



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS  
DE ALBAÑILERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN  
DEL NORTE DE CHILE**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**SERGIO EUGENIO ROMÁN SALINAS**

**PROFESOR GUÍA:  
MAXIMILIANO ASTROZA INOSTROZA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
RODOLFO SARAGONI HUERTA  
JUAN MUSIC TOMICIC**

**SANTIAGO DE CHILE  
ABRIL 2009**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
POR: SERGIO ROMÁN S.  
FECHA: 21/04/2009  
PROF. GUÍA: MAXIMILIANO ASTROZA I.

## RESUMEN

En esta Memoria de Título se estudia la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería reforzada de bloques de hormigón que se han construido en la zona norte del país en los últimos 47 años.

Con este propósito se utiliza la información relacionada con los daños observados en 19 tipos de viviendas de seis conjuntos habitacionales ubicados en la zona epicentral de los terremotos ocurridos el 20 de diciembre de 1967 ( $M_s=7.3$ ), el 13 de Junio del 2005 ( $M_s=7.8$ ) y el 14 de Noviembre del 2007 ( $M_w 7.7$ ), zonas en que las intensidades macrosísmicas fueron entre VII y VIII grados en la escala MSK-64.

Para evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos simples considerando la información técnica disponible de cada uno de los proyectos. Los métodos cuantitativos corresponden a los propuestos por Meli, Lourenco y Roque y Gallegos para edificios de albañilería.

De los resultados del estudio se concluye que:

- La clase de vulnerabilidad a la cual pertenece este tipo de construcción corresponde a la Clase B de la clasificación considerada en las escalas de intensidades macrosísmicas internacionales (MSK-64 o EMS-98). Esto representa una clase de mayor vulnerabilidad que la asignada por estas escalas a las construcciones de albañilería reforzada construidas en los últimos 40 años.
- Los índices de vulnerabilidad que se relacionan de mejor forma con los daños observados son el índice de densidad de muros por unidad de piso propuesto por Meli ( $d_n$ ) y el índice dado por la relación entre el área de muros en una dirección de la planta y el peso total del edificio propuesto por Lourenco y Roque ( $\gamma_2$ ).
- Teniendo en cuenta las relaciones destacadas en el punto anterior, para evitar que se produzcan daños del tipo severo o grave que obliguen a deshabitar y demoler este tipo de viviendas en un escenario como el producido por los terremotos destacados, se recomienda que la densidad de muros por unidad de piso sea mayor que un 2% o bien que el valor de  $\gamma_2$  sea mayor que  $0.175 \text{ m}^2/\text{ton}$  cuando se trate de viviendas de un piso y que  $0.04 \text{ m}^2/\text{ton}$  cuando se trate de viviendas de dos pisos.

Teniendo en cuenta los valores anteriores se puede estimar el comportamiento de este tipo de viviendas ante una situación como la generada por los terremotos que han afectado la muestra de viviendas estudiadas, estimación que es necesaria realizar en las viviendas construidas con bloques huecos de hormigón que se ubican en otras ciudades de la región y las cuales no han sido afectadas hasta la fecha por terremotos como los considerados en el estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de manera muy especial a mi Profesor Guía Sr. Maximiliano Astroza, ya que desde el principio de mi trabajo y semana tras semana tuvo hacia mí la mejor disposición con su caudal de conocimiento y experiencia, dándome los lineamientos para darle cuerpo y vida a esta memoria.

También quiero agradecer al Profesor Sr. Juan Music, porque a pesar de la distancia geográfica, aportó gran parte de la información que sirvió de base para este trabajo, además de sus observaciones y correcciones a éste. De igual forma no puedo dejar de agradecer a los memoristas e ingenieros de la Universidad Católica del Norte, por su aporte en información y valiosísimos datos.

Agradezco a mi familia, principalmente a mis padres, por su apoyo y regaloneo durante toda mi carrera, sin preguntas ni peros. Así también agradezco a mi hermano Eduardo, por poner a mi disposición su experiencia y consejo, lo cual me acompañó a lo largo de toda mi formación, considerando incluso mis años como escolar.

Agradezco también a mis amigos, a mi grupito de la universidad y a mis amigos del barrio, a los de siempre, por ser un escape a mis problemas y por regalarme su alegría de vivir. Muy en especial agradezco a mi Amigo Felipe Raymond Ibáñez, por ser una inspiración de esfuerzo, ganas de salir adelante y disfrute de la vida, y porque sé que desde donde estés, velarás por mis pasos y los de cada uno de tus amigos.

No olvido en este momento a aquellas personas que acompañaron mis prácticas profesionales, compañeros de trabajo y de pensión, en la comuna de Coelemu y en la comuna de Talagante, por hacer de aquellas experiencias un crecimiento personal y profesional.

Finalmente, pero no menos importante, le agradezco a Jeni, por darme su apoyo y empuje cuando sólo me faltaba el último aliento. Te quiero y Gracias!!.

A TODOS USTEDES MUCHAS GRACIAS ¡¡

## INDICE DE CONTENIDOS

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>Capítulo 1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1               | Motivación  | 1         |
| 1.2               | Objetivos   | 1         |
| 1.3               | Organización del Trabajo  | 2         |
| <b>Capítulo 2</b> | <b>ANTECEDENTES GENERALES</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1               | Peligro o amenaza sísmica de la zona  | 3         |
| 2.2               | Antecedentes de los terremotos para los cuales se dispone de información de daños en construcciones de albañilería de bloques | 6         |
| 2.2.1             | Terremoto de Tocopilla del 20 de diciembre de 1967  | 6         |
| 2.2.2             | Terremoto de Tarapacá de 2005   | 12        |
| 2.2.3             | Terremoto de Tocopilla de 2007  | 15        |
| 2.2.4             | Comparación de las intensidades del terremoto de Tocopilla de 1967 y del 2007   | 20        |
| 2.3               | Datos de Población y vivienda   | 21        |
| 2.4               | Antecedentes sobre los materiales y los procesos de construcción  | 25        |
| 2.4.1             | Antecedentes sobre los bloques  | 25        |
| 2.4.2             | Antecedentes sobre el mortero   | 27        |
| 2.4.3             | Antecedentes sobre el proceso de construcción de la albañilería   | 28        |
| 2.4.4             | Antecedentes sobre la mano de obra  | 29        |
| <b>Capítulo 3</b> | <b>INDICES DE VULNERABILIDAD Y ESCALAS DE DAÑOS</b>   | <b>30</b> |
| 3.1               | Vulnerabilidad Estructural  | 30        |
| 3.1.1             | Método cualitativo para calificar la vulnerabilidad sísmico-estructural por "Clase de Vulnerabilidad"                         | 30        |
| 3.1.2             | Métodos Cuantitativos para calificar la vulnerabilidad sísmico estructural  | 33        |
| 3.1.2.1           | Indices de vulnerabilidad de Primer Nivel   | 34        |
| 3.1.2.2           | Indices de vulnerabilidad de Segundo Nivel  | 39        |
| 3.2               | Escalas de Daños  | 41        |
| 3.2.1             | Equivalencia de la escala de daños usada por SERVIU y los grados de daños de la escala usada por EMS-98                       | 43        |
| 3.3               | Relación entre la vulnerabilidad sísmica y el daño (Estudios previos)   | 50        |
| 3.3.1             | Trabajo de Astroza M, M.O. Moroni y M. Kupfer (1993)  | 50        |
| <b>Capítulo 4</b> | <b>ESTUDIO DE CASOS</b>   | <b>53</b> |
| 4.1               | Conjuntos seleccionados   | 53        |
| 4.2               | Conjuntos habitacionales afectados en Tocopilla del 20 de diciembre de 1967   | 54        |



|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| 4.2.1             | Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1 y Cuerpo 2 (Códigos 210 y 211)                                      | 55         |
| 4.2.2             | Población Santiago Amengual (Código 220)   | 61         |
| 4.3               | Conjuntos afectados por el terremoto de Tarapacá del 2005  | 64         |
| 4.3.1             | Villa Santa Ana, Tipo A (Código 110)   | 66         |
| 4.3.2             | Villa Santa Ana, Tipo B (Código 111)   | 67         |
| 4.3.3             | Villa Santa Ana, Tipo C (Código 112)   | 68         |
| 4.4               | Conjuntos afectados por el terremoto de Tocopilla del 2007   | 72         |
| 4.4.1             | Villa Los Andes, Viviendas pareadas, trenes de 3, 4, 5 y 6 viviendas (Código del 230a al 230e)           | 73         |
| 4.4.2             | Villa Padre Hurtado, trenes de 4, 5, 6 y 8 viviendas (Código 240a al 240d)                               | 80         |
| 4.4.3             | Villa Padre Hurtado, viviendas para ancianos y viviendas para discapacitados (Códigos 241 y 242)         | 87         |
| 4.4.4             | Villa Ayquina, Viviendas pareadas y trenes de 5 viviendas (Códigos 250a y 250b)                          | 91         |
| <b>Capítulo 5</b> | <b>ANÁLISIS DE RESULTADOS. RELACIÓN VULNERABILIDAD – DAÑO</b>  | <b>96</b>  |
| 5.1               | Resumen de Resultados  | 96         |
| 5.1.1             | Clase de Vulnerabilidad según la escala MSK-64   | 96         |
| 5.1.2             | Índice de Meli   | 97         |
| 5.1.3             | Índices de Lourenco y Roque  | 98         |
| 5.1.4             | Índice de Gallegos   | 98         |
| 5.2               | Análisis de Resultados   | 101        |
| 5.2.1             | Análisis de resultados según clase de vulnerabilidad   | 101        |
| 5.2.2             | Análisis de la vulnerabilidad según el índice propuesto por Meli   | 104        |
| 5.2.3             | Análisis de la vulnerabilidad según los índices propuestos por Lourenco y Roque                          | 109        |
| 5.2.3.1           | Primer Índice de Lourenco y Roque ( $\gamma_1$ )   | 110        |
| 5.2.3.2           | Segundo Índice de Lourenco y Roque ( $\gamma_2$ )  | 112        |
| 5.2.3.3           | Tercer Índice de Lourenco y Roque ( $\gamma_3$ )   | 113        |
| 5.2.4             | Análisis de la vulnerabilidad según el índice propuesto por Gallegos                                     | 114        |
| 5.2.4.1           | Análisis de cada parámetro componente del índice básico ( $I_B$ )  | 115        |
| 5.2.4.2           | Análisis de los efectos del suelo en el índice de Gallegos ( $I_G$ )                                     | 118        |
| 5.2.4.3           | Comentarios generales sobre el índice de Gallegos  | 119        |
| <b>Capítulo 6</b> | <b>CONSLUSIONES</b>  | <b>121</b> |
|                   | <b>REFERENCIAS</b>   | <b>124</b> |
| <b>ANEXO A</b>    | <b>DETERMINACIONES DE LA CLASE DE VULNERABILIDAD Y CALCULO DE LOS INDICES DE MELI Y LOURENCO Y ROQUE</b> | <b>128</b> |

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| A.1            | Ficha para determinar la Clase de Vulnerabilidad        | 128        |
| A.2            | Ficha para calcular el Índice de Meli                   | 132        |
| A.3            | Ficha para calcular los índices de Lourenco y Roque     | 135        |
| <b>ANEXO B</b> | <b>CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GALLEGOS</b> | <b>137</b> |
| B.1            | Índice Básico de Calidad Estructural Sismorresistente   | 137        |
| B.1.1          | Índice de la Planta (P)                                 | 137        |
| B.1.2          | Índice de la Elevación (E)                              | 138        |
| B.1.3          | Índice de Componentes del Sistema Estructural (S)       | 139        |
| B.1.4          | Índice de la Configuración Estructural (C)              | 141        |
| B.2            | Factor de Adecuación (F)                                | 144        |
| <b>ANEXO C</b> | <b>FICHAS COMPLETADAS PARA CADA CASO EN ESTUDIO</b>     | <b>149</b> |

## INDICE DE TABLAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabla 2.1  | Terremotos ocurridos en el Norte de Chile con una magnitud mayor que 7 grados                                       | 4  |
| Tabla 2.2  | Intensidades macrosísmicas del terremoto del 20 de diciembre de 1967  | 7  |
| Tabla 2.3  | Intensidades del terremoto de Tocopilla del 2007, $I_{MSK}$   | 18 |
| Tabla 2.4  | Tipo de Construcción por Región de Chile, Censo 2002  | 22 |
| Tabla 2.5  | Tipo de Construcción por Provincia de la Primera Región   | 22 |
| Tabla 2.6  | Tipo de Construcción por Provincia de la Segunda Región   | 23 |
| Tabla 2.7  | Tipo de Construcción por Provincia de la Tercera Región   | 23 |
| Tabla 2.8  | Población por Región de Chile, Censo 2002   | 24 |
| Tabla 2.9  | Influencia del Tipo de Curado en la Resistencia a la Compresión de los bloques                                      | 26 |
| Tabla 2.10 | Influencia de la Edad del Bloque en su Resistencia a la Compresión  | 27 |
| Tabla 2.11 | Ensayos de Morteros confeccionados en obra  | 28 |
| Tabla 3.1  | Pesos Unitarios Considerados  | 38 |
| Tabla 3.2  | Calificación de los Parámetros del Índice de Gallegos   | 40 |
| Tabla 3.3  | Calificación numérica de los Factores de Adecuación   | 41 |
| Tabla 3.4  | Clasificación de Daño a Edificios de Albañilería  | 42 |
| Tabla 3.5  | Clasificación de los grados de daños en las viviendas chilenas  | 43 |
| Tabla 3.6  | Número de viviendas por grado de daño de la Escala MSK-64   | 46 |
| Tabla 3.7  | Porcentajes de viviendas por grado de daño de la escala MSK-64  | 47 |
| Tabla 3.8  | Porcentajes de viviendas por grado de daño para transformación  | 48 |
| Tabla 3.9  | Equivalencia entre las escalas de daños   | 48 |
| Tabla 3.10 | Densidad de Muros v/s Categoría de Daño   | 52 |
| Tabla 4.1  | Lista de Casos Estudiados   | 54 |
| Tabla 4.2  | Daños según la escala de daños MSK-64 en la Población Rafael Sotomayor  | 58 |
| Tabla 4.3  | Valores Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1 (Caso 210)        | 60 |
| Tabla 4.4  | Valores Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2 (Caso 211)        | 60 |
| Tabla 4.5  | Daños en Población Santiago Amengual. Escala MSK-64   | 62 |
| Tabla 4.6  | Valores Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Población Santiago Amengual (Caso 220)                 | 64 |
| Tabla 4.7  | Daños en los edificios Tipo B de la Villa Santa Ana   | 68 |
| Tabla 4.8  | Daños en Villa Santa Ana, edificio Tipo C   | 69 |
| Tabla 4.9  | Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Santa Ana, Tipo A (Caso 110)              | 71 |
| Tabla 4.10 | Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Santa Ana, Tipo B (Caso 111)              | 71 |
| Tabla 4.11 | Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Santa Ana, Tipo C (Caso 112)              | 72 |
| Tabla 4.12 | Catastro de Daños de la Villa Los Andes   | 75 |
| Tabla 4.13 | Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Viviendas pareadas (Caso 230a) | 77 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabla 4.14 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas (Caso 230b)                                 | 78  |
| Tabla 4.15 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Trenes de 4 viviendas (Caso 230c)                                 | 78  |
| Tabla 4.16 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Trenes de 5 viviendas (Caso 230d)                                 | 79  |
| Tabla 4.17 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Trenes de 6 viviendas (Caso 230e)                                 | 79  |
| Tabla 4.18 | Catastro de daños según la encuesta del SERVIU Regional de la Villa Padre Hurtado  | 80  |
| Tabla 4.19 | Resultado de la transformación de la escala de daños y grado medio de daño en la Villa Padre Hurtado   | 82  |
| Tabla 4.20 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 4 viviendas (Caso 240a)        | 85  |
| Tabla 4.21 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 5 viviendas (Caso 240b)        | 85  |
| Tabla 4.22 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 6 viviendas (Caso 240c)        | 86  |
| Tabla 4.23 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 8 viviendas (Caso 240d)        | 86  |
| Tabla 4.24 | Catastro de daños según la encuesta del SERVIU Regional de la Villa Padre Hurtado (Viviendas especiales)   | 89  |
| Tabla 4.25 | Resultado de la transformación de la escala de daños y grado medio de daño en la Villa Padre Hurtado (Viviendas especiales)                            | 89  |
| Tabla 4.26 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para Ancianos (Caso 241)       | 90  |
| Tabla 4.27 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para Discapacitados (Caso 242) | 90  |
| Tabla 4.28 | Resultados Encuesta SERVIU Regional, Villa Ayquina   | 91  |
| Tabla 4.29 | Resultado de la transformación de la escala de daños y grado medio de daño en la Villa Ayquina   | 94  |
| Tabla 4.30 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Ayquina, Viviendas Pareadas (Caso 250a)                                      | 95  |
| Tabla 4.31 | Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas (Caso 250b)                                   | 95  |
| Tabla 5.1  | Clase de Vulnerabilidad de los casos estudiados  | 96  |
| Tabla 5.2  | Valores del Índice de densidad de muros de Meli  | 97  |
| Tabla 5.3  | Características del sistema estructural para el cálculo de los Indices de Lourenco y Roque   | 98  |
| Tabla 5.4  | Valores de los índices de Lourenco y Roque   | 98  |
| Tabla 5.5  | Valores del índice de Gallegos en la dirección X de la planta  | 99  |
| Tabla 5.6  | Índice de Gallegos en la dirección Y de la planta  | 100 |
| Tabla 5.7  | Estimación de Intensidades Macrosísmicas a partir del Grado Medio  | 101 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
|            | de Daños  |     |
| Tabla 5.8  | Clases de Vulnerabilidad revisadas y reasignadas  | 103 |
| Tabla 5.9  | Puntos seleccionados para la gráfica de la Figura 5.5   | 106 |
| Tabla 5.10 | Relación entre el nivel de daño y el índice propuesto por Meli para las viviendas de albañilería construidas con bloques de hormigón en el Norte de Chile (Clase B de vulnerabilidad) | 107 |
| Tabla 5.11 | Clasificación de los casos estudiados según el refuerzo de la Albañilería   | 109 |
| Tabla 5.12 | Indices $\gamma_1$ de Lourenco y Roque y dnx de Meli, en ambas direcciones de la planta para las viviendas de 1 piso  | 111 |
| Tabla 5.13 | Factores influyentes para la determinación del índice de la Planta  | 115 |
| Tabla C.1  | Código y nombre de cada caso estudiado  | 149 |

## INDICE DE FIGURAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Fig. 2.1  | Fuentes sismogénicas de la subducción chilena  | 4  |
| Fig. 2.2  | Distribución de las intensidades macrosísmicas en la ciudad de Tocopilla durante el terremoto del 20 de diciembre de 1967  | 8  |
| Fig. 2.3  | Ubicación del epicentro del terremoto de Tarapacá del 2005   | 13 |
| Fig. 2.4  | Area de daños del terremoto de Tarapacá de 2005 e intensidades de las localidades ubicadas en ella   | 14 |
| Fig. 2.5  | Iglesias de Camiña (a) y Usmagama (b) antes(-1) y después (-2) del terremoto   | 14 |
| Fig. 2.6  | Ubicación Terremoto de Tocopilla del 2007  | 16 |
| Fig. 2.7  | Detalles de la ruptura del Terremoto de Tocopilla del 2007   | 17 |
| Fig. 2.8  | Isosistas del terremoto del 14 de Noviembre del 2007   | 19 |
| Fig. 2.9  | Estado la vivienda que colapsó en sector del centro de Tocopilla   | 20 |
| Fig. 2.10 | Comparación e la intensidades de los terremotos de Tocopilla de 1967 y de 2007   | 21 |
| Fig. 2.11 | Mapas de la división provincial de las I Región, II Región y III Región  | 24 |
| Fig. 3.1  | Determinación de las dimensiones “L” y “H”   | 35 |
| Fig. 3.2  | Escala de Daños utilizada por SERVIU regional  | 45 |
| Fig. 3.3  | Porcentajes del nivel de daño Di de la escala MSK-64 para el nivel de daño S <sub>2</sub> de la encuesta SERVIU  | 47 |
| Fig. 3.4  | Distribución de los daños según la escala usada por MSK-64 en la Villa Los Andes, suponiendo que las viviendas corresponden a una Clase “B” de Vulnerabilidad        | 49 |
| Fig. 3.5  | Distribución de los daños según la escala usada por MSK-64 en la Villa Los Andes, suponiendo que las viviendas corresponden a una Clase “C” de Vulnerabilidad        | 49 |
| Fig. 3.6  | Distribución del patrón de daños para Villa Padre Hurtado  | 50 |
| Fig. 3.7  | Relación entre la densidad de muros por unidad de piso y el nivel de daños en edificios de albañilería construida con unidades cerámicas del tipo rejilla con huecos | 52 |
| Fig. 4.1  | Ubicación de los conjuntos habitacionales afectados por el terremoto del 20 de diciembre de 1967   | 55 |
| Fig. 4.2  | Dimensiones y líneas resistentes de la planta del Cuerpo 1 (Caso 210)  | 56 |
| Fig. 4.3  | Dimensiones de la fachada principal del Cuerpo 1 (Caso 210)  | 56 |
| Fig. 4.4  | Dimensiones y líneas resistentes de la planta del Cuerpo 2 (Caso 211)  | 57 |
| Fig. 4.5  | Dimensiones de la fachada del eje C del Cuerpo 2 (Caso 211)  | 57 |
| Fig. 4.6  | Daños en un Cuerpo 1 (Caso 210)  | 58 |
| Fig. 4.7  | Daños en un Cuerpo 1 (Caso 210) (2)  | 59 |
| Fig. 4.8  | Daños en un Cuerpo 2 (Caso 211)  | 59 |
| Fig. 4.9  | Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 220)   | 61 |
| Fig. 4.10 | Dimensiones de la elevación del eje resistente A (Caso 220)  | 62 |
| Fig. 4.11 | Daños en eje A (Caso 220)  | 63 |
| Fig. 4.12 | Daños en eje 3 (Caso 220)  | 63 |
| Fig. 4.13 | Ubicación de la Villa Santa Ana, afectada por el terremoto del 13 de junio del 2005  | 65 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Fig. 4.14 | Distribución de los distintos tipos de viviendas de la Villa Santa Ana y grado de daño observado después del terremoto de Tarapacá del 2005   | 66  |
| Fig. 4.15 | Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 110)  | 67  |
| Fig. 4.16 | Vista de la elevación del eje resistente A (Caso 110)   | 67  |
| Fig. 4.17 | Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 111)  | 67  |
| Fig. 4.18 | Vista de la elevación de los ejes resistentes A y B (Caso 111)  | 68  |
| Fig. 4.19 | Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 112)  | 69  |
| Fig. 4.20 | Vista de la elevación de los ejes resistentes A y B (Caso 112)  | 69  |
| Fig. 4.21 | Daños en eje A (Caso 112)   | 70  |
| Fig. 4.22 | Daños en eje A (Caso 112) (2)   | 70  |
| Fig. 4.23 | Daños en eje B (Caso 112)   | 70  |
| Fig. 4.24 | Ubicación de los conjuntos habitacionales estudiados dentro de la ciudad de Tocopilla   | 73  |
| Fig. 4.25 | Dimensiones y ejes resistentes de la planta de una unidad habitacional (Casos 230a al 230e)   | 74  |
| Fig. 4.26 | Vista de la elevación de los ejes resistentes 1 y 3 de una unidad habitacional (Casos 230a al 230e)   | 75  |
| Fig. 4.27 | Daños en ejes B y 3 de un tren de cinco viviendas (Caso 230d)   | 76  |
| Fig. 4.28 | Daños en eje 3 de un tren de 3 viviendas (Caso 230b)  | 76  |
| Fig. 4.29 | Daños en eje 1 (Casos 230a al 230e)   | 77  |
| Fig. 4.30 | Dimensiones y ejes resistentes de la planta de una unidad habitacional (Casos 240a al 240d)   | 81  |
| Fig. 4.31 | Dimensiones de la elevación del eje A de una unidad habitacional (Casos 240a al 240d)   | 81  |
| Fig. 4.32 | Daños al interior de una vivienda (Casos 240a al 240d)  | 82  |
| Fig. 4.33 | Daño de la figura anterior, desde el exterior de la vivienda (Casos 240a al 240d)   | 83  |
| Fig. 4.34 | Daño en ampliación de la vivienda (Casos 240a al 240d)  | 83  |
| Fig. 4.35 | Daños en muros de la dirección Y de la planta (Casos 240a al 240d)  | 84  |
| Fig. 4.36 | Viviendas sin daño en la Villa Padre Hurtado (Casos 240a al 240d)   | 84  |
| Fig. 4.37 | Dimensiones de la planta de la Vivienda para Ancianos (Caso 241)  | 87  |
| Fig. 4.38 | Dimensiones de la elevación del eje D de la Vivienda para Ancianos (Caso 241)   | 88  |
| Fig. 4.39 | Dimensiones de la planta de la Vivienda para Discapacitados (Caso 242)  | 88  |
| Fig. 4.40 | Dimensiones de la elevación del eje D de la Vivienda para Discapacitados (Caso 242)   | 89  |
| Fig. 4.41 | Dimensiones de la planta de las vivienda pareadas (Caso 250a)   | 92  |
| Fig. 4.42 | Dimensiones de la elevación del eje B de las viviendas pareadas (Caso 250a)   | 92  |
| Fig. 4.43 | Dimensiones de la planta del tren de cinco viviendas (Caso 250b)  | 93  |
| Fig. 4.44 | Dimensiones de la elevación del eje A del tren de cinco viviendas (Caso 250b)   | 93  |
| Fig. 4.45 | Vista de una vivienda modificada (Caso 250b)  | 94  |
| Fig. 5.1  | Comparación de Intensidades Macrosísmicas estimadas por el Grupo de Expertos y las calculadas en éste Trabajo a partir del Grado Medio de Daño y la Clase de Vulnerabilidad estimada con la información de las fichas del Anexo A | 102 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Fig. 5.2  | Comparación de Intensidades Macrosísmicas obtenidas por el Grupo de Expertos y las recalculadas en éste Trabajo a partir del Grado Medio de Daño aceptando que la clase de vulnerabilidad es del tipo B | 103 |
| Fig. 5.3  | Valores de los índices de densidad de muros propuestos por Meli   | 104 |
| Fig. 5.4  | Relación entre el Grado Medio de Daños y el Índice de Densidad de Muros propuesto por Meli en la dirección X de las fachadas del primer piso  | 105 |
| Fig. 5.5  | Relación entre el Grado Medio de Daño y el Índice de Densidad de Muros propuesto por Meli en la dirección X de la planta del primer piso (dnx1). Considerando los datos de la Tabla 5.9                 | 106 |
| Fig. 5.6  | Relación entre el Grado Medio de Daños y el Índice de Densidad de Muros propuesto por Meli en la dirección Y de la planta del primer piso   | 108 |
| Fig. 5.7  | Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice $\gamma_1$ de Lourenco y Roque, según la dirección X de la planta del primer piso  | 110 |
| Fig. 5.8  | Comparación de los índices $\gamma_1$ de Lourenco y Roque y de Meli   | 111 |
| Fig. 5.9  | Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice $\gamma_2$ de Lourenco y Roque, según la dirección X de la planta  | 112 |
| Fig. 5.10 | Relación entre el Grado Medio de Daño y el Peso Sísmico Unitario  | 113 |
| Fig. 5.11 | Relación entre el Grado Medio de Daño y el índice $\gamma_3$ de Lourenco y Roque, según la dirección X de la planta   | 114 |
| Fig. 5.12 | Comparación del Índice Básico ( $I_B$ ) según la dirección en planta  | 115 |
| Fig. 5.13 | Índice de Componentes del Sistema Estructural en ambas direcciones de la planta   | 116 |
| Fig. 5.14 | Grado Medio de Daños v/s Influencia de la discontinuidad en la descarga de muros del Piso 2 en el Piso 1  | 117 |
| Fig. 5.15 | Esquema de daños en el caso 111, “ $(b/A) \times 100 = 43\%$ ”  | 117 |
| Fig. 5.16 | Índice de la Configuración Estructural en ambas direcciones de la planta  | 118 |
| Fig. 5.17 | Efecto del Tipo de Suelo sobre el Índice de Gallegos ( $I_G$ )  | 119 |
| Fig. 5.18 | Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice básico de calidad estructural sismorresistente ( $I_B$ )   | 119 |
| Fig. 5.19 | Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice de calidad estructural sismorresistente o Índice de Gallegos ( $I_G$ )   | 120 |
| Fig. A.1  | Ficha de datos para establecer la <i>Clase de Vulnerabilidad</i> de un edificio   | 129 |
| Fig. A.2  | Ficha de datos para calcular el Índice de Meli de un edificio   | 132 |
| Fig. A.3  | Ficha de datos para calcular los Índices de Lourenco y Roque de un edificio   | 135 |
| Fig. B.1  | Indicación de factores “A” y “B”  | 138 |
| Fig. B.2  | Indicación de cálculo del factor “b”  | 141 |
| Fig. B.3  | Indicación para la obtención del parámetro “C <sub>3</sub> ”  | 143 |
| Fig. B.4  | Ficha de datos para calcular el Índice de Gallegos  | 146 |



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Siendo Chile uno de los países con la mayor sismicidad del mundo, el terremoto es y será el fenómeno natural de mayor ocurrencia y que más riesgo representa para el país, riesgo que se puede expresar por una relación del tipo:

$$( \text{Peligro Sísmico} ) \times ( \text{Vulnerabilidad Sísmica} ) = \text{Riesgo Sísmico}$$

Considerando que el Peligro Sísmico es una condición natural que no se puede intervenir y propia de cada región, la única forma de reducir el riesgo sísmico de las construcciones de uso habitacional es controlando la vulnerabilidad sísmica de las viviendas que representen la tipología más construida, como son en la zona norte de Chile las viviendas de uno y dos pisos de albañilería construidas con bloques huecos de hormigón.

Teniendo en cuenta esta situación y aprovechando la información reunida durante los terremotos de Tocopilla del 20 de diciembre de 1967 y del 14 de Noviembre del 2007 y de Tarapacá el 13 de junio del 2005, se realiza este estudio para:

- a. Determinar la Clase de Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de uno y dos pisos de albañilería construidas con bloques de hormigón,
- b. Relacionar los valores de los índices de vulnerabilidad sísmica usados tradicionalmente en las construcciones de albañilería con los grados de daños de las escalas de daño recomendadas para este efecto en un escenario sísmico con las características de los terremotos de los años 1967, 2005 y 2007.

### 1.1 MOTIVACIÓN

Las razones que justifican el desarrollo de este trabajo son principalmente tres:

- Las construcciones de albañilería de bloques, corresponden al tipo de construcción moderna más usado en la I y II Región del norte de Chile.
- El comportamiento observado en este tipo de edificios no ha sido del todo satisfactorio encontrándose muchos ejemplos que avalan este diagnóstico (Araneda, 2002, Santander 2007).
- La necesidad de contar con un método que permita cuantificar los efectos de los terremotos que puedan ocurrir en el futuro en las viviendas de albañilería de bloques de hormigón en el marco de la experiencia sísmica reunida hasta la fecha.

### 1.2 OBJETIVOS

Contar con un método que permita determinar los niveles de daño esperado en las viviendas de uno y dos pisos de albañilería reforzada construida con bloques de

hormigón en la zona norte de Chile cuando ocurra un terremoto con las características de los eventos ocurridos en los últimos 40 años.

### **1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

Esta memoria de título se divide en siete capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

*Capítulo 1: Introducción.* En él se presenta la motivación y los objetivos del estudio.

*Capítulo 2: Antecedentes Generales.* En él se describe la zona norte de Chile desde el punto de vista del Peligro Sísmico, destacando las características de los terremotos que la han afectado y los efectos que estos eventos han tenido en las viviendas de albañilería construidas con bloques de hormigón. Además, se entregan los datos proporcionados por los censos de Población y Vivienda junto con las principales características de las construcciones de albañilería de bloques de hormigón construidas en esta zona del país.

*Capítulo 3: Índices de Vulnerabilidad y Escala de Daños:* En él se detallan los índices utilizados para evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas de albañilería y la escala de daños utilizada para relacionar el valor de los índices de vulnerabilidad con los daños.

*Capítulo 4: Estudio de Casos:* En él se describen las características del diseño arquitectónico y estructural de los conjuntos habitacionales seleccionados y se calculan los valores de los índices de vulnerabilidad sísmica. Los casos estudiados corresponden a viviendas ubicadas en las ciudades de Tocopilla y Pozo Almonte, todas ellas localizadas dentro de la zona de daño de los terremotos ocurridos en los años 1967, 2005 y 2007.

*Capítulo 5: Análisis de Resultados y Relación Vulnerabilidad – Daño:* Con la información del capítulo anterior, se establece la clase de vulnerabilidad a la cual pertenecen las construcciones estudiadas y se relacionan los valores de los índices de vulnerabilidad sísmica considerados con el daño.

*Capítulo 6: Conclusiones:* En él se destacan las principales conclusiones teniendo en cuenta la motivación y los objetivos del estudio.

La memoria además contiene un capítulo de referencias y tres Anexos que complementan la información entregada en los capítulos.

## CAPÍTULO 2

### ANTECEDENTES GENERALES

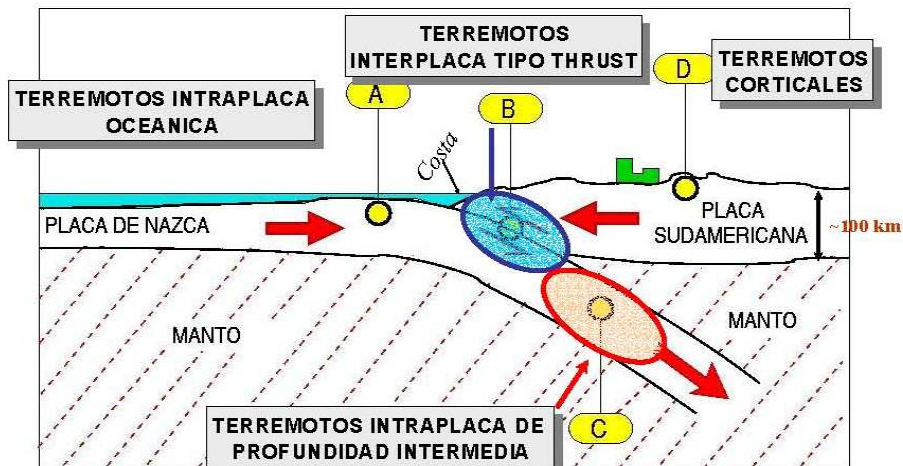
En este capítulo se presenta el marco de referencia dentro del cual se encuentran los casos estudiados. Este marco establece por una parte el alcance de los resultados del estudio y por otra, caracteriza la zona norte de Chile en relación con: (a) la sismicidad, (b) la distribución de la población, y (c) las características de las viviendas de albañilería de bloques de hormigón construidas en esta zona del país.

De acuerdo con lo anterior, se entregan antecedentes relacionados con el Peligro Sísmico de la zona y con los datos y efectos de los tres terremotos para los cuales se logró reunir información para estudiar la vulnerabilidad sísmico - estructural de las viviendas de albañilería construidas con bloques de hormigón. Además se entregan datos del último censo de Población y Vivienda junto con información relacionada con las características de las construcciones de albañilería de bloques de hormigón construidas en esta zona del país.

#### 2.1 PELIGRO O AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA

El Peligro Sísmico de la zona es producto de la subducción de la *Placa de Nazca*, placa oceánica, bajo la *Placa Sudamericana*, placa continental. Esta subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana se observa a lo largo de gran parte de las costas de Chile, con una tasa neta de convergencia estimada entre 8 a 9 cm/año lo que genera una de las zonas sísmicamente más activas del mundo, tanto por la cantidad de eventos que ocurren en Chile como por las grandes magnitudes de los mismos, un ejemplo de ello son los terremotos ocurridos en la zona comprendida entre el sur del Perú y el norte de Antofagasta en los años 1868 ( $M_s=8.5$ ) y 1877 ( $M_s=8.5$ ).

El movimiento de convergencia destacado genera una gran acumulación de energía de deformación, la cual se libera cuando se produce el terremoto quedando determinada su magnitud por la cantidad de energía liberada donde se produce la falla o ruptura. Atendiendo al lugar donde se produce la ruptura, se identifican diferentes fuentes sismogénicas, las que en el caso de Chile corresponden a las cuatro fuentes destacadas en la Figura 2.1. Dentro de estas cuatro fuentes sismogénicas, las identificadas con las letras B (terremotos interplaca tipo Thrust), C (terremoto intraplaca oceánica de profundidad intermedia, entre 80 y 120 km) y D (terremotos corticales o intraplaca continental de reducida profundidad, menor que 30 km) son las que han producido los daños en las construcciones e instalaciones del territorio nacional debido a la proximidad de sus epicentros con los lugares poblados.



**Figura 2.1. Fuentes sísmogénicas de la subducción chilena.**

Dentro de esta extensa subducción chilena, la zona que interesa para los efectos de este estudio es la comprendida entre las latitudes 17°S y 29°S. En ella se ubican cuatro de las regiones correspondiente a la división político-administrativa de Chile, ellas son la: Décimo Quinta, Primera, Segunda y Tercera Región.

En esta zona los eventos que controlan el diseño sísmico corresponden, al igual que en el resto de Chile continental, a los producidos por las fuentes sísmogénicas B, C y D de la Figura 2.1. En la Tabla 2.1 se entrega una lista de terremotos que han ocurrido entre 1604 y el 2007 con magnitud  $M_s$  mayor que 7 en esta zona (GUC, 2008), destacando la ciudad con el mayor número de habitantes más cercana al epicentro del evento.

**Tabla 2.1: Terremotos ocurridos en el Norte de Chile con una magnitud mayor que 7 grados (GUC, 2008)**

| Fecha<br>(Día/Mes/Año) | Latitud (°S) | Longitud (°W) | Ciudad más próxima al epicentro | Magnitud $M_s$ |
|------------------------|--------------|---------------|---------------------------------|----------------|
| 24/11/1604             | -18.500      | -70.400       | Arica                           | 8.5            |
| 16/09/1615             | -18.500      | -70.350       | Arica                           | 8.8            |
| 10/03/1681             | -18.500      | -70.350       | Arica                           | 7.3            |
| 30/03/1796             | -27.350      | -70.350       | Copiapó                         | 7.7            |
| 11/04/1819             | -27.350      | -70.350       | Copiapó                         | 8.3            |
| 08/10/1831             | -18.500      | -71.000       | Arica                           | 7.8            |
| 18/09/1833             | -18.500      | -70.400       | Arica                           | 7.7            |
| 05/10/1859             | -27.350      | -70.350       | Copiapó                         | 7.6            |
| 13/08/1868             | -18.500      | -70.350       | Arica                           | 8.5            |
| 24/08/1869             | -19.600      | -70.230       | Pisagua                         | 7.5            |
| 05/10/1871             | -20.200      | -70.170       | Iquique                         | 7.3            |
| 09/05/1877             | -19.600      | -70.230       | Pisagua                         | 8.5            |
| 23/01/1878             | -20.000      | -70.000       | Huara                           | 7.9            |
| 08/06/1909             | -26.500      | -70.500       | Chañaral                        | 7.6            |
| 04/10/1910             | -22.000      | -69.000       | Calama                          | 7.3            |
| 15/09/1911             | -20.000      | -72.000       | Iquique                         | 7.3            |
| 20/05/1918             | -28.500      | -71.500       | Huasco                          | 7.9            |

| Fecha<br>( Día/Mes/Año) | Latitud ( °S ) | Longitud ( °W ) | Ciudad más próxima al<br>epicentro | Magnitud<br>Ms |
|-------------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|----------------|
| 04/12/1918              | -26.000        | -71.000         | Chañaral                           | 8.2            |
| 07/11/1922              | -28.000        | -72.000         | Huasco                             | 7.0            |
| 10/11/1922              | -28.500        | -70.000         | Vallenar                           | 8.39           |
| 04/05/1923              | -28.750        | -71.750         | Huasco                             | 7.0            |
| 15/05/1925              | -26.000        | -71.500         | Chañaral                           | 7.1            |
| 28/04/1926              | -24.000        | -69.000         | Antofagasta (interior)             | 7.0            |
| 20/11/1928              | -22.500        | -70.500         | Tocopilla                          | 7.1            |
| 19/10/1929              | -23.000        | -69.000         | Calama                             | 7.5            |
| 23/02/1933              | -20.000        | -71.000         | Iquique                            | 7.6            |
| 13/07/1936              | -24.500        | -70.000         | Tal Tal                            | 7.3            |
| 18/04/1939              | -27.000        | -70.500         | Caldera                            | 7.4            |
| 08/07/1942              | -24.000        | -70.000         | Antofagasta                        | 7.0            |
| 14/03/1943              | -20.000        | -69.500         | Huara                              | 7.2            |
| 01/12/1943              | -21.000        | -69.000         | Collaguasi                         | 7.0            |
| 02/08/1946              | -26.500        | -70.500         | Chañaral                           | 7,9            |
| 25/04/1949              | -19.750        | -69.000         | Dolores                            | 7.3            |
| 29/05/1949              | -22.000        | -69.000         | Tocopilla                          | 7.0            |
| 09/12/1950              | -23.500        | -67.500         | San Pedro                          | 8,3            |
| 06/12/1953              | -22.100        | -68.700         | Calama                             | 7.4            |
| 08/02/1954              | -29.000        | -71.000         | Vallenar                           | 7,7            |
| 08/01/1956              | -19.000        | -70.000         | Camarones                          | 7.1            |
| 17/12/1956              | -25.500        | -68.500         | El Salvador                        | 7.0            |
| 29/07/1957              | -23.500        | -71.500         | Antofagasta                        | 7.0            |
| 13/06/1959              | -20.420        | -69.000         | Pica                               | 7.5            |
| 03/08/1962              | -23.300        | -68.100         | San Pedro                          | 7.1            |
| 23/02/1965              | -25.670        | -70.630         | Tal Tal                            | 7.0            |
| 28/12/1966              | -25.510        | -70.740         | Tal Tal                            | 7.8            |
| <b>21/12/1967</b>       | <b>-21.800</b> | <b>-70.000</b>  | <b>Tocopilla</b>                   | <b>7.3</b>     |
| 17/06/1971              | -25.402        | -69.058         | Tal Tal (interior)                 | 7.0            |
| 29/11/1976              | -20.520        | -68.919         | Pica                               | 7.3            |
| 04/10/1983              | -26.535        | -70.563         | Chañaral                           | 7.3            |
| 05/03/1987              | -24.388        | -70.161         | Antofagasta                        | 7.3            |
| 08/08/1987              | -19.000        | -70.000         | Camarones                          | 7.1            |
| 30/07/1995              | -23.360        | -70.310         | Antofagasta                        | 7.3            |
| <b>13/06/2005</b>       | <b>-19.895</b> | <b>-69.125</b>  | <b>Tarapacá</b>                    | <b>7.8</b>     |
| <b>14/11/2007</b>       | <b>-22.230</b> | <b>-68.880</b>  | <b>Tocopilla</b>                   | <b>7,5</b>     |

Como se aprecia en la Tabla 2.1, el catálogo de terremotos muestra que han ocurrido con frecuencia eventos de magnitud Ms mayor que 7 grados en esta zona, dentro de los cuales se encuentran los tres sismos cuyos efectos se han considerado en este estudio. De la Tabla 2.1 también se aprecia que en la zona se han producido eventos de magnitud Ms mayor que 8 grados, dos de ellos son terremotos del tipo Interplaca (en 1868 y en 1877), para los cuales se ha sugerido un período de retorno esperado de 112 +/- 33 años (Comte et al., 1989), y otro terremoto del tipo Intraplaca de Profundidad Intermedia de 1950.

Lo anterior indica que los terremotos cuyos efectos se han considerado en el estudio de la vulnerabilidad de las construcciones de albañilería construidas con bloques de hormigón, no corresponden a los terremotos en su tipo más destructores que han ocurrido en la zona. Esto último debe tenerse en cuenta al juzgar el alcance de los resultados obtenidos especialmente si se considera que los efectos de los terremotos ocurridos en el siglo XIX fueron mayores como lo delatan las isosistas de estos eventos, y que es altamente probable que ocurra un evento de estas características en la zona norte de Chile.

## **2.2 ANTECEDENTES DE LOS TERREMOTOS PARA LOS CUALES SE DISPONE DE INFORMACIÓN DE DAÑOS EN CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA DE BLOQUES.**

A continuación se entregan algunos antecedentes de los tres terremotos para los cuales fue posible reunir información para este estudio, eventos que se destacan en la Tabla 2.1 (ver sombreado en la Tabla 2.1). Estos eventos corresponden a los terremotos de Tocopilla de 1967 ( $M_s=7.3$ ), de Tarapacá de 2005 ( $M_s=7.8$ ) y de Tocopilla de 2007 ( $M_s=7.5$ ).

### **2.2.1 Terremoto de Tocopilla del 20 de diciembre de 1967**

El terremoto ocurrió el día 20 de diciembre de 1967 a las 22:25 hora local, a unos 130 km al norte de Antofagasta. La réplica de mayor magnitud ocurrió el 27 de diciembre a las 05h 18 min. y el período de mayor actividad post-sismo estuvo comprendido entre el 20 y el 31 de diciembre de 1967 (Barrera, 1968).

Según el U.S. Geological Survey (USGS), el epicentro del terremoto se ubicó en las coordenadas  $21,8^\circ$  de latitud Sur y  $70^\circ$  de longitud Oeste con una profundidad focal de 33 km y una magnitud 6.3 (Kort, 1968), lo que representa un epicentro ubicado a unos 30 km al noreste de Tocopilla (Kort, 1968). Estudios más recientes (Comte y Pardo, 1991) le han asignado a este terremoto una magnitud  $M_s = 7.3$ , una profundidad de 20 km y un epicentro de coordenadas  $70.1^\circ$  de longitud Oeste y  $21.9^\circ$  de latitud Sur. En relación con esto último, es conveniente tener en cuenta que basándose en los sismogramas de estaciones ubicadas geográficamente cerca del epicentro, Kort determinó un hipocentro que estaría a una profundidad de 40 km y sus coordenadas serían  $21.98^\circ$  de latitud Sur y  $70.43^\circ$  de longitud Oeste, es decir, más al sur y al oeste del determinado por el USGS.

Los habitantes de la ciudad de Tocopilla sintieron el movimiento sísmico durante 60 segundos aproximadamente (Kort, 1968).

En relación con las intensidades macrosísmicas del evento, en la Tabla 2.2 se entregan los valores reportados por el Departamento de Geofísica y Geodesia de la Universidad de Chile. Por su parte, Kort (1968) utilizó la escala MSK-64 para estimar la intensidad macrosísmica a partir del grado de daño experimentado en los edificios. Con este propósito, Kort dividió la ciudad de Tocopilla en tres grandes zonas: Zona I (Al sur de la ciudad), Zona II (Al centro de la ciudad) y Zona III (Al norte de la ciudad) (ver Figura 2.2), y clasificó las viviendas en las clases de vulnerabilidad siguientes: Clase A (Viviendas construidas por sus propietarios, ubicadas mayoritariamente en la Zona III), Clase B

(Viviendas de uno y dos pisos construidas con muros de albañilería de bloques de hormigón con cadenas de refuerzo y pocos pilares, confinamiento parcial) y Clase C (Viviendas de uno y dos pisos construidas con muros de albañilería de bloques de hormigón bien confinados con cadenas y pilares de hormigón armado).

Producto de este estudio, Kort determinó los grados de intensidad para la ciudad de Tocopilla, como se muestra en la Figura 2.2. De esta figura se observa que la intensidad fluctuó entre VI a VIII grados, y que el grado de intensidad aumentó hacia el norte de la ciudad alcanzando los mayores valores en aquellas zonas en que el suelo es de formación aluvial (especialmente cerca de los contactos entre los materiales aluvionales antiguos y recientes) y cono de deyección (especialmente en su periferia), producto de su baja compacidad.

**Tabla 2.2: Intensidades macrosísmicas del terremoto del 20 de diciembre de 1967.**

| Lugar        | IMM           |                      |
|--------------|---------------|----------------------|
|              | Según Barrera | Servicio Sismológico |
| Arica        | V             | III÷IV               |
| Iquique      | VI            | V                    |
| Quillagua    | VI            | VI                   |
| San Pedro    | VI            | VI                   |
| Chuquicamata | VI            | VI                   |
| Calama       | VI            | VI                   |
| María Elena  | VI            | VI                   |
| Tocopilla    | VII           | VII                  |
| Antofagasta  | IV            | IV                   |
| Taltal       | II            | II                   |
| Chañaral     | IV            | IV                   |
| Potrerillos  | II            | II                   |
| Copiapó      | III           | III                  |



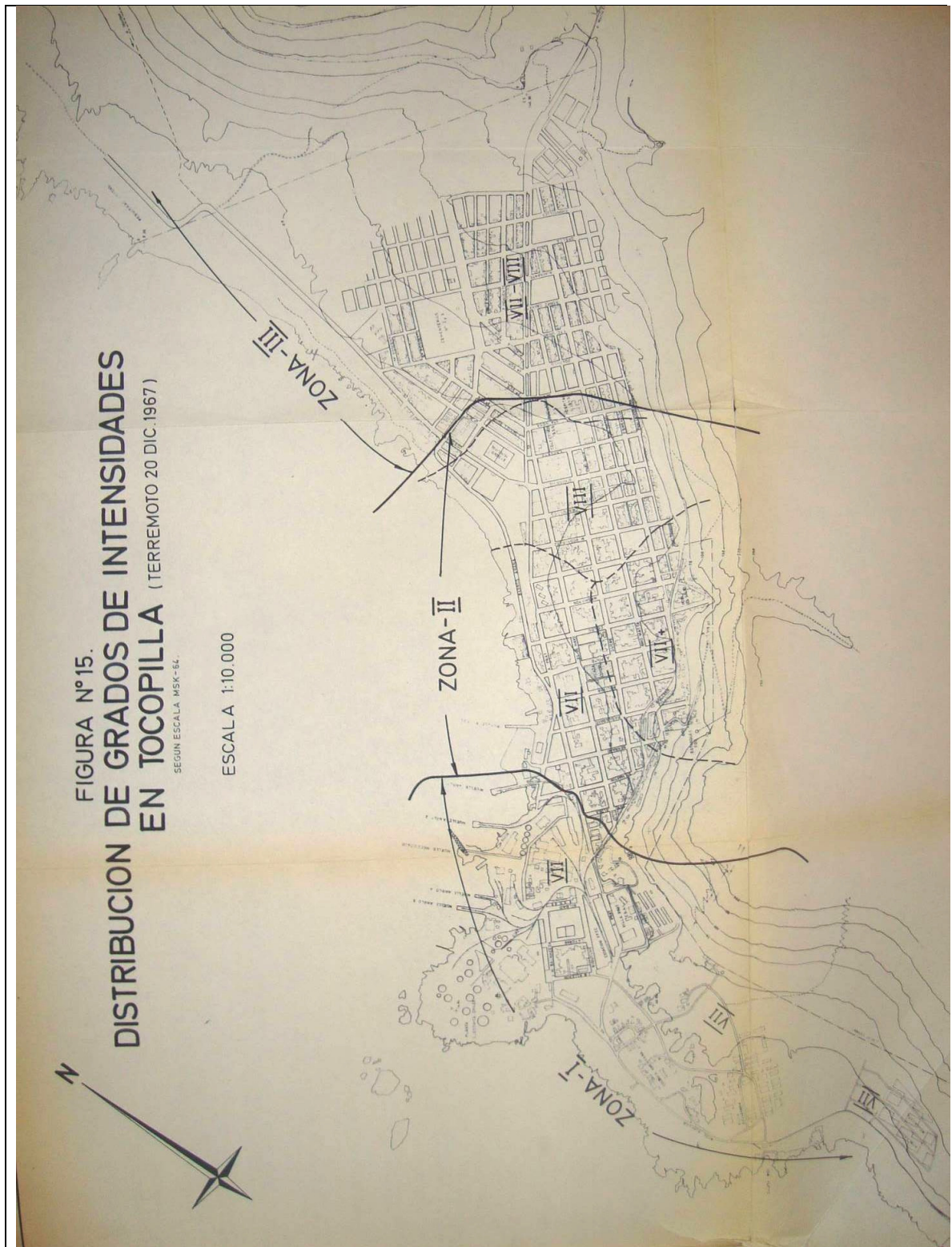


Figura 2.2. Distribución de las intensidades macrosísmicas en la ciudad de Tocopilla durante el terremoto del 20 de diciembre de 1967 (Kort, 1968).



En relación con los efectos del terremoto, a continuación se destaca la información proporcionada por Barrera (Barrera, 1968) y Kort (Kort, 1968).

### *Tocopilla*

La ciudad más dañada por el terremoto fue la ciudad – puerto de Tocopilla, destruyéndose aproximadamente el 40% de las construcciones habitacionales, destacándose los daños sufridos en las casas de bloques de hormigón sin cadenas ni pilares, en las casas de madera rellenas con hormigón pobre, en algunas casas de madera y, en general, en todas las viviendas construidas sobre un relleno artificial necesario para construir en las pendientes existentes en el lugar (Barrera, 1968).

A causa del terremoto fueron atendidas 30 personas en el hospital local. De estas, 17 presentaron lesiones leves y el resto, de mediana gravedad. No hubo casos fatales en el momento del sismo, pero al día siguiente un derrumbe provocó el deceso de un niño de 8 años (Barrera, 1968). La escasa cifra de víctimas se debió en gran parte a la hora en que ocurrió el terremoto.

En el camino entre Michilla y Tocopilla se produjeron grietas y hundimientos en los terraplenes. Además de pequeños deslizamientos, hubo algunos derrumbes en los cortes y grietas en el pavimento de asfalto. El camino quedó parcialmente obstruido, siendo despejado rápidamente.

En los servicios de utilidad pública se produjo la interrupción del alumbrado público y de algunos sectores del alumbrado domiciliario, el cual se restableció rápidamente. Se soltaron y cayeron algunas luminarias de mercurio del servicio público, quedando otras colgadas de los conductores. La iluminación del estadio de Tocopilla quedó completamente destruida debido a la oscilación de las torres de sustentación (Barrera, 1968). La cañería matriz del agua potable resultó seriamente averiada, provocando la escasez de agua durante pocos días. El servicio telefónico se vio interrumpido debido a daños en el edificio de la planta y al corte de algunas líneas telefónicas.

En los edificios de uso público se produjeron daños, destacando entre ellos los ocurridos en el Liceo Co-educacional (1960), en el Hospital (1939), en el Edificio de la Compañía de Teléfonos (1966) y en el edificio de la prefectura de Carabineros (1947), todos ellos construidos después de 1939 aplicando las ordenanzas de construcción y las normas de la época. En los edificios de uso habitacional de más de dos pisos, se destacan los daños de los edificios de cuatro pisos de Carabineros de Chile (1967) y de los edificios habitacionales del Servicio de Seguro Social (1940).

También se deben destacar los daños en el cementerio, donde muchas tumbas y lápidas se volcaron o quedaron inclinadas.

Felizmente, la cantidad de víctimas en este terremoto fue mínima, pero las pérdidas materiales fueron muchas, constituyéndose así en la tercera tragedia que afectó al puerto en

el siglo XX. Desde esa época, en que la población alcanzó a más de 25.000 habitantes, Tocopilla no volvió a surgir con el empuje de antaño, situación que se mantiene hasta hoy.

### *Gatico y Cobija*

Al sur de la ciudad de Tocopilla, en los km 46 y 51, se encuentran ubicadas las localidades de Gatico y Cobija, respectivamente.

En Gatico, pueblo abandonado al igual que hoy, se observaron en las estructuras que permanecían en pie algunas grietas de importancia en muros de concreto y pequeños derrumbes en pircas de piedra.

En Cobija, los restos de muros de adobes del antiguo pueblo permanecieron en pie y las estructuras livianas de las pocas viviendas existentes no experimentaron daños. Sólo se observaron algunos efectos menores sobre los objetos en el interior de las casas, lo que significó el desplazamiento de muebles y el vuelco de objetos de poca estabilidad.

Tanto Gatico como Cobija, se encuentran ubicados en terrenos donde la roca aflora frecuentemente y los rellenos, usualmente de pequeño espesor y limitados a sectores depresionarios, aparecen fuertemente cementados por sales (Kort, 1968).

Según Kort, el grado de intensidad macrosísmica en estos lugares no fue más allá de V-VI grados.

### *Quillagua*

En esta localidad la mayor parte de las viviendas resultó afectada debido a su mala calidad; casi todas construidas de adobe sin refuerzos. Las casas de madera revestidas con planchas onduladas (Calamina) y con estructura metálica con muros y divisiones de planchas de yeso, resistieron sin o con escaso daño.

Los canales de regadío se destruyeron por estar ubicados muy cerca del borde del talud que forma el valle del río Loa, sufriendo fuertes hundimientos y deslizamientos.

La carretera Panamericana sufrió agrietamientos en las bermas por los deslizamientos en la zona de terraplenes. En el puente sobre el río Loa se produjo un hundimiento del orden de 30cm en el terraplén de acceso. El camino de Quillagua a María Elena presentó grietas en las bermas en todos los terraplenes y pequeños deslizamientos en los cortes.

Según Kort (1968), los daños en las viviendas fueron graves debido al tipo de construcción existente, viviendas de adobe fundadas superficialmente sobre depósitos sedimentarios del río Loa con afloramientos de aguas subterráneas y frecuentes sectores de vegas. Estas condiciones, a juicio de Kort, justificarían los daños ocurridos en las viviendas a pesar de la distancia respecto del epicentro.

El grado de intensidad macrosísmica estimado por Kort para Quillagua es VI-VII grados.

#### *El Toco*

En esta localidad se observaron severos daños en las construcciones de adobe, resistiendo en buenas condiciones las viviendas construidas con material ligero.

#### *María Elena*

En esta salitrera no se produjeron daños de consideración, lo que se atribuye a la buena calidad de la construcción. Sólo se destacan grietas finas en muros y la caída de estuco (Barrera, 1968).

#### *Iquique y Arica*

En las ciudades de Iquique y Arica sólo se destaca el pánico entre los pobladores, el vuelco de objetos y la interrupción de los servicios de utilidad pública, efectos que fueron mayores en Iquique.

#### *Daños en Obras Civiles*

La obras civiles existentes en la ciudad de Tocopilla no tuvieron daños. Entre ellas se destacan (Kort, 1968): las instalaciones de la Planta Eléctrica, los estanques de petróleo de la Chile Exploration Company, las bodegas de materiales, maestranza, estación ferroviaria, silos de salitre, planta mecanizada de embarque del salitre, estanques de agua y cinco muelles de la Sociedad Química y Minera de Chile y las instalaciones de la Compañía Minera de Tocopilla.

Los únicos daños que se destacan (Kort, 1968) son: las roturas de las matrices de la red de Agua Potable, la rotura de algunos colectores de la red alcantarillado y el agrietamiento de los pavimentos en el sector norte de la ciudad donde cruza el paso del aluvión de 1940.

#### *Daños en suelos y rellenos*

En el sector de Huella Tres Puntas ocurrieron varios derrumbes que destruyeron parte de las casas ubicadas en las laderas del cerro sobre los cortes que habían realizado sus propietarios, esta situación originó taludes muy inclinados y sin defensas contra posibles deslizamientos (Kort, 1968).

El resto de los daños se observaron en el camino que une las ciudades de Tocopilla y Antofagasta, donde se produjeron grietas paralelas al camino y grietas en los pavimentos de asfalto en aquellos sectores que habían sido rellenados para salvar quebradas. Estos daños ocurrieron a lo largo de unos 60 km.

En la quebrada de Barriles se observaron pequeños derrumbes aislados en los costados del camino. Daños mayores se observaron en el sector de la línea del ferrocarril El Toco-Tocopilla, donde un gran relleno ubicado a 8 km de Tocopilla deslizó quedando la línea débilmente apoyada.

#### *Análisis de los efectos del terremoto de 1967*

Para hacer este análisis, Kort tiene en cuenta las condiciones locales existentes en la ciudad de Tocopilla. De esta forma destaca que los mejores suelos se encuentran en el sector Sur de la ciudad cercano al borde costero y ellos corresponden a roca, la cual aflora en varios lugares o bien se encuentra a poca profundidad de la superficie, y a depósitos de conchuelas-arenas y gravas marinas fuertemente cementados por sales. En cambio hacia el sector central y Norte de la ciudad, la calidad de los suelos empeora debido a su origen aluvional, en especial donde los depósitos corresponden a aluviones recientes los cuales presentan baja compacidad y heterogeneidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, Kort destaca que los mayores daños se producen en los suelos de formación aluvional reciente, en los contactos entre los depósitos antiguos y recientes y en la periferia de los conos de deyección. Además destaca que la calidad de las construcciones es el otro factor determinante en los daños; especialmente pudo comprobar que *las construcciones de bloques con pocos elementos de refuerzos fueron las más dañadas y a ellas deben agregarse las viviendas construidas por sus propietarios* las que clasifica como una construcción de la Clase A de vulnerabilidad (Kort, 1968)

#### **2.2.2 Terremoto de Tarapacá de 2005**

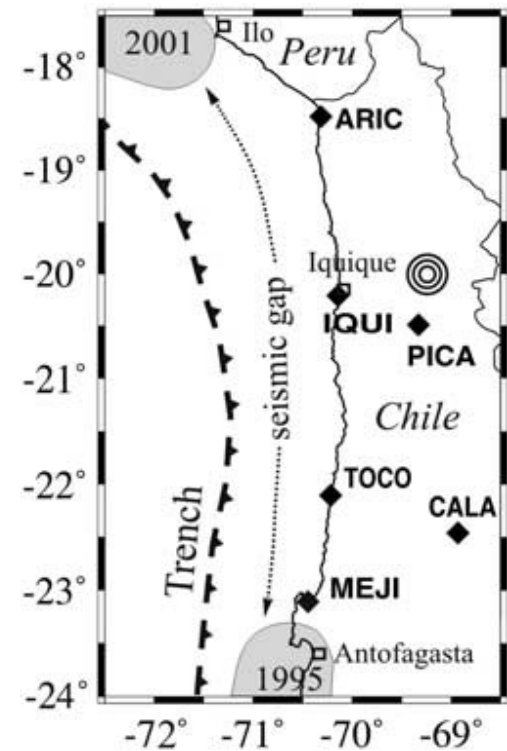
Este terremoto ocurrió el 13 de junio de 2005 a las 18:44 hora local, con un epicentro ubicado a 100 km al noreste de la ciudad de Iquique en las coordenadas 20.01° S y 69,24° O (ver los círculos concéntricos de la Figura 2.3), y a una profundidad de foco de 108 km dentro de la placa de Nazca (Delouis & Legrand, 2007). La magnitud del terremoto fue de  $M_w=7.8$  y su momento sísmico fue de  $M_0= 5,47E + 27$  dinas-cm (Delouis & Legrand).

Teniendo en cuenta la ubicación del hipocentro y la información instrumental obtenida, el terremoto se ha caracterizado como un terremoto del tipo intraplaca oceánica de profundidad intermedia con un proceso de ruptura rápido, con un área de ruptura cuya parte predominante es de dimensión compacta,  $50 \times 40 \text{ km}^2$ , y con un deslizamiento máximo de 13 m (Delouis & Legrand). Según Peyrat et al. (2006), las dimensiones del área de ruptura fueron de 60 km de largo por 30 km de ancho.

El terremoto es el más grande en su tipo que ha ocurrido en el norte de Chile desde el terremoto de Calama de diciembre de 1950 ( $M_s=8.0$ ), y se caracteriza, como todos los terremotos intraplaca oceánica de profundidad intermedia, por el alto valor de la caída de tensión, 15 MPa (Delouis&Legrand) o 21-30 MPa (Peyrat et al., 2006).

Según la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI, 2005), el terremoto reportó 11 muertos, 182 heridos y 9350 viviendas destruidas en el área de daño del terremoto, la que

abarca entre la localidad de Camiña por el norte y Colonia de Pintados por el sur, ver figura 2.4 (Astroza et al., 2005). Las mayores intensidades se produjeron en las localidades ubicadas en la quebrada de Tarapacá alcanzando valores de IX grados en la escala MSK-64, ver figura 2.4 (Astroza et al., 2005). En particular en Pozo Almonte, lugar donde se encuentra el conjunto habitacional estudiado en este Trabajo de Título, la intensidad fue de VII÷VIII grados.



Según Delouis & Legrand, 2007 (círculos concéntricos).

**Figura 2.3. Ubicación del epicentro del terremoto de Tarapacá del 2005**

Habiendo ocurrido el terremoto en una zona muy despoblada, sus efectos fueron muy destructivos, como se aprecia de los valores de las intensidades. Especialmente lamentable fue el impacto que tuvo en las iglesias católicas construidas durante los siglos XVII y XVIII, las que constituyen el patrimonio histórico arquitectónico de esta parte del Norte de Chile. Esta situación se observó aún en aquellas localidades en que las viviendas se vieron poco afectadas (Astroza et al., 2005). En la Figura 2.5 se entrega una muestra de estos daños.

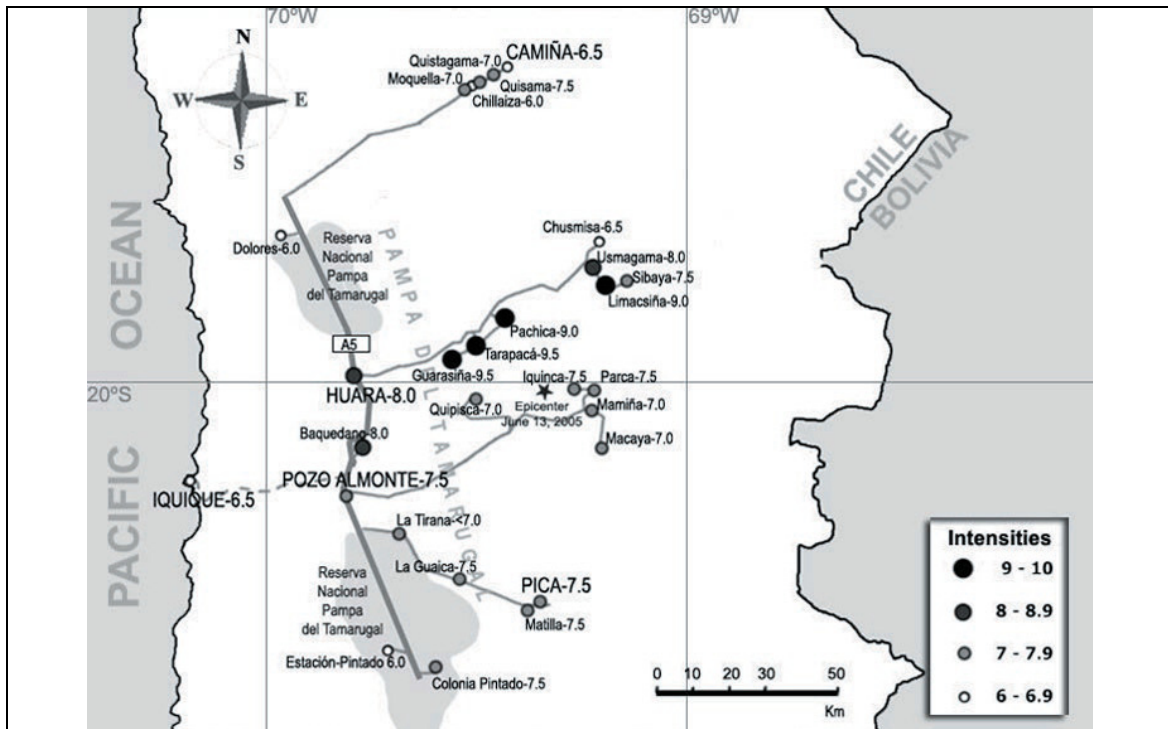


Figura 2.4. Área de daños del terremoto de Tarapacá de 2005 e intensidades de las localidades ubicadas en ella (Astroza et al., 2005).

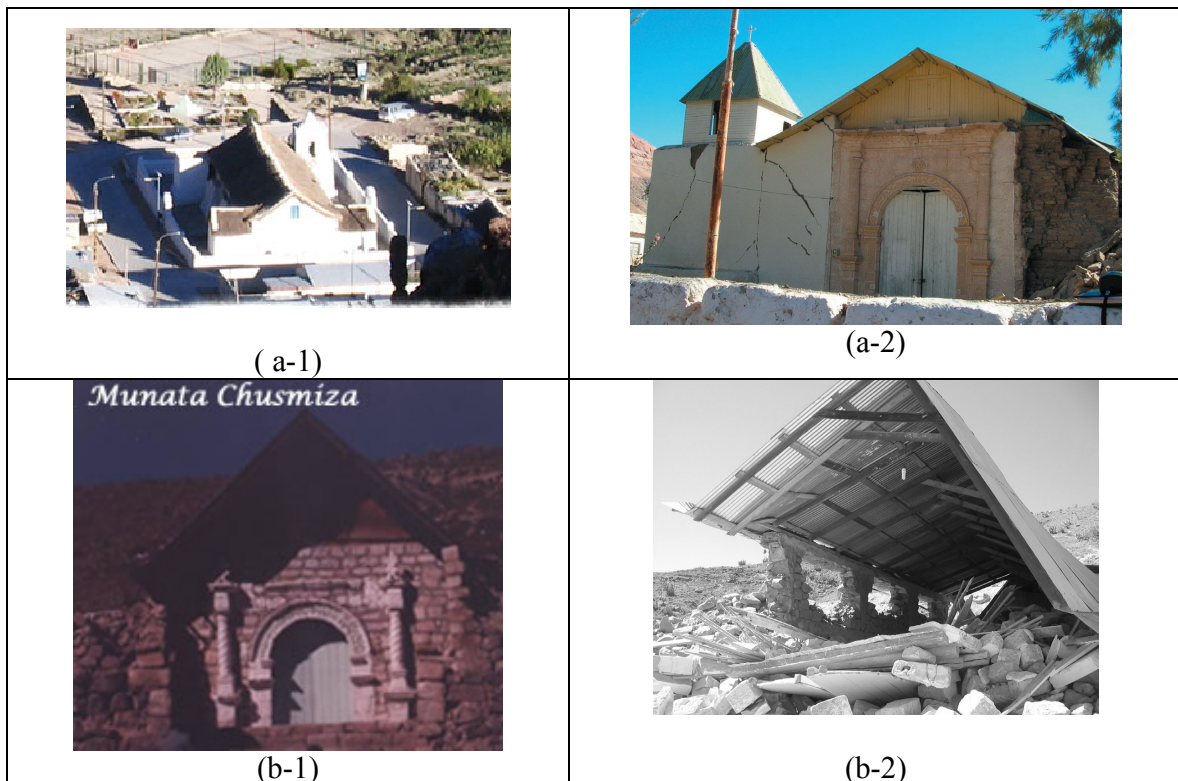


Figura 2.5. Iglesias de Camiña (a) y Usmagama (b) antes(-1) y después (-2) del terremoto.

De los daños observados durante este terremoto se pudo comprobar que (Astroza et al., 2005):

- a. Las viviendas de adobe y albañilería de piedra unidas con un mortero de barro fueron las más dañadas. Estas viviendas son construidas por sus propietarios y se encuentran en localidades muy apartadas y muchas veces de difícil acceso. Esto último dificulta el control de su construcción y el asesoramiento técnico.
- b. Las construcciones realizadas con asistencia técnica y con la participación de profesionales en el desarrollo de su proyecto, presentaron daños cuando la densidad de muros en una dirección de la planta es muy reducida y en aquellas que se ubican en las laderas de suelos arenosos.
- c. Las construcciones modernas intervenidas por sus propietarios sin la asistencia de profesionales, sufrieron daños importantes en las ampliaciones o modificaciones realizadas.
- d. La vulnerabilidad sísmica aumenta dramáticamente cuando las viviendas se construyen en las laderas de los depósitos aluvionales que abundan en la región.
- e. En los caminos interiores se observaron deslizamientos y rodados de importancia, lo que dificultó el tránsito vehicular hacia los pueblos ubicados al interior de las quebradas y a las instalaciones mineras.

### **2.2.3 Terremoto de Tocopilla de 2007**

Este terremoto ocurrió el 14 de noviembre de 2007, a las 12:40 hora local (15h41 GMT). Su magnitud fue  $M_w=7.7$  ( $M_s = 7,5$ ) y su epicentro se ubicó 25 km al sur de la ciudad de Tocopilla, siendo esta la ciudad más afectada por el evento, y 150 al noreste de la ciudad de Antofagasta. El epicentro del terremoto se ubicó en los  $22,33^\circ$  S y  $70,16^\circ$  W con una incertidumbre de  $\pm 4$  km y una profundidad de foco de  $45\pm 6$  km sobre el plano de Wadati-Benioff (ver Figura 2.6).

La ruptura se propagó lateralmente, propagándose 50 km hacia el norte y 100 km al sur. El desplazamiento de la ruptura ocurrió una profundidad que varía entre los 35 y 50 km, concentrándose en dos sectores, uno en el hipocentro y el otro a 70 km al sur de él (ver Figura 2.7). El desplazamiento medio de la ruptura fue de 1.2 m en un área de  $156 \times 48$  km<sup>2</sup>. La ruptura se propagó a una velocidad de 2.8 km/s. Con una duración total de la ruptura de 45s. El momento sísmico fue de  $M_0 = 4.5E+27$  dinas-cm, lo que corresponde a una magnitud de momento  $M_w=7.7$ . La península de Mejillones actuó como una barrera en relación con la propagación de la ruptura (Delouis et al., 2009).

Las réplicas ocurrieron durante dos semanas después del terremoto, siendo la mayor de ellas la que ocurrió 24 horas después del evento principal y de magnitud  $M_w= 6.8$ . Estas réplicas se ubican en el plano de contacto interplacas a una profundidad variable, entre 20 y 50 km. Además se observó una reactivación de una sismicidad de profundidad intermedia, la cual no se había observado en los meses anteriores a la ocurrencia de este terremoto, con un mecanismo similar al del terremoto de Tarapacá de 2005.

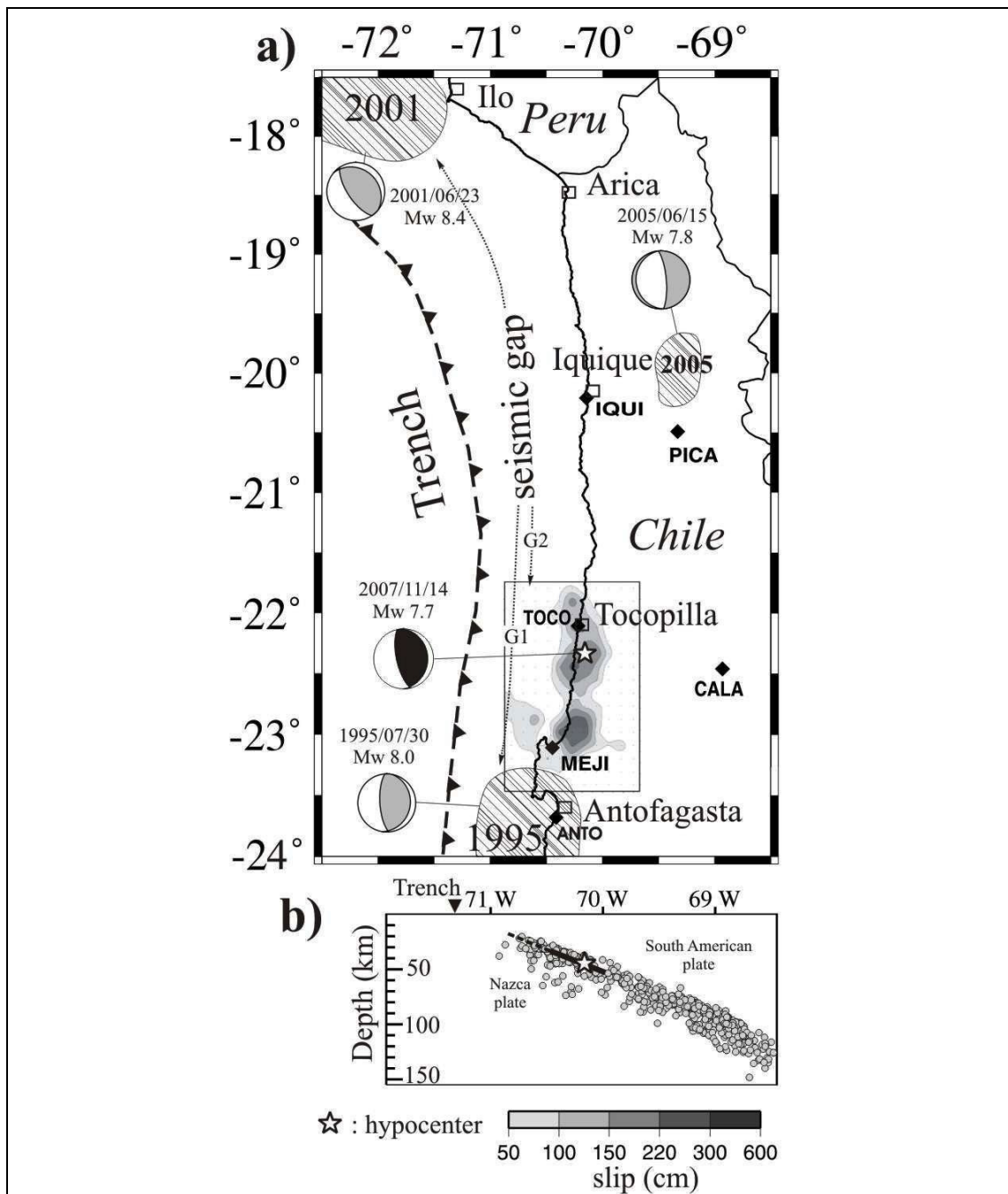


Figura 2.6 Ubicación Terremoto de Tocopilla del 2007 (Delouis et al., 2009).



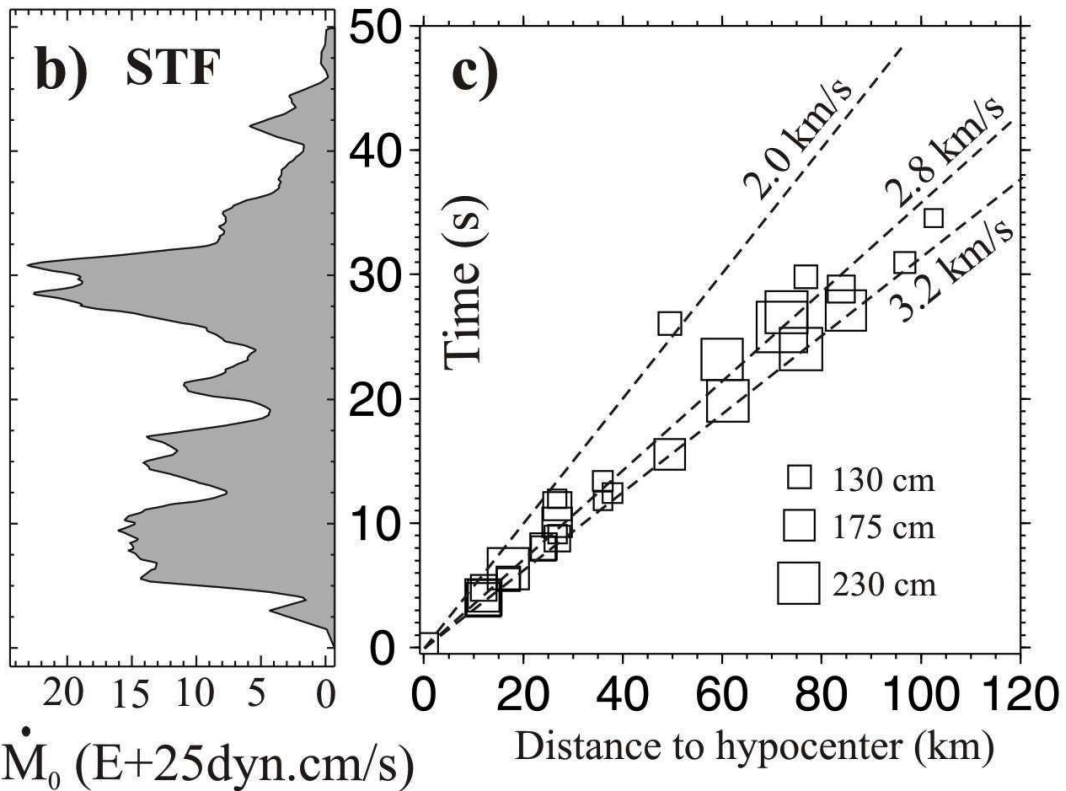
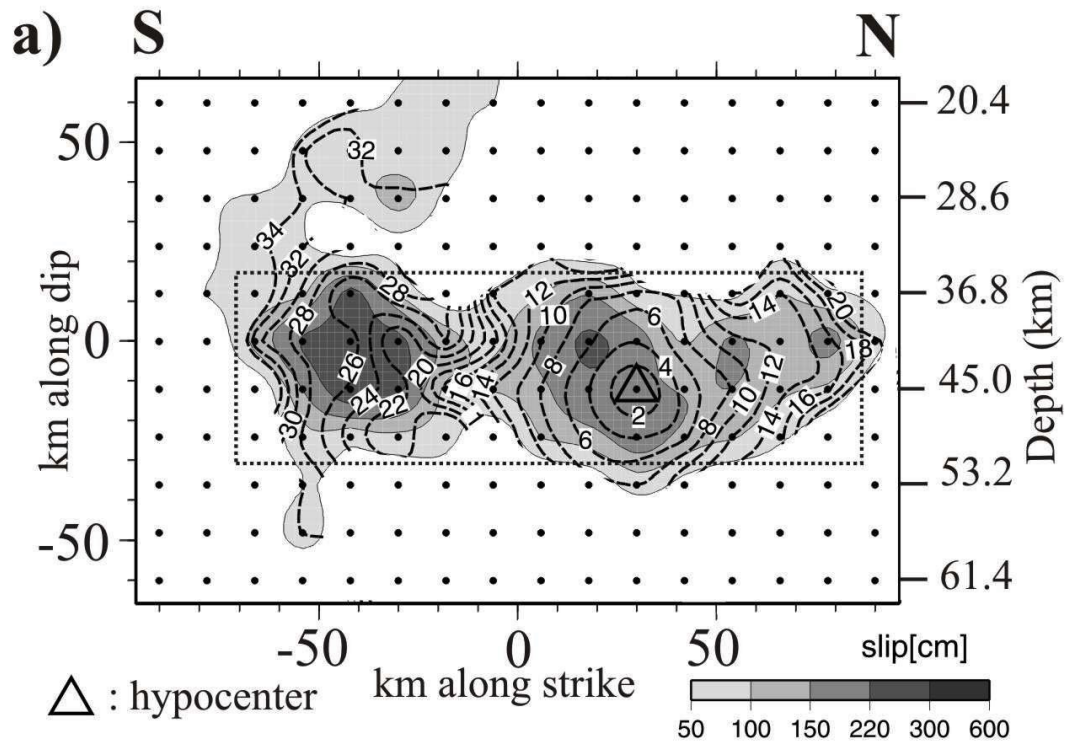


Figura 2.7 Detalles de la ruptura del Terremoto de Tocopilla del 2007 (Delouis et al., 2009).

La mayor intensidad del terremoto se observó en la ciudad de Tocopilla, donde alcanzó una intensidad máxima de VII-VIII según la escala MSK-64 (Astroza et al., 2008). El saldo fue de 2 muertos, 11 heridos graves y cerca de 15.000 damnificados. Los daños estructurales más graves se observaron en viviendas construidas por sus propietarios y por empresas constructoras para familias de escasos recursos, quedando inutilizables el 43 % de las casas según un catastro inicial (Ahumada, 2007).

De la inspección de los efectos del terremoto, se comprueba que la zona de daño corresponde a la encerrada por la isosista VI en el mapa de la Figura 2.8. Las intensidades de esta figura corresponden a las detalladas en la Tabla 2.3 y se han determinado considerando los daños en las localidades visitadas, lo que ha permitido detectar algunos efectos locales que pueden aumentar o disminuir el valor indicado en la tabla. Un buen ejemplo de esta situación es la ciudad de Tocopilla donde la intensidad puede variar en  $\pm \frac{1}{2}$  grado del valor indicado dependiendo si el sector se ubica sobre un depósito aluvional reciente, como ocurre en el sector norte de la ciudad, o sobre roca, como ocurre en el borde costero al sur de la ciudad.

**Tabla 2.3: Intensidades del terremoto de Tocopilla del 2007,  $I_{MSK}$**

| <b>Localidad</b>      | <b>Intensidad</b> | <b>Localidad</b>                   | <b>Intensidad</b> |
|-----------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Quillagua             | 6.5               | Sierra Gorda                       | 5.0               |
| Nueva Esperanza       | 6.0               | Baquedano                          | 6.0               |
| Tocopilla             | 7.0               | Antofagasta                        | 6.0               |
| María Elena           | 7.0               | <i>Iquique<sup>(1)</sup></i>       | 5.0               |
| Pedro de Valdivia     | 6.0               | <i>Alto Hospicio<sup>(1)</sup></i> | 5.0               |
| Gatico <sup>(2)</sup> | 6.5               | <i>Calama<sup>(1)</sup></i>        | 5.0               |
| Cobija <sup>(2)</sup> | 6.5               | <i>Taltal<sup>(1)</sup></i>        | 5.0               |
| Hornitos              | 6.5               | <i>Valparaíso</i>                  | 2.0               |
| Mejillones            | 6.5               | <i>Viña del mar</i>                | 2.0               |
| Chacabuco             | 6.0               | <i>Santiago</i>                    | 2.0               |

(1) Intensidades estimadas de la información entregada por los medios de comunicación.

(2) Lugar ubicado en roca

Al estimar las intensidades se tuvo en cuenta el estado en que se encontraban las construcciones antes del terremoto, ya que algunas de ellas habían sido dañadas durante los terremotos ocurridos los años 1967 y 1995 (Astroza M. y R. Astroza, 2008). En particular, en la ciudad de Tocopilla se pudo comprobar que muchos de los daños más espectaculares se observaron en edificios que habían sufrido daños durante el terremoto de 1967, los que se encuentran reportados en la memoria de título del ingeniero Issa Kort K. (1968) y en la información fotográfica reunida por el ingeniero Javier Ahumada C. para desarrollar su memoria de título sobre la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tocopilla (Ahumada, 2007). Como prueba de lo anterior, en la Figura 2.9 se muestra el estado en que se encontraba la vivienda que colapsó en el sector del centro de Tocopilla. Lo mismo ocurrió en localidades como Sierra Gorda y Baquedano donde las viviendas más afectadas, se encontraban dañadas como consecuencia del terremoto ocurrido el 30 de julio de 1995.

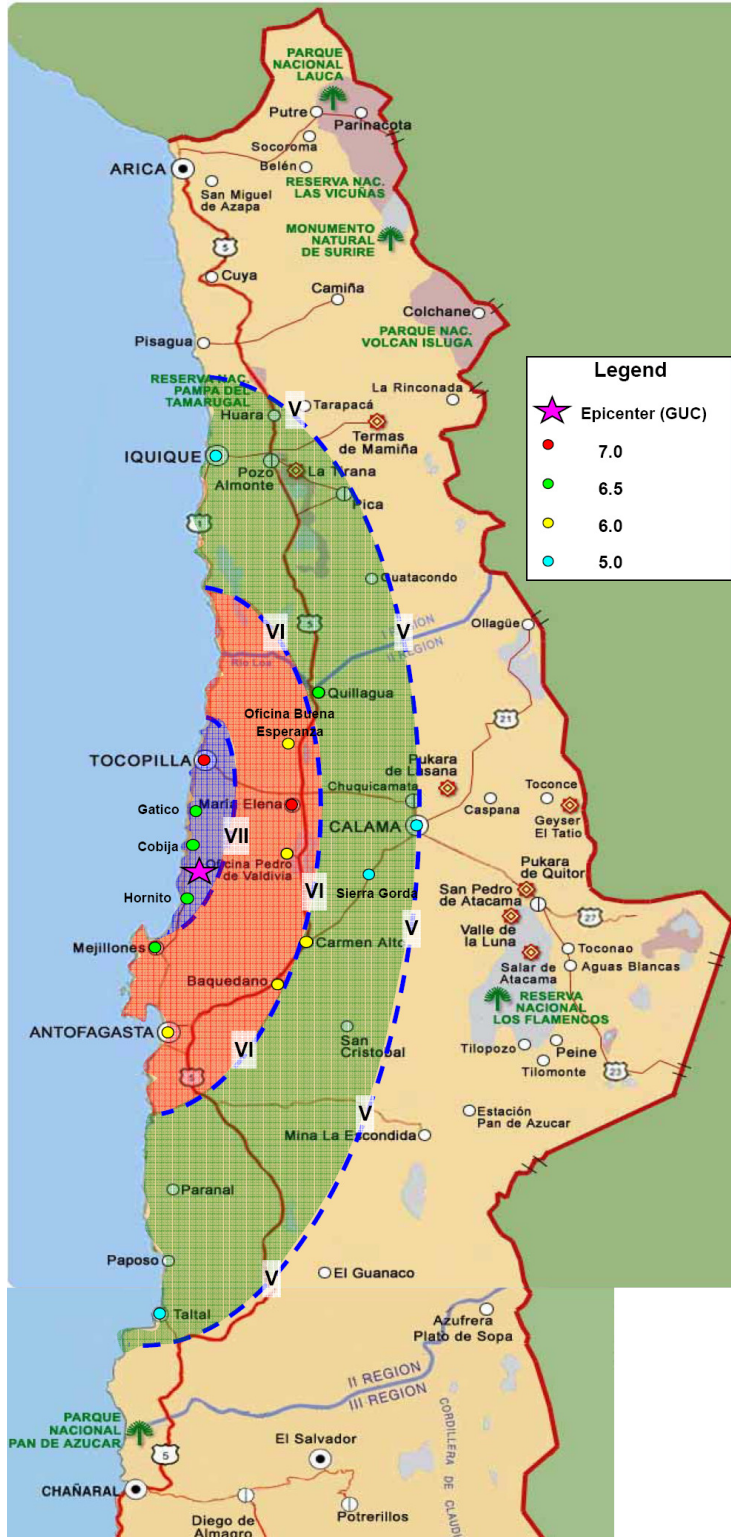


Figura 2.8 Isosistas del terremoto del 14 de Noviembre del 2007 (Astroza et al., 2008)



Estado después del terremoto de 1967 (Issa Kort, 1968)



Estado antes del terremoto (Ahumada, 2007)



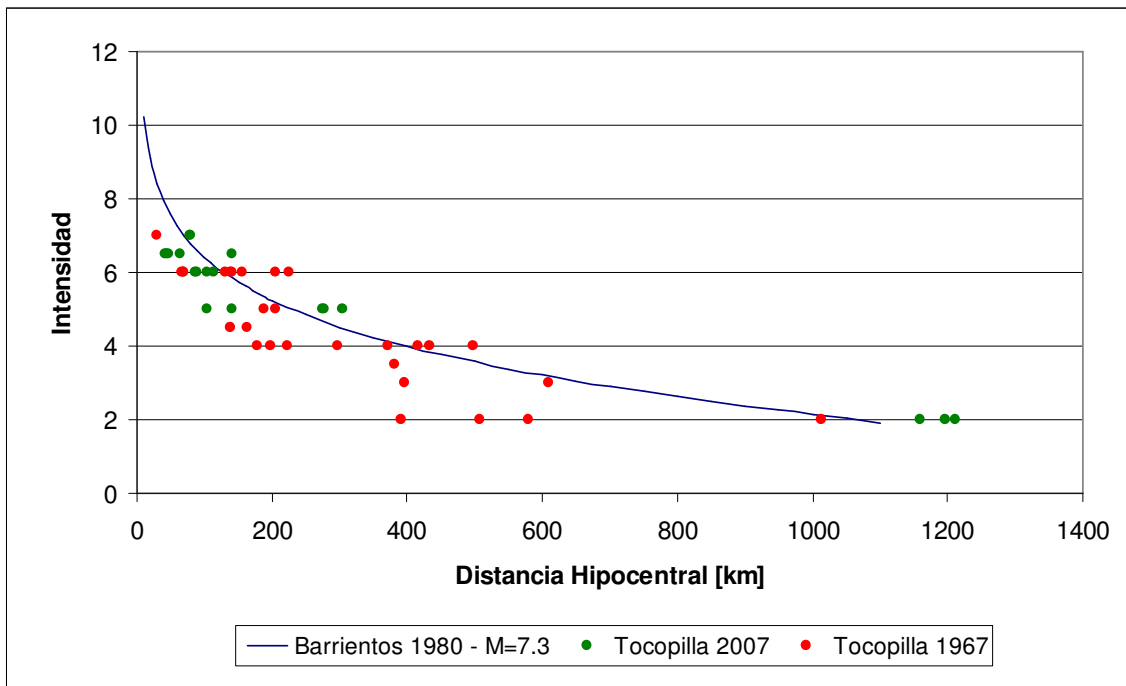
Estado después del terremoto

**Figura 2.9 Estado la vivienda que colapsó en sector del centro de Tocopilla (Astroza M. y R. Astroza, 2008)**

Los daños en edificios de uso público se produjeron en edificios antiguos que habían sufrido los efectos del terremoto de 1967, entre ellos se pueden destacar: el edificio del Hospital, el edificio de Carabineros de Chile, los edificios del conjunto habitacional del Servicio del Seguro Social, el edificio de la Ilustre Municipalidad y los edificios de los colegios ubicados en el entorno del Hospital. De los edificios de construcción reciente, se destaca el daño sufrido por el edificio de la Gobernación.

#### **2.2.4 Comparación de las intensidades de los terremotos de Tocopilla de 1967 y del 2007**

Resulta interesante comparar los efectos de estos dos eventos por haber ocurrido en la misma zona. De acuerdo con los archivos del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile las intensidades estimadas en 29 localidades corresponden a las mostradas en la Figura 2.10, las cuales se comparan con las intensidades del terremoto del 14 de Noviembre del 2007 (ver Tabla 2.3), y con la curva que representa la ley de atenuación de intensidades propuesta por Barrientos (Barrientos, 1980) para una magnitud de 7.3 grados, apreciándose que las intensidades de ambos terremotos son comparables.



**Figura 2.10 Comparación de las intensidades de los terremotos de Tocopilla de 1967 y de 2007.**

### 2.3 DATOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA

Los datos que se entregan corresponden al XVII Censo Nacional de Población y al VI de Vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) el año 2002 (INE, 2002). Debido a la fecha en que se realizó el censo, los datos de la Región de Arica y Parinacota están incluidos en la I Región de Tarapacá.

En la Tabla 2.4 se entrega la distribución porcentual por región del tipo de material usado en la construcción de las viviendas. De esta tabla se comprueba que en las tres primeras regiones (destacadas con un sombreado), predominan las viviendas construidas con muros de bloque de hormigón, en las regiones de la Zona Central predominan las viviendas construidas con muros de albañilería de ladrillo cerámico, y desde la VIII región hacia el sur, la vivienda de madera es el tipo predominante.

Si se analiza la información de cada una de las tres regiones de la zona Norte de Chile, en las tablas 2.5, 2.6 y 2.7 se entrega el detalle para cada tipo de construcción, destacándose la cantidad de viviendas construidas con bloques de hormigón en las provincias pertenecientes a estas tres regiones de Chile, provincias que se destacan en los mapas de la Figura 2.11.

**Tabla 2.4: Tipo de Construcción por Región de Chile, Censo 2002 (INE, 2002)**

| Tipología                                    | Tipos de Construcción por Región de Chile [ % ] |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  | I   | II        | III       | IV        | V         | Metr.     | VI        | VII       | VIII      | IX        | X         | XI        | XII       |
| Hormigón armado, piedra                      | 20  | 34        | 14        | 10        | 17        | 19        | 4         | 4         | 13        | 6         | 4         | 4         | 5         |
| Ladrillo                                     | 22  | 5         | 8         | <b>33</b> | <b>35</b> | <b>58</b> | <b>53</b> | <b>50</b> | 25        | 10        | 3         | 2         | 7         |
| Paneles estructurados, bloque (prefabricado) | <b>30</b>                                       | <b>46</b> | <b>38</b> | 18        | 5         | 4         | 3         | 2         | 3         | 3         | 3         | 8         | 3         |
| Madera o tabique forrado                     | 24  | 10        | 19        | 21        | 29        | 15        | 21        | 20        | <b>48</b> | <b>75</b> | <b>87</b> | <b>79</b> | <b>82</b> |
| Internit                                     | 2   | 1         | 9         | 5         | 7         | 1         | 2         | 1         | 7         | 6         | 4         | 5         | 2         |
| Adobe, barro empajado                        | 2   | 4         | 12        | 12        | 7         | 3         | 16        | 22        | 4         | 1         | 0         | 2         | 0         |
| Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)    | 1   | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <b>Total</b>                                 | 100   | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       |

**Tabla 2.5: Tipo de Construcción por Provincia de la Primera Región (INE, 2002)**

| Tipología                                    | Región de Tarapacá |             |               |             |            |             |
|--|--------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|
|  | Iquique            |             | Arica         |             | Parinacota |             |
|  | Casos              | %           | Casos         | %           | Casos      | %           |
| Hormigón armado, piedra                      | 12.604             | 22,3        | 7.657         | 16,9        | 35         | 4,7         |
| Ladrillo                                     | 9.185              | 16,2        | 13.220        | 29,3        | 29         | 3,9         |
| Paneles estructurados, bloque (prefabricado) | <b>16.845</b>      | <b>29,8</b> | <b>13.871</b> | <b>30,7</b> | <b>133</b> | <b>17,8</b> |
| Madera o tabique forrado                     | 15.171             | 26,8        | 9.171         | 20,3        | 71         | 9,5         |
| Internit                                     | 1.373              | 2,4         | 429           | 1,0         | 1          | 0,1         |
| Adobe, barro empajado                        | 1.031              | 1,8         | 559           | 1,2         | 457        | 61,2        |
| Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)    | 388                | 0,7         | 294           | 0,7         | 21         | 2,8         |
| <b>Total</b>                                 | 56.597             | 100,0       | 45.201        | 100,0       | 747        | 100,0       |

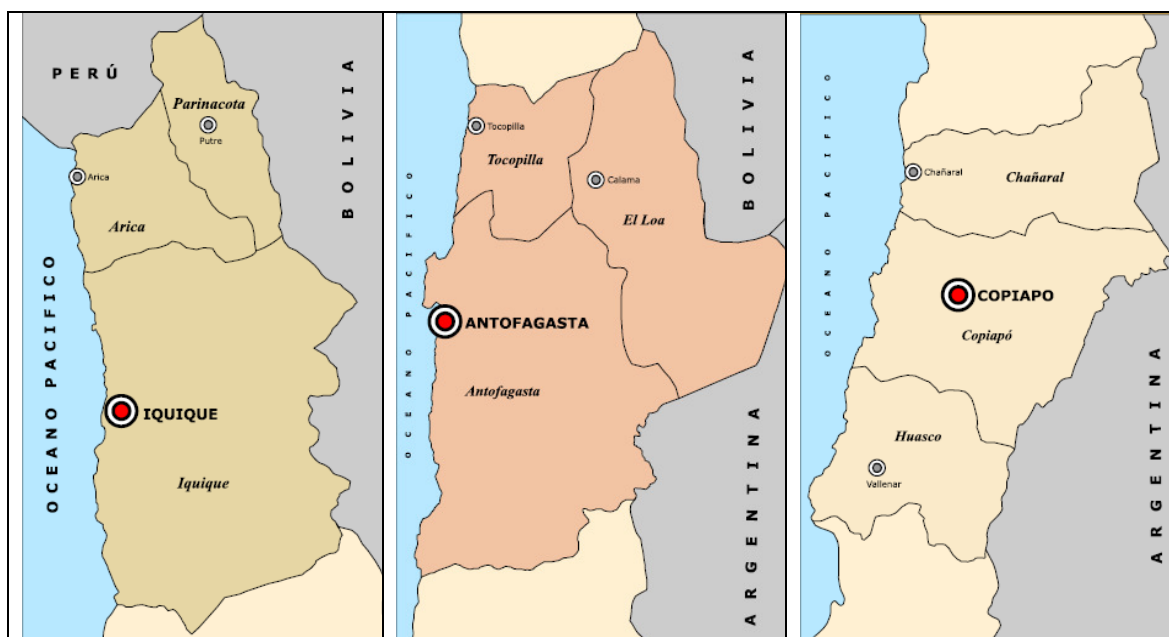
**Tabla 2.6: Tipo de Construcción por Provincia de la Segunda Región (INE, 2002)**

| Tipología                                    | Región de Antofagasta |              |               |              |              |              |
|--|-----------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|  | Antofagasta           |              | El Loa        |              | Tocopilla    |              |
|  | Casos                 | %            | Casos         | %            | Casos        | %            |
| Hormigón armado, piedra                      | 26.715                | 37,6         | 7.440         | 22,9         | 3.638        | 44,0         |
| Ladrillo                                     | 2.374                 | 3,3          | 3.296         | 10,2         | 281          | 3,4          |
| Paneles estructurados, bloque (prefabricado) | <b>33.393</b>         | <b>47,0</b>  | <b>15.281</b> | <b>47,1</b>  | <b>2.708</b> | <b>32,7</b>  |
| Madera o tabique forrado                     | 7.424                 | 10,5         | 2.329         | 7,2          | 1.383        | 16,7         |
| Internit                                     | 512                   | 0,7          | 164           | 0,5          | 150          | 1,8          |
| Adobe, barro empajado                        | 177                   | 0,3          | 3.783         | 11,7         | 51           | 0,6          |
| Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)    | 405                   | 0,6          | 166           | 0,5          | 61           | 0,7          |
| <b>Total</b>                                 | <b>71.000</b>         | <b>100,0</b> | <b>32.459</b> | <b>100,0</b> | <b>8.272</b> | <b>100,0</b> |

**Tabla 2.7: Tipo de Construcción por Provincia de la Tercera Región (INE, 2002).**

| Tipología                                    | Región de Atacama |              |              |              |               |              |
|--|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
|  | Copiapó           |              | Chañaral     |              | Huasco        |              |
|  | Casos             | %            | Casos        | %            | Casos         | %            |
| Hormigón armado, piedra                      | 3.977             | 10,3         | 1.195        | 13,5         | 3.958         | 22,1         |
| Ladrillo                                     | 3.676             | 9,5          | 248          | 2,8          | 1.007         | 5,6          |
| Paneles estructurados, bloque (prefabricado) | <b>15.762</b>     | <b>40,7</b>  | <b>3.822</b> | <b>43,0</b>  | <b>5.153</b>  | <b>28,7</b>  |
| Madera o tabique forrado                     | 6.526             | 16,9         | 2.149        | 24,2         | 3.781         | 21,1         |
| Internit                                     | 3.693             | 9,5          | 765          | 8,6          | 1.721         | 9,6          |
| Adobe, barro empajado                        | 4.895             | 12,6         | 593          | 6,7          | 2.170         | 12,1         |
| Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)    | 212               | 0,6          | 116          | 1,3          | 162           | 0,9          |
| <b>Total</b>                                 | <b>38.741</b>     | <b>100,0</b> | <b>8.888</b> | <b>100,0</b> | <b>17.952</b> | <b>100,0</b> |





**Figura 2.11 Mapas de la división provincial de las I Región, II Región y III Región, (División política antigua, según como se estudia en esta memoria)**

Debido a que la mayor cantidad de viviendas está en las provincias ubicadas junto a la costa, esta situación representa un alto riesgo sísmico al ubicarse ellas en la Zona 3 del mapa de zonificación sísmica de la norma chilena de Diseño Sísmico de Edificios (INN, 1996).

Para tener la información sobre el impacto que tiene la población que habita en las tres primeras regiones de Chile a nivel nacional, en la Tabla 2.8 se entrega el porcentaje de la población del país que representa la población de cada región, comprobándose que en las regiones I, II y III sólo habita el 7.8 % de la población de Chile e individualmente cada una de estas tres regiones son de las más despobladas del país. Esta última situación reduce el impacto del alto riesgo sísmico de la zona norte del país.

**Tabla 2.8: Población por Región de Chile, Censo 2002 (INE, 2002)**

| Población en Chile |                  |              |
|--------------------|------------------|--------------|
| Región             | Nº               | %            |
| I                  | 428.594          | 2,84         |
| II                 | 493.984          | 3,27         |
| III                | 254.336          | 1,68         |
| IV                 | 603.210          | 3,99         |
| V                  | 1.539.852        | 10,19        |
| <b>Metr.</b>       | <b>6.061.185</b> | <b>40,10</b> |
| VI                 | 780.627          | 5,16         |
| VII                | 908.097          | 6,01         |



| <b>Región</b> | <b>Nº</b>  | <b>%</b> |
|---------------|------------|----------|
| <b>VIII</b>   | 1.861.562  | 12,31    |
| <b>IX</b>     | 869.535    | 5,75     |
| <b>X</b>      | 1.073.135  | 7,10     |
| <b>XI</b>     | 91.492     | 0,61     |
| <b>XII</b>    | 150.826    | 1,00     |
| <b>Total</b>  | 15.116.435 | 100,00   |

## **2.4 ANTECEDENTES SOBRE LOS MATERIALES Y LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN.**

La falta de materias primas para fabricar ladrillos de arcilla en las cercanías de las grandes ciudades del norte de Chile, ha hecho que el material más usado en la fabricación de unidades de albañilería sea el hormigón, y el bloque hueco la unidad más utilizada hasta la fecha.

Lamentablemente se ha podido comprobar que la calidad de estos bloques es baja, lo que ha significado que en marzo de 1992 la Municipalidad de Antofagasta dictara una ordenanza sobre control de calidad de los materiales de construcción (D.O.M. Antofagasta, 1992) en la cual se exigía presentar certificados de calidad de los bloques, lo que no asegura por si solo la calidad de la albañilería.

Estudios realizados en la Universidad Católica del Norte (Herrera et al., 1992; Frontanilla et al., 1995) han destacado las deficiencias de los materiales utilizados y del proceso de construcción, las cuales se resumen a continuación.

### **2.4.1 Antecedentes sobre los Bloques**

- Los bloques son fabricados a pie de obra en máquinas portátiles.
- Las Especificaciones Técnicas que establecen las propiedades de los bloques de hormigón, que datan del año 1954, son menos exigentes que las establecidas en el año 1965, en cuanto a la resistencia a la compresión mínima exigida a los bloques. Por lo tanto todas las edificaciones construidas entre esos años no cumplen con los requerimientos que debían cumplirse a la fecha del estudio.
- La máquina más utilizada por las constructoras para fabricar los bloques de 15 cm de ancho es la “Máquina Bloquera Ponedora”, la cual produce serias deficiencias de uniformidad de los bloques, ya que las dimensiones dependen del vibrado y compactación en la máquina.
- El hueco de fondo del bloque queda tapado por su misma mezcla en la fabricación, por lo que para pasar la armadura de refuerzo vertical por el bloque, se debe romper esa zona con algún método mecánico, lo que puede provocar daños en la unidad.

- Para que se produzca la hidratación del bloque, al estar hecho de cemento, requiere de un tiempo entre su fabricación y su colocación, el que comúnmente no se cumple en los bloques confeccionados en obra, debido al ritmo de avance requerido en este tipo de proyecto.

Los estudios experimentales demuestran que los bloques de hormigón confeccionados en esta zona poseen deficiencias en el cumplimiento de las propiedades mecánicas requeridas. La normativa chilena exige una resistencia a la compresión de 45 [kg/cm<sup>2</sup>] para el promedio de 5 bloques del Tipo A, que corresponden a los bloques para muros soportantes (INN, 1965).

Un estudio realizado en 1987 sobre los archivos de ensayos del Laboratorio de Investigación y Ensaye de Materiales, LIEMUN, que abarcó un período de 20 años, mostró que el 56% de los bloques no cumplían con el requisito de 45 [kg/cm<sup>2</sup>] para bloques Tipo A y entre un 3 a 4% no cumplen siquiera con la resistencia mínima individual del bloque Tipo B (Sánchez et al., 1999).

En la Tabla 2.9 se muestran resultados obtenidos por Frontanilla et al. (1992), de resistencia a la compresión de los bloques respecto al tipo de curado, obteniéndose en algunos casos valores inferiores al requerido.

**Tabla 2.9: Influencia del Tipo de Curado en la Resistencia a la Compresión de los bloques (Frontanilla et al., 1992)**

| Tipo de Curado                 | Resistencia a la Compresión |             |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------|
|                                | Promedio                    | Desv. Est.  |
|                                | [ MPa ]                     | [ MPa ]     |
| A la intemperie                | <b>3,4</b>                  | <b>0,09</b> |
| Polietileno por 24 horas       | 5,0                         | 0,07        |
| Polietileno por 48 horas       | 5,6                         | 0,12        |
| Regado por 24 horas            | <b>4,1</b>                  | <b>0,09</b> |
| Sumergido en agua por 48 horas | 7,0                         | 0,13        |

Se observa de la Tabla 2.9 que de los ensayos realizados con curado a la intemperie y regado por 24 horas, no se obtuvo la resistencia requerida mínima de 45 [kg/cm<sup>2</sup>], siendo estas prácticas no poco habituales en la construcción de la zona norte de Chile.

La Tabla 2.10 muestra la influencia de la edad del bloque en su resistencia a la compresión. Se observa que en las muestras ensayadas se requiere esperar al menos 5 días para que el bloque posea su resistencia a la compresión mínima requerida, lo cual tal como se ha comentado, no ocurre en todos los casos debido al ritmo de la construcción.

**Tabla 2.10: Influencia de la Edad del Bloque en su Resistencia a la Compresión (Frontanilla et al., 1992)**

| Edad del Bloque [ Días ] | Resistencia a la Compresión |            |
|--------------------------|-----------------------------|------------|
|                          | Promedio                    | Desv. Est. |
|                          | [ MPa ]                     | [ MPa ]    |
| 1                        | 2,2                         | 0,29       |
| 2                        | 3,0                         | 0,14       |
| 3                        | 3,6                         | 0,14       |
| 4                        | 4,4                         | 0,21       |
| 5                        | 4,9                         | 0,23       |
| 6                        | 5,2                         | 0,39       |
| 7                        | 5,5                         | 0,35       |
| 14                       | 6,5                         | 0,31       |
| 21                       | 7,0                         | 0,20       |
| 28                       | 7,3                         | 0,49       |

#### 2.4.2 Antecedentes sobre el Mortero

- Son confeccionados en la obra sin ninguna rigurosidad en la dosificación de la arena, cemento y agua, confiándose en el criterio del albañil.
- Usualmente en obra se les agrega agua a los morteros endurecidos con el fin de devolverles la “trabajabilidad”, por lo que rara vez se cumplirán las especificaciones de dosificación hechas al mortero, si es que éstas existiesen.

Los estudios experimentales revelan que las dosificaciones típicas especificadas para los morteros son de 1:3 a 1:4 cemento:arena, sin especificar si esta dosificación es en peso o volumen, y sin especificar el uso de cal. Además, se ha demostrado que los morteros confeccionados en obra no cumplen con la resistencia mínima a la compresión de 100 [kg/cm<sup>2</sup>] a los 28 días, como lo especifican las normas chilenas. (Herrera et al., 1992).

En el estudio de Herrera et al., (1992) se ensayaron muestras de mortero para probetas tipo Rilem confeccionadas por albañiles directamente en obra, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla 2.11, en la cual se observa que sólo una de las cuatro muestras cumple a cabalidad con los requisitos de la normativa chilena.

**Tabla 2.11: Ensayos de Morteros confeccionados en obra (Herrera et al., 1992)**

| Muestra | Probeta | Edad<br>[ días ] | Flexión<br>[ MPa ] | Compresión<br>[ MPa ] |
|---------|---------|------------------|--------------------|-----------------------|
| 1       | 1       | 7                | 3,0                | 10,5 - 11,2           |
|         | 2       | 28               | 4,5                | 14,7 - 15,0           |
|         | 3       | 28               | 5,8                | 14,7 - 14,7           |
| 2       | 1       | 7                | 2,1                | 5,4 - 6,4             |
|         | 2       | 28               | 3,1                | 8,9 - 8,6             |
|         | 3       | 28               | 3,6                | 9,9 - 9,9             |
| 3       | 1       | 7                | 1,1                | 3,8 - 3,5             |
|         | 2       | 28               | 1,8                | 5,4 - 5,4             |
|         | 3       | 28               | 2,0                | 5,4 - 5,4             |
| 4       | 1       | 7                | 0,8                | 2,6 - 2,6             |
|         | 2       | 28               | 1,7                | 4,5 - 4,1             |
|         | 3       | 28               | 1,7                | 4,5 - 4,5             |

### 2.4.3 Antecedentes sobre el Proceso de Construcción de la Albañilería

- Los refuerzos de las aberturas de las fachadas, usualmente escapan a alguna de las modalidades de refuerzo establecidas por las normas de albañilería, lo que hace que estas construcciones no califiquen como albañilería armada (NCh1928) o confinada (NCh2123).
- Las hiladas se completan con fracciones de bloques, las cuales se obtienen rompiendo un bloque con algún método mecánico, y se colocan sin importar lo dañada que pueda haber quedado esa fracción de bloque.
- Las juntas verticales entre bloques en general no son llenadas con mortero, y cuando se hace, esto ocurre sólo después de completar varias hiladas, lo que representa una práctica no recomendada en los manuales relacionados con este tema, ya que no asegura un completo llenado de las canterías verticales.

El estudio de Herrera et al., (1992) planteó un plan de ensayos sobre albañilerías confeccionadas por albañiles directamente en obra, con el fin de calificar numéricamente las propiedades mecánicas como la resistencia prismática y la resistencia al corte de la albañilería, obteniendo así una idea de la calidad del proceso constructivo.

Los resultados obtenidos del ensayo del prisma y del murete respectivamente son;

- Resistencia prismática  $f'_m = 2,4$  [MPa]
- Resistencia básica de corte  $\tau_m = 0,4$  [MPa]

Se comprueba entonces el resultado de resistencia a la compresión está dentro del valor indicativo para este tipo de albañilería, una resistencia prismática de  $f'_m = 1,5$  [MPa], al igual que la resistencia básica de corte, la cual posee como valor indicativo  $\tau_m = 0,2$  [MPa], según la normativa actual (INN, 2003b).

#### **2.4.4 Antecedentes sobre la Mano de Obra**

- En general, los albañiles no son obreros calificados, sino que su oficio lo han adquirido sólo por la experiencia reunida por haber participado en trabajos anteriores. Esta situación ha hecho que se perpetúen todos los vicios que puedan tener en su manera de construir.
- Dado que los albañiles usualmente trabajan a trato, su mayor preocupación está en su rendimiento y no en la calidad de su trabajo. Por lo anterior, toda actividad que afecte este rendimiento no es bien ejecutada, entre ellas se pueden destacar el llenado de los huecos y el trabajo de las juntas verticales de mortero de la albañilería.

## CAPÍTULO 3

### INDICES DE VULNERABILIDAD Y ESCALAS DE DAÑOS

#### 3.1 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Para determinar la vulnerabilidad estructural de una edificación existen métodos de distinto grado de complejidad y cuyo uso depende del objetivo que se persigue al determinar la vulnerabilidad. Estos métodos pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo y se diferencian por la cantidad de información que se requiere para determinar la vulnerabilidad estructural.

Los métodos más sencillos y que corresponden a los que se usan para establecer un diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmico-estructural, como es el objetivo de esta memoria, se expresan en función de las características más generales de la estructura, las que si son de tipo cuantitativo, darán paso al uso de un *índice de vulnerabilidad*.

Este tipo de métodos constituyen una herramienta de evaluación rápida, confiable y de bajo costo, que ha permitido tener un diagnóstico del nivel de daño que se puede esperar en una vivienda en el caso que ocurra un terremoto, en la medida que estos métodos estén calibrados de acuerdo con la experiencia sismológica.

##### 3.1.1 Método Cualitativo para calificar la vulnerabilidad sísmico-estructural por “Clase de Vulnerabilidad”.

Este método establece la vulnerabilidad considerando algunas características básicas como son: el material del cual está construida la vivienda, los refuerzos que ella tiene, el estado en que se encuentra y si su diseño se ha realizado aplicando recomendaciones de diseño sísmico. Ejemplo de éste tipo de calificación es la utilizada por las escalas de intensidades macrosísmicas MSK-64 (Medvedev, Sponheuer, Karnik, 1964) y EMS-1998 (EMS, 1998).

La calificación de la vulnerabilidad de estas dos escalas de intensidades macrosísmicas se hace considerando la forma en como responden los edificios a *las vibraciones* ocasionadas por los terremotos teniendo en cuenta el tipo, el nivel y la distribución de daños. De ésta forma, si se tienen dos grupos sometidos al mismo terremoto, y un grupo responde mejor que el otro, entonces se puede decir que el grupo que fue menos dañado pertenece a una *Clase* de menor vulnerabilidad sísmica.

Aprovechando la experiencia reunida en los terremotos chilenos ocurridos en los últimos 40 años y considerando el progreso de las normas de diseño estructural, se han podido clasificar las construcciones de albañilería de uso habitacional en cuatro *Clases de Vulnerabilidad*: A, B, C y D. Perteneciendo a la Clase D las construcciones con diseño sismorresistente (DSR) que cumplen con las disposiciones y limitaciones de las normas chilenas actualmente en uso.

La descripción de estas cuatro Clases de Vulnerabilidad es la siguiente:

### ***Clase A***

A este grupo pertenecen las viviendas de adobe, mampostería de piedra sin labrar unidas con barro y de albañilería parcialmente reforzada construidas por sus propietarios sin asistencia técnica especializada.

Estas construcciones se caracterizan por no tener *integridad global*, debido a la mala unión entre los elementos que forman la estructura (muros, pisos y techumbres), y por no tener *integridad local* debido a la ausencia de refuerzos o por el mal detallamiento de éstos (empalmes y anclajes).

### ***Clase B***

Viviendas de albañilería sin refuerzo construidas con ladrillos de piedra labrada unidas con mortero de cemento y viviendas de albañilería reforzadas (armada o confinada) que no cumplen con las disposiciones y limitaciones de las normas chilenas.

Estas construcciones se caracterizan por su falta de integridad local, al no tener los refuerzos en la cantidad y ubicación adecuada, por ejemplo las cuantías de refuerzo son inferiores a las mínimas recomendadas o el número de pilares o cadenas de confinamiento es insuficiente.

### ***Clase C***

Viviendas de albañilería reforzada construidas con ladrillos cerámicos o bloques de hormigón unidos con mortero de cemento y arena o mortero de cemento, arena y cal que cumplen con las disposiciones y limitaciones de diseño de las normas chilenas, sean ellas las de albañilería armada o confinada.

Estas construcciones se caracterizan por tener integridad global producto de la presencia de elementos de amarre, sean ellos armaduras de acero o elementos esbeltos de hormigón armado, o de la presencia de losas de hormigón que actúan como diafragmas rígidos. En general, estas construcciones poseen integridad local dado que cumplen con las cuantías de refuerzo mínimas, los elementos de confinamiento están ubicados en las posiciones recomendadas, aún cuando se construyan con relleno parcial de huecos y tengan una reducida superficie de adhesión entre el mortero de junta y la unidad.

### ***Clase D***

Como lo reconoce la escala europea de intensidades macrosísmica, EMS-98, ésta clase intenta representar la reducción de la vulnerabilidad como resultado de las mejoras introducidas en los últimos 20 años en los diseños sismorresistentes de las viviendas de albañilería armada y confinada. Estas viviendas se diseñan y construyen con la participación de profesionales y empresas del rubro utilizando unidades perforadas con

menos del 30 % de volumen de huecos o unidades huecas con relleno total de huecos. Tanto el diseño como los materiales cumplen con los requerimientos de las normas.

Como se aprecia en las descripciones de las Clases de Vulnerabilidad, una construcción de albañilería puede ubicarse en cualquiera de ellas, desde la A hasta la D. La descripción de cada Clase de Vulnerabilidad indica la clasificación más probable, aunque por razones particulares se puede producir un desplazamiento a las clases vecinas, muchas veces hacia la de mayor vulnerabilidad.

En esta última situación se encuentran las construcciones de bloques huecos de hormigón construidas con relleno parcial de huecos y con materiales que no cumplen con las recomendaciones de las normas chilenas, como es el caso de muchas de las viviendas construidas en la zona norte de Chile. De acuerdo con la descripción, estas viviendas debieran corresponder a una Clase C, pero según los niveles de daños observados, corresponden a una clase de mayor vulnerabilidad, aparentemente B, lo que se tratará de determinar en este estudio.

Para hacer la clasificación por Clase de Vulnerabilidad, se confecciona una “*lista de chequeo*” con el propósito de ubicar las viviendas en alguna de las cuatro clases de vulnerabilidad descritas. Las principales características que recoge ésta ficha son las siguientes:

- *Tipo de construcción:* Albañilería sin refuerzo o Albañilería Simple, Albañilería Armada, Albañilería Confinada, Adobe, Albañilería de Piedra Natural u otro tipo.
- *Ejecución de la construcción:* Autoconstrucción, construcción con asesoría profesional.
- *Año de construcción.*
- *Tipo de unidad.*
- *Tipo de mortero.*
- *Espesor de los muros.*
- *Relleno de huecos.*
  1. Total
  2. Parcial
- *Integridad Global:*
  - Amarre entre elementos:
    - Entre muros



- Piso – muro
  - Techumbre – muro.
- Presencia de vigas o cadenas de amarre
- Presencia de pilares en el encuentro entre fachadas.
- Presencia de losas de hormigón actuando como diafragmas rígidos.
- *Integridad Local:*
  - Pilares en el encuentro de muros.
  - Pilares en los bordes libres.
  - Pilares en aberturas.
  - Cadenas a nivel de piso.
  - Refuerzos de armadura en elementos de confinamiento:
    - Pilares.
    - Cadenas.
    - Refuerzos en zonas críticas.
  - Refuerzos de armaduras distribuidas:
    - Cuantías de armadura horizontal.
    - Cuantía de armadura vertical.
    - Diámetros armaduras verticales de borde.
    - Refuerzo de aberturas.
  - Techumbre:
    - Pesada.
    - Liviana.
    - Anclada a la estructura.

La *lista de chequeo* utilizada se adjunta en el *Anexo A*.

### **3.1.2 Métodos cuantitativos para calificar la vulnerabilidad sísmico-estructural**

Los métodos simplificados del tipo cuantitativo utilizados para calificar la vulnerabilidad estructural usan un *Índice de Vulnerabilidad*, en el cual se recogen las características del sistema estructural. De acuerdo con la cantidad de características consideradas, existen índices de vulnerabilidad de distintos niveles, de los cuales se utilizarán en este trabajo los índices de Primer Nivel y de Segundo Nivel.

### 3.1.2.1 Índices de Vulnerabilidad de Primer Nivel

Los índices de vulnerabilidad de Primer Nivel califican la vulnerabilidad de la estructura a partir de las características sismorresistente más significativas, por lo tanto requieren de poca información, la cual es fácil de obtener. Como valor representativo del índice de vulnerabilidad de un edificio, se usa el menor de los valores obtenidos para cada una de las dos direcciones principales de la planta.

Los índices de Primer Nivel que se utilizan en este Trabajo de Título, corresponden al propuesto por Roberto Meli (Meli, 1991), y los propuestos por los investigadores portugueses P.B. Lourenco y J.A.Roque (Lourenco y Roque, 2006). Las Fichas Tipo confeccionadas para el cálculo de estos índices se adjuntan en el Anexo A.

Los estudios realizados utilizando estos índices, muestran que ellos proporcionan información valiosa sobre la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, obteniéndose un primer diagnóstico con el cual se identifican los casos más críticos.

Es conveniente tener en cuenta que estos índices de vulnerabilidad de Primer Nivel consideran sólo las características relacionadas con la geometría de los edificios (área de la planta, área de muros en cada dirección de la planta, altura de los pisos) y con el peso del edificio, sin considerar las irregularidades que ellas presenten. Teniendo en cuenta lo anterior, cuando se intenta relacionar el valor del índice con los daños se presenta una mayor dispersión por efecto de las irregularidades no consideradas.

#### ➤ *Índice de Meli (1991)*

Este índice corresponde a la densidad de muros por unidad de piso en cada dirección de la planta del edificio ( $d_n$ ). Esta densidad está relacionada con la resistencia al corte, capacidad que controla el comportamiento sísmico de los edificios de albañilería con regularidad en planta y elevación, y de altura no mayor a 5 pisos con sistemas de entrepiso que actúen como diafragmas rígidos. Condiciones que se cumplen en muchos de los edificios estudiados a nivel del primer piso, piso donde se ha observado que se concentran los daños.

La expresión de este índice de densidad de muros ( $d_n$ ), para cada dirección de la planta, está dado por la ecuación;

$$dn_i = \frac{\sum_{j=1}^{j=nm} F_j \cdot A_j}{n \cdot A_p} \times 100, \text{ en } [ \% ] \quad \text{Ecuación 3.1}$$

donde:

“Ap” : es el área total de la planta del piso analizado, medida entre los ejes más exteriores.

“Aj” : es el área de la sección transversal del muro “j”.

“i” : representa la dirección de análisis,

“nm” : es el número de muros en la dirección (i) analizada,

“n” : es el número de pisos por sobre el nivel considerado, y

“Fj” : es un factor que reduce la resistencia al corte por efecto de la esbeltez del muro “j”, el cual está dado por (Meli, 1991);

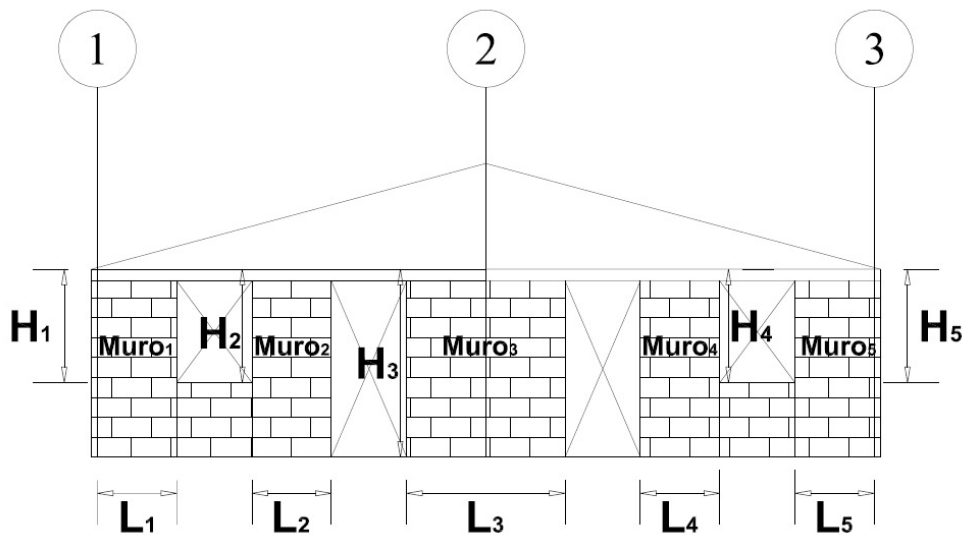
$$F_j = 1 \quad \text{si} \quad H_j / L_j \leq 1.33$$

$$F_j = \left( 1.33 \frac{L_j}{H_j} \right)^2 \quad \text{si} \quad H_j / L_j > 1.33$$

donde:

“Lj” : es el largo del muro “j” (ver Figura 3.1), y

“Hj” : es la altura del muro “j” (ver Figura 3.1).



**Figura 3.1 Determinación de las dimensiones “L” y “H”**

Como se muestra en la Figura 3.1, la altura de los muros se considera desde la parte superior de la cadena de coronamiento del piso hasta la base del muro. En caso de existir

antepechos que formen parte de la estructura del muro, éstos reducen la esbeltez del muro, por lo cual la altura de estos muros se considera hasta la parte superior del antepecho. Tal es el caso de los muros 1, 2, 4 y 5 de la Figura 3.1; para el caso del muro 3, al no existir el efecto de los antepechos, su altura es igual a la altura del piso ( $H_p$ ).

➤ ***Indices de Lourenco y Roque (2006)***

Lourenco y Roque proponen tres índices de vulnerabilidad de primer nivel, ellos son los siguientes:

i ***Razón de Área de muros en Planta***

Este índice considera la relación entre el área total de muros resistentes sísmicamente en cada una de las direcciones principales de la planta de la estructura y el área total de la planta de la estructura. Su expresión es la siguiente:

$$\gamma_{1i} = \frac{\sum_{j=1}^{j=nm} A_j}{A_p} \times 100 \quad , \text{ en } [\%] \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde:

“i”: corresponde a la dirección considerada (“x” o “y”).

Las principales desventajas o debilidades de éste índice son el no considerar el número de pisos (indirectamente el peso del edificio) ni la esbeltez de los muros.

ii ***Razón entre el Área de muros en planta y el peso del edificio***

Corresponde a la relación entre el área total de muros resistentes sísmicamente en cada dirección de la planta del edificio y el Peso Sísmico total del edificio, quedando expresado por la ecuación:

$$\gamma_{2i} = \frac{\sum_{j=1}^{j=nm} A_j}{W_s} \quad \text{en, } [L^2 F^{-1}] \quad \text{Ecuación 3.3}$$

donde;

“ $W_s$ ”: Peso Sísmico del edificio.

iii Indice de Seguridad Global

Este índice representa el factor de seguridad desde el punto de vista de la resistencia al corte de la estructura, factor que está dado por la relación entre la resistencia al corte en una de las direcciones de la planta de la estructura ( $F_{Ri}$ ), y la demanda de Corte Basal del sismo ( $F_E$ ). Su expresión es la siguiente:

$$\gamma_{3i} = \frac{F_{Ri}}{F_E} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

La demanda de corte basal se calcula como el producto del Peso Sísmico del edificio ( $W_s$ ) y el coeficiente sísmico ( $\beta$ ). La resistencia al corte corresponde al producto entre el área total de muros en una dirección de la planta por la resistencia al corte de la albañilería ( $f_{vk}$ ). Las expresiones de cada uno de estos términos son las siguientes:

$$F_{Ri} = \sum_{j=1}^{j=nm} A_j f_{vkj} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

$$F_E = \beta W_s \quad \text{Ecuación 3.6}$$

Los valores de  $\beta$  y  $\tau_m$  se obtienen de las normas de diseño chilenas.

Consideraciones Generales para el cálculo de los índices de Primer Nivel

Para los efectos de calcular estos índices, se considera que todos los muros colaboran ante un sismo, bastando que el espesor de ellos sea mayor o igual que 14 cm, y que la razón entre el alto del muro y el espesor sea inferior a 25, valores mínimos recomendados por las normas chilenas de albañilería, NCh 1928 (INN, 2003a) y NCh 2123 (INN, 2003b).

El coeficiente sísmico  $\beta$  para calcular el corte basal, es igual al producto “C·I” recomendado por la norma chilena NCh 433 (INN, 1996) para obtener el corte basal cuando se usa el método estático de análisis.

$$\beta = C \cdot I \quad \text{Ecuación 3.7}$$

Considerando que  $I = 1$ , dado que las viviendas clasifican en la Categoría C de la norma NCh433 y que el valor de “C” es igual a  $C_{m\acute{a}x}$  debido a la rigidez de este tipo de edificios, se obtiene:

$$\beta = 0.60 \cdot S \cdot \frac{A_0}{g} \quad \text{Para muros de albañilería armada que cumplen con las recomendaciones de NCh1928 (R=3.0).}$$

$$\beta = 0.55 \cdot S \cdot \frac{A_0}{g}$$

Para muros de albañilería confinada que cumplen con las recomendaciones de NCh 2123 (R=4.0).

$$\beta = 0.90 \cdot S \cdot \frac{A_0}{g}$$

Para muros de albañilería armada o confinada que no cumplen con NCh 1928 ni NCh 2123 (R=2.0).

Donde

“g”: es la aceleración de gravedad,

“Ao”: aceleración efectiva, la cual depende de la zona sísmica (INN, 1996)

“S”: para los efectos de este trabajo se ha considerado un valor de S igual a 1.0, lo que corresponde aceptar que los edificios de la muestra están ubicados sobre un suelo tipo II según la clasificación de NCh 433.

La resistencia al corte se obtiene a partir de las normas chilenas de diseño de albañilería confinada, resultando;

$$f_{vk} = 0,23\tau_m + 0,12\sigma_0 \leq 0,35\tau_m \quad \text{Ecuación 3.8}$$

donde  $\tau_m = 0.2$  [ MPa ], el cual corresponde al valor indicativo recomendado por la norma NCh 2123 para albañilería construida con bloques de hormigón sin relleno total de huecos, y  $\sigma_0$  es la tensión normal media de compresión sobre los muros.

El Peso Sísmico de las estructuras se calcula considerando el 25% de la sobrecarga, estimada en 200 [kg/m<sup>2</sup>] para el nivel de losa según la norma NCh 1537 Of 86, y para la carga permanente se usan los valores estimados del peso de techumbre, losa, terminaciones y muros indicados en la Tabla 3.1. En este cálculo se considera sólo la mitad del peso de los muros del primer piso. No se considera sobrecarga sobre la techumbre, dado que estas sobrecargas no se presentan en este tipo de viviendas.

**Tabla 3.1: Pesos Unitarios Considerados (Astroza et al., 1993)**

| Item                       | Valor | Unidad                  | Observación                        |
|----------------------------|-------|-------------------------|------------------------------------|
| Techumbre                  | 50    | [ kg / m <sup>2</sup> ] |                                    |
| Albañilería                | 1700  | [ kg / m <sup>3</sup> ] | Multiplicar por altura y área      |
| Losa hormigón              | 250   | [ kg / m <sup>2</sup> ] | Para espesor de 10 cm ( variable ) |
| Terminaciones              | 55    | [ kg / m <sup>2</sup> ] |                                    |
| Sobrecarga a nivel de losa | 50    | [ kg / m <sup>2</sup> ] | 25% de 200 kg/m <sup>2</sup>       |

### 3.1.2.2 Índices de Vulnerabilidad de Segundo Nivel

Los índices de vulnerabilidad de Segundo Nivel consideran un mayor número de factores que intervienen en la respuesta sísmica de la estructura de un edificio, y por lo mismo su cálculo requiere una cantidad mayor de información, pero aún son aplicables a una etapa conceptual del proyecto, sin llegar a un cálculo refinado.

El índice que se aplicará en este trabajo es el *Índice de Calidad Estructural Sismorresistente*, propuesto por el Ingeniero peruano Héctor Gallegos (Gallegos, 1986)

#### ➤ *Índice de Gallegos (1986)*

Este índice se basa en la idea de que el potencial sismorresistente de la estructura surge en la etapa conceptual, y si este potencial es bajo, es difícil o imposible solucionarlo en la etapa de cálculo. Por lo tanto, dado que la etapa conceptual está generalmente en manos del arquitecto, Gallegos propone hacer partícipe al ingeniero en esta labor, proponiendo un índice que defina la Calidad Sismorresistente de la Estructura, a partir de sus cualidades más relevantes en juego en la etapa conceptual.

El cálculo del índice se divide en dos partes. En la primera, se obtiene el índice sismorresistente básico de la estructura, para ello se consideran las *cualidades de la forma y del sistema estructural*, las cuales son calificadas numéricamente una por una siguiendo el criterio de buena, regular o mala. Luego este índice se modifica según sean las condiciones de ubicación y uso, mediante factores de adecuación.

A continuación se describe a grandes rasgos la metodología de cálculo, el detalle del cálculo de cada característica se entrega en el Anexo B. La expresión del índice es la siguiente

$$I_G = [PxExSxC]x[F] \quad \text{Ecuación 3.9}$$

Donde;

|       |   |  |
|-------|---|--|
| $I_G$ | ; | Índice de Calidad Estructural Sismorresistente o Índice de Gallegos. |
| $P$   | ; | Índice de la Planta.   |
| $E$   | ; | Índice de la Elevación.  |
| $S$   | ; | Índice de Componentes del Sistema Estructural.                       |
| $C$   | ; | Índice de la Configuración Estructural.                              |
| $F$   | ; | Factores de Adecuación.  |

El detalle de cada término es el siguiente:

$$\text{Índice de la Planta: } P = (P_1 x P_2 x P_3)$$

Donde:  $P_1$  : Simetría.

- P2 : Proporción.  
P3 : Continuidad.

*Indice de la Elevación:*  $E = (E_1 \times E_2 \times E_3)$

- Donde: E1 : Simetría.  
E2 : Proporción.  
E3 : Continuidad.

*Indice de Componentes del Sistema Estructural;*  $S = S_1 [R_C \times (S_2 \times S_3) + R_M \times (S_4 \times S_5)]$

- Donde: S<sub>1</sub> : Densidad de elementos verticales: A<sub>v</sub>/(A·n)  
A<sub>v</sub> : Area total de muros en cm<sup>2</sup>  
A : Area de la planta en m<sup>2</sup>.  
n : Número de pisos  
R<sub>c</sub> : ( Area de Columnas ) / ( Area ( Columnas + Muros ) )  
R<sub>m</sub> : ( Area de Muros ) / ( Area ( Columnas + Muros ) )  
S<sub>2</sub> : Continuidad de Pórticos  
S<sub>3</sub> : Relación Columnas – Vigas  
S<sub>4</sub> : Continuidad de Muros  
S<sub>5</sub> : Conexiones de Muros

Dado que las estructuras en estudio corresponden a sistemas de muros y hay ausencia de marcos o pórticos, para todos los casos el valor de “Rc” es igual a cero.

*Indice de Configuración Estructural;*  $C = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4$

- Donde: C1 : Simetría y uniformidad.  
C2 : Distribución de rigidez.  
C3 : Simetría de Masas.  
C4 : Relación con elementos no estructurales.

La calificación numérica de cada uno de éstos índices se establece según la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2: Calificación de los Parámetros del Índice de Gallegos**

| Calificación | Valor del Parámetro |
|--------------|---------------------|
| Bueno        | 1,00                |
| Regular      | 0,90                |
| Malo         | 0,80                |

*Factores de Adecuación;*  $F = F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4$



Donde: F1 : Suelo.  
 F2 : Uso.  
 F3 : Altura.  
 F4 : Relación Suelo – Altura.

Los Factores de Adecuación se evalúan según su “Condición”, la cual se representa por los números 1, 2 y 3, donde 1 representa la condición más favorable y 3 la más desfavorable. La calificación numérica por Condición para los Factores de Adecuación es la indicada en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3: Calificación numérica de los Factores de Adecuación**

| Factores de Adecuación          | Condición |      |      |
|---------------------------------|-----------|------|------|
|                                 | 1         | 2    | 3    |
| F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> | 1,00      | 0,85 | 0,70 |
| F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> | 1,00      | 0,90 | 0,80 |

Según Gallegos, un valor para “I<sub>G</sub>” mayor o igual a 0.45 es aceptable. Un valor de “I<sub>G</sub>” menor a 0.3, supone una revisión de la concepción de la estructura.

### 3.2 ESCALAS DE DAÑOS

Para establecer la clasificación de las viviendas seleccionadas según una *Clase de Vulnerabilidad* o bien para establecer una relación entre los índices de vulnerabilidad y los daños, se adoptó en este trabajo la escala de daño usada por la escala MSK-64 de Intensidades Macrosísmica (Medvedev et al., 1964).

Esta escala de daños ha sido usada en Chile en los estudios de microzonificación sísmica realizados en diferentes ciudades del país y en los estudios de los efectos de los terremotos ocurridos en Chile en los últimos 40 años, adaptándola según las características de las construcciones chilenas (Monge y Astroza, 1989). Esta escala de daños reconoce 5 grados o niveles de daños, los que se ordenan a medida que crecen los daños desde el 1 al 5.

En la Tabla 3.4 se entrega la descripción de los grados de daño en los edificios de albañilería según la última versión de la Escala Europea de Intensidades Macrosísmicas (EMS-98), la cual tiene como base a la Escala MSK.64, y en la Tabla 3.5 la descripción propuesta para las construcciones chilenas (Monge y Astroza, 1989). En la Tabla 3.5 se agrega el Grado 0, como una forma de representar aquellas estructuras que no sufren ningún tipo de daño durante el terremoto.

Como criterio para asignar el grado de daño a cada uno de los casos estudiados, se usa el concepto de “Grado Medio de Daño”, G<sub>m</sub> (Monge y Astroza, 1989), el cual está dado por la Ecuación 3.10.

$$Gm = \frac{\sum_i^N D_i N_i}{N}$$

**Ecuación 3.10**

Donde;

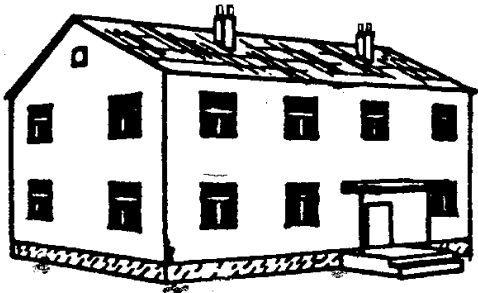

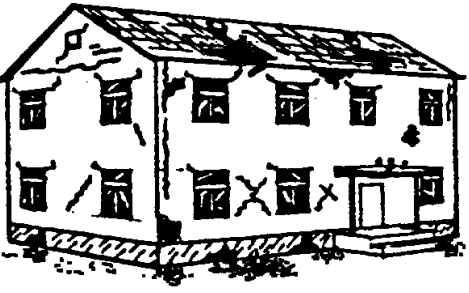
“Di” representa un grado de daño del 1 al 5,

“Ni” es el número de viviendas del caso estudiado que presentan un grado de daño Di, y

“N” es el número total de viviendas del caso estudiado utilizadas como muestra para asignar el Grado Medio de Daños.

La justificación para usar el Grado Medio de Daños está en la misma escala EMS-98, la cual recomienda no dar demasiado peso a las observaciones extremas o más desastrosas, para no sobreestimar la intensidad macrosísmica del lugar.

**Tabla 3.4: Clasificación de Daño a Edificios de Albañilería (EMS-98)**

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Grado 1: Sin daño o daño leve (Sin daño estructural, daño estructural leve)</b><br/>           Grietas muy delgadas en pocos muros.<br/>           Caídas de pequeños pedazos de repello (<i>estuco</i>)<br/>           Caída de rocas sueltas desde la parte alta de edificios en muy pocos casos.</p>                            |
|  | <p><b>Grado 2: Daño moderado (Daño estructural leve, daño no estructural moderado)</b><br/>           Grietas en muchos muros<br/>           Caída de pedazos grandes de repello.<br/>           Colapso parcial de chimeneas.</p>   |
|  | <p><b>Grado 3: Daño substancial a severo (Daño estructural moderado, daño no estructural moderado)</b><br/>           Grietas largas y extensas en casi todos los muros.<br/>           Caída de tejas. Fractura de las chimeneas en la línea del techo; falla de elementos individuales no estructurales (particiones, tabiquería).</p> |



|   |   |
|---|---|
|  | <p><b>Grado 4: Daño muy severo (Daño estructural severo, daño no estructural muy severo)</b><br/> Falla seria en muros, falla estructural parcial de techos.<br/> Falla de techos y pisos</p> |
|  | <p><b>Grado 5: Destrucción (Daño estructural muy severo)</b><br/> Colapso o casi colapso total.</p>   |

Tabla 3.5: Clasificación de los grados de daños en las viviendas chilenas (Monge y Astroza, 1989).

| Grado de daño (D <sub>i</sub> ) | Descripción   |
|---------------------------------|---|
| 0                               | Sin daños.  |
| 1                               | <i>Daños leves:</i><br>Daños menores en estucos: fisuras en los estucos y caída de pequeños trozos de estucos.  |
| 2                               | <i>Daños moderados:</i><br>Grietas horizontales en antetechos, tímpanos y chimeneas.<br>Grietas verticales en encuentros de muros, sin que se produzca separación.<br>Grietas finas en los muros.   |
| 3                               | <i>Daños severos:</i><br>Caída de antetechos o parapetos, tímpanos o partes de chimeneas.<br>Grietas verticales en encuentros de muros con evidente desaplomo de los muros.<br>Grietas diagonales en los muros con anchos mayores que 3 mm. |
| 4                               | <i>Destrucción o colapso parcial:</i><br>Caída parcial o total de un muro.  |
| 5                               | <i>Colapso:</i><br>Caída de más de un muro.<br>Colapso total.   |

### 3.2.1 Equivalencia entre el grado de daños de la escala usada por SERVIU y los grados de daño de la escala usada por MSK-64

En aquellos casos en que la información relacionada con los daños observados no se clasifique según la escala de daños de las tablas 3.4 o 3.5, es necesario establecer una equivalencia entre las escalas de daño.

Los casos estudiados en los que fue necesario hacer ésta equivalencia corresponden a los conjuntos afectados por el Terremoto de Tocopilla de 1967, cuyo método de equivalencia se detalla en el Capítulo 4, y la mayoría de los conjuntos estudiados afectados por el Terremoto de Tocopilla de 2007, cuya información de daños está basada en una escala de daño de 4 grados utilizada por el SERVIU regional (Ver Figura 3.2).

**ANTECEDENTES  
FAMILIAS DAMNIFICADAS SISMO REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**IDENTIFICACIÓN DEL JEFE DE FAMILIA**

RUT  Apellido Paterno   
 Apellido Materno  Nombres   
 Estado Civil  Fono   
 Fecha de Nacimiento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ SEXO F \_\_\_ M \_\_\_

**GRUPO FAMILIAR CON QUIEN VIVE EL JEFE DE FAMILIA**

| Tipo de relación con el jefe de familia | RUT | Apellido paterno | Apellido materno | Nombres | Fecha de nacimiento | Sexo |
|---|-----|------------------|------------------|---------|---------------------|------|
|   |     |                  |                  |         |                     |      |
|   |     |                  |                  |         |                     |      |
|   |     |                  |                  |         |                     |      |
|   |     |                  |                  |         |                     |      |
|   |     |                  |                  |         |                     |      |
|   |     |                  |                  |         |                     |      |

**FICHA DE PROTECCIÓN SOCIAL O CAS**

Tiene  Tiene algún beneficio del Estado o Municipalidad (Beca, subsidio agua potable, pasaje, etc) SI   
 No tiene  NO

**CALIDAD EN QUE OCUPA LA VIVIENDA**

1. PROPIETARIO CON SUBSIDIO  → TIENE DEUDA HIPOTECARIA   
 2. PROPIETARIO SIN SUBSIDIO  → TIENE DEUDA HIPOTECARIA   
 3. ARRENDATARIO  5. OCUPANTE POR CESIÓN   
 4. ALLEGADO  6. OCUPANTE IRREGULAR

(Sólo si contestó 3,4,5,6)  
 Está postulando la familia a algún programa habitacional del MINVU NO   
 SI Cuál \_\_\_\_\_

ES PROPIETARIO DE OTRA VIVIENDA EN LA COMUNA O FUERA DE ELLA SI  NO

OBSERVACIONES

**Figura 3.2 Escala de Daños utilizada por SERVIU regional (continúa...)**

Nombre Propietario: \_\_\_\_\_  
RUT: \_\_\_\_\_  
UBICACIÓN DEL INMUEBLE  
-----

Comuna (\*)   
Calle o Camino (\*)  N° (\*)   
Villa / Población/ lotes  Localidad   
Manzana  Sitio

SITUACIÓN DE LA VIVIENDA  
-----

VIVIENDA DESTRUIDA (DAÑO ESTRUCTURAL, REQUIERE DEMOLICIÓN)   
DAÑOS INTERMEDIO (REQUIERE EVALUACIÓN TÉCNICA)   
DAÑOS MENORES (REQUIERE REPARACIONES)

¿En caso de tener que evacuar su vivienda actual tiene un lugar donde ser recibido?  
1.- SI                                      2.- NO

Está viviendo en un lugar distinto al de la vivienda catastrada? (anotar dirección exacta)

Fecha Encuesta \_\_\_\_\_ Nombre encuestador \_\_\_\_\_

Nombre y Firma Encuestado \_\_\_\_\_

**Figura 3.2 Escala de Daños utilizada por SERVIU regional (...continuación)**

El criterio para establecer la equivalencia entre la escala de daños utilizada por el SERVIU regional y la escala de daños usada por la escala MSK-64 se describe a continuación.

La escala de daños usada por el SERVIU regional es una escala de 4 niveles de daño que corresponden a los siguientes:

- S<sub>0</sub>: Sin Daño.
- S<sub>1</sub>: Reparación Menor (Daños leves).
- S<sub>2</sub>: Reparación Mayor (Daños Intermedios)
- S<sub>3</sub>: Demolición

La única información confiable disponible para establecer la equivalencia entre la escala usada por el SERVIU regional y la escala de daños usada por MSK-64, es el estudio realizado por Antonio Alvarez en su memoria para optar al Título de Ingeniero Civil de la U. Católica del Norte (Alvarez, 2008). Alvarez encuestó en terreno las viviendas de la Villa Los Andes de Tocopilla, asignando los daños a las viviendas con la escala de daños de MSK-64, lo que permite compararlos con los daños de la encuesta realizada por el SERVIU regional en las mismas viviendas.

Para establecer la equivalencia entre estas dos escalas de daños a partir de la información proporcionada por Alvarez, se procedió en la forma siguiente:

- Para las viviendas con un nivel de daño “Sj” de la escala SERVIU regional, se estableció el número de viviendas con daño “Di” de la escala de daños de MSK-64 usando los datos de la encuesta de Alvarez, resultando las cantidades indicadas en la Tabla 3.6. Por ejemplo, para una vivienda dada clasificada según la encuesta SERVIU como “Reparación Mayor”, se consulta para la misma vivienda la clasificación que tiene según la encuesta de Alvarez en escala MSK y se completa la tabla contando el total de casos para cada combinación.

**Tabla 3.6: Número de viviendas por grado de daño de la Escala MSK-64**

| DAÑOS SERVIU                       | Cantidad de Viviendas con daños Di. |    |    |    |   |   |           |           | Total MSK  |
|------------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|---|---|-----------|-----------|------------|
|                                    | 0                                   | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | S / I (1) | S / M (2) |            |
| Sin Daños (S <sub>0</sub> )        | 1                                   | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0         | 0         | <b>1</b>   |
| Reparación Menor (S <sub>1</sub> ) | 3                                   | 6  | 6  | 0  | 0 | 0 | 0         | 1         | <b>15</b>  |
| Reparación Mayor (S <sub>2</sub> ) | 6                                   | 14 | 42 | 17 | 1 | 0 | 1         | 8         | <b>80</b>  |
| Demolición Total (S <sub>3</sub> ) | 0                                   | 1  | 17 | 0  | 0 | 0 | 131       | 0         | <b>18</b>  |
| Sin Moradores                      | 1                                   | 0  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0         | 5         |            |
| Total MSK                          | 10                                  | 21 | 65 | 17 | 1 | 0 |           |           | <b>114</b> |
| Total                              | 11                                  | 21 | 65 | 18 | 1 | 0 | 132       | 14        | 259        |

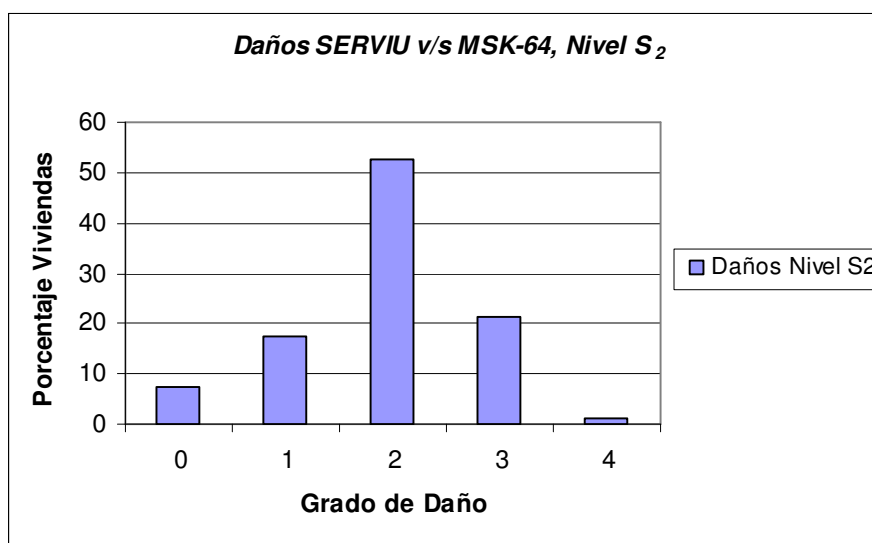
(1): Sin información, (2): Sin moradores.

- Con las cifras de la Tabla 3.6 se calculó el porcentaje de viviendas de cada tipo de daño “Di”, asociados con los niveles de daños “Sj”. Para calcular este porcentaje no se consideraron los casos destacados con los símbolos (S/I) y (S/M), luego los valores útiles para el cálculo corresponden a lo llamado en la tabla como “Total MSK”, que corresponde a la cantidad de viviendas descontando los casos “Sin Información” y “Sin Moradores”, con lo cual la cantidad de viviendas de la muestra se reduce a 114. Los porcentajes que resultan se indican en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7: Porcentajes de viviendas por grado de daño de la escala MSK-64**

| DAÑOS SERVIU                       | Porcentajes de Viviendas. Datos Originales |                |                |                |                |                |
|------------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                    | D <sub>0</sub>                             | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | D <sub>4</sub> | D <sub>5</sub> |
| Sin Daños (S <sub>0</sub> )        | 100,0                                      | 0,0            | 0,0            | 0,0            | 0,0            | 0,0            |
| Reparación Menor (S <sub>1</sub> ) | 20,0                                       | 40,0           | 40,0           | 0,0            | 0,0            | 0,0            |
| Reparación Mayor (S <sub>2</sub> ) | 7,5  | 17,5           | 52,5           | 21,3           | 1,3            | 0,0            |
| Demolición Total (S <sub>3</sub> ) | 0,0  | 5,6            | 94,4           | 0,0            | 0,0            | 0,0            |

Para el caso del nivel de daño “S<sub>3</sub>”, el porcentaje indicado en la Tabla 3.7 se modificó debido a que la mayoría de las viviendas de la encuesta del SERVIU regional calificada como “Demolición”, se encontraban demolidas en el momento que Alvarez hizo el estudio de campo. El criterio adoptado en este caso fue aceptar para el nivel de daño “S<sub>3</sub>” los mismos porcentajes del nivel de daño “S<sub>2</sub>” (ver Figura 3.3), desplazados en un grado de la escala MSK-64.



**Figura 3.3. Porcentajes del nivel de daño D<sub>i</sub> de la escala MSK-64 para el nivel de daño S<sub>2</sub> de la encuesta SERVIU.**

Aplicando el criterio descrito, la transformación final de los daños de la escala usada por el SERVIU regional a los daños de la escala de MSK-64, queda expresada por los porcentajes de la Tabla 3.8, los que se expresan en una forma alternativa en la Tabla 3.9.

**Tabla 3.8: Porcentajes de viviendas por grado de daño para transformación**

| DAÑOS SERVIU               | Daños MSK-64 (Porcentajes de Viviendas) |      |      |      |      |     |
|----------------------------|---|------|------|------|------|-----|
|                            | 0                                       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5   |
| Sin Daños ( $S_0$ )        | 100,0                                   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 |
| Reparación Menor ( $S_1$ ) | 20,0                                    | 40,0 | 40,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0 |
| Reparación Mayor ( $S_2$ ) | 7,5                                     | 17,5 | 52,5 | 21,3 | 1,3  | 0,0 |
| Demolición Total ( $S_3$ ) | 0,0                                     | 7,5  | 17,5 | 52,5 | 21,3 | 1,3 |

**Tabla 3.9: Equivalencia entre las escalas de daños**

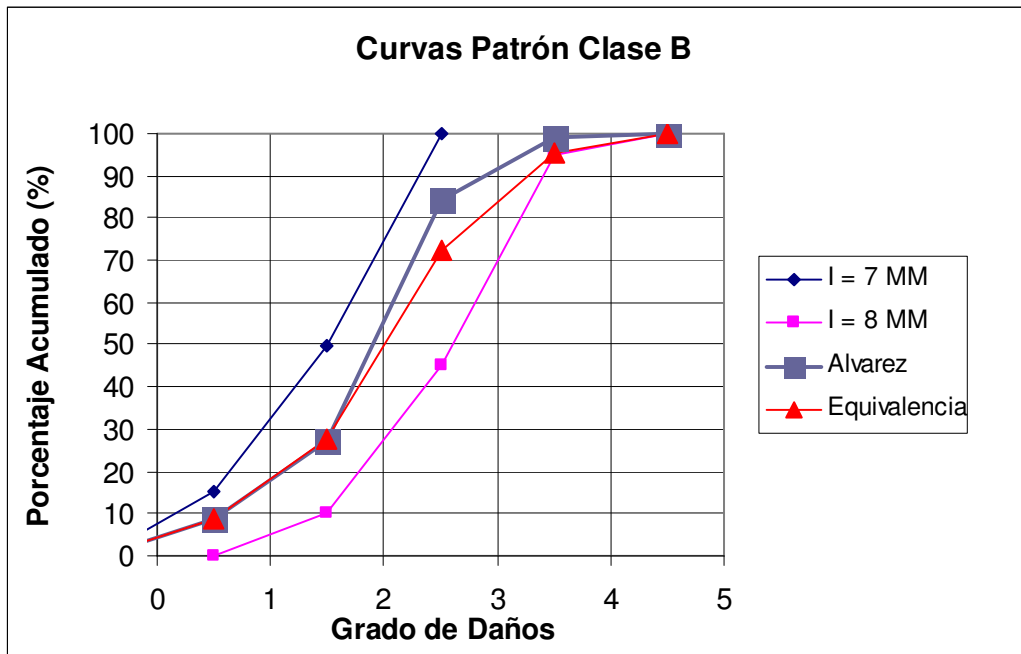
| Daños Encuesta SERVIU | Daños Escala MSK-64  |
|-----------------------|--|
| $S_0$                 | <b>100% Grados 0.</b>  |
| $S_1$                 | <b>20% Grados 0, 40% Grados 1, 40% Grados 2.</b>                                     |
| $S_2$                 | <b>7.5% Grados 0, 17.5% Grados 1, 52.5% Grados 2, 21.3% Grados 3, 1.3% Grados 4.</b> |
| $S_3$                 | <b>7.5% Grados 1, 17.5% Grados 2, 52.5% Grados 3, 21.3% Grados 4, 1.3% Grados 5.</b> |

De los porcentajes de la Tabla 3.7 se comprueba que la encuesta realizada por el SERVIU Regional sobreestima los daños, ya que una gran cantidad de viviendas que deben tener una Reparación Mayor, presentan un daño de Grado 2 de la escala MSK-64 (52.5%), nivel para el cual no corresponde realizar una reparación mayor. Además, las viviendas que debían demolerse y que alcanzaron a ser encuestadas, la mayoría presentan un daño de Grado 2 de la escala MSK-64 (94.4%), daño que en ningún caso requiere demolición.

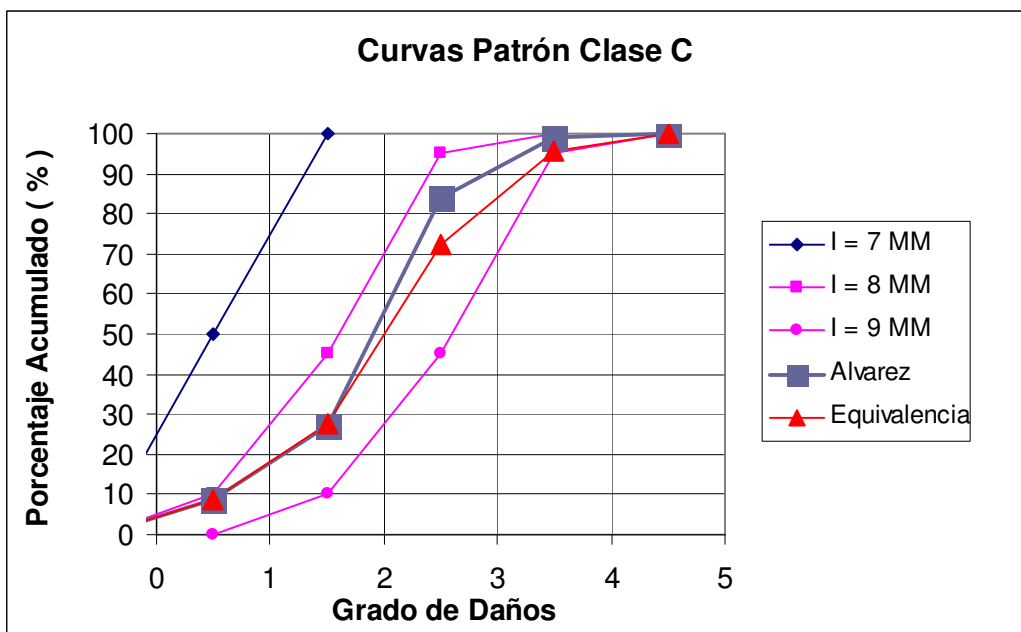
Con los porcentajes de la Tabla 3.9 se obtiene el número de viviendas que experimentan los niveles de daños  $D_i$  de la escala de daños de MSK-64 y con ellos se obtiene el grado medio de daño  $G_m$ .

Para juzgar las bondades de la equivalencia, se compara la curva del patrón de daño de la Villa Los Andes que resulta con los datos obtenidos por Alvarez (curva “Alvarez” en las figuras 3.4 y 3.5) con la curva que resulta de aplicar el criterio de equivalencia a la encuesta realizada por el SERVIU regional (curva “Equivalencia” en las figuras 3.4 y 3.5). La Figura 3.4 y la Figura 3.5 muestran la comparación suponiendo que las viviendas pertenecen a una Clase de Vulnerabilidad “B” y a una Clase de Vulnerabilidad “C”, respectivamente. En ambos casos las curvas del patrón de daños son muy similares y entregan el mismo resultado de la intensidad macrosísmica.



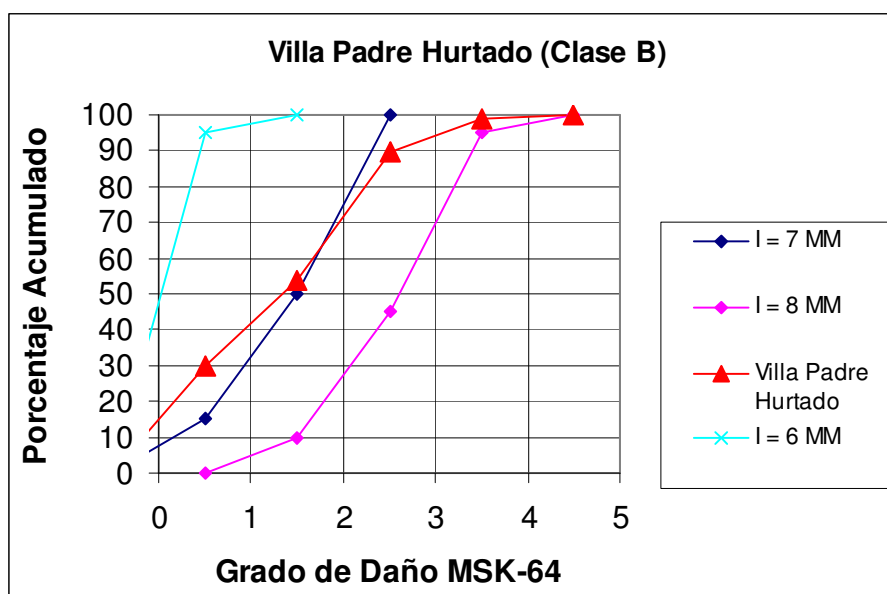


**Figura 3.4. Distribución de los daños según la escala usada por MSK-64 en la Villa Los Andes, suponiendo que las viviendas corresponden a una Clase “B” de Vulnerabilidad.**



**Figura 3.5. Distribución de los daños según la escala usada por MSK-64 en la Villa Los Andes, suponiendo que las viviendas corresponden a una Clase “C” de Vulnerabilidad.**

Las comparaciones de las figuras 3.4 y 3.5 permiten validar de alguna forma el criterio propuesto. Al aplicar este criterio a la totalidad de la información entregada para la Villa Padre Hurtado, se obtienen los resultados indicados en la Figura 3.6.



**Figura 3.6 Distribución del patrón de daños para Villa Padre Hurtado**

De la Figura 3.6 se observa que al aceptar que las viviendas de la Villa Padre Hurtado, pertenecen a una Clase de Vulnerabilidad “B”, se obtiene una intensidad entre VII y VIII de la escala MSK-64, lo que está de acuerdo con las estimaciones de las intensidades macrosísmicas realizadas para el terremoto de Tocopilla de 2007 (Matus, 2009).

### 3.3 RELACIÓN ENTRE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y EL DAÑO

Utilizando los datos reunidos después del terremoto del 3 de marzo de 1985, se estableció una relación entre el índice de densidad de muros propuesto por Meli y los niveles de daño destacados en la Tabla 3.5 (Astroza et al., 1993).

Considerando que la zona afectada por el terremoto del 3 de marzo de 1985 corresponde a la zona Central de Chile, donde abundan las viviendas de albañilería construidas con ladrillos cerámicos hechos a máquina, es conveniente tener este antecedente al momento de calificar el comportamiento sísmico observado en las viviendas hechas con bloques huecos de hormigón en el Norte de Chile. Con este propósito, a continuación se presentan los resultados obtenidos por Astroza et al. (1993).

#### 3.3.1 Trabajo de Astroza M., M.O. Moroni y M. Kupfer (1993).

Este trabajo está basado en el estudio de los daños observados en 17 edificios de 3 y 4 pisos destinados a viviendas ubicados en la ciudad de Santiago, construidos en albañilería

de ladrillos cerámicos hechos a máquina entre 1975 y 1985, y que sufrieron distintos grados de daños para el terremoto del 3 de marzo de 1985. Los edificios se ubican en sectores de la ciudad de Santiago en que las intensidades macrosísmicas fueron entre VII y VIII grados en la escala MSK-64.

La muestra de edificios se estudió aplicando el índice de densidad de muros de Meli y los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3.7. En esta figura también se muestran los datos de los edificios mexicanos afectados por el terremoto del 19 de septiembre de 1985 (Meli, 1991), los que se identifican por un símbolo numérico, a diferencia de los datos nacionales que se identifican por un símbolo alfabético.

Según estos datos, Astroza et al. (1993) propusieron una relación entre el nivel de daño y la densidad de muros por unidad de piso como la indicada en la Tabla 3.10. Las categorías de daño de esta tabla se expresan en función de los grados de daño de la Tabla 3.5.

Es importante destacar algunas de las conclusiones del trabajo de Astroza et al (1993):

- La Tabla 3.10 se recomienda aplicarla a edificios de albañilería confinada considerando que en ellos la capacidad resistente al corte está determinada por el área de los paños de albañilería y así por el área de muros existente en cada dirección de la planta del edificio.
- Los valores de la Tabla 3.10 se han obtenido a partir de la información siniestral del terremoto del 3 de marzo de 1985 y por lo mismo dependen de la calidad de materiales y del diseño que se usaba en esa época, la que es inferior a la requerida actualmente si se respetan las recomendaciones que establecen las normas chilenas vigentes.

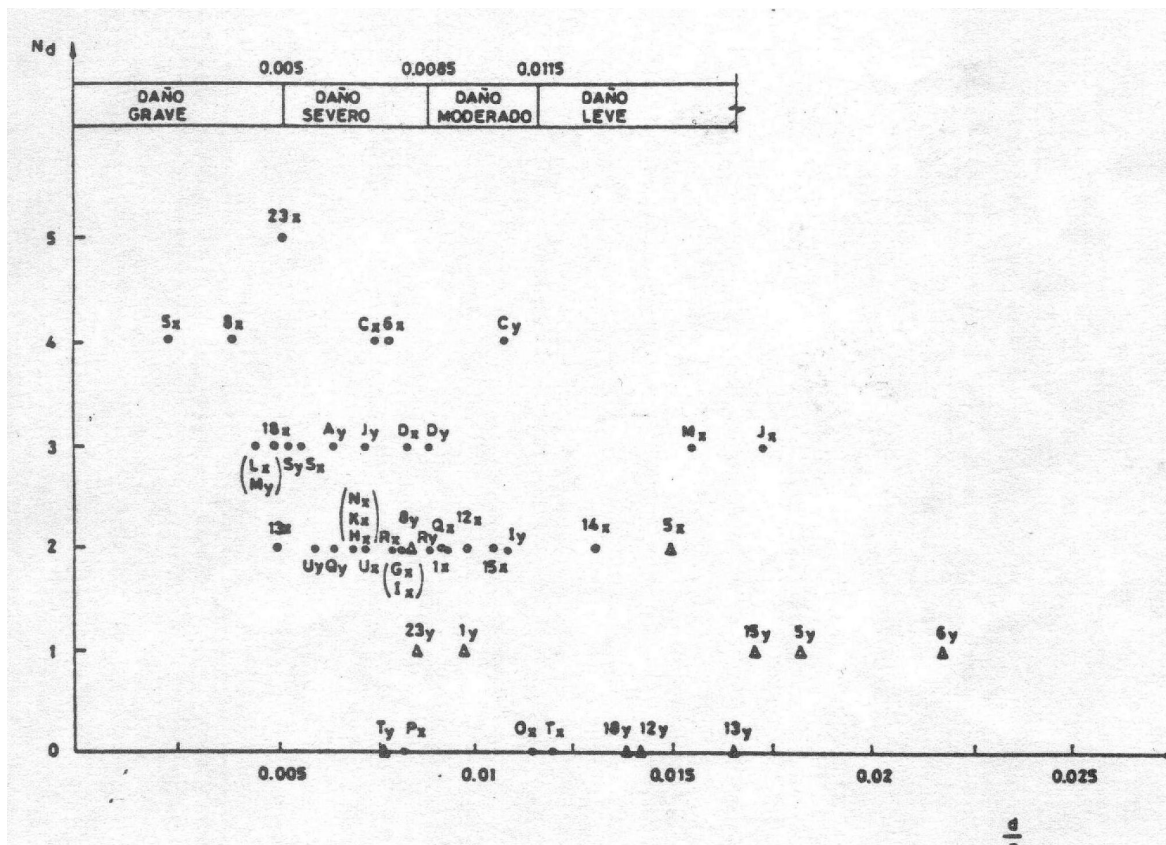


Figura 3.7: Relación entre la densidad de muros por unidad de piso y el nivel de daños en edificios de albañilería construida con unidades cerámicas del tipo rejilla con huecos (Astroza et al., 1993).

Tabla 3.10: Densidad de Muros v/s Categoría de Daño (Astroza et al., 1993)

| Nivel de Daño | Categoría de Daño | Densidad de Muros      |
|---------------|-------------------|------------------------|
|               | ( MSK-64 )        | [ % ]                  |
| Leve          | 0 y 1             | $\geq 1,15$            |
| Moderado      | 2                 | $\geq 0,85$ y $< 1,15$ |
| Severo        | 3                 | $\geq 0,5$ y $< 0,85$  |
| Grave         | 4 y 5             | $< 0,5$                |

## CAPÍTULO 4

### ESTUDIO DE CASOS

Los conjuntos habitacionales estudiados tienen una serie de características en común. Todos corresponden a conjuntos habitacionales ubicados en la zona de Chile identificada como el Norte Grande, son de uno o dos pisos con una estructura resistente de muros de albañilería construida con bloques de hormigón, todos han estado sometidos a la acción de un terremoto de magnitud  $M_s > 7,0$  y están ubicados en un lugar donde la intensidad macrosísmica ha sido mayor o igual a VII grados en la escala de intensidades macrosísmica MSK-64.

Para identificar cada conjunto habitacional, se les ha asignado un código compuesto por tres dígitos y en algunos casos una letra. El primer dígito de este código identifica la región en donde está ubicado el conjunto y los dos dígitos siguientes corresponden a un orden correlativo. Cuando el código está acompañado de una letra, quiere decir que el conjunto está formado por trenes de viviendas continuas cuyo número está identificado en el nombre del conjunto.

En este capítulo se entrega la información necesaria para establecer la vulnerabilidad sísmica usando los métodos detallados en el Capítulo 3, incluyendo un resumen de las fichas de cada edificio con los valores de los índices de vulnerabilidad o con la Clase de Vulnerabilidad asignada, las fichas de cálculo se adjuntan en el Anexo C. Además, se entregan en este capítulo testimonios fotográficos de los daños observados después de ocurrido el terremoto que los afectó.

#### 4.1 CONJUNTOS SELECCIONADOS

En la Tabla 4.1 se indican los conjuntos habitacionales seleccionados, destacando su nombre y código, la ciudad donde están ubicados, la cantidad de viviendas que lo componen y el terremoto que produjo los daños.

La muestra de conjuntos habitacionales se escogió de acuerdo con la información que se logró reunir. La información que se requirió para considerarlo como un caso válido a estudiar se puede resumir en:

- Planos que indiquen las líneas resistentes de cada edificio y las medidas de éstas.
- Planos de loteo de los terrenos o imágenes satelitales, donde quede clara la disposición de los trenes de viviendas.
- Catastro de daños, confiable y disponible, en alguna escala que sea posible asimilar a la escala de daños usada por la escala MSK-64.

Otra información, como medidas en elevación o fotografías de los daños, a pesar de ser muy valoradas, no resultaron imprescindibles para la elección de los casos en estudio.

**Tabla 4.1 Lista de Casos Estudiados**

| Código | Nombre  | Ciudad       | Nº viviendas | Terremoto      |
|--------|---|--------------|--------------|----------------|
| 110    | Villa Santa Ana, Tipo A   | Pozo Almonte | 6            | Tarapacá 2005  |
| 111    | Villa Santa Ana, Tipo B   | Pozo Almonte | 18           | Tarapacá 2005  |
| 112    | Villa Santa Ana, Tipo C   | Pozo Almonte | 144          | Tarapacá 2005  |
| 210    | Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1                                    | Tocopilla    | 36           | Tocopilla 1967 |
| 211    | Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2                                    | Tocopilla    | 36           | Tocopilla 1967 |
| 220    | Población Santiago Amengual   | Tocopilla    | 24           | Tocopilla 1967 |
| 230a   | Villa Los Andes, Viviendas Pareadas                                     | Tocopilla    | 6            | Tocopilla 2007 |
| 230b   | Villa Los Andes, Trenes de 3 Viviendas                                  | Tocopilla    | 6            | Tocopilla 2007 |
| 230c   | Villa Los Andes, Trenes de 4 Viviendas                                  | Tocopilla    | 16           | Tocopilla 2007 |
| 230d   | Villa Los Andes, Trenes de 5 Viviendas                                  | Tocopilla    | 25           | Tocopilla 2007 |
| 230e   | Villa Los Andes, Trenes de 6 Viviendas                                  | Tocopilla    | 48           | Tocopilla 2007 |
| 240a   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 4 viviendas         | Tocopilla    | 16           | Tocopilla 2007 |
| 240b   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 5 viviendas         | Tocopilla    | 29           | Tocopilla 2007 |
| 240c   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 6 viviendas         | Tocopilla    | 137          | Tocopilla 2007 |
| 240d   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 8 viviendas         | Tocopilla    | 67           | Tocopilla 2007 |
| 241    | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para ancianos       | Tocopilla    | 4            | Tocopilla 2007 |
| 242    | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para discapacitados | Tocopilla    | 4            |                |
| 250a   | Villa Ayquina, Viviendas Pareadas                                       | Tocopilla    | 10           | Tocopilla 2007 |
| 250b   | Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas                                    | Tocopilla    | 10           | Tocopilla 2007 |

La principal ventaja que posee la muestra es que las intensidades estimadas en el lugar donde se ubican los conjuntos son del mismo orden de magnitud, lo que permite incorporar todos los casos en un mismo análisis.

Conjuntos habitacionales de albañilería de bloques de hormigón afectados por el terremoto de Antofagasta de 1995, no fueron incluidos al no encontrar casos con la información requerida.

#### **4.2 CONJUNTOS HABITACIONALES AFECTADOS EN TOCOPILLA DEL 20 DE DICIEMBRE DE 1967.**

Los conjuntos habitacionales corresponden a dos poblaciones, cuya ubicación se indica en la Figura 4.1.



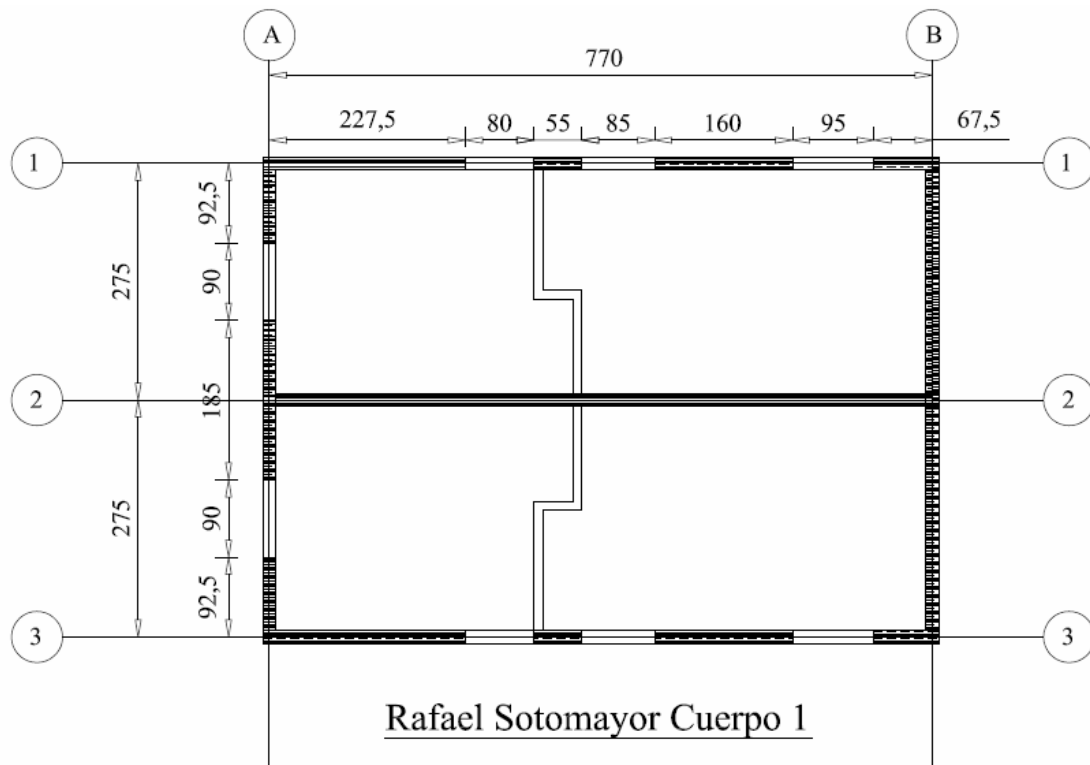
**Figura 4.1** Ubicación de los conjuntos habitacionales afectados por el terremoto del 20 de diciembre de 1967.

#### **4.2.1 Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1 y Cuerpo 2 (Códigos 210 y 211)**

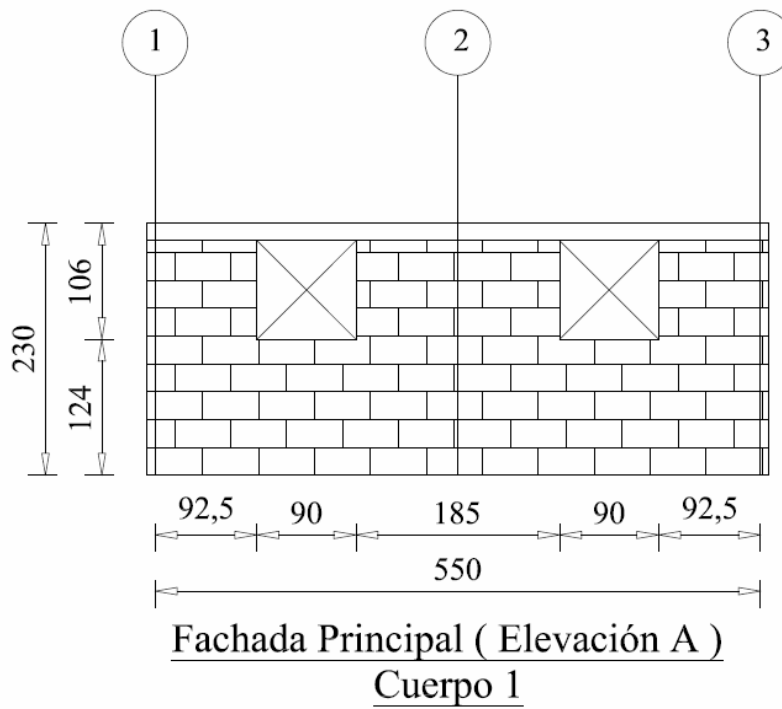
La Población Rafael Sotomayor fue construida en el año 1961 y está ubicada en la ciudad de Tocopilla, en un sector donde se estimó una intensidad de VIII grados en la escala MSK en el sismo de 1967 (Kort, 1968).

La población está formada por 36 viviendas de un piso, cada una de ellas está formada por 2 cuerpos, estructuralmente separados, que forman pareos con las viviendas vecinas, los cuales han sido designados en este trabajo como Cuerpo 1 (*Código 210*) y Cuerpo 2 (*Código 211*), y corresponden a los edificios analizados.

En las figuras 4.2 y 4.3 se muestran las dimensiones y las líneas resistentes de la planta y las dimensiones de la elevación de una de las fachadas del Cuerpo 1. En las figuras 4.4 y 4.5 se muestran estas dimensiones para el Cuerpo 2.

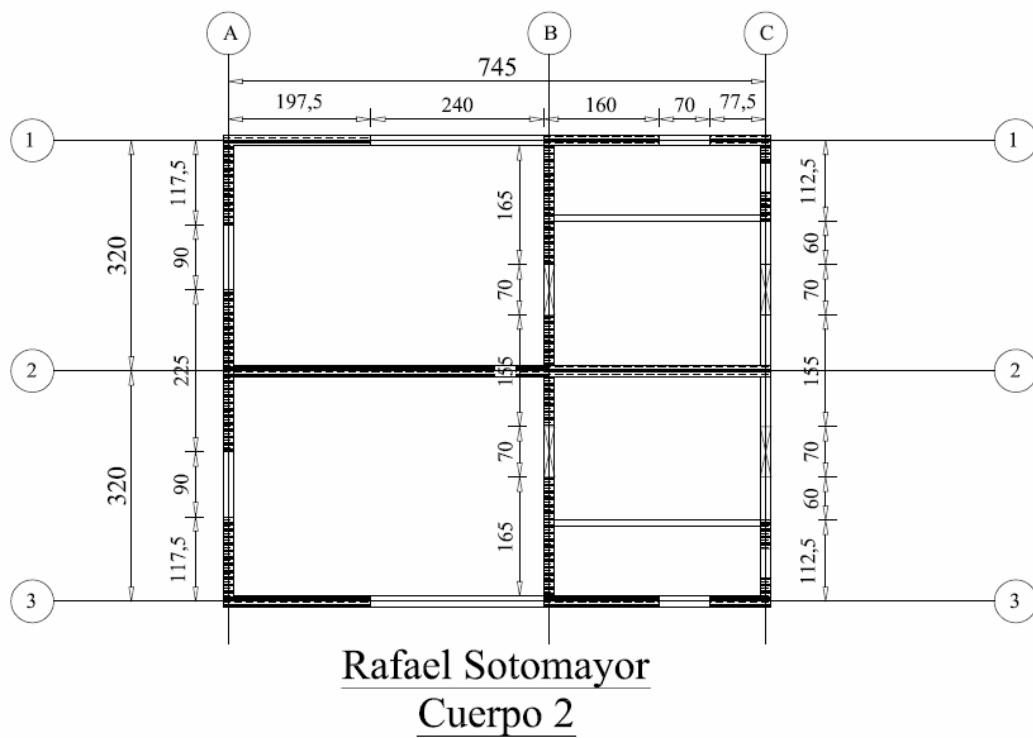


**Figura 4.2** Dimensiones y líneas resistentes de la planta del Cuerpo 1 (Caso 210).

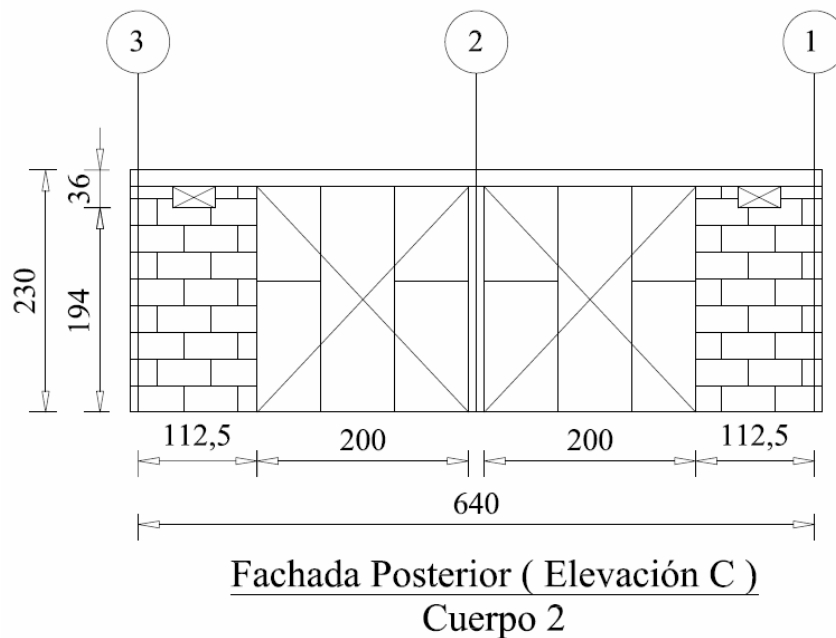


**Figura 4.3** Dimensiones del eje A del Cuerpo 1 (Caso 210)





**Figura 4.4** Dimensiones y líneas resistentes de la planta del Cuerpo 2 (Caso 211).



**Figura 4.5** Dimensiones de la fachada del eje C del Cuerpo 2 (Caso 211).

La información disponible de este conjunto se obtuvo de la memoria de título del Ingeniero Issa Kort (Kort, 1968). No se cuenta con información detallada de los daños para cada vivienda, sólo se cuenta con información a nivel de todo el conjunto

habitacional, la cual destaca la cantidad de daños de distinto nivel observado en cada vivienda usando para ello los grados de daño estructural de la escala de intensidades macrosísmica MSK-64. En la Tabla 4.2 se entrega un detalle de los daños reportados por Kort (Kort, 1968)

**Tabla 4.2: Daños según la escala de daños MSK-64 en la Población Rafael Sotomayor. (Kort, 1968)**

| Daños | Cuantificador |
|-------|---------------|
| 1     | la mayoría    |
| 2     | la mayoría    |
| 3     | la mayoría    |
| 4     | muchas        |

Usando los porcentajes asignados por Karnik et al. (1984) a los términos algunas o pocas, muchas y la mayoría, se puede determinar el porcentaje de viviendas para cada grado de daño. De la Tabla 4.2 se tiene que los daños de nivel 1, 2 y 3 se presentaron en la mayoría (75%) de los edificios y el daño del tipo 4 en muchos (50%) de los edificios, de lo cual se concluye que por lo menos un 50% de los edificios tuvo daño 4 y un 25% daño del tipo 1, 2 y 3 y el resto, un 25% daños del tipo 0 (sin daños), con lo cual se obtiene un grado medio de daños (ver Ecuación 3.10 del Capítulo 3 ) menor o igual a 2.75 y mayor o igual a 2.5.

Dado que en el Cuerpo 2 se observó una mayor cantidad de daños en la vivienda estudiada por Kort, según el reporte de éste, para efectos de comparar con el resto de los casos en estudio al Cuerpo 2 se le asignará un grado medio de daños igual a 2.75, por ser el valor mayor del rango posible y al Cuerpo 1 un grado medio de daños igual a 2.50, por ser el menor valor del rango posible.

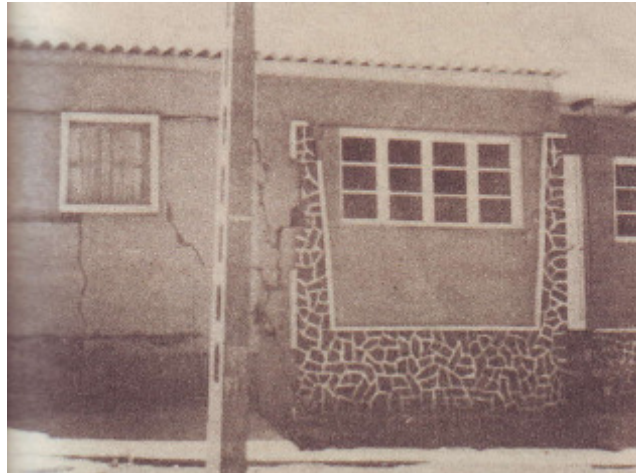
En las Figuras 4.6 a 4.8 se muestran fotografías de los daños que se produjeron en este conjunto habitacional.



**Figura 4.6 Daños en un Cuerpo 1 (Caso 210)**



**Figura 4.7 Daños en un Cuerpo 1 (Caso 210) (2)**



**Figura 4.8 Daños en un Cuerpo 2 (Caso 211)**

Del estudio realizado por Kort (Kort, 1968), las causas de los daños fueron las siguientes;

- Suelo de fundación de mala calidad, al provenir de rellenos artificiales de baja compacidad. Además, el terreno natural es un depósito aluvional en estado suelto, correspondiente al aluvión de 1940 (Karzulovic y Talloni, 1968) lo que amplificó las ondas sísmicas.
- Sobrecimientos sin armadura y en algunos casos muy altos, para salvar las diferencias de nivel de terreno natural, por lo que actuaron como muros de contención, sin estar calculados para ello.
- Mala adherencia entre los bloques y el mortero, y mala calidad de los encuentros de muros, lo que se aprecia en la figuras 4.6 y 4.7.

En las Tablas 4.3 y 4.4 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada con la información reunida para ambos casos. El detalle de los cálculos de estos índices se entrega en el Anexo C. Además, se muestra el grado medio de daños ( $G_m$ ) y el grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.3: Valores Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1 (Caso 210)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |        |                   |        | <b>210</b>               |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|--------|--------------------------|
| <b>Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1</b>              |       |                  |        |                   |        |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |        |                   |        | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |        | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor  |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 3,26   | $d_{n\ y1}$       | 5,84   | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | n / a  | $d_{n\ y2}$       | n / a  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 3,26   | $\gamma_{1\ y1}$  | 6,34   | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | n / a  | $\gamma_{1\ y2}$  | n / a  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,137  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,267  | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 1,775  | $\gamma_{3\ y}$   | 3,456  | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,648  | $I_{B\ y}$        | 0,648  | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,4536 | $I_{G\ y}$        | 0,4536 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 2,55   | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00   | MSK-64                   |

**Tabla 4.4: Valores Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2 (Caso 211)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |        |                   |        | <b>211</b>               |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|--------|--------------------------|
| <b>Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2</b>              |       |                  |        |                   |        |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |        |                   |        | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |        | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor  |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 3,08   | $d_{n\ y1}$       | 4,55   | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | n / a  | $d_{n\ y2}$       | n / a  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 3,68   | $\gamma_{1\ y1}$  | 5,08   | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | n / a  | $\gamma_{1\ y2}$  | n / a  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,166  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,230  | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 2,157  | $\gamma_{3\ y}$   | 2,978  | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,729  | $I_{B\ y}$        | 0,648  | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,5103 | $I_{G\ y}$        | 0,4536 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 2,70   | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00   | MSK-64                   |

#### 4.2.2 Población Santiago Amengual (Código 220)

La Población Santiago Amengual está ubicada en la ciudad de Tocopilla en el sector donde se estimó una intensidad macrosísmica de VIII grados en la escala MSK-64 producto del terremoto de Tocopilla del 20 de diciembre de 1967.

La población se construyó en el año 1962 y está formada por 24 viviendas, correspondientes a 12 pares de 2 pisos cada uno. Las dimensiones principales y las líneas resistentes de la planta del edificio se muestran en la Figura 4.9 y las dimensiones de la elevación en la Figura 4.10.

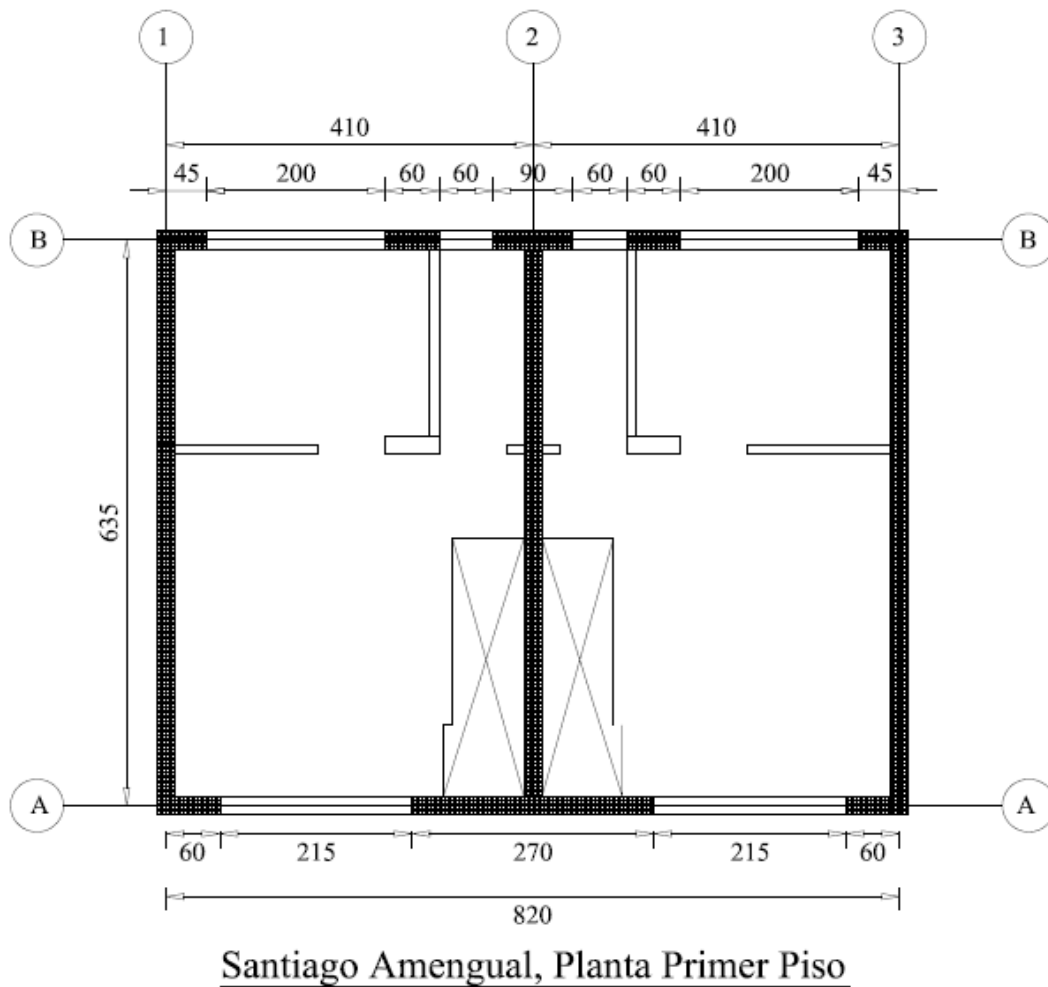
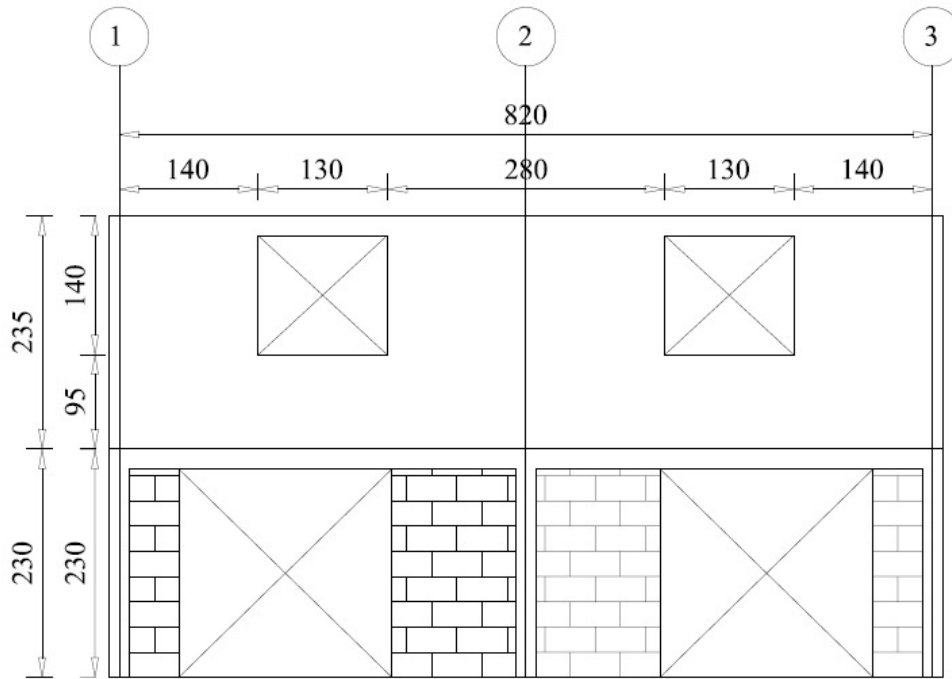


Figura 4.9 Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 220).



Santiago Amengual, Elevación A

**Figura 4.10 Dimensiones de la elevación del eje resistente A (Caso 220).**

La información disponible para éste conjunto, al igual que para la población Rafael Sotomayor, se obtuvo del estudio realizado por Kort (Kort, 1968). Según Kort, los daños en este conjunto habitacional se distribuyen como se indica en la Tabla 4.5, usando la escala de daño de la Escala MSK-64.

**Tabla 4.5: Daños en Población Santiago Amengual. Escala MSK-64**

| Daños | Cuantificador |
|-------|---------------|
| 1     | la mayoría    |
| 2     | la mayoría    |
| 3     | muchas        |
| 4     | algunas       |

Como se aprecia en la Tabla 4.5, los daños de nivel 1 y 2 se presentaron en la mayoría (75%) de los edificios, el daño tipo 3 en muchos (50%) y el daño del tipo 4 en algunos (5%) de los edificios, de lo cual se concluye que un 5% de los edificios tuvo daño de grado 4, por lo menos un 50% de los edificios tuvo daño de grado 3 y un 20% tuvo daño del grado 1 y 2 y el resto, un 25% daños del tipo 0 (sin daños), porcentajes que llevados a un cálculo como el de la Ecuación 3.10, suponen un grado medio de daños menor o igual a 2.10 y mayor o igual a 1.9.

De acuerdo con las cifras del párrafo anterior se aprecia que el daño en estas viviendas fue menor que lo observado en el conjunto Rafael Sotomayor. Para efectos de comparar este conjunto con los otros casos en estudio, se le asignará un grado medio de daños igual a 2.0, por ser el promedio entre los valores límites obtenidos para el rango probable.

Las figuras 4.11 y 4.12 muestran fotografías de los daños observados en este conjunto habitacional.



**Figura 4.11 Daños en eje A (Caso 220)**



**Figura 4.12 Daños en eje 3 (Caso 220)**

Según Kort (Kort, 1968) los daños en este conjunto habitacional se produjeron principalmente por dos factores:

- Falta de refuerzos en los muros de las fachadas del primer piso, especialmente en los bordes libres de los paños de albañilería (ver Figura 4.11).
- Mala calidad de los bloques y del mortero de pega, lo que queda confirmado por el patrón de agrietamiento que presentan las viviendas (ver Figura 4.12).

En las Tabla 4.6 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada con la información reunida para este caso. El detalle de los cálculos de estos índices se entrega en el Anexo C. Además, se muestra el grado medio de daños ( $G_m$ ) y el grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.6: Valores Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Población Santiago Amengual (Caso 220)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |         |                   |       | <b>220</b>     |
|--|-------|------------------|---------|-------------------|-------|----------------|
| <b>Población Santiago Amengual</b>                       |       |                  |         |                   |       |                |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |         |                   |       | <b>Clase C</b> |
| Indice   | Piso  | Eje X            |         | Eje Y             |       | Unidad         |
|  |       | Símbolo          | Valor   | Símbolo           | Valor |                |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 0,72    | $d_{n\ y1}$       | 2,74  | [ % ]          |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | 2,68    | $d_{n\ y2}$       | 4,46  | [ % ]          |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 1,99    | $\gamma_{1\ y1}$  | 5,49  | [ % ]          |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 3,05    | $\gamma_{1\ y2}$  | 4,60  | [ % ]          |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,023   | $\gamma_{2\ y}$   | 0,064 | [ m2 / ton ]   |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,370   | $\gamma_{3\ y}$   | 1,021 | [ ]            |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,5184  | $I_{B\ y}$        | 0,9   | [ ]            |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,36288 | $I_{G\ y}$        | 0,63  | [ ]            |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 2,00    | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00  | MSK-64         |

### 4.3 CONJUNTOS AFECTADOS POR EL TERREMOTO DE TARAPACÁ DEL 2005.

La zona de daño de este terremoto posee baja densidad poblacional, dado que existen pocas localidades con una cantidad significativa de habitantes, con la excepción de Huara y Pozo Almonte, por lo tanto es en estas localidades donde se buscaron los casos para este estudio.

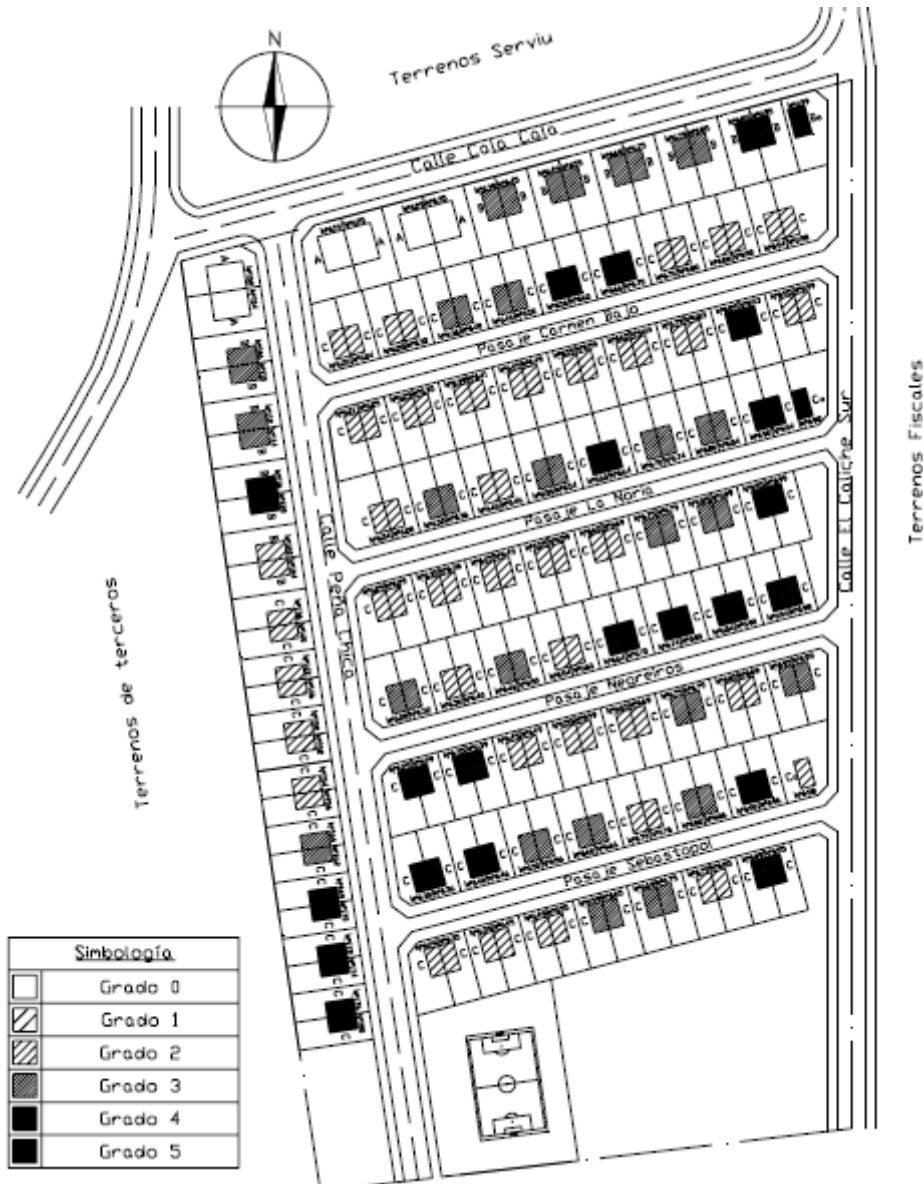
El caso que se estudia en esta memoria es la Villa Santa Ana, construida el año 2001 y ubicada en Pozo Almonte, como se muestra en la imagen satelital de la Figura 4.13.





**Figura 4.13** Ubicación de la Villa Santa Ana, afectada por el terremoto del 13 de junio del 2005.

La información para el estudio de la vulnerabilidad sísmica de este conjunto se obtuvo de la memoria de título de la ingeniero Daniela Santander (Santander, 2007). Dentro de la Villa Santa Ana hay tres tipos de edificios, los que se identifican como Tipo A, Tipo B y Tipo C. La ubicación de estos tres tipos y el grado de daño que sufrieron cada uno de ellos se muestra en la Figura 4.14.



**Figura 4.14 Distribución de los distintos tipos de viviendas de la Villa Santa Ana y grado de daño observado después del terremoto de Tarapacá del 2005 (Santander, 2007).**

Cada edificio son pareos de viviendas de uno y dos pisos cuya estructura es de albañilería armada construida con bloques de hormigón y se ubican en un lugar donde se estimó una intensidad de VII÷VIII grados en la escala MSK-64 (Astroza et al., 2005).

#### **4.3.1 Villa Santa Ana, Tipo A (Código 110)**

Este tipo de edificio corresponde a un pareo de un piso cuyas líneas resistentes y dimensiones, tanto en planta como en elevación se muestran en las Figuras 4.15 y 4.16 respectivamente.

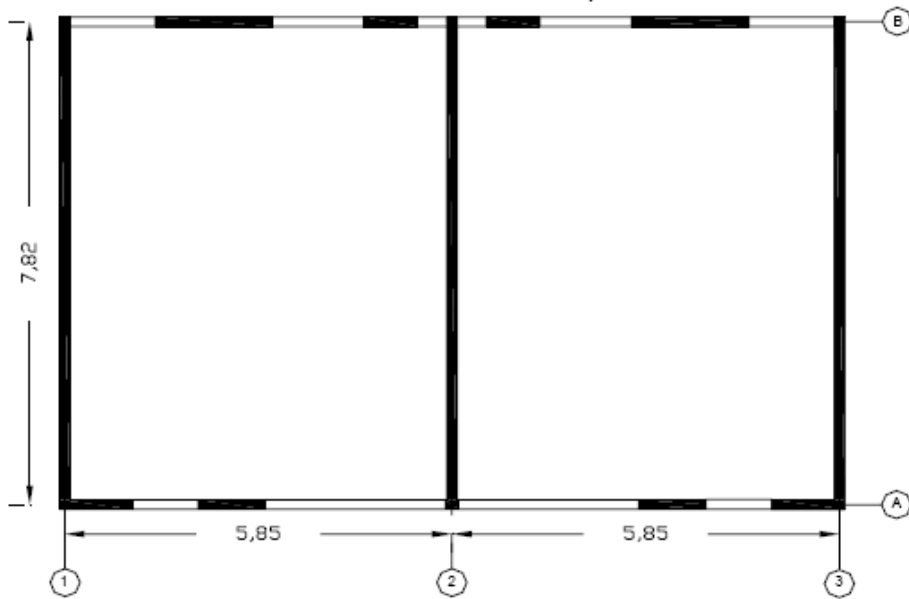


Figura 4.15 Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 110).

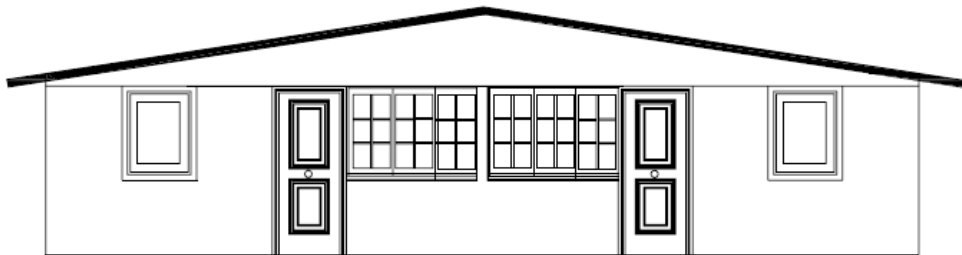


Figura 4.16 Vista de la elevación del eje resistente A (Caso 110).

Como se aprecia en la figura 4.14, ninguno de los edificios de este tipo resultó dañado por el terremoto del 13 de junio del 2005.

#### 4.3.2 Villa Santa Ana, Tipo B (Código 111)

Este tipo de edificio son 9 pares de dos pisos cuyas líneas resistentes y dimensiones en planta y elevación se muestran en las figuras 4.17 y 4.18, respectivamente.

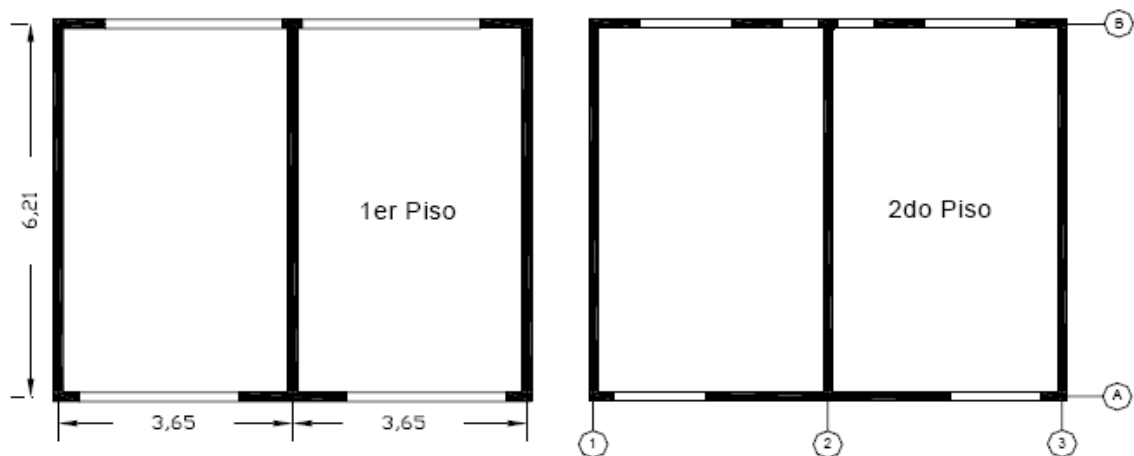


Figura 4.17 Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 111).



**Figura 4.18 Vista de la elevación de los ejes resistentes A y B (Caso 111).**

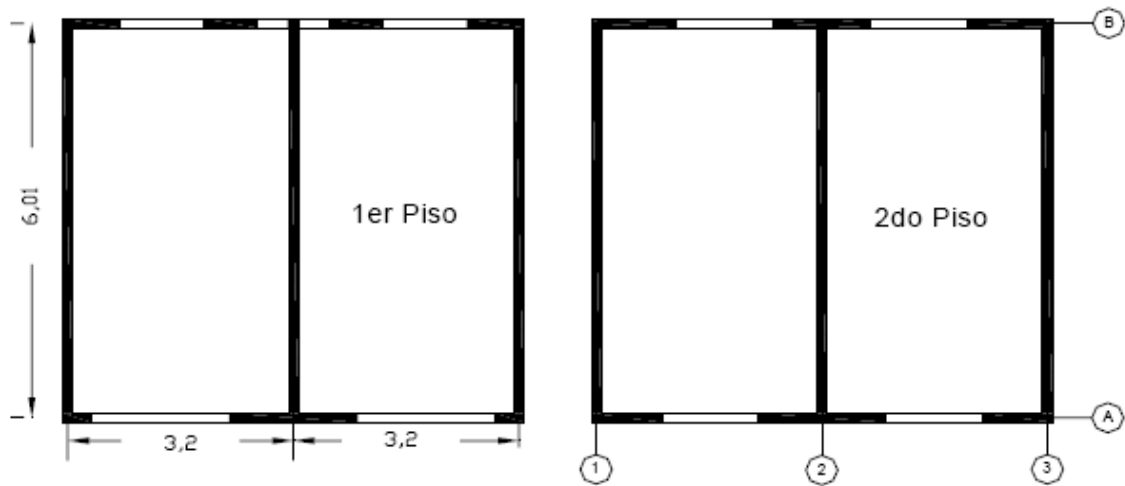
De acuerdo con la información proporcionada por la Figura 4.14, los daños ocasionados por el terremoto del año 2005 corresponden a los indicados en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7: Daños en los edificios Tipo B de la Villa Santa Ana (Santander, 2007)**

| Grado de Daño        | Nº de viviendas |
|----------------------|-----------------|
| 0                    | 0               |
| 1                    | 0               |
| 2                    | 2               |
| 3                    | 12              |
| 4                    | 0               |
| 5                    | 4               |
| Total                | 18              |
| <b>G<sub>m</sub></b> | <b>3,33</b>     |

### 4.3.3 Villa Santa Ana, Tipo C (Código 112)

El tercer tipo de edificio en la Villa Santa Ana de Pozo Almonte, fue el caso estudiado con mayor detalle por Santander (Santander, 2007). Este tipo de edificio son 72 pareos de dos pisos cuyas líneas resistentes y dimensiones en planta y elevación se muestran en las figuras 4.19 y 4.20, respectivamente.



**Figura 4.19 Dimensiones y ejes resistentes de la planta (Caso 112).**



**Figura 4.20 Vista de la elevación de los ejes resistentes A y B (Caso 112).**

La información reunida se obtuvo del trabajo de Santander (Santander, 2007), en el cual se entregan los detalles del tipo estructural y de la construcción, lo que permite obtener la información de los edificios del Tipo C que forman el conjunto de Villa Santa Ana.

De acuerdo con la información proporcionada por Santander, la cual se resume en la Figura 4.14, los daños ocasionados por el terremoto en este tipo de edificios corresponden a los indicados en la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8: Daños en Villa Santa Ana, edificio Tipo C (Santander, 2007)**

| Grado de Daño        | Nº de viviendas |
|----------------------|-----------------|
| 0                    | 0               |
| 1                    | 0               |
| 2                    | 70              |
| 3                    | 36              |
| 4                    | 0               |
| 5                    | 38              |
| Total                | 144             |
| <b>G<sub>m</sub></b> | <b>3,04</b>     |

Algunas fotografías de los daños observados en este tipo de edificio se muestran en las figuras 4.21 a 4.23.



**Figura 4.21 Daños en eje A (Caso 112)**



**Figura 4.22 Daños en eje A (Caso 112) (2).**



**Figura 4.23 Daños en eje B (Caso 112).**

Según Santander, las fallas en este conjunto se produjeron producto de la falta de control durante la construcción y de la mala calidad de los materiales. Además, se destaca que la existencia de grandes vanos en los muros de fachada, y producto de ello la baja densidad de muros en esta dirección, habría contribuido en los daños observados.

En las Tablas 4.9, 4.10 y 4.11 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada con la información reunida para los tres casos. El detalle de los cálculos de estos índices se entrega en el Anexo C. Además, se muestra el grado medio de daños ( $G_m$ ) y el grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.9: Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Santa Ana, Tipo A (Caso 110)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |        |                   |       | <b>110</b>     |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|-------|----------------|
| <b>Villa Santa Ana, Tipo A</b>                           |       |                  |        |                   |       |                |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |        |                   |       | <b>Clase C</b> |
| Índice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |       | Unidad         |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor |                |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 1,54   | $d_{n\ y1}$       | 3,59  | [ % ]          |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | n / a  | $d_{n\ y2}$       | n / a | [ % ]          |
| Índices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 1,67   | $\gamma_{1\ y1}$  | 3,59  | [ % ]          |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | n / a  | $\gamma_{1\ y2}$  | n / a | [ % ]          |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,106  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,229 | [ m2 / ton ]   |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 1,622  | $\gamma_{3\ y}$   | 3,492 | [ ]            |
| Índice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,81   | $I_{B\ y}$        | 0,9   | [ ]            |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,6885 | $I_{G\ y}$        | 0,765 | [ ]            |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 0,00   | $G_{m\acute{a}x}$ | 0,00  | MSK-64         |

**Tabla 4.10: Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Santa Ana, Tipo B (Caso 111)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |      |             |       |             |       | <b>111</b>     |
|--|------|-------------|-------|-------------|-------|----------------|
| <b>Villa Santa Ana, Tipo B</b>                           |      |             |       |             |       |                |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |      |             |       |             |       | <b>Clase C</b> |
| Índice   | Piso | Eje X       |       | Eje Y       |       | Unidad         |
|  |      | Símbolo     | Valor | Símbolo     | Valor |                |
| Meli   | 1    | $d_{n\ x1}$ | 0,43  | $d_{n\ y1}$ | 2,88  | [ % ]          |
|  | 2    | $d_{n\ x2}$ | 2,63  | $d_{n\ y2}$ | 5,75  | [ % ]          |

|                             |       |                  |        |                   |       |                          |
|-----------------------------|-------|------------------|--------|-------------------|-------|--------------------------|
| Indices de Lourenco y Roque | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 1,36   | $\gamma_{1\ y1}$  | 5,75  | [ % ]                    |
|                             | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 3,00   | $\gamma_{1\ y2}$  | 5,75  | [ % ]                    |
|                             | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,015  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,065 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|                             | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,370  | $\gamma_{3\ y}$   | 1,580 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos          | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,648  | $I_{B\ y}$        | 1     | [ ]                      |
|                             | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,5508 | $I_{G\ y}$        | 0,85  | [ ]                      |
| Daños                       | Ambos | $G_m$            | 3,33   | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.11: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Santa Ana, Tipo C (Caso 112)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |        |                   |       | <b>112</b>               |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Santa Ana, Tipo C</b>                           |       |                  |        |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |        |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 0,57   | $d_{n\ y1}$       | 3,28  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | 2,45   | $d_{n\ y2}$       | 6,56  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 1,97   | $\gamma_{1\ y1}$  | 6,56  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 2,66   | $\gamma_{1\ y2}$  | 6,56  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,021  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,070 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,500  | $\gamma_{3\ y}$   | 1,660 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,648  | $I_{B\ y}$        | 1     | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,5508 | $I_{G\ y}$        | 0,85  | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 3,04   | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00  | MSK-64                   |

#### 4.4 CONJUNTOS AFECTADOS POR EL TERREMOTO DE TOCOPILLA DEL 2007.

La mayor cantidad de casos estudiados corresponden a este terremoto, la información se ha obtenido de las encuestas realizadas por el SERVIU Regional, la Universidad Católica del Norte y el IDIEM.

Las viviendas seleccionadas corresponden a los conjuntos habitacionales de la Villa Los Andes, Villa Padre Hurtado y Villa Ayquina, cuya ubicación dentro de la ciudad de Tocopilla se muestra en la Figura 4.24.





**Figura 4.24** Ubicación de los conjuntos habitacionales estudiados dentro de la ciudad de Tocopilla.

#### **4.4.1 Villa Los Andes, Viviendas pareadas, Trenes de 3, 4, 5 y 6 viviendas (Código 230a al 230e)**

La Villa Los Andes es un conjunto habitacional construido en 1989 y ubicado en la ciudad de Tocopilla, tal como muestra la Figura 4.24. La información reunida de este conjunto se obtuvo de la memoria de título de A. Alvarez (Alvarez, 2009) y del SERVIU de la II Región de Antofagasta (SERVIU, 2008).

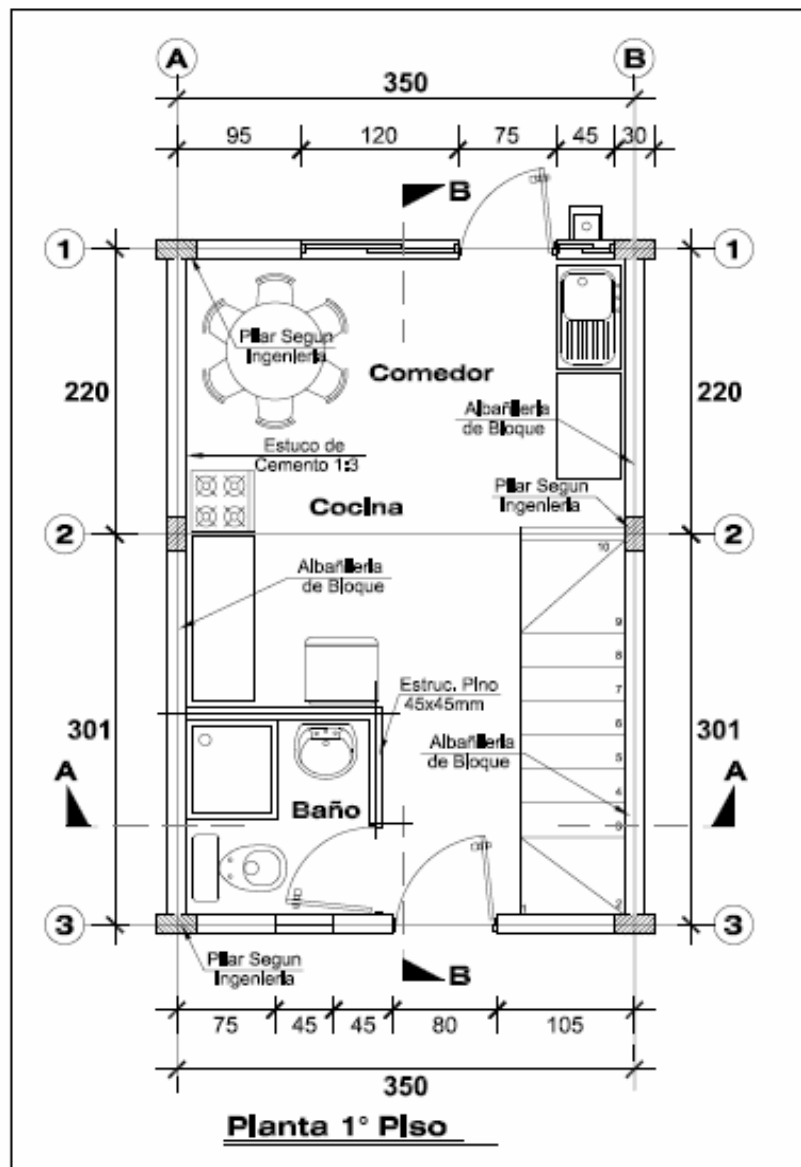
El conjunto se ubica en un lugar donde se estimó una intensidad de VII a VIII grados en la escala MSK-64 durante el terremoto de 1967 (Kort, 1968) y entre VII y VIII grados de la escala MSK-64 como resultado de la inspección visual realizada después del terremoto del 14 de noviembre del 2007 (Astroza et al., 2008).

Para los efectos de esta memoria se ha considerado la información de 114 casas, de un total de 261 que conforman la villa, información que fue reunida por Alvarez (Alvarez, 2009) al encuestar 114 viviendas antes de ser demolidas.

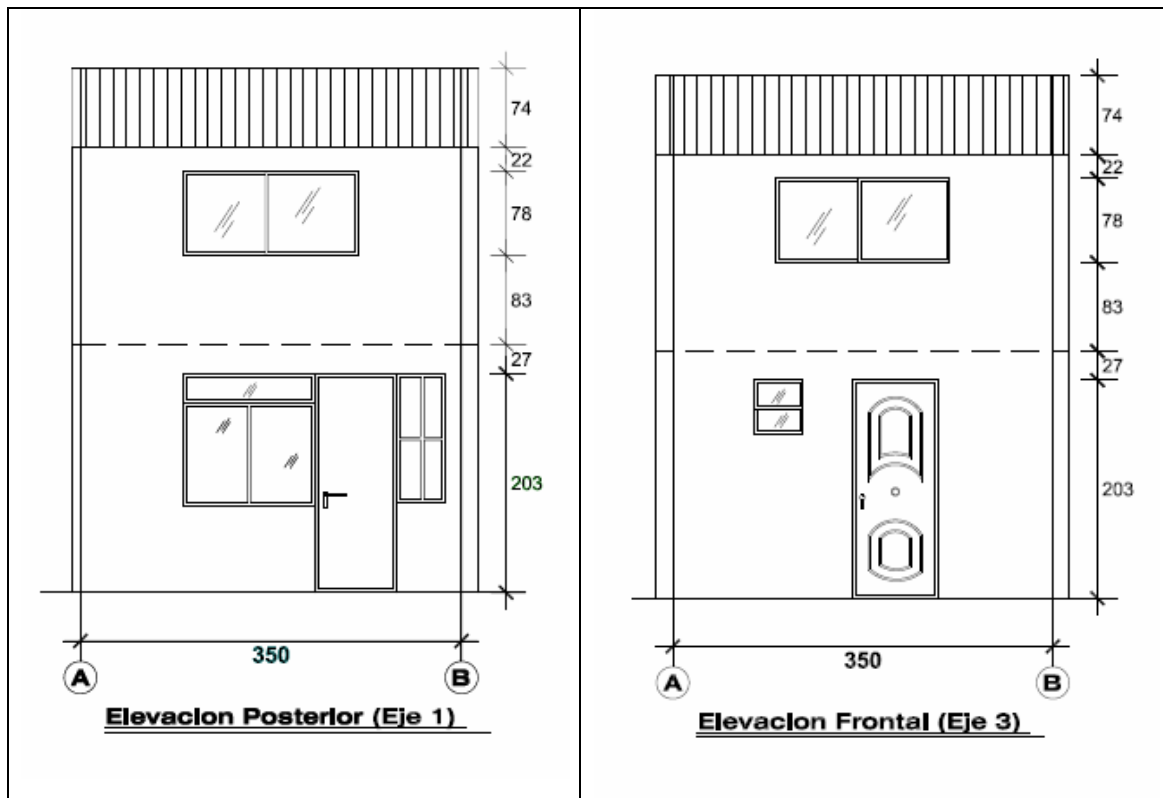
Las viviendas de esta villa se distribuyen formando pareos y trenes de 3, 4, 5 y 6 viviendas, lo que puede apreciarse en los planos de loteo. Todas las viviendas poseen dos pisos y los códigos asignados para los propósitos de este trabajo, así como el

número de viviendas existentes por cada tipología, se indican en la Tabla 4.12. En esta tabla se consideraron sólo aquellos trenes de viviendas que cuentan con la información completa, es decir, la totalidad de sus viviendas catastradas, con el fin de calcular el grado medio de daño de forma fidedigna para cada tipología.

En las figuras 4.25 y 4.26 se muestran las dimensiones principales y la ubicación de las líneas resistentes para una unidad habitacional, la cual da lugar tanto a los pareos como a los trenes de viviendas, siguiendo la misma disposición de elementos.



**Figura 4.25 Dimensiones y ejes resistentes de la planta de una unidad habitacional (Casos 230a al 230e).**



**Figura 4.26 Vista de la elevación de los ejes resistentes 1 y 3 de una unidad habitacional (Casos 230a al 230e)**

Los daños producidos por el terremoto del 14 de noviembre del 2007 en la muestra de viviendas encuestada por Alvarez (Alvarez, 2009) usando la escala de daños recomendada en la escala MSK-64, se entrega en la Tabla 4.12 junto con el grado medio de daño para cada tren de viviendas y para el total de la muestra considerada.

**Tabla 4.12: Catastro de Daños de la Villa Los Andes (Alvarez, 2009)**

| Casas por Tren           | Código      | Nº de viviendas |         |         |         |         |         |         | Grado Medio |
|--------------------------|-------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|
|                          |             | Grado 0         | Grado 1 | Grado 2 | Grado 3 | Grado 4 | Grado 5 | S/M (1) |             |
| 2                        | <b>230a</b> | 1               | 0       | 3       | 2       | 0       | 0       |         | <b>2,00</b> |
| 3                        | <b>230b</b> | 0               | 0       | 1       | 1       | 0       | 0       | 4       | <b>2,50</b> |
| 4                        | <b>230c</b> | 1               | 5       | 9       | 0       | 0       | 0       | 1       | <b>1,53</b> |
| 5                        | <b>230d</b> | 1               | 5       | 12      | 5       | 0       | 0       | 2       | <b>1,91</b> |
| 6                        | <b>230e</b> | 1               | 7       | 25      | 9       | 1       | 0       | 5       | <b>2,05</b> |
| <b>Total Catastrados</b> |             | 4               | 17      | 50      | 17      | 1       | 0       |         | <b>1,93</b> |

(1): S/M = Sin Moradores.

En las figuras 4.27 a 4.29 se muestran algunos de los daños producidos por el terremoto en esta villa.



**Figura 4.27** Daños en ejes B y 3 de un tren de cinco viviendas (Caso 230d).



**Figura 4.28** Daños en eje 3 de un tren de 3 viviendas (Caso 230b).



**Figura 4.29 Daños en eje 1 (Casos 230a al 230e).**

En las Tablas 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 y 4.17 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada con la información reunida para los cinco casos estudiados. El detalle de los cálculos de estos índices se entrega en el Anexo C. Además, se muestra el grado medio de daños ( $G_m$ ) y el grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.13: Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Viviendas pareadas (Caso 230a)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                 |       |                   |       | <b>230a</b>              |
|--|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Los Andes, Viviendas Pareadas</b>               |       |                 |       |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                 |       |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Índice   | Piso  | Eje X           |       | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo         | Valor | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n,x1}$      | 1,42  | $d_{n,y1}$        | 3,21  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n,x2}$      | 3,13  | $d_{n,y2}$        | 6,43  | [ % ]                    |
| Índices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1,x1}$ | 3,00  | $\gamma_{1,y1}$   | 6,43  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1,x2}$ | 3,13  | $\gamma_{1,y2}$   | 6,43  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2,x}$  | 0,034 | $\gamma_{2,y}$    | 0,072 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3,x}$  | 0,520 | $\gamma_{3,y}$    | 1,100 | [ ]                      |
| Índice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B,x}$       | 0,9   | $I_{B,y}$         | 1     | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G,x}$       | 0,765 | $I_{G,y}$         | 0,85  | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$           | 2,00  | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.14: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas (Caso 230b)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |        |                   |       | <b>230b</b>              |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Los Andes, Trenes de 3 Viviendas</b>            |       |                  |        |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |        |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 1,37   | $d_{n\ y1}$       | 2,86  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | 3,13   | $d_{n\ y2}$       | 5,71  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 3,00   | $\gamma_{1\ y1}$  | 5,71  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 3,13   | $\gamma_{1\ y2}$  | 5,71  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,035  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,067 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,540  | $\gamma_{3\ y}$   | 1,030 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,81   | $I_{B\ y}$        | 1     | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,6885 | $I_{G\ y}$        | 0,85  | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 2,50   | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.15: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Los Andes, Trenes de 4 viviendas (Caso 230c)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                  |        |                   |       | <b>230c</b>              |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Los Andes, Trenes de 4 Viviendas</b>            |       |                  |        |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                  |        |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 1,40   | $d_{n\ y1}$       | 2,68  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | 3,13   | $d_{n\ y2}$       | 5,36  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 3,00   | $\gamma_{1\ y1}$  | 5,36  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 3,13   | $\gamma_{1\ y2}$  | 5,36  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,036  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,064 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,560  | $\gamma_{3\ y}$   | 0,990 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,81   | $I_{B\ y}$        | 1     | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,6885 | $I_{G\ y}$        | 0,85  | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 1,53   | $G_{m\acute{a}x}$ | 2,00  | MSK-64                   |



**Tabla 4.16: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad.  
Villa Los Andes, Trenes de 5 viviendas (Caso 230d)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                   |         |                   |       | <b>230d</b>              |
|--|-------|-------------------|---------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Los Andes, Trenes de 5 Viviendas</b>            |       |                   |         |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                   |         |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X             |         | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo           | Valor   | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n_{x1}}$      | 1,41    | $d_{n_{y1}}$      | 2,57  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n_{x2}}$      | 3,13    | $d_{n_{y2}}$      | 5,14  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1_{x1}}$ | 3,00    | $\gamma_{1_{y1}}$ | 5,14  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1_{x2}}$ | 3,13    | $\gamma_{1_{y2}}$ | 5,14  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2_x}$    | 0,036   | $\gamma_{2_y}$    | 0,062 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3_x}$    | 0,570   | $\gamma_{3_y}$    | 0,970 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B_x}$         | 0,729   | $I_{B_y}$         | 0,9   | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G_x}$         | 0,61965 | $I_{G_y}$         | 0,765 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$             | 1,91    | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.17: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad.  
Villa Los Andes, Trenes de 6 viviendas (Caso 230e)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                   |         |                   |       | <b>230e</b>              |
|--|-------|-------------------|---------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Los Andes, Trenes de 6 Viviendas</b>            |       |                   |         |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                   |         |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X             |         | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo           | Valor   | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n_{x1}}$      | 1,42    | $d_{n_{y1}}$      | 2,50  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n_{x2}}$      | 3,13    | $d_{n_{y2}}$      | 5,00  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1_{x1}}$ | 3,00    | $\gamma_{1_{y1}}$ | 5,00  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1_{x2}}$ | 3,13    | $\gamma_{1_{y2}}$ | 5,00  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2_x}$    | 0,037   | $\gamma_{2_y}$    | 0,061 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3_x}$    | 0,570   | $\gamma_{3_y}$    | 0,950 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B_x}$         | 0,729   | $I_{B_y}$         | 0,9   | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G_x}$         | 0,61965 | $I_{G_y}$         | 0,765 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$             | 2,05    | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00  | MSK-64                   |

#### 4.4.2 Villa Padre Hurtado Trenes de 4, 5, 6 y 8 viviendas (Código 240a al 240d)

La Villa Padre Hurtado fue construida en 1994 y está ubicada en la zona sur de la ciudad de Tocopilla, zona que corresponde a una extensión urbana del casco antiguo de la ciudad, por lo que en este sector no se cuenta con información de daños en terremotos anteriores como en el ocurrido el 20 de diciembre de 1967.

De acuerdo con los daños observados durante la inspección efectuada por el grupo de investigadores de los Departamentos de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte, Universidad de Chile y de la Universidad de los Andes, se estima que la intensidad en este sector estuvo influida por los efectos de los rellenos artificiales que se ejecutaron para construir algunos trenes de viviendas, alcanzando en ellos una intensidad de VIII en la escala MSK-64 (Astroza, 2009, Comunicación Personal). Independiente de este efecto, se puede estimar que la intensidad en el sector fue de VII ÷ VIII grados.

La información reunida para los efectos del estudio de este conjunto se obtuvo tanto del SERVIU Regional (SERVIU, 2008) como de la Universidad Católica del Norte (UCN 2008a, UCN 2008b). De acuerdo con esta información, las viviendas de este conjunto habitacional son de dos pisos y están dispuestas en trenes de viviendas de 4, 5, 6 y 8 unidades habitacionales, lo que se puede apreciar en el plano de loteo (SERVIU, 2008).

La cantidad de viviendas considerada en el estudio de cada uno de los distintos trenes de viviendas, se indica en la Tabla 4.18. Como se explicó en el punto 3.2.1, el valor “Total MSK” corresponde a la cantidad de viviendas sin considerar los casos “Sin Moradores”, valor usado como total para el cálculo del grado medio de daño.

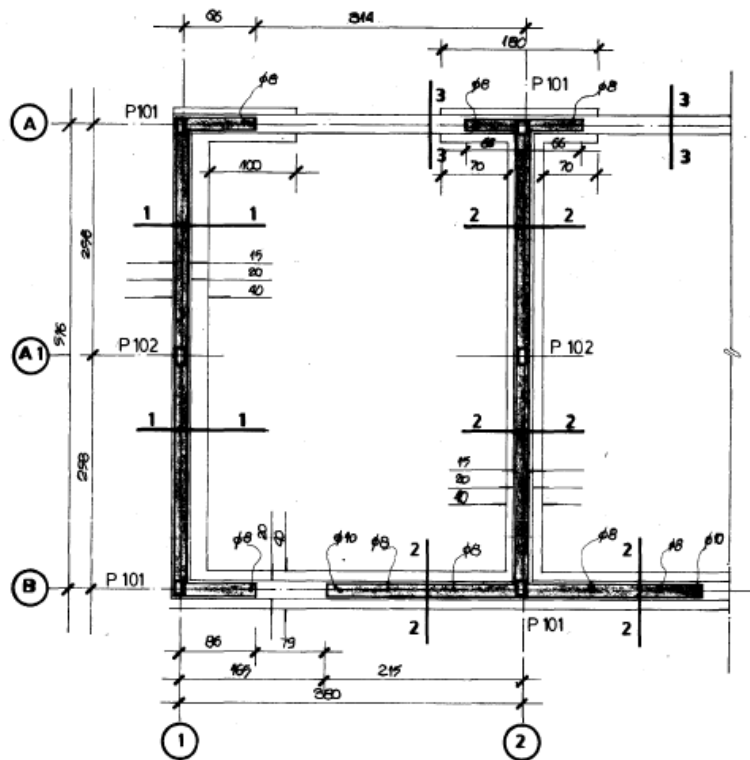
**Tabla 4.18: Catastro de daños según la encuesta del SERVIU Regional de la Villa Padre Hurtado**

| Tipo de Daño  | Nº de viviendas |           |           |           |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|               | Tren de 4       | Tren de 5 | Tren de 6 | Tren de 8 |
| Sin daño      | 0               | 9         | 18        | 18        |
| Daños menores | 3               | 13        | 56        | 26        |
| Intermedio    | 8               | 5         | 49        | 16        |
| Demolición    | 2               | 1         | 2         | 2         |
| Sin moradores | 3               | 1         | 12        | 5         |
| Total MSK     | 13              | 28        | 125       | 62        |
| Total         | 16              | 29        | 137       | 67        |

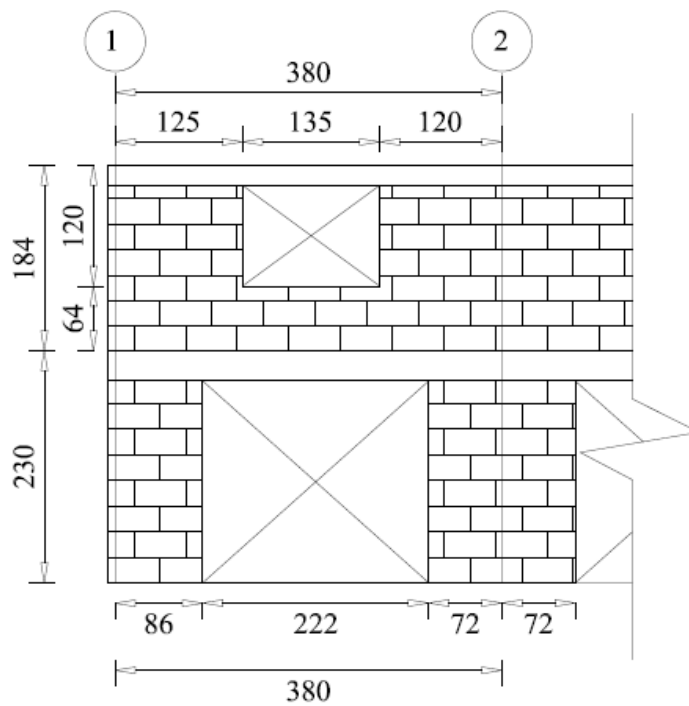
En la Figura 4.30 se muestra la Planta de Fundaciones de la unidad habitacional que forma cada uno de los trenes de viviendas, en ella se indican las dimensiones en planta y la ubicación de las líneas resistentes que forman la estructura de la unidad habitacional.

En la Figura 4.31 se muestra la elevación del eje A, confeccionada a partir de los datos entregados por los planos en planta, ya que no se cuenta con planos de elevaciones para este conjunto. Las dimensiones en altura se estimaron cotejando con la Villa Los Andes, en cuyos planos sí se entrega esta información.





**Figura 4.30 Dimensiones y ejes resistentes de la planta de una unidad habitacional (Casos 240a al 240d).**



Villa Padre Hurtado.  
Eje A ( vivienda unitaria )

**Figura 4.31 Dimensiones de la elevación del eje A de una unidad habitacional (Casos 240a al 240d).**

Los daños que produjo el terremoto del 14 de noviembre del 2007 en este conjunto habitacional se encuentran en el catastro general de daños de la Universidad Católica del Norte (UCN, 2008b). Los niveles de daño de este catastro se establecieron de acuerdo con la escala de daños usada por el SERVIU Regional, la cual fue transformada a su equivalente en la escala de daños recomendada por la escala MSK-64, transformación que se detalla en el punto 3.2.1 del Capítulo 3 de esta memoria.

Los datos originales de la encuesta SERVIU para cada uno de los casos estudiados se entregan en la Tabla 4.18, mientras que los resultados de la transformación a la escala de daños usada por la escala MSK-64 y el cálculo del grado medio de daños respectivo, se entrega en la Tabla 4.19.

**Tabla 4.19: Resultado de la transformación de la escala de daños y grado medio de daño en la Villa Padre Hurtado**

| Casas por Tren           | Código      | Nº de viviendas (1) |         |         |         |         |         |     | Grado Medio    |
|--------------------------|-------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|----------------|
|                          |             | Grado 0             | Grado 1 | Grado 2 | Grado 3 | Grado 4 | Grado 5 | S/M |                |
|                          |             | 0                   | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |     | G <sub>M</sub> |
| 4                        | <b>240a</b> | 1,2                 | 2,8     | 5,8     | 2,8     | 0,5     | 0,0     |     | <b>1,90</b>    |
| 5                        | <b>240b</b> | 12,0                | 6,2     | 8,0     | 1,6     | 0,3     | 0,0     |     | <b>1,00</b>    |
| 6                        | <b>240c</b> | 32,9                | 31,1    | 48,5    | 11,5    | 1,0     | 0,1     |     | <b>1,34</b>    |
| 8                        | <b>240d</b> | 24,4                | 13,4    | 19,2    | 4,5     | 0,6     | 0,0     |     | <b>1,09</b>    |
| <b>Total Catastrados</b> |             | 70,5                | 53,4    | 81,4    | 20,3    | 2,5     | 0,2     |     | <b>1,26</b>    |

(1): Ver punto 3.2.1 para equivalencia

En las fotografías de las figuras 4.32 a 4.36 se muestran los daños observados en las viviendas de la Villa Padre Hurtado. En la figura 4.36 se puede apreciar que hay sectores que no resultaron dañados.



**Figura 4.32 Daños al interior de una vivienda (Casos 240a al 240d).**



**Figura 4.33 Daño de la figura anterior, desde el exterior de la vivienda (Casos 240a al 240d).**



**Figura 4.34 Daño en ampliación de la vivienda (Casos 240a al 240d)**



**Figura 4.35 Daños en muros de la dirección Y de la planta (Casos 240a al 240d)**



**Figura 4.36 Viviendas sin daño en la Villa Padre Hurtado (Casos 240a al 240d)**

Este conjunto habitacional no ha sido estudiado en detalle hasta la fecha, por lo que no se conocen las causas de las fallas observadas.

En las Tablas 4.20, 4.21, 4.22 y 4.23 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada con la información reunida para los cuatro trenes de viviendas estudiados. El detalle de los cálculos de estos índices se entrega en el Anexo C. Además, se muestra el grado medio de daños ( $G_m$ ) y el grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.20: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 4 viviendas (Caso 240a)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                                     |       |                  |        |                  |       | <b>240a</b>              |
|--|-------|------------------|--------|------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 4 viviendas</b> |       |                  |        |                  |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b>               |       |                  |        |                  |       | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y            |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo          | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 1,14   | $d_{n\ y1}$      | 2,30  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | 3,55   | $d_{n\ y2}$      | 4,61  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque  | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 2,92   | $\gamma_{1\ y1}$ | 4,61  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 3,55   | $\gamma_{1\ y2}$ | 4,61  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,036  | $\gamma_{2\ y}$  | 0,057 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,570  | $\gamma_{3\ y}$  | 0,900 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos   | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,81   | $I_{B\ y}$       | 1     | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,6885 | $I_{G\ y}$       | 0,85  | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 1,90   | $G_{m\ máx}$     | 4,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.21: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 5 viviendas (Caso 240b)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                                     |       |                  |         |                  |       | <b>240b</b>              |
|--|-------|------------------|---------|------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 5 viviendas</b> |       |                  |         |                  |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b>               |       |                  |         |                  |       | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X            |         | Eje Y            |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor   | Símbolo          | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 1,21    | $d_{n\ y1}$      | 2,21  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | 3,55    | $d_{n\ y2}$      | 4,42  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque  | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 2,92    | $\gamma_{1\ y1}$ | 4,42  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | 3,55    | $\gamma_{1\ y2}$ | 4,42  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,037   | $\gamma_{2\ y}$  | 0,055 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 0,580   | $\gamma_{3\ y}$  | 0,870 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos   | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,729   | $I_{B\ y}$       | 0,9   | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,61965 | $I_{G\ y}$       | 0,765 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 1,00    | $G_{m\ máx}$     | 4,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.22: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 6 viviendas (Caso 240c)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                                     |       |                 |         |                   |       | <b>240c</b>              |
|--|-------|-----------------|---------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 6 viviendas</b> |       |                 |         |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b>               |       |                 |         |                   |       | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X           |         | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo         | Valor   | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n,x1}$      | 1,22    | $d_{n,y1}$        | 2,15  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n,x2}$      | 3,55    | $d_{n,y2}$        | 4,30  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque  | 1     | $\gamma_{1,x1}$ | 2,92    | $\gamma_{1,y1}$   | 4,30  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1,x2}$ | 3,55    | $\gamma_{1,y2}$   | 4,30  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2,x}$  | 0,037   | $\gamma_{2,y}$    | 0,054 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3,x}$  | 0,580   | $\gamma_{3,y}$    | 0,860 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos   | 1     | $I_{B,x}$       | 0,729   | $I_{B,y}$         | 0,9   | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G,x}$       | 0,61965 | $I_{G,y}$         | 0,765 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$           | 1,34    | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.23: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 8 viviendas (Caso 240d)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                                     |       |                 |        |                   |       | <b>240d</b>              |
|--|-------|-----------------|--------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 8 viviendas</b> |       |                 |        |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b>               |       |                 |        |                   |       | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X           |        | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo         | Valor  | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n,x1}$      | 1,26   | $d_{n,y1}$        | 2,07  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n,x2}$      | 3,55   | $d_{n,y2}$        | 4,14  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque  | 1     | $\gamma_{1,x1}$ | 2,92   | $\gamma_{1,y1}$   | 4,14  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1,x2}$ | 3,55   | $\gamma_{1,y2}$   | 4,14  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2,x}$  | 0,037  | $\gamma_{2,y}$    | 0,053 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3,x}$  | 0,590  | $\gamma_{3,y}$    | 0,840 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos   | 1     | $I_{B,x}$       | 0,648  | $I_{B,y}$         | 0,8   | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G,x}$       | 0,5508 | $I_{G,y}$         | 0,68  | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$           | 1,09   | $G_{m\acute{a}x}$ | 4,00  | MSK-64                   |

#### 4.4.3 Villa Padre Hurtado, Viviendas para Ancianos y Viviendas para Discapacitados (Casos 241 y 242)

Estas viviendas forman parte de la Villa Padre Hurtado, por lo tanto poseen las mismas características en cuanto al año de construcción, a la ubicación y a las intensidades macrosísmicas. La diferencia se produce en su uso.

Tanto las Viviendas para Ancianos como las Viviendas para Discapacitados, son 4 viviendas, dispuestas en 2 pareos, cuya planta y elevaciones se muestran en las figuras 4.37 y 4.38 en el caso de las Viviendas para Ancianos y 4.39 y 4.40 en el caso de las Viviendas para Discapacitados.

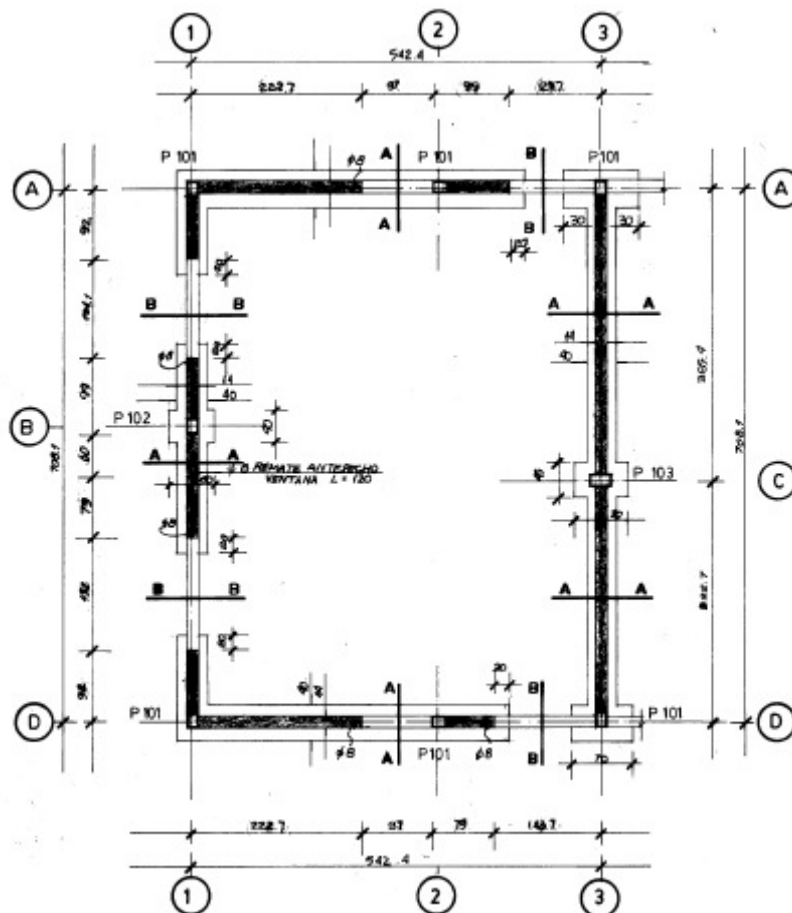
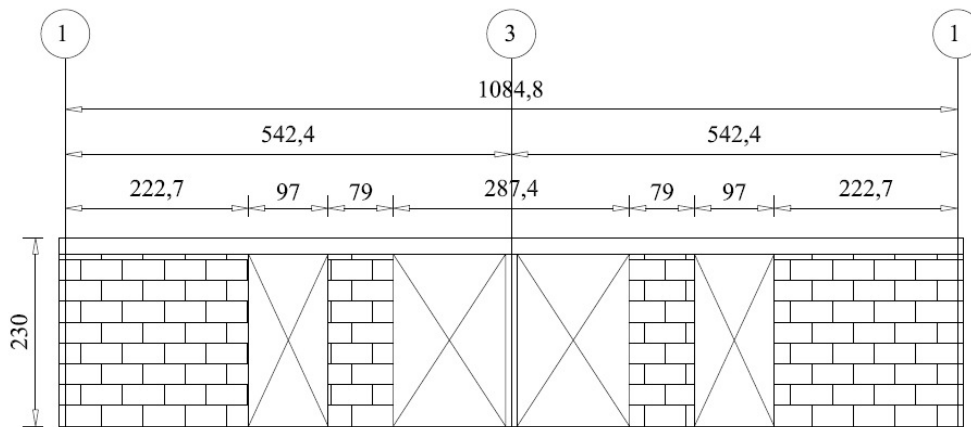


Figura 4.37 Dimensiones de la planta de la Vivienda para Ancianos (Caso 241).





Villa Padre Hurtado. Viviendas para ancianos (Elevación Eje D)

Figura 4.38 Dimensiones de la elevación del eje D de la Vivienda para Ancianos (Caso 241).

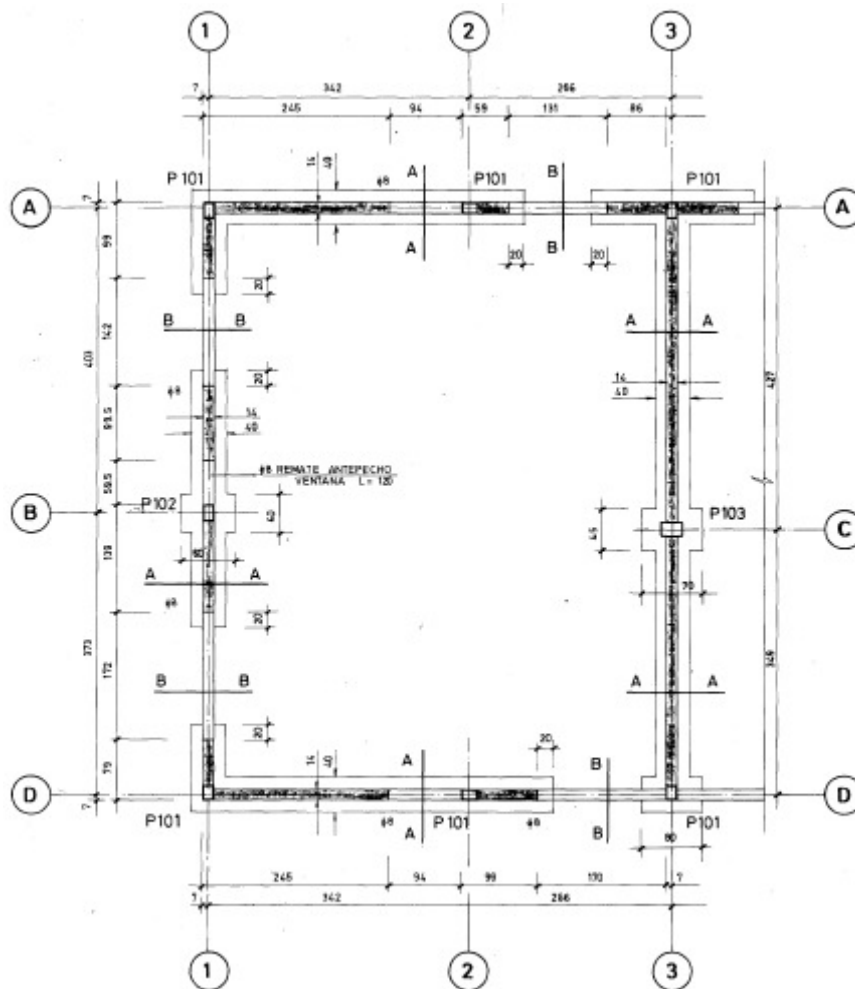
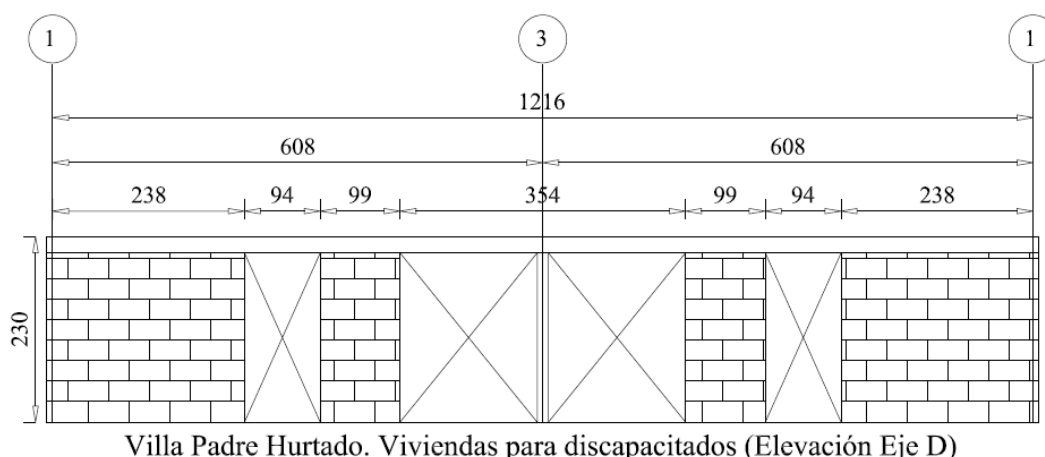


Figura 4.39 Dimensiones de la planta de la Vivienda para Discapacitados (Caso 242).





Villa Padre Hurtado. Viviendas para discapacitados (Elevación Eje D)

**Figura 4.40 Dimensiones de la elevación del eje D de la Vivienda para Discapacitados (Caso 242).**

La información de los daños en estas viviendas se obtuvo de igual forma que para el resto de las viviendas de la Villa Padre Hurtado, resultando la distribución de daños indicada en las tablas 4.24 y 4.25. Como se explicó en el punto 3.2.1, el valor “Total MSK” corresponde a la cantidad de viviendas sin considerar los casos “Sin Moradores”, valor usado como total para el cálculo del grado medio de daño.

**Tabla 4.24: Catastro de daños según la encuesta del SERVIU Regional de la Villa Padre Hurtado (Viviendas especiales)**

| Tipo de Daño  | Nº de viviendas |                |
|---------------|-----------------|----------------|
|               | Ancianos        | Discapacitados |
| Sin daño      | 0               | 0              |
| Daños menores | 1               | 2              |
| Intermedio    | 3               | 2              |
| Demolición    | 0               | 0              |
| Sin moradores | 0               | 0              |
| Total MSK     | 4               | 4              |
| Total         | 4               | 4              |

**Tabla 4.25: Resultado de la transformación de la escala de daños y grado medio de daño en la Villa Padre Hurtado (Viviendas especiales)**

| Tipo de Vivienda         | Código     | Nº de viviendas (1) |         |         |         |         |         | S/M | Grado Medio |
|--------------------------|------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|
|                          |            | Grado 0             | Grado 1 | Grado 2 | Grado 3 | Grado 4 | Grado 5 |     |             |
| Ancianos                 | <b>241</b> | 0,4                 | 0,9     | 2,0     | 0,6     | 0,0     | 0,0     |     | <b>1,74</b> |
| Discapacitados           | <b>242</b> | 0,6                 | 1,2     | 1,9     | 0,4     | 0,0     | 0,0     |     | <b>1,56</b> |
| <b>Total Catastrados</b> |            | 1,0                 | 2,1     | 3,8     | 1,1     | 0,1     | 0,0     |     | <b>1,65</b> |

(1): Ver punto 3.2.1 para equivalencia

En las Tablas 4.26 y 4.27 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada con la información reunida para estas viviendas. El detalle de los cálculos de estos índices se entrega en el Anexo C. Además, se muestra el grado medio de daños ( $G_m$ ) y el grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.26: Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para Ancianos (Caso 241)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                                       |       |                  |        |                   |       | <b>241</b>               |
|--|-------|------------------|--------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para ancianos</b> |       |                  |        |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b>                 |       |                  |        |                   |       | <b>Clase C</b>           |
| Índice   | Piso  | Eje X            |        | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo          | Valor  | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n\ x1}$      | 1,80   | $d_{n\ y1}$       | 2,13  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n\ x2}$      | n / a  | $d_{n\ y2}$       | n / a | [ % ]                    |
| Índices de Lourenco y Roque  | 1     | $\gamma_{1\ x1}$ | 2,27   | $\gamma_{1\ y1}$  | 2,61  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1\ x2}$ | n / a  | $\gamma_{1\ y2}$  | n / a | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2\ x}$  | 0,156  | $\gamma_{2\ y}$   | 0,179 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3\ x}$  | 2,050  | $\gamma_{3\ y}$   | 2,354 | [ ]                      |
| Índice de Gallegos   | 1     | $I_{B\ x}$       | 0,81   | $I_{B\ y}$        | 0,72  | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G\ x}$       | 0,6885 | $I_{G\ y}$        | 0,612 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$            | 1,74   | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.27: Valores de los Índices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para Discapacitados (Caso 242)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>  |      |                  |       |                  |       | <b>242</b>               |
|---|------|------------------|-------|------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas discapacitados</b> |      |                  |       |                  |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b>                  |      |                  |       |                  |       | <b>Clase C</b>           |
| Índice  | Piso | Eje X            |       | Eje Y            |       | Unidad                   |
|   |      | Símbolo          | Valor | Símbolo          | Valor |                          |
| Meli  | 1    | $d_{n\ x1}$      | 1,78  | $d_{n\ y1}$      | 1,97  | [ % ]                    |
|   | 2    | $d_{n\ x2}$      | n / a | $d_{n\ y2}$      | n / a | [ % ]                    |
| Índices de Lourenco y Roque   | 1    | $\gamma_{1\ x1}$ | 2,14  | $\gamma_{1\ y1}$ | 2,35  | [ % ]                    |
|   | 2    | $\gamma_{1\ x2}$ | n / a | $\gamma_{1\ y2}$ | n / a | [ % ]                    |
|   | 1    | $\gamma_{2\ x}$  | 0,155 | $\gamma_{2\ y}$  | 0,170 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|   | 1    | $\gamma_{3\ x}$  | 1,540 | $\gamma_{3\ y}$  | 2,041 | [ ]                      |

|                    |       |           |        |                   |       |        |
|--------------------|-------|-----------|--------|-------------------|-------|--------|
| Indice de Gallegos | 1     | $I_{B_x}$ | 0,81   | $I_{B_y}$         | 0,72  | [ ]    |
|                    | 1     | $I_{G_x}$ | 0,6885 | $I_{G_y}$         | 0,612 | [ ]    |
| Daños              | Ambos | $G_m$     | 1,56   | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00  | MSK-64 |

#### 4.4.4 Villa Ayquina - Viviendas pareadas y Trenes de 5 viviendas (Casos 250a y 250b)

La Villa Ayquina se ubica en un sector (ver Figura 4.24) para el cual se tuvo una intensidad macrosísmica de VII a VIII grados en la escala MSK-64 durante el terremoto del 20 de diciembre de 1967 (Kort, 1968), sector que sufrió serios daños durante el terremoto de 2007.

La Villa Ayquina está formada por viviendas de un piso, pareadas o formando trenes de 4, 5 y 8 viviendas. Debido a que se cuenta sólo con información de daños para el caso de las viviendas pareadas y los trenes de 5 viviendas, éstos son los casos que se estudian. El número de viviendas en cada caso se indica en la Tabla 4.28. Como se explicó en el punto 3.2.1, el valor “Total MSK” corresponde a la cantidad de viviendas sin considerar los casos “Sin Moradores”, valor usado como total para el cálculo del grado medio de daño.

**Tabla 4.28: Resultados Encuesta SERVIU Regional, Villa Ayquina**

| Tipo de Daño  | Nº de viviendas |           |
|---------------|-----------------|-----------|
|               | Pareadas        | Tren de 5 |
| Sin daño      | 3               | 4         |
| Daños menores | 4               | 2         |
| Intermedio    | 3               | 2         |
| Demolición    | 0               | 0         |
| Sin moradores | 0               | 2         |
| Total MSK     | 10              | 8         |
| Total         | 10              | 10        |

En la Figura 4.41 se indican las dimensiones y la ubicación de líneas resistentes en planta para el caso de las viviendas pareadas. En la Figura 4.42 se muestra la elevación del eje B, la cual se obtuvo de la información de las plantas. Esta misma información se muestra en las figuras 4.43 y 4.44, para el caso de las viviendas dispuestas en trenes de 5 unidades.

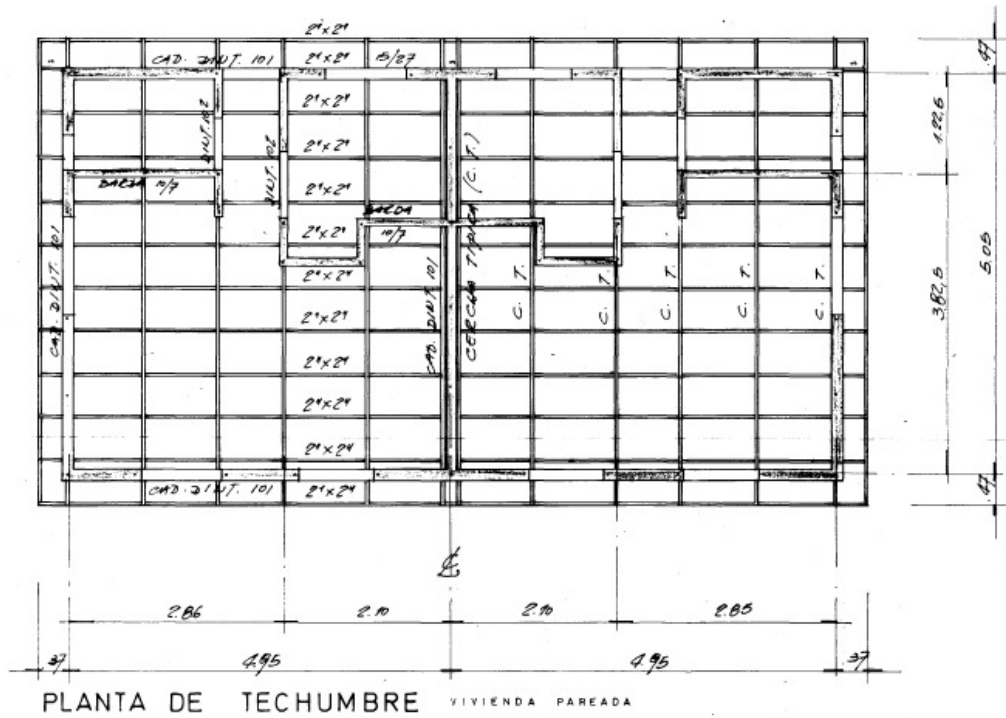


Figura 4.41 Dimensiones de la planta de las vivienda pareadas (Caso 250a).

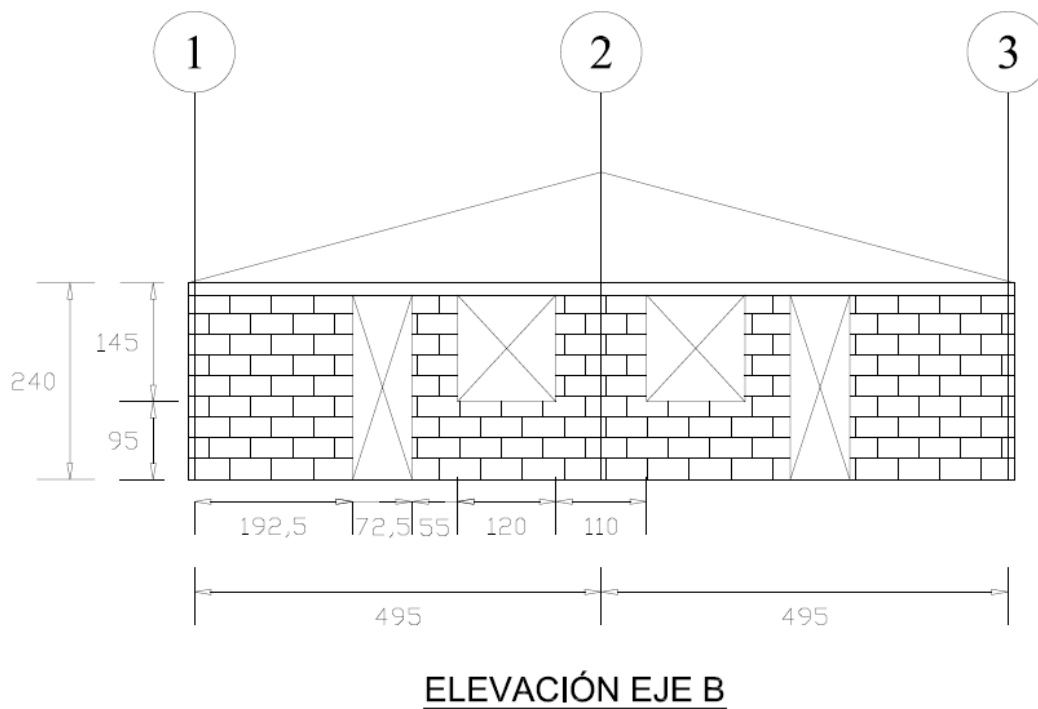
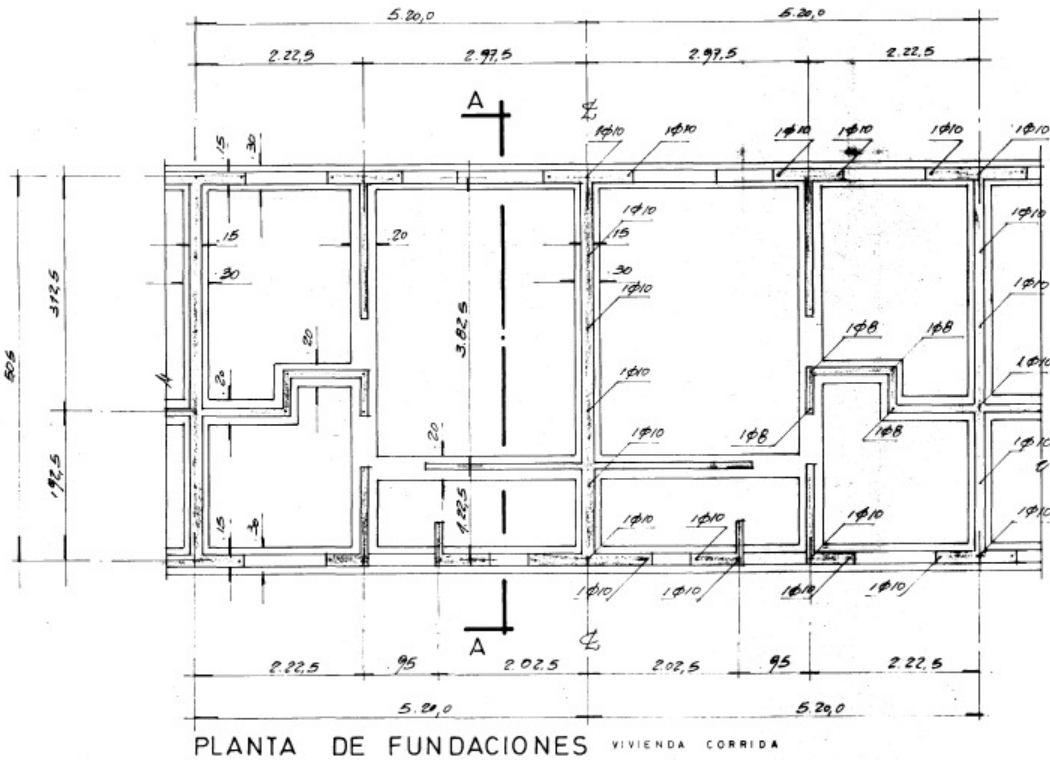
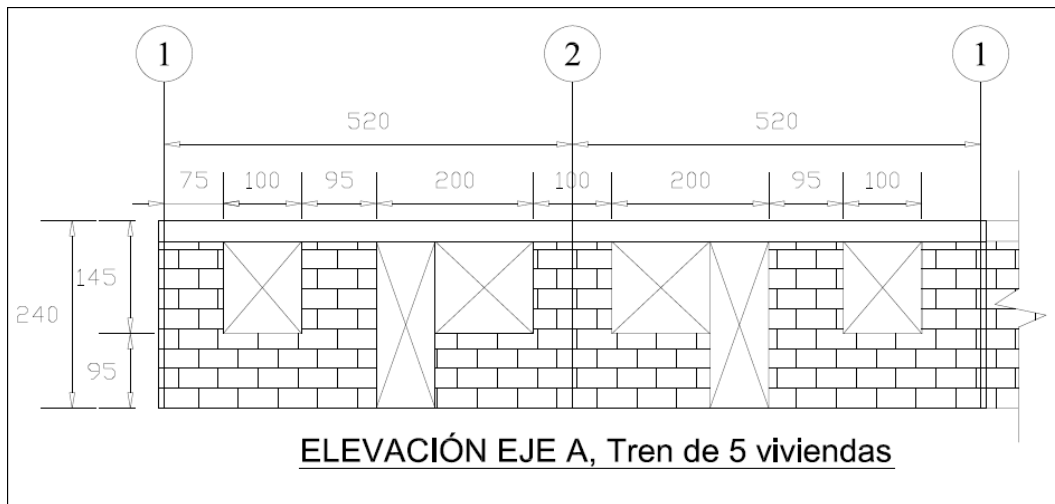


Figura 4.42 Dimensiones de la elevación del eje B de las viviendas pareadas (Caso 250a)



**Figura 4.43 Dimensiones de la planta del tren de cinco viviendas (Caso 250b).**



**Figura 4.44 Dimensiones de la elevación del eje A del tren de cinco viviendas (Caso 250b)**

La determinación del grado medio de daños para estos dos casos se hizo del mismo modo que para los edificios de la Villa Padre Hurtado, utilizando la transformación propuesta en el punto 3.2.1. Los resultados obtenidos para ambos casos se entregan en la Tabla 4.29.

**Tabla 4.29: Resultado de la transformación de la escala de daños y grado medio de daño en la Villa Ayquina**

| Casas por Tren           | Código      | Nº de viviendas (1) |         |         |         |         |         |     | Grado Medio |
|--------------------------|-------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|
|                          |             | Grado 0             | Grado 1 | Grado 2 | Grado 3 | Grado 4 | Grado 5 | S/M |             |
|                          |             | 0                   | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |     | $G_M$       |
| Pareadas                 | <b>250a</b> | 4,0                 | 2,1     | 3,2     | 0,6     | 0,0     | 0,0     | 0   | <b>1,05</b> |
| 5                        | <b>250b</b> | 4,6                 | 1,2     | 1,9     | 0,4     | 0,0     | 0,0     | 2   | <b>0,78</b> |
| <b>Total Catastrados</b> |             | 8,6                 | 3,3     | 5,0     | 1,1     | 0,1     | 0,0     | 2,0 | <b>0,93</b> |

(1): Ver punto 3.2.1 para equivalencia

En la Figura 4.45 se muestra una vivienda que forma parte del tren de 5 unidades, que no sufrió daños en el terremoto, a pesar de poseer una ampliación de segundo piso completo.



**Figura 4.45 Vista de una vivienda modificada (Caso 250b).**

El detalle de cálculo de los índices de vulnerabilidad para cada caso estudiado, se presenta con sus respectivas fichas en el Anexo C. En las Tabla 4.30 y 4.31 se entregan los valores de los índices de vulnerabilidad y la Clase de Vulnerabilidad asignada a ambos casos, además de los valores del grado medio de daños ( $G_m$ ) y del grado de daño máximo alcanzado en el conjunto ( $G_{m\acute{a}x}$ ).

**Tabla 4.30: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Ayquina, Viviendas Pareadas (Caso 250a)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                 |       |                   |       | <b>250a</b>              |
|--|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|--------------------------|
| <b>Villa Ayquina, Viviendas Pareadas</b>                 |       |                 |       |                   |       |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                 |       |                   |       | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X           |       | Eje Y             |       | Unidad                   |
|  |       | Símbolo         | Valor | Símbolo           | Valor |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n,x1}$      | 3,22  | $d_{n,y1}$        | 3,79  | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n,x2}$      | n / a | $d_{n,y2}$        | n / a | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1,x1}$ | 3,63  | $\gamma_{1,y1}$   | 3,80  | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1,x2}$ | n / a | $\gamma_{1,y2}$   | n / a | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2,x}$  | 0,180 | $\gamma_{2,y}$    | 0,188 | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3,x}$  | 2,340 | $\gamma_{3,y}$    | 2,450 | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B,x}$       | 0,729 | $I_{B,y}$         | 0,648 | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G,x}$       | 0,620 | $I_{G,y}$         | 0,551 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$           | 1,05  | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00  | MSK-64                   |

**Tabla 4.31: Valores de los Indices de Vulnerabilidad y Clase de Vulnerabilidad. Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas (Caso 250b)**

| <b>RESULTADOS PARA EL CONJUNTO</b>                       |       |                 |         |                   |        | <b>250b</b>              |
|--|-------|-----------------|---------|-------------------|--------|--------------------------|
| <b>Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas</b>              |       |                 |         |                   |        |                          |
| <b>Clase de Vulnerabilidad Estimada para el conjunto</b> |       |                 |         |                   |        | <b>Clase B</b>           |
| Indice   | Piso  | Eje X           |         | Eje Y             |        | Unidad                   |
|  |       | Símbolo         | Valor   | Símbolo           | Valor  |                          |
| Meli   | 1     | $d_{n,x1}$      | 2,18    | $d_{n,y1}$        | 3,23   | [ % ]                    |
|  | 2     | $d_{n,x2}$      | n / a   | $d_{n,y2}$        | n / a  | [ % ]                    |
| Indices de Lourenco y Roque                              | 1     | $\gamma_{1,x1}$ | 3,17    | $\gamma_{1,y1}$   | 3,23   | [ % ]                    |
|  | 2     | $\gamma_{1,x2}$ | n / a   | $\gamma_{1,y2}$   | n / a  | [ % ]                    |
|  | 1     | $\gamma_{2,x}$  | 0,176   | $\gamma_{2,y}$    | 0,179  | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
|  | 1     | $\gamma_{3,x}$  | 2,289   | $\gamma_{3,y}$    | 2,333  | [ ]                      |
| Indice de Gallegos                                       | 1     | $I_{B,x}$       | 0,5832  | $I_{B,y}$         | 0,648  | [ ]                      |
|  | 1     | $I_{G,x}$       | 0,49572 | $I_{G,y}$         | 0,5508 | [ ]                      |
| Daños  | Ambos | $G_m$           | 0,78    | $G_{m\acute{a}x}$ | 3,00   | MSK-64                   |

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS DE RESULTADOS RELACIÓN VULNERABILIDAD – DAÑO

A continuación se resumen los resultados obtenidos en el Capítulo 4. La presentación se realiza separando los métodos cualitativos de los cuantitativos para obtener la vulnerabilidad estructural de las viviendas de uno y dos pisos construidas con bloques de hormigón.

#### 5.1 RESUMEN DE RESULTADOS

##### 5.1.1 Clase de Vulnerabilidad según la escala MSK-64

En la cuarta columna de la Tabla 5.1 se indica la *Clase de Vulnerabilidad* que resulta con las características destacadas en el párrafo 3.1.1 y las cuales se detallan para cada caso en la fichas entregadas en el Anexo C. En algunos casos se indica una Clase de Vulnerabilidad alternativa producto de las consideraciones anotadas en las planillas del Anexo C, las cuales tienen que ver principalmente con los refuerzos en los bordes libres, ya sean pilares o tensores.

En la Tabla 5.1, cada caso se identifica por su código y se indican el terremoto que produjo los daños y la intensidad macrosísmica estimada por un Grupo de Expertos en el lugar donde se ubica el conjunto habitacional. Las dos últimas columnas de la tabla indican el Grado Medio de Daño y el grado de daño máximo observado en alguna de las viviendas del conjunto habitacional.

**Tabla 5.1: Clase de Vulnerabilidad de los casos estudiados**

| <b>Código</b> | <b>Terremoto</b> | <b>Intensidad ( MSK )</b> | <b>Clase</b> | <b>Grado Medio de Daño ( Gm )</b> | <b>Grado de daño máximo MSK</b> |
|---------------|------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 110           | Tarapacá 2005    | VII a VIII                | C            | 0,00                              | 0                               |
| 111           | Tarapacá 2005    | VII a VIII                | C            | 3,33                              | 5 <sup>(1)</sup>                |
| 112           | Tarapacá 2005    | VII a VIII                | C            | 3,04                              | 5 <sup>(1)</sup>                |
| 210           | Tocopilla 1967   | VIII                      | B            | 2,55                              | 4                               |
| 211           | Tocopilla 1967   | VIII                      | B            | 2,70                              | 4                               |
| 220           | Tocopilla 1967   | VIII                      | C (B)        | 2,00                              | 4                               |
| 230a          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | C (B)        | 2,00                              | 3                               |
| 230b          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | C (B)        | 2,50                              | 3                               |
| 230c          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | C (B)        | 1,53                              | 2                               |
| 230d          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | C (B)        | 1,91                              | 3                               |
| 230e          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | C (B)        | 2,05                              | 4                               |
| 240a          | Tocopilla 2007   | VIII                      | B            | 1,90                              | 4                               |
| 240b          | Tocopilla 2007   | VIII                      | B            | 1,00                              | 4                               |
| 240c          | Tocopilla 2007   | VIII                      | B            | 1,34                              | 4                               |
| 240d          | Tocopilla 2007   | VIII                      | B            | 1,09                              | 4                               |
| 241           | Tocopilla 2007   | VII                       | C (B)        | 1,74                              | 3                               |
| 242           | Tocopilla 2007   | VII                       | C (B)        | 1,56                              | 3                               |
| 250a          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | B            | 1,05                              | 3                               |
| 250b          | Tocopilla 2007   | VII a VIII                | B            | 0,78                              | 3                               |

(1) Un grado de daño 5 representa “colapso”, lo cual significa la caída de más de un muro, lo que no se observó en terreno. Por lo tanto esta estimación de Santander pudiera ser exagerada.



### 5.1.2 Índice de Meli

En la Tabla 5.2 se entregan los valores del Índice de Meli en ambas direcciones de la planta, tanto para el primero como para el segundo piso de la estructura de los casos estudiados. El detalle del cálculo de estos valores se entrega en el Anexo C y se realiza con la información entregada en el Anexo A, aplicando la ecuación 3.1.

En la Tabla 5.2 se indica el grado medio de daño y el grado de daño máximo observado en las viviendas del conjunto habitacional. En este último caso se usa la escala de daños de la escala de intensidades macrosísmicas MSK-64.

**Tabla 5.2: Valores del Índice de densidad de muros de Meli**

| Código del<br>Conjunto | Grado<br>Medio de<br>Daño<br>( Gm ) | Grado de<br>Daño Máximo<br>( Gmáx )<br>MSK-64 | Piso 1, Índice $d_n$ |                      | Piso 2, Índice $\gamma_1$ |                      |
|------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
|                        |                                     |   | $d_{n\ x1}$<br>[ % ] | $d_{n\ y1}$<br>[ % ] | $d_{n\ x2}$<br>[ % ]      | $d_{n\ y2}$<br>[ % ] |
| 110                    | 0,00                                | 0   | 1,54                 | 3,59                 | n / a                     | n / a                |
| 111                    | 3,33                                | 5   | 0,43                 | 2,88                 | 2,63                      | 5,75                 |
| 112                    | 3,04                                | 5   | 0,57                 | 3,28                 | 2,45                      | 6,56                 |
| 210                    | 2,55                                | 4   | 3,26                 | 5,84                 | n / a                     | n / a                |
| 211                    | 2,70                                | 4   | 3,08                 | 4,55                 | n / a                     | n / a                |
| 220                    | 2,00                                | 4   | 0,72                 | 2,74                 | 2,68                      | 4,46                 |
| 230a                   | 2,00                                | 3   | 1,42                 | 3,21                 | 3,13                      | 6,43                 |
| 230b                   | 2,50                                | 3   | 1,37                 | 2,86                 | 3,13                      | 5,71                 |
| 230c                   | 1,53                                | 2   | 1,40                 | 2,68                 | 3,13                      | 5,36                 |
| 230d                   | 1,91                                | 3   | 1,41                 | 2,57                 | 3,13                      | 5,14                 |
| 230e                   | 2,05                                | 4   | 1,42                 | 2,50                 | 3,13                      | 5,00                 |
| 240a                   | 1,90                                | 4   | 1,14                 | 2,30                 | 3,55                      | 4,61                 |
| 240b                   | 1,00                                | 4   | 1,21                 | 2,21                 | 3,55                      | 4,42                 |
| 240c                   | 1,34                                | 4   | 1,22                 | 2,15                 | 3,55                      | 4,30                 |
| 240d                   | 1,09                                | 4   | 1,26                 | 2,07                 | 3,55                      | 4,14                 |
| 241                    | 1,74                                | 3   | 1,80                 | 2,13                 | n / a                     | n / a                |
| 242                    | 1,56                                | 3   | 1,78                 | 1,97                 | n / a                     | n / a                |
| 250a                   | 1,05                                | 3   | 3,22                 | 3,79                 | n / a                     | n / a                |
| 250b                   | 0,78                                | 3   | 2,18                 | 3,23                 | n / a                     | n / a                |

### 5.1.3 Índices de Lourenco y Roque

En la Tabla 5.3 se entregan las características del sistema estructural que se usaron en el cálculo de los índices de Lourenco y Roque.

**Tabla 5.3: Características del sistema estructural para el cálculo de los Índices de Lourenco y Roque**

| Código | Nº Pisos | Area Planta | Area Muros Piso 1          |                            | Peso Sísmico | Peso Sísmico | Corte Basal | Resistencia al Corte |                        |
|--------|----------|-------------|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|------------------------|
|        |          |             | $A_{mx}$ [m <sup>2</sup> ] | $A_{my}$ [m <sup>2</sup> ] |              |              |             | $W_s$ [ton]          | [kg / m <sup>2</sup> ] |
| 110    | 1        | 91,49       | 1,53                       | 3,28                       | 14,3         | 156,8        | 3,44        | 7,37                 | 15,86                  |
| 111    | 2        | 45,33       | 0,61                       | 2,61                       | 40,4         | 891,2        | 9,69        | 3,60                 | 15,28                  |
| 112    | 2        | 38,49       | 0,76                       | 2,53                       | 36,1         | 937,9        | 8,66        | 4,31                 | 14,33                  |
| 210    | 1        | 42,35       | 1,38                       | 2,69                       | 10,1         | 237,8        | 3,62        | 6,43                 | 12,53                  |
| 211    | 1        | 47,68       | 1,76                       | 2,42                       | 10,6         | 221,3        | 3,80        | 8,19                 | 11,31                  |
| 220    | 2        | 52,07       | 1,04                       | 2,86                       | 44,6         | 856,7        | 16,06       | 5,94                 | 16,40                  |
| 230a   | 2        | 36,47       | 1,10                       | 2,34                       | 32,4         | 888,4        | 11,66       | 6,02                 | 12,88                  |
| 230b   | 2        | 54,71       | 1,64                       | 3,13                       | 46,6         | 851,8        | 16,78       | 9,10                 | 17,31                  |
| 230c   | 2        | 72,94       | 2,19                       | 3,91                       | 60,8         | 833,6        | 21,89       | 12,18                | 21,73                  |
| 230d   | 2        | 91,18       | 2,74                       | 4,69                       | 75,0         | 822,6        | 27,01       | 15,27                | 26,15                  |
| 230e   | 2        | 109,41      | 3,29                       | 5,47                       | 89,2         | 815,3        | 32,13       | 18,36                | 30,57                  |
| 240a   | 2        | 78,43       | 2,29                       | 3,61                       | 63,3         | 807,1        | 22,79       | 12,95                | 20,42                  |
| 240b   | 2        | 98,04       | 2,86                       | 4,33                       | 78,2         | 797,6        | 28,16       | 16,23                | 24,57                  |
| 240c   | 2        | 117,65      | 3,44                       | 5,06                       | 93,1         | 791,3        | 33,53       | 19,52                | 28,73                  |
| 240d   | 2        | 156,86      | 4,58                       | 6,50                       | 122,9        | 783,5        | 44,26       | 26,10                | 37,04                  |
| 241    | 1        | 76,82       | 1,75                       | 2,00                       | 11,2         | 145,5        | 4,02        | 8,24                 | 9,47                   |
| 242    | 1        | 94,36       | 2,02                       | 2,21                       | 13,0         | 137,6        | 4,68        | 9,54                 | 10,48                  |
| 250a   | 1        | 50,00       | 1,82                       | 1,90                       | 10,1         | 202,0        | 3,63        | 8,50                 | 8,88                   |
| 250b   | 1        | 131,30      | 4,16                       | 4,24                       | 23,7         | 180,6        | 8,54        | 19,54                | 19,91                  |

En la Tabla 5.4 se entregan los valores de los índices, los que se calculan con la información entregada en el Anexo A, aplicando las ecuaciones 3.2, 3.3 y 3.4.

**Tabla 5.4: Valores de los índices de Lourenco y Roque**

| Código del Conjunto | Grado de Daño Medio | Grado de Daño Máximo | Piso 1, Índice $\gamma_1$ |                   | Índice $\gamma_2$                    |                                      | Índice $\gamma_3$ |                   | Piso 2, Índice $\gamma_1$ |                   |
|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
|                     |                     |                      | $\gamma_{1x}$ [%]         | $\gamma_{1y}$ [%] | $\gamma_{2x}$ [m <sup>2</sup> / ton] | $\gamma_{2y}$ [m <sup>2</sup> / ton] | $\gamma_{3x}$ [ ] | $\gamma_{3y}$ [ ] | $\gamma_{1x}$ [%]         | $\gamma_{1y}$ [%] |
|                     | MSK-64              | MSK-64               | [ % ]                     | [ % ]             | [ m <sup>2</sup> / ton ]             | [ m <sup>2</sup> / ton ]             | [ ]               | [ ]               | [ % ]                     | [ % ]             |
| 110                 | 0,00                | 0                    | 1,67                      | 3,59              | 0,11                                 | 0,23                                 | 2,09              | 4,50              | n / a                     | n / a             |
| 111                 | 3,33                | 4                    | 1,36                      | 5,75              | 0,02                                 | 0,07                                 | 0,37              | 1,58              | 3,00                      | 5,75              |
| 112                 | 3,04                | 4                    | 1,97                      | 6,56              | 0,02                                 | 0,07                                 | 0,50              | 1,66              | 2,66                      | 6,56              |
| 210                 | 2,55                | 4                    | 3,26                      | 6,34              | 0,14                                 | 0,27                                 | 1,78              | 3,46              | n / a                     | n / a             |
| 211                 | 2,70                | 4                    | 3,68                      | 5,08              | 0,17                                 | 0,23                                 | 2,16              | 2,98              | n / a                     | n / a             |
| 220                 | 2,00                | 4                    | 1,99                      | 5,49              | 0,02                                 | 0,06                                 | 0,37              | 1,02              | 3,05                      | 4,60              |
| 230a                | 2,00                | 3                    | 3,00                      | 6,43              | 0,03                                 | 0,07                                 | 0,52              | 1,10              | 3,13                      | 6,43              |
| 230b                | 2,50                | 3                    | 3,00                      | 5,71              | 0,04                                 | 0,07                                 | 0,54              | 1,03              | 3,13                      | 5,71              |
| 230c                | 1,53                | 2                    | 3,00                      | 5,36              | 0,04                                 | 0,06                                 | 0,56              | 0,99              | 3,13                      | 5,36              |
| 230d                | 1,91                | 3                    | 3,00                      | 5,14              | 0,04                                 | 0,06                                 | 0,57              | 0,97              | 3,13                      | 5,14              |
| 230e                | 2,05                | 4                    | 3,00                      | 5,00              | 0,04                                 | 0,06                                 | 0,57              | 0,95              | 3,13                      | 5,00              |
| 240a                | 1,90                | 4                    | 2,92                      | 4,61              | 0,04                                 | 0,06                                 | 0,57              | 0,90              | 3,55                      | 4,61              |
| 240b                | 1,00                | 4                    | 2,92                      | 4,42              | 0,04                                 | 0,06                                 | 0,58              | 0,87              | 3,55                      | 4,42              |
| 240c                | 1,34                | 4                    | 2,92                      | 4,30              | 0,04                                 | 0,05                                 | 0,58              | 0,86              | 3,55                      | 4,30              |
| 240d                | 1,09                | 4                    | 2,92                      | 4,14              | 0,04                                 | 0,05                                 | 0,59              | 0,84              | 3,55                      | 4,14              |
| 241                 | 1,74                | 3                    | 2,27                      | 2,61              | 0,16                                 | 0,18                                 | 2,05              | 2,35              | n / a                     | n / a             |
| 242                 | 1,56                | 3                    | 2,14                      | 2,35              | 0,16                                 | 0,17                                 | 2,04              | 2,24              | n / a                     | n / a             |
| 250a                | 1,05                | 3                    | 3,63                      | 3,80              | 0,18                                 | 0,19                                 | 2,34              | 2,45              | n / a                     | n / a             |
| 250b                | 0,78                | 3                    | 3,17                      | 3,23              | 0,18                                 | 0,18                                 | 2,29              | 2,33              | n / a                     | n / a             |

### 5.1.4 Índice de Gallegos

En la Tabla 5.5 se entregan los valores del Índice de Calidad Estructural Sismorresistente ( $I_G$ ) y el Índice Básico de Calidad Estructural Sismorresistente ( $I_B$ ) propuestos por Gallegos. Los valores que se entregan corresponden a la dirección de la

planta paralela a las fachadas por donde se ubican los accesos a las viviendas, dirección X según la simbología usada en esta memoria

La Tabla 5.5 incluye cada uno de los términos del índice  $I_G$ , de modo de identificar el o los términos que resultan determinantes en cada caso. Cada uno de estos términos y los valores de los índices  $I_B$  e  $I_G$ , se obtuvieron con la información que se entrega en el Anexo B aplicando las ecuaciones detalladas en el punto 3.1.2.2.

**Tabla 5.5: Valores del índice de Gallegos en la dirección X de la planta**

| RESUMEN DE RESULTADOS DE CÁLCULO INDICE DE GALLEGOS ( Según EJE X ) |                          |           |                                     |                           |                              |       |                  |
|---|--------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------|------------------|
| Código del Conjunto   | Valor de cada Componente |           |                                     |                           |                              | $I_B$ | $I_G$            |
|   | Planta                   | Elevación | Componentes del Sistema Estructural | Configuración Estructural | Factores de Adecuación ( * ) |       |                  |
| 110   | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85                         | 0,81  | 0,689            |
| 111   | 1                        | 1         | 0,72                                | 0,9                       | 0,85                         | 0,65  | 0,551            |
| 112   | 1                        | 1         | 0,81                                | 0,8                       | 0,85                         | 0,65  | 0,551            |
| 210   | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,72                      | 0,7                          | 0,65  | 0,454            |
| 211   | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,81                      | 0,7                          | 0,73  | 0,510            |
| 220   | 1                        | 1         | 0,72                                | 0,72                      | 0,7                          | 0,52  | 0,363            |
| 230a  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 0,90  | 0,765<br>(0.630) |
| 230b  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,81  | 0,689<br>(0.567) |
| 230c  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,81  | 0,689<br>(0.567) |
| 230d  | 0,9                      | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,73  | 0,620<br>(0.511) |
| 230e  | 0,9                      | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,73  | 0,620<br>(0.511) |
| 240a  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,81  | 0,689<br>(0.567) |
| 240b  | 0,9                      | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,73  | 0,620<br>(0.511) |
| 240c  | 0,9                      | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,73  | 0,620<br>(0.511) |
| 240d  | 0,8                      | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85 (0.7)                   | 0,65  | 0,551<br>(0.455) |
| 241   | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85                         | 0,81  | 0,689            |
| 242   | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85                         | 0,81  | 0,689            |
| 250a  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,81                      | 0,85                         | 0,73  | 0,620            |
| 250b  | 0,8                      | 1         | 0,9                                 | 0,81                      | 0,85                         | 0,58  | 0,496            |

( \* ) Los valores entre paréntesis corresponden al análisis del caso en que el suelo de las villas Los Andes y Padre Hurtado se considere como “Blando” según Gallegos, ya que con la información disponible no es posible establecer una clasificación única.

Con el propósito de destacar lo determinante que pueden resultar las fachadas donde se ubican los accesos a las viviendas de estos conjuntos en el comportamiento sísmico, en la Tabla 5.6 se entregan los valores  $I_B$  e  $I_G$  para la otra dirección de la planta, dirección Y según la simbología usada en esta memoria.

**Tabla 5.6: Índice de Gallegos en la dirección Y de la planta**

| <b>RESUMEN DE RESULTADOS DE CÁLCULO ÍNDICE DE GALLEGOS ( Según EJE Y )</b> |                          |           |                                     |                           |                              |                |                |
|--|--------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
| Código del Conjunto  | Valor de cada Componente |           |                                     |                           |                              | I <sub>B</sub> | I <sub>G</sub> |
|  | Planta                   | Elevación | Componentes del Sistema Estructural | Configuración Estructural | Factores de Adecuación ( * ) |                |                |
| 110  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 1                         | 0,85                         | 0,90           | 0,765          |
| 111  | 1                        | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85                         | 1,00           | 0,850          |
| 112  | 1                        | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85                         | 1,00           | 0,850          |
| 210  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,72                      | 0,7                          | 0,65           | 0,454          |
| 211  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,72                      | 0,7                          | 0,65           | 0,454          |
| 220  | 1                        | 1         | 1                                   | 0,9                       | 0,7                          | 0,90           | 0,630          |
| 230a   | 1                        | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 1,00           | 0,850 (0.7)    |
| 230b   | 1                        | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 1,00           | 0,850 (0.7)    |
| 230c   | 1                        | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 1,00           | 0,850 (0.7)    |
| 230d   | 0,9                      | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 0,90           | 0,765 (0.63)   |
| 230e   | 0,9                      | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 0,90           | 0,765 (0.63)   |
| 240a   | 1                        | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 1,00           | 0,850 (0.7)    |
| 240b   | 0,9                      | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 0,90           | 0,765 (0.63)   |
| 240c   | 0,9                      | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 0,90           | 0,765 (0.63)   |
| 240d   | 0,8                      | 1         | 1                                   | 1                         | 0,85 (0.7)                   | 0,80           | 0,680 (0.56)   |
| 241  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,8                       | 0,85                         | 0,72           | 0,612          |
| 242  | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,8                       | 0,85                         | 0,72           | 0,612          |
| 250a   | 1                        | 1         | 0,9                                 | 0,72                      | 0,85                         | 0,65           | 0,551          |
| 250b   | 0,8                      | 1         | 0,9                                 | 0,9                       | 0,85                         | 0,65           | 0,551          |

( \* ) Los valores entre paréntesis corresponden al análisis del caso en que el suelo de las villas Los Andes y Padre Hurtado se considere como “Blando” según Gallegos, ya que con la información disponible no es posible establecer una clasificación única.

## 5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

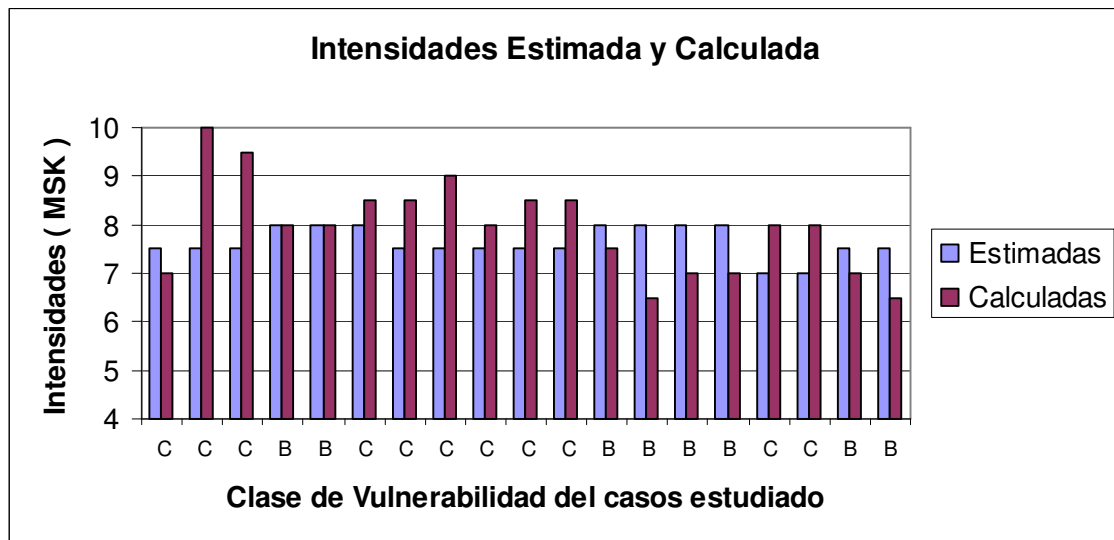
### 5.2.1 Análisis de resultados según Clases de Vulnerabilidad

Considerando que las intensidades macrosísmicas han sido estimadas por profesionales expertos para cada uno de los terremotos que afectaron a los distintos casos estudiados (ver columna 2 de la Tabla 5.7), estos valores de la intensidad macrosísmica se pueden considerar como un dato confiable para juzgar la Clase de Vulnerabilidad que resulta de la información contenida en las fichas del Anexo A.

Para este efecto, se calculó la intensidad macrosísmica (“Intensidad Calculada” en la Tabla 5.7) usando el grado medio de daño obtenido en cada caso estudiado ( $G_m$ ) y la Clase de Vulnerabilidad obtenida según las fichas, indicada en la cuarta columna de la Tabla 5.1 (ver columna “Clase Según Ficha Anexo A”). Las intensidades macrosísmicas que resultan corresponden a las indicadas en la columna 5 de la Tabla 5.7, las que se comparan con las intensidades estimadas por el Grupo de Expertos en la Figura 5.1.

**Tabla 5.7 Estimación de Intensidades Macrosísmicas a partir del Grado Medio de Daños**

| Código | Intensidad Estimada por el Grupo de Expertos ( MSK ) | Clase Según Ficha Anexo A | Grado Medio de Daño ( G <sub>m</sub> ) | Intensidad Calculada ( MSK ) | Intensidad Calculada ( MSK ) |
|--------|--|---------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| 110    | VII a VIII   | C                         | 0,00                                   | < VII                        | < 7.0                        |
| 111    | VII a VIII   | C                         | 3,33                                   | X                            | 9,83                         |
| 112    | VII a VIII   | C                         | 3,04                                   | IX a X                       | 9,54                         |
| 210    | VIII   | B                         | 2,55                                   | VIII                         | 8,05                         |
| 211    | VIII   | B                         | 2,70                                   | VIII                         | 8,2                          |
| 220    | VIII   | C                         | 2,00                                   | VIII a IX                    | 8,5                          |
| 230a   | VII a VIII   | C                         | 2,00                                   | VIII a IX                    | 8,5                          |
| 230b   | VII a VIII   | C                         | 2,50                                   | IX                           | 9                            |
| 230c   | VII a VIII   | C                         | 1,53                                   | VIII                         | 8,03                         |
| 230d   | VII a VIII   | C                         | 1,91                                   | VIII a IX                    | 8,41                         |
| 230e   | VII a VIII   | C                         | 2,05                                   | VIII a IX                    | 8,55                         |
| 240a   | VIII   | B                         | 1,90                                   | VII a VIII                   | 7,48                         |
| 240b   | VIII   | B                         | 1,00                                   | VI a VII                     | 6,73                         |
| 240c   | VIII   | B                         | 1,34                                   | VII                          | 6,99                         |
| 240d   | VIII   | B                         | 1,09                                   | VII                          | 6,80                         |
| 241    | VII  | C                         | 1,74                                   | VIII                         | 8,24                         |
| 242    | VII  | C                         | 1,56                                   | VIII                         | 8,06                         |
| 250a   | VII a VIII   | B                         | 1,05                                   | VII                          | 6,77                         |
| 250b   | VII a VIII   | B                         | 0,78                                   | VI a VII                     | 6,56                         |



**Figura 5.1 Comparación de Intensidades Macrosísmicas estimadas por el Grupo de Expertos y las calculadas en este trabajo a partir del Grado Medio de Daño y la Clase de Vulnerabilidad estimada con la información de las fichas del Anexo A.**

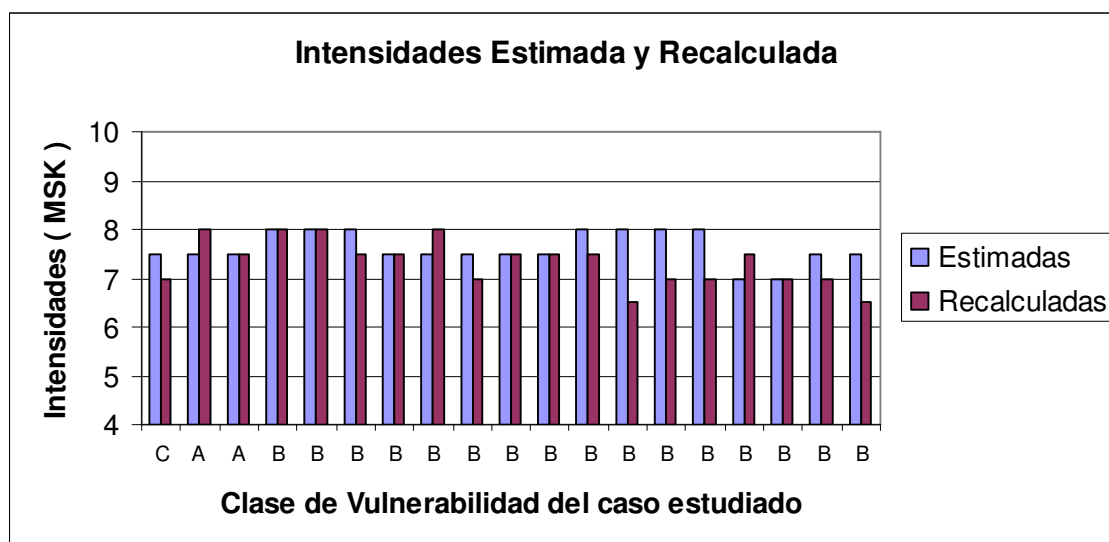
Al comparar las intensidades macrosísmicas *estimadas* y *calculadas* de la Tabla 5.7 en la Figura 5.1, se observa que cuando se considera una Clase C de vulnerabilidad, el valor de la intensidad macrosísmica *calculada* resulta mayor que el valor estimado por el Grupo de Expertos. Ejemplos de ello son:

- a Las viviendas afectadas por el terremoto de Tarapacá de 2005 (Códigos 111 y 112), donde se obtuvo una intensidad macrosísmica calculada de IX a X en la escala MSK-64. Según la distribución de daños correspondiente a estos valores de la intensidad macrosísmica (Monge y Astroza, 1989), debiera haberse producido el *colapso* del 50% de las viviendas de Clase de Vulnerabilidad “A”, viviendas de adobe o de albañilería de piedras, situación que no se observó en terreno.
- b Los trenes de viviendas de la Villa Los Andes (Códigos 230a al 230e), afectados por el terremoto de Tocopilla de 2007. En estos casos las intensidades macrosísmicas calculadas varían entre VIII y IX en la escala MSK-64.

Si se acepta que las viviendas pertenecen a la clase de vulnerabilidad indicada en la tercera columna de la Tabla 5.8, a partir del Grado Medio de Daño de la Tabla 5.7 se obtienen los valores de la intensidad recalculada de la Tabla 5.8, los que se comparan con el valor de la intensidad estimada por el Grupo de Expertos en la Figura 5.2.

**Tabla 5.8: Clases de Vulnerabilidad revisadas y reasignadas**

| Código | Intensidad Estimada por el Grupo de Expertos ( MSK ) | Clase Reasignada | Grado Medio de Daño ( Gm ) | Intensidad Recalculada ( MSK ) | Intensidad Recalculada ( MSK ) |
|--------|--|------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 110    | VII a VIII   | C                | 0,00                       | < VII                          | 7                              |
| 111    | VII a VIII   | A                | 3,33                       | VIII                           | 7,83                           |
| 112    | VII a VIII   | A                | 3,04                       | VII a VIII                     | 7,54                           |
| 210    | VIII   | B                | 2,55                       | VIII                           | 8,05                           |
| 211    | VIII   | B                | 2,70                       | VIII                           | 8,2                            |
| 220    | VIII   | B                | 2,00                       | VII a VIII                     | 7,56                           |
| 230a   | VII a VIII   | B                | 2,00                       | VII a VIII                     | 7,56                           |
| 230b   | VII a VIII   | B                | 2,50                       | VIII                           | 8                              |
| 230c   | VII a VIII   | B                | 1,53                       | VII                            | 7,16                           |
| 230d   | VII a VIII   | B                | 1,91                       | VII a VIII                     | 7,49                           |
| 230e   | VII a VIII   | B                | 2,05                       | VII a VIII                     | 7,6                            |
| 240a   | VIII   | B                | 1,90                       | VII a VIII                     | 7,48                           |
| 240b   | VIII   | B                | 1,00                       | VI a VII                       | 6,73                           |
| 240c   | VIII   | B                | 1,34                       | VII                            | 6,99                           |
| 240d   | VIII   | B                | 1,09                       | VII                            | 6,80                           |
| 241    | VII  | B                | 1,74                       | VII a VIII                     | 7,34                           |
| 242    | VII  | B                | 1,56                       | VII                            | 7,18                           |
| 250a   | VII a VIII   | B                | 1,05                       | VII                            | 6,77                           |
| 250b   | VII a VIII   | B                | 0,78                       | VI a VII                       | 6,56                           |



**Figura 5.2. Comparación de Intensidades Macrosísmicas obtenidas por el Grupo de Expertos y las recalculadas en éste Trabajo a partir del Grado Medio de Daño aceptando que la clase de vulnerabilidad es del tipo B**

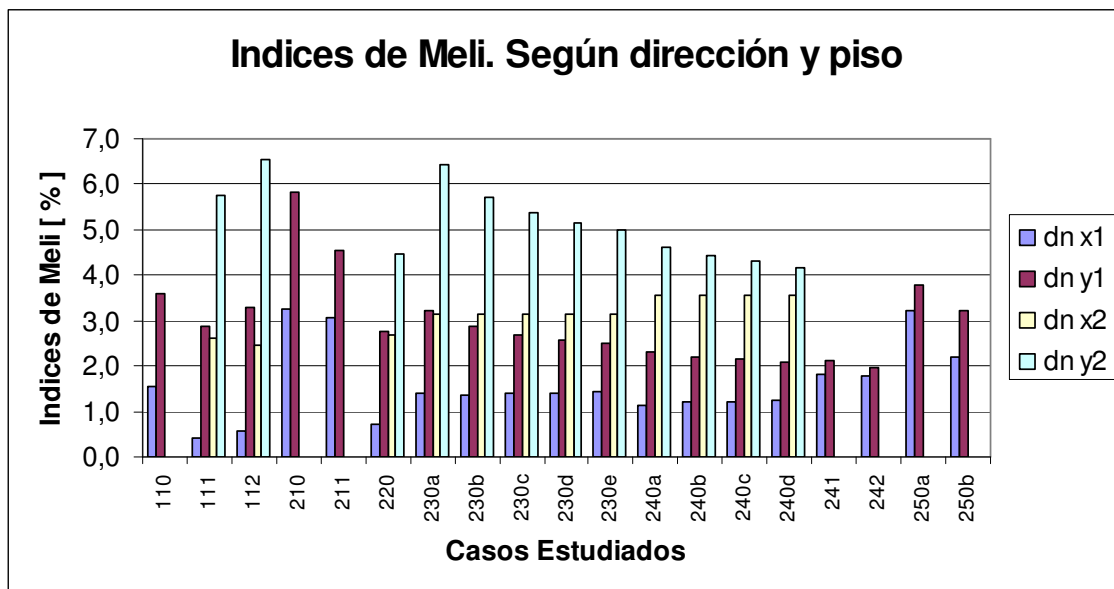
De la Figura 5.2 se observa que al aceptar que estas viviendas son de una clase de vulnerabilidad como la *reasignada*, el valor calculado de la intensidad macrosísmica

resulta similar al valor estimado por el Grupo de Expertos. Este resultado confirma que el daño observado en las viviendas construidas con bloques de hormigón corresponde en general a una Clase B de vulnerabilidad.

Teniendo en cuenta los valores de las intensidades calculadas de los conjuntos 111 y 112, se confirma que en la medida que la calidad de la ejecución de la construcción y de los materiales sea mala, se produce un aumento de la vulnerabilidad, la que en estos casos correspondería a una Clase A de vulnerabilidad. Este desplazamiento de la clase de vulnerabilidad es la única forma en que la intensidad recalculada se aproxime a la intensidad estimada por el Grupo de Expertos.

### 5.2.2 Análisis de la vulnerabilidad según el índice propuesto por Meli

En la Figura 5.3 se muestran los valores de los índices de densidad de muros propuesto por Meli para cada piso y en las dos direcciones de la planta de los casos estudiados.



**Figura 5.3** Valores de los índices de densidad de muros propuesto por Meli

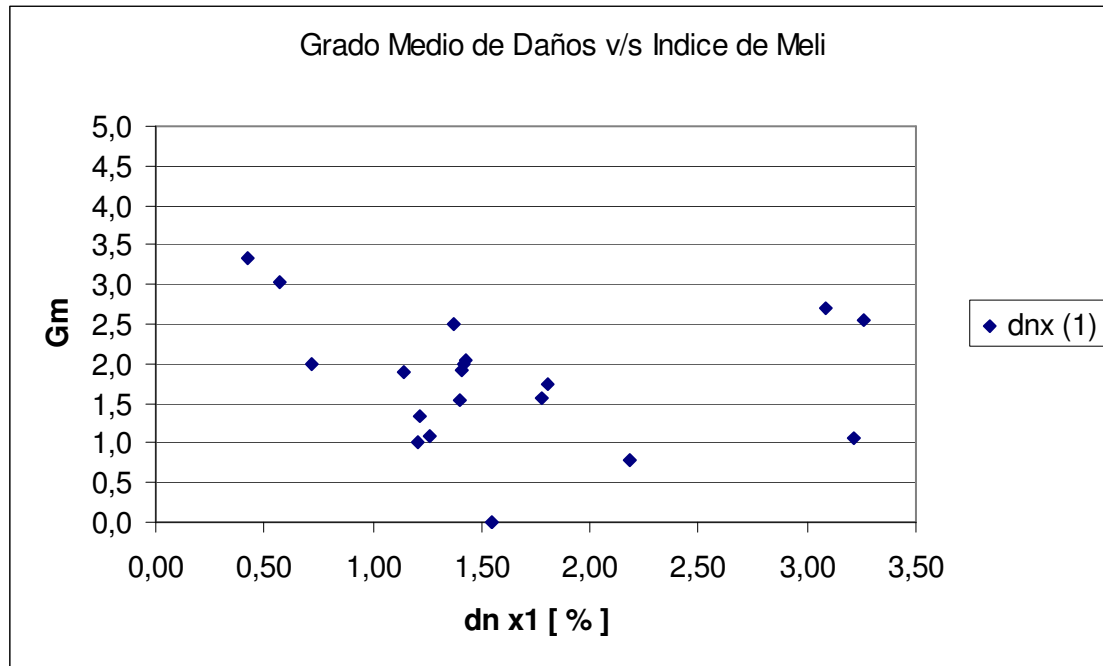
De la Figura 5.3 se observa que:

- En todos los conjuntos de dos pisos la densidad de muros por unidad de piso en el primer piso es menor en la dirección de las fachadas por donde se ubican los accesos de las viviendas (dnx1).
- Los valores de la densidad de muros en el segundo piso (dnx2), son en promedio 96% mayor que los valores en la dirección de las fachadas del primer piso por donde se ubican los accesos de las viviendas (dnx1). Este resultado permite esperar un menor nivel de daño en los muros del segundo piso, e indica que el análisis se debe concentrar en los muros del primer piso.
- Los valores de la densidad de muros del segundo piso de los casos estudiados, pueden ser un dato de referencia para los valores de densidad



de muros del primer piso, con el fin de disminuir los niveles de daño alcanzando estos valores de referencia.

En la Figura 5.4 se grafica el Grado Medio de Daño en función del índice de densidad de muros por unidad de piso en la dirección de las fachadas de acceso de las viviendas (dnx1).



**Figura 5.4. Relación entre el Grado Medio de Daños y el Índice de Densidad de Muros propuesto por Meli en la dirección X de la planta del primer piso**

De la Figura 5.4 se comprueba que:

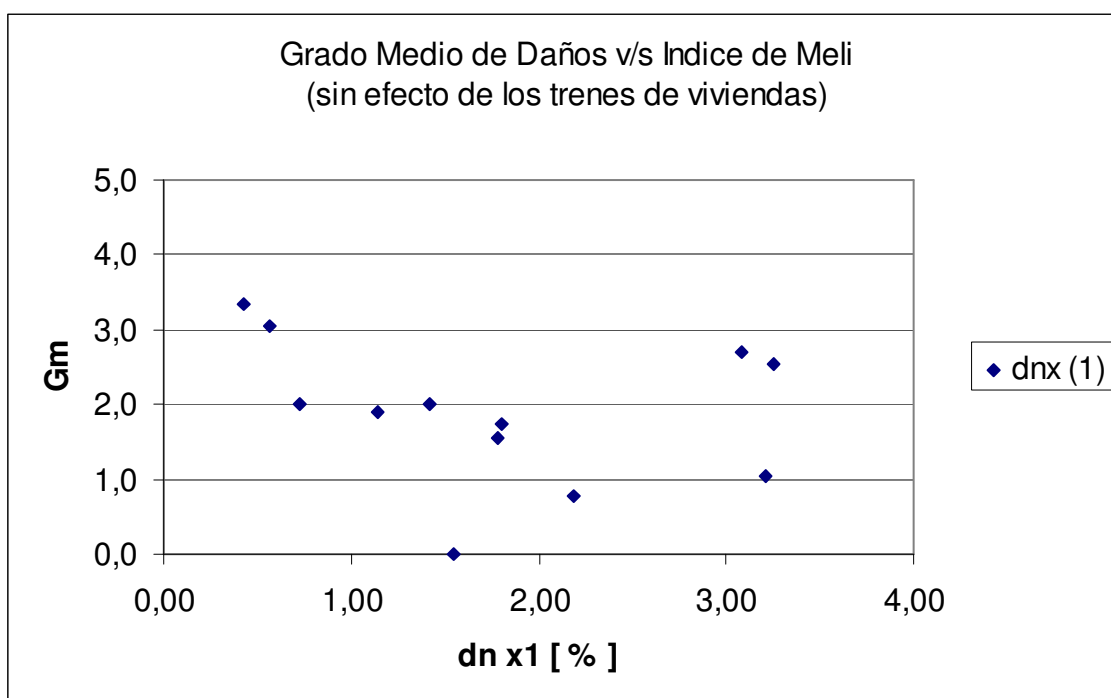
- Existe dispersión de los valores del Grado Medio de Daño para un valor dado de la densidad de muros por unidad de piso.
- Hay una clara tendencia a la disminución en el Grado Medio de Daño a medida que aumenta la densidad de muros por unidad de piso.
- Los únicos puntos que rompen la tendencia destacada en el punto anterior son los casos 210 y 211, correspondientes a la Población Rafael Sotomayor de la ciudad de Tocopilla. En estos casos, a pesar de los altos valores de densidad de muros en ambas direcciones de la planta debido a su particular diseño arquitectónico el cual presenta muros medianeros en ambas direcciones, los daños fueron severos debido a la falta de integridad global (mala unión en los encuentros de muros), como se aprecia en las figuras 4.6 y 4.7.

En la Figura 5.5 se grafican los valores de la densidad de muros por unidad de piso y el grado medio de daños para los conjuntos estudiados, exceptuando los trenes de viviendas de los conjuntos Villa Los Andes y Villa Padre Hurtado de Tocopilla, dado que la variación de la densidad de muros entre los trenes para estos conjuntos es

despreciable. Las densidades de muros para las viviendas consideradas en la Figura 5.5 se indican en la Tabla 5.9.

**Tabla 5.9: Puntos seleccionados para la gráfica de la Figura 5.5**

| Código del Conjunto | Número de Pisos | Grado de Daño Medio<br>MSK-64 | Densidad de Muros<br>$d_{n \times 1}$<br>[ % ] |
|---------------------|-----------------|-------------------------------|--|
| 110                 | 1               | 0,00                          | 1,54   |
| 111                 | 2               | 3,33                          | 0,43   |
| 112                 | 2               | 3,04                          | 0,57   |
| 210                 | 1               | 2,55                          | 3,26   |
| 211                 | 1               | 2,70                          | 3,08   |
| 220                 | 2               | 2,00                          | 0,72   |
| 230a                | 2               | 2,00                          | 1,42   |
| 240a                | 2               | 1,90                          | 1,14   |
| 241                 | 1               | 1,74                          | 1,80   |
| 242                 | 1               | 1,56                          | 1,78   |
| 250a                | 1               | 1,05                          | 3,22   |
| 250b                | 1               | 0,78                          | 2,18   |



**Figura 5.5. Relación entre el Grado Medio de Daño y el Índice de Densidad de Muros propuesto por Meli en la dirección X de la planta del primer piso ( $d_{n \times 1}$ ). Considerando los datos de la Tabla 5.9.**

De la Figura 5.5 se observa lo siguiente:

- a. Para una densidad de muros mayor o igual a 2.0%, el Grado Medio de Daño es menor que 1.5, lo que representa para viviendas de la Clase B de vulnerabilidad un nivel de daño *moderado*.
- b. Del mismo modo, cuando el valor de densidad de muros es menor o igual a 1.0%, el Grado Medio de Daños es del orden de 2.0, lo que representa para viviendas de la Clase B de vulnerabilidad un nivel de daño *Severo*.
- c. Finalmente para valores de la densidad de muros menores que 0.7%, el Grado Medio de Daño es mayor que 3.0, lo que representa para viviendas de la Clase B de vulnerabilidad un nivel de daño *Grave*.

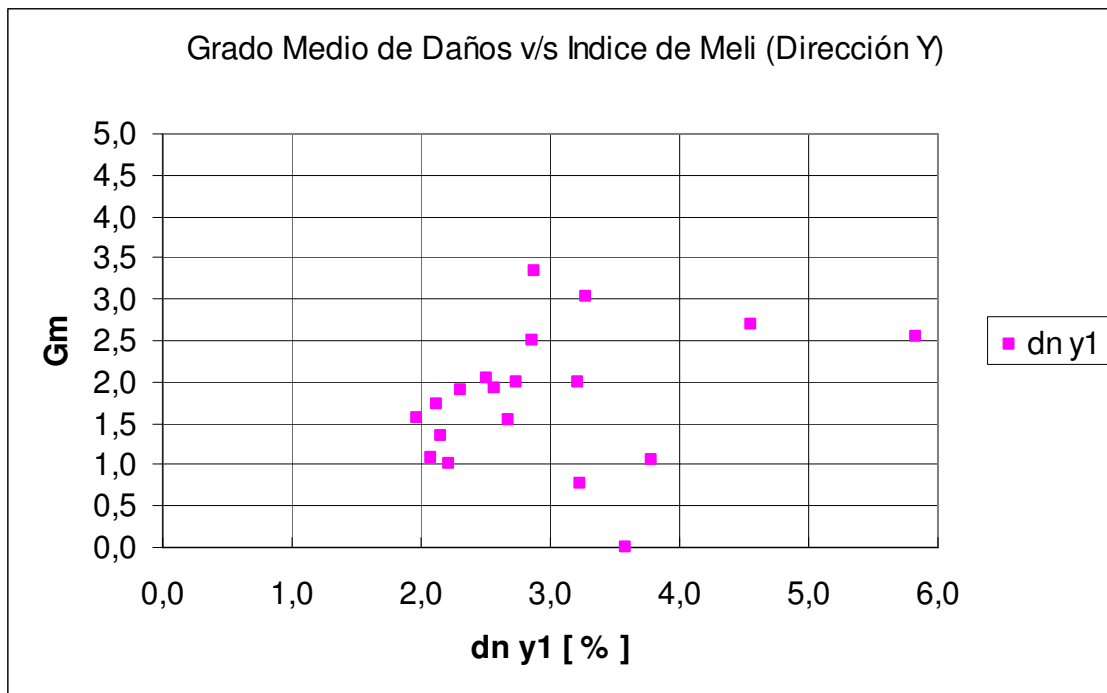
A partir del gráfico de las figuras 5.4 y 5.5 es posible definir, al igual que el punto 3.3.1, una relación entre el índice de densidad de muros propuesto por Meli y el nivel de daño cuando la intensidad macrosísmica está entre VII y VIII grados de la escala MSK-64. Esta relación se indica en la Tabla 5.10.

**Tabla 5.10: Relación entre el nivel de daño y el índice propuesto por Meli para las viviendas de albañilería construidas con bloques de hormigón en el Norte de Chile (Clase B de vulnerabilidad)**

| Nivel de Daño | Categoría de Daño (MSK-64) | Densidad de Muros (%) |
|---------------|----------------------------|-----------------------|
| Leve          | 0 y 1                      | $\geq 2,5$            |
| Moderado      | 2                          | $\geq 2,0$ y $< 2,5$  |
| Severo        | 3                          | $\geq 1,0$ y $< 2,0$  |
| Grave         | 4 y 5                      | $< 1,0$               |

Comparando los valores de la Tabla 5.10 con los valores obtenidos por Astroza et al. (1993) para construcciones de albañilería de ladrillos cerámicos construidas en Santiago (ver Tabla 3.10), se comprueba que para las viviendas de ladrillos cerámicos se requiere una densidad de muro mayor que un 0.85% para evitar que se produzca un daño severo, y mayor que un 1.15% para evitar un daño moderado, mientras que para las viviendas de albañilería construidas con bloques de hormigón se requieren valores del índice de densidad de muros mayor que 2% y que un 2.5% para lograr el mismo objetivo.

Al representar el Grado Medio de Daño en función de los valores de densidades de muros para la dirección Y de la planta del primer piso, se obtiene la Figura 5.6.



**Figura 5.6. Relación entre el Grado Medio de Daños y el Índice de Densidad de Muros propuesto por Meli en la dirección Y de la planta del primer piso.**

De la Figura 5.6 se observa que:

- a. No existe una relación entre el Grado Medio de Daño de la estructura y el índice propuesto por Meli en la dirección con la mayor área de muros. Esto se debe a que el grado medio de daño queda definido por el daño en los muros de la dirección más débil de la estructura, correspondiente en los casos de estudio a la dirección X de la planta.
- b. En todos los casos estudiados la densidad de muros por unidad de piso en la dirección Y de la planta es mayor que 2,0.
- c. Considerando el punto anterior y lo obtenido en la Tabla 5.10, es esperable que sólo existan daños leves y moderados en los muros de la dirección Y de la planta, lo que se confirma con los daños observados en terreno, como ejemplo límite, ver la Figura 4.27.

Un efecto importante a considerar en el análisis de los resultados obtenidos con el Índice de Meli, es el de la autoconstrucción de un segundo piso sobre una vivienda proyectada de un piso, y su impacto sobre la densidad de muros y los niveles de daño esperables.

Efectos de la autoconstrucción de un segundo piso.

Debido a la construcción de este segundo piso, el valor del índice de densidad de muros propuesto por Meli en la estructura intervenida se reduciría a la mitad del valor indicado en la Tabla 5.2 para las viviendas de un piso. Por lo tanto, los valores reducidos en algunos de los casos estudiados quedarían en una condición de riesgo según la Tabla 5.10, a modo de ejemplo se tiene:

- a. En el caso de la Villa Ayquina (ver Figura 4.45), con una densidad de muros  $dn_{x1} = 3.22\%$  (daño leve según la Tabla 5.10), este valor se reduce a  $dn_{x1} = 1.61\%$ , lo que representaría un posible daño severo según la Tabla 5.10.
- b. La posibilidad de ocurrencia de daños aun mayores se tendrá si la construcción de un segundo piso se realiza en viviendas de un piso con una menor densidad de muros, como es el caso de las viviendas especiales de la Villa Padre Hurtado (códigos 241 y 242).

Teniendo en cuenta lo anterior, la incorporación de un segundo piso se debe prohibir mientras no se considere en el diseño del proyecto original la posibilidad de una ampliación, la cual de todas formas se debe construir con asesoramiento técnico para evitar un cambio en la clase de vulnerabilidad hacia una clase de mayor vulnerabilidad, debido a malas prácticas de construcción o una deficiente calidad de los materiales.

### 5.2.3 Análisis de la vulnerabilidad según los índices propuestos por Lourenco y Roque

De los tres índices propuestos por Lourenco y Roque, el índice  $\gamma_1$  permite analizar el efecto del factor de reducción por esbeltez "F1" y del número de pisos de la estructura del índice de densidad de muros propuesto por Meli, términos que no se consideran en el índice  $\gamma_1$ . Los otros dos índices propuestos por Lourenco y Roque permiten analizar la influencia del peso en la vulnerabilidad de las estructuras y juzgar la seguridad de éstas en un escenario sísmico representado por los estándares usados en las normas de diseño sísmico actualmente en uso.

Con este último propósito se ha hecho una clasificación de la estructura de acuerdo con los refuerzos existentes, según su cumplimiento de las normas chilenas actuales, resultando la clasificación indicada en la Tabla 5.11

**Tabla 5.11: Clasificación de los casos estudiados según el refuerzo de la Albañilería**

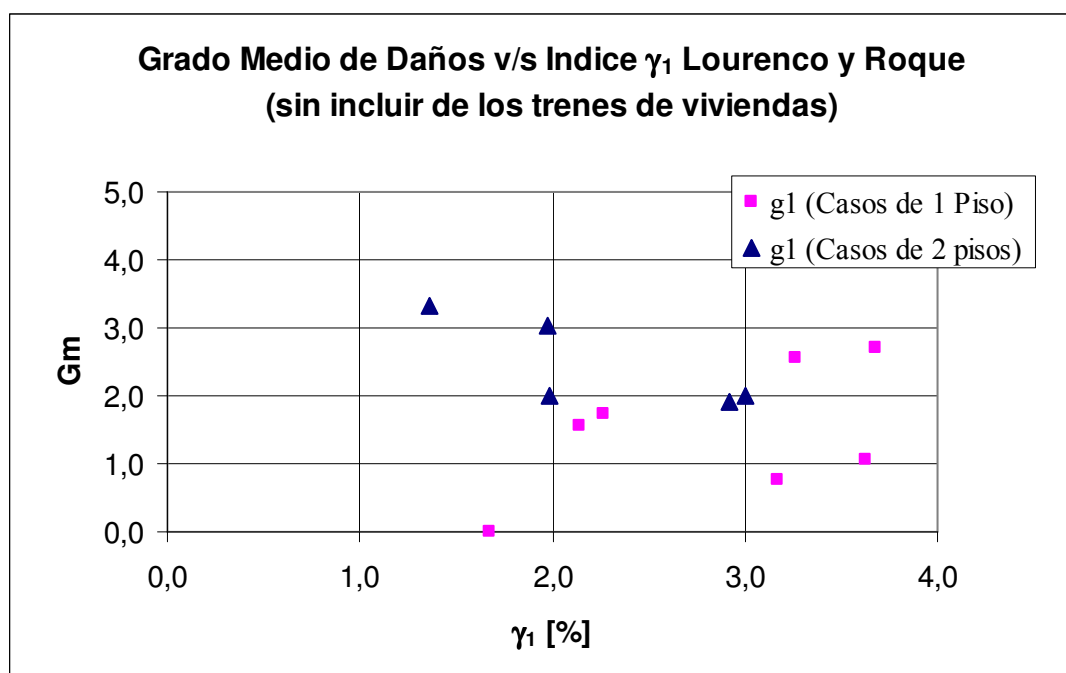
| Datos del Caso Estudiado |   |                     | Tipo de Refuerzo de la Albañilería |                     |                        |
|--------------------------|---|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Códigos                  | Conjunto Habitacional                           | Año de Construcción | Simple                             | Armada (INN, 2003a) | Confinada (INN, 2003b) |
| 110, 111, 112            | Villa Santa Ana                                 | 2001                |                                    | X                   |                        |
| 210, 211                 | Población Rafael Sotomayor                      | 1961                | X                                  |                     |                        |
| 220                      | Población Santiago Amengual                     | 1962                | X                                  |                     |                        |
| 230a al 230e             | Villa Los Andes                                 | 1989                | X                                  |                     |                        |
| 240a al 240d             | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa)        | 1994                | X                                  |                     |                        |
| 241, 242                 | Villa Padre Hurtado 1994 (Viviendas especiales) | 1994                | X                                  |                     |                        |
| 250a, 250b               | Villa Ayquina                                   | 1984                | X                                  |                     |                        |

De la Tabla 5.11 se observa que los únicos conjuntos habitacionales que cumplen con los requerimientos de las normas actuales de albañilería (INN, 2003a) son los de la Villa Santa Ana en Pozo Almonte. Sin embargo, esta villa presentó graves daños a raíz del terremoto de Tarapacá de 2005, lo que queda reflejado por el alto valor de Grado Medio de Daño de las tipologías identificadas con los códigos 111 y 112. Esta situación hizo que la Clase de Vulnerabilidad que mejor se adecua con la distribución de los daños y con la intensidad estimada por el grupo de expertos para el lugar donde se ubica el conjunto sea la Clase A, la que en general corresponde a estructuras sin asistencia profesional.

A continuación se realiza el análisis de la vulnerabilidad de acuerdo con cada uno de los índices propuestos por Lourenco y Roque.

### 5.2.3.1 Primer Índice de Lourenco y Roque ( $\gamma_1$ )

En la Figura 5.7 se grafica el Grado Medio de Daño en función del índice  $\gamma_1$  para la muestra de edificios de la Tabla 5.9. Al comparar esta figura con la Figura 5.5 se observa que hay un corrimiento no despreciable de los puntos hacia la derecha, al no considerar el índice  $\gamma_1$  el número de pisos.



**Figura 5.7 Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice  $\gamma_1$  de Lourenco y Roque, según la dirección X de la planta del primer piso.**

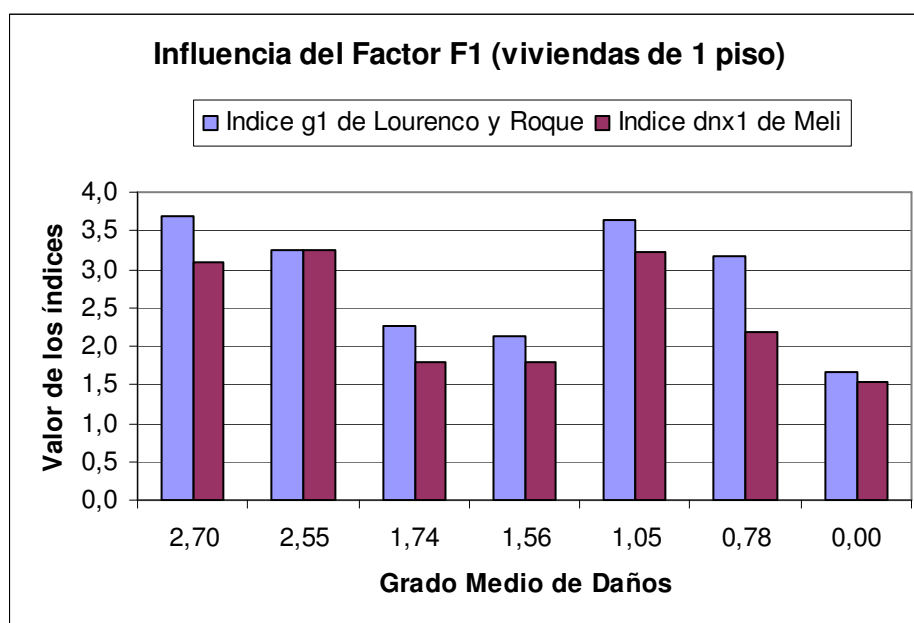
De la Figura 5.7 se comprueba que el Grado Medio de Daño tiende a disminuir a medida que crece la densidad de muros, aunque esta tendencia no es tan clara como en la Figura 5.5, ello queda comprobado al confundirse los dos casos de la Población Rafael Sotomayor con el resto, cosa que no ocurre en la Figura 5.5. Esto se debe a que en el cálculo del índice  $\gamma_1$  no se considera el número de pisos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que no es posible ni recomendable sugerir una relación entre el nivel de daño y el valor del índice  $\gamma_1$  como la establecida en la Tabla 5.10.

Para analizar la influencia del factor de reducción por esbeltez “F1” se deben comparar en las viviendas de un piso los índices  $\gamma_1$  propuesto por Lourenco y Roque y el índice  $d_{nx}$  propuesto por Meli. Los valores utilizados para esta comparación se indican en la Tabla 5.12, la Figura 5.8 muestra los valores en la dirección X, ordenados en orden decreciente del valor del Grado Medio de Daño del conjunto respectivo.

**Tabla 5.12: Índices  $\gamma_1$  de Lourenco y Roque y  $d_{nx}$  de Meli, en ambas direcciones de la planta para las viviendas de 1 piso**

| Código del Conjunto | Grado de Daño Medio<br>MSK-64 | Indice $\gamma_1$ Lourenco y Roque |               | Indice $d_n$ de Meli |           |
|---------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------|-----------|
|                     |                               | $\gamma_{1x}$                      | $\gamma_{1y}$ | $d_{nx1}$            | $d_{ny1}$ |
|                     |                               | [ % ]                              | [ % ]         | [ % ]                | [ % ]     |
| 211                 | 2,70                          | 3,68                               | 5,08          | 3,08                 | 4,55      |
| 210                 | 2,55                          | 3,26                               | 6,34          | 3,26                 | 5,84      |
| 241                 | 1,74                          | 2,27                               | 2,61          | 1,80                 | 2,13      |
| 242                 | 1,56                          | 2,14                               | 2,35          | 1,78                 | 1,97      |
| 250a                | 1,05                          | 3,63                               | 3,80          | 3,22                 | 3,79      |
| 250b                | 0,78                          | 3,17                               | 3,23          | 2,18                 | 3,23      |
| 110                 | 0,00                          | 1,67                               | 3,59          | 1,54                 | 3,59      |

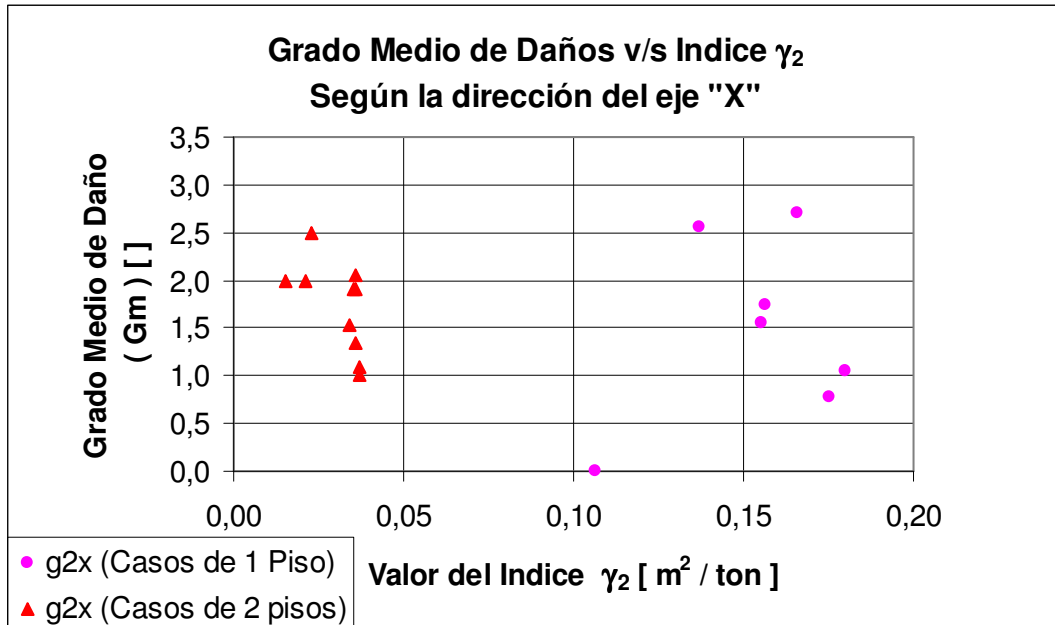


**Figura 5.8. Comparación de los índices  $\gamma_1$  de Lourenco y Roque y de Meli.**

La diferencia entre los valores de los índices  $\gamma_1$  y  $d_{nx1}$ , que representa la influencia del factor “F1”, es en promedio de un 0.42%, lo cual no es despreciable considerando los límites establecidos en la Tabla 5.10.

### 5.2.3.2 Segundo Índice de Lourenco y Roque ( $\gamma_2$ )

En la Figura 5.9 se grafica el Grado Medio de Daño en función del índice  $\gamma_2$  propuesto por Roque y Lourenco, comprobándose que para las construcciones de dos pisos el valor del índice  $\gamma_2$  es menor que 0.05 [ $\text{m}^2/\text{ton}$ ] y para las construcciones de un piso es mayor que 0.125 [ $\text{m}^2/\text{ton}$ ].



**Figura 5.9 Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice  $\gamma_2$  de Lourenco y Roque, según la dirección X de la planta.**

Independientemente del número de pisos, se aprecia que los daños son menores cuando el valor del índice  $\gamma_2$  es más alto. Si se analizan los casos de dos pisos, grupo de puntos ubicado a la izquierda en la Figura 5.9, se observa que la tasa de disminución del Grado Medio de Daño con el índice  $\gamma_2$  es mayor. Esta situación se debe a la presencia de la losa de H.A. del primer piso, la cual integra el trabajo de los muros haciendo más efectivo el aumento del área de muros, situación que no se produce cuando esta losa no existe, como ocurre en las construcciones de un piso estudiadas.

Comparando las figuras 5.7 y 5.9 se comprueba que el peso sísmico de la estructura es un factor determinante en la ocurrencia de los daños y por lo mismo debe estar incluido directa o indirectamente en los índices de vulnerabilidad que se utilicen, cosa que no ocurre con el índice  $\gamma_1$ .

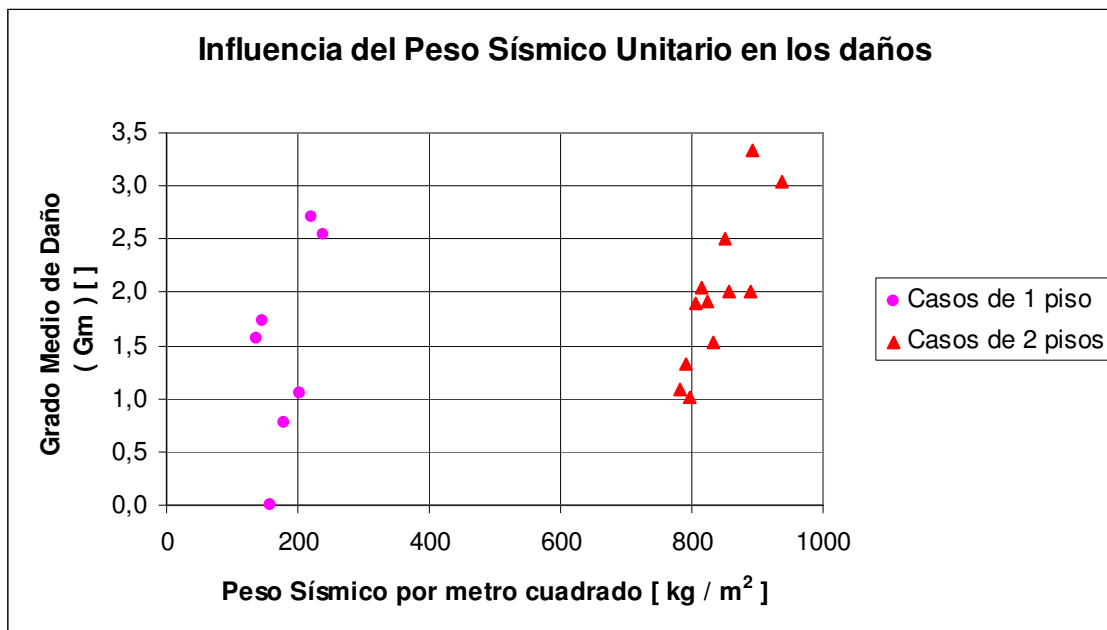
De la Figura 5.9, se puede identificar el valor mínimo del índice  $\gamma_2$  recomendable para evitar la ocurrencia de daños severos o graves ( $G_m > 2.0$  para una Clase B de vulnerabilidad):

- Para las estructuras de un piso,  $\gamma_{2\min} = 0.175$  [ $\text{m}^2 / \text{ton}$ ]
- Para las estructuras de dos pisos,  $\gamma_{2\min} = 0.04$  [ $\text{m}^2 / \text{ton}$ ]



Los valores obtenidos son mayores que el valor mínimo recomendado por Lourenco y Roque (2006) para las iglesias antiguas de albañilería ( $0.0325 \text{ [m}^2 / \text{ton]})$ ).

Si se grafica el Grado Medio de Daño en función del peso sísmico de las estructuras por unidad de área de la planta, de la Figura 5.10 se comprueba que por sí sólo el peso no define el nivel de daño. Además, de la Figura 5.10 se confirma que las estructuras tanto de uno como de dos pisos, con mayor peso unitario tienden a sufrir un mayor nivel de daños durante el terremoto, dado que los muros de primer piso se ven más solicitados.



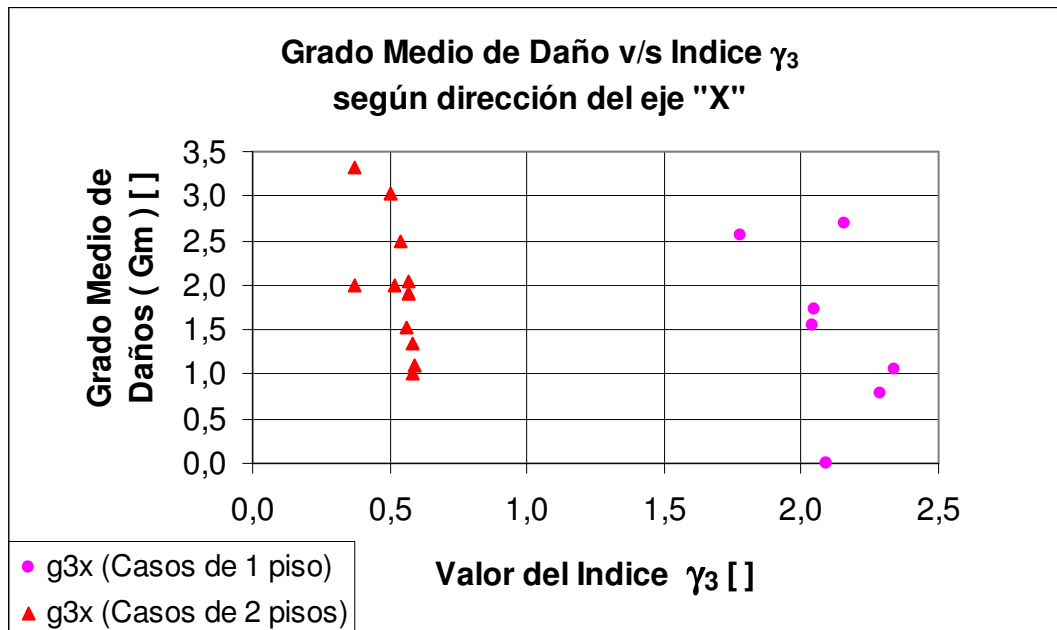
**Figura 5.10 Relación entre el Grado Medio de Daño y el Peso Sísmico Unitario**

### 5.2.3.3 Tercer Índice de Lourenco y Roque ( $\gamma_3$ )

En la Figura 5.11 se grafica el Grado Medio de Daño en función del índice  $\gamma_3$  de Lourenco y Roque. Para analizar esta figura debe considerarse que un valor mayor o igual a 1.0 corresponde a una estructura sísmicamente aceptable de acuerdo con los requerimientos de las normas de diseño actualmente en uso en Chile.

Al igual que el caso del índice  $\gamma_2$ , la nube de puntos ubicada a la izquierda en la Figura 5.11 corresponde a las estructuras de dos pisos, y la ubicada a la derecha a las de un piso.

De la Figura 5.11 se observa que todas las estructuras de dos pisos estudiadas tienen un valor del índice menor que 1.0, lo cual significaría una estructura sísmicamente no apta, aun en los casos de la Villa Santa Ana que califican como “Albañilería Armada” en la Tabla 5.11. En cambio, en las viviendas de un piso el valor es mayor que 1.0, lo que significaría una estructura sísmicamente apta, incluso en los casos de la Población Rafael Sotomayor, que presentaron altos niveles de daño.



**Figura 5.11 Relación entre el Grado Medio de Daño y el índice  $\gamma_3$  de Lourenco y Roque, según la dirección X de la planta.**

Teniendo en cuenta estos resultados, el uso de un índice de este tipo es incierto debido a los supuestos que deben hacerse en su cálculo, especialmente los relacionados con la *capacidad resistente de la albañilería y la demanda sísmica en función de la modalidad de refuerzo*.

#### 5.2.4 Análisis de la vulnerabilidad según el índice propuesto por Gallegos

El Índice de Gallegos se ha determinado para cada una de las direcciones de la planta para identificar cual de ellas es la que controla considerando que el índice corresponde al menor valor de ellos. Además, se ha determinado en forma separada el efecto del tipo de suelo a través del *factor de adecuación*.

Para determinar los efectos asociados a las características arquitectónicas y estructurales, se usa el Índice Básico de Calidad Sismorresistente ( $I_B$ ), y para determinar los efectos del suelo se usa el Índice de Gallegos ( $I_G$ ), en el cual se han considerado dos alternativas del factor de adecuación en algunos casos (ver Tabla 5.5 y 5.6).

En la Figura 5.12 se muestran los valores del Índice Básico de Calidad Sismorresistente ( $I_B$ ) en ambas direcciones de la planta, comprobándose que en los casos con dos pisos el menor valor del índice  $I_B$  es en la dirección "X". Este resultado corrobora que esta dirección es la crítica en cuanto a la vulnerabilidad sísmica de la estructura como lo demuestran los otros índices de vulnerabilidad analizados. No ocurre lo mismo con las estructuras de un piso, como son los casos identificados por los códigos 210, 211, 241, 242 y 250a

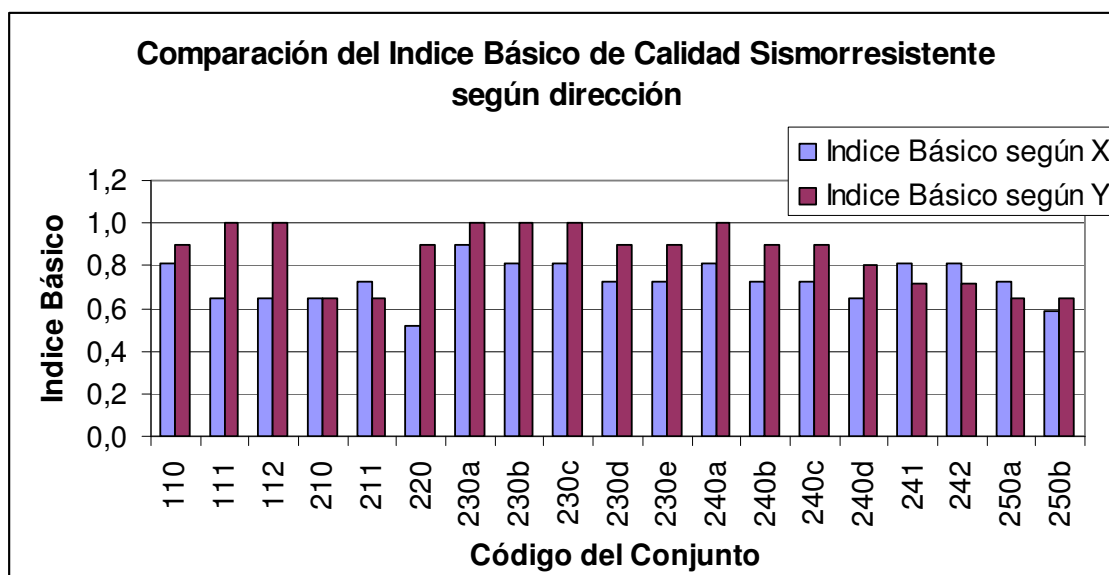


Figura 5.12 Comparación del Índice Básico ( $I_B$ ) según la dirección en planta

#### 5.2.4.1 Análisis de cada parámetro componente del Índice Básico ( $I_B$ )

##### Índice de la Planta (P)

En la Tabla 5.13 se indican los valores del Índice de la Planta y el valor del lado largo de la planta (A), valor que determina si el valor de P es menor que 1.0.

Teniendo en cuenta que en las construcciones estudiadas las dimensiones de los lados cortos de la planta son semejantes entre ellas, (varían entre 5.05 y 7.82 m), no es recomendable construir trenes de mas de 4 viviendas sin una junta de dilatación, o trenes de viviendas en que el largo de la planta supere tres veces su ancho (del orden de 15 m en los casos estudiados), pero en ningún caso este largo debe ser mayor que 25 m para evitar que el valor de P sea igual a 0.8 (Condición calificada como mala según Gallegos).

Tabla 5.13: Factores influyentes para la determinación del índice de la Planta

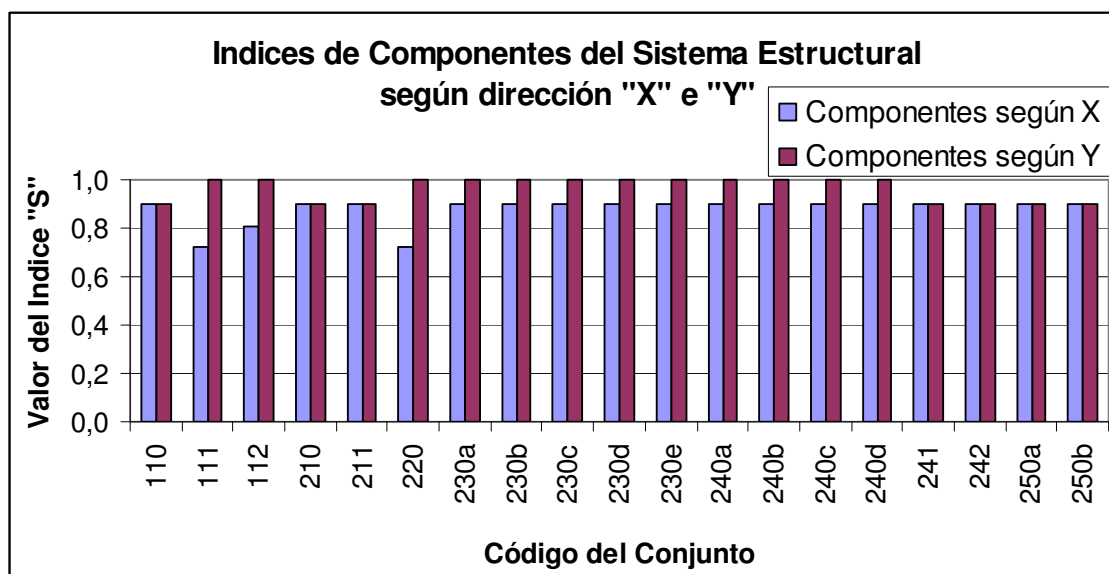
| Código del Conjunto | Nº de viviendas contiguas | Valor lado largo ( A ) [ m ] | Índice de la Planta |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| 110                 | 2                         | 11,70                        | 1                   |
| 111                 | 2                         | 7,30                         | 1                   |
| 112                 | 2                         | 6,40                         | 1                   |
| 210                 | 2                         | 7,70                         | 1                   |
| 211                 | 2                         | 7,45                         | 1                   |
| 220                 | 2                         | 8,20                         | 1                   |
| 230a                | 2                         | 7,00                         | 1                   |
| 230b                | 3                         | 10,50                        | 1                   |
| 230c                | 4                         | 14,00                        | 1                   |
| 230d                | 5                         | 17,50                        | 0,9                 |
| 230e                | 6                         | 21,00                        | 0,9                 |
| 240a                | 4                         | 15,20                        | 1                   |
| 240b                | 5                         | 19,00                        | 0,9                 |
| 240c                | 6                         | 22,80                        | 0,9                 |
| 240d                | 8                         | 30,40                        | 0,8                 |
| 241                 | 2                         | 10,85                        | 1                   |
| 242                 | 2                         | 12,16                        | 1                   |
| 250a                | 2                         | 9,90                         | 1                   |
| 250b                | 5                         | 26,00                        | 0,8                 |

### Indice de la Elevación (E)

Como muestra la Tabla 5.5, las estructuras estudiadas no tienen problemas de regularidad ni de esbeltez en elevación, por lo que no es necesario hacer recomendaciones desde este punto de vista..

### Indice de Componentes del Sistema Estructural (S)

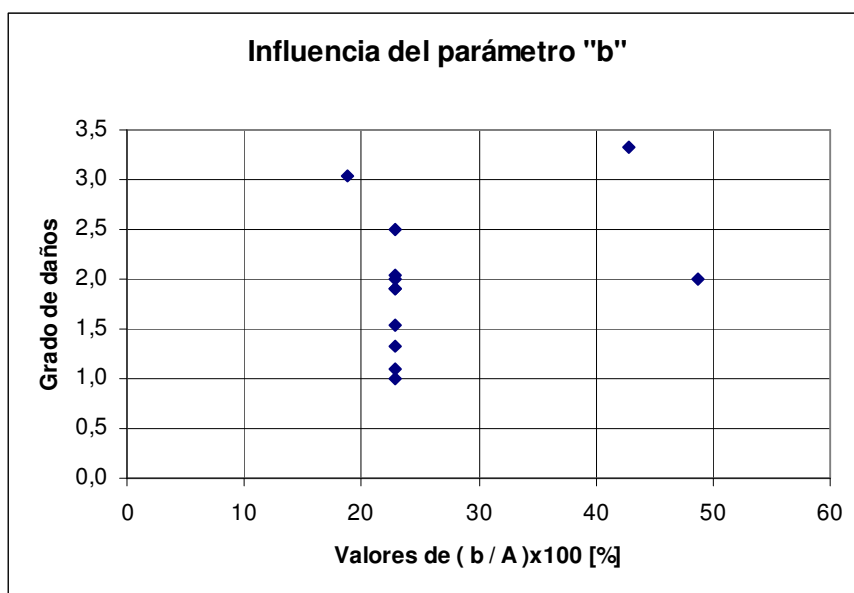
En la Figura 5.13 se grafican los valores del Índice de Componentes del Sistema Estructural (S) en el primer piso para ambas direcciones de la planta, los valores se entregan en las tablas 5.5 y 5.6.



**Figura 5.13 Índice de Componentes del Sistema Estructural en ambas direcciones de la planta**

De la figura y el análisis realizado se puede destacar:

- El valor de S para todas las viviendas de un piso queda determinado por la ausencia de una losa de hormigón que actúe como diafragma rígido, lo cual es razonable si se considera que la losa es un elemento que logra un trabajo conjunto entre los muros orientados en ambas direcciones de la planta.
- Para las viviendas de dos pisos, el valor de S queda determinado por la continuidad de los muros del segundo piso en el primer piso ( $S_4$ ) y por la densidad de muros ( $S_1$ ).
- Para analizar el efecto de la continuidad de muros en altura, en la Figura 5.14 se grafica el Grado Medio de Daño en función del parámetro “b”



**Figura 5.14 Grado Medio de Daños v/s Influencia de la discontinuidad en la descarga de muros del Piso 2 en el Piso 1**

De la Figura 5.14 se aprecia que el parámetro “b” no es determinante por sí solo en los daños y su efecto debe analizarse en conjunto con la densidad de muros.

Es conveniente destacar que en los proyectos revisados la tendencia es a no garantizar la continuidad de los muros y una buena descarga de fuerzas desde el piso superior, lo cual no es una buena práctica. Mientras no se tenga mayor información para cuantificar el impacto de este parámetro en los daños, es razonable aceptar los valores límites del factor “ $(b/A) \times 100$ ” indicados en el Anexo B para juzgar el impacto de esta discontinuidad.

Para apreciar lo que puede significar esta práctica, en la Figura 5.15 se muestra un esquema de los daños para el caso 111 (Santander, 2007) con  $(b/A) \times 100 = 43\%$ . Además, en la Figura 4.11 se puede apreciar este esquema para el caso 220, con  $(b/A) \times 100 = 49\%$ . Ambos casos corresponden a los más críticos desde el punto de vista de esta característica, y quedan representados por los dos puntos más a la derecha de la Figura 5.14.



**Figura 5.15 Esquema de daños en el caso 111, “ $(b/A) \times 100 = 43\%$ ”**

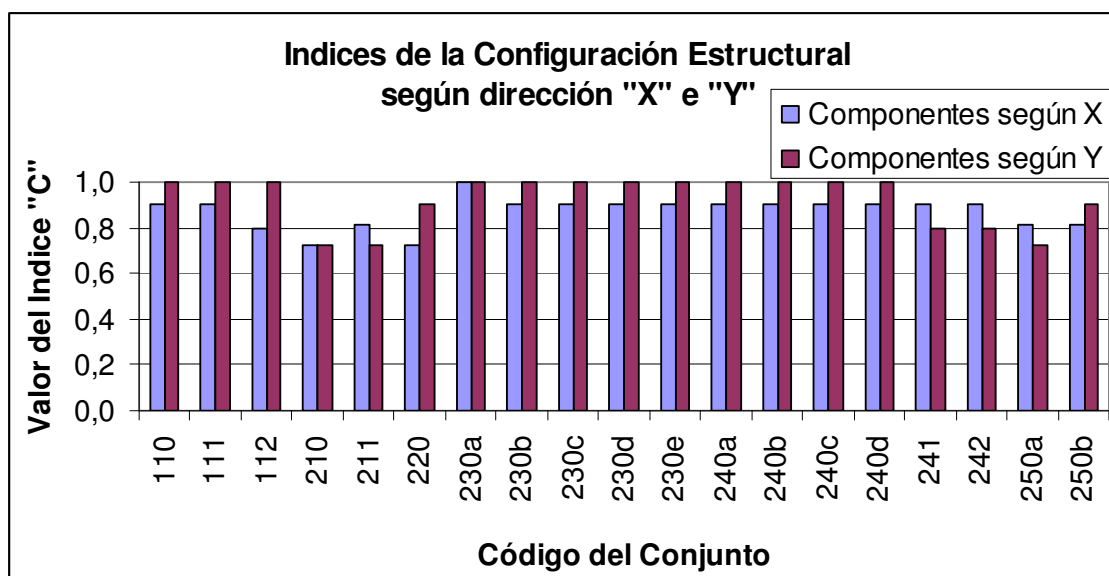
### Indice de la Configuración Estructural (C)

En la Figura 5.16 se grafican los valores del Índice de la Configuración Estructural en el primer piso para ambas direcciones de la planta, los valores de este índice se entregan en las tablas 5.5 y 5.6.

De la Figura 5.16 se comprueba que el valor de C es el responsable de que en las viviendas de un piso, como son los casos 210, 211, 241, 242 y 250a, el valor del Índice Básico ( $I_B$ ) sea menor en la dirección del eje "Y" que en la dirección del eje "X", debido a la forma en que se distribuyen los muros de acuerdo con su largo.

Lo que tienen en común estos casos es que son viviendas pareadas que poseen aberturas en la dirección "Y", lo que hace que el muro medianero, ubicado al centro del pareo, proporcione una gran parte de la rigidez de la estructura en esta dirección, situación que no ocurre en la dirección "X", ya que no existe un muro medianero.

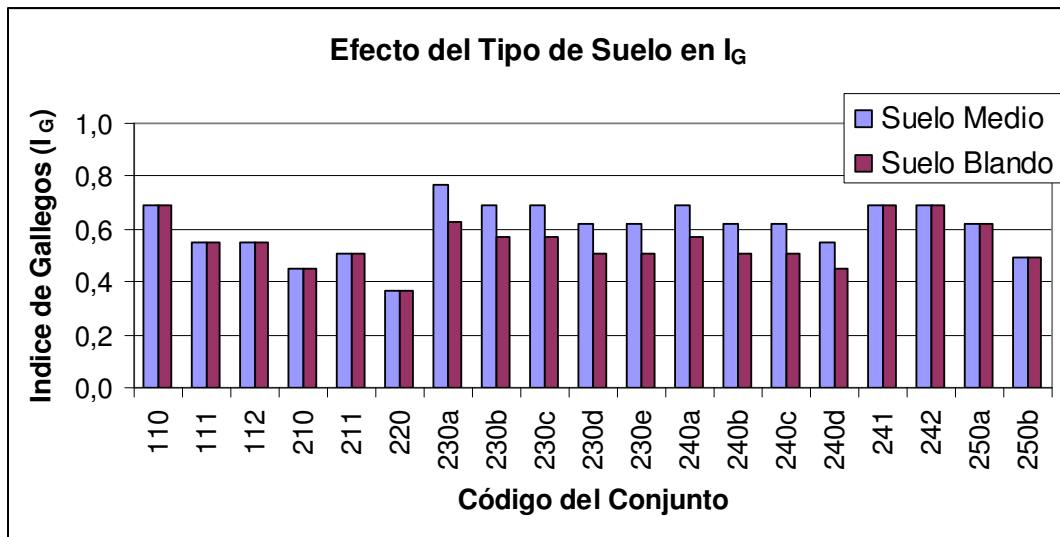
Sin embargo, dado que el muro medianero estará siempre al centro de la estructura de las viviendas pareadas, sería incorrecto determinar como mala la distribución de rigidez, lo cual significa que la aplicación textual del parámetro propuesto por Gallegos no sería completamente correcta.



**Figura 5.16 Índice de la Configuración Estructural en ambas direcciones de la planta**

#### **5.2.4.2 Análisis de los efectos del suelo en el Índice de Gallegos ( $I_G$ )**

En la Figura 5.17 se muestra el impacto que tiene el tipo de suelo sobre el Índice de Gallegos ( $I_G$ ). En particular se analiza la situación de las villas Santa Ana (Código 230) y Padre Hurtado (Código 240) de Tocopilla, donde no se cuenta con la información más confiable del tipo de suelo, sino que sólo una estimación, y se comparan los valores de  $I_G$  resultantes de considerarlas como construidas sobre suelo de tipo "Medio" y sobre suelo de tipo "Blando" (Gallegos, 1986).



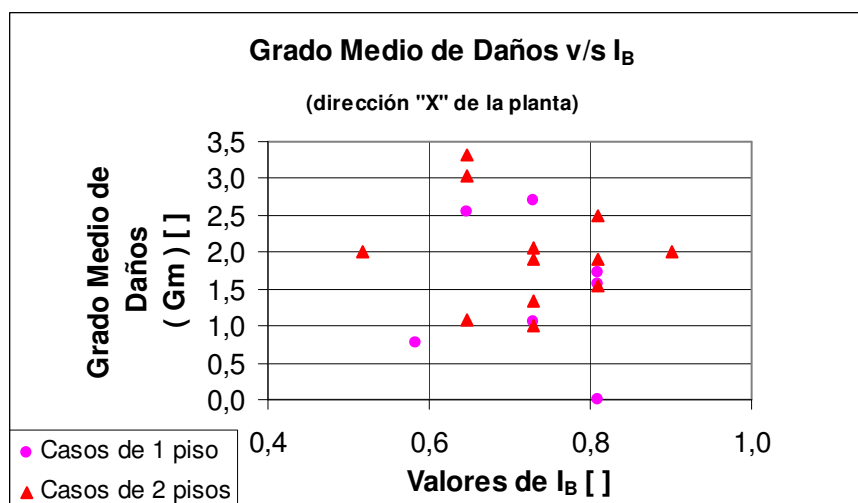
**Figura 5.17. Efecto del Tipo de Suelo sobre el Índice de Gallegos ( $I_G$ )**

En la Figura 5.17 se observa que la variación en la calidad del suelo hace disminuir en forma apreciable el valor de  $I_G$  en los casos comparados. Esto ocurre principalmente porque el factor de adecuación posee un peso específico mayor que cada uno de los parámetros en la construcción del índice, véanse las calificaciones numéricas en las tablas 3.2 y 3.3.

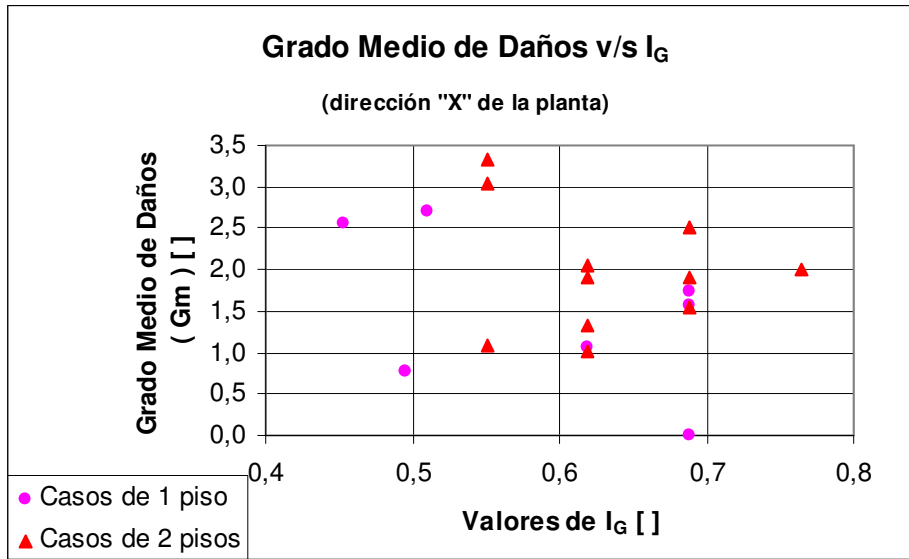
Aunque el valor de  $I_G$  no cae a niveles bajos (inferiores a 0.4), un suelo blando podría aumentar la vulnerabilidad para casos con características sismorresistentes más deficitarias, como ocurre en el caso de la Población Santiago Amengual (Caso 220), la cual está construida sobre un suelo blando.

### 5.2.4.3 Comentarios generales sobre el Índice de Gallegos

Luego de analizar los términos que componen el Índice de Gallegos, se grafica el Grado Medio de Daño en función del menor valor del Índice Básico ( $I_B$ ), ver Figura 5.18 y del Índice de Gallegos ( $I_G$ ), ver Figura 5.19.



**Figura 5.18 Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice básico de calidad estructural sismorresistente ( $I_B$ )**



**Figura 5.19 Relación entre el Grado Medio de Daños y el índice de calidad estructural sismorresistente o Índice de Gallegos ( $I_G$ )**

De las figuras 5.18 y 5.19 se observa que los índices  $I_B$  e  $I_G$  no muestran una relación clara con el Grado Medio de Daño, tampoco respecto al número de pisos de la estructura. Esto último significa que la incorporación de una mayor cantidad de parámetros no garantiza buenos resultados si no existe una buena estimación del peso que cada uno de ellos tiene cuando se cuantifica el índice de vulnerabilidad sísmica.

Lo anterior indica que al determinar la vulnerabilidad sísmica de la estructura no es correcto aceptar que cada uno de estos parámetros tiene el mismo peso como se acepta en las ecuaciones de los índices  $I_B$  e  $I_G$ .

Por lo tanto, el análisis de la vulnerabilidad sísmica a través de un índice de Segundo Nivel requiere de una calibración muy bien estudiada de cada parámetro. Mientras no se cuente con lo anterior, es recomendable usar un índice de Primer Nivel como son el índice propuesto por Meli ( $dn$ ) o el índice  $\gamma_2$  propuesto por Lourenco y Roque.



## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES

La información reunida a lo largo del tiempo en un país sísmicamente activo como Chile, ha permitido obtener importantes conclusiones relacionadas con la vulnerabilidad sísmica de las estructuras construidas en el territorio nacional. En el caso de esta memoria de Título, se obtuvo antecedentes relacionados con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería de bloques huecos de hormigón construidas en el norte de Chile.

Del análisis de los daños observados en tres terremotos ocurridos en los últimos 40 años, se ha podido concluir lo siguiente:

- a. La *clase de vulnerabilidad* a la cual pertenece este tipo de construcciones no corresponde a la que resulta siguiendo los parámetros que consideran las escalas de intensidades macrosísmicas internacionales, como son la escala MSK-64 o la escala EMS-98. En general, las viviendas de uno y dos pisos de albañilería estructural construidas con bloques de hormigón en el norte de Chile clasifican como una *Clase B* de vulnerabilidad, sin perjuicio de que en algunos casos particulares correspondan a una Clase A de vulnerabilidad debido a la mala calidad de la ejecución de la construcción, de los materiales y a detalles mal resueltos en su diseño.
- b. Los valores del índice de densidad de muros por unidad de piso ( $d_n$ ) propuesto por Meli, indican que el punto crítico de este tipo de estructuras está en las fachadas de acceso a las viviendas, producto que los vanos de puertas y ventanas reducen la densidad de muros. Este índice ( $d_n$ ) presenta una buena relación con los niveles de daño observados en las viviendas, comprobándose que a mayor densidad de muros por unidad de piso en la dirección más crítica de la planta, los niveles de daño observados disminuyen. A partir de esta tendencia se han podido establecer límites que relacionan la densidad de muros por unidad de piso con los niveles de daño esperados en las viviendas de albañilería de bloques de hormigón cuando la intensidad macrosísmica varía entre VII y VIII grados de la escala MSK-64, estos límites corresponden a los indicados en la Tabla 5.10. Los valores de esta tabla resultan mayores que los valores propuestos en la bibliografía revisada, lo que confirma la mayor vulnerabilidad sísmica de este tipo de albañilería estructural.
- c. Es necesario evitar la autoconstrucción de ampliaciones sin la asesoría técnica sobre las viviendas de un piso. Para una primera estimación de los daños que podría producir esta práctica, se recomienda considerar el valor de la densidad de muros de una vivienda de un piso y dividirlo por dos, lo que supone el resultado de la autoconstrucción de un segundo piso, e ingresar con el valor resultante a la Tabla 5.10 de este trabajo, con lo cual se podría conocer el nivel de daño al que quedaría expuesta la estructura luego de esta autoconstrucción.

- d. Del análisis del índice  $\gamma_1$  de Lourenco y Roque, se comprueba que es imprescindible considerar el número de pisos de la estructura (indirectamente el peso de ésta) en los índices de vulnerabilidad.
- e. Del análisis de la relación entre los daños y el índice  $\gamma_2$  de Lourenco y Roque, el cual incluye el peso de la estructura como factor preponderante, se ha podido establecer una clasificación numérica que permite calificar la vulnerabilidad sísmica de la estructura, demostrando que este índice también es apropiado para realizar un estudio de vulnerabilidad, aunque para ello las estructuras deben ser separadas por número de pisos. También el índice demuestra la importancia de la presencia de la losa de hormigón armado actuando como diafragma rígido a nivel de piso, la cual disminuye la ocurrencia de daños en este tipo de estructuras.
- f. Del análisis del índice de Gallegos, al igual que del índice  $\gamma_3$  de Lourenco y Roque, se comprueba que incluir una mayor cantidad de parámetros en el análisis de la vulnerabilidad sísmica no garantiza mejores resultados, tanto por la mayor cantidad de supuestos que se requieren como por la necesidad de considerar el “*peso*” de cada uno de estos parámetros, lo que genera mayores incertezas en los resultados.
- g. Los parámetros incluidos en el índice de Gallegos corroboran algunas conclusiones obtenidas con los índices de Primer Nivel, como son la relevancia de las fachadas de acceso a las viviendas, el peso de la estructura y la presencia de una losa de hormigón actuando como diafragma rígido. El análisis por separado de los parámetros del índice de Gallegos, aportan algunas recomendaciones para el diseño de los proyectos de conjuntos habitacionales, como son aquellas relacionadas con el largo de los trenes de viviendas sin junta de dilatación y con la descarga de fuerzas desde los muros del segundo piso sobre los muros del primer piso, las cuales, a juzgar por el diseño de los proyectos estudiados, no están siendo consideradas dentro de las prioridades.
- h. En términos generales, los índices de vulnerabilidad sísmica que asoman como los más adecuados son el índice de densidad de muros por unidad de piso propuesto por Meli y el índice  $\gamma_2$  propuesto por Lourenco y Roque, ya que con ambos se ha obtenido una buena tendencia en su relación con los daños, las cuales son útiles para la calificación de otras construcciones del mismo tipo.
- i. Las viviendas de albañilería de bloques de hormigón construidas en esta zona de Chile han demostrado poseer deficiencias producto de la calidad de sus materiales y de la ejecución de la construcción. Muestra de ello son los movimientos en la clase de vulnerabilidad de estas estructuras a pesar de haber sido diseñadas por profesionales y de contar con las cuantías mínimas de armadura de refuerzo exigidas por las normas vigentes en Chile. En la medida que estas deficiencias no puedan evitarse, el impacto de ellas puede ser disminuido utilizando albañilería confinada como modalidad de refuerzo, lo que ha quedado confirmado al

observar el deficiente comportamiento de las viviendas de albañilería armada como modalidad de refuerzo en la zona epicentral del terremoto de Tarapacá del año 2005.

- j. Como comentario final, se recomienda tomar en cuenta los valores que permitan evitar los daños severos, cumpliendo con las densidades de muros por unidad de piso propuestas en este trabajo, además de estimular todos los esfuerzos y recomendaciones tendientes a mejorar tanto las prácticas de construcción como la calidad de los materiales utilizados.

## REFERENCIAS

- Ahumada, 2007, “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de la ciudad de Tocopilla desde la perspectiva de las estructuras, los servicios, líneas vitales y la infraestructura de transporte”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Alvarez A., 2009, “Análisis de daños de un conjunto habitacional provocado por el terremoto del 14 de noviembre de 2007 en Tocopilla”, Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile (En desarrollo).
- Araneda M., 2002, “Diseño y comportamiento sísmico de viviendas de uno y dos pisos de albañilería reforzada”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Astroza M. y R. Astroza, 2008, “Intensidades macrosísmicas del terremoto del 14 de noviembre del 2007”, Revista Innova N° 05 (1): 53-60, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Astroza M., M. Moroni, M. Kupfer, 1993, “Calificación Sísmica de Edificios de Ladrillo Confinada con Elementos de Hormigón Armado”; XXVI Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Montevideo, Uruguay.
- Astroza M., M.O. Moroni, A. Norambuena and R. Astroza, 2005, “Intensities and damage distribution in the June 2005 Tarapacá, Chile, Earthquake”, Learning from Earthquake, Earthquake Engineering Research Institute (EERI), Special Report – November.
- Astroza M., Omerovic J., R. Astroza, J. Music, R. Saragoni, I. Alvarez, A. Covarrubia, E. Morales, S. Vladillo, O. Ravello, 2008, “Intensity and Damage Assessment of the 2007 Tocopilla Earthquake Chile”, EERI’s web site ([www.eeri.org/site/content/view/156/35/](http://www.eeri.org/site/content/view/156/35/))
- Barrera E., 1968, “El sismo de Tocopilla-Diciembre de 1967. Informe preliminar”, Revista del IDIEM, Vol. 7, n°1, junio 1968.
- Barrientos S., 1980, “Regionalización sísmica de Chile”, Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias con Mención en Geofísica, Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Comte D, Pardo y M, Eisenberg A, 1989, " Análisis Cuantitativo de los Grandes Terremotos del Norte de Chile y Sur del Perú: Estimación del Peligro Sísmico”, V Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Santiago.
- Comte D. y M. Pardo, 1991, “ Reappraisal of great historical earthquakes in the Northern Chile and Southern Peru seismic gaps”, Natural Hazards 4: 23-44.

Delouis B. and D. Legrand, 2007, “Mw 7.8 Tarapaca intermediate depth earthquake of 13 June 2005 (northern Chile): Fault plane identification and slip distribution by waveform inversion”, *Geophysical Research Letters*, Vol 34, L01304.

Delouis B., M. Pardo. D. Legrand and T. Monfret, 2009, “The Mw 7.7 Tocopilla earthquake of the 14 November 2007 at the southern edge of the northern Chile seismic gap: Rupture in the deep part of the coupled plate interface”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 99, N°1, February, pp 87-94, .

D.O.M. (Dirección de Obras Municipales) Antofagasta, 1992, “Control de Calidad, Análisis y Ensayo de Materiales de Construcción”. Ordenanza N° 3/92, 19 de marzo de 1992.

EMS, 1998 “Escala Macrosísmica Europea 1998. Segunda Edición”; G. Grünthal. Comisión Sismológica Europea.

Frontanilla G, Roldán W, Herrera E, 1992, “Factores que inciden en la calidad de los bloques”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.

Gallegos H, 1986, “Índice de Calidad Estructural Sismorresistente”. 4as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Viña del Mar, Chile.

GUC, 2008 “Servicio Sismológico de la Universidad de Chile”. (<http://www.sismologia.cl/home/terrem.html>).

Herrera E, Roldán W, Sánchez C, 1992, “Proceso Constructivo de la Albañilería de Bloques en el Norte Chileno”. IX Jornadas Chilenas del Hormigón, La Serena, Chile.

INE, 2002, “XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda”; Instituto Nacional de Estadísticas. ([www.ine.cl](http://www.ine.cl)).

INN, 1965, NCh181.Of65. “Bloques huecos de hormigón de cemento”. Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.

INN, 1986, NCh1537.Of1986. “Diseño estructural de edificios – Cargas Permanentes y Sobrecargas de Uso”, Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.

INN, 1996, NCh433.Of1996. “Diseño Sísmico de Edificios”, Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.

INN, 2003a, NCh1928.Of1993. Modificada en 2003, “Albañilería armada – Requisitos para el Diseño y Cálculo”. Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.

INN, 2003b, NCh2123.Of1997. Modificada en 2003, “Albañilería confinada – Requisitos de diseño y cálculo”. Norma Chilena Oficial, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.

Kárník V., Z. Schenková, V. Shenk, 1984, “Vulnerability and the MSK Scale”, *Engineering Geology*, 20, pp 161-168.

Karzulovic J. y P.Talloni, 1968, “Estudio Geotécnico del aluvión del año 1940 en Tocopilla, Provincia de Antofagasta”, Departamento de Obras Civiles, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Kort I, 1968, “El Terremoto de Tocopilla del 20 de Diciembre de 1967 desde el punto de vista de la Ingeniería Antisísmica”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Lourenco P.B. and Roque J.A., 2006, “Simplified indexes for the seismic vulnerability of ancient masonry buidings”. *Construction and Building Materials*, 20, pp 200-208.

Matus F, 2009, “Microzonificación Sísmica de la ciudad de Tocopilla”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile (en desarrollo).

Medvedev S., W. Sponheur and V. Karnik, 1964, “Neue Seismische Skala-MSK-1964”, *Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Hedft 77*, Akademie Verlag.

Meli R, 1991, “Diseño sísmico de edificios de muros de mampostería; la práctica actual y el comportamiento observado”. *Simposium Internacional Seguridad Sísmica en la Vivienda Económica*, México D.F, México.

Monge J y M. Astroza, 1989, “Metodología para determinar el Grado de Intensidad a partir de los daños”. *V Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica*, Santiago, Chile.

ONEMI, 2005,” Onemi: Terremoto deja al menos 6018 personas damnificadas, *El Mercurio on Line*, Miércoles 15 de Junio”, [www.emol.com](http://www.emol.com).

Peyrat S., J. Campos, J. B. de Chabalier, A. Perez, S. Bonvalot, M. P. Bouin, D. Legrand, A. Nercessian, O. Charade, G. Patau, E. Clévéde, E. Kausel, P. Bernard, J. P. Vilotte, 2006, “Tarapaca´ intermediate-depth earthquake (Mw 7.7, 2005, northern Chile): A slab-pull event with horizontal fault plane constrained from seismologic and geodetic observations”, *Geophysical Research Letters*, Vol 33.

Sánchez C, Roldán W, Tapia P, 1999, “Construcción en Albañilerías de Bloques en la II Región”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.

Santander D, 2007, “Análisis de daños de un conjunto habitacional provocado por el sismo del 13 de junio de 2005 en Pozo Almonte, Iquique”. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.

SERVIU, 2008, Catastro de daños del terremoto de Tocopilla, Serviu II Región de Antofagasta.

UCN, 2008a, “Tabla Conjuntos Habitacionales. 28-05-08”. Informe de la Universidad Católica del Norte.

UCN, 2008b, “Catastro General Tocopilla 2007”. Informe de la Universidad Católica del Norte.

## ANEXO A

### DETERMINACIONES DE LA CLASE DE VULNERABILIDAD Y CALCULO DE LOS INDICES DE MELI Y LOURENCO Y ROQUE

En este anexo se describe el contenido de la ficha utilizada para determinar la vulnerabilidad sísmica de los conjuntos habitacionales según:

- Clase de Vulnerabilidad
- Índice de Meli
- Índices de Lourenco y Roque

#### A.1 FICHA PARA DETERMINAR LA CLASE DE VULNERABILIDAD

La ficha para establecer la *Clase de Vulnerabilidad* contiene las características indicadas en el acápite 3.1.1. Con esta información se determina la clase de vulnerabilidad a la que pertenece cada edificio de la muestra.

En general la ficha se completa marcando con *una cruz* la casilla o bien completando con palabras las líneas que aparecen. Aquellos casos en que no se cuenta con información suficiente para establecer de manera certera la respuesta se debe colocar la cruz en la casilla identificada con el símbolo “¿?”.

La ficha a llenar se muestra en la figura A.1



**CLASES DE VULNERABILIDAD**

Generalidades

Código : \_\_\_\_\_  
Nombre : \_\_\_\_\_

Estructura Resistente

|                       |                          |                              |                          |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Albañilería Simple    | <input type="checkbox"/> | Ejecución de la Construcción |                          |
| Albañilería Armada    | <input type="checkbox"/> | Autoconstrucción             | <input type="checkbox"/> |
| Albañilería Confinada | <input type="checkbox"/> | Asesoría Profesional         | <input type="checkbox"/> |

Año de la Construcción \_\_\_\_\_  
Tipo de Unidad \_\_\_\_\_  
Tipo de Mortero \_\_\_\_\_  
Espesor de los muros \_\_\_\_\_

Relleno de los huecos

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| Total   | <input type="checkbox"/> |
| Parcial | <input type="checkbox"/> |

Integridad Global

|   | SI                       | NO                       | ¿?                       |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Amarre entre elementos                  |                          |                          |                          |
| Entre muros                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Piso - muro                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Techumbre - muro                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vigas o cadenas de amarre               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pilares en encuentros de fachadas       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Integridad Local

|                                | SI                       | NO                       | ¿?                       |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Pilares en encuentros de muros | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pilares en bordes libres       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cadenas a nivel de piso        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Refuerzos de aberturas

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| Pilares      | <input type="checkbox"/> |
| Tensores     | <input type="checkbox"/> |
| Sin refuerzo | <input type="checkbox"/> |

Refuerzo en elementos de confinamiento

|                            | SI                       | NO                       | ¿?                       |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Pilares                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cadenas                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Refuerzo en zonas críticas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Refuerzo de armaduras distribuidas

|                                 | SI                       | NO                       | ¿?                       |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Cuantía armadura horizontal     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cuantía armadura vertical       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Diámetros de armaduras de borde | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Techumbre

|                         | SI                       | NO                       | ¿?                       |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Pesada                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Liviana                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Anclada a la estructura | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Resultado

|   |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE | Albañilería Confinada    | <input type="checkbox"/> |                          |                          |
|   | Albañilería Armada       | <input type="checkbox"/> |                          |                          |
|   | Albañilería Simple       | <input type="checkbox"/> |                          |                          |

Figura A.1 Ficha de datos para establecer la *Clase de Vulnerabilidad* de un edificio.

Para llenar las casillas o líneas de la ficha se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

### **Generales**

- **Estructura Resistente**: corresponde sólo a una “*primera estimación*” del tipo de estructura considerando sus refuerzos, estimación que se ratifica una vez que se complete la ficha. Para este efecto se consideran tres tipos: Albañilería Simple, Albañilería Armada o Albañilería Confinada.
- **Año de la Construcción**: Esta información es necesaria para conocer el marco normativo que debió usarse en el diseño de la estructura del edificio.
- **Tipo de Unidad**: Se indican las propiedades de las unidades de albañilería usadas en la construcción de los muros de la estructura del edificio. En la medida que se indique uso bloques de Clase A, se acepta que la resistencia a la compresión promedio de 5 unidades es igual o superior a 45 [kg/cm<sup>2</sup>] y que ninguna unidad posea resistencia menor a 35 [kg/cm<sup>2</sup>], lo cual representan las exigencias la norma chilena de bloques de hormigón NCh181 Of 65 (INN, 1965).
- **Tipo de Mortero**: Se indican las propiedades del mortero de junta usado en la construcción de los muros de la estructura del edificio (Dosificación, resistencia a la compresión). Como antecedente se tiene que las normas actualmente recomiendan una resistencia a la compresión a los 28 días igual o mayor que 10 MPa, y una dosificación recomendada en peso de 1:0.22:4 (cemento: cal aérea: arena).
- **Espesor de los muros**: Se indica el espesor de los muros de la estructura del edificio. Como antecedente se tiene que las normas actualmente recomiendan un espesor en obra gruesa de por lo menos 14 cm.

### **Integridad Global**

En esta parte de la ficha se indican aquellos detalles de diseño que garantizan la integridad global del edificio ya que en la medida que ellos no se materializan aumenta la vulnerabilidad del edificio, lo que debe tenerse en cuenta al establecer la clase de vulnerabilidad. Los detalles considerados para este efecto son:

- **Amarre o unión entre los elementos que forman la estructura**: *Entre muros*, se logra cuando se colocan pilares en el encuentro de muros o una correcta trabazón de las unidades. *Piso–muro*, se logra cuando existe una cadena de coronamiento a lo largo del borde superior de todos los muros. *Techumbre–muro* se logra cuando la techumbre se encuentre unida de alguna forma a las cadenas de coronamiento ubicada sobre los muros a nivel del techo.
- **Vigas o cadenas de amarre**: Se marca “SI”, cuando la cadena recorra todo el perímetro de la estructura.

- Pilares en encuentros de los muros de las fachadas: En el encuentro de todas las fachadas debe existir un pilar.
- Losas de hormigón como diafragma rígido: La presencia de una losa en el nivel superior del primer piso, logra amarrar todos los elementos verticales que llegan a ese nivel.

### **Integridad Local**

En esta parte de la ficha se indican aquellos detalles de diseño que garantizan la integridad de cada muro una vez que se produce su agrietamiento. En la medida que ellos no se materialicen aumenta la fragilidad del comportamiento y por lo mismo la vulnerabilidad del edificio, lo que debe tenerse en cuenta al establecer la clase de vulnerabilidad. Los detalles considerados para este efecto son:

- Pilares en encuentro de muros: Debe destacarse si existen pilares de hormigón armado en los encuentros de muros.
- Pilares en los bordes libres: Debe destacarse si hay pilares de hormigón armado en todos los bordes libres de los muros.
- Cadenas a nivel de piso: Debe destacarse la existencia de cadenas tanto a nivel de primer piso como de segundo piso, cuando corresponda.
- Refuerzos de aberturas: Debe destacarse la existencia de refuerzo en las aberturas, estos pueden ser pilares de hormigón armado o tensores o armaduras verticales ubicadas en los huecos de las unidades. Si alguno de estos refuerzos no existen, se considera que no hay refuerzo de abertura.
- Refuerzo de acero en los elementos de confinamiento: Tanto los pilares como las cadenas de confinamiento deben tener una armadura longitudinal y una armadura transversal (estribos).
- Refuerzo de armaduras distribuidas: El muro debe tener tanto la armadura vertical como horizontal distribuida en su interior.
- Techumbre: Para este efecto se considera que la techumbre es pesada si está cubierta de tejas. La existencia del anclaje de la techumbre se juzga por la información que sobre el particular proporcionen los planos de diseño estructural.

### **Resultado**

A partir de la información anterior, se establece la *Clase de Vulnerabilidad* a la que pertenece la estructura del edificio de acuerdo con la descripción que se hace de cada una de las clases en el acápite 3.1.1 del Capítulo 3. Además, se reconoce si la estructura resistente califica como una estructura de albañilería confinada, albañilería armada o albañilería simple, dependiendo que cumplan con los requisitos establecidos en las normas chilenas (INN, 2003a, INN, 2003b).



Código. Código para identificar del edificio, según este Trabajo de Título.

Nombre: Nombre del conjunto habitacional al cual pertenece el edificio.

Número de pisos (N°): Número total de pisos del edificio.

Area en planta de cada piso (m<sup>2</sup>): Area encerrada por el perímetro del edificio, Ap, medida entre los ejes exteriores de la planta del edificio.

Altura de Piso: Corresponde a la altura de cada piso del edificio. Esta altura se determina según el criterio siguiente: Para el primer piso se considera la distancia desde lo más alto del sobrecimiento hasta lo más alto de la cadena de coronación del primer piso, y para el segundo piso, desde el punto anterior hasta lo más alto del muro o la cadena de coronación del segundo piso, cuando ésta existe.

Además de esta información general, cada ficha entrega información para cada piso y para cada una de las direcciones principales de la planta por piso. Con este propósito se ha considerado que la “Dirección X” corresponde a la dirección de las fachadas por donde se ubican los accesos a las viviendas, las que en general son las que tienen la menor área de muros.

Para cada dirección de la planta se identifican los ejes resistentes y en cada eje el número de muros existentes.

Para cada muro se indican las dimensiones siguientes, medidas en obra gruesa:

- Alto (H): Corresponde al alto de cada muro, tal como se muestra en la Figura 3.1
- Espesor (t): Corresponde al ancho del bloque o unidad de albañilería.
- Largo (L): El largo se mide de borde a borde de cada muro, incluidos los pilares de hormigón, en el caso que existan. En el encuentro de los muros de las fachadas, el largo del muro que concurre a él se mide hasta el eje, con el fin de no considerar dos veces la misma porción del muro, sino repartirla entre ambas direcciones. Este factor también queda explicado en la Figura 3.1.
- Area del muro: Es el producto del largo (L) por el espesor del muro (t).
- Factor de reducción por esbeltez (F1): Se calcula según las ecuaciones del acápite 3.1.2.1 del Capítulo 3.

Conocidas las propiedades geométricas de los muros existentes en cada dirección de la planta, se calcula el área efectiva de muros y el área total de muros en cada dirección, como:

- Area Efectiva de Muros: corresponde a la suma de las áreas de los muros existentes en cada dirección de la planta corregidas por esbeltez, para ello se usa el factor “F1”.

- Area Total de los Muros: corresponde a la suma de las áreas de los muros existentes en cada dirección de la planta sin la corrección por esbeltez. Este valor será ocupado para el cálculo de los índices de Lourenco y Roque.

A partir del área efectiva de muros, se calculan los índices de densidad de muros por unidad de piso para cada una de las direcciones principales de la planta utilizando la ecuación 3.1.

### A.3 FICHA PARA CALCULAR LOS INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

La ficha a llenar se muestra en la figura A.3

**INDICES DE ROQUE Y LOURENCO**

**Datos del Conjunto Habitacional**

Código : \_\_\_\_\_  
 Nombre : \_\_\_\_\_  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
 Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
 Albañilería No Cumple Normas Chilenas :

Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh 433 Of 96)

**Parámetros Geométricos**

|        | Área de Muros   | Altura de Piso             | Área en Planta ( $A_p$ )                |
|--------|---|----------------------------|---|
| Piso 1 | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text"/> [ m ] | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ] |
|        | dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ] |                            |   |
| Piso 2 | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text"/> [ m ] | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ] |
|        | dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ] |                            |   |

**Peso Sísmico** Total Peso Sísmico  $W_s$  :  [ ton ]

| Piso 1            |                         |         | Piso 2            |                         |         |
|-------------------|-------------------------|---------|-------------------|-------------------------|---------|
| Item              | Unitario                | Total   | Item              | Unitario                | Total   |
| Techumbre         | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] | Techumbre         | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] |
| Muros             | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] | Muros             | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] |
| Losa e =          | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] | Losa e =          | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] |
| Terminaciones     | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] | Terminaciones     | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] |
| Sobrecarga        | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] | Sobrecarga        | [ kg / m <sup>2</sup> ] | [ ton ] |
| <b>Total Piso</b> |                         | [ ton ] | <b>Total Piso</b> |                         | [ ton ] |

**Demanda de Corte Basal** Total Demanda de Corte Basal  $F_B$  :  [ ton ]

Zona :  [ ] A<sub>0</sub> :  [ g ] β :  [ ]

**Resistencia al Corte**

| Parámetros | Dirección x          | Dirección y          | Unidad                   |
|------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| $c_0$      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| $t_k$      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| $F_{R1}$   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ ton ]                  |

**Valor de los Índices de Roque y Lourenco**

| Índice     |        | Dirección x          | Dirección y          | Unidad                   |
|------------|--------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| $\gamma_1$ | Piso 1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ % ]                    |
|            | Piso 2 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ % ]                    |
| $\gamma_2$ | Piso 1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| $\gamma_3$ | Piso 1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | [ ]                      |

Figura A.3 Ficha de datos para calcular los Índices de Lourenco y Roque de un edificio.

La ficha cuenta con información general en la cual se incluye además de la información de la ficha del Índice de Meli, la información siguiente:

- Refuerzo: En esta sección de la ficha se debe llenar la casilla correspondiente a la modalidad de refuerzo del edificio, la cual se establece considerando las limitaciones de diseño que establecen las normas chilenas actuales. Esta clasificación ha quedado establecida como resultado del análisis del contenido de la ficha de la “Clase de Vulnerabilidad”. A partir de esta clasificación se determina el valor “R” de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 3.

A continuación, la ficha contiene información de tipo geométrica de cada piso y de cada dirección de la planta. Esta información está en la ficha para calcular el “Índice de Meli” y corresponde a:

- Área de Muros: Es el área total de muros en cada dirección principal de la planta (ver ficha para calcular el índice de Meli)
- Altura de Piso. (ver ficha para calcular el índice de Meli).

El peso sísmico total del edificio se determina considerando los pesos unitarios de la Tabla 3.1 y se calcula usando los criterios de la práctica nacional. Las terminaciones y sobrecarga del Piso 2 se considera que participan en el peso sísmico del primer nivel.

La *Demanda de Corte Basal* ( $F_E$ ) se calcula a partir del peso sísmico usando la ecuación 3.6. El valor de  $\beta$  se calcula con la ecuación 3.7, para lo cual se indica en la ficha la *Zona Sísmica* donde se ubica el conjunto (*Zona*) y la *aceleración efectiva* ( $A_0$ ) correspondiente a la Zona según lo establecido en la norma NCh433 (INN, 1996).

La capacidad de *Resistencia al Corte Basal* del edificio en cada dirección de la planta ( $F_{Ri}$ ), se determina con la ecuación 3.5. Para los efectos de este cálculo, se debe incluir en la ficha el cálculo de:

- Tensión media de compresión sobre los muros del primer piso ( $\sigma_0$ ): Esta tensión se calcula como la carga gravitacional total dada por la suma de los pesos de la techumbre, los muros, la losa, las terminaciones y la sobrecarga, dividida por la suma de las áreas de muros del primer piso en ambas direcciones de la planta.

Con la información de la ficha, se calculan los índices de Lourenco y Roque utilizando las ecuaciones 3.2, 3.3 y 3.4.



## ANEXO B

### CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GALLEGOS

En este anexo se entregan las consideraciones usadas para obtener el Índice de Gallegos de los casos en estudio.

Debido a las condiciones particulares y comunes de las viviendas en estudio, es posible asignar a priori algunos valores de los parámetros que componen el índice, quedando otros sujetos al cálculo. El detalle de los criterios y consideraciones de cálculo usadas para determinar cada parámetro se describe a continuación:

#### B.1 Índice Básico de Calidad Estructural Sismorresistente

Este índice está dado por la expresión:

$$I_B = P \times E \times S \times C$$

Los términos de esta expresión corresponden a aquellos aspectos cualitativos determinantes en el comportamiento de un edificio como son los aspectos del diseño arquitectónico relacionados con la forma del edificio tanto en planta (P) como en elevación (E) y aquellos aspectos del diseño del sistema estructural relacionados con sus componentes (S) y configuración (C).

##### B.1.1 Índice de la Planta (P)

El valor de este índice está dado por el producto:

$$P = P_1 \times P_2 \times P_3$$

De acuerdo con las características de los conjuntos habitacionales estudiados, los valores de los términos  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , son los siguientes:

| Término | Valor            |
|---------|------------------|
| $P_1$   | 1                |
| $P_2$   | sujeto a cálculo |
| $P_3$   | 1                |

Los valores de la tabla se han establecido considerando:

$P_1$  : Simetría en Planta.

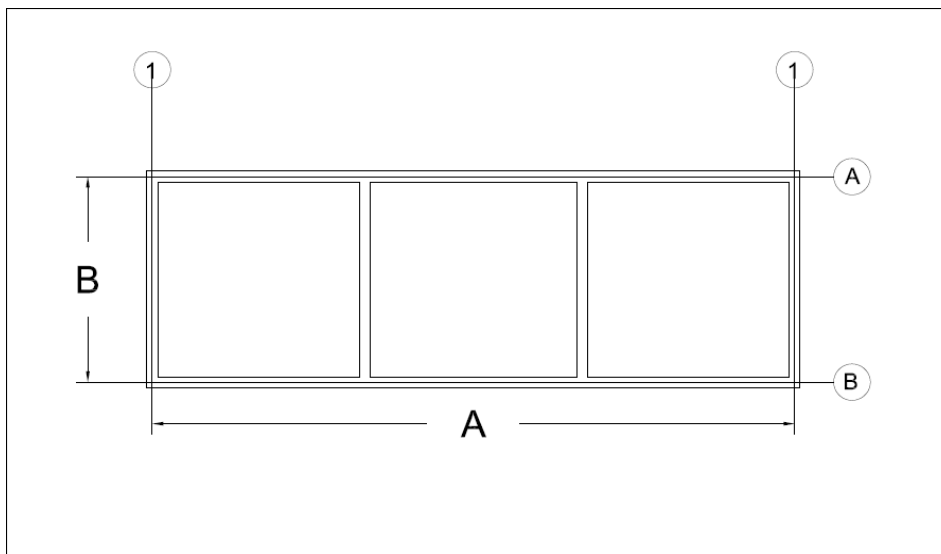
Dado que las viviendas en estudio tienen un solo cuerpo principal y éste es rectangular sin perforaciones ni apéndices en la planta, su valor en todos los casos es igual a 1.

P2 : Proporción.

Todos los casos en estudio poseen una planta rectangular, por lo que el cálculo de este término se reduce a la verificación siguiente:

| <u>Calificativo</u> | <u>Condición</u> |
|---------------------|------------------|
| Bueno               | $A/B \leq 3$     |
| Regular             | $3 < A/B \leq 5$ |
| Malo                | $5 < A/B$        |

Donde A y B corresponden a la longitud larga y corta, respectivamente, de la planta del edificio (vivienda o tren de viviendas), dimensiones que se muestran en la Figura B.1.



**Figura B.1** Indicación de factores “A” y “B”.

P3 : Continuidad.

Los edificios en estudio no poseen irregularidades en planta producto de ensanchamiento, estrangulaciones o perforaciones, y aquellas que poseen una perforación a nivel del piso del segundo piso para dar paso a la escala, esta perforación no supera en ningún caso el 15 % del área de la planta, valor exigido por Gallegos para calificar este término como “regular” o “malo”. Por lo tanto su valor corresponde a una calificación de “bueno”, es decir es igual a 1.

**B.1.2 Índice de la Elevación (E).**

El valor de este índice está dado por el producto:

$$E = E_1 \times E_2 \times E_3$$

De acuerdo con las características de los conjuntos habitacionales estudiados, los valores de los términos  $E_1$ ,  $E_2$  y  $E_3$ , son los siguientes:

| Término        | Valor            |
|----------------|------------------|
| E <sub>1</sub> | 1                |
| E <sub>2</sub> | sujeto a cálculo |
| E <sub>3</sub> | 1                |

Los valores de la tabla se han establecido considerando:

E<sub>1</sub> : Simetría en la Elevación.

Dado que los casos en estudio poseen un solo cuerpo sin estrangulaciones o apéndices en elevación, su valor es igual a 1.

E<sub>2</sub> : Proporción.

Todos los casos en estudio poseen una elevación rectangular, por lo que el cálculo de este término se reduce a la verificación siguiente:

| Calificativo | Condición            |
|--------------|----------------------|
| Bueno        | $B/H \geq 1/4$       |
| Regular      | $1/4 > B/H \geq 1/6$ |
| Malo         | $B/H < 1/6$          |

Donde B es la longitud mostrada en la Figura B.1 y H corresponde a la altura total de la estructura del edificio y corresponde a la suma de las alturas del primer y segundo piso.

E<sub>3</sub> : Continuidad.

La elevación de los casos en estudio posee sólo un cuerpo, sin estrangulaciones o recrecidos de los pisos, por lo que existe completa continuidad en elevación. Desde este punto vista, el valor de este término es igual a 1.

### ***B.1.3 Índice de Componentes del Sistema Estructural (S)***

El valor de este índice está dado por la ecuación:

$$S = S_1 \times [ R_C \times ( S_2 \times S_3 ) + R_m \times ( S_4 \times S_5 ) ]$$

De acuerdo con las características de los conjuntos habitacionales estudiados, los valores de los términos S<sub>1</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>m</sub>, S<sub>4</sub> y S<sub>5</sub>, son los siguientes:

| Término        | Valor                 |
|----------------|-----------------------|
| S <sub>1</sub> | sujeto a cálculo      |
| R <sub>C</sub> | 0                     |
| R <sub>m</sub> | 1                     |
| S <sub>4</sub> | sujeto a cálculo      |
| S <sub>5</sub> | sujeto a verificación |

Los valores de la tabla se establecen considerando:

$S_1$  : Densidad de Elementos Verticales

Para edificios de albañilería, como los casos en estudio, Gallegos propone las siguientes condiciones para calificar este término:

| <u>Calificativo</u> | <u>Condición</u>                  |
|---------------------|-----------------------------------|
| Bueno               | $Av / (Ap \cdot n) \geq 100$      |
| Regular             | $100 > Av / (Ap \cdot n) \geq 50$ |
| Malo                | $Av / (Ap \cdot n) < 50$          |

Donde “ $Av / (Ap \cdot n)$ ” corresponde al valor de la relación entre el área total de muros en una de las direcciones de la planta ( $cm^2$ ) y el producto del área en planta ( $m^2$ ) por el número de pisos ( $n$ ).

$R_C$  : Coeficiente de Columnas.

Dado que los casos en estudio están íntegramente estructurados con muros, y no existen marcos de hormigón armado, este factor es igual a cero. A su vez, por el mismo motivo es innecesario el cálculo de los términos “ $S_2$ ” (Continuidad de Pórticos) y “ $S_3$ ” (Relación Columnas – Vigas).

$R_m$  : Coeficiente de Muros

Este factor está dado por el cociente entre el área de muros y el área total de elementos verticales estructurales, dado que todos los casos en estudio están estructurados con muros, su valor es igual a 1.

$S_4$  : Continuidad de Muros.

Este es un término bastante importante en los edificios estudiados ya que muchos de ellos se caracterizan por la falta de continuidad de los muros del segundo piso en el primer piso, producto de la ubicación de las aberturas y del uso de los espacios interiores.

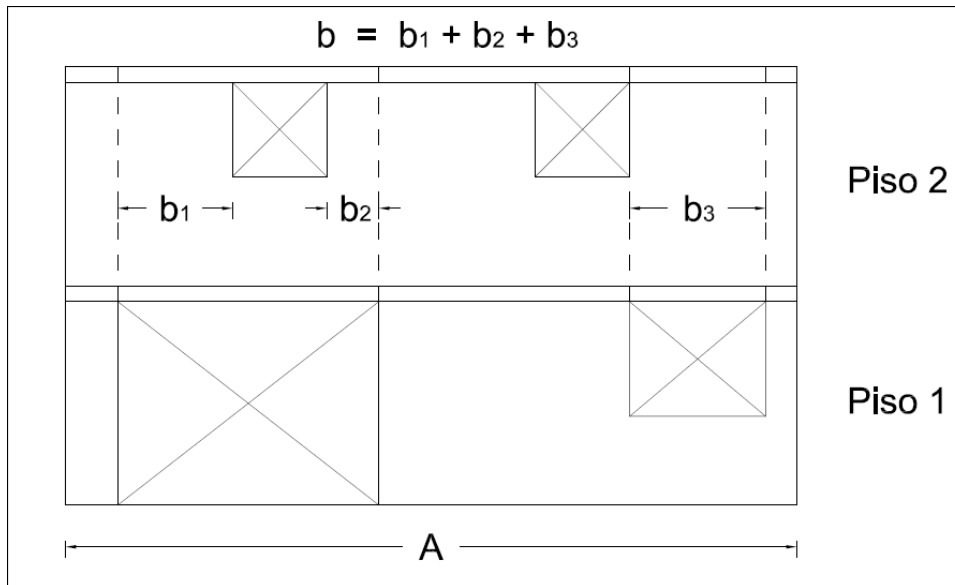
Para los efectos de calificar esta propiedad se consideran como buenas las configuraciones que lleven las cargas de la forma más directa a la fundación, por ende se castigan las aberturas de primer piso cuyos muros se desvían de posición en relación a los muros del segundo piso.

En la Figura B.2 se muestra la forma en que se obtiene el parámetro “b”, con el cual se califica esta propiedad. Para efectos de este Trabajo de Título se ha considerado la fachada más crítica para hacer esta calificación.

El criterio es el siguiente:

|  |              |
|--|--------------|
| % del área afectada<br>( b / A ) x 100 | Calificativo |
|--|--------------|

|               |         |
|---------------|---------|
| ≤ 15 %        | Buena   |
| > 15 y ≤ 25 % | Regular |
| > 25 %        | Mala    |



**Figura B.2** Indicación de cálculo del factor “b”

La línea punteada marca la condición de continuidad de los muros, tomando como referencia las aberturas del Piso 1. Teniendo en cuenta estas líneas punteadas se determinan los sumandos del término “b”, y ellos corresponden a todos los trazos de muros del Piso 2 que descargan sobre los vanos del Piso 1.

S<sub>5</sub> : Conexiones de Muros.

Para albañilería, Gallegos propone las siguientes condiciones.

| Calificativo | Tipo de Conexión   |
|--------------|--|
| Bueno        | Mediante las losas de los techos                                   |
| Regular      | Mediante vigas peraltadas corridas a lo largo de todos los muros   |
| Malo         | Mediante vigas peraltadas que no continúan a lo largo de los muros |

#### ***B.1.4 Índice de la Configuración Estructural (C)***

El valor de este índice está dado por la ecuación:

$$C = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4$$

De acuerdo con las características de los conjuntos habitacionales estudiados, los valores de los términos C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, son los siguientes:

| Término        | Valor            |
|----------------|------------------|
| C <sub>1</sub> | 1                |
| C <sub>2</sub> | sujeto a cálculo |
| C <sub>3</sub> | 1                |
| C <sub>4</sub> | 1 ó 0.9          |

Los valores de la tabla se establecen considerando:

C<sub>1</sub> : Simetría y Uniformidad Estructural.

El valor de este término es “1”, lo que corresponde a un calificativo de “Bueno”, ya que las estructuras en estudio cumplen las tres condiciones propuestas por Gallegos:

- Elementos resistentes simétricos o casi simétricos en relación a ambos ejes principales.
- Gran parte de los elementos resistentes están ubicados en el perímetro de la edificación.
- Tipo de estructuración similar en ambas direcciones.

C<sub>2</sub> : Distribución de Rigidez.

Gallegos propone calificar esta propiedad a partir de las condiciones siguientes:

- % de muros de largo mayor que el largo promedio

Para obtener esta relación se hace el análisis para cada dirección de la planta en forma separada, obteniendo en cada una de ellas el Largo promedio de muros (L<sub>m</sub> prom).

- Relación entre el largo de cada muro y la longitud promedio de muros

Considera los casos en que exista un muro de largo muy inferior o muy superior respecto al largo promedio. Cuando todos los muros estén en un rango cercano al largo promedio, la calificación será buena, y mientras exista algún muro que se salga de estos rangos, la calificación irá bajando.

Los valores y rangos límites para ambas condiciones son las siguientes;

| Calificativo | % Largo de Muros Mayor al promedio | Largo cada muro / Lm prom |
|--------------|------------------------------------|---------------------------|
| Bueno        | mayor que 50 %                     | de 0,7 a 1,4              |
| Regular      | entre 30 y 50 %                    | de 0,4 a 1,7              |
| Malo         | menor que 30 %                     | < 0,4 o >1,7              |

En todos los casos estudiados se tiene que en la dirección perpendicular a las fachadas de ingreso (Dirección Y), todos los muros son del mismo largo (muros

medianeros). Teniendo en cuenta esta propiedad de los conjuntos estudiados, ellos califican como “Bueno” en la dirección del eje “y”, luego la verificación de esta propiedad debe considerar sólo la dirección de las fachadas de ingreso a las viviendas (Dirección X).

En el caso de la Dirección X, se verifica primero la condición del % de muros mayor al promedio, de tener ésta un calificativo “Bueno” o “Regular”, se pasa a verificar la segunda condición, largo de cada muro respecto al promedio, la cual de tener un calificativo inferior, hará bajar la calificación del parámetro C<sub>2</sub>, pero si no, mandará el calificativo de la primera condición.

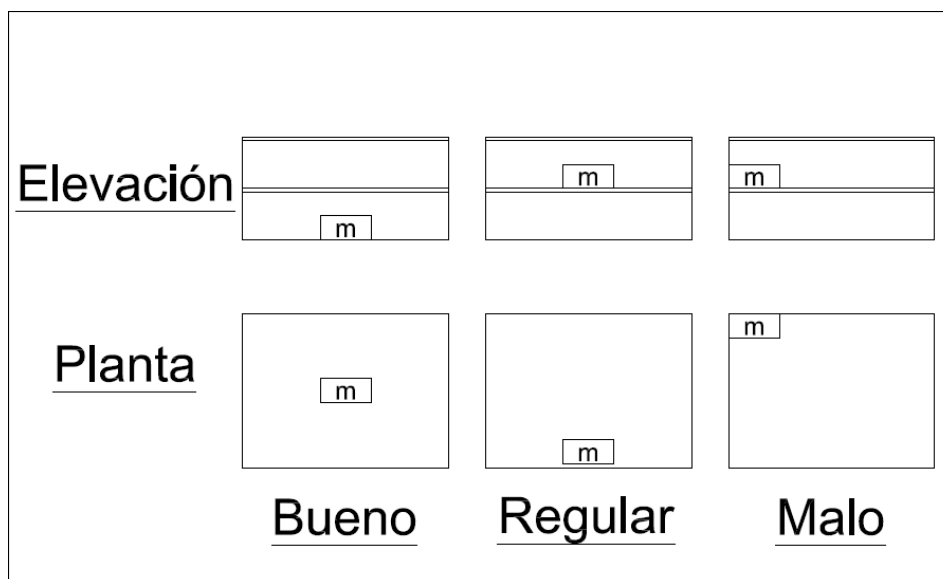
C<sub>3</sub> : Simetría de Masas.

Tiene relación con la distribución o disposición de pesos importantes en la planta y a lo alto de la estructura. La asignación del calificativo en cada caso dependerá de la información disponible que pudiera existir producto del uso que se le de al edificio.

En relación con estos aspectos, Gallegos propone el criterio indicado en la tabla para la obtención del calificativo siguiente:

|                    |                            |            |
|--------------------|----------------------------|------------|
| Ubicación de Masas | Condición de Simetría      |            |
|                    | Simétrico o Casi Simétrico | Asimétrico |
| 1/3 Inferior       | Bueno                      | Regular    |
| 1/3 Central        | Bueno                      | Malo       |
| 1/3 Superior       | Regular                    | Malo       |

Una ayuda gráfica de esta tabla se muestra en la Figura B.3, donde la masa “m” representa una carga importante sobre la estructura, ubicada en diferentes ubicaciones en planta y en elevación.



**Figura B.3** Indicación para la obtención del parámetro “C<sub>3</sub>”

Según la información disponible para este estudio, todos los conjuntos son utilizados como viviendas, por lo que es difícil la inserción en ellas de masas extra de una magnitud extraordinaria, como maquinarias o bibliotecas. El caso en que puede existir un peso extra, es aquel en que el propietario haya realizado autoconstrucción de un nuevo piso o habitación a su vivienda, sobre el proyecto original, lo que provocaría el efecto indeseado de una carga extra importante. Pero dado que este estudio se basa en el proyecto original de las viviendas, este factor se considerará siempre como igual a 1.0.

#### C<sub>4</sub> : Relación con Elementos No Estructurales.

Este término también se obtiene según la información disponible y el criterio propuesto por Gallegos, adjunto.

| Calificativo | Condiciones   |
|--------------|---|
| Bueno        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabiquería independiente de la estructura principal.</li> <li>- Las instalaciones eléctricas o sanitarias no afectan la estructura principal, al no estar empotradas o requerir de huecos de pase.</li> </ul>  |
| Regular      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabiquería adosada a la estructura principal de manera simétrica, sin originar efectos de concentración de esfuerzos (columnas cortas, etc.)</li> <li>- Instalaciones eléctricas y sanitarias empotradas en elementos estructurales pero sin afectar a las secciones resistentes o refuerzos.</li> </ul> |
| Malo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabiquería adosada a la estructura principal dispuesta asimétricamente.</li> <li>- Instalaciones empotradas en elementos estructurales principales sin consideraciones particulares o refuerzos.</li> </ul>  |

Teniendo en cuenta la rigidez de la estructura de los edificios estudiados (estructuración de muros) y la escasa cantidad de tabiquerías pesadas en el interior de las viviendas, se ha considerado que la calificación es buena y así el parámetro C<sub>4</sub> es igual a 1.0 (Calificación Buena). Sin embargo, en aquellos casos en que los planos muestren explícitamente una tabiquería pesada y adosada a la estructura principal, como puede ser el caso de tabiquerías de bloques de hormigón que clasifican en el Tipo B según la NCh 181 (INN, 1965), el parámetro C<sub>4</sub> tendrá un valor de 0.9 (Calificación Regular).

### B.2 Factor de Adecuación (F)

El valor de este factor está dado por la ecuación:

$$F = F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4$$

De acuerdo con las condiciones existentes en los conjuntos habitacionales estudiados, los valores de los términos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>4</sub>, son los siguientes:



| Término        | Condición             | Valor |
|----------------|-----------------------|-------|
| F <sub>1</sub> | sujeto a verificación | ¿?    |
| F <sub>2</sub> | 1                     | 1     |
| F <sub>3</sub> | 1                     | 1     |
| F <sub>4</sub> | 1                     | 1     |

F<sub>1</sub> : Suelo.

La condición para establecer el valor de este factor se determinará con la tabla adjunta.

| Condición | Descripción   |
|-----------|---|
| 1         | <u>Duro</u> : Roca, grava densa, grava arenosa densa.                             |
| 2         | <u>Medio</u> : Arena densa, suelo cohesivo duro o firme, sin presencia de agua.   |
| 3         | <u>Blando</u> : Arena suelta, suelos cohesivos medianos o blandos con o sin agua. |

Considerando el tipo de suelo donde se ubican los conjuntos habitacionales estudiados (Kort, 1968), las condiciones pueden ser del tipo 2 (Coluvio o aluvial antiguo) y 3 (aluvial reciente).

F<sub>2</sub> : Uso.

Todos los casos en estudio están destinados a la vivienda, por lo que la condición para éste factor es “1”, y su valor es 1.

F<sub>3</sub> : Altura.

Los casos en estudio tienen uno o dos pisos, por lo que caen en la descripción de “bajos”, según Gallegos, luego su condición es “1” y su valor es 1.

F<sub>4</sub> : Relación Suelo – Altura de Edificación.

Debido a la altura de la totalidad de los casos, este factor se reduciría a lo indicado en la tabla, pero como esto genera un contrasentido respecto al índice “F1”, este factor no se considerará, dejando su valor en “1” para todos los casos.

| Suelo  | Condición | Valor |
|--------|-----------|-------|
| Duro   | 3         | 1.0   |
| Medio  | 2         | 0.85  |
| Blando | 1         | 0.7   |

Obtenidos los factores de adecuación, el Índice de Calidad Estructural Sismorresistente se obtiene multiplicando el Índice Básico por el Factor de Adecuación.

Para determinar el valor de este índice se preparó una planilla de cálculo en la cual se entregan los valores individuales y totales de las cualidades que se cuantifican para cada edificio de la muestra. Detalle de esta planilla se muestra en la Figura B.4.

**INDICE DE GALLEGOS**

Datos del Conjunto Habitacional

Código :

Nombre :

Parámetros Generales (Ver Anexo B)

Nº de pisos

A  [m]

B  [m]

H  [m]

Area Planta  [m<sup>2</sup>]

Area Muros X  [m<sup>2</sup>]

b (X)  [m]

(b / A ) x100  [%]

L<sub>m</sub> prom ( X )  [m]

Tipo de Suelo  (Según descripción de Gallegos)

Area Muros Y  [m<sup>2</sup>]

b (Y)  [m]

(b / B ) x100  [%]

L<sub>m</sub> prom ( Y )  [m]

Términos del Índice

| <u>Índice de la Planta</u> P = <input type="text"/> |                      |                      |                      | <u>Índice de la Elevación</u> E = <input type="text"/> |                      |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Término   | A/B                  | Calificativo         | Valor                | Término  | B/H                  | Calificativo         | Valor                |
| P <sub>1</sub>                                      | -                    | Buena                | 1                    | E <sub>1</sub>   | -                    | Buena                | 1                    |
| P <sub>2</sub>                                      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | E <sub>2</sub>   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| P <sub>3</sub>                                      | -                    | Buena                | 1                    | E <sub>3</sub>   | -                    | Buena                | 1                    |

| <u>Índice de Componentes del Sistema Estructural</u> S = <input type="text"/> |                      |                      |                           |                      |                      | <u>Eje Y</u> S = <input type="text"/> |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Término   | A <sub>x</sub> / A   |                      | % afectado (b / A ) x 100 |                      | Calificativo         | Valor                                 | Calificativo         | Valor                |
|   | X                    | Y                    | X                         | Y                    |                      |                                       |                      |                      |
| S <sub>1</sub>  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | -                         | -                    | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| R <sub>m</sub>  | -                    | -                    | -                         | -                    | -                    | 1                                     | -                    | 1                    |
| S <sub>4</sub>  | -                    | -                    | <input type="text"/>      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| S <sub>5</sub>  | -                    | -                    | -                         | -                    | Buena                | 1                                     | Buena                | 1                    |

| <u>Índice de la Configuración Estructural</u> C = <input type="text"/> |                         |   |                                      |   |                      | <u>Eje Y</u> C = <input type="text"/> |              |       |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|----------------------|---------------------------------------|--------------|-------|
| Término  | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo         | Valor                                 | Calificativo | Valor |
|  | X                       | Y | X                                    | Y |                      |                                       |              |       |
| C <sub>1</sub>   | -                       | - | -                                    | - | Buena                | 1                                     | Buena        | 1     |
| C <sub>2</sub>   | <input type="text"/>    | - | <input type="text"/>                 | - | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | Buena        | 1     |
| C <sub>3</sub>   | -                       | - | -                                    | - | Buena                | 1                                     | Buena        | 1     |
| C <sub>4</sub>   | -                       | - | -                                    | - | Buena                | 1                                     | Buena        | 1     |

| <u>Factores de adecuación</u> F = <input type="text"/> |                      |                      |                      |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Término  | Suelo                | Condición            | Valor                |
| F <sub>1</sub>   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| F <sub>2</sub>   | -                    | 1                    | 1                    |
| F <sub>3</sub>   | -                    | 1                    | 1                    |
| F <sub>4</sub>   | -                    | 1                    | 1                    |

Valor del Índice de Gallegos

|   |       |                      |
|---|-------|----------------------|
|   | EJE X | EJE Y                |
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente I <sub>B</sub>      | -     | <input type="text"/> |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente I <sub>C</sub> | -     | <input type="text"/> |

Figura B.4 Ficha de datos para calcular el Índice de Gallegos.

Para el llenado de esta planilla se deben seguir las instrucciones siguientes;

Es necesario llenar sólo las casillas sombreadas, ya que el resto se obtiene a priori según las explicaciones de este Anexo B. El encabezado se llena con el Código y Nombre del Conjunto, tal como se explicó en el Anexo A.

- Parámetros Generales;

- i “A” y “B” corresponden a los indicados en la Figura B.1
- ii “H” corresponde a la altura total del edificio, explicada en B.1.2
- iii “Area Planta” corresponde al mismo valor presentado en la planilla del Índice de Meli.

Las dos columnas siguientes corresponden a parámetros generales separados para cada dirección de la planta, Eje “X” y Eje “Y” respectivamente.

- i “Area de Muros” corresponde al Area Total de Muros, calculada en la ficha del Índice de Meli ( Figura A.2)
- ii “b” corresponde al factor cuyo cálculo se explica en la Figura B.2
- iii “( b / A ) x 100” y “( b / B ) x 100” corresponde a la aplicación directa de dicha fórmula.
- iv “Lm prom” corresponde a la longitud promedio de muros del primer piso en cada dirección, la cual se puede calcular sacando el promedio desde la ficha del Índice de Meli (Figura A.2).
- v “Tipo de Suelo” corresponde a la clasificación de Duro, Medio o Blando, según Gallegos, la cual se obtiene de la información disponible para cada conjunto.

- Términos del Índice

Cada término del Índice, es decir, “P”, “E”, “S” y “C”, en ambas direcciones, se obtienen a partir de las ecuaciones descritas en los puntos respectivos de este Anexo.

Los términos “P” y “E” se obtienen siguiendo las relaciones descritas en los puntos B.1.1 y B.1.2 de este Anexo B.

Para el término “S” se deben calcular los parámetros “S<sub>1</sub>” y “S<sub>4</sub>”, para lo que se deben calcular los parámetros “Av/A” y “(b/A)x100”, en ambas direcciones, para luego obtener el calificativo, tal como lo indica el punto B.1.3 de este Anexo B.

El término “C” se debe calcular a partir del “Lm prom”, obtenido de los parámetros generales, y de los “Datos del Piso 1”, obtenidos de la ficha de cálculo del Índice de Meli (Figura A.2). Por lo tanto se deben llenar las casillas siguientes;

- i % > Lm prom; que corresponde al porcentaje de muros de longitud mayor a la longitud promedio, y
- ii Lm / Lm prom; es el valor más desfavorable de la relación entre el largo de cada muro y la longitud promedio de muros.

Luego de obtenidos ambos factores y llenadas las casillas, se debe ir a la tabla y asignar un calificativo, según lo explicado en B.1.4. Luego, dicho calificativo dará el valor del parámetro.

- Factores de Adecuación

Finalmente se debe llenar la casilla correspondiente al tipo de suelo, “F1”, la cual le entregará a este parámetro un calificativo según las condiciones mostradas en B.2.

El cálculo final del Índice Básico de Calidad Estructural Sismorresistente se realiza según la ecuación destacada en B.1. Luego el Índice de Gallegos para cada dirección se obtiene multiplicando el respectivo índice básico por el Factor de Adecuación ( F ).

## ANEXO C

### FICHAS COMPLETADAS PARA CADA CASO EN ESTUDIO

Este Anexo presenta el detalle de la obtención de la vulnerabilidad sísmico – estructural de los conjuntos habitacionales estudiados. Las fichas que se presentan para cada uno de los casos en estudio son;

- Clases de Vulnerabilidad.
- Índice de Meli
- Índices de Roque y Lourenco
- Índice de Gallegos

La lista de casos estudiados en este trabajo, para los cuales se presentan las cuatro fichas mencionadas, con su código y nombre, se muestran en la Tabla C.1.

**Tabla C.1: “Código y nombre de cada caso estudiado”**

| Código | Nombre   |
|--------|--|
| 110    | Villa Santa Ana, Tipo A  |
| 111    | Villa Santa Ana, Tipo B  |
| 112    | Villa Santa Ana, Tipo C  |
| 210    | Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1                               |
| 211    | Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2                               |
| 220    | Población Santiago Amengual  |
| 230a   | Villa Los Andes, Viviendas Pareadas                                |
| 230b   | Villa Los Andes, Trenes de 3 Viviendas                             |
| 230c   | Villa Los Andes, Trenes de 4 Viviendas                             |
| 230d   | Villa Los Andes, Trenes de 5 Viviendas                             |
| 230e   | Villa Los Andes, Trenes de 6 Viviendas                             |
| 240a   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 4 viviendas    |
| 240b   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 5 viviendas    |
| 240c   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 6 viviendas    |
| 240d   | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 8 viviendas    |
| 241    | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para ancianos  |
| 242    | Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas discapacitados |
| 250a   | Villa Ayquina, Viviendas Pareadas                                  |
| 250b   | Villa Ayquina, Trenes de viviendas                                 |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de Santander, 2007)

Código : 110  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo A

|   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|---|-----------------------|--|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td></td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td></td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 2001</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque 4,5 Mpa, sin hueco pasado</p> <p>Tipo de Mortero: 1:0,25:4 (Cemento:cal aérea:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 14 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada | X | Albañilería Confinada |  | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td></td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Total</td><td></td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        |    | X  |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Pilares en encuentros de muros</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>Pilares en bordes libres</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>Cadenas a nivel de piso</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>   |    | SI | NO | ¿? | Pilares en encuentros de muros         |  | X |  | Pilares en bordes libres    |   | X |  | Cadenas a nivel de piso   | X |  |  | <p>Refuerzos de aberturas</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Pilares</td><td></td></tr> <tr><td>Tensores</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Sin refuerzo</td><td></td></tr> </table> | Pilares |   | Tensores | X | Sin refuerzo |  |
|---|----|----|----|----|--|--|---|--|-----------------------------|---|---|--|---------------------------|---|--|--|--|---------|---|----------|---|--------------|--|
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en encuentros de muros  |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en bordes libres  |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas a nivel de piso   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Tensores  | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Sin refuerzo  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo en elementos de confinamiento</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pilares</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>    Cadenas</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Refuerzo en zonas críticas</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo en elementos de confinamiento |  |   |  | Pilares                     |   | X |  | Cadenas                   | X |  |  | Refuerzo en zonas críticas   |         | X |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en elementos de confinamiento  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en zonas críticas  |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo de armaduras distribuidas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura horizontal</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura vertical</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Diámetros de armaduras de borde</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo de armaduras distribuidas     |  |   |  | Cuantía armadura horizontal | X |   |  | Cuantía armadura vertical | X |  |  | Diámetros de armaduras de borde  | X       |   |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo de armaduras distribuidas  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura horizontal   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura vertical   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Diámetros de armaduras de borde   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Techumbre</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pesada</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Liviana</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Anclada a la estructura</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Techumbre                              |  |   |  | Pesada                      |   |   |  | Liviana                   | X |  |  | Anclada a la estructura  |         |   | X        |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Techumbre   |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pesada  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Liviana   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Anclada a la estructura   |    |    | X  |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |  |         |   |          |   |              |  |

### Resultado

**CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
|   |   | X |   |

**CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Albañilería Confinada |   |
| Albañilería Armada    | X |
| Albañilería Simple    |   |

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 110  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo A

Nº de Pisos : 1

Area en Planta :  
 ( Ap )      Piso 1 : 91,49 [ m<sup>2</sup> ]  
                   Piso 2 : n / a [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso :  
 Piso 1 : 2,39 [ m ]  
 Piso 2 : n / a [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 4        | 0,14    | 0,95  | 1,38  | 0,53   | 0,84 |
| A                                 | 1        | 0,14    | 0,2   | 1,38  | 0,03   | 0,04 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 2,25  | 1,38  | 0,63   | 1,00 |
| B                                 | 1        | 0,14    | 2,4   | 1,38  | 0,34   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,41 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,53 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 1        | 0,14    | 7,82  | 2,39  | 1,09   | 1,00 |
| 2                                 | 1        | 0,14    | 7,82  | 2,39  | 1,09   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,14    | 7,82  | 2,39  | 1,09   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 3,28 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 3,28 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 0,00 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 0,00 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |   |             |   |
|---------------|-------------|---|-------------|---|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | d <sub>n x1</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,54</span> [%]  | Dirección y | d <sub>n y1</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,59</span> [%]  |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | d <sub>n x2</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n / a</span> [%] | Dirección y | d <sub>n y2</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n / a</span> [%] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 110  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo A  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas :

Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|---|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="1,526"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="3,284"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,39"/> [ m ] | <input type="text" value="91,49"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                             | <input type="text"/> [ m ]              | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]               |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                           |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                  | Total            |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,6 [ton]         | Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 9,8 [ton]         | Muros             | 0 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>14,3 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0,0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,10"/> | <input type="text" value="0,10"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,47"/> | <input type="text" value="0,47"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="7,19"/> | <input type="text" value="15,48"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |              |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="1,67"/>  | <input type="text" value="3,59"/>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,106"/> | <input type="text" value="0,229"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,09"/>  | <input type="text" value="4,50"/>  | [ ]          |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 110  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo A

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                        | Area Muros X              | 1,53 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 3,28 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 11,7 [ m ]               | b ( X )                   | 0 [ m ]                                 | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 7,82 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                 | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,39 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,36 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 7,82 [ m ]              |
| Area Planta | 91,49 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,50 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 3,27 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del Sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 166,8  | 358,9 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 0,00                       | 0 | Bueno        | 1     |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 38                      | - | 1,76                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|   | EJE X  | EJE Y  |
|---|--|--|
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,81</span>   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,9</span>   |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,6885</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,765</span> |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

**Generalidades** (Datos de Santander, 2007)

Código : 111  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo B

|   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|---|-----------------------|--|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 2001</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque 4,5 Mpa, sin hueco pasado</p> <p>Tipo de Mortero: 1:0,25:4 (Cemento:cal aérea:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 14 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada | X | Albañilería Confinada |  | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

**Integridad Global**

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        |    | X  |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

**Integridad Local**

|  | SI | NO | ¿? |                        |          |
|--|----|----|----|------------------------|----------|
| Pilares en encuentros de muros         |    | X  |    | Refuerzos de aberturas |          |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |                        | Pilares  |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |                        | Tensores |
|  |    |    |    | Sin refuerzo           |          |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |                        |          |
| Pilares                                |    | X  |    |                        |          |
| Cadenas                                | X  |    |    |                        |          |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |                        |          |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |                        |          |
| Cuantía armadura horizontal            | X  |    |    |                        |          |
| Cuantía armadura vertical              | X  |    |    |                        |          |
| Diámetros de armaduras de borde        | X  |    |    |                        |          |
| Techumbre                              |    |    |    |                        |          |
| Pesada                                 |    |    |    |                        |          |
| Liviana                                | X  |    |    |                        |          |
| Anclada a la estructura                |    |    | X  |                        |          |

**Resultado**

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   |   | X |   |

|  |                       |   |
|--|-----------------------|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | Albañilería Confinada |   |
|  | Albañilería Armada    | X |
|  | Albañilería Simple    |   |

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 111  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo B

Nº de Pisos :

Area en Planta    Piso 1 :  [ m<sup>2</sup> ]  
 ( Ap )            Piso 2 :  [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso    Piso 1 :  [ m ]  
 Piso 2 :  [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 0,33  | 1,79  | 0,09   | 0,06 |
| A                                 | 1        | 0,14    | 2     | 2,39  | 0,28   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 0,73  | 1,39  | 0,20   | 0,49 |
| B                                 | 1        | 0,14    | 0,27  | 1,39  | 0,04   | 0,07 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,39 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 0,61 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 1        | 0,14    | 6,21  | 2,39  | 0,87   | 1,00 |
| 2                                 | 1        | 0,14    | 6,21  | 2,39  | 0,87   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,14    | 6,21  | 2,39  | 0,87   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 2,61 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,61 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 0,33  | 1,29  | 0,09   | 0,12 |
| A                                 | 1        | 0,14    | 4,2   | 2,29  | 0,59   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 0,73  | 1,29  | 0,20   | 0,57 |
| B                                 | 1        | 0,14    | 3,4   | 1,29  | 0,48   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,19 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,36 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 1        | 0,14    | 6,21  | 2,29  | 0,87   | 1,00 |
| 2                                 | 1        | 0,14    | 6,21  | 2,29  | 0,87   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,14    | 6,21  | 2,29  | 0,87   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 2,61 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,61 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |                     |                                       |             |                     |                                       |
|---------------|-------------|---------------------|---------------------------------------|-------------|---------------------|---------------------------------------|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | d <sub>n x1</sub> : | <input type="text" value="0,43"/> [%] | Dirección y | d <sub>n y1</sub> : | <input type="text" value="2,88"/> [%] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | d <sub>n x2</sub> : | <input type="text" value="2,63"/> [%] | Dirección y | d <sub>n y2</sub> : | <input type="text" value="5,75"/> [%] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 111  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo B  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas :

Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|---|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="0,615"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,608"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,39"/> [ m ] | <input type="text" value="45,33"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text" value="1,361"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,608"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,29"/> [ m ] | <input type="text" value="45,33"/> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,3 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 14,3 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 7,7 [ton]         |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 11,3 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,5 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,3 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>30,4 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>10,0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="1,05"/> | <input type="text" value="1,05"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,59"/> | <input type="text" value="0,59"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="3,60"/> | <input type="text" value="15,28"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |                          |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="1,36"/>  | <input type="text" value="5,75"/>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="3,00"/>  | <input type="text" value="5,75"/>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,015"/> | <input type="text" value="0,065"/> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,37"/>  | <input type="text" value="1,58"/>  | [ ]                      |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 111  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo B

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |              |                           |   |                           |             |
|-------------|--------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------|
| Nº de pisos | 2            | Area Muros X              | 0,61 [ m2 ]                             | Area Muros Y              | 2,61 [ m2 ] |
| A           | 7,3 [ m ]    | b ( X )                   | 3,13 [ m ]                              | b ( Y )                   | 0 [ m ]     |
| B           | 6,21 [ m ]   | ( b / A ) x100            | 42,88 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]     |
| H           | 4,48 [ m ]   | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 0,73 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 6,21 [ m ]  |
| Area Planta | 45,33 [ m2 ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |             |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,18 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,39 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del Sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,72  |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 67,8   | 287,7 | -                          | - | Regular      | 0,9   |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 42,88                      | 0 | Malo         | 0,8   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 50                      | - | 2,74                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | EJE X  | EJE Y   |
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,648</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1</span>    |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,5508</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,85</span> |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

**Generalidades** (Datos de Santander, 2007)

Código : 112  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo C

|  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|--|--------------------|--|--------------------|---|-----------------------|--|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="width: 30px;"></td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td></td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 2001</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque 4,5 Mpa, sin hueco pasado</p> <p>Tipo de Mortero: 1:0,25:4 (Cemento:cal aérea:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 14 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada | X | Albañilería Confinada |  | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="width: 30px;"></td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Total</td><td style="width: 30px;"></td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada   | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción   |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional   | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total  |                    |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial  | X                  |  |                    |   |                       |  |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

**Integridad Global**

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        |    | X  |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

**Integridad Local**

| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Pilares en encuentros de muros</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>Pilares en bordes libres</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>Cadenas a nivel de piso</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>   |    | SI | NO | ¿? | Pilares en encuentros de muros         |  | X |  | Pilares en bordes libres    |   | X |  | Cadenas a nivel de piso   | X |  |  | <p>Refuerzos de aberturas</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Pilares</td><td style="width: 30px;"></td></tr> <tr><td>Tensores</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Sin refuerzo</td><td></td></tr> </table> | Pilares |   | Tensores | X | Sin refuerzo |  |
|---|----|----|----|----|--|--|---|--|-----------------------------|---|---|--|---------------------------|---|--|--|---|---------|---|----------|---|--------------|--|
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en encuentros de muros  |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en bordes libres  |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas a nivel de piso   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Tensores  | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Sin refuerzo  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo en elementos de confinamiento</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pilares</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>    Cadenas</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Refuerzo en zonas críticas</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo en elementos de confinamiento |  |   |  | Pilares                     |   | X |  | Cadenas                   | X |  |  | Refuerzo en zonas críticas  |         | X |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en elementos de confinamiento  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en zonas críticas  |    | X  |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo de armaduras distribuidas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura horizontal</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura vertical</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Diámetros de armaduras de borde</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo de armaduras distribuidas     |  |   |  | Cuantía armadura horizontal | X |   |  | Cuantía armadura vertical | X |  |  | Diámetros de armaduras de borde   | X       |   |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo de armaduras distribuidas  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura horizontal   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura vertical   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Diámetros de armaduras de borde   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Techumbre</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pesada</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Liviana</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Anclada a la estructura</td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Techumbre                              |  |   |  | Pesada                      |   |   |  | Liviana                   | X |  |  | Anclada a la estructura   |         |   | X        |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Techumbre   |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Pesada  |    |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Liviana   | X  |    |    |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |
| Anclada a la estructura   |    |    | X  |    |  |  |   |  |                             |   |   |  |                           |   |  |  |   |         |   |          |   |              |  |

**Resultado**

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   |   | X |   |

|  |                       |   |
|--|-----------------------|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | Albañilería Confinada |   |
|  | Albañilería Armada    | X |
|  | Albañilería Simple    |   |

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 112  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo C

Nº de Pisos : 2

Area en Planta      Piso 1 : 38,49 [ m<sup>2</sup> ]  
 ( Ap )              Piso 2 : 38,49 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso      Piso 1 : 2,39 [ m ]  
 Piso 2 : 2,29 [ m ]

#### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 0,33  | 2,39  | 0,09   | 0,03 |
| A                                 | 1        | 0,14    | 1,8   | 2,39  | 0,25   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 0,73  | 2,39  | 0,20   | 0,17 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 0,75  | 1,19  | 0,21   | 0,70 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,44 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 0,76 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 1        | 0,14    | 6,01  | 2,39  | 0,84   | 1,00 |
| 2                                 | 1        | 0,14    | 6,01  | 2,39  | 0,84   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,14    | 6,01  | 2,39  | 0,84   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 2,53 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,53 |

#### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 0,93  | 1,49  | 0,26   | 0,69 |
| A                                 | 1        | 0,14    | 1,8   | 1,49  | 0,25   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 1,13  | 1,49  | 0,32   | 1,00 |
| B                                 | 1        | 0,14    | 1,4   | 1,49  | 0,20   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,94 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,02 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 1        | 0,14    | 6,01  | 2,29  | 0,84   | 1,00 |
| 2                                 | 1        | 0,14    | 6,01  | 2,29  | 0,84   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,14    | 6,01  | 2,29  | 0,84   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 2,53 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,53 |

#### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |  |             |  |
|---------------|-------------|--|-------------|--|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | d <sub>n x1</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,57</span> [ % ] | Dirección y | d <sub>n y1</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,28</span> [ % ] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | d <sub>n x2</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,45</span> [ % ] | Dirección y | d <sub>n y2</sub> : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6,56</span> [ % ] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 112  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo C  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas :

Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|---|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="0,759"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,526"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,39"/> [ m ] | <input type="text" value="38,49"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text" value="1,025"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,526"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,29"/> [ m ] | <input type="text" value="38,49"/> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total            |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 1,9 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 13,6 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 6,9 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 9,6 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,1 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 1,9 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>27,2 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>8,8 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,90"/> | <input type="text" value="0,90"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,57"/> | <input type="text" value="0,57"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="4,31"/> | <input type="text" value="14,33"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |              |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="1,97"/>  | <input type="text" value="6,56"/>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="2,66"/>  | <input type="text" value="6,56"/>  | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,021"/> | <input type="text" value="0,070"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,50"/>  | <input type="text" value="1,66"/>  | [ ]          |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 112  
 Nombre : Villa Santa Ana, Tipo C

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 0,76 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 2,53 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 6,4 [ m ]                | b ( X )                   | 1,2 [ m ]                               | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 6,01 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 18,75 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,68 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 0,77 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 6,01 [ m ]              |
| Area Planta | 38,49 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,06 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,29 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,81  |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 98,6   | 328,1 | -                          | - | Regular      | 0,9   |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 18,75                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,8   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 15                      | - | 2,33                                 | - | Malo         | 0,8   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | EJE X  | EJE Y   |
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,648</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1</span>    |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,5508</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,85</span> |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de Kort, 1968)

Código : 210  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1961</p> <p>Tipo de Unidad: Bloques huecos Clase A</p> <p>Tipo de Mortero: De 413 [ kg cem / m3 ]. Sin cal.</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             |    | X  |    |
| Piso - muro                             |    | X  |    |
| Techumbre - muro                        |    | X  |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido |    | X  |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |   |
|--|----|----|----|---|
| Pilares en encuentros de muros         |    | X  |    | Refuerzos de aberturas<br>Pilares<br>Tensores<br>Sin refuerzo |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |   |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |   |
| Refuerzo en elementos de confinamiento | SI | NO | ¿? |   |
| Pilares                                |    | X  |    |   |
| Cadenas                                | X  |    |    |   |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |   |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     | SI | NO | ¿? |   |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |   |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |   |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |   |
| Techumbre                              | SI | NO | ¿? |   |
| Pesada                                 | X  |    |    |   |
| Liviana                                |    |    |    |   |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |   |

### Resultado

|  |  |   |   |   |                       |  |                    |  |                    |   |
|--|--|---|---|---|-----------------------|--|--------------------|--|--------------------|---|
|  | A  | B | C | D |                       |  |                    |  |                    |   |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b>  |  | X |   |   |                       |  |                    |  |                    |   |
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> |   |   |   | Albañilería Confinada |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Simple | X |
| Albañilería Confinada                            |  |   |   |   |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Armada                               |  |   |   |   |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Simple                               | X  |   |   |   |                       |  |                    |  |                    |   |

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 210  
Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1

Nº de Pisos :   
 Area en Planta    Piso 1 :  [ m<sup>2</sup>]  
                           (Ap)    Piso 2 :  [ m<sup>2</sup>]  
 Altura de Piso    Piso 1 :  [ m]  
                           Piso 2 :  [ m]

#### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 0,925 | 1,06  | 0,28               | 1,00 |
| A   | 1        | 0,15    | 1,85  | 2,3   | 0,28               | 1,00 |
| B   | 1        | 0,15    | 5,5   | 2,3   | 0,83               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 1,38 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 1,38 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 1        | 0,15    | 2,28  | 2,3   | 0,34               | 1,00 |
| 1   | 1        | 0,15    | 0,55  | 2,3   | 0,08               | 0,10 |
| 1   | 1        | 0,15    | 1,60  | 1,1   | 0,24               | 1,00 |
| 1   | 1        | 0,15    | 0,68  | 1,1   | 0,10               | 0,67 |
| 2   | 1        | 0,15    | 7,70  | 2,3   | 1,16               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 2,28  | 2,3   | 0,34               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 0,55  | 2,3   | 0,08               | 0,10 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,6   | 1,1   | 0,24               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 0,68  | 1,1   | 0,10               | 0,68 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,47 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,69 |

#### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

#### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |             |   |   |             |             |   |   |
|---------------|-------------|-------------|---|---|-------------|-------------|---|---|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | $d_{n\ x1}$ | : | <input style="width: 50px; border: 1px solid black;" type="text" value="3,26"/> [%] | Dirección y | $d_{n\ y1}$ | : | <input style="width: 50px; border: 1px solid black;" type="text" value="5,84"/> [%] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | $d_{n\ x2}$ | : | <input style="width: 50px; border: 1px solid black;" type="text" value="n/a"/> [%]  | Dirección y | $d_{n\ y2}$ | : | <input style="width: 50px; border: 1px solid black;" type="text" value="n/a"/> [%]  |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 210  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>  | <i>Altura de Piso</i>                  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|---|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="1,38"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,687"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ] | <input type="text" value="42,35"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                            | <input type="text"/> [ m ]             | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]               |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                    | <i>Piso 2</i>     |                           |                |
|-------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|----------------|
| Item              | Unitario                     | Total              | Item              | Unitario                  | Total          |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,118 [ton]        | Techumbre         | [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 0 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 7,95 [ton]         | Muros             | [ kg / m <sup>3</sup> ]   | 0 [ton]        |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0 [ton]        |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            | Terminaciones     | [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            | Sobrecarga        | [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>10,07 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                        | Dirección y                         | Unidad                   |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,052"/> | <input type="text" value="0,052"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,466"/> | <input type="text" value="0,466"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="6,434"/> | <input type="text" value="12,526"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               |        | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad       |
|----------------------|--------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1 | <input type="text" value="3,259"/> | <input type="text" value="6,344"/> | [ % ]        |
|                      | Piso 2 | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1 | <input type="text" value="0,137"/> | <input type="text" value="0,267"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1 | <input type="text" value="1,775"/> | <input type="text" value="3,456"/> | [ ]          |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 210  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 1

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |  |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                        | Area Muros X              | 1,38 [ m <sup>2</sup> ]                  | Area Muros Y              | 2,69 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 7,7 [ m ]                | b ( X )                   | 0 [ m ]                                  | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,5 [ m ]                | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                  | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,3 [ m ]                | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 2,30 [ m ]                               | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 1,99 [ m ]              |
| Area Planta | 42,35 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Blando ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |     |       |   |
|----------------|-----|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -   | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,4 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -   | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 2,39 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |   |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|---|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |   | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y | X                          | Y |              |       |

|                |       |       |      |   |         |     |
|----------------|-------|-------|------|---|---------|-----|
| S <sub>1</sub> | 325,9 | 634,5 | -    | - | Bueno   | 1   |
| R <sub>m</sub> | -     | -     | -    | - | -       | 1   |
| S <sub>4</sub> | -     | -     | 0,00 | 0 | Bueno   | 1   |
| S <sub>5</sub> | -     | -     | -    | - | Regular | 0,9 |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,72  |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |

|                |    |    |      |      |         |     |
|----------------|----|----|------|------|---------|-----|
| C <sub>1</sub> | -  | -  | -    | -    | Bueno   | 1   |
| C <sub>2</sub> | 25 | 33 | 2,39 | 3,87 | Malo    | 0,8 |
| C <sub>3</sub> | -  | -  | -    | -    | Bueno   | 1   |
| C <sub>4</sub> | -  | -  | -    | -    | Regular | 0,9 |

| Eje Y        | C =   | 0,72 |
|--------------|-------|------|
| Calificativo | Valor |      |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| Malo    | 0,8 |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,7 |
|------------------------|-------|-----------|-------|-----|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |     |

|                |        |   |     |
|----------------|--------|---|-----|
| F <sub>1</sub> | Blando | 3 | 0,7 |
| F <sub>2</sub> | -      | 1 | 1   |
| F <sub>3</sub> | -      | 1 | 1   |
| F <sub>4</sub> | -      | 1 | 1   |

### Valor del Índice de Gallegos

**Índice Básico de Calidad Sismorresistente**

$$I_B = 0,648$$

EJE X

EJE Y

0,648

**Índice de Calidad Estructural Sismorresistente**

$$I_G = 0,4536$$

0,4536

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de Kort, 1968)

Código : 211  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1961</p> <p>Tipo de Unidad: Bloques huecos Clase A</p> <p>Tipo de Mortero: De 413 [ kg cem / m3 ]. Sin cal.</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             |    | X  |    |
| Piso - muro                             |    | X  |    |
| Techumbre - muro                        |    | X  |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido |    | X  |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |   |
|--|----|----|----|---|
| Pilares en encuentros de muros         |    | X  |    | Refuerzos de aberturas<br>Pilares<br>Tensores<br>Sin refuerzo |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |   |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |   |
| Refuerzo en elementos de confinamiento | SI | NO | ¿? |   |
| Pilares                                |    | X  |    |   |
| Cadenas                                | X  |    |    |   |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |   |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     | SI | NO | ¿? |   |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |   |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |   |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |   |
| Techumbre                              | SI | NO | ¿? |   |
| Pesada                                 | X  |    |    |   |
| Liviana                                |    |    |    |   |
| Anclada a la estructura                |    |    | X  |   |

### Resultado

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   | X |   |   |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <p>Albañilería Confinada</p> <p>Albañilería Armada</p> <p>Albañilería Simple</p>   |  |  |   |
|  | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> |  |  | X |
|  |  |  |  |   |
|  |  |  |  |   |
| X  |  |  |  |   |

**INDICE DE MELI**

**Datos del Conjunto Habitacional**

Código : 211  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2

Nº de Pisos :

Area en Planta :  
 ( Ap )      Piso 1 :  [ m<sup>2</sup> ]  
                   Piso 2 :  [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso :  
 Piso 1 :  [ m ]  
 Piso 2 :  [ m ]

**Datos Piso 1**

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 1,175 | 1,1   | 0,35               | 1,00 |
| A   | 1        | 0,15    | 2,25  | 2,3   | 0,34               | 1,00 |
| B   | 2        | 0,15    | 1,65  | 2,3   | 0,50               | 0,91 |
| B   | 1        | 0,15    | 1,55  | 2,3   | 0,23               | 0,80 |
| C   | 2        | 0,15    | 1,125 | 2,3   | 0,34               | 0,42 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 1,47 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 1,76 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 1        | 0,15    | 1,98  | 2,3   | 0,30               | 1,00 |
| 1   | 1        | 0,15    | 1,60  | 2,3   | 0,24               | 0,86 |
| 1   | 1        | 0,15    | 0,78  | 2,3   | 0,12               | 0,20 |
| 2   | 1        | 0,15    | 7,45  | 2,3   | 1,12               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,98  | 2,3   | 0,30               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,60  | 2,3   | 0,24               | 0,86 |
| 3   | 1        | 0,15    | 0,78  | 2,3   | 0,12               | 0,20 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,17 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,42 |

**Datos Piso 2**

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

**Valores del Índice de Densidad de Muros**

**Piso 1**      Dirección x       $d_{n \ x1}$  :  [ % ]

                  Dirección y       $d_{n \ y1}$  :  [ % ]

**Piso 2**      Dirección x       $d_{n \ x2}$  :  [ % ]

                  Dirección y       $d_{n \ y2}$  :  [ % ]

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 211  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="1,755"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,423"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ] | <input type="text" value="47,68"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                             | <input type="text"/> [ m ]             | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]               |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                    |  | <i>Piso 2</i>     |                           |                |  |
|-------------------|------------------------------|--------------------|--|-------------------|---------------------------|----------------|--|
| Item              | Unitario                     | Total              |  | Item              | Unitario                  | Total          |  |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,384 [ton]        |  | Techumbre         | [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 0 [ton]        |  |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 8,168 [ton]        |  | Muros             | [ kg / m <sup>3</sup> ]   | 0 [ton]        |  |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            |  | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0 [ton]        |  |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            |  | Terminaciones     | [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 0 [ton]        |  |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            |  | Sobrecarga        | [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 0 [ton]        |  |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>10,55 [ton]</b> |  | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0 [ton]</b> |  |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,057"/> | <input type="text" value="0,057"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,467"/> | <input type="text" value="0,467"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="8,19"/>  | <input type="text" value="11,31"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               |        | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad       |
|----------------------|--------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1 | <input type="text" value="3,681"/> | <input type="text" value="5,082"/> | [ % ]        |
|                      | Piso 2 | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1 | <input type="text" value="0,166"/> | <input type="text" value="0,230"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1 | <input type="text" value="2,157"/> | <input type="text" value="2,978"/> | [ ]          |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 211  
 Nombre : Población Rafael Sotomayor, Cuerpo 2

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |  |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                        | Area Muros X              | 1,76 [ m <sup>2</sup> ]                  | Area Muros Y              | 2,42 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 7,45 [ m ]               | b ( X )                   | 0 [ m ]                                  | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 6,4 [ m ]                | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                  | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,3 [ m ]                | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,46 [ m ]                               | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 2,31 [ m ]              |
| Area Planta | 47,68 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Blando ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,16 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 2,78 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 368,1  | 508,2 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 0,00                       | 0 | Bueno        | 1     |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |    |                                      |      | C =          | 0,81  |
|--|-------------------------|----|--------------------------------------|------|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |    | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |      | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y  | X                                    | Y    |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -    | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 50                      | 14 | 1,54                                 | 3,22 | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -    | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -    | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | C =   | 0,72 |
|--------------|-------|------|
| Calificativo | Valor |      |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| Malo    | 0,8 |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,7 |
|------------------------|-------|-----------|-------|-----|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |     |

|                |        |   |     |
|----------------|--------|---|-----|
| F <sub>1</sub> | Blando | 3 | 0,7 |
| F <sub>2</sub> | -      | 1 | 1   |
| F <sub>3</sub> | -      | 1 | 1   |
| F <sub>4</sub> | -      | 1 | 1   |

### Valor del Índice de Gallegos

|   | EJE X  | EJE Y   |
|---|--|---|
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,729</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,648</span>  |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,5103</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,4536</span> |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de Kort, 1968)

Código : 220  
 Nombre : Población Santiago Amengual

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción <u>1962</u><br/>             Tipo de Unidad <u>Bloque no cumple con Clase A</u><br/>             Tipo de Mortero <u>1:1:4 ( Cemento cal hidráulica:arena )</u><br/>             Espesor de los muros <u>15 cm</u></p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        |    | X  |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros         | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                |    |    | X  |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |
| Techumbre                              |    |    |    |
| Pesada                                 |    |    |    |
| Liviana                                | X  |    |    |
| Anclada a la estructura                |    |    | X  |

Refuerzos de aberturas

|              |   |
|--------------|---|
| Pilares      |   |
| Tensores     |   |
| Sin refuerzo | X |

### Resultado

|   |   |     |   |   |
|---|---|-----|---|---|
|   | A | B   | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   | (x) | X |   |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <p>Albañilería Confinada</p> <p>Albañilería Armada</p> <p>Albañilería Simple</p>   |  |  |   |
|  | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> |  |  | X |
|  |  |  |  |   |
|  |  |  |  |   |
| X  |  |  |  |   |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 220  
Nombre : Población Santiago Amengual

Nº de Pisos : 2

Area en Planta (Ap)    Piso 1 : 52,07 [ m<sup>2</sup> ]  
  Piso 2 : 52,07 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso      Piso 1 : 2,3 [ m ]  
  Piso 2 : 2,35 [ m ]

#### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 0,6   | 2,3   | 0,18               | 0,12 |
| A   | 1        | 0,15    | 2,7   | 2,3   | 0,41               | 1,00 |
| B   | 2        | 0,15    | 0,45  | 2,3   | 0,14               | 0,07 |
| B   | 2        | 0,15    | 0,6   | 0,8   | 0,18               | 1,00 |
| B   | 1        | 0,15    | 0,9   | 0,8   | 0,14               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,75 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 1,04 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 1        | 0,15    | 6,35  | 2,3   | 0,95               | 1,00 |
| 2   | 1        | 0,15    | 6,35  | 2,3   | 0,95               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 6,35  | 2,3   | 0,95               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,86 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,86 |

#### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 1,4   | 1,4   | 0,42               | 1,00 |
| A   | 1        | 0,15    | 2,8   | 2,35  | 0,42               | 1,00 |
| B   | 2        | 0,15    | 0,8   | 1,45  | 0,24               | 0,54 |
| B   | 2        | 0,15    | 0,9   | 1,45  | 0,27               | 0,68 |
| B   | 1        | 0,15    | 1,6   | 1,45  | 0,24               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 1,39 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 1,59 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 1        | 0,15    | 2,45  | 2,35  | 0,37               | 1,00 |
| 1   | 1        | 0,15    | 0,25  | 1,4   | 0,04               | 0,06 |
| 1   | 1        | 0,15    | 2,10  | 2,35  | 0,32               | 1,00 |
| 2   | 1        | 0,15    | 6,35  | 2,35  | 0,95               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 2,45  | 2,35  | 0,37               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 0,25  | 1,4   | 0,04               | 0,06 |
| 3   | 1        | 0,15    | 2,10  | 2,35  | 0,32               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,32 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,39 |

#### Valores del Indice de Densidad de Muros

**Piso 1**      Dirección x       $d_{n \ x1}$  : 0,72 [ % ]

  Dirección y       $d_{n \ y1}$  : 2,74 [ % ]

**Piso 2**      Dirección x       $d_{n \ x2}$  : 2,68 [ % ]

  Dirección y       $d_{n \ y2}$  : 4,46 [ % ]

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

|          |  |   |                      |   |
|----------|--|---|----------------------|---|
| Código   | : 220  |   | Nº Pisos             | 2 |
| Nombre   | : Población Santiago Amengual                |   | R                    | 2 |
| Refuerzo | : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93    |   | (según NCh433 Of 96) |   |
|          | : Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 |   |                      |   |
|          | : Albañilería No Cumple Normas Chilenas      | 1 |                      |   |

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>   |
|---------------|--|--|--|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,035</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,858</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3</span> [ m ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">52,07</span> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,59</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,393</span> [ m <sup>2</sup> ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,35</span> [ m ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">52,07</span> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** : 44,61 [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                    | <i>Piso 2</i>     |                              |                    |
|-------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|--------------------|
| Item              | Unitario                     | Total              | Item              | Unitario                     | Total              |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,604 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 15,56 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 7,955 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 13,02 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,864 [ton]        | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,604 [ton]        | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0 [ton]            |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>34,05 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>10,56 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** : 16,06 [ ton ]

Zona : 3 [ ]      Ao : 0,4 [ g ]      β : 0,36 [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x | Dirección y | Unidad                   |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | 0,95        | 0,95        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | 0,57        | 0,57        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | 5,94        | 16,40       | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y  | Unidad       |                          |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <b>1,988</b> | <b>5,488</b> | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <b>3,054</b> | <b>4,595</b> | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <b>0,023</b> | <b>0,064</b> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <b>0,370</b> | <b>1,021</b> | [ ]                      |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 220  
 Nombre : Población Santiago Amengual

### Parámetros Generales ( Ver Anexo C )

|             |                          |                           |  |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 1,04 [ m <sup>2</sup> ]                  | Area Muros Y              | 2,86 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 8,2 [ m ]                | b ( X )                   | 4 [ m ]                                  | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 6,35 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 48,78 [ % ]                              | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,65 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 0,86 [ m ]                               | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 6,35 [ m ]              |
| Area Planta | 52,07 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Blando ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,29 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,37 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,72  |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 99,4   | 274,4 | -                          | - | Regular      | 0,9   |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 48,78                      | 0 | Malo         | 0,8   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,72  |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 25                      | - | 3,13                                 | - | Malo         | 0,8   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | C =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,7 |
|------------------------|-------|-----------|-------|-----|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |     |

|                |        |   |     |
|----------------|--------|---|-----|
| F <sub>1</sub> | Blando | 3 | 0,7 |
| F <sub>2</sub> | -      | 1 | 1   |
| F <sub>3</sub> | -      | 1 | 1   |
| F <sub>4</sub> | -      | 1 | 1   |

### Valor del Índice de Gallegos

|  |                  | EJE X   | EJE Y |
|--|------------------|---------|-------|
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente      | I <sub>B</sub> = | 0,5184  | 0,9   |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente | I <sub>G</sub> = | 0,36288 | 0,63  |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 230a  
 Nombre : Villa Los Andes, Viviendas pareadas

|  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|--|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1989</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque hueco</p> <p>Tipo de Mortero: 1:4 (Cemento:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |                        |          |
|--|----|----|----|------------------------|----------|
| Pilares en encuentros de muros         | X  |    |    | Refuerzos de aberturas |          |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |                        | Pilares  |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |                        | Tensores |
|  |    |    |    | Sin refuerzo           |          |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |                        |          |
| Pilares                                | X  |    |    |                        |          |
| Cadenas                                | X  |    |    |                        |          |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |                        |          |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |                        |          |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |                        |          |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |                        |          |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |                        |          |
| Techumbre                              |    |    |    |                        |          |
| Pesada                                 |    |    |    |                        |          |
| Liviana                                | X  |    |    |                        |          |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |                        |          |

### Resultado

|   |   |     |   |   |
|---|---|-----|---|---|
|   | A | B   | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   | (x) | X |   |

|  |  |                       |  |                    |  |                    |   |
|--|--|-----------------------|--|--------------------|--|--------------------|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Albañilería Confinada |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Simple | X |
| Albañilería Confinada                            |  |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Armada                               |  |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Simple                               | X  |                       |  |                    |  |                    |   |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230a  
 Nombre : Villa Los Andes, Viviendas pareadas

Nº de Pisos : 2

Area en Planta :  
 ( Ap ) Piso 1 : 36,47 [ m<sup>2</sup> ]  
 Piso 2 : 36,47 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso :  
 Piso 1 : 2,3 [ m ]  
 Piso 2 : 1,84 [ m ]

#### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,3   | 0,29   | 0,94 |
| 3                                 | 1        | 0,15    | 1,65  | 2,3   | 0,25   | 0,91 |
| 3                                 | 1        | 0,15    | 2,1   | 2,3   | 0,32   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,15    | 1,65  | 2,3   | 0,25   | 0,91 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,03 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,10 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56   | 1,00 |
| B                                 | 1        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 0,78   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 2,34 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,34 |

#### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29   | 1,00 |
| 1                                 | 1        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 0,29   | 1,00 |
| 3                                 | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 0,29   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,14 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,14 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56   | 1,00 |
| B                                 | 1        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 0,78   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 2,34 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,34 |

#### Valores del Índice de Densidad de Muros

**Piso 1** Dirección x  $d_{n\ x1}$  : 1,42 [ % ]

Dirección y  $d_{n\ y1}$  : 3,21 [ % ]

**Piso 2** Dirección x  $d_{n\ x2}$  : 3,13 [ % ]

Dirección y  $d_{n\ y2}$  : 6,43 [ % ]

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230a  
 Nombre : Villa Los Andes, Viviendas pareadas  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|---|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="1,095"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,345"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ]  | <input type="text" value="36,47"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text" value="1,14"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,345"/> [ m <sup>2</sup> ]  | <input type="text" value="1,84"/> [ m ] | <input type="text" value="36,47"/> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total            |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 1,8 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 12,2 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 5,4 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 9,1 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 1,8 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>25,1 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>7,3 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,75"/> | <input type="text" value="0,75"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,55"/> | <input type="text" value="0,55"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="6,02"/> | <input type="text" value="12,88"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |                          |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="3,00"/>  | <input type="text" value="6,43"/>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="3,13"/>  | <input type="text" value="6,43"/>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,034"/> | <input type="text" value="0,072"/> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,52"/>  | <input type="text" value="1,10"/>  | [ ]                      |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230a  
 Nombre : Villa Los Andes, Viviendas pareadas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 1,10 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 2,35 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 7 [ m ]                  | b ( X )                   | 1,6 [ m ]                               | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,21 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,86 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,46 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,21 [ m ]              |
| Area Planta | 36,47 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,34 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,26 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 150,1  | 321,5 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,86                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 1     |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 60                      | - | 0,65                                 | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) ( Se analizará el caso de suelo blando )

### Valor del Índice de Gallegos

|  |                | EJE X                | EJE Y           |
|--|----------------|----------------------|-----------------|
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente      | I <sub>B</sub> | = 0,9                | 1               |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente | I <sub>G</sub> | = 0,765<br>( 0,630 ) | 0,85<br>( 0,7 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

**Generalidades** (Datos de UCN, 2008a)

Código : 230b  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas

|  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|--|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1989</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque hueco</p> <p>Tipo de Mortero: 1:4 (Cemento:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

|                                | SI | NO | ¿? |
|--------------------------------|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres       |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso        | X  |    |    |

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                | X  |    |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |

|                                    | SI | NO | ¿? |
|------------------------------------|----|----|----|
| Refuerzo de armaduras distribuidas |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal        |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical          |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde    |    | X  |    |

|                         | SI | NO | ¿? |
|-------------------------|----|----|----|
| Techumbre               |    |    |    |
| Pesada                  |    |    |    |
| Liviana                 | X  |    |    |
| Anclada a la estructura | X  |    |    |

|                        |  |  |  |   |
|------------------------|--|--|--|---|
|                        |  |  |  |   |
| Refuerzos de aberturas |  |  |  |   |
| Pilares                |  |  |  |   |
| Tensores               |  |  |  |   |
| Sin refuerzo           |  |  |  | X |

### Resultado

**CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA**

|   |     |   |   |
|---|-----|---|---|
| A | B   | C | D |
|   | (x) | X |   |

**CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Albañilería Confinada |   |
| Albañilería Armada    |   |
| Albañilería Simple    | X |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230b  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas

Nº de Pisos : 2

Area en Planta :  
 ( Ap )      Piso 1 : 54,71 [ m<sup>2</sup> ]  
                   Piso 2 : 54,71 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso :  
 Piso 1 : 2,3 [ m ]  
 Piso 2 : 1,84 [ m ]

#### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 3        | 0,15    | 0,95  | 1,3   | 0,43   | 0,94 |
| 3                                 | 1        | 0,15    | 1,65  | 2,3   | 0,25   | 0,91 |
| 3                                 | 2        | 0,15    | 2,7   | 2,3   | 0,81   | 1,00 |
| 3                                 | 1        | 0,15    | 1,05  | 2,3   | 0,16   | 0,37 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,50 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,64 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 3,13 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 3,13 |

#### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29   | 1,00 |
| 1                                 | 2        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 0,57   | 1,00 |
| 3                                 | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29   | 1,00 |
| 3                                 | 2        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 0,57   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,71 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 1,71 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 3,13 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 3,13 |

#### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |             |  |             |             |  |
|---------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|--|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | $d_{n\ x1}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,37</span> [%] | Dirección y | $d_{n\ y1}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,86</span> [%] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | $d_{n\ x2}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,13</span> [%] | Dirección y | $d_{n\ y2}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5,71</span> [%] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

|          |  |                      |   |
|----------|--|----------------------|---|
| Código   | : 230b                                       |                      |   |
| Nombre   | : Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas     | Nº Pisos             | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span> |
| Refuerzo | : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93    | R                    | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span> |
|          | : Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 | (según NCh433 Of 96) |   |
|          | : Albañilería No Cumple Normas Chilenas      |                      | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> |

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>   |
|---------------|--|--|--|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,643</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,126</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3</span> [ m ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">54,71</span> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,71</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,126</span> [ m <sup>2</sup> ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,84</span> [ m ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">54,71</span> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** : 46,6 [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,7 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 16,9 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 7,6 [ton]         |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 13,7 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 3,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,7 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>36,3 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>10,3 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** : 16,78 [ ton ]

Zona : 3 [ ]      Ao : 0,4 [ g ]      β : 0,36 [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x | Dirección y | Unidad                   |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | 0,78        | 0,78        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | 0,55        | 0,55        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | 9,10        | 17,31       | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               |        | Dirección x  | Dirección y  | Unidad                   |
|----------------------|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1 | <b>3,00</b>  | <b>5,71</b>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2 | <b>3,13</b>  | <b>5,71</b>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1 | <b>0,035</b> | <b>0,067</b> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1 | <b>0,54</b>  | <b>1,03</b>  | [ ]                      |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230b  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 1,64 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 3,13 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 10,5 [ m ]               | b ( X )                   | 2,4 [ m ]                               | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,21 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,86 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,56 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,21 [ m ]              |
| Area Planta | 54,71 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 2,02 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,26 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 150,1  | 285,7 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,86                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 43                      | - | 1,73                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) ( Se analizará el caso de suelo blando )

### Valor del Índice de Gallegos

|  |                  | EJE X               | EJE Y           |
|--|------------------|---------------------|-----------------|
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente      | I <sub>B</sub> = | 0,81                | 1               |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente | I <sub>G</sub> = | 0,6885<br>( 0,567 ) | 0,85<br>( 0,7 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

**Generalidades** (Datos de UCN, 2008a)

Código : 230c  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 4 viviendas

|  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|--|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1989</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque hueco</p> <p>Tipo de Mortero: 1:4 (Cemento:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

**Integridad Global**

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

**Integridad Local**

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros         | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                | X  |    |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |
| Techumbre                              |    |    |    |
| Pesada                                 |    |    |    |
| Liviana                                | X  |    |    |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |

Refuerzos de aberturas

|              |   |
|--------------|---|
| Pilares      |   |
| Tensores     |   |
| Sin refuerzo | X |

**Resultado**

|   |   |     |   |   |
|---|---|-----|---|---|
|   | A | B   | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   | (x) | X |   |

|  |  |
|--|--|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <p>Albañilería Confinada</p> <p>Albañilería Armada</p> <p>Albañilería Simple</p> |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
|  |   |
|  |   |
|  | X |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres



## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230c  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 4 viviendas  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>  | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|---|---|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="2,19"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="3,908"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ]  | <input type="text" value="72,94"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text" value="2,28"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="3,908"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="1,84"/> [ m ] | <input type="text" value="72,94"/> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 3,6 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 21,6 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 9,7 [ton]         |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 18,2 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 3,6 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>47,5 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>13,3 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,80"/>  | <input type="text" value="0,80"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,56"/>  | <input type="text" value="0,56"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="12,18"/> | <input type="text" value="21,73"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |                          |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="3,00"/>  | <input type="text" value="5,36"/>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="3,13"/>  | <input type="text" value="5,36"/>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,036"/> | <input type="text" value="0,064"/> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,56"/>  | <input type="text" value="0,99"/>  | [ ]                      |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230c  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 3 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 2,19 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 3,91 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 14 [ m ]                 | b ( X )                   | 3,2 [ m ]                               | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,21 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,86 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,62 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,21 [ m ]              |
| Area Planta | 72,94 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 2,69 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,26 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 150,1  | 267,9 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,86                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 44                      | - | 0,59                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) ( Se analizará el caso de suelo blando )

### Valor del Índice de Gallegos

|  |                  | EJE X               | EJE Y           |
|--|------------------|---------------------|-----------------|
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente      | I <sub>B</sub> = | 0,81                | 1               |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente | I <sub>G</sub> = | 0,6885<br>( 0,567 ) | 0,85<br>( 0,7 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 230d  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 5 viviendas

|  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|--|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1989</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque hueco</p> <p>Tipo de Mortero: 1:4 (Cemento:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros         | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                | X  |    |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |
| Techumbre                              |    |    |    |
| Pesada                                 |    |    |    |
| Liviana                                | X  |    |    |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |

Refuerzos de aberturas

|              |   |
|--------------|---|
| Pilares      |   |
| Tensores     |   |
| Sin refuerzo | X |

### Resultado

|   |   |     |   |   |
|---|---|-----|---|---|
|   | A | B   | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   | (x) | X |   |

|  |  |                       |  |                    |  |                    |   |
|--|--|-----------------------|--|--------------------|--|--------------------|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Albañilería Confinada |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Simple | X |
| Albañilería Confinada                            |  |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Armada                               |  |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Simple                               | X  |                       |  |                    |  |                    |   |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230d  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 5 viviendas

Nº de Pisos : 2

Area en Planta  
 ( Ap )      Piso 1 : 91,18 [ m<sup>2</sup> ]  
                   Piso 2 : 91,18 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso      Piso 1 : 2,3 [ m ]  
                           Piso 2 : 1,84 [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 5        | 0,15    | 0,95  | 1,3   | 0,71               | 0,94 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,65  | 2,3   | 0,25               | 0,91 |
| 3   | 4        | 0,15    | 2,7   | 2,3   | 1,62               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,05  | 2,3   | 0,16               | 0,37 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,58 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,74 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56               | 1,00 |
| B   | 4        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 3,13               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 4,69 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 4,69 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29               | 1,00 |
| 1   | 4        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 1,14               | 1,00 |
| 3   | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29               | 1,00 |
| 3   | 4        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 1,14               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,85 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,85 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56               | 1,00 |
| B   | 4        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 3,13               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 4,69 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 4,69 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

**Piso 1**      Dirección x       $d_{n\ x1}$  : 1,41 [ % ]

Dirección y       $d_{n\ y1}$  : 2,57 [ % ]

**Piso 2**      Dirección x       $d_{n\ x2}$  : 3,13 [ % ]

Dirección y       $d_{n\ y2}$  : 5,14 [ % ]

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230d  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 5 viviendas  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|---|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="2,738"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="4,689"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ]  | <input type="text" value="91,18"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text" value="2,85"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="4,689"/> [ m <sup>2</sup> ]  | <input type="text" value="1,84"/> [ m ] | <input type="text" value="91,18"/> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,6 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 26,3 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 11,8 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 22,8 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 5,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,6 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>58,7 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>16,3 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,81"/>  | <input type="text" value="0,81"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,56"/>  | <input type="text" value="0,56"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="15,27"/> | <input type="text" value="26,15"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |                          |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="3,00"/>  | <input type="text" value="5,14"/>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="3,13"/>  | <input type="text" value="5,14"/>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,036"/> | <input type="text" value="0,062"/> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,57"/>  | <input type="text" value="0,97"/>  | [ ]                      |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230d  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 5 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 2,74 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 4,69 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 17,5 [ m ]               | b ( X )                   | 4 [ m ]                                 | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,21 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,86 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,66 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,21 [ m ]              |
| Area Planta | 91,18 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 0,9 |
|---------------------|-----|--------------|-------|-----|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |     |

|                |      |         |     |
|----------------|------|---------|-----|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno   | 1   |
| P <sub>2</sub> | 3,36 | Regular | 0,9 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno   | 1   |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,26 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 150,1  | 257,1 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,86                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 36                      | - | 0,57                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) ( Se analizará el caso de suelo blando )

### Valor del Índice de Gallegos

|   |                      | EJE X                  | EJE Y             |
|---|----------------------|------------------------|-------------------|
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> | = 0,729                | 0,9               |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> | = 0,61965<br>( 0,510 ) | 0,765<br>( 0,63 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 230e  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 6 viviendas

|  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|--|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1989</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque hueco</p> <p>Tipo de Mortero: 1:4 (Cemento:arena)</p> <p>Espesor de los muros: 15 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |                        |          |
|--|----|----|----|------------------------|----------|
| Pilares en encuentros de muros         | X  |    |    | Refuerzos de aberturas |          |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |                        | Pilares  |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |                        | Tensores |
|  |    |    |    | Sin refuerzo           |          |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |                        |          |
| Pilares                                | X  |    |    |                        |          |
| Cadenas                                | X  |    |    |                        |          |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |                        |          |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |                        |          |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |                        |          |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |                        |          |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |                        |          |
| Techumbre                              |    |    |    |                        |          |
| Pesada                                 |    |    |    |                        |          |
| Liviana                                | X  |    |    |                        |          |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |                        |          |

### Resultado

**CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA**

|   |     |   |   |
|---|-----|---|---|
| A | B   | C | D |
|   | (x) | X |   |

**CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Albañilería Confinada |   |
| Albañilería Armada    |   |
| Albañilería Simple    | X |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230e  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 6 viviendas

Nº de Pisos : 2

Area en Planta      Piso 1 : 109,4 [ m<sup>2</sup> ]  
 ( Ap )              Piso 2 : 109,4 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso      Piso 1 : 2,3 [ m ]  
 Piso 2 : 1,84 [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 6        | 0,15    | 0,95  | 1,3   | 0,86               | 0,94 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,65  | 2,3   | 0,25               | 0,91 |
| 3   | 5        | 0,15    | 2,7   | 2,3   | 2,03               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,15    | 1,05  | 2,3   | 0,16               | 0,37 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 3,12 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 3,29 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56               | 1,00 |
| B   | 5        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 3,91               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 5,47 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 5,47 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29               | 1,00 |
| 1   | 5        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 1,43               | 1,00 |
| 3   | 2        | 0,15    | 0,95  | 1,01  | 0,29               | 1,00 |
| 3   | 5        | 0,15    | 1,9   | 1,01  | 1,43               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 3,42 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 3,42 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 1,56               | 1,00 |
| B   | 5        | 0,15    | 5,21  | 1,84  | 3,91               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 5,47 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 5,47 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |               |  |             |               |  |
|---------------|-------------|---------------|--|-------------|---------------|--|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | $d_{n\ x1}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,42</span> [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y1}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,50</span> [ % ] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | $d_{n\ x2}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,13</span> [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y2}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5,00</span> [ % ] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230e  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 6 viviendas  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                   | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                           |
|---------------|--|---|--|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="3,285"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="5,471"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ]  | <input type="text" value="109,41"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text" value="3,42"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="5,471"/> [ m <sup>2</sup> ]  | <input type="text" value="1,84"/> [ m ] | <input type="text" value="109,41"/> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 5,5 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 31,0 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 13,9 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 27,4 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 6,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 5,5 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>69,9 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>19,4 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,82"/>  | <input type="text" value="0,82"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,56"/>  | <input type="text" value="0,56"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="18,36"/> | <input type="text" value="30,57"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |                          |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="3,00"/>  | <input type="text" value="5,00"/>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="3,13"/>  | <input type="text" value="5,00"/>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,037"/> | <input type="text" value="0,061"/> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,57"/>  | <input type="text" value="0,95"/>  | [ ]                      |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 230e  
 Nombre : Villa Los Andes, Trenes de 6 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 3,29 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 5,47 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 21 [ m ]                 | b ( X )                   | 4,8 [ m ]                               | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,21 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,86 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,69 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,21 [ m ]              |
| Area Planta | 109,4 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 0,9 |
|---------------------|-----|--------------|-------|-----|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |     |

|                |      |         |     |
|----------------|------|---------|-----|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno   | 1   |
| P <sub>2</sub> | 4,03 | Regular | 0,9 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno   | 1   |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,26 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 150,1  | 250,0 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,86                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 38                      | - | 0,56                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) (Se analizará el caso de suelo blando)

### Valor del Índice de Gallegos

|   |                      |  |   |
|---|----------------------|--|---|
|   |                      | EJE X  | EJE Y   |
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> | = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,729</span>                | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,9</span>               |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> | = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,61965</span><br>( 0,510 ) | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,765</span><br>( 0,63 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 240a  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 4 viviendas

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1994</p> <p>Tipo de Unidad: Bloque Clase A</p> <p>Tipo de Mortero: Sin referencia</p> <p>Espesor de los muros: 14 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Pilares en encuentros de muros</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pilares en bordes libres</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>Cadenas a nivel de piso</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>   |    | SI | NO | ¿? | Pilares en encuentros de muros         | X |  |  | Pilares en bordes libres    |   | X |  | Cadenas a nivel de piso   | X |   |  | <p>Refuerzos de aberturas</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Pilares</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Tensoros</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Sin refuerzo</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> | Pilares |   | Tensoros | X | Sin refuerzo |  |
|---|----|----|----|----|--|---|--|--|-----------------------------|---|---|--|---------------------------|---|---|--|--|---------|---|----------|---|--------------|--|
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en encuentros de muros  | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en bordes libres  |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas a nivel de piso   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Tensoros  | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Sin refuerzo  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo en elementos de confinamiento</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pilares</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cadenas</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Refuerzo en zonas críticas</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo en elementos de confinamiento |   |  |  | Pilares                     | X |   |  | Cadenas                   | X |   |  | Refuerzo en zonas críticas   |         | X |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en elementos de confinamiento  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en zonas críticas  |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo de armaduras distribuidas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura horizontal</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura vertical</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>    Diámetros de armaduras de borde</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> </tbody> </table> |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo de armaduras distribuidas     |   |  |  | Cuantía armadura horizontal |   | X |  | Cuantía armadura vertical |   | X |  | Diámetros de armaduras de borde  |         | X |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo de armaduras distribuidas  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura horizontal   |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura vertical   |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Diámetros de armaduras de borde   |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Techumbre</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pesada</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Liviana</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Anclada a la estructura</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Techumbre                              |   |  |  | Pesada                      |   |   |  | Liviana                   | X |   |  | Anclada a la estructura  | X       |   |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Techumbre   |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pesada  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Liviana   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Anclada a la estructura   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |

### Resultado

**CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA**

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
|   | X |   |   |

**CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Albañilería Confinada |   |
| Albañilería Armada    |   |
| Albañilería Simple    | X |



## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

|          |   |   |                      |   |
|----------|---|---|----------------------|---|
| Código   | : 240a  |   | Nº Pisos             | 2 |
| Nombre   | : Villa Padre Hurtado 1994, Trenes de 4 viviendas |   | R                    | 2 |
| Refuerzo | : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93         |   | (según NCh433 Of 96) |   |
|          | : Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97      |   |                      |   |
|          | : Albañilería No Cumple Normas Chilenas           | 1 |                      |   |

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>   |
|---------------|--|--|--|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,29</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,61</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3</span> [ m ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">78,43</span> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,78</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,61</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,84</span> [ m ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">78,43</span> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** : 63,3 [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 3,9 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 21,5 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 10,0 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 19,6 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,3 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 3,9 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>49,4 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>13,9 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** : 22,79 [ ton ]

Zona : 3 [ ]      Ao : 0,4 [ g ]      β : 0,36 [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x | Dirección y | Unidad                   |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | 0,88        | 0,88        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | 0,57        | 0,57        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | 12,95       | 20,42       | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice         |        | Dirección x | Dirección y | Unidad       |
|----------------|--------|-------------|-------------|--------------|
| γ <sub>1</sub> | Piso 1 | 2,92        | 4,61        | [ % ]        |
|                | Piso 2 | 3,55        | 4,61        | [ % ]        |
| γ <sub>2</sub> | Piso 1 | 0,036       | 0,057       | [ m2 / ton ] |
| γ <sub>3</sub> | Piso 1 | 0,57        | 0,90        | [ ]          |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 240a  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 4 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 2,29 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 3,61 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 15,2 [ m ]               | b ( X )                   | 3,48 [ m ]                              | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,16 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,89 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,17 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,16 [ m ]              |
| Area Planta | 78,43 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 2,95 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,25 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 146,0  | 230,3 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,89                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 43                      | - | 0,74                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) (Se analizará el caso de suelo blando)

### Valor del Índice de Gallegos

|  |                | EJE X                 | EJE Y           |
|--|----------------|-----------------------|-----------------|
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente      | I <sub>B</sub> | = 0,81                | 1               |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente | I <sub>G</sub> | = 0,6885<br>( 0,567 ) | 0,85<br>( 0,7 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

**Generalidades** (Datos de UCN, 2008a)

Código : 240b  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 5 viviendas

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1994<br/>             Tipo de Unidad: Bloque Clase A<br/>             Tipo de Mortero: Sin referencia<br/>             Espesor de los muros: 14 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

**Integridad Global**

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

**Integridad Local**

|                                | SI | NO | ¿? |
|--------------------------------|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres       |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso        | X  |    |    |

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                | X  |    |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |

|                                    | SI | NO | ¿? |
|------------------------------------|----|----|----|
| Refuerzo de armaduras distribuidas |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal        |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical          |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde    |    | X  |    |

|                         | SI | NO | ¿? |
|-------------------------|----|----|----|
| Techumbre               |    |    |    |
| Pesada                  |    |    |    |
| Liviana                 | X  |    |    |
| Anclada a la estructura | X  |    |    |

|                        |  |  |  |   |
|------------------------|--|--|--|---|
|                        |  |  |  |   |
| Refuerzos de aberturas |  |  |  |   |
| Pilares                |  |  |  |   |
| Tensores               |  |  |  | X |
| Sin refuerzo           |  |  |  |   |

**Resultado**

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | A | B | C | D |
| CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA |   | X |   |   |

|   |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE | Albañilería Confinada |   |
|   | Albañilería Armada    |   |
|   | Albañilería Simple    | X |



## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

|          |   |   |                      |   |
|----------|---|---|----------------------|---|
| Código   | : 240b  |   | Nº Pisos             | 2 |
| Nombre   | : Villa Padre Hurtado 1994, Trenes de 5 viviendas |   | R                    | 2 |
| Refuerzo | : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93         |   | (según NCh433 Of 96) |   |
|          | : Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97      |   |                      |   |
|          | : Albañilería No Cumple Normas Chilenas           | 1 |                      |   |

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>  | <i>Altura de Piso</i>  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>   |
|---------------|---|--|--|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,863</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,33</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3</span> [ m ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">98,04</span> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,48</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,33</span> [ m <sup>2</sup> ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,84</span> [ m ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">98,04</span> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** : 78,2 [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,9 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 26,3 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 12,2 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 24,5 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 5,4 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,9 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>61,1 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>17,1 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** : 28,16 [ ton ]

Zona : 3 [ ]      Ao : 0,4 [ g ]      β : 0,36 [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x | Dirección y | Unidad                   |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | 0,89        | 0,89        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | 0,57        | 0,57        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | 16,23       | 24,57       | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               |        | Dirección x  | Dirección y  | Unidad                   |
|----------------------|--------|--------------|--------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1 | <b>2,92</b>  | <b>4,42</b>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2 | <b>3,55</b>  | <b>4,42</b>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1 | <b>0,037</b> | <b>0,055</b> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1 | <b>0,58</b>  | <b>0,87</b>  | [ ]                      |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 240b  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 5 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 2,86 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 4,33 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 19 [ m ]                 | b ( X )                   | 4,35 [ m ]                              | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,16 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,89 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,20 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,16 [ m ]              |
| Area Planta | 98,04 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 0,9 |
|---------------------|-----|--------------|-------|-----|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |     |

|                |      |         |     |
|----------------|------|---------|-----|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno   | 1   |
| P <sub>2</sub> | 3,68 | Regular | 0,9 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno   | 1   |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,25 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 146,0  | 221,1 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,89                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 47                      | - | 0,66                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) (Se analizará el caso de suelo blando)

### Valor del Índice de Gallegos

|   |                      |                        |                   |
|---|----------------------|------------------------|-------------------|
|   |                      | EJE X                  | EJE Y             |
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> | = 0,729                | 0,9               |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> | = 0,61965<br>( 0,510 ) | 0,765<br>( 0,63 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

**Generalidades** (Datos de UCN, 2008a)

Código : 240c  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 6 viviendas

|  |   |
|--|---|
| Estructura Resistente<br>Albañilería Simple <input type="checkbox"/><br>Albañilería Armada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Confinada <input checked="" type="checkbox"/> | Ejecución de la Construcción<br>Autoconstrucción <input type="checkbox"/><br>Asesoría Profesional <input checked="" type="checkbox"/> |
| Año de la Construcción <u>1994</u><br>Tipo de Unidad <u>Bloque Clase A</u><br>Tipo de Mortero <u>Sin referencia</u><br>Espesor de los muros <u>14 cm</u>                         | Relleno de los huecos<br>Total <input type="checkbox"/><br>Parcial <input checked="" type="checkbox"/>                                |

**Integridad Global**

|   | SI                                  | NO                       | ¿?                       |
|---|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Amarre entre elementos                  |                                     |                          |                          |
| Entre muros                             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Piso - muro                             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Techumbre - muro                        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vigas o cadenas de amarre               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pilares en encuentros de fachadas       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**Integridad Local**

|  | SI                                  | NO                                  | ¿?                       |   |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|
| Pilares en encuentros de muros         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | Refuerzos de aberturas<br>Pilares <input type="checkbox"/><br>Tensores <input checked="" type="checkbox"/><br>Sin refuerzo <input type="checkbox"/> |
| Pilares en bordes libres               | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Cadenas a nivel de piso                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |   |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |                                     |                                     |                          |   |
| Pilares                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |   |
| Cadenas                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |   |
| Refuerzo en zonas críticas             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |                                     |                                     |                          |   |
| Cuantía armadura horizontal            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Cuantía armadura vertical              | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Diámetros de armaduras de borde        | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |
| Techumbre                              |                                     |                                     |                          |   |
| Pesada                                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |   |
| Liviana                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |   |
| Anclada a la estructura                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |   |

**Resultado**

|   |  |                          |                          |   |   |                          |                                     |                          |                          |
|---|--|--------------------------|--------------------------|---|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">A</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">C</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> | A                        | B                        | C | D | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| A   | B  | C                        | D                        |   |   |                          |                                     |                          |                          |
| <input type="checkbox"/>                        | <input checked="" type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |   |                          |                                     |                          |                          |

|  |   |
|--|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | Albañilería Confinada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Armada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Simple <input checked="" type="checkbox"/> |
|--|---|



## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

|          |   |   |                      |   |
|----------|---|---|----------------------|---|
| Código   | : 240c  |   | Nº Pisos             | 2 |
| Nombre   | : Villa Padre Hurtado 1994, Trenes de 6 viviendas |   | R                    | 2 |
| Refuerzo | : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93         |   | (según NCh433 Of 96) |   |
|          | : Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97      |   |                      |   |
|          | : Albañilería No Cumple Normas Chilenas           | 1 |                      |   |

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>  |
|---------------|--|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,44</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5,06</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3</span> [ m ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">117,65</span> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,17</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5,06</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,84</span> [ m ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">117,65</span> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** : 93,1 [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 5,9 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 31,0 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 14,4 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 29,4 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 6,5 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 5,9 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>72,8 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>20,3 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** : 33,53 [ ton ]

Zona : 3 [ ]      Ao : 0,4 [ g ]      β : 0,36 [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x | Dirección y | Unidad                   |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | 0,90        | 0,90        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | 0,57        | 0,57        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | 19,52       | 28,73       | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y  | Unidad       |                          |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <b>2,92</b>  | <b>4,30</b>  | [ % ]                    |
|                      | Piso 2      | <b>3,55</b>  | <b>4,30</b>  | [ % ]                    |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <b>0,037</b> | <b>0,054</b> | [ m <sup>2</sup> / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <b>0,58</b>  | <b>0,86</b>  | [ ]                      |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 240c  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 6 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 3,44 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 5,06 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 22,8 [ m ]               | b ( X )                   | 5,22 [ m ]                              | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,16 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,89 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,23 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,16 [ m ]              |
| Area Planta | 117,6 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 0,9 |
|---------------------|-----|--------------|-------|-----|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |     |

|                |      |         |     |
|----------------|------|---------|-----|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno   | 1   |
| P <sub>2</sub> | 4,42 | Regular | 0,9 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno   | 1   |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,25 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 146,0  | 214,9 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,89                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 50                      | - | 0,64                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) (Se analizará el caso de suelo blando)

### Valor del Índice de Gallegos

|   |                      | EJE X                  | EJE Y             |
|---|----------------------|------------------------|-------------------|
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> | = 0,729                | 0,9               |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> | = 0,61965<br>( 0,510 ) | 0,765<br>( 0,63 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 240d  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 8 viviendas

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: 1994<br/>             Tipo de Unidad: Bloque Clase A<br/>             Tipo de Mortero: Sin referencia<br/>             Espesor de los muros: 14 cm</p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido | X  |    |    |

### Integridad Local

|                                | SI | NO | ¿? |
|--------------------------------|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres       |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso        | X  |    |    |

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                | X  |    |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |

|                                    | SI | NO | ¿? |
|------------------------------------|----|----|----|
| Refuerzo de armaduras distribuidas |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal        |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical          |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde    |    | X  |    |

|                         | SI | NO | ¿? |
|-------------------------|----|----|----|
| Techumbre               |    |    |    |
| Pesada                  |    |    |    |
| Liviana                 | X  |    |    |
| Anclada a la estructura | X  |    |    |

|                        |  |  |   |  |
|------------------------|--|--|---|--|
|                        |  |  |   |  |
| Refuerzos de aberturas |  |  |   |  |
| Pilares                |  |  |   |  |
| Tensores               |  |  | X |  |
| Sin refuerzo           |  |  |   |  |

### Resultado

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> |   | X |   |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> |   |
| Albañilería Confinada                            |   |
| Albañilería Armada                               |   |
| Albañilería Simple                               | X |

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 240d  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Trenes de 8 viviendas

Nº de Pisos : 2

Area en Planta :  
 ( Ap ) Piso 1 : 156,9 [ m<sup>2</sup> ]  
 Piso 2 : 156,9 [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso :  
 Piso 1 : 2,3 [ m ]  
 Piso 2 : 1,84 [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 0,86  | 2,3   | 0,24   | 0,25 |
| A                                 | 4        | 0,14    | 1,44  | 2,3   | 0,81   | 0,69 |
| A                                 | 3        | 0,14    | 1,72  | 2,3   | 0,72   | 0,99 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 0,86  | 2,3   | 0,24   | 0,25 |
| B                                 | 8        | 0,14    | 0,79  | 0,5   | 0,88   | 1,00 |
| B                                 | 7        | 0,14    | 1,72  | 2,3   | 1,69   | 0,99 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 3,95 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 4,58 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 2        | 0,14    | 5,16  | 2,3   | 1,44   | 1,00 |
| 2                                 | 7        | 0,14    | 5,16  | 2,3   | 5,06   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 6,50 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 6,50 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 1,25  | 1,2   | 0,35   | 1,00 |
| A                                 | 4        | 0,14    | 2,4   | 1,84  | 1,34   | 1,00 |
| A                                 | 3        | 0,14    | 2,5   | 1,84  | 1,05   | 1,00 |
| B                                 | 2        | 0,14    | 1,66  | 0,89  | 0,46   | 1,00 |
| B                                 | 4        | 0,14    | 1,72  | 1,84  | 0,96   | 1,00 |
| B                                 | 3        | 0,14    | 3,32  | 1,84  | 1,39   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 5,57 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 5,57 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 2        | 0,14    | 5,16  | 1,84  | 1,44   | 1,00 |
| 2                                 | 7        | 0,14    | 5,16  | 1,84  | 5,06   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 6,50 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 6,50 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |               |  |             |               |  |
|---------------|-------------|---------------|--|-------------|---------------|--|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | $d_{n\ x1}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,26</span> [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y1}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,07</span> [ % ] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | $d_{n\ x2}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,55</span> [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y2}$ : | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,14</span> [ % ] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

|          |   |   |                      |   |
|----------|---|---|----------------------|---|
| Código   | : 240d  |   | Nº Pisos             | 2 |
| Nombre   | : Villa Padre Hurtado 1994, Trenes de 8 viviendas |   | R                    | 2 |
| Refuerzo | : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93         |   | (según NCh433 Of 96) |   |
|          | : Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97      |   |                      |   |
|          | : Albañilería No Cumple Normas Chilenas           | 1 |                      |   |

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>  |
|---------------|--|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,58</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6,50</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3</span> [ m ]  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">156,86</span> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5,57</span> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6,50</span> [ m <sup>2</sup> ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,84</span> [ m ] | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">156,86</span> [ m <sup>2</sup> ] |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** : 122,9 [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                              |                   |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                     | Total             |
| Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 7,8 [ton]         |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 40,5 [ton]        | Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 18,9 [ton]        |
| Losa e = 10       | 250 [ kg / m <sup>2</sup> ]  | 39,2 [ton]        | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Terminaciones     | 55 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 8,6 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| Sobrecarga        | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 7,8 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>96,2 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                              | <b>26,7 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** : 44,26 [ ton ]

Zona : 3 [ ]      Ao : 0,4 [ g ]      β : 0,36 [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x | Dirección y | Unidad                   |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | 0,91        | 0,91        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | 0,57        | 0,57        | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | 26,10       | 37,04       | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               |        | Dirección x  | Dirección y  | Unidad       |
|----------------------|--------|--------------|--------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1 | <b>2,92</b>  | <b>4,14</b>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2 | <b>3,55</b>  | <b>4,14</b>  | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1 | <b>0,037</b> | <b>0,053</b> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1 | <b>0,59</b>  | <b>0,84</b>  | [ ]          |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 240d  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), trenes de 8 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 2                        | Area Muros X              | 4,58 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 6,50 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 30,4 [ m ]               | b ( X )                   | 6,96 [ m ]                              | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,16 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 22,89 [ % ]                             | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 4,14 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,26 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,16 [ m ]              |
| Area Planta | 156,9 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 0,8 |
|---------------------|-----|--------------|-------|-----|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |     |

|                |      |       |     |
|----------------|------|-------|-----|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1   |
| P <sub>2</sub> | 5,89 | Malo  | 0,8 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1   |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 1,25 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 146,0  | 207,2 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 22,89                      | 0 | Regular      | 0,9   |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | S =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| -     | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 54                      | - | 0,63                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 1 |
|--------------|-------|---|
| Calificativo | Valor |   |

|       |   |
|-------|---|
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |
| Bueno | 1 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

( 0,7 ) (Se analizará el caso de suelo blando)

### Valor del Índice de Gallegos

|   |                        |                     |                  |
|---|------------------------|---------------------|------------------|
|   |                        | EJE X               | EJE Y            |
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = | 0,648               | 0,8              |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = | 0,5508<br>( 0,454 ) | 0,68<br>( 0,56 ) |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 241  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para ancianos

|   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
|---|--------------------|--|--------------------|--|-----------------------|---|--|------------------|--|----------------------|---|-------|--|---------|---|
| <p>Estructura Resistente</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Albañilería Simple</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Armada</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Albañilería Confinada</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Año de la Construcción: <u>1994</u><br/>             Tipo de Unidad: <u>Bloque Clase A</u><br/>             Tipo de Mortero: <u>Sin referencia</u><br/>             Espesor de los muros: <u>14 cm</u></p> | Albañilería Simple |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Confinada | X | <p>Ejecución de la Construcción</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Autoconstrucción</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Asesoría Profesional</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> <p>Relleno de los huecos</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Total</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> </table> | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X | Total |  | Parcial | X |
| Albañilería Simple  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Armada  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Albañilería Confinada   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Autoconstrucción  |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Asesoría Profesional  | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Total   |                    |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |
| Parcial   | X                  |  |                    |  |                       |   |  |                  |  |                      |   |       |  |         |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido |    | X  |    |

### Integridad Local

| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Pilares en encuentros de muros</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pilares en bordes libres</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>Cadenas a nivel de piso</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>   |    | SI | NO | ¿? | Pilares en encuentros de muros         | X |  |  | Pilares en bordes libres    |   | X |  | Cadenas a nivel de piso   | X |   |  | <p>Refuerzos de aberturas</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Pilares</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td>Tensoros</td><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td>Sin refuerzo</td><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> | Pilares |   | Tensoros | X | Sin refuerzo |  |
|---|----|----|----|----|--|---|--|--|-----------------------------|---|---|--|---------------------------|---|---|--|--|---------|---|----------|---|--------------|--|
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en encuentros de muros  | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares en bordes libres  |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas a nivel de piso   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Tensoros  | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Sin refuerzo  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo en elementos de confinamiento</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pilares</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cadenas</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Refuerzo en zonas críticas</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo en elementos de confinamiento |   |  |  | Pilares                     | X |   |  | Cadenas                   | X |   |  | Refuerzo en zonas críticas   |         | X |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en elementos de confinamiento  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pilares   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cadenas   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo en zonas críticas  |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Refuerzo de armaduras distribuidas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura horizontal</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>    Cuantía armadura vertical</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> <tr><td>    Diámetros de armaduras de borde</td><td></td><td style="text-align: center;">X</td><td></td></tr> </tbody> </table> |    | SI | NO | ¿? | Refuerzo de armaduras distribuidas     |   |  |  | Cuantía armadura horizontal |   | X |  | Cuantía armadura vertical |   | X |  | Diámetros de armaduras de borde  |         | X |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Refuerzo de armaduras distribuidas  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura horizontal   |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Cuantía armadura vertical   |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Diámetros de armaduras de borde   |    | X  |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SI</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">¿?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Techumbre</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Pesada</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Liviana</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>    Anclada a la estructura</td><td style="text-align: center;">X</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>  |    | SI | NO | ¿? | Techumbre                              |   |  |  | Pesada                      |   |   |  | Liviana                   | X |   |  | Anclada a la estructura  | X       |   |          |   |              |  |
|   | SI | NO | ¿? |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Techumbre   |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Pesada  |    |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Liviana   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |
| Anclada a la estructura   | X  |    |    |    |  |   |  |  |                             |   |   |  |                           |   |   |  |  |         |   |          |   |              |  |

### Resultado

**CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA**

| A | B   | C | D |
|---|-----|---|---|
|   | (x) | X |   |

**CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Albañilería Confinada |   |
| Albañilería Armada    |   |
| Albañilería Simple    | X |

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 241  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Pirmera Etapa), Viviendas para ancianos

Nº de Pisos : 1

Area en Planta :  
 ( Ap ) Piso 1 : 76,82 [ m<sup>2</sup> ]  
 Piso 2 : n / a [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso :  
 Piso 1 : 2,3 [ m ]  
 Piso 2 : n / a [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 2        | 0,14    | 2,227 | 2,3   | 0,62               | 1,00 |
| A   | 2        | 0,14    | 0,99  | 2,3   | 0,28               | 0,33 |
| D   | 2        | 0,14    | 2,227 | 2,3   | 0,62               | 1,00 |
| D   | 2        | 0,14    | 0,79  | 2,3   | 0,22               | 0,21 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 1,38 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 1,75 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 4        | 0,14    | 0,92  | 2,3   | 0,52               | 0,28 |
| 1   | 2        | 0,14    | 0,99  | 0,8   | 0,28               | 1,00 |
| 1   | 2        | 0,14    | 0,79  | 0,8   | 0,22               | 1,00 |
| 3   | 1        | 0,14    | 7,081 | 2,3   | 0,99               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 1,64 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 2,00 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |             |   |             |             |   |
|---------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|---|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | $d_{n\ x1}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,80</span> [ % ]  | Dirección y | $d_{n\ y1}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,13</span> [ % ]  |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | $d_{n\ x2}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n / a</span> [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y2}$ | : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">n / a</span> [ % ] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 241  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994, Viviendas para ancianos  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="1,75"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,00"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ] | <input type="text" value="76,82"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                           | <input type="text"/> [ m ]             | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]               |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                           |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                  | Total            |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 3,8 [ton]         | Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 7,3 [ton]         | Muros             | 0 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>11,2 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0,0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                       | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,10"/> | <input type="text" value="0,10"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,47"/> | <input type="text" value="0,47"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="8,24"/> | <input type="text" value="9,47"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |              |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,27"/>  | <input type="text" value="2,61"/>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,156"/> | <input type="text" value="0,179"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,05"/>  | <input type="text" value="2,35"/>  | [ ]          |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 241  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para ancianos

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                         |                           |   |                           |                         |
|-------------|-------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                       | Area Muros X              | 1,75 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 2,00 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 10,85 [ m ]             | b ( X )                   | 0 [ m ]                                 | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 7,081 [ m ]             | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                 | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,3 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,61 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 1,59 [ m ]              |
| Area Planta | 76,8 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,53 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 3,08 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 227,2  | 261,0 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 0,00                       | 0 | Bueno        | 1     |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |             |    |              |      | C =          | 0,9   |
|--|-------------|----|--------------|------|--------------|-------|
| Término                                | % > Lm prom |    | Lm / Lm prom |      | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X           | Y  | X            | Y    |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -           | -  | -            | -    | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 50          | 11 | 0,61         | 4,45 | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -           | -  | -            | -    | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -           | -  | -            | -    | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 0,8 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|       |     |
|-------|-----|
| Bueno | 1   |
| Malo  | 0,8 |
| Bueno | 1   |
| Bueno | 1   |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|   | EJE X  | EJE Y  |
|---|--|--|
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,81</span>   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,72</span>  |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,6885</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,612</span> |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 242  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para discapacitados

|  |   |
|--|---|
| Estructura Resistente<br>Albañilería Simple <input type="checkbox"/><br>Albañilería Armada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Confinada <input checked="" type="checkbox"/> | Ejecución de la Construcción<br>Autoconstrucción <input type="checkbox"/><br>Asesoría Profesional <input checked="" type="checkbox"/> |
| Año de la Construcción <u>1994</u><br>Tipo de Unidad <u>Bloque Clase A</u><br>Tipo de Mortero <u>Sin referencia</u><br>Espesor de los muros <u>14 cm</u>                         | Relleno de los huecos<br>Total <input type="checkbox"/><br>Parcial <input checked="" type="checkbox"/>                                |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             | X  |    |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               | X  |    |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       | X  |    |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido |    | X  |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros         | X  |    |    |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso                | X  |    |    |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                | X  |    |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |
| Techumbre                              |    |    |    |
| Pesada                                 |    |    |    |
| Liviana                                | X  |    |    |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Refuerzos de aberturas |                          |
| Pilares                | <input type="checkbox"/> |
| Tensores               | X                        |
| Sin refuerzo           | <input type="checkbox"/> |

### Resultado

|   |                          |     |   |                          |
|---|--------------------------|-----|---|--------------------------|
|   | A                        | B   | C | D                        |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> | <input type="checkbox"/> | (x) | X | <input type="checkbox"/> |

|  |   |
|--|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | Albañilería Confinada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Armada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Simple <input checked="" type="checkbox"/> |
|--|---|

(x) Sujeto a verificación de la influencia de la ausencia de pilares en bordes libres

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 242  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 , Viviendas para discapacitados

Nº de Pisos : 1  
 Area en Planta ( Ap ) :  
     Piso 1 : 94,36 [ m<sup>2</sup> ]  
     Piso 2 : n / a [ m<sup>2</sup> ]  
 Altura de Piso :  
     Piso 1 : 2,3 [ m ]  
     Piso 2 : n / a [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| A                                 | 2        | 0,14    | 2,38  | 2,3   | 0,67   | 1,00 |
| A                                 | 2        | 0,14    | 0,59  | 2,3   | 0,17   | 0,12 |
| A                                 | 1        | 0,14    | 1,72  | 2,3   | 0,24   | 0,99 |
| D                                 | 2        | 0,14    | 2,38  | 2,3   | 0,67   | 1,00 |
| D                                 | 2        | 0,14    | 0,99  | 2,3   | 0,28   | 0,33 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,68 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,02 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
| 1                                 | 2        | 0,14    | 0,92  | 2,3   | 0,26   | 0,28 |
| 1                                 | 2        | 0,14    | 0,995 | 0,8   | 0,28   | 1,00 |
| 1                                 | 2        | 0,14    | 1,39  | 0,8   | 0,39   | 1,00 |
| 1                                 | 2        | 0,14    | 0,72  | 2,3   | 0,20   | 0,17 |
| 3                                 | 1        | 0,14    | 7,76  | 2,3   | 1,09   | 1,00 |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 1,86 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 2,21 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 0,00 |

| Muros en Dirección y              |          |         |       |       |        |      |
|-----------------------------------|----------|---------|-------|-------|--------|------|
| Eje                               | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am     | F1   |
|                                   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m2 ] | [ ]  |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
|                                   |          |         |       |       |        |      |
| Area Efectiva de Muros [ m2 ]     |          |         |       |       |        | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m2 ] |          |         |       |       |        | 0,00 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

|               |             |             |         |       |             |             |         |       |
|---------------|-------------|-------------|---------|-------|-------------|-------------|---------|-------|
| <b>Piso 1</b> | Dirección x | $d_{n\ x1}$ | : 1,78  | [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y1}$ | : 1,97  | [ % ] |
| <b>Piso 2</b> | Dirección x | $d_{n\ x2}$ | : n / a | [ % ] | Dirección y | $d_{n\ y2}$ | : n / a | [ % ] |

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 242  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994, Viviendas para discapacitados  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="2,02"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="2,21"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,3"/> [ m ] | <input type="text" value="94,36"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                           | <input type="text"/> [ m ]             | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]               |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                           |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                  | Total            |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 4,7 [ton]         | Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 8,3 [ton]         | Muros             | 0 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>13,0 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0,0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,11"/> | <input type="text" value="0,11"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,47"/> | <input type="text" value="0,47"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="9,54"/> | <input type="text" value="10,48"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |              |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,14"/>  | <input type="text" value="2,35"/>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,155"/> | <input type="text" value="0,170"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,04"/>  | <input type="text" value="2,24"/>  | [ ]          |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 242  
 Nombre : Villa Padre Hurtado 1994 (Primera Etapa), Viviendas para discapacitados

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                         |                           |   |                           |                         |
|-------------|-------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                       | Area Muros X              | 2,02 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 2,21 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 12,16 [ m ]             | b ( X )                   | 0 [ m ]                                 | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 7,76 [ m ]              | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                 | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,3 [ m ]               | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,60 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 1,76 [ m ]              |
| Area Planta | 94,4 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,57 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 3,37 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 213,6  | 234,6 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 0,00                       | 0 | Bueno        | 1     |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |    |                                      |     | C =          | 0,9   |
|--|-------------------------|----|--------------------------------------|-----|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |    | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |     | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y  | X                                    | Y   |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -   | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 56                      | 11 | 0,36                                 | 4,4 | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -   | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -   | Bueno        | 1     |

| Eje Y        | C =   | 0,8 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|       |     |
|-------|-----|
| Bueno | 1   |
| Malo  | 0,8 |
| Bueno | 1   |
| Bueno | 1   |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|  |                  | EJE X  | EJE Y |
|--|------------------|--------|-------|
| Índice Básico de Calidad Sismorresistente      | I <sub>B</sub> = | 0,81   | 0,72  |
| Índice de Calidad Estructural Sismorresistente | I <sub>G</sub> = | 0,6885 | 0,612 |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 250a  
 Nombre : Villa Ayquina, Viviendas pareadas

|  |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
|--|------------------------|------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------|--|------------------------------|--|------------------|--|----------------------|---|
| <table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Estructura Resistente</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Albañilería Simple</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Albañilería Armada</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Albañilería Confinada</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>                            | Estructura Resistente  |      | Albañilería Simple |                      | Albañilería Armada | X                   | Albañilería Confinada |       | <table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Ejecución de la Construcción</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Autoconstrucción</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Asesoría Profesional</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">X</td> </tr> </table> | Ejecución de la Construcción |  | Autoconstrucción |  | Asesoría Profesional | X |
| Estructura Resistente  |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Albañilería Simple   |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Albañilería Armada   | X                      |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Albañilería Confinada  |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Ejecución de la Construcción   |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Autoconstrucción   |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Asesoría Profesional   | X                      |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| <table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Año de la Construcción</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">1984</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Tipo de Unidad</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Bloque hueco 4,5 Mpa</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Tipo de Mortero</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">1:4 (Cemento:arena)</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Espesor de los muros</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">15 cm</td> </tr> </table> | Año de la Construcción | 1984 | Tipo de Unidad     | Bloque hueco 4,5 Mpa | Tipo de Mortero    | 1:4 (Cemento:arena) | Espesor de los muros  | 15 cm | <table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Relleno de los huecos</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Total</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Parcial</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">X</td> </tr> </table>                                | Relleno de los huecos        |  | Total            |  | Parcial              | X |
| Año de la Construcción   | 1984                   |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Tipo de Unidad   | Bloque hueco 4,5 Mpa   |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Tipo de Mortero  | 1:4 (Cemento:arena)    |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Espesor de los muros   | 15 cm                  |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Relleno de los huecos  |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Total  |                        |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |
| Parcial  | X                      |      |                    |                      |                    |                     |                       |       |  |                              |  |                  |  |                      |   |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             |    | X  |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               |    | X  |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido |    | X  |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros         |    | X  |    |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso                |    | X  |    |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                |    | X  |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |
| Techumbre                              |    |    |    |
| Pesada                                 | X  |    |    |
| Liviana                                |    | X  |    |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |

|                        |   |
|------------------------|---|
| Refuerzos de aberturas |   |
| Pilares                |   |
| Tensores               | X |
| Sin refuerzo           |   |

### Resultado

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> | A | B | C | D |
|   |   | X |   |   |

|  |   |                       |  |                    |  |                    |   |
|--|---|-----------------------|--|--------------------|--|--------------------|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | <table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Albañilería Confinada</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Albañilería Armada</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Albañilería Simple</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">X</td> </tr> </table> | Albañilería Confinada |  | Albañilería Armada |  | Albañilería Simple | X |
| Albañilería Confinada                            |   |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Armada                               |   |                       |  |                    |  |                    |   |
| Albañilería Simple                               | X   |                       |  |                    |  |                    |   |



## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 250a  
 Nombre : Villa Ayquina, Viviendas pareadas  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas :   
 N° Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                          |
|---------------|--|--|---|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="1,82"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="1,90"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,4"/> [ m ] | <input type="text" value="50,00"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                           | <input type="text"/> [ m ]             | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]               |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                           |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                  | Total            |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 2,5 [ton]         | Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 7,6 [ton]         | Muros             | 0 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>10,1 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0,0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                       | Dirección y                       | Unidad                   |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,07"/> | <input type="text" value="0,07"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,47"/> | <input type="text" value="0,47"/> | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="8,50"/> | <input type="text" value="8,88"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |              |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="3,63"/>  | <input type="text" value="3,80"/>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,180"/> | <input type="text" value="0,188"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,34"/>  | <input type="text" value="2,45"/>  | [ ]          |

## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 250a  
 Nombre : Villa Ayquina, Viviendas Pareadas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                        | Area Muros X              | 1,82 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 1,90 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 9,9 [ m ]                | b ( X )                   | 0 [ m ]                                 | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,05 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                 | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,4 [ m ]                | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,21 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 2,53 [ m ]              |
| Area Planta | 50,00 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 1 |
|---------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| P <sub>2</sub> | 1,96 | Bueno | 1 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 2,10 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 363,3  | 379,5 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 0,00                       | 0 | Bueno        | 1     |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |    |                                      |      | C =          | 0,81  |
|--|-------------------------|----|--------------------------------------|------|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |    | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |      | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y  | X                                    | Y    |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -    | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 30                      | 20 | 0,45                                 | 1,99 | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -    | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | -  | -                                    | -    | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | C =   | 0,72 |
|--------------|-------|------|
| Calificativo | Valor |      |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| Malo    | 0,8 |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|   | EJE X  | EJE Y   |
|---|--|---|
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,729</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,648</span>  |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,6197</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,5508</span> |

## CLASES DE VULNERABILIDAD

### Generalidades (Datos de UCN, 2008a)

Código : 250b  
 Nombre : Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas

|  |   |
|--|---|
| Estructura Resistente<br>Albañilería Simple <input type="checkbox"/><br>Albañilería Armada <input checked="" type="checkbox"/><br>Albañilería Confinada <input type="checkbox"/> | Ejecución de la Construcción<br>Autoconstrucción <input type="checkbox"/><br>Asesoría Profesional <input checked="" type="checkbox"/> |
| Año de la Construcción <u>1984</u><br>Tipo de Unidad <u>Bloque hueco 4,5 Mpa</u><br>Tipo de Mortero <u>1:4 (Cemento:arena)</u><br>Espesor de los muros <u>15 cm</u>              | Relleno de los huecos<br>Total <input type="checkbox"/><br>Parcial <input checked="" type="checkbox"/>                                |

### Integridad Global

|   | SI | NO | ¿? |
|---|----|----|----|
| Amarre entre elementos                  |    |    |    |
| Entre muros                             |    | X  |    |
| Piso - muro                             | X  |    |    |
| Techumbre - muro                        | X  |    |    |
| Vigas o cadenas de amarre               |    | X  |    |
| Pilares en encuentros de fachadas       |    | X  |    |
| Losas de hormigón como diafragma rígido |    | X  |    |

### Integridad Local

|  | SI | NO | ¿? |
|--|----|----|----|
| Pilares en encuentros de muros         |    | X  |    |
| Pilares en bordes libres               |    | X  |    |
| Cadenas a nivel de piso                |    | X  |    |
| Refuerzo en elementos de confinamiento |    |    |    |
| Pilares                                |    | X  |    |
| Cadenas                                | X  |    |    |
| Refuerzo en zonas críticas             |    | X  |    |
| Refuerzo de armaduras distribuidas     |    |    |    |
| Cuantía armadura horizontal            |    | X  |    |
| Cuantía armadura vertical              |    | X  |    |
| Diámetros de armaduras de borde        |    | X  |    |
| Techumbre                              |    |    |    |
| Pesada                                 | X  |    |    |
| Liviana                                |    | X  |    |
| Anclada a la estructura                | X  |    |    |

|                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| Refuerzos de aberturas |                                     |
| Pilares                | <input type="checkbox"/>            |
| Tensores               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Sin refuerzo           | <input type="checkbox"/>            |

### Resultado

|   |                          |                                     |                          |                          |
|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|   | A                        | B                                   | C                        | D                        |
| <b>CLASE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA</b> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|  |   |
|--|---|
| <b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE</b> | Albañilería Confinada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Armada <input type="checkbox"/><br>Albañilería Simple <input checked="" type="checkbox"/> |
|--|---|

## INDICE DE MELI

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 250b  
 Nombre : Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas

Nº de Pisos :

Area en Planta    Piso 1 :  [ m<sup>2</sup> ]  
 ( Ap )            Piso 2 :  [ m<sup>2</sup> ]

Altura de Piso    Piso 1 :  [ m ]  
 Piso 2 :  [ m ]

### Datos Piso 1

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| A   | 1        | 0,15    | 0,75  | 1,45  | 0,11               | 0,47 |
| A   | 5        | 0,15    | 0,95  | 2,4   | 0,71               | 0,28 |
| A   | 2        | 0,15    | 1     | 1,45  | 0,30               | 0,84 |
| A   | 2        | 0,15    | 1,5   | 1,45  | 0,45               | 1,00 |
| A   | 1        | 0,15    | 0,5   | 1,45  | 0,08               | 0,21 |
| B   | 1        | 0,15    | 0,7   | 1,45  | 0,11               | 0,41 |
| B   | 5        | 0,15    | 0,575 | 2,4   | 0,43               | 0,10 |
| B   | 2        | 0,15    | 4,15  | 2,4   | 1,25               | 1,00 |
| B   | 2        | 0,15    | 1,4   | 2,4   | 0,42               | 0,60 |
| B   | 1        | 0,15    | 2,075 | 2,4   | 0,31               | 1,00 |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 2,87 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 4,16 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
| 1   | 3        | 0,14    | 5,05  | 2,4   | 2,12               | 1,00 |
| 2   | 3        | 0,14    | 5,05  | 2,4   | 2,12               | 1,00 |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 4,24 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 4,24 |

### Datos Piso 2

| Muros en Dirección x                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

| Muros en Dirección y                          |          |         |       |       |                    |      |
|---|----------|---------|-------|-------|--------------------|------|
| Eje   | Cantidad | Espesor | Largo | Alto  | Am                 | F1   |
|   | [ ]      | [ m ]   | [ m ] | [ m ] | [ m <sup>2</sup> ] | [ ]  |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
|   |          |         |       |       |                    |      |
| Area Efectiva de Muros [ m <sup>2</sup> ]     |          |         |       |       |                    | 0,00 |
| Area Total de Muros ( Am ) [ m <sup>2</sup> ] |          |         |       |       |                    | 0,00 |

### Valores del Índice de Densidad de Muros

**Piso 1**    Dirección x     $d_{n\ x1}$  :  [ % ]

Dirección y     $d_{n\ y1}$  :  [ % ]

**Piso 2**    Dirección x     $d_{n\ x2}$  :  [ % ]

Dirección y     $d_{n\ y2}$  :  [ % ]

## INDICES DE LOURENCO Y ROQUE

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 250b  
 Nombre : Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas  
 Refuerzo : Albañilería Armada según NCh 1928 Of 93 :   
                   Albañilería Confinada según NCh 2123 Of 97 :   
                   Albañilería No Cumple Normas Chilenas : 
Nº Pisos :   
 R :   
 (según NCh433 Of 96)

### Parámetros Geométricos

|               | <i>Area de Muros</i>   | <i>Altura de Piso</i>                  | <i>Area en Planta ( Ap )</i>                           |
|---------------|--|--|--|
| <i>Piso 1</i> | dirección x : <input type="text" value="4,16"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text" value="4,24"/> [ m <sup>2</sup> ] | <input type="text" value="2,4"/> [ m ] | <input type="text" value="131,30"/> [ m <sup>2</sup> ] |
| <i>Piso 2</i> | dirección x : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]<br>dirección y : <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                           | <input type="text"/> [ m ]             | <input type="text"/> [ m <sup>2</sup> ]                |

### Peso Sísmico

*Total Peso Sísmico*      **Ws** :  [ ton ]

| <i>Piso 1</i>     |                              |                   | <i>Piso 2</i>     |                           |                  |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Item              | Unitario                     | Total             | Item              | Unitario                  | Total            |
| Techumbre         | 50 [ kg / m <sup>2</sup> ]   | 6,6 [ton]         | Techumbre         | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Muros             | 1700 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 17,1 [ton]        | Muros             | 0 [ kg / m <sup>3</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Losa e = 0        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Terminaciones     | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ]    | 0,0 [ton]         | Sobrecarga        | 0 [ kg / m <sup>2</sup> ] | 0,0 [ton]        |
| <b>Total Piso</b> |                              | <b>23,7 [ton]</b> | <b>Total Piso</b> |                           | <b>0,0 [ton]</b> |

### Demanda de Corte Basal

*Total Demanda de Corte Basal*      **F<sub>E</sub>** :  [ ton ]

Zona :  [ ]      Ao :  [ g ]      β :  [ ]

### Resistencia al Corte

| Parámetros      | Dirección x                        | Dirección y                        | Unidad                   |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| σ <sub>o</sub>  | <input type="text" value="0,08"/>  | <input type="text" value="0,08"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| f <sub>vk</sub> | <input type="text" value="0,47"/>  | <input type="text" value="0,47"/>  | [ kg / cm <sup>2</sup> ] |
| F <sub>Ri</sub> | <input type="text" value="19,54"/> | <input type="text" value="19,91"/> | [ ton ]                  |

### Valor de los Indices de Lourenco y Roque

| Indice               | Dirección x | Dirección y                        | Unidad                             |              |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| <b>γ<sub>1</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="3,17"/>  | <input type="text" value="3,23"/>  | [ % ]        |
|                      | Piso 2      | <input type="text" value="n / a"/> | <input type="text" value="n / a"/> | [ % ]        |
| <b>γ<sub>2</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="0,176"/> | <input type="text" value="0,179"/> | [ m2 / ton ] |
| <b>γ<sub>3</sub></b> | Piso 1      | <input type="text" value="2,29"/>  | <input type="text" value="2,33"/>  | [ ]          |



## INDICE DE GALLEGOS

### Datos del Conjunto Habitacional

Código : 250b  
 Nombre : Villa Ayquina, Trenes de 5 viviendas

### Parámetros Generales ( Ver Anexo B )

|             |                          |                           |   |                           |                         |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Nº de pisos | 1                        | Area Muros X              | 4,16 [ m <sup>2</sup> ]                 | Area Muros Y              | 4,24 [ m <sup>2</sup> ] |
| A           | 26 [ m ]                 | b ( X )                   | 0 [ m ]                                 | b ( Y )                   | 0 [ m ]                 |
| B           | 5,05 [ m ]               | ( b / A ) x100            | 0 [ % ]                                 | ( b / B ) x100            | 0 [ % ]                 |
| H           | 2,4 [ m ]                | L <sub>m</sub> prom ( X ) | 1,26 [ m ]                              | L <sub>m</sub> prom ( Y ) | 5,05 [ m ]              |
| Area Planta | 131,3 [ m <sup>2</sup> ] | Tipo de Suelo             | Medio ( Según descripción de Gallegos ) |                           |                         |

### Términos del Índice

| Índice de la Planta |     |              | P =   | 0,8 |
|---------------------|-----|--------------|-------|-----|
| Término             | A/B | Calificativo | Valor |     |

|                |      |       |     |
|----------------|------|-------|-----|
| P <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1   |
| P <sub>2</sub> | 5,15 | Malo  | 0,8 |
| P <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1   |

| Índice de la Elevación |     |              | E =   | 1 |
|------------------------|-----|--------------|-------|---|
| Término                | B/H | Calificativo | Valor |   |

|                |      |       |   |
|----------------|------|-------|---|
| E <sub>1</sub> | -    | Bueno | 1 |
| E <sub>2</sub> | 2,10 | Bueno | 1 |
| E <sub>3</sub> | -    | Bueno | 1 |

| Índice de Componentes del sistema Estructural |        |       |                            |   | S =          | 0,9   |
|---|--------|-------|----------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                       | Av / A |       | % afectado ( b / A ) x 100 |   | Calificativo | Valor |
| EJE   | X      | Y     | X                          | Y |              |       |
| S <sub>1</sub>                                | 317,0  | 323,1 | -                          | - | Bueno        | 1     |
| R <sub>m</sub>                                | -      | -     | -                          | - | -            | 1     |
| S <sub>4</sub>                                | -      | -     | 0,00                       | 0 | Bueno        | 1     |
| S <sub>5</sub>                                | -      | -     | -                          | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | S =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| -       | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Índice de la Configuración Estructural |                         |   |                                      |   | C =          | 0,81  |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------|-------|
| Término                                | % > L <sub>m</sub> prom |   | L <sub>m</sub> / L <sub>m</sub> prom |   | Calificativo | Valor |
| EJE                                    | X                       | Y | X                                    | Y |              |       |
| C <sub>1</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>2</sub>                         | 32                      | - | 3,29                                 | - | Regular      | 0,9   |
| C <sub>3</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Bueno        | 1     |
| C <sub>4</sub>                         | -                       | - | -                                    | - | Regular      | 0,9   |

| Eje Y        | C =   | 0,9 |
|--------------|-------|-----|
| Calificativo | Valor |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Bueno   | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Bueno   | 1   |
| Regular | 0,9 |

| Factores de adecuación |       |           | F =   | 0,85 |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|
| Término                | Suelo | Condición | Valor |      |

|                |       |   |      |
|----------------|-------|---|------|
| F <sub>1</sub> | Medio | 2 | 0,85 |
| F <sub>2</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>3</sub> | -     | 1 | 1    |
| F <sub>4</sub> | -     | 1 | 1    |

### Valor del Índice de Gallegos

|   |                      |          |        |
|---|----------------------|----------|--------|
|   |                      | EJE X    | EJE Y  |
| <b>Índice Básico de Calidad Sismorresistente</b>      | <b>I<sub>B</sub></b> | = 0,5832 | 0,648  |
| <b>Índice de Calidad Estructural Sismorresistente</b> | <b>I<sub>G</sub></b> | = 0,4957 | 0,5508 |