P	FABIAN ESPIN	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_13_1P	CELIA GUEVARA	49.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_14_2P	MAYRA PAILACHO	56.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_15_MA	DANIELA AGUIRRE	"	MEDIA AGUA
A_16_MA	VICTOR TENE	"	MEDIA AGUA
A_17_2P	MARIO GUEVARA	54.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_18_1P	ANDREA SALAZAR	38.00	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_19_2P	VICTOR MENDEZ	50.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_20_1P	VICTOR MENDEZ	24.25	VIVIENDA SEGURA
A_21_4P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_22_2P	LUIS SANCHEZ BONILLA	28.75	VIVIENDA SEGURA

A_23_2P	CARMEN MARTINEZ	56.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_24_2P	MILTON PARRA	56.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_25_2P	MANUEL CHIROV	54.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_26_MA	ROCIO BALLAGAN	"	MEDIA AGUA
A_27_2P	CATHERIN USCA	28.75	VIVIENDA SEGURA
A_28_2P	JULIO DANIEL JURADO	50.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_29_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_30_2P	HMNS GRANDA ALDAZ	28.75	VIVIENDA SEGURA
A_31_MA	SEGUNDO SILVA	"	MEDIA AGUA
A_32_2P	ERNESTINA GALLEGOS	28.75	VIVIENDA SEGURA
A_33_2P	GUSTAVO ALDAZ	26.50	VIVIENDA SEGURA
A_34_5P	PAULINA CHAVARREA	59.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_1_2P	GUERRA MARIA	14.50	VIVIENDA SEGURA
B_2_1P	BADILLO CARLOS	46.25	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_3_MA	MOROCHO WILSON	"	MEDIA AGUA
B_4_2P	BUÑAY NESTOR	51.25	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_5_MA	ROMERO SANDRA	"	MEDIA AGUA
B_6_2P	LEON VICTOR MANUEL	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_7_MA	BURGOS MARIA	"	MEDIA AGUA
B_8_3P	COLCHA RICARDO	51.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_9_MA	KARINA ROMERO	"	MEDIA AGUA
B_10_3P	LOGROÑO MARCIA	42.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_11_1P	GALARRAGA LUIS	74.75	ALTAMENTE VULNERABLE
B_12_MA	PASMIÑO ESCALANTE FELISA	"	MEDIA AGUA
B_13_MA	CARLOS MORALES	"	MEDIA AGUA
B_14_2P	RUIZ PACIFICO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_15_2P	PARRA VICENTE	54.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_16_MA	ESTRADA CLAUDIO	"	MEDIA AGUA
B_17_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_18_MA	RUIZ JORGE	"	MEDIA AGUA
B_19_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_20_2P	SAMANTA MORA	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO

B_21_3P	BENJAMIN ASQUI RIOS	20.50	VIVIENDA SEGURA
B_22_MA	ROLANDO CHANGO	"	MEDIA AGUA
B_23_MA	SALAZAR CARMEN	"	MEDIA AGUA

Resultados según el método Italiano Barrio Miraflores:

<b>CÓDIGO</b>	<b>PROPIETARIO</b>	<b>IV_MI</b>	<b>CALF-MI</b>
A_1_2P	MERO DAVID	50.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_2_1P	CACUANGO MARIA	44.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_3_1P	TELENCHANO GERMAN	55.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_4_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
A_5_2P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
A_6_2P	MINAYA JUAN	44.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_7_2P	MOYOTA EDGAR	44.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_8_2P	MOROCHO BRAULIO	56.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_9_MA	ALMACHE FABIAN	"	MEDIA AGUA
A_10_MA	ALLAUCA CARLOS	"	MEDIA AGUA
A_11_2P	SILVA MANUEL	60.00	MEDIANAMENTE VULNERABLE
A_12_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_1_2P	GUARANGO PAGUAY RAMON	58.25	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_2_MA	LOPEZ ANTONIO	"	MEDIA AGUA
B_3_1P	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_4_1P	GUAMAN CARMEN	38.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_5_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_6_1P	JANETA ANTONIO	44.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_7_MA	CHANGO CAROLINA	"	MEDIA AGUA
B_8_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_9_2P	MUSHO MIGUEL	47.25	MEDIANAMENTE VULNERABLE
B_10_1P	MUSHO MIGUEL	"	NO SE REALIZÓ EL ESTUDIO
B_11_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
B_12_MA	PUMAGUALLY JOSE	"	MEDIA AGUA

B_13_1P	GUAMAN PEDRO	23.75	VIVIENDA SEGURA
B_14_1P	YUQUILEMA JOSE MARIA	11.75	VIVIENDA SEGURA
B_15_MA	YUMACSHA JOSE	"	MEDIA AGUA
B_16_1P	PILATAXI DANIEL	37.50	MEDIANAMENTE VULNERABLE
C_1_2P	MOCHA MARIA	56.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
C_2_MA	MURILLO MERLENE	"	MEDIA AGUA
C_3_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
C_4_MA	PILAMUNGA EDITH	"	MEDIA AGUA
C_5_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
D_1_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
E_1_2P	PAGALO JUAN DOMINGO	57.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
E_2_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
E_3_1P	CALUMA JHANETE	54.5	MEDIANAMENTE VULNERABLE
E_4_1P	NARANJO MARCO	22.75	VIVIENDA SEGURA
E_5_1P	PAGALO MARIA	50.25	MEDIANAMENTE VULNERABLE
F_1_1P	GUAMAN MARCELO	44.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
F_2_2P	MARTINEZ CARLOS	50.75	MEDIANAMENTE VULNERABLE
F_3_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO
F_4_MA	AMPAM MARIA	"	MEDIA AGUA
F_5_MA	COLCHA LUIS	"	MEDIA AGUA
F_6_MA	CHINLLI ISAIAS	"	MEDIA AGUA
F_7_TB	TERRENO BALDIO	"	TERRENO BALDIO

## **9.5. ANEXO NORMA ASTM C 900 – 01 CAPO-TEST**

### **NORMA ASTM: C 900- 01**

“Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Extracción del Concreto Endurecido”

#### **1. Alcance**

1.1 Este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia a la extracción del concreto endurecido mediante la medición de la fuerza requerida para sacar un inserto metálico embebido y el fragmento de concreto adherido de un espécimen para ensayo de concreto o estructura. El inserto es hecho en el concreto fresco o instalado en concreto endurecido

1.2 Los valores declarados en unidades SI serán considerados como el estándar. Los valores dados en paréntesis son para propósitos de información solamente.

1.3 El texto de este método de ensayo referencia notas y pie de notas las cuales proporcionan material explicatorio. Estas notas y pie de notas (excluyendo aquellas en tablas y figuras) no deberán ser considerados como requerimientos de este método de ensayo.

#### **2. Documentos Referenciados**

2.1 Estándares ASTM:

C 39/ C 39 MÉTODO DE ENSAYO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO.

C 670 Práctica para Preparación de las Declaraciones de Precisión y Tendencia para Métodos de Ensayo en Materiales de Construcción.

E 4 Práctica para verificación de Fuerzas en Máquinas de Ensayo.

E 74 Práctica de Calibración de Fuerzas en instrumentos de Medición para Verificar la Indicación de carga de Máquinas de Ensayo.

### **3. Resumen del Método de Ensayo**

3.1 Un inserto metálico es en ambos casos introducido dentro del concreto fresco o instalado en el concreto endurecido. Cuando un estimado de la resistencia en el lugar es deseada, el inserto es sacado por medio de un jack reaccionando contra un anillo de apoyo. La resistencia a la extracción es determinada midiendo la máxima fuerza requerida para sacar el inserto de la masa de concreto.

### **4. Significado y Uso**

4.1 Para un concreto dado y para un aparato de ensayo dado, la resistencia a la extracción puede ser relacionada con los resultados de los ensayos de resistencia a compresión. Tales relaciones de resistencia dependen de la configuración de los insertos embebidos, dimensiones de los anillos de carga, profundidad del elemento embebido, y nivel de esfuerzos desarrollados en ese concreto. Previas al uso, estas relaciones pueden ser establecidas para cada sistema y cada nueva combinación de materiales del concreto. Tales relaciones tienden a ser menos variables donde los especímenes para ensayos de extracción y especímenes para ensayo de resistencia a compresión son de tamaño similar, compactados a densidad similar y curados bajo condiciones similares

Nota 1 – Reportes publicados (1-16) por diferentes investigadores presentan sus experiencias en el uso de equipo de ensayo de extracción. Referencia ACI 228.1R (14) para guías en el establecimiento de relaciones de resistencia e interpretación de resultados de ensayo. El apéndice proporciona unos medios para comparar resistencias de extracción obtenidas usando diferentes configuraciones.

4.2 Los ensayos de extracción son usados para determinar si la resistencia del concreto en el lugar ha alcanzado un nivel especificado así que, por ejemplo:

- (1) el pos tensionado puede proceder;
- (2) formaletas y puntales pueden ser removidos; y
- (3) Protección contra la lluvia y el curado pueden ser terminadas.

En adición, los ensayos de extracción pos-instalados pueden ser usados para estimar la resistencia del concreto en construcciones existentes.

## **5. Aparatos**

5.1 Los aparatos requieren tres sub-sistemas básicos: un inserto de extracción, un sistema de carga y un sistema de medición de carga (Nota 2). Para insertos pos-instalados incluye un equipo adicional para extracción de núcleos, un disco de fresado para preparar una superficie de apoyo plana, una herramienta de fresado para cortar un surco y obligar el inserto, y una herramienta de expansión para expandir el inserto dentro del surco.

Nota 2 – Un gato hidráulico de empuje central con un adecuado manómetro de presión y anillo de apoyo ha sido usado satisfactoriamente.

5.1.1 Los insertos colados en el lugar deben ser hechos de metal que no reaccione con el cemento. El inserto consistirá de un cabezal cilíndrico y un eje para preparar la profundidad embebida a la que es sujeta firmemente al centro del cabezal. El eje insertado será roscado a la cabeza del inserto para que pueda ser removido y reemplazado por un fuerte eje para extraer el inserto, o este será una parte integral del inserto y también funciona como el eje extractor. Los componentes metálicos de los insertos colados en el lugar y sujetador de equipo serán de material similar para prevenir corrosión galvánica.

Nota 3 – Un sistema pos-instalado exitoso usa un anillo partido que es introducido en el agujero del núcleo y entonces expandido dentro del surco.

5.1.2 El sistema de carga consistirá de un anillo de carga para ser colocado contra la superficie de concreto endurecido, y un aparato de carga con el dispositivo necesario para medir la carga que puede ser rápidamente colocado al eje extractor.

5.1.3 El aparato de ensayo incluirá para asegurar que el anillo de apoyo es concéntrico con el inserto, y que la carga aplicada es axial al eje de extracción, perpendicular al anillo de apoyo y uniforme en el anillo de apoyo.

5.2 Las dimensiones del equipo serán determinadas como sigue:

5.2.1 El diámetro de la cabeza del inserto ( $d_2$ ) es la base para definir la geometría del ensayo. El espesor de la cabeza del inserto y el esfuerzo de fluencia del metal serán suficientes para evitar la fluencia del inserto durante el ensayo. Los lados de la cabeza del inserto serán lisos (ver Nota 5). El diámetro de la cabeza del inserto será mayor o igual a  $2/3$  del tamaño máximo nominal del agregado.

Nota 4 – Diámetros de insertos típicos son 25 y 30 mm (1 y 1.2 pulg), pero diámetros mayores han sido usados (1, 3). Los ensayos tienen que mostrar que el agregado máximo nominal tamaños arriba de 1.5 veces el diámetro de la cabeza no tiene efectos significativos en las relaciones de resistencia.

Nota 5 – Los insertos colados en el lugar pueden ser revestidos con un agente liberador para minimizar las ataduras con el concreto y pueden ser ligados con cinta para minimizar la fricción lateral durante el ensayo. La cabeza del inserto será provista con medios, tales como una muesca, para prevenir rotación en el concreto si el eje del inserto tiene que ser removido previo a ejecutar el ensayo.

5.2.2 Para insertos colados en el lugar, la longitud del eje del inserto extraído será tal que la distancia de la cabeza del inserto a la superficie de concreto ( $h$ ) iguale el diámetro de la cabeza del inserto ( $d_2$ ). El diámetro del eje del inserto en la cabeza ( $d_1$ ) no será mayor que 0.60 veces el diámetro de la cabeza.

5.2.3 Para insertos pos-instalados, el surco para aceptar el inserto expandido será cortado para que la distancia entre el surco y la superficie de concreto sea igual al diámetro del inserto después de la expansión ( $d_2$ ). La diferencia entre los diámetros del surco cortado y el agujero del núcleo ( $d_1$ ) será suficiente para prevenir la falla y asegurar que un tronco cónico es extraído durante el ensayo (ver Nota 6). El anillo expandido será sostenido uniformemente sobre el área de apoyo entera del surco.

Nota 6 – El diámetro del agujero de un núcleo de 18 mm (0.71 pulg) y un surco precortado con diámetro de 25 mm (1 pulg) ha sido usado satisfactoriamente.

5.2.4 El anillo de apoyo tendrá un diámetro interno ( $d_3$ ) de 2.0 a 2.4 veces el diámetro de la cabeza del inserto, y tendrá un diámetro externo ( $d_4$ ) de al menos 1.25 veces el diámetro interno. El espesor del anillo ( $t$ ) será al menos 0.4 veces el diámetro de la cabeza del inserto extraído.

5.2.5 Tolerancias para dimensiones de los insertos para ensayos de extracción, anillo de apoyo y profundidad de embebido será  $\pm 2\%$  dentro de un sistema dado.

Nota 7 – Los límites para dimensiones y configuraciones para insertos de ensayos de extracción y aparatos son proyectados para acomodar varios sistemas.

5.2.6 El aparato de carga tendrá suficiente capacidad para proporcionar la razón de carga prescrita en 7.4 y exceder la carga máxima esperada.

Nota 8 – Bombas hidráulicas que proporcionan una razón constante pueden dar más resultados uniformes de los ensayos que bombas que aplican la carga intermitentemente.

5.2.7 El manómetro para medir la fuerza de extracción tendrá al menos divisiones no mayores del 5 % del valor mínimo en el pretendido rango de uso.

Nota 9 –Para resultados más precisos, los manómetros pueden tener un indicador del valor máximo que conserve la última carga cuando la falla ocurre y subsecuentes esfuerzos son liberados.

5.2.8 El aparato de extracción será calibrado de acuerdo con el Anexo A1 al menos una vez al año y después de toda reparación. Calibre el aparato de extracción usando una maquina de ensayo verificada de acuerdo con la Práctica E 4 o una celda de carga Clase A como se define en la Práctica E 74. La fuerza de extracción indicada basada en la relación de calibración estará dentro de  $\pm 2$  % de la fuerza medida por la máquina de ensayo o celda de carga.

## **6. Muestreo**

6.1 La localización del ensayo de extracción será separada así que el espacio libre entre el inserto es al menos ocho veces el diámetro de la cabeza del inserto extraído. El espacio libre entre el inserto y el borde del concreto será al menos cuatro veces el diámetro de la cabeza. Los insertos serán colocados así que el refuerzo este fuera de la superficie de falla cónica esperada por más de una barra de diámetro, o el tamaño máximo del agregado, el que sea mayor.

Nota 10 – Un localizador de refuerzo es recomendado para auxiliar en evitar el refuerzo cuando se preparan los ensayos pos-instalados. Siguiendo las instrucciones del fabricante para la operación adecuada de tales dispositivos.

6.2 Cuando los resultados del ensayo de extracción son usados para la resistencia en el lugar en orden para permitir el inicio de operaciones de construcción crítica, tal como remoción de formaletas o aplicación de pos tensionado, al menos cinco ensayos de extracción individual serán realizados como sigue:

## **7. Procedimiento**

7.1 Insertos Colados en el Lugar:

7.1.1 Coloque el inserto de extracción en la formaleta usando pernos o por otro método aceptable que asegure firmemente el inserto en su propia localización previo a la colocación del concreto. Todos los insertos para el mismo ensayo serán embebidos a la misma profundidad y cada eje será perpendicular a la superficie de la formaleta.

Nota 11 – Los insertos pueden ser colocados manualmente dentro de superficies de concreto horizontales sin formaletas. El inserto deberá ser embebido en el concreto fresco por medios que aseguren una profundidad de embebido uniforme y una superficie plana perpendicular al eje del inserto. La instalación del inserto deberá ser ejecutada o supervisada por personal de experiencia. La experiencia indica que los esfuerzos de extracción son de bajo valor y más variables para insertos superficiales manualmente colocados que para insertos adheridos a las formaletas.

7.1.2 Cuando el concreto es para ser ensayado, remueva todo herraje usado para asegurar el inserto de extracción en su posición. Antes de montar el sistema de carga, remueva algún desecho o anomalías de la superficie para asegurar una superficie de apoyo lisa que sea perpendicular al eje del inserto.

## **7.2 Insertos Pos-instalados:**

7.2.1 La superficie de ensayo seleccionada será plana para proporcionar una adecuada superficie de trabajo para perforar el núcleo y cortar el surco. Perfore un agujero del núcleo perpendicular a la superficie para proporcionar un punto de referencia para operaciones subsecuentes y para acomodar el inserto expandible y herraje asociado. No es permitido el uso de una perforadora de impacto.

7.2.2 Si es necesario, use un disco de esmerilado para preparar una superficie plana, para que la base de la herramienta de fresado sea soportada firmemente, durante la preparación del ensayo y así que el anillo de apoyo sea soportado uniformemente durante el ensayo.

Nota 12 –Para el control de la precisión de estas operaciones, un sistema de soporte debe ser usado para sostener el aparato en la posición apropiada durante este paso.

7.3 Anillo de Apoyo – Coloque el anillo de apoyo alrededor del eje del inserto de extracción, conecte el eje de extracción al hidráulico, y apriete el extractor ensamblado ajustadamente contra la superficie de apoyo, verificando para ver que el anillo de apoyo este centrado alrededor del eje y fluya contra el concreto.

7.4 Razón de carga – Aplique carga a una razón uniforme así que la resistencia normal nominal en la superficie de fractura cónica asumida incrementa a una razón de  $70 \pm 30$  kPa/s (Nota 14). Si el inserto es ensayado para ruptura del concreto, cargue en la razón uniforme especificada hasta que la ruptura ocurra. Registre la lectura máxima del manómetro a la más cercana mitad de la menor división en el dial. Si el inserto es ensayado solamente a un nivel especificado de aceptación, cargue a la razón uniforme especificada hasta que la carga de extracción especificada sea alcanzada.

Nota 14 – La razón de carga es especificada en términos de una razón de tensión nominal para acomodar diferentes tamaños de sistemas de ensayo de extracción.

7.5 Rechazo—Rechace el resultado de un ensayo si es encontrada una o más de las siguientes condiciones:

7.5.1 El extremo alargado del tronco cónico no es un círculo completo del mismo diámetro como el diámetro interno del anillo de apoyo.

7.5.2 La distancia de la superficie a la cabeza del inserto (h en la Fig. 1 y 2) no es igual al diámetro del inserto.

7.5.3 El diámetro de surco en un ensayo pos-instalado no es igual al valor de diseño

7.5.4 El diámetro del inserto expandido en un ensayo pos-instalado no es igual al valor de diseño, y

7.5.5 Una barra de refuerzo es visible dentro de la zona de falla, después de que el tronco cónico es removido.

## **8. Cálculos**

8.1 Convierta las lecturas del manómetro a fuerza de extracción con base en la información de calibración.

## **9. Reporte**

9.1 Reporte la siguiente información.

9.1.1 Dimensión del inserto extraído y anillo de apoyo (esquemático o defina las dimensiones)

9.1.2 Identificación por la cual la localización específica del ensayo de extracción puede posteriormente ser determinada.

9.1.3 Fecha y hora cuando el ensayo de extracción fue efectuado.

9.1.4 para ensayos a la falla, máxima carga de extracción de ensayos individuales, promedio y desviación estándar, kN (lbf). Para ensayos a carga especificada, la carga de extracción aplicada en cada ensayo, kN, (lbf).

9.1.5 descripción de alguna superficie anormal por debajo del anillo de reacción en la localización del ensayo.

9.1.6 Anormalidades en la ruptura del espécimen y en el ciclo de carga.

## **10. Precisión y Tendencia**

10.1 Precisión – Basado en la información resumida en ACI 228.1R (14) para ensayos de extracción colados en el lugar con embebidos de alrededor de 25 mm (1 pulg), el coeficiente de variación promedio para ensayos hechos en concreto con agregado máximo de 19 mm (3/4 pulg) mediante un solo operador usando el mismo

dispositivo de ensayo es 8 %. Por lo tanto, el rango en resultados de ensayo individual, expresados como un porcentaje del promedio, no debe exceder lo siguiente:

<b>Número de ensayos</b>	<b>Rango aceptable, (porcentaje del promedio)</b>
5	31%
7	34%
10	36%

Valores similares dentro de la variabilidad del ensayo han sido reportados para ensayos de extracción pos-instalados de la misma geometría como los ensayos colados en el lugar.

Nota 15 – Si el rango de los resultados del ensayo excede el rango aceptable, investigación alejada debe ser llevada fuera. Resultados de ensayo anormales pueden ser debidos a procedimientos inadecuados o equipo en mal funcionamiento.

10.2 Tendencia – La tendencia de este método de ensayo no puede ser evaluada, ya que la resistencia a la extracción solamente puede ser determinada en términos de este método de ensayo.

## **11. Palabras Clave**

11.1 resistencia del concreto; resistencia en el lugar; ensayo en el lugar; ensayo de extracción.

**9.6. TABLAS DE CORRELACIONES PARA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL CAPO-TEST.**

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
0.0	0.0	0.0	2.7	2.8	2.6
0.1	0.1	0.1	2.8	2.9	2.7
0.2	0.2	0.2	2.9	3.0	2.8
0.3	0.3	0.3	3.0	3.1	2.9
0.4	0.4	0.4	3.1	3.2	3.0
0.5	0.5	0.5	3.2	3.3	3.1
0.6	0.6	0.6	3.3	3.4	3.2
0.7	0.7	0.7	3.4	3.5	3.3
0.8	0.8	0.8	3.5	3.6	3.4
0.9	0.9	0.9	3.6	3.7	3.5
1.0	1.0	1.0	3.7	3.8	3.6
1.1	1.1	1.1	3.8	3.9	3.7
1.2	1.2	1.2	3.9	4.0	3.8
1.3	1.3	1.3	4.0	4.1	3.9
1.4	1.4	1.4	4.1	4.2	4.0
1.5	1.5	1.5	4.2	4.3	4.0
1.6	1.6	1.6	4.3	4.4	4.1
1.7	1.8	1.7	4.4	4.5	4.2
1.8	1.9	1.7	4.5	4.6	4.3
1.9	2.0	1.8	4.6	4.7	4.4
2.0	2.1	1.9	4.7	4.8	4.5
2.1	2.2	2.0	4.8	4.9	4.6
2.2	2.3	2.1	4.9	5.0	4.7
2.3	2.4	2.2	5.0	5.1	4.8
2.4	2.5	2.3	5.1	5.2	4.9
2.5	2.6	2.4	5.2	5.3	5.0
2.6	2.7	2.5	5.3	5.4	5.1

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
5.4	5.5	5.2	8.1	8.1	7.7
5.5	5.6	5.3	8.2	8.2	7.8
5.6	5.7	5.4	8.3	8.3	7.9
5.7	5.8	5.5	8.4	8.4	8.0
5.8	5.9	5.6	8.5	8.5	8.1
5.9	6.0	5.6	8.6	8.6	8.1
6.0	6.1	5.7	8.7	8.7	8.2
6.1	6.2	5.8	8.8	8.8	8.3
6.2	6.3	5.9	8.9	8.9	8.4
6.3	6.4	6.0	9.0	9.0	8.5
6.4	6.5	6.1	9.1	9.1	8.6
6.5	6.6	6.2	9.2	9.2	8.7
6.6	6.7	6.3	9.3	9.3	8.8
6.7	6.8	6.4	9.4	9.4	8.9
6.8	6.9	6.5	9.5	9.5	9.0
6.9	7.0	6.6	9.6	9.6	9.1
7.0	7.1	6.7	9.7	9.7	9.2
7.1	7.2	6.8	9.8	9.8	9.3
7.2	7.3	6.8	9.9	9.9	9.3
7.3	7.4	6.9	10.0	10.0	9.4
7.4	7.5	7.0	10.1	10.1	9.5
7.5	7.6	7.1	10.2	10.2	9.6
7.6	7.7	7.2	10.3	10.3	9.7
7.7	7.7	7.3	10.4	10.4	9.8
7.8	7.8	7.4	10.5	10.5	9.9
7.9	7.9	7.5	10.6	10.6	10.0
8.0	8.0	7.6	10.7	10.7	10.1

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
10.8	10.8	10.2	13.5	13.4	13.0
10.9	10.9	10.3	13.6	13.5	13.1
11.0	11.0	10.4	13.7	13.6	13.2
11.1	11.1	10.5	13.8	13.7	13.3
11.2	11.2	10.6	13.9	13.8	13.4
11.3	11.3	10.7	14.0	13.9	13.5
11.4	11.4	10.8	14.1	14.0	13.6
11.5	11.5	10.9	14.2	14.1	13.7
11.6	11.6	11.0	14.3	14.2	13.8
11.7	11.7	11.1	14.4	14.3	13.9
11.8	11.8	11.2	14.5	14.4	14.0
11.9	11.9	11.3	14.6	14.5	14.1
12.0	12.0	11.4	14.7	14.6	14.2
12.1	12.1	11.5	14.8	14.7	14.3
12.2	12.2	11.6	14.9	14.8	14.4
12.3	12.3	11.7	15.0	14.9	14.5
12.4	12.4	11.8	15.1	15.0	14.6
12.5	12.5	11.9	15.2	15.1	14.7
12.6	12.6	12.0	15.3	15.2	14.8
12.7	12.7	12.1	15.4	15.3	14.9
12.8	12.8	12.2	15.5	15.4	15.0
12.9	12.9	12.3	15.6	15.5	15.1
13.0	12.9	12.4	15.7	15.6	15.2
13.1	13.0	12.5	15.8	15.7	15.3
13.2	13.1	12.7	15.9	15.8	15.4
13.3	13.2	12.8	16.0	15.9	15.5
13.4	13.3	12.9	16.1	16.0	15.6

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
16.2	16.1	15.7	18.9	18.8	18.6
16.3	16.2	15.8	19.0	18.9	18.7
16.4	16.3	16.0	19.1	19.0	18.8
16.5	16.4	16.1	19.2	19.1	18.9
16.6	16.5	16.2	19.3	19.2	19.0
16.7	16.6	16.3	19.4	19.3	19.1
16.8	16.7	16.4	19.5	19.4	19.2
16.9	16.8	16.5	19.6	19.5	19.3
17.0	16.9	16.6	19.7	19.6	19.4
17.1	17.0	16.7	19.8	19.7	19.5
17.2	17.1	16.8	19.9	19.8	19.6
17.3	17.2	16.9	20.0	19.9	19.7
17.4	17.3	17.0	20.1	20.0	19.8
17.5	17.4	17.1	20.2	20.1	19.9
17.6	17.5	17.2	20.3	20.2	20.0
17.7	17.6	17.3	20.4	20.3	20.1
17.8	17.7	17.4	20.5	20.4	20.2
17.9	17.8	17.5	20.6	20.5	20.4
18.0	17.9	17.6	20.7	20.6	20.5
18.1	18.0	17.7	20.8	20.7	20.6
18.2	18.1	17.8	20.9	20.9	20.7
18.3	18.2	17.9	21.0	21.0	20.8
18.4	18.3	18.0	21.1	21.1	20.9
18.5	18.4	18.1	21.2	21.2	21.0
18.6	18.5	18.2	21.3	21.3	21.1
18.7	18.6	18.3	21.4	21.4	21.2
18.8	18.7	18.5	21.5	21.5	21.3

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
21.6	21.6	21.4	24.3	24.4	24.4
21.7	21.7	21.5	24.4	24.5	24.5
21.8	21.8	21.7	24.5	24.6	24.6
21.9	21.9	21.8	24.6	24.7	24.7
22.0	22.0	21.9	24.7	24.8	24.8
22.1	22.1	22.0	24.8	24.9	24.9
22.2	22.2	22.1	24.9	25.0	25.0
22.3	22.3	22.2	25.0	25.1	25.1
22.4	22.4	22.3	25.1	25.2	25.3
22.5	22.5	22.4	25.2	25.3	25.4
22.6	22.6	22.5	25.3	25.4	25.5
22.7	22.7	22.6	25.4	25.5	25.6
22.8	22.8	22.7	25.5	25.6	25.8
22.9	22.9	22.8	25.6	25.7	25.9
23.0	23.0	23.0	25.7	25.8	26.0
23.1	23.1	23.1	25.8	25.9	26.1
23.2	23.2	23.2	25.9	26.0	26.2
23.3	23.3	23.3	26.0	26.1	26.4
23.4	23.4	23.4	26.1	26.2	26.5
23.5	23.6	23.5	26.2	26.3	26.6
23.6	23.7	23.6	26.3	26.4	26.7
23.7	23.8	23.7	26.4	26.5	26.9
23.8	23.9	23.8	26.5	26.6	27.0
23.9	24.0	23.9	26.6	26.7	27.1
24.0	24.1	24.0	26.7	26.8	27.2
24.1	24.2	24.1	26.8	26.9	27.3
24.2	24.3	24.3	26.9	27.0	27.5

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
27.0	27.1	27.6	29.7	29.7	30.9
27.1	27.2	27.7	29.8	29.8	31.0
27.2	27.3	27.8	29.9	29.9	31.2
27.3	27.4	28.0	30.0	30.0	31.3
27.4	27.5	28.1	30.1	30.1	31.4
27.5	27.6	28.2	30.2	30.2	31.5
27.6	27.7	28.3	30.3	30.3	31.6
27.7	27.8	28.5	30.4	30.4	31.7
27.8	27.9	28.6	30.5	30.5	31.9
27.9	28.0	28.7	30.6	30.6	32.0
28.0	28.1	28.8	30.7	30.7	32.1
28.1	28.2	28.9	30.8	30.8	32.2
28.2	28.3	29.1	30.9	30.9	32.3
28.3	28.4	29.2	31.0	31.0	32.5
28.4	28.4	29.3	31.1	31.1	32.6
28.5	28.5	29.4	31.2	31.1	32.7
28.6	28.6	29.6	31.3	31.2	32.8
28.7	28.7	29.7	31.4	31.3	32.9
28.8	28.8	29.8	31.5	31.4	33.0
28.9	28.9	29.9	31.6	31.5	33.2
29.0	29.0	30.0	31.7	31.6	33.3
29.1	29.1	30.2	31.8	31.7	33.4
29.2	29.2	30.3	31.9	31.8	33.5
29.3	29.3	30.4	32.0	31.9	33.6
29.4	29.4	30.5	32.1	32.0	33.7
29.5	29.5	30.7	32.2	32.1	33.9
29.6	29.6	30.8	32.3	32.2	34.0

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
32.4	32.3	34.1	35.1	34.8	37.3
32.5	32.4	34.2	35.2	34.9	37.4
32.6	32.5	34.3	35.3	35.0	37.5
32.7	32.6	34.5	35.4	35.1	37.6
32.8	32.7	34.6	35.5	35.2	37.8
32.9	32.7	34.7	35.6	35.3	37.9
33.0	32.8	34.8	35.7	35.4	38.0
33.1	32.9	34.9	35.8	35.5	38.1
33.2	33.0	35.0	35.9	35.6	38.2
33.3	33.1	35.2	36.0	35.7	38.4
33.4	33.2	35.3	36.1	35.8	38.5
33.5	33.3	35.4	36.2	35.9	38.6
33.6	33.4	35.5	36.3	36.0	38.7
33.7	33.5	35.6	36.4	36.1	38.8
33.8	33.6	35.7	36.5	36.2	39.0
33.9	33.7	35.9	36.6	36.3	39.1
34.0	33.8	36.0	36.7	36.4	39.2
34.1	33.9	36.1	36.8	36.5	39.3
34.2	34.0	36.2	36.9	36.6	39.4
34.3	34.1	36.3	37.0	36.7	39.6
34.4	34.2	36.5	37.1	36.7	39.7
34.5	34.3	36.6	37.2	36.8	39.8
34.6	34.4	36.7	37.3	36.9	39.9
34.7	34.4	36.8	37.4	37.0	40.0
34.8	34.5	36.9	37.5	37.1	40.2
34.9	34.6	37.0	37.6	37.2	40.3
35.0	34.7	37.2	37.7	37.3	40.4

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
37.8	37.4	40.5	40.5	40.0	43.8
37.9	37.5	40.6	40.6	40.1	43.9
38.0	37.6	40.8	40.7	40.2	44.0
38.1	37.7	40.9	40.8	40.3	44.2
38.2	37.8	41.0	40.9	40.4	44.3
38.3	37.9	41.1	41.0	40.5	44.4
38.4	38.0	41.2	41.1	40.6	44.5
38.5	38.1	41.4	41.2	40.7	44.7
38.6	38.2	41.5	41.3	40.8	44.8
38.7	38.3	41.6	41.4	40.9	44.9
38.8	38.4	41.7	41.5	41.0	45.0
38.9	38.5	41.8	41.6	41.1	45.2
39.0	38.6	42.0	41.7	41.2	45.3
39.1	38.7	42.1	41.8	41.3	45.4
39.2	38.8	42.2	41.9	41.4	45.5
39.3	38.9	42.3	42.0	41.5	45.7
39.4	39.0	42.4	42.1	41.6	45.8
39.5	39.1	42.6	42.2	41.7	45.9
39.6	39.1	42.7	42.3	41.8	46.0
39.7	39.2	42.8	42.4	41.9	46.2
39.8	39.3	42.9	42.5	42.0	46.3
39.9	39.4	43.0	42.6	42.1	46.4
40.0	39.5	43.2	42.7	42.2	46.5
40.1	39.6	43.3	42.8	42.3	46.7
40.2	39.7	43.4	42.9	42.4	46.8
40.3	39.8	43.5	43.0	42.5	46.9
40.4	39.9	43.7	43.1	42.6	47.0

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
43.2	42.7	47.2	45.9	45.4	50.5
43.3	42.8	47.3	46.0	45.5	50.7
43.4	42.9	47.4	46.1	45.6	50.8
43.5	43.0	47.5	46.2	45.7	50.9
43.6	43.1	47.7	46.3	45.8	51.0
43.7	43.2	47.8	46.4	45.9	51.2
43.8	43.3	47.9	46.5	46.0	51.3
43.9	43.4	48.0	46.6	46.1	51.4
44.0	43.5	48.2	46.7	46.2	51.5
44.1	43.6	48.3	46.8	46.3	51.7
44.2	43.7	48.4	46.9	46.4	51.8
44.3	43.8	48.5	47.0	46.5	51.9
44.4	43.9	48.7	47.1	46.6	52.0
44.5	44.0	48.8	47.2	46.7	52.2
44.6	44.1	48.9	47.3	46.8	52.3
44.7	44.2	49.0	47.4	46.9	52.4
44.8	44.3	49.2	47.5	47.0	52.5
44.9	44.4	49.3	47.6	47.1	52.7
45.0	44.5	49.4	47.7	47.2	52.8
45.1	44.6	49.5	47.8	47.3	52.9
45.2	44.7	49.7	47.9	47.4	53.0
45.3	44.8	49.8	48.0	47.5	53.2
45.4	44.9	49.9	48.1	47.6	53.3
45.5	45.0	50.0	48.2	47.7	53.4
45.6	45.1	50.2	48.3	47.8	53.5
45.7	45.2	50.3	48.4	47.9	53.7
45.8	45.3	50.4	48.5	48.0	53.8

Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)	Reading (kN)	Actual Pullforce (kN)	Cylinder Strength (MPa)
48.6	48.1	53.9	51.3	50.9	57.3
48.7	48.2	54.0	51.4	51.0	57.5
48.8	48.3	54.2	51.5	51.1	57.6
48.9	48.4	54.3	51.6	51.2	57.7
49.0	48.5	54.4	51.7	51.3	57.8
49.1	48.6	54.5	51.8	51.4	58.0
49.2	48.7	54.7	51.9	51.5	58.1
49.3	48.8	54.8	52.0	51.6	58.2
49.4	48.9	54.9	52.1	51.7	58.4
49.5	49.0	55.1	52.2	51.8	58.5
49.6	49.1	55.2	52.3	51.9	58.6
49.7	49.2	55.3	52.4	52.0	58.7
49.8	49.3	55.4	52.5	52.1	58.9
49.9	49.4	55.6	52.6	52.2	59.0
50.0	49.5	55.7	52.7	52.3	59.1
50.1	49.6	55.8	52.8	52.4	59.2
50.2	49.7	55.9	52.9	52.5	59.4
50.3	49.8	56.1	53.0	52.6	59.5
50.4	49.9	56.2	53.1	52.7	59.6
50.5	50.1	56.3	53.2	52.8	59.8
50.6	50.2	56.4	53.3	52.9	59.9
50.7	50.3	56.6	53.4	53.0	60.0
50.8	50.4	56.7	53.5	53.1	60.1
50.9	50.5	56.8	53.6	53.2	60.3
51.0	50.6	57.0	53.7	53.3	60.4
51.1	50.7	57.1	53.8	53.4	60.5
51.2	50.8	57.2	53.9	53.5	60.6

# **ANEXOS PLANOS**