



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TITULO DE LA TESIS:**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS  
PORTICADAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA  
PRIMARIA 35003 MARIANO MELGAR, DISTRITO DE  
HUARIACA, PROVINCIA DE PASCO, DEPARTAMENTO  
DE PASCO - ABRIL 2016.**

**TESIS PARA EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR:**

**BACH. LUIS WONG OÑATE**

**ASESOR:**

**ING. DENNYS ORTÍZ LLANTO**

**SATIPO – PERÚ**

**2016**

**Hoja de firma de jurado de tesis.**

---

**Ing. Francisco Eli Oropeza Ascarza**  
**Presidente de jurado**

---

**Ing. Juan Gabriel Dionisio Isla**  
**Secretario de jurado**

---

**Ing. Geovany Vilchez Casas**  
**Miembro de jurado**

## **Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria:**

### **Agradecimiento.**

A Dios por dotarme de vida, por la salud que me dio fuerzas y no decaer en momentos críticos, por el éxito que me estimuló, por estar con mi familia y todo lo que me vienes ofreciendo.

A mi familia, por el tiempo brindado, por robarle el tiempo que debería estar con ello, pasa asignarle a mis estudios.

A la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote por acogerme en sus aulas, ofrecer esta carrera que hace años anhelaba.

A mis compañeros, amigos, ingenieros y círculo social que aportaron de un apoyo moral e incentivando lograr la meta planteada.

### **Dedicatoria.**

A mi señora madre Maritza que me inculco al estudio, la perseverancia a la búsqueda de nuevas metas y superación constante.

A mi hijo Luis Ángel que es la razón de mi deseo de superación y más adelante esperando ser su inspiración y enseñarle que todo se puede, con un poco de sacrificio y estar siempre preparado para esta vida.

A mi esposa Fresia que me acompaña en cada desvelo, en este compromiso personal de superación profesional, por su confianza, su apoyo, por entenderme en todo momento y brindarme su apoyo incondicional.

A Sofia y Mathías, quienes me acompañan cada día y espero ser el ejemplo de superación.



## Resumen

El informe de tesis lleva por título “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las estructuras porticadas en la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco - abril 2016. Tiene como **problema de investigación**: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías influyen en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco, nos permitirá obtener el estado actual de la estructura?, la **metodología de investigación** utilizada es descriptiva, no experimental de corte transversal, cuyo **resultado final** considerando que los elementos estructurales sufren patologías muy severas y afectando completamente la capacidad sismorresistente, además que se encuentra diseñada contra la norma, sumándole el proceso constructivo como lo señala Astorga A., Rivero P <sup>(25)</sup>, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura, de acuerdo a todos los resultados, la **conclusión general** en recurrir a una evaluación definitiva, en la cual se cumpla el diseño sismorresistente, que permita la decisión total o parcial de las posibles demoliciones, así como el reforzamiento de los elementos, realizando pruebas de laboratorios para determinar si la resistencia utilizada es la adecuada, modulando la edificación actual y comprobar mediante software hasta donde soporta una actividad sísmica.

**Palabra clave:** Patologías, determinación, evaluación tipos de patologías.

## Abstract

The report thesis entitled "Determination and evaluation of the pathologies of concrete structures in the Educational Institution arcaded 35003 Primary Mariano Melgar, Huariaca district, province of Pasco, department of Pasco - April 2016. **Its research problem:** to what extent the determination and evaluation of pathologies affecting the arcaded structures Primary Educational Institution 35003 Mariano Melgar de Huariaca, district Huariaca province of Pasco, Pasco department will allow us to obtain the current state of the structure ?, **the research methodology** is descriptive, not experimental cross section, **the end result** considering that the structural elements suffer severe pathologies and completely affecting the seismic capacity addition which is designed against the norm, adding the construction process as indicated Astorga A. Rivero P (25), which leads if possible a final evaluation to decide whether demolition or in the general reinforcement of the structure, according to all results, **the general conclusion** to resort to a final evaluation, which meets the seismic resistant design that allows full or partial decision of possible demolitions, as well as strengthening elements, performing laboratory tests to determine whether the resistance used is adequate, modulating the current building and checked by software it supports up where seismic activity.

**Keyword:** Pathologies, determination, evaluation types of pathologies.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
1. Título de tesis .....	i
2. Hoja de Jurado.....	ii
3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....	iii
3.1 Agradecimiento .....	iii
3.2 Dedicatoria .....	iv
4. Resumen y abstrac .....	v
4.1 Resumen.....	v
4.2 Abstract .....	vi
5. Contenido .....	vii
6. Índice de figuras y tablas .....	viii
6.1 Índice de figuras .....	x
6.2 Índice de tablas .....	xviii
<b>I. Introducción .....</b>	<b>01</b>
<b>II. Revisión de la literatura .....</b>	<b>03</b>
<b>2.1 Antecedentes .....</b>	<b>03</b>
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	03
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	16
<b>2.2 Bases teóricas de la investigación.....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Sistemas estructurales.....	25
2.2.2 Concreto.....	39
2.2.3 Zapatas.....	59
2.2.4 Columnas de concreto armado .....	62
2.2.5 Vigas de concreto armado .....	65
2.2.6 Losa .....	69
2.2.7 Muros.....	75
2.2.8 Patologías.....	77
a) Concepto.....	77
b) Clasificación .....	79
c) Patologías causadas por defectos .....	87
d) Defectos en la construcción del proyecto.....	89

e)	Defectos en los materiales de construcción.....	93
f)	Defectos en el diseño del proyecto .....	94
g)	Patología causada por daños.....	102
h)	Patologías causadas por deterioro .....	115
i)	Fallas frecuentes en estructuras .....	119
j)	Reconocimiento y evaluación de la estructura .....	121
k)	Daños de tipo estructural .....	122
l)	Daños de tipo no estructural .....	127
m)	Tipos de patologías .....	128
n)	Métodos de Evaluación .....	132
<b>III.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>136</b>
3.1	Diseño de investigación.....	136
3.2	Población y muestra .....	137
a)	Universo .....	137
b)	Muestra .....	137
c)	Muestreo .....	138
3.3	Definición y operacionalización de variables .....	138
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	138
a)	Técnica .....	138
b)	Instrumento .....	139
c)	Procesamiento.....	139
3.5	Plan de análisis .....	140
3.6	Matriz de consistencia .....	141
3.7	Principios éticos .....	143
<b>IV.</b>	<b>Resultado .....</b>	<b>144</b>
4.1	Resultados .....	144
a)	Muestra 01 .....	145
b)	Muestra 02 .....	157
c)	Muestra 03 .....	168
d)	Muestra 04 .....	178
e)	Muestra 05 .....	187
f)	Muestra 06 .....	192

4.2	Análisis de los resultados.....	205
<b>V.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>208</b>
5.1	Conclusiones .....	208
5.2	Recomendaciones .....	209
	<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>211</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>213</b>

## Índice de figuras y tablas

### 6.1 Índice de figuras

<i>Figura 01</i> , Estructura irregulares o sistemas de marcos (SEAOC) .....	33
<i>Figura 02</i> , Zona Sísmicas .....	35
<i>Figura 03</i> , Esquemmatización del cálculo sísmico.....	37
<i>Figura 04</i> , Esquema de los elementos de una edificación común. ....	39
<i>Figura 05</i> , Influencia de la relación w/c .....	47
<i>Figura 06</i> , Influencia de la relación w/c en la resistencia y la forma de la curva .....	47
<i>Figura 07</i> , Efecto de w/c en concretos con y sin aire incorporado.....	48
<i>Figura 08</i> , Efecto del contenido del aire en el concreto.....	49
<i>Figura 09</i> , Influencia de las condiciones de curado en la resistencia .....	51
<i>Figura 10</i> , Efecto de la edad y el curado en la resistencia .....	52
<i>Figura 11</i> , Influencia de la velocidad de carga.....	53
<i>Figura 12</i> , Efecto de la velocidad de carga en la curva esfuerzo – deformación .....	54
<i>Figura 13</i> , Efecto de la velocidad de deformación .....	55
<i>Figura 14</i> , Ensayo de la tracción directa .....	56
<i>Figura 15</i> , Ensayo de compresión diametral (Split Test).....	57
<i>Figura 16</i> , Módulo de elasticidad del concreto .....	58
<i>Figura 17</i> , Diseño de una zapata aislada .....	60
<i>Figura 18</i> , Diseño de una zapata combinada.....	61
<i>Figura 19</i> , Diseño de una zapata corrida.....	62
<i>Figura 20</i> , Tipos de columnas .....	64
<i>Figura 21</i> , Etapa del concreto no agrietado.....	66
<i>Figura 22</i> , Etapa de esfuerzos elásticos .....	67

<i>Figura 23</i> , Etapa de resistencia ultima .....	68
<i>Figura 24</i> , Diagrama momento – curvatura para una viga.....	69
<i>Figura 25</i> , Vista típica de una losa aligerada .....	71
<i>Figura 26</i> , Los unidireccional con vigas .....	71
<i>Figura 27</i> , Vista típica de una losa maciza.....	72
<i>Figura 28</i> , Placa plana – losas de dos direcciones. ....	73
<i>Figura 29</i> , Placa plana con capitel y/o ábacos.....	73
<i>Figura 30</i> , Losa bidireccional con vigas .....	74
<i>Figura 31</i> , Vista típica de una losa nervada .....	75
<i>Figura 32</i> , Vista de los tipos de muros.....	77
<i>Figura 33</i> , Ejemplos de algunas patologías.....	82
<i>Figura 34</i> , Ejemplo de patologías de acabados o lesiones menores (1).....	82
<i>Figura 35</i> , Ejemplo de patologías de acabados o lesiones menores (2).....	83
<i>Figura 36</i> , Ejemplo de patologías en elementos estructurales .....	84
<i>Figura 37</i> , Clasificación general de patologías en las edificaciones .....	87
<i>Figura 38</i> , Patologías causado por defectos .....	87
<i>Figura 39</i> , Patologías por mal proceso constructivo.....	93
<i>Figura 40</i> , Diagrama de los aspectos del diseño estructural .....	95
<i>Figura 41</i> , Condiciones necesarias, pero no suficiente para un diseño .....	96
<i>Figura 42</i> , Aspectos que no ayudan a un buen diseño. ....	97
<i>Figura 43</i> , Desempeño dúctiles y desempeño frágil. ....	98
<i>Figura 44</i> , Combinación de elementos flexibles con elementos rígidos.....	99
<i>Figura 45</i> , Casos que pueden generar columnas débiles y pisos débiles .....	100
<i>Figura 46</i> , Reducciones o aumentos bruscos de las edificaciones. ....	100

<i>Figura 47, Plantas simétricas y asimétricas .....</i>	101
<i>Figura 48, Diferencia en el comportamiento de columnas .....</i>	103
<i>Figura 49, Importancia del acero en el comportamiento estructural .....</i>	104
<i>Figura 50, Grieta típica originada en tabiquerías por eventos sísmicos .....</i>	104
<i>Figura 51, Fallas de columnas por carencia de acero .....</i>	105
<i>Figura 52, Fallas de viga por tensión diagonal.....</i>	105
<i>Figura 53, Colapso de la estructura .....</i>	106
<i>Figura 54, Imagen de ausencia de vigas .....</i>	106
<i>Figura 55, Imagen de vigas desprendidas de las columnas.....</i>	107
<i>Figura 56, Esquema de las uniones vigas – columnas .....</i>	107
<i>Figura 57, Esquema de los muros de cortante con grandes esfuerzos.....</i>	108
<i>Figura 58, Esquema de efecto de torsión en estructuras asimétricas .....</i>	109
<i>Figura 59, Imagen sin juntas entre edificios .....</i>	110
<i>Figura 60, Variaciones brusca de rigidez a lo largo de la altura .....</i>	111
<i>Figura 61, Ayuda a las columnas para evitar desplazamientos excesivos .....</i>	111
<i>Figura 62, Esquema para evitar cambios bruscos .....</i>	112
<i>Figura 63, Esquemmatización de columnas cortas.....</i>	113
<i>Figura 64, Deformación lateral de las columnas cortas .....</i>	114
<i>Figura 65, Falla típica de columna corta.....</i>	114
<i>Figura 66, Opción para disminuir los esfuerzos en las columnas. ....</i>	115
<i>Figura 67, Filtraciones que causan humedad en techo. ....</i>	116
<i>Figura 68, Clasificación de las fisuras en cuanto a su comportamiento. ....</i>	118
<i>Figura 69, Clasificación de las fisuras en cuanto a su espesor.....</i>	118
<i>Figura 70, Daño estructurales en columnas. ....</i>	123



<i>Figura 71, Daño estructurales en vigas. ....</i>	124
<i>Figura 72, Falla en uniones viga - columna. ....</i>	124
<i>Figura 73, Falla estructurales en losas. ....</i>	125
<i>Figura 74, Falla en muros de concreto.....</i>	125
<i>Figura 75, Falla en muros de albañilería .....</i>	126
<i>Figura 76, Diseño de la investigación .....</i>	137
<i>Figura 77, Equipos y herramientas usados.....</i>	140
<i>Figura 78. Planta de ubicación de las columnas - primer piso. ....</i>	146
<i>Figura 79. Tipos de columnas – primer piso. ....</i>	149
<i>Figura 80. Tipos de patologías de las columnas - primer piso .....</i>	150
<i>Figura 81. Severidad en las columnas - primer piso.....</i>	151
<i>Figura 82. Severidad en las columnas tipo T - primer piso .....</i>	152
<i>Figura 83. Severidad en las columnas tipo L - primer piso .....</i>	153
<i>Figura 84. Severidad en las columnas rectangulares - primer piso .....</i>	154
<i>Figura 85. Severidad en las columnas circulares - primer piso.....</i>	155
<i>Figura 86. Severidad de las columnas según área de sección - primer piso .....</i>	156
<i>Figura 87. Severidad de las columnas según área de sección - primer piso .....</i>	157
<i>Figura 88. Planta de ubicación de las columnas – segundo piso.....</i>	158
<i>Figura 89. Tipos de columnas – segundo piso. ....</i>	161
<i>Figura 90. Tipos de patologías de las columnas - segundo piso .....</i>	162
<i>Figura 91. Severidad en las columnas - segundo piso .....</i>	163
<i>Figura 92. Severidad en las columnas tipo T - segundo piso.....</i>	164
<i>Figura 93. Severidad en las columnas tipo L - segundo piso.....</i>	164
<i>Figura 94. Severidad en las columnas rectangulares - segundo piso.....</i>	165

<i>Figura 95.</i> Severidad en las columnas circulares - segundo piso .....	166
<i>Figura 96.</i> Severidad de las columnas según área de sección - segundo piso.....	167
<i>Figura 97.</i> Severidad de las columnas según área de sección - segundo piso.....	168
<i>Figura 98.</i> Planta de ubicación de las vigas - primer piso .....	169
<i>Figura 99.</i> Tipos de vigas - primer piso .....	173
<i>Figura 100.</i> Tipos de patología en las vigas - primer piso .....	174
<i>Figura 101.</i> Severidad de las vigas - primer piso .....	175
<i>Figura 102.</i> Severidad en las vigas principales - primer piso .....	176
<i>Figura 103.</i> Severidad en las vigas secundarias - primer piso .....	177
<i>Figura 104.</i> Área de severidades de las vigas – primer piso .....	178
<i>Figura 105.</i> Planta de ubicación de las vigas – segundo piso .....	179
<i>Figura 106.</i> Tipos de vigas - segundo piso.....	183
<i>Figura 107.</i> Tipos de patología en las vigas - segundo piso .....	184
<i>Figura 108.</i> Severidad de las vigas - segundo piso.....	184
<i>Figura 109.</i> Severidad en las vigas principales - segundo piso .....	185
<i>Figura 110.</i> Severidad en las vigas secundarias - segundo piso .....	186
<i>Figura 111.</i> Área de severidades de las vigas – segundo piso .....	187
<i>Figura 112.</i> Planta de ubicación de la losa aligerada - primer piso .....	188
<i>Figura 113.</i> Tipo de patología – primer piso .....	190
<i>Figura 114.</i> Fallas estructurales en losa – primer piso.....	191
<i>Figura 115.</i> Nivel de severidad – primer piso .....	192
<i>Figura 116.</i> Planta de ubicación de la losa aligerada - segundo piso .....	193
<i>Figura 117.</i> Tipo de patología – segundo piso .....	195
<i>Figura 118.</i> Fallas estructurales en losa – segundo piso .....	196

<i>Figura 119.</i> Nivel de severidad – segundo piso .....	197
<i>Figura 120.</i> Cuadro de patología del primer piso .....	198
<i>Figura 121.</i> Resumen de patología del primer piso .....	198
<i>Figura 122.</i> Área afectada e inafectada del primer piso. ....	199
<i>Figura 123.</i> Severidad general del primer piso.....	200
<i>Figura 124.</i> Resumen de la Severidad del primer piso. ....	201
<i>Figura 125.</i> Cuadro de patología del segundo piso .....	202
<i>Figura 126.</i> Resumen de patología del segundo piso .....	202
<i>Figura 127.</i> Área afectada e inafectada del segundo piso. ....	203
<i>Figura 128.</i> Severidad general del segundo piso. ....	204
<i>Figura 129.</i> Resumen de la Severidad del segundo piso.....	205
<i>Figura 130.</i> Formato de campo 01 - columna .....	213
<i>Figura 131.</i> Formato de campo 02 - columna .....	214
<i>Figura 132.</i> Formato de campo 03 - viga .....	215
<i>Figura 133.</i> Formato de campo 04 - viga .....	216
<i>Figura 134.</i> Formato de campo 05 - viga .....	217
<i>Figura 135.</i> Formato de campo 06 – losa aligerada.....	218
<i>Figura 136.</i> Formato de campo 07 - columna .....	219
<i>Figura 137.</i> Formato de campo 08 - columna .....	220
<i>Figura 138.</i> Formato de campo 09 - viga .....	221
<i>Figura 139.</i> Formato de campo 10 - viga .....	222
<i>Figura 140.</i> Formato de campo 11 - viga .....	223
<i>Figura 141.</i> Formato de campo 12 – losa aligerada.....	224
<i>Figura 142.</i> Autorización de la entidad.....	225

<i>Figura 143.</i> Equipos y Herramientas usados .....	227
<i>Figura 144.</i> Regla milimétrica.....	227
<i>Figura 145.</i> Matriz de la investigación .....	228
<i>Figura 146.</i> Vista de la edificación .....	229
<i>Figura 147.</i> Vista de la edificación .....	229
<i>Figura 148.</i> Toma der datos – in situ .....	230
<i>Figura 149.</i> Toma der datos – in situ .....	230
<i>Figura 150.</i> Vista de columna circular .....	231
<i>Figura 151.</i> Vista de picaduras .....	231
<i>Figura 152.</i> Unión entre columnas y vigas .....	232
<i>Figura 153.</i> Desplome de columna .....	232
<i>Figura 154.</i> Vista de la viga principal.....	233
<i>Figura 155.</i> Vista del cambio de peralte de la viga principal .....	233
<i>Figura 156.</i> Vista de fisuras en las vigas.....	234
<i>Figura 157.</i> Vista de la viga en las zonas de agrietamiento .....	234
<i>Figura 158.</i> Grieta en la losa aligerada .....	235
<i>Figura 159.</i> Grieta en la losa aligerada .....	235
<i>Figura 160.</i> Vista de grietas en losa aligerada.....	236
<i>Figura 161.</i> Vista de fisura en losa aligerada .....	236
<i>Figura 162.</i> Plano de Ubicación .....	237
<i>Figura 163.</i> Muestra 01 .....	238
<i>Figura 164.</i> Muestra 02 .....	239
<i>Figura 165.</i> Muestra 03 .....	240
<i>Figura 166.</i> Muestra 04 .....	241

<i>Figura 167. Muestra 05</i> .....	242
<i>Figura 168. Muestra 06</i> .....	243

## 6.2 Índice de Tablas

<i>Tabla 01.</i> Categorización de las edificaciones .....	28
<i>Tabla 02.</i> Categoría y Sistema estructural de las edificaciones.....	28
<i>Tabla 03.</i> Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas .....	29
<i>Tabla 04.</i> Categorización y regularidad de las edificaciones .....	30
<i>Tabla 05.</i> Tabla de Irregularidades .....	31
<i>Tabla 06.</i> Factores de Zona Z .....	34
<i>Tabla 07.</i> Clasificación de los perfiles de suelo.....	36
<i>Tabla 08.</i> Factor de Suelo (S) .....	36
<i>Tabla 09.</i> Periodos TP y TL.....	36
<i>Tabla 10.</i> Errores en la fase de replanteo de la obra .....	90
<i>Tabla 11.</i> Errores en la fase de encofrado y colocación de armaduras .....	90
<i>Tabla 12.</i> Errores en la fase de vaciado del concreto .....	91
<i>Tabla 13.</i> Errores en la construcción de estructuras de acero.....	92
<i>Tabla 14.</i> Errores en la construcción de elementos no estructurales .....	93
<i>Tabla 15.</i> Daños estructurales más frecuentes .....	126
<i>Tabla 16.</i> Rango de clasificación .....	132
<i>Tabla 17.</i> Cuadro de evaluación global preliminar de las estructuras .....	133
<i>Tabla 18.</i> Muestras. ....	138
<i>Tabla 19.</i> Cuadro de operacionalización de variables.....	138
<i>Tabla 20.</i> Matriz de consistencia .....	142
<i>Tabla 21.</i> Formato de evaluación de patologías – columnas .....	147
<i>Tabla 22.</i> Tipos de columnas – primer piso.....	149
<i>Tabla 23.</i> Tipos de patologías en las columnas del primer piso .....	150

<i>Tabla 24.</i> Severidad de las columnas - primer piso .....	151
<i>Tabla 25.</i> Severidad de las columnas tipo T – primer piso .....	152
<i>Tabla 26.</i> Severidad de las columnas tipo L - primer piso. ....	153
<i>Tabla 27.</i> Severidad de las columnas rectangulares - primer piso. ....	153
<i>Tabla 28.</i> Severidad de las columnas circulares - primer piso. ....	154
<i>Tabla 29.</i> Severidad de las columnas según área de sección - primer piso .....	155
<i>Tabla 30.</i> Patología de las columnas según área de sección - primer piso.....	156
<i>Tabla 31.</i> Formato de evaluación de patologías – columnas .....	159
<i>Tabla 32.</i> Tipos de columnas – segundo piso. ....	161
<i>Tabla 33.</i> Tipos de patologías en las columnas - segundo piso .....	162
<i>Tabla 34.</i> Severidad de las columnas - segundo piso.....	162
<i>Tabla 35.</i> Severidad de las columnas tipo T – segundo piso .....	163
<i>Tabla 36.</i> Severidad de las columnas tipo L - segundo piso. ....	164
<i>Tabla 37.</i> Severidad de las columnas rectangulares - segundo piso. ....	165
<i>Tabla 38.</i> Severidad de las columnas circulares - segundo piso. ....	166
<i>Tabla 39.</i> Severidad de las columnas según área de sección - segundo piso .....	166
<i>Tabla 40.</i> Patología de las columnas según área de sección - segundo piso .....	167
<i>Tabla 41.</i> Formato de evaluación de patologías – vigas .....	170
<i>Tabla 42.</i> Tipos de vigas – primer piso .....	173
<i>Tabla 43.</i> Tipos de patología de las vigas - primer piso.....	173
<i>Tabla 44.</i> Severidad de las vigas - primer piso .....	174
<i>Tabla 45.</i> Severidad de las vigas principales - primer piso. ....	175
<i>Tabla 46.</i> Severidad de las vigas secundarias - primer piso. ....	176
<i>Tabla 47.</i> Áreas de Severidades de las vigas .....	177

<i>Tabla 48.</i> Formato de evaluación de patologías – vigas .....	180
<i>Tabla 49.</i> Tipos de vigas – segundo piso.....	183
<i>Tabla 50.</i> Tipos de patología de las vigas - segundo piso .....	183
<i>Tabla 51.</i> Severidad de las vigas - segundo piso .....	184
<i>Tabla 52.</i> Severidad de las vigas principales - segundo piso.....	185
<i>Tabla 53.</i> Severidad de las vigas secundarias - segundo piso. ....	186
<i>Tabla 54.</i> Áreas de Severidades de las vigas – segundo piso .....	186
<i>Tabla 55.</i> Formato de evaluación de patologías – Losa aligerada .....	189
<i>Tabla 56.</i> Tipos de patologías – primer piso .....	190
<i>Tabla 57.</i> Fallas estructurales en losa – primer piso .....	190
<i>Tabla 58.</i> Nivel de Severidad – primer piso .....	191
<i>Tabla 59.</i> Formato de evaluación de patologías – Losa aligerada .....	194
<i>Tabla 60.</i> Tipos de patologías – segundo piso .....	195
<i>Tabla 61.</i> Fallas estructurales en losa – segundo piso.....	195
<i>Tabla 62.</i> Nivel de Severidad – segundo piso .....	196
<i>Tabla 63.</i> Cuadro de patología del primer piso.....	197
<i>Tabla 64.</i> Resumen de patología del primer piso.....	198
<i>Tabla 65.</i> Área afectada e inafectada del primer piso .....	199
<i>Tabla 66.</i> Severidad general del primer piso .....	200
<i>Tabla 67.</i> Resumen de la severidad del primer piso .....	200
<i>Tabla 68.</i> Cuadro de patología del segundo piso .....	201
<i>Tabla 69.</i> Resumen de patología del segundo piso .....	202
<i>Tabla 70.</i> Área afectada e inafectada del segundo piso.....	203
<i>Tabla 71.</i> Severidad general del segundo piso.....	204
<i>Tabla 72.</i> Resumen de la severidad del segundo piso .....	204



## **I. Introducción**

En el campo de la ingeniería civil el estudio de las patologías en las edificaciones es de suma importancia ya que dicho estudio podrá determinar el estado actual de la construcción y por ende su servisiabilidad evitándose así posibles situaciones de alto riesgo que atenten contra la salud y la tranquilidad de la comunidad y en este caso de la institución educativa.

Habiéndose constatado la realidad de la institución sobre la presencia de patologías durante el proceso constructivo; es por tal motivo que en el presente informe se recopilan los datos para la investigación desde un enfoque cualitativo, estudiando las patologías que presentan los elementos estructurales, por lo anteriormente expresado, el enunciado del **problema de investigaciones** es la siguiente: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías influyen en las estructuras porticadas de la Institución Educativa 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco, nos permitirá obtener el estado actual de la estructura?

Para dar respuesta al problema, se ha planteado el siguiente **objetivo general** que es: Determinar el índice de condición de las patologías y la severidad que presentan las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.

Y para alcanzar el objetivo general, nos hemos planteado los siguientes **objetivos específicos**: a). Identificar el tipo de patologías de concreto encontradas en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria

35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia y departamento de Pasco; b). Determinar el grado de afectación de las patologías en las estructuras porticada de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca; y c). Obtener el índice de condición de las patologías en las estructuras porticada de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca.

**La justificación** de la investigación se basa por la necesidad de mejorar la calidad del concreto en las estructuras porticadas para garantizar los riesgos potenciales como pérdidas humanas y económicas, la evaluación de las patologías estructurales es importante ya que se identifican lesiones tipológicas; o sea, por causas físicas, mecánicas y químicas; a su vez pueden ser por causas directas (cargas, sobrecargas, empujes, impactos, rozamientos, etc.) e indirectas (ejecución, materiales, mantenimientos, etc.).

**La metodología de la investigación**, es descriptivo, no experimental y de corte transversal, cuyo trabajo a utilizar será de tipo evaluativo, visual y analítico, siendo la base de dicha investigación, la información científica adquirida y los antecedentes que la avalan.

**El resultado** final considerando que los elementos estructurales sufren patologías muy severas y afectando completamente la capacidad sismorresistente, además que se encuentra diseñada contra la norma, sumándole el proceso constructivo como lo señala Astorga A., Rivero P <sup>(25)</sup>, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura.

## II. Revisión de la Literatura.

### 2.1. Antecedentes.

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

##### a) **Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia Plaza Aveldaño.**

Según, Cabrera T., Plaza R. <sup>(1)</sup>, En su monografía previa a la obtención del título de ingeniería civil, indica que el **objetivo general**, es efectuar el diagnóstico de las patologías y la propuesta de rehabilitación estructural-constructiva de una vivienda, ubicada en el centro histórico de la ciudad declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Teniendo como **resultados**, el levantamiento de información, y la evaluación de las causas que originaron los procesos patológicos, permitieron reconocer 3 agentes causales principales que afectan al inmueble, siendo éstos la humedad, falta de mantenimiento, y las intervenciones caóticas que causaron un desorden en el flujo de líneas de carga de la vivienda. La humedad es la principal causa de lesiones en la estructura; según la inspección visual realizada, se determinó que el mayor porcentaje de humedad se da debido al mal estado de la cubierta, quedando en un segundo lugar, las instalaciones defectuosas para las cuales sería importante un estudio minucioso, el cual debido a las condiciones del propietario no pudo realizarse, dado que las inspecciones debían ser de carácter no destructivo.

En la etapa de diagnóstico, se evidencia que el deficiente tratamiento contra agentes ambientales y biológicos en las vigas y columnas de madera ha permitido el desarrollo de polilla, es por ello se ha recomendado la aplicación de inmunizante tanto en los elementos nuevos como en los existentes.

En la viga de madera de la planta baja, que presenta una considerable deformación y pérdida de sección, pudo ser reforzada, pero ante la presencia de pudrición en algunas zonas de la misma, se ha optado por la sustitución completa del elemento.

Respecto a los elementos horizontales que conforman la cubierta, es notorio a simple vista, que la humedad ha causado que la estructura cumpla con su vida útil, ya que la gran cantidad de goteras, la pudrición de la madera y el carrizo, el mal estado y desubicación de las planchas de zinc que cumplen un papel fundamental en la impermeabilización, lo evidencian; es por ello la decisión de sustituirla por completo. La incorporación de durmientes en los muros de adobe sobre los que descansa toda la estructura de la cubierta, permitirá que las cargas que soportan se distribuyan de manera uniforme. Para desmontar la cubierta se propone realizarlo desde el cumbretero hasta el alero, tratando de conservar las tejas en buen estado, y aquellas tejas nuevas, deberán ser del mismo tamaño que las existentes, a manera de cumplir con las exigencias de la ordenanza municipal vigente.

La falta de mantenimiento en los revoques, ha provocado que la humedad continúe su proceso de deterioro, causando agrietamientos menores en los muros de adobe, por ventaja los muros portantes no presentan daños mayores que involucren métodos de reparación complejos. Se han propuesto para los muros, el reforzamiento con nervomallas, con la intención de mejorar su resistencia y evitar que las grietas verticales menores causadas por la ausencia de trabes, que actualmente son menores, a futuro aumenten su tamaño y se vuelvan un problema estructural.

Un aspecto notable, es la presencia de un muro abofado, fenómeno que como conocemos es producto de la excesiva humedad, la definición del origen de dicho agente, no se pudo conocer con exactitud, pues el muro colinda con una vivienda contigua, de la cual se conoce muy poco, pero se presume que el mal estado de dicha construcción vecina afecta de manera directa al muro, por lo que para atacar el origen mismo de la humedad sería necesaria una inspección a fondo de la zona colindante, para detectar los focos de humedad que se transmiten y las soluciones que no solo reparen la lesión sino también su origen. En la ficha de tratamiento de dicho elemento portante, se ha propuesto un reforzamiento con malla de polímero, lo que evitará el desplome y erosión del mismo, pues se conoce que anteriormente se reparó un orificio de gran magnitud, probablemente producto del abofamiento.

La falta de criterio técnico se evidencia con la introducción de elementos que originan un flujo de cargas caótico, uno de ellos, es la columna que descansa sobre una viga de entrepiso y no posee continuidad en la planta baja, el elemento produce un efecto de puntal sobre la viga y le transmite una carga puntual que posibilita su excesiva deformación; para reemplazar el elemento y redefinir la carga, se propuso el diseño una viga de mayor peralte que soporte toda la carga que actualmente va hacia la columna, de esa manera la carga irá hacia los muros que son elementos mucho más resistentes.

La etapa de evaluación de la resistencia de la vivienda, se realizó sobre la base de conservación de su uso actual, puesto que, si se modificara dicho aspecto, se necesitaría de una intervención arquitectónica y estructural proyectada al nuevo uso que se le dé. Los resultados obtenidos en base a los criterios teóricos antes mencionados, como los de resistencia de la madera y el adobe, nos permiten concluir que los muros portantes y columnas de madera, así como las vigas y viguetas del entrepiso tienen una resistencia aceptable y en algunos casos como el de los muros excesivo, dada la condición de sus secciones.

El costo de la intervención es de 10675,94 dólares, en el que se reflejan los materiales existentes en el medio, la mano de obra y la herramienta necesaria, se podría decir que es un costo relativamente moderado dado la calidad de la intervención. La

sustitución total de la cubierta resulta la más costosa, con el 80% del presupuesto total, esto debido a la magnitud de la intervención. En general el inmueble se encuentra en un estado moderado, puesto que la humedad ha ocasionado lesiones de las cuales algunas pueden ser reparadas, y en el caso de la cubierta sustituidas; además las intervenciones sin criterio son otro factor importante a considerar. Si bien es cierto, el inmueble no es una construcción representativa particular, pero al ser una vivienda de características comunes a otras de la zona, que también son parte del patrimonio de la ciudad, la inspección, diagnóstico y tratamiento que se ha propuesto para el mismo, puede servir como base para el estudio de las patologías en las construcciones aledañas. Siempre y cuando, se realicen con el criterio técnico adecuado y se respeten las normas patrimoniales, es posible rehabilitarlas tanto estructural como constructivamente.

Y finalmente teniendo como  **conclusiones**, una vez finalizado el proyecto se ha podido valorar, desde la práctica, lo complejo que resulta diagnosticar y rehabilitar tanto constructiva como estructuralmente una edificación o vivienda, más aún si se trata de propiedades patrimoniales, las cuales se rigen a la conservación de los materiales que constituyen las estructuras, y requieren de soluciones que conserven las dimensiones de las mismas.

En el proceso de diagnóstico y tratamiento de las patologías, sea cual sea la estructura a tratar, es importante considerar todas las

etapas de inspección, pruebas no destructivas, búsqueda de los agentes causales, propuestas de tratamiento y evaluación de la estructura, pues con ello el criterio técnico que se emita, tendrá el mínimo de errores y brindará las soluciones más adecuadas, no sólo con la finalidad de reparar una lesión, sino de atacar su origen y detener un proceso patológico que en el peor de los casos, puede inhabilitar una estructura.

La elaboración de fichas debe realizarse con el mayor detalle posible (ubicación, esquemas, fotografías, etc.), de tal manera que resulte una base confiable para el técnico que posteriormente analizará la información y propondrá su criterio.

El seccionamiento de la estructura en elementos verticales y horizontales, permite un análisis adecuado de los flujos de carga y un ordenamiento de las patologías, lo que conduce a relacionar unas lesiones con otras que son provocadas por agentes en común.

Cuando se evalúa la resistencia actual del inmueble, se consideran el uso que tiene, pues las cargas varían en función de ello. Si se tratase de un cambio de uso, el factor de las cargas es primordial para conservar o no los elementos que conforman la estructura.

El mantenimiento de los elementos de madera, es decisivo cuando las estructuras están expuestas al medio ambiente, pues son vulnerables a ataques biológicos, físicos o químicos, que muchas veces causan el deterioro total de las estructuras causando desplomes e inseguridad de los usuarios.



Así como ésta vivienda, en el sector y en gran parte de la ciudad, inmuebles de características constructivas semejantes presentan procesos patológicos similares a los existentes en el presente trabajo, lo cual nos lleva a concluir que las propuestas de intervención pueden realizar un aporte significativo a estudios similares.

**b) Métodos de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas**

Según, Chávez A.,Unquén A. <sup>(2)</sup>, en su proyecto de trabajo de Tesis, tiene como **objetivo general**, confeccionar un método de inspección visual de patologías que afectan al hormigón armado, para su posterior aplicación, y verificar los tipos de reparaciones necesarios para reparar este tipo de edificación.

Cuyas **conclusiones** indican que en su tercer párrafo señala: Tras esta investigación, se dejó en claro que el hormigón armado puede sufrir diversas clases de lesiones y/o fallas las que provendrán del actual del medio ambiente o el de las personas involucradas en el proceso de diseño, confección y mantención de este material.

Indagado con profesionales del área de construcción, entre los que destacan: ingenieros constructores, constructores civiles y arquitectos, establecieron que las patológicas más preponderantes en la ciudad de Punta Arenas tienen relación a las humedades, hormigonando en tiempo de frío y el viento, siendo estas dos últimas problemáticas, un inconveniente en el proceso de

confección de este material, no así, la humedad que ataca la estructura ya en uso.

En cuanto a la aplicación de la metodología de inspección en el edificio Magallanes, se puede concluir lo siguiente:

De los síntomas estudiados en el edificio, se detectó evolución en dos de ellos: la humedad presente en el muro del piso 11, y la corrosión y desprendimiento de hormigón en el muro exterior del piso 6. Como se puede apreciar en el registro fotográfico durante las primeras visitas la humedad antes mencionada mostraba manchas despreciables que con el paso del tiempo, ya en las últimas visitas, acusaban manchas de mayor tamaño y levantamiento de revestimiento. En el caso de la corrosión del sexto piso, cuando comenzaron las inspecciones, este ya se encontraba en un estado avanzado de desprendimiento y corrosión, la que aumentó a medida que transcurría el tiempo. Registrándose un aumento en el área de revestimiento desprendido. La corrosión de la armadura no presentó cambios en la inspección visual, pero se recomienda la realización de los ensayos pertinentes descritos en el anexo B de la presente tesis, para determinar la velocidad de corrosión.

Para los otros síntomas analizados (otras humedades, fisuras) no se detectó progreso alguno en el tiempo. Las fisuras encontradas en la estructura no mostraron modificación a través de las inspecciones,

lo que revela su estado inactivo, indicando que no son un riesgo para la capacidad portante de la estructura.

**c) Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial.**

Según, Avendaño E. <sup>(3)</sup>, en su informe de trabajo de graduación para obtener el grado de licenciatura en ingeniería civil, llega como **objetivo general**, desarrollar un procedimiento para la detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural y realizar su aplicación a un caso de estudio de infraestructura industrial

La principal **conclusión**, es que los ingenieros civiles de Costa Rica, no han establecido normativas que traten aspectos de durabilidad, reparación y mantenimiento de estructuras de concreto. Por consiguiente, al no existir normativa, no se cuenta con un equipo de ensayo y laboratorios especializados que sirvan como instrumento para realizar estudios técnicos sobre estos temas. A continuación, se puntualizan cada una de las conclusiones que se derivan del trabajo de investigación realizado y de la aplicación del método propuesto para la detección, tratamiento y prevención de patologías:

- No se cuenta con normativa que incluya especificaciones de diseño por durabilidad, procedimientos de reparación y de mantenimiento de estructuras de concreto.

- No existe equipo de ensayo y laboratorios de materiales para realizar pruebas que caractericen las propiedades del concreto, necesarias, para determinar el desempeño por durabilidad del mismo. Las informaciones generadas por las pruebas de laboratorio son esenciales para llevar a cabo estudios técnicos de patología estructural.
- El profesional debe tener en cuenta que la estructura interactúa con el medio ambiente circundante, por lo que el diseño no solo debe considerar aspectos de resistencia estructural; debe conocer que existen acciones químicas, físicas, mecánicas y biológicas que se deben contemplar.
- El concreto sufre patologías provocadas por agentes que forman parte de su composición. Las patologías producidas por agentes internos son: reacción álcali – agregado (RAA), formación de etringita diferida (FED) y contracción por secado.
- Las patologías del concreto tienen su origen no solamente en la etapa de operación, además pueden generarse en la etapa de diseño y construcción de la obra.
- En nuestro país, el mantenimiento preventivo es deficiente en la mayoría de las obras de infraestructura tanto civil como industrial. Generalmente, el mantenimiento que se aplica es del tipo correctivo, lo que trae repercusiones económicas negativas.

- El diseño preventivo por durabilidad en estructuras nuevas está ligado los conceptos de ingeniería de valor, las cuales definen que las decisiones tomadas en las fases de planificación del proyecto tienen una relación beneficio/costo mayor que las decisiones que se toman durante la fase constructiva u operativa.
- La metodología propuesta en este trabajo ofrece al medio profesional, una alternativa práctica para la detección, tratamiento y prevención de patologías en estructura de concreto.

**d) Protocolo para los Estudios de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado en Colombia.**

Según, Díaz P. <sup>(4)</sup>, en su trabajo de grado de maestría indica que su **objetivo general** es elaborar un protocolo para los estudios de patología de la construcción que permitan dar un diagnóstico y evaluación estructural en las edificaciones de concreto reforzado.

El primer **resultado** da cuenta de la revisión del estado del arte, donde se resalta los siguientes aspectos:

- La revisión de literatura presentó gran cantidad de documentos sin ajustarse a un enfoque teórico establecido, pero sí con una importante evidencia empírica, basada en estudios de Patología de la Construcción en pacientes con procesos patológicos que comprometen su funcionalidad y aspecto. Estudios que señalan

procedimientos y variables que se relacionan con nuestro problema de investigación.

- □ La revisión de las fuentes de información institucional desde la academia con el material proporcionado, corresponde a quince trabajos de proyectos de investigación –TPI de los últimos cinco años de la Universidad Santo Tomás de Aquino, presentan como resultado una tendencia a realizar estudios en Patología de la construcción para uso vivienda, institucionales y bienes patrimoniales, apoyados en un desarrollo metodológico con formatos y fichas de registro para la calificación, análisis del daño y tipología de las lesiones, presentan un énfasis en la patología de los materiales como en mampuestos y morteros. Además, se resalta la proyección social de los TPI que permite identificar temáticas relevantes para las regiones y la comunidad.
- □ La revisión de las fuentes de información institucional desde las agremiaciones confirmó la existencia de diferentes metodologías, principalmente para la inspección y diagnóstico de las edificaciones después de un sismo, procedimientos de medidas de rehabilitación a través de reforzamientos de los elementos estructurales en las edificaciones de concreto, estudios de Patología de los materiales, entre otros desarrollos investigativos que permitieron la actualización frente a los procedimientos y tecnologías para los ensayos de materiales.

No obstante, se considera que es un desarrollo limitado para lo que debería abarcar la patología de la construcción, desde una perspectiva integral e interdisciplina en el entendimiento no solo de las causas que originan los procesos patológicos en casos determinados, sino también en la identificación y clasificación de las patologías más frecuentes y ubicar en qué etapa del proceso constructivo se originan.

- La matriz de comparación teórica, determinó que las metodologías desarrolladas por los teóricos presentan diferentes fases de investigación en los estudios de patología de la construcción, las más comunes son las fases de documentación, observación de campo, toma de datos, material de prueba, evaluación e informe final, sin embargo, no se presenta consenso en el alcance de sus variables, entre otros

Llegando a las siguientes **conclusiones**

- La zona 1 de la planta industrial Polyuprotec S.A presenta baja resistencia de los concreto por debajo de la resistencia mínima requerida por norma, los valores encontrados con el esclerómetro digital correlacionando el frente de carbonatación dando un resultado en promedio una resistencia del concreto con un  $F'c$  de 2600 psi.

El valor a la compresión del concreto de la zona 1 para diseño estructural, se estima con el promedio de los dos resultados obtenidos  $F'c=(2690 \text{ psi} + 2803 \text{ psi})/2$

$F'c = 2747 \text{ psi}$   $F'c = 19.3 \text{ Mpa}$ .

- □ La zona 2 de la planta industrial Polyuprotec S.A presenta como en la zona 1 baja resistencia de los concreto por debajo de la resistencia mínima requerida por norma en las columnas del eje (4), los valores encontrados con el esclerómetro digital correlacionando el frente de carbonatación dando un resultado en promedio una resistencia del concreto con un  $F'c$  de 3.323 psi

El valor a la compresión del concreto de la zona 2 para diseño estructural se estima con el promedio de los dos resultados obtenidos  $F'c = (3232 \text{ PSI} + 2680 \text{ PSI})/2$

$F'c = 2956 \text{ PSI}$   $F'c = 20.69 \text{ Mpa}$ .

- □ La zona 3 de la planta industrial Polyuprotec S.A presenta buena resistencia de los concreto los valores encontrados con el esclerómetro digital correlacionando el frente de carbonatación dando un resultado en promedio una resistencia del concreto con un  $F'c$  de 4,175 psi

el valor a la compresión del concreto de la zona 3 para diseño estructural se estima con el promedio de los dos resultados obtenidos  $F'c = (3232 \text{ PSI} + 2680 \text{ PSI})/2 = 4.175 \text{ Psi}$ .

### **2.1.2. Antecedentes nacionales.**

- a) Determinación de los tipos de patologías y evaluación del grado de las mismas en las instituciones educativas del distrito de Catacaos – provincia de Piura, año 2010**



Según, Peña C. <sup>(5)</sup>, en su trabajo de pregrado tiene como **objetivo general**, determinar y evaluar el grado de incidencia de las patologías encontradas en la infraestructura de las Instituciones Educativas del distrito de Catacaos.

Teniendo las siguientes **conclusiones**:

- Se concluye que el 37.50 % de las instituciones educativas: I.E. Juan Jacobo Cruz Villegas, I.E. N° 14042 Mariano Díaz, I.E. N° 14031 – Simbila, I.E. 14037 Artemio Requena Castro ubicadas en el distrito de Catacaos, ciudad de Piura se encuentran en el nivel muy leve o ninguno.
- Se concluye que el 35.00 % de las instituciones educativas: I.E. José Cayetano Heredia, I.E. Virgen del Carmen, I.E. Genaro Martínez Silva ubicados en el distrito de Catacaos, ciudad de Piura se encuentran en el nivel leve.
- Se concluye que el 22.50 % de las instituciones educativas: I.E. Juan de Mori, I.E. 14041 Narihuala ubicadas en el distrito de Catacaos, ciudad de Piura se encuentran en el nivel moderado.
- Se concluye que el 5.00 % de las instituciones educativas: I.E. 15143 – Pedregal Chico del distrito de Catacaos están a nivel severo, presentan daño grave, generalizado por efecto del salitre, seguido de fisuras en columnas, y descascaramiento del tarrajeo en viga con exposición de acero.
- Concluimos que para el distrito de Catacaos el mayor nivel de incidencia es la presencia de salitre en el nivel de moderado; en

las instituciones educativas: I.E Mariano Díaz, I.E. Virgen Del Carmen, I.E. Juan de Mori, I.E Genaro Martínez Silva, I.E. 14041 – Narihuala, I.E 14031 - Simbila, producto de tipo de suelo donde se encuentran las edificaciones.

- Se concluye que en columnas se presenta menor porcentaje de fisuras, entre ellas tenemos las instituciones educativas: I.E. Juan Jacobo Cruz Villegas, I.E. 14042 Mariano Díaz, I.E 14031 - Simbila, I.E 14037 Artemio Requena Castro. En mínimo porcentaje las fisuras en vigas, a excepción de las I.E. José Cayetano Heredia, I.E. Juan de Mori, I.E 15143 - Pedregal Chico.
- La incidencia de las patologías depende de las condiciones constructivas, calidad de los materiales, y al entorno en el que se encuentra la infraestructura educativa.
- Se concluye que el costo de dichas intervenciones antes de la ocurrencia de desastres, sismos u otro fenómeno que afecte la edificación, son por lo general mucho menores que los costos de reparación y reforzamiento de las estructuras.

**b) Determinación y evaluación de las patologías de concreto de los elementos estructurales de las viviendas de material noble del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga – Ayacucho – enero 2011.**

Según, Palomino C. <sup>(6)</sup>, en sus tesis de pregrado su **Objetivo general**, es estudiar la evaluación estructural de edificios y/o

elementos de Concreto armado existentes, estableciendo metodologías y herramientas necesarias para realizar un diagnóstico certero, que sea capaz de constatar el nivel de daño, para determinar una propuesta de actuación o reparación.

Teniendo los siguientes **resultados**:

- ☐ Las principales patologías se encuentran en el grupo de tabiques y terminaciones, según cuadro notamos que el año 90 con un 15.8% y en el año 2010 con un 15.3% hay una variación ligera de la patología, entonces podemos decir que en este grupo ocurre las mayores fallas patológicas en comparación de los demás grupos estudiados.
- ☐ Es considerable el porcentaje de roturas y desperfectos de las cerraduras de puertas y picaportes de ventanas en un 9.4% en el presente año 2010, mientras en el año 90 con un 8.1% por acción de la humedad, este último por la falta de obras de drenaje pluvial en la zona de estudio.
- ☐ Una patología importante que se detecta, es la filtración de aguas lluvias a través de la envolvente (muros, cubierta y antepechos), en un 8.5% en el presente año 2010, este problema es común por las construcciones ilegales o por falta de una guía técnica de construcción.
- ☐ Persisten las deformaciones patológicas en puertas y ventanas, casi en la misma proporción que en los estudios anteriores, según cuadros año 2010 en un 15.3% y el año 90 en un 15.8%.

- Hay un aumento significativo de 5.0% a 5.2%, respecto al estudio anterior de patologías en las instalaciones eléctricas y sus artefactos.
- Se detecta una disminución sustancial de 3.8% a 3.3% de patologías en las instalaciones de agua potable y artefactos sanitarios, y también en las de alcantarillado.

Y las siguientes **conclusiones:**

- Se concluye que las principales patologías se encuentran en el grupo de tabiques y terminaciones, según cuadro notamos que el año 90 con un 15.8% y en el año 2010 con un 15.3% hay una variación ligera de la patología, entonces podemos decir que en este grupo ocurren las mayores fallas patológicas, en comparación de los demás grupos estudiados, en este grupo debemos prestar más interés para poder disminuir el riesgo de falla, ya sea contratando especialistas.
- Tomando en cuenta lo anterior, se establece que los resultados de este trabajo tienen potencial para su aplicación como herramienta para tomar decisiones al nivel municipal o estatal.
- Es necesario hacer un estudio de patología en las viviendas a nivel Ayacucho.

**c) Metodología de análisis preliminar de estructuras de concreto a través de sus patologías en el Lt. 31 Mz. 9 P.J. Miraflores tercera zona –Chimbote –Santa – Ancash, septiembre 2013**

Según, Cisneros J. <sup>(7)</sup>, en sus tesis de pregrado indica que su **objetivo general** es corroborar a través de un análisis sísmico de la edificación a evaluar, que la metodología de análisis preliminar de estructuras a través de sus patologías es confiable para determinar aproximadamente el nivel de desempeño estructural de una edificación cualquiera.

Cuyos **resultados** son

- Se obtuvo que el edificio en cuestión presenta un daño severo de sus estructuras por factores químicos, por lo tanto, se debe proceder a su oportuna reparación en un tiempo prudencial de 2 a 5 años.
- El análisis pushover de la estructura, evidencia que la estructura no podrá resistir el embate de un sismo de magnitud similar al de 1970.
- En el análisis pushover de la estructura original, se redujo la resistencia de sus elementos a la flexión y flexo compresión para tomar en cuenta los efectos de la corrosión.
- La estructura reforzada con placas y aumento de sección de las columnas, produjo resultados satisfactorios en el análisis pushover.

Y las **conclusiones** obtenidas son:

- La tesis, dio como resultado que la estructura se encuentra en una situación de riesgo ante un evento sísmico.

- La metodología de análisis patológico de estructuras simplificado propuesto, probó ser una herramienta muy útil para hacer un examen preliminar de la estructura, ya que al ser comparada con los resultados del análisis pushover evidencia relación, ya que en ambos se observa que es necesario reforzar la estructura.

**d) Análisis y diseño estructural con interacción suelo estructura (ISE) del edificio multifamiliar “Buena Vista” en la ciudad de Lima con un sistema dual para un sismo severo con amortiguamiento del 2% y secciones de muros agrietados.**

Según, Guzmán G. <sup>(8)</sup>, en sus tesis de grado tiene como **objetivo general**, realizar un análisis y diseño estructural con Interacción Suelo Estructura (ISE) para estudiar el comportamiento estructural de un edificio multifamiliar con un sistema dual bajo un criterio normativo sismo-resistente utilizando modelos sísmicos fuera de la norma, mediante el uso del programa de modelación estructural: ETABS.

En sus **conclusiones** se tiene:

- Los resultados manifiestan que en la transición del modelo normativo empotrado al modelo de interacción suelo estructura (Barkan-Savinov) se presenta un aumento de los periodos, así como de los desplazamientos con reducción de las fuerzas máximas, confirmando el correcto desarrollo de la hipótesis de la interacción suelo estructura.

- El porcentaje de aumento de los períodos de vibración del modelo normativo dinámico empotrado, con respecto al modelo normativo estático empotrado, es del orden de un 28% aproximadamente, mientras que para el modelo dinámico interacción suelo estructura, presenta un aumento del 50% aproximadamente.
- En la transición del modelo normativo estático empotrado al modelo normativo dinámico y modelo dinámico, con interacción suelo estructura, se corroboró el aumento de los desplazamientos. Dicho aumento se debe a la incorporación de la hipótesis de interacción suelo estructura, la cual confiere ciertas características de rigidez, masa y grados de libertad a la cimentación.
- Se identificó la reducción de las fuerzas actuantes en los modelos con interacción suelo estructura con respecto a los modelos empotrados. Dicha reducción representa un 6% aproximadamente de las fuerzas durante el ‘Sismo Y’. Así mismo, ésta reducción de las fuerzas máximas, representa un impacto en el diseño de los elementos de corte, tales como los muros estructurales.
- La modelación estructural en el software ETABS y su posterior diseño cumplen con lo establecido en el presente Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

- Debido a las irregularidades tanto en planta como en elevación, así como la presencia de una garganta en los últimos pisos de la edificación, la estructura desarrolla un comportamiento irregular en la dirección del “Sismo Y”, lo cual se pudo apreciar en las gráficas de los desplazamientos obtenidos. Además, el edificio presenta estrechamientos de comportamiento flexible en algunos pisos debido a la baja distribución de inercia.
- El comportamiento flexible de la estructura tiene un impacto directo en los resultados obtenidos por medio de la “Envolvente”. Por lo que la optimización del diseño de los elementos de corte no representa el mismo porcentaje obtenido en la reducción de las fuerzas máximas.
- El comportamiento estructural de los modelos analizados con características adicionales propuestos por especialistas del área de investigación de la Ingeniería Sismorresistente, satisfacen todos los requisitos reglamentarios de acuerdo al control normativo del RNE.
- El diseño estructural de los elementos de corte se realizó para cada caso modelado, debido a la variación de las fuerzas de “Sismo X” y “Sismo Y”. De esta manera, se logró optimizar la cantidad de acero en los elementos y asegurar el correcto comportamiento estructural.



- El diseño personalizado, otorga cierta flexibilidad en el momento que se trabaja con las 9 combinaciones de cargas planteadas de acuerdo a los diferentes criterios presentados por el RNE.
- El 42% de los muros estructurales cumplen de manera holgada con los esfuerzos a los que son sometidos durante un evento sísmico, además de ser diseñados estructuralmente considerando la “Envolvente Max”, con lo cual nos encontramos frente al peor de los escenarios planteados por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **2.2. Bases teóricas de la investigación.**

### **2.2.1. Sistema estructural**

Es importante en una edificación, el sistema estructural que se aplique, considerando que viene a ser el conjunto de elementos que de una manera interactúan, con el fin de dar forma y funcionalidad a la edificación. Considero que es un aspecto muy importante, ya que por consecuente se podrá aplicar factores de seguridad que permitan mantener tanto la forma y la durabilidad en el tiempo.

Según la E.030 <sup>(9)</sup> indica lo siguiente: que las concepciones estructurales sismorresistente debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.

- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

Asimismo, según la E.030 <sup>(9)</sup> menciona que todos os elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 <sup>(10)</sup> Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.
- Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos

deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.

- Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

Según la E.030 <sup>(9)</sup> Tipos de sistemas estructurales contemplados en las normas peruanas son:

- Sistema estructural de acero.
  - Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF).
  - Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF).
  - Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF).
  - Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF).
  - Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF).
  - Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF).
- Sistema estructural de concreto armado.
  - Pórticos.
  - Dual.
  - De muros estructurales
  - Muros de ductibilidad limitada
- Sistema estructural de albañilería armado o confinada.
- Sistema estructural de madera (por esfuerzos admisibles).

Asimismo, contempla un sistema no tan común, como lo es el sistema de estructura de tierra, que son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

Según E.030 <sup>(9)</sup>, las edificaciones se categorizan en:

*Tabla 01.* Categorización de las edificaciones

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
A	Edificaciones esenciales
B	Edificaciones importantes
C	Edificaciones comunes
D	Edificaciones temporales

Fuente: Elaboración propia, 2016

En la categoría A, se sub categoriza en A1 y A2, en donde A1 se ha destinado para los establecimientos del sector de Salud.

Con la clasificación de la edificación se obtiene el factor de uso o importancia (U), en necesario indicar que para edificios con aislamiento sísmico en base se podrá considerar  $U=1$ .

Considerando la categorización y el sistema de estructuración de las edificaciones la norma peruana es puntual en lo siguiente:

*Tabla 02.* Categoría y Sistema estructural de las edificaciones

<b>Categoría</b>	<b>Zona</b>	<b>Sistema Estructural</b>
A1	3 y 4	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: sistema dual, Muros de concreto armado. Albañilería armada o confinada.

A2	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: sistema dual, Muros de concreto armado. Albañilería armada o confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: pórticos, sistema dual, muros de concreto armado. Albañilería armada o confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y	Cualquier sistema.
	1	

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>

Mediante los sistemas estructurales se obtiene el coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R), otorgándole los siguientes valores:

Tabla 03. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas.

Sistema Estructural	Coeficiente básico de Reducción (R)
<b>Acero</b>	
SMF	8
IMF	7
OMF	6
SCBF	8
OCBF	6
EBF	8
<b>Concreto Armado</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6

Muros de ductibilidad limitada	4
<b>Albañilería armada o confinada</b>	3
<b>Madera (por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplicará a estructuras tipo péndulo invertido.

Las estructuras deben clasificarse como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, esta deberá proyectarse respetando las restricciones a la irregularidad de la tabla siguiente:

Tabla 04. Categorización y regularidad de las edificaciones

Categoría	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades.
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones.
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas.
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones.

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

Las estructuras regulares son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan irregularidades, en tal sentido se aplicará un factor de I

será a 1.0, lo que no pasa en las estructuras irregulares que son aquellas edificaciones que presentan una o más de las irregularidades, indica en la tabla siguiente:

Tabla 05. Tabla de Irregularidades

Tipo	Irregularidades estructurales	Factor de irregularidad (I)
Altura ( $I_a$ )	Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60
Planta ( $I_p$ )	Irregularidad torsional	0.75
	Irregularidad torsional extrema	0.60
	Esquinas entrantes	0.90
	Discontinuidad del diafragmas	0.85
	Sistemas no paralelos	0.90

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

En necesario indicar que el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas  $R$ , se obtiene mediante la multiplicación de  $R=R_0 \cdot I_a \cdot I_p$

Según ICG <sup>(11)</sup>, en la página 84, las estructuras irregulares o sistemas de marcos (SEAOC), lo clasifica en cuatro grupos las cuales son:

a) Edificios con configuración irregular.

- Planta en forma T
- Planta en forma L
- Planta en forma U
- Planta en forma cruz
- Otras formas complejas.
- Escalonamientos
- Con cortes múltiples

- ☐ Niveles subdivididos.
- ☐ Planta baja inusualmente alta
- ☐ Piso inusualmente bajo
- ☐ Apariencia exterior uniforme, pero con distribución de masa no uniforme o viceversa.

b) Edificios con cambios abruptos en su resistencia lateral.

- ☐ Niveles inferiores débiles
- ☐ Grandes aberturas en los muros resistentes al esfuerzo cortante.
- ☐ Con columnas interrumpidas.
- ☐ Con vigas interrumpidas.
- ☐ Aberturas en diafragmas.

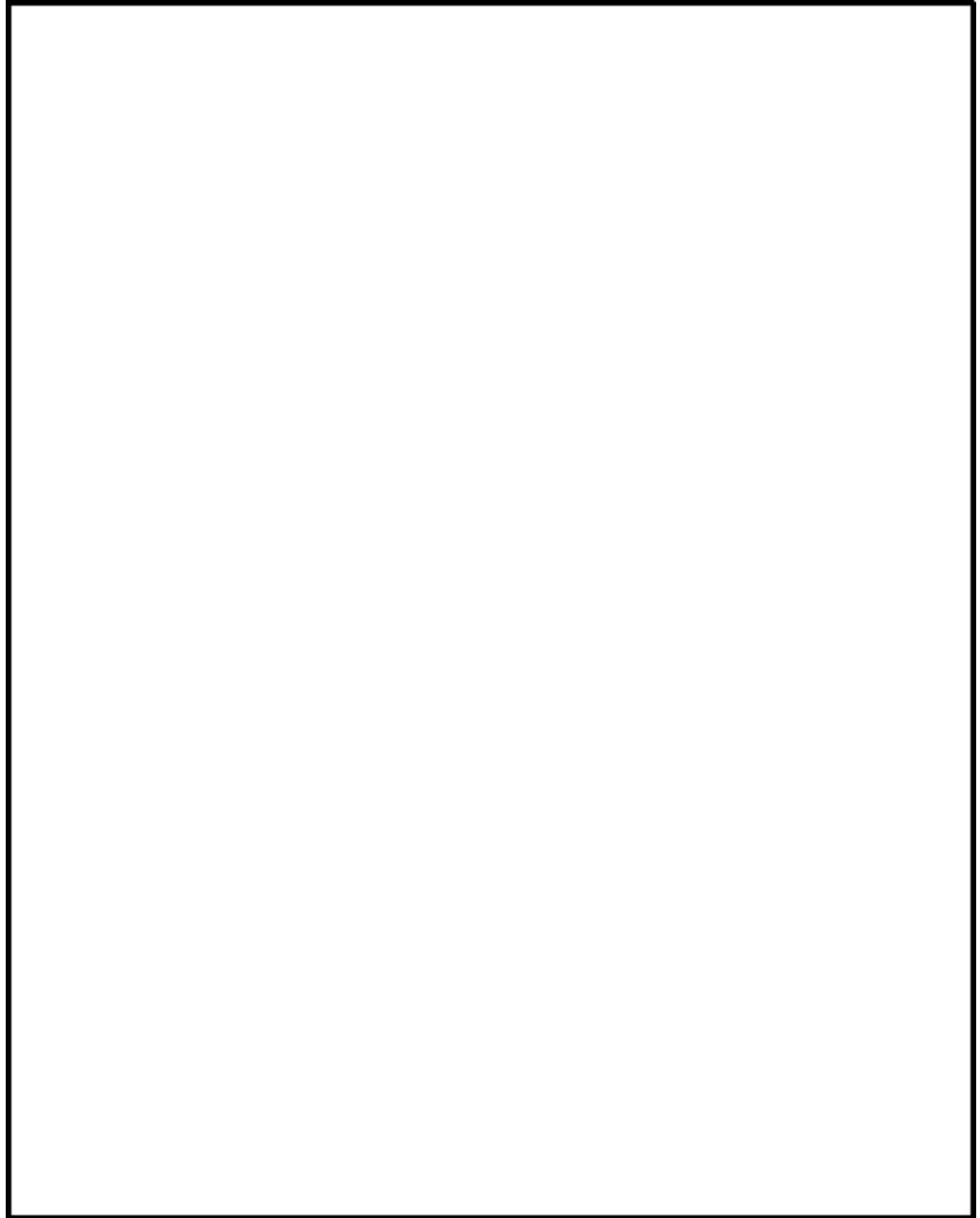
c) Edificios con cambios abruptos en su rigidez lateral.

- ☐ Muros resistentes al cortante en algunos pisos, marcos resistentes al momento en otros.
- ☐ Interrupción de elementos verticales resistentes.
- ☐ Cambios abruptos en el tamaño de los miembros.
- ☐ Cambios drásticos en la relación masa/rigidez.

d) Aspectos Estructurales inusuales o novedosos.

- ☐ Estructuras soportadas por cables.
- ☐ Cascarones
- ☐ Armaduras alternadas
- ☐ Edificios sobre laderas de colinas.





Fuente: Arnold Ch. y Reitherman R, 1987.

*Figura 01*, Estructura irregulares o sistemas de marcos (SEAOC)

Según Arnold Ch., Reitherman R.<sup>(12)</sup>, Interpretación gráfica de "irregularidades en estructuras o en sistemas de marcos", del comentario al SEAOC (Recommended Lateral Force Requirements and Commentary).

Asimismo, según la E.030 <sup>(09)</sup> La filosofía del diseño sismorresistente consiste

en:

- a) Evitar pérdidas de vidas humanas.
- b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c) Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es una técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establece de acuerdo a la NTE-030:

- a) La estructura no deberá colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- b) La estructura deberá soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto. Pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.

La zonificación el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas.

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentro, así como en la información geotectónica.

Tabla 06. Factores de Zona Z

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.



Fuente: Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

*Figura 02, Zona Sísmicas.*

El lugar de colegio en estudio se encuentra a una hora de la ciudad de Pasco, provincia de Pasco, distrito de Huariaca, a una hora de la ciudad de Huánuco, se encuentra en la zona 2, según el mapa de zonificación.

En necesario también definir el tipo de suelo, en la norma estable los siguientes perfiles:

- Perfil tipo S0: Roca dura.
- Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.
- Perfil tipo S2: Suelos intermedios.
- Perfil tipo S3: Suelos Blandos.
- Perfil tipo S4: Suelos excepcionales.

Los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelos tenemos:

Tabla 07. Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	$\overline{V_s}$	$\overline{N_6}$	$\overline{S_u}$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S <sub>3</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificado basada en el EMS		

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

Para los parámetros de sitio (S, T<sub>P</sub>, T<sub>L</sub>), deberán considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de ampliación del suelo (S) y los periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub>.

Tabla 08. Factor de Suelo (S)

Suelo \ Zona	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

Tabla 09. Periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub>

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (S)	0.30	0.40	0.60	1.0
T <sub>L</sub> (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: E.030 <sup>(9)</sup>.

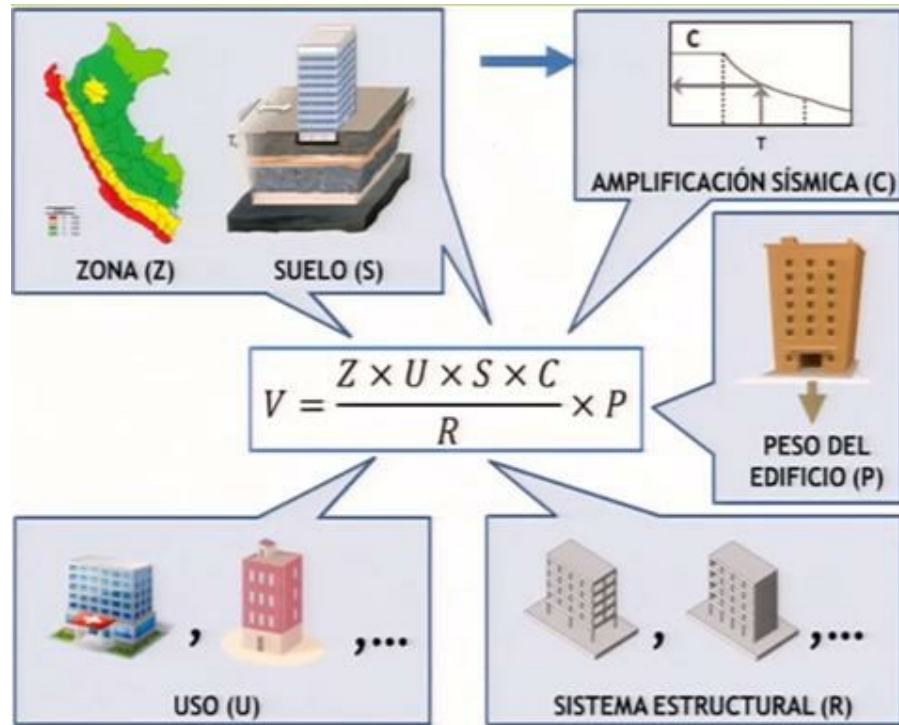
Para el factor de ampliación sísmica (C), de acuerdo a las características del sitio, el factor de ampliación sísmica (C) por las expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2.50$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.50 (T_P/T)$$

$$T < T_L \quad C = 2.50 (T_P \cdot T_L / T^2)$$

El espectro inelástico de pseudo-aceleraciones se utilizará la fórmula:



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

Figura 03. Esquemmatización del cálculo sísmico

Donde:

- Z: Zona sísmica
- U: Importancia de la edificación
- C: Factor de ampliación sísmica.
- S: Tipo de suelo.
- R: Coeficiente básico de reducción de los sistemas estructurales.
- P: Peso del edificio.

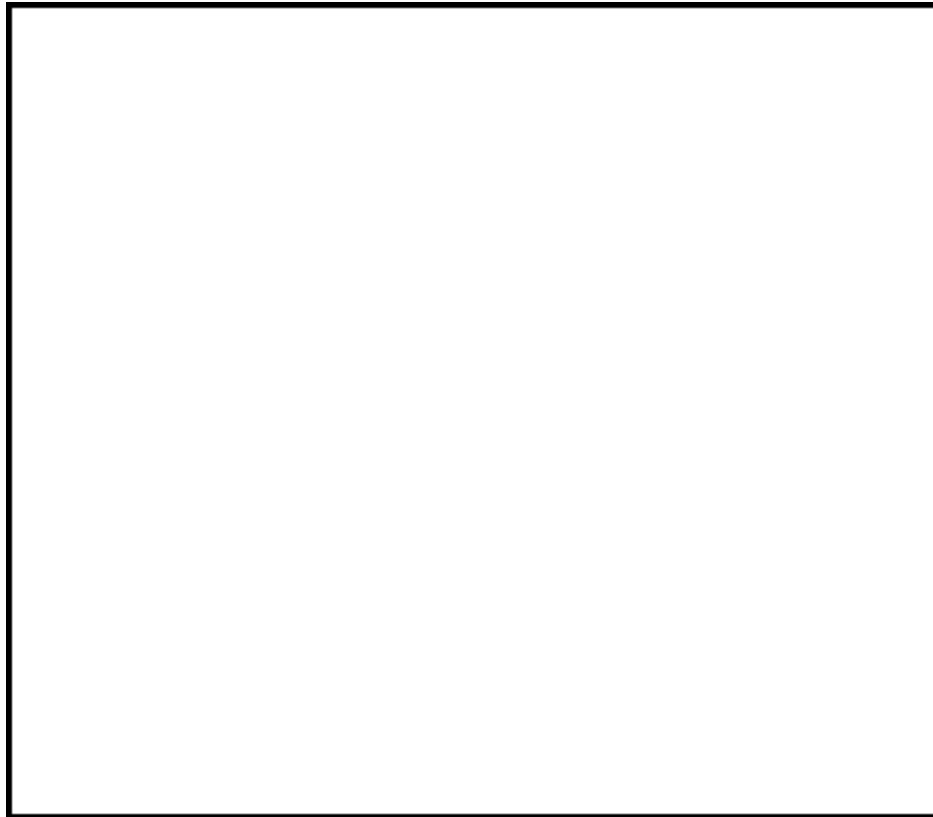
Para determinar el espectro elástico de pseudo-aceleraciones se utiliza una fórmula muy parecida con la vista anteriormente, con la diferencia que se reemplaza peso del edificio (P) por gravedad (g) equivalente a  $(9.8066 \text{ m/s}^2)$ .

Los elementos estructurales que conforman una edificación básicamente en los sistemas porticados están conformado por el funcionamiento de las columnas y vigas, asimismo, las cargas son distribuidas hacia las cimentaciones, específicamente a las zapatas.

Para completar un edificio también se debe considerar las losas y los muros, mencionaremos y describiremos en forma resumida estos componentes:

- 1) **Losas:** Su función es transmitir las cargas que soporta, es decir peso de muebles, personas (conocida como cargas vivas) y su propio peso (conocida como cargas muertas), así como los efectos del sismo hacia las vigas. Asimismo, mantiene unidas a las vigas, columnas y muros. Comúnmente conocido como losas de un solo sentido o losas de una dirección.
- 2) **Viga:** Es un elemento horizontal que recibe la carga del muro superior y de la losa y los transmite hacia las columnas. Estas se clasifican según su dirección y su ubicación.
- 3) **Columna:** Su función es transmitir cargas a los pisos inferiores y a la cimentación, comúnmente de forma rectangular, sin embargo, puede construirse de diversas maneras.
- 4) **Muros:** Su función es de cerramiento o divisorias internas o externas, separando ambientes, comúnmente se utiliza ladrillos de las diversas formas.
- 5) **Cimentación:** Transmite las cargas al terreno, comúnmente corridas o continuas, sin embargo, se recomienda su diseño de acuerdo a la zona y especialmente al terreno en la cual se va a replantear la construcción de la

edificación, particularmente siendo un factor importante en el comportamiento del edificio.



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 04, Esquema de los elementos de una edificación común.*

### **2.2.2. Concreto**

En mi interpretación el concreto es la mezcla de agregados, aglomerantes y agua y en casos específicos algún tipo de aditivo.

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, el concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua. En ocasiones, uno o más aditivos se agregan para cambiar ciertas características del concreto, tales como la ductibilidad, la durabilidad y el tiempo de fraguado.

Igual que la mayoría de los materiales pétreos, el concreto tiene una alta resistencia a la compresión y muy baja resistencia a la tensión. El concreto reforzado es una combinación del concreto y acero en la que el refuerzo de acero proporciona la resistencia a tensión de que carece el concreto. El acero de refuerzo es también capaz de resistir fuerzas de compresión y se usa en columnas, así como en otros miembros estructurales.

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, el concreto reforzado es probablemente el material disponible más importante para la construcción. Puede usarse en una u otra forma en casi todas las estructuras, grandes o pequeñas, en edificios, puentes, pavimentos, prensa, muros de retención, túneles, viaductos, instalaciones de drenaje e irrigación, tanques, etcétera.

El gran éxito de este material universal en la construcción puede explicarse fácilmente si se consideran sus numerosas ventajas. Algunas de éstas son las siguientes:

1. Tiene una resistencia considerable a la compresión en comparación con muchos otros materiales.
2. El concreto reforzado tiene una resistencia al fuego y al agua, y de hecho es el mejor material estructural que existe para los casos que el agua se halle presente. Durante incendios de intensidad media, los miembros con un recubrimiento adecuado de concreto sobre las barras de refuerzo, sufren solo daño superficial sin fallar.
3. Las estructuras de concreto reforzado son muy rígidas.
4. Requiere poco mantenimiento.



5. Comparado con otros materiales, tiene una larga vida de servicio. Bajo condiciones apropiadas, las estructuras de concreto reforzado pueden unirse indefinidamente sin reducción en sus capacidades de carga. Esto puede explicarse por el hecho de que la resistencia del concreto no disminuye en el tiempo, sino que en realidad aumenta con los años, debido al largo proceso de solidificación de la pasta de cemento.
6. Es prácticamente el único material económico disponible para zapatas, sótanos, muelles y construcciones similares.
7. Una característica especial del concreto es la posibilidad de colocarlo en una variedad extraordinaria de formas que van desde simple losas, vigas y columnas, hasta grandes arcos y cascarones.
8. En muchas regiones, el concreto aprovecha para su elaboración la existencia de materiales locales baratos (arena, grava, agua) y requiere cantidades relativamente pequeñas de cemento y acero refuerzo, las cuales puede ser necesario conseguir en otras regiones del país.
9. Se requiere mano de obra de baja calificación para su montaje, en comparación con otros materiales, como el acero estructural.

Para usar con éxito el concreto, se debe estar familiarizado con sus puntos débiles, así como sus puntos fuertes. Algunas de sus desventajas son las siguientes:

1. El concreto tiene una resistencia muy baja a la tensión, por lo que requiere la ayuda de un refuerzo de tensión.
2. Se requiere cimbras para mantener el concreto en posición hasta que endurece suficientemente. Además, pueden requerirse obras falsas o

apuntamiento para apoyar la cimbra de techos, muros o estructuras similares hasta que los miembros de concreto adquieren suficiente resistencia para soportarse por sí mismos. La obra falsa es muy cara.

3. La baja resistencia por unidad de peso de concreto conduce a miembros pesados. Esto se vuelve muy importante en estructuras de gran luz, donde el gran peso muerto tiene un fuerte efecto en los momentos flexionantes.
4. Similarmente, la baja resistencia por unidad de volumen de concreto implica que los miembros serán relativamente grandes, lo que es considerable importancia en edificios altos y en estructuras de grandes luces.
5. Las propiedades del concreto varían ampliamente debido a las variaciones en su dosificación y mezclado, además el colocado y el curado del concreto no son tan cuidadosamente controlados como la producción de otros materiales; por ejemplo, el acero estructural y la madera laminada.

Según Ottazzi G. <sup>(18)</sup>, en su forma más simple, el concreto es un material compuesto constituido por un material cementante, agua y agregado. El cemento, normalmente tipo Portland, una vez hidratado genera la adhesión química entre los componentes. Por lo general el agregado representa entre el 60 al 75% del volumen total del concreto estructural, el cemento entre un 7 a 15% y el aire atrapado entre 1 al 3%. Para ciertos propósitos se puede incorporar hasta un 8% de aire, en forma de pequeñas burbujas en el mortero, agregando sustancias especiales. El aire incorporado es importante para concretos que van a estar sometidos a procesos de hielo – deshielo. El concreto tiene una alta resistencia en compresión, pero su resistencia en

tracción es baja, de hecho en los cálculos se suele despreciar la resistencia en tracción.

El valor de  $f_c$  (resistencia a la compresión) se utiliza generalmente como indicador de la calidad del concreto. Es claro que pueden existir otros indicadores más importantes dependiendo de las solicitaciones y de la función del elemento estructural o estructura. Por ejemplo, en el diseño de pavimentos la resistencia a la tracción por flexión es un indicador importante. Otro indicador importante puede ser la durabilidad.

Las Normas o Códigos relacionan muchas de las características mecánicas del concreto (módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, resistencia al corte, adherencia, etc.) con el valor de  $f_c$ . La resistencia a la compresión se determina a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente. Este ensayo se utiliza para monitorear la resistencia del concreto tanto para el control de la calidad como para la aceptación del concreto fabricado. La confección de las probetas y el ensayo están reguladas por las Normas (ASTM) y en ellas se especifica:

- El proceso de confección de las probetas.
- El tamaño de las probetas. Normalmente se utilizan probetas cilíndricas 6"x12".
- El proceso de curado de las probetas ya sea en el laboratorio o en obra para las probetas denominadas curadas bajo condiciones reales de obra. Estas últimas permiten determinar la efectividad de los procesos de curado utilizados y los plazos de desencofrado y puesta en servicio de la estructura.

- El proceso de ensayo a compresión de las probetas. El ensayo puede estar controlado por carga o por deformación. Cuando el ensayo es realizado controlándola carga, normalmente la velocidad es tal que se alcanza la falla de la probeta en 2 a 3 minutos, lo cual equivale a un incremento de esfuerzo entre 2.1 y 2.8 kg/cm. por segundo aproximadamente. Cuando el control es por deformación, la velocidad de deformación unitaria es de 0.001 por minuto aproximadamente.

Según E.060 <sup>(10)</sup>, en donde se define:

- Agregado, material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.
- Agregado denominado Hormigón, material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de extracción.
- Agregado Fino, agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").
- Agregado Grueso, agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.
- Agregado liviano, agregado con una densidad cuando está seco y suelto de 1100 kg/m<sup>3</sup> o menos.
- Arena, Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas.
- Aditivo, Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades.

- ☐ Cemento, Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.
- ☐ Cemento Portland, producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.
- ☐ Cemento Portland Puzolánico, Es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana.
- ☐ Concreto, mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.
- ☐ Concreto armado o reforzado, concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no.
- ☐ Concreto simple, concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado.

Según E.060 <sup>(10)</sup> El concreto es mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, el concreto simple es un concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado.

Concreto armado Se le da este nombre al concreto simple más acero de refuerzo, básicamente cuando tenemos un elemento estructural que trabajará a compresión y tensión; ningún esfuerzo de tensión será soportado por el concreto simple es por ello que se debe incluir un área de acero que soporte la tensión generada y se traducirá en el número varillas y su diámetro, así como su colocación.

Según Ottazzi G. <sup>(18)</sup>, los principales factores que afectan la resistencia -  $f_c$  son:

- a) En todos los concretos de buena calidad, la resistencia de las partículas de agregado es mayor que la de los demás componentes del concreto, de modo que los elementos importantes en la resistencia del concreto son, la resistencia del propio cemento hidratado (matriz) y la resistencia de la interface matriz - agregado.
- b) La relación agua - cemento ( $w/c$ ). Esta es tal vez la variable más importante, una relación  $w/c$  baja, reduce la porosidad de la matriz o pasta de cemento y mejora la traba entre los sólidos aumentando la resistencia. Por el contrario, una relación alta aumenta la porosidad de la matriz y de la zona de transición entre la matriz y los agregados, reduciendo la resistencia.

La figura 05 muestra la clara influencia que tiene la relación  $w/c$  en la resistencia a la compresión a los 28 días de un grupo de mezclas de concreto sin aire incorporado. También se observa que para una misma relación el rango de resistencias es amplio. Para una relación  $w/c$  de 0.45 el rango de resistencia varía entre 350 y 450 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente,

mientras que para una relación de 0.65 el rango de variación es entre los 175 y los 280 kg/cm<sup>2</sup>

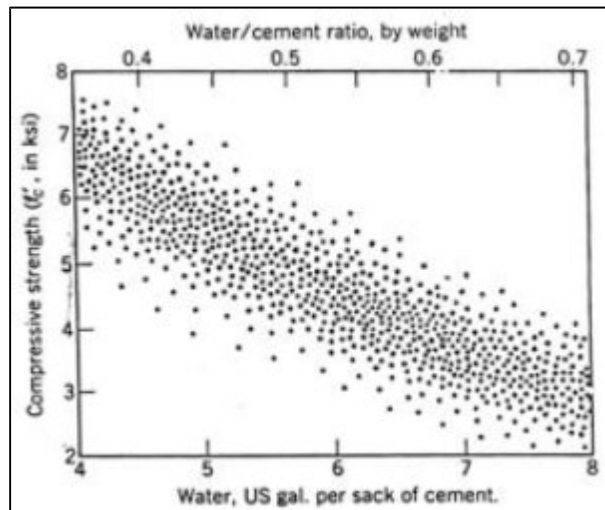


Figura 05, Influencia de la relación w/c.

La figura 06, (González Cuevas) muestra la influencia de la relación agua - cemento en la resistencia y en forma de la curva esfuerzo – deformación del concreto. Nótese que a medida que se reduce la relación w/c aumenta la resistencia y la rigidez axial (módulo de elasticidad). Los concretos de baja resistencia muestran deformaciones de rotura ( $\epsilon_{cu}$ ) mayores que los de alta resistencia y la pendiente de la rama descendente de la curva es suave.

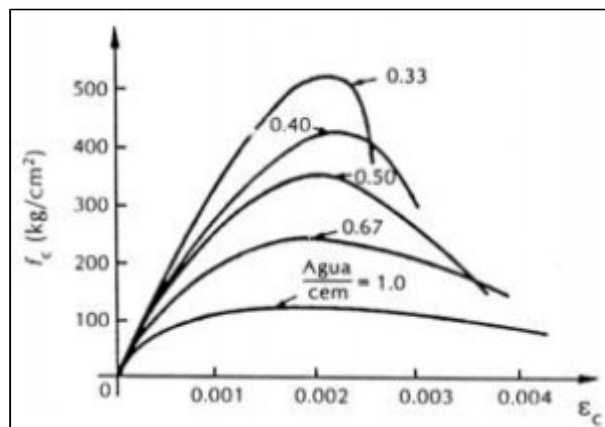


Figura 06, Influencia de la relación w/c en la resistencia y la forma de la curva

La figura 06 (Bresler) muestra curvas aproximadas que permiten apreciar el efecto de la relación w/c sobre la resistencia del concreto. Ya hemos mencionado que para una misma relación pueden obtenerse varias resistencias (figura 01) por lo tanto las curvas deben tomarse como tendencias globales y no como valores exactos. Se muestran las curvas para mezclas confeccionadas con y sin aire incorporado, curadas por vía húmeda a 21 °C hasta el día del ensayo.

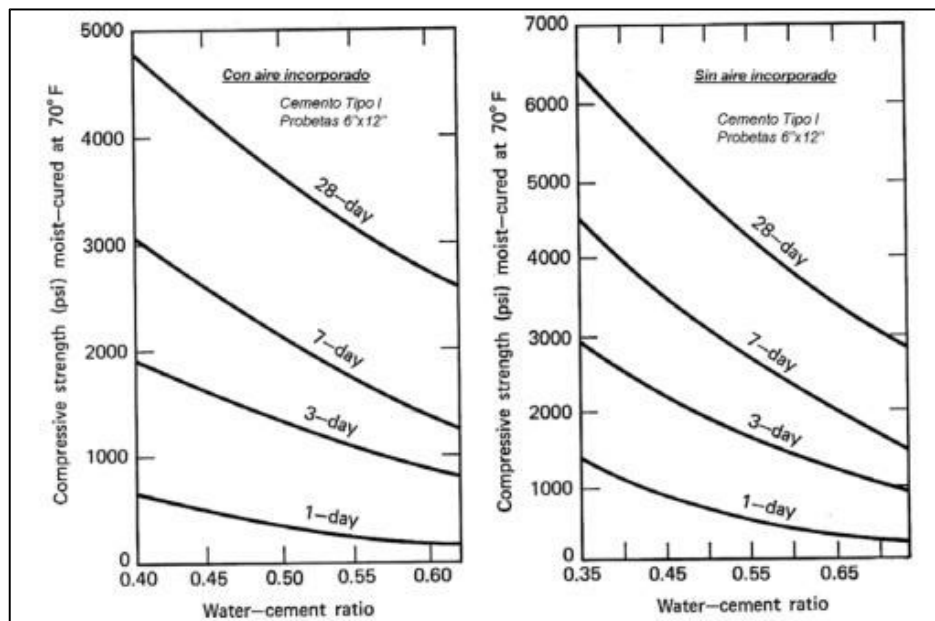


Figura 07, Efecto de w/c en concretos con y sin aire incorporado

- c) El aire incorporado (aire incluido o incorporado) en la mezcla a través de aditivos, tiende a reducir la resistencia en compresión. También el aire que queda atrapado (aire atrapado) por una consolidación no adecuada del concreto dentro de los encofrados, tiende a reducir la resistencia.
- Las burbujas de aire incluido son del orden de 0.05 mm mientras que las de aire atrapado suelen ser mucho mayores, algunas de ellas tan grandes que se les denomina “marcas de viruela” como aquellas que se aprecian



en la superficie de algunos elementos de concreto, principalmente muros, luego de desencofrar.

En la figura 07 se puede apreciar el efecto del aire incluido por medio de aditivos en la mezcla. Es claro que para una misma relación w/c las mezclas con aire incluido (a la izquierda de la figura) presentan resistencias menores.

La figura 8 (Neville) muestra la reducción de la resistencia del concreto por el efecto del aire incluido y el atrapado. La figura demuestra que la presencia de aire, sin ningún otro cambio en las proporciones de la mezcla, genera una reducción en la resistencia que es prácticamente proporcional al volumen del aire incluido. También muestra el efecto del aire atrapado como producto de una mala compactación.

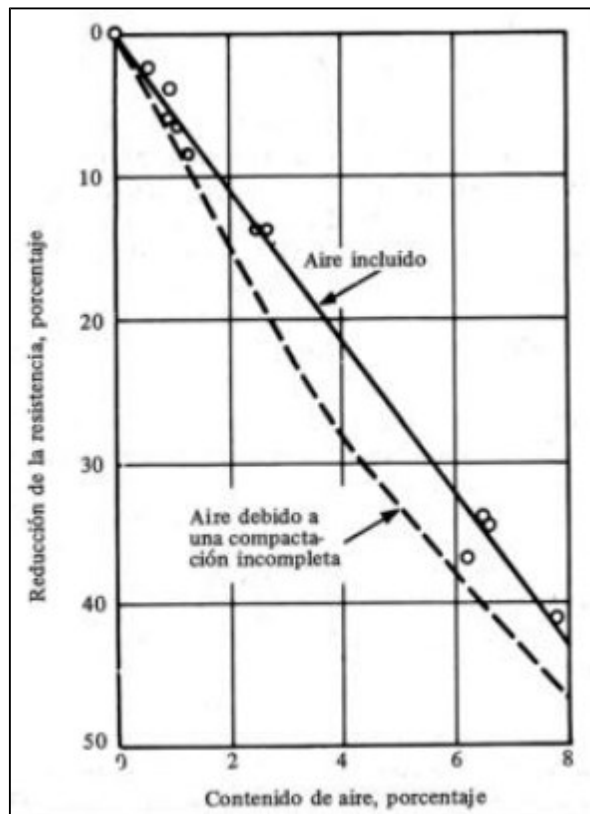


Figura 08, Efecto del contenido del aire en el concreto

- d) El tipo de cemento. El tipo de cemento normalmente afecta la velocidad con la cual se logra  $f'c$ . El cemento tipo III, por ejemplo, es de una alta resistencia inicial o de rápido endurecimiento. A la edad de un día los concretos fabricados con cemento tipo III exhiben, aproximadamente, una resistencia dos veces mayor que los fabricados con cemento tipo I y a los 7 días una resistencia entre 1.2 y 1.5 veces mayor.

Los cementos tipo II (calor de hidratación moderado y resistencia moderada a los sulfatos) el tipo IV (de bajo calor de hidratación) y el tipo V (resistente a los sulfatos) desarrollan resistencia en el tiempo más lentamente que el Tipo I.

A partir los dos o tres meses de edad aproximadamente, los concretos fabricados con cualquiera de los cinco tipos de cemento definidos por la Norma ASTM C150, exhiben prácticamente la misma resistencia.

- e) La gradación, textura y origen de los agregados. La gradación influye en la porosidad y la textura superficial afecta la adherencia entre el agregado y la matriz y el tamaño del área adherida.

Los concretos de resistencia normal fabricados con agregados gruesos resistentes, fallan en compresión por el agrietamiento del mortero (matriz) y muestran una curva esfuerzo – deformación con una amplia rama descendente. En contraste si el agregado falla antes que el mortero, la falla tiende a ser súbita con una rama descendente corta y muy inclinada.

- f) Las condiciones de humedad y temperatura durante el curado. Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto aumenta su resistencia en el tiempo dependiendo de las condiciones de intercambio

de humedad con el ambiente, por ello las condiciones de humedad durante el curado afectan fuertemente la resistencia. Periodos prolongados de curado aumentan significativamente la resistencia

La figura 09 (Mehta) muestra la influencia de las condiciones y tiempo de curado en la resistencia del concreto. Las diferencias en la resistencia por el efecto del curado son notables entre los concretos curados al aire (curva inferior) y los curados por vía húmeda. La figura 1-6 (González Cuevas) muestra las curvas esfuerzo – deformación de probetas fabricadas con un mismo concreto y ensayadas a distintas edades, todas las probetas fueron curadas bajo las mismas condiciones hasta el día del ensayo.

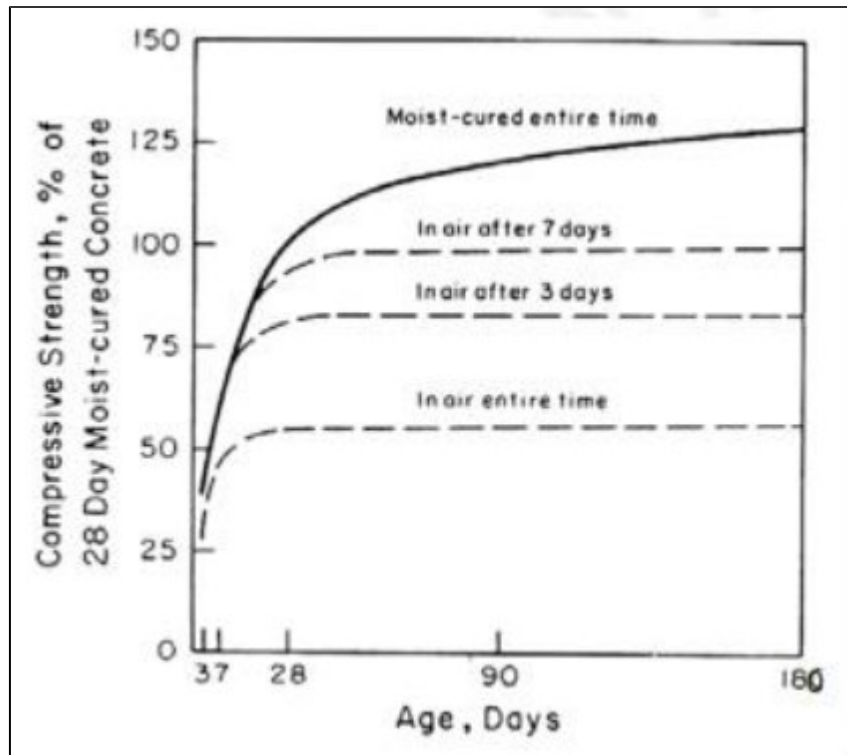


Figura 09, Influencia de las condiciones de curado en la resistencia

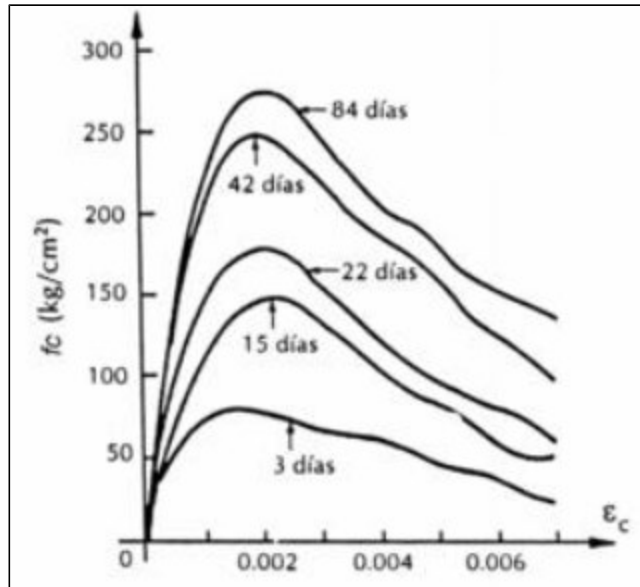


Figura 10, Efecto de la edad y el curado en la resistencia

g) La edad del concreto. con cemento tipo I la resistencia a los 7 días es aproximadamente el 65% a 70% de la resistencia a los 28 días. En la figura 07 se nota claramente el efecto de la edad en la resistencia para probetas curadas permanentemente hasta el día del ensayo.

En la figura 09 es posible apreciar que una probeta curada durante 7 días, que suele ser el plazo mínimo recomendado de curado para cementos Portland normales, aumenta poco su resistencia luego de un mes. En consecuencia, en estructuras reales curadas durante plazos convencionales, no es de esperarse un aumento importante en la resistencia con el tiempo.

h) La velocidad de carga o de deformación. Los ensayos de probetas se realizan a una velocidad especificada por la Norma, sin embargo, en las estructuras reales la velocidad con la cual se aplica la carga es distinta a la del ensayo. Este suele ser el caso de las cargas vivas, de las cargas de impacto y de las cargas inducidas por las acciones sísmicas.

A velocidades de carga muy altas,  $f_c$  puede aumentar en un 15% a 20% o más. Por ejemplo, cuando la probeta se lleva a la falla en 0.1 a 0.15 segundos, lo que corresponde a una velocidad de carga de unos 2,000  $\text{kg/cm}^2$  por segundo, la resistencia del concreto se incrementa en un 15%. Esta velocidad de carga es la que podría esperarse en una estructura rígida durante un sismo intenso.

La figura 11 (Bresler) y 12 (González Cuevas) muestran la influencia de la velocidad de aplicación del esfuerzo de compresión sobre la resistencia del concreto. Es clara la influencia de las cargas (esfuerzos) aplicadas rápidamente, también el hecho de que a velocidades de carga muy bajas  $f_c$  se reduce hasta en un 15%. Este fenómeno probablemente se deba a que con velocidades de carga muy bajas, puede producirse un mayor creep o flujo plástico en el concreto. Como resultado, las deformaciones en el concreto se incrementan más rápidamente y la falla ocurre cuando se alcanza una cierta deformación límite, independiente de la magnitud del esfuerzo aplicado en ese instante.

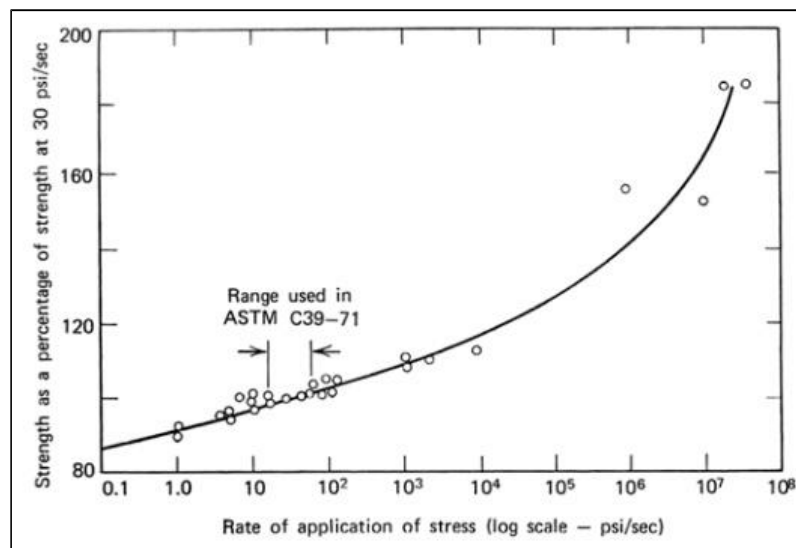


Figura 11, Influencia de la velocidad de carga

En la figura 12 no ha sido posible obtener la rama descendente de la curva, por lo menos para cargas lentas, ya que el ensayo fue controlado por carga.

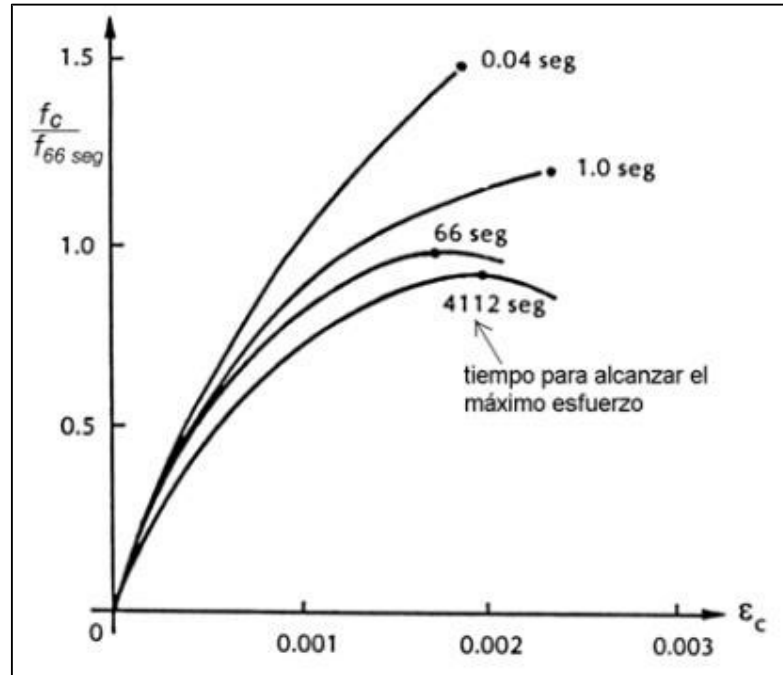


Figura 12, Efecto de la velocidad de carga en la curva esfuerzo – deformación

La figura 13 (adaptada de Neville) muestra las curvas esfuerzo – deformación de probetas cargadas axialmente para distintas velocidades de deformación. En este caso el ensayo se hace controlando la deformación longitudinal (axial) de la probeta y, a diferencia de los ensayos controlados por velocidad de carga, sí es posible obtener la rama descendente de la curva. La velocidad de deformación, por lo menos en el rango presentado en la figura, no tiene una marcada influencia en la resistencia máxima, la influencia fuerte está en la forma de las curvas. La diferencia en las formas de las curvas para velocidades lentas, se debe al efecto del creep o flujo plástico.

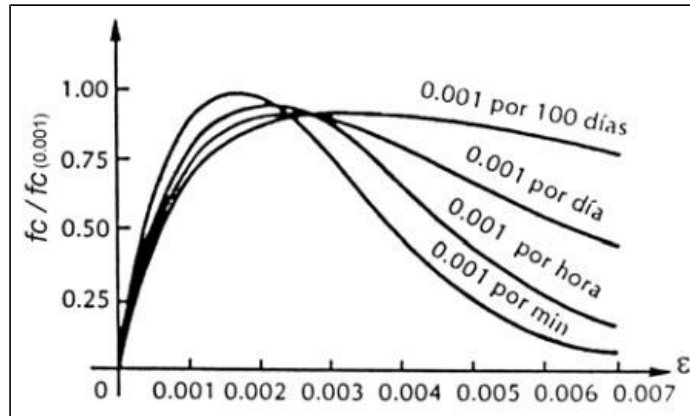


Figura 13, Efecto de la velocidad de deformación

La resistencia en tracción directa o en tracción por flexión del concreto, es una magnitud muy variable. La resistencia a la tracción directa ( $f_t$ ) del concreto varía entre el 8% y el 15% de la resistencia en compresión ( $f_c$ ).

La resistencia a la tracción del concreto es importante ya que la resistencia al corte del concreto, la adherencia entre el concreto y el acero y la fisuración por retracción y temperatura, dependen mucho de esta.

La resistencia en tracción directa, depende mucho del tipo de ensayo utilizado para su determinación. El ensayo en tracción directa no es simple de ejecutar por el tamaño de la probeta, por la baja resistencia en tracción del concreto, por su fragilidad ante esta sollicitación y por la dificultad de aplicar cargas sin producir concentraciones de esfuerzos que distorsionen los resultados de los ensayos.

La figura 14 (González Cuevas) muestra un ensayo en tracción directa sobre una probeta de sección variable. Es un ensayo difícil de ejecutar y no está normalizado. Nótese que la curva esfuerzo – deformación se puede aproximar bastante bien mediante una parábola. También es importante hacer notar la pequeña deformación axial asociada al valor máximo del esfuerzo de tracción

(0.00001) y al esfuerzo de rotura. La deformación de rotura en este caso, es del orden de la vigésima parte de la deformación de rotura en compresión del concreto especificada por el ACI (0.003).

La resistencia a la tracción del concreto depende también del tipo de agregado y de la presencia de esfuerzos transversales a los de tracción (estados biaxiales o triaxiales). Se desarrolla más rápidamente en el tiempo que la resistencia a la compresión.

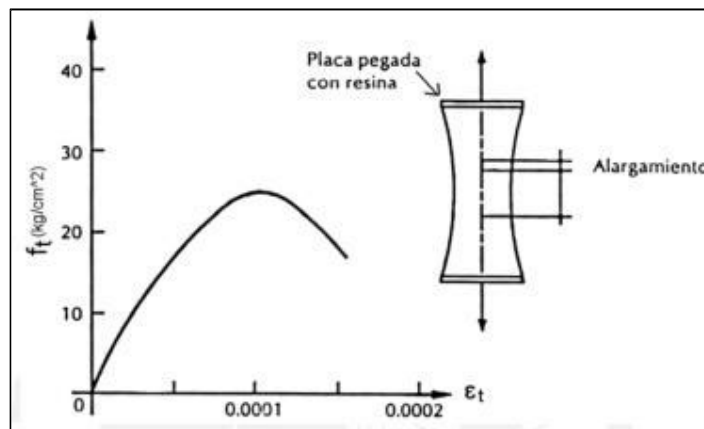


Figura 14, Ensayo de la tracción directa

Los principales ensayos utilizados para determinar, de manera indirecta, las resistencias a la tracción del concreto son:

- □ Módulo de Rotura  $f_r$ , también llamado ensayo de tracción por flexión

EL ACI y la Norma Peruana, definen el Módulo de Rotura del concreto mediante la ecuación a. El ACI utiliza esta ecuación para el cálculo de deflexiones en elementos de concreto armado. Sin embargo, para elementos de concreto simple (sin armadura) sometidos a flexión el ACI-02 (artículo 22.5.1) especifica el valor dado por la ecuación b.

$$f_r = 2 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (\text{a})$$

$$f_r = 1.3 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (\text{b})$$



- Split Test  $f_{sp}$ , también llamado ensayo brasileño o ensayo de compresión diametral. Se ensaya hasta la rotura una probeta cilíndrica de estándar 6"x12" cargada diametralmente, tal como se ilustra en la figura 15. Los esfuerzos a lo largo del diámetro vertical varían de compresiones transversales muy altas cerca de las zonas de aplicación de cargas a esfuerzos de tracción prácticamente uniformes en aproximadamente las dos terceras partes del diámetro. El esfuerzo de rotura se calcula con la fórmula c deducida de la teoría de la elasticidad para materiales homogéneos.

$$f_{sp} = 2 P / (\pi / d) \quad (c)$$

El ajuste de un gran número de resultados experimentales, arroja un promedio (con mucha dispersión) de  $f_{sp} = 1.7 \sqrt{f'c} \text{ (kg/cm)}^2$

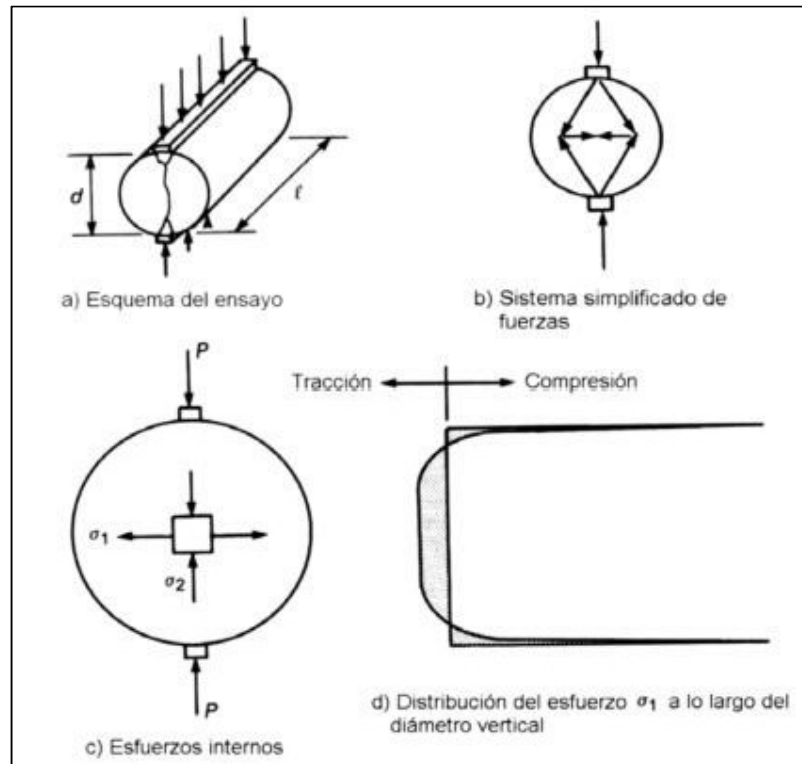


Figura 15, Ensayo de compresión diametral (Split Test)

La figura 16 (Harmsen) muestra las distintas definiciones que puede adoptar el módulo de elasticidad del concreto simple: el módulo tangente inicial, el módulo tangente en un punto determinado de la curva y el módulo secante entre dos puntos de la misma. Esta última definición es la más utilizada para cargas de corta duración y se suele calcular para un esfuerzo cercano a  $0.5 f_c$ . El módulo de elasticidad tangente inicial, normalmente es un 10% mayor que el secante. Las Normas ASTM (C469-94) especifican la manera de calcular el módulo secante a partir de los ensayos de compresión en probetas estándar de concreto.

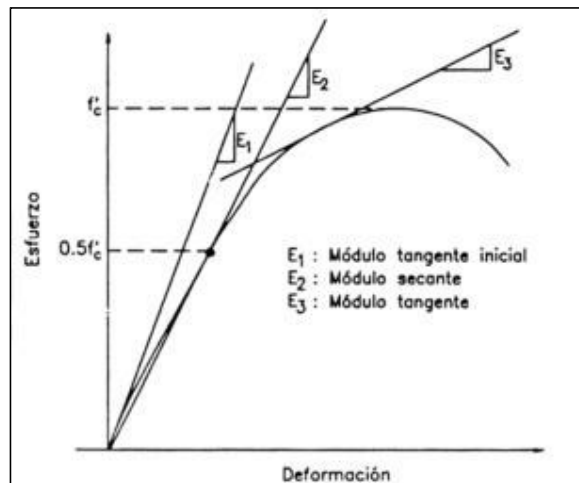


Figura 16, Módulo de elasticidad del concreto

Según el ACI

El ACI permite estimar el valor módulo de elasticidad ( $E_c$ ) para concretos de peso específico entre  $1,400$  y  $2,500 \text{ kg/m}^3$  mediante la ecuación d:

$$E_c = 0.14 (\gamma)^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (\text{d}) \quad \text{ACI-02 8.5.1}$$

Siendo  $\gamma$  el peso específico del concreto en  $\text{kg/m}^3$ . Este valor corresponde al módulo de elasticidad secante del concreto, medido al 45% de  $f'_c$  aproximadamente, en ensayos de corta duración.

Para concretos de peso normal (aproximadamente 2,300 kg/m<sup>3</sup>) el ACI y la norma peruana permiten estimar  $E_c$  mediante:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (\text{e}) \quad \text{E-060 9.4.2}$$

### 2.2.3. Zapatas

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, las zapatas son miembros estructurales que se usan para soportar columnas y muros, para transmitir sus cargas al suelo adyacente. El concreto reforzado es un material muy adecuado para las zapatas y se usa en edificios de concreto reforzado, de acero estructural, en puentes, en torres y en otras estructuras.

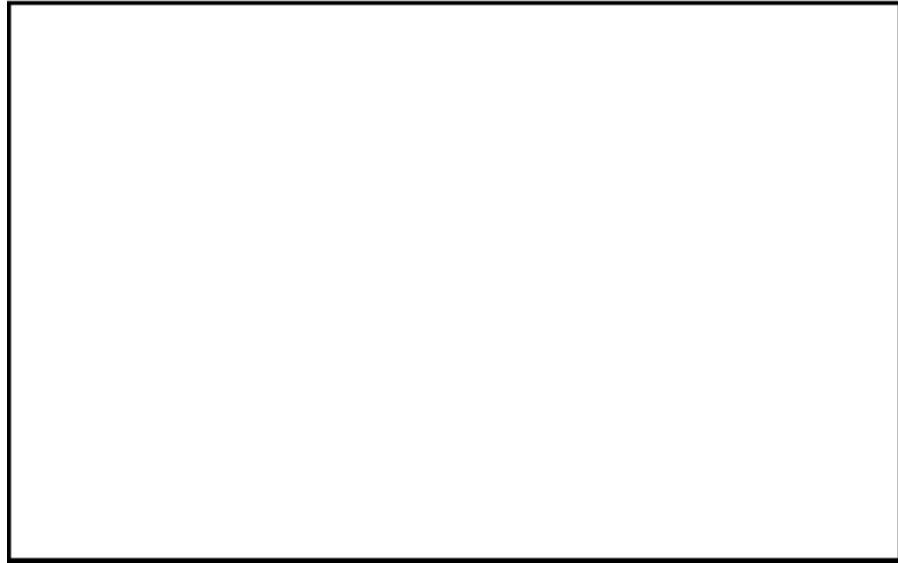
La presión permisible en un suelo debajo de una zapata es normalmente de unas cuantas toneladas por pie cuadrado. Los esfuerzos de compresión en los muros y as columnas de una estructura ordinaria puede llegar a ser varios cientos de toneladas por pie cuadrado. Por lo tanto, es necesario repartir las cargas sobre las superficies áreas de suelo como para que éste soporte las cargas con seguridad.

Estos diseños de zapatas son cimentaciones superficiales, en la cual encontramos los siguientes tipos de zapatas:

- □ **Aisladas:** Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. Las zapatas que soportan una sola columna se llaman individuales o zapatas aisladas.

Las zapatas pueden ser de hormigón en masa o armada con planta cuadrada o rectangular como cimentación de soporte vertical

pertenecientes a estructuras de edificación, sobre suelos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal.

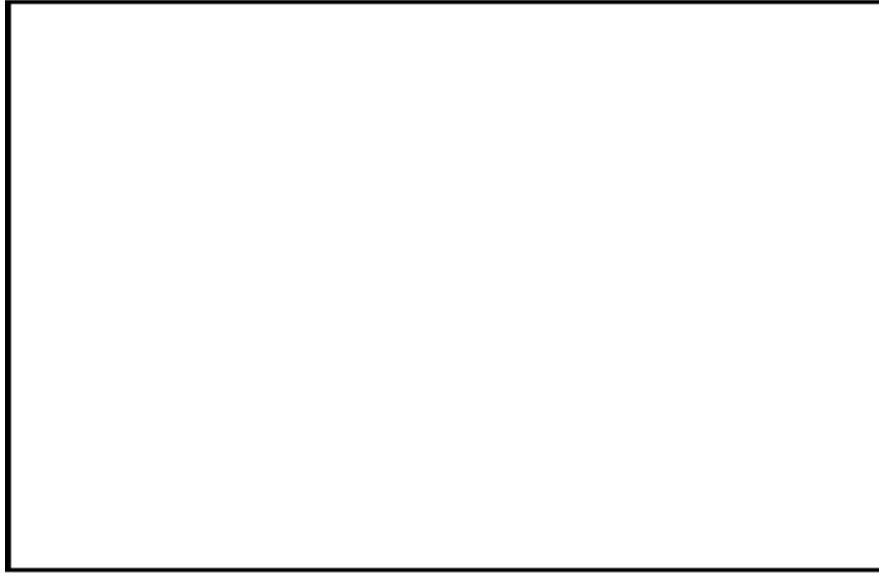


Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 17, Diseño de una zapata aislada*

- **Combinadas:** Si una zapata soporta varias columnas se llama zapata combinada, es un elemento que sirve de cimentación para dos o más pilares; en principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes pilares tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante.

Una zapata combinada es un elemento que sirve de cimentación para dos o más pilares. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes pilares tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante.



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 18, Diseño de una zapata combinada*

- **Corridas o continuas:** La zapata que se construye debajo de un muro se llama zapata corrida o zapata continua. Las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares; estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas.

Las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares. Estructuralmente funciona como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas. Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal. Las zapatas corridas estas indicadas como cimentación de un elemento estructural longitudinalmente continuo, como un muro, en el que pretendemos los asientos en el terreno. También este tipo de cimentación hace de arrostramientos, puede reducir la presión sobre el terreno y puede puntar defectos y heterogeneidades en el terreno.



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 19, Diseño de una zapata corrida*

#### **2.2.4. Columnas de concreto armado**

Según Pantigoso H <sup>(14)</sup> menciona que una columna representa un elemento vertical de soporte para la mayoría de las estructuras a base de pórticos. La adecuada selección de su tamaño, forma espaciamiento y composición influyen de manera directa en capacidad de su carga.

Para analizar la capacidad de carga de las columnas se deben referir al conjunto al que pertenece, es decir las características del edificio. Estas forman una unidad con las vigas y trabajan en conjunto.

Según Singer P. <sup>(14)</sup> una columna es un elemento axial sometido a compresión, lo bastante delgado respecto a su longitud, para que bajo la acción de una carga gradualmente creciente se rompa por flexión lateral o pandeo ante una carga mucho menor que la necesaria para romperlo por aplastamiento.

Una columna ideal es un elemento homogéneo, de sección recta constante, inicialmente perpendicular al eje, y sometido a compresión. Sin embargo, las

columnas suelen tener siempre pequeñas imperfecciones de material y de fabricación, así como una inevitable excentricidad accidental en la aplicación de la carga.

Si la excentricidad es pequeña y el elemento es corto, la flexión lateral es despreciable, y el esfuerzo de flexión es insignificante comparado con el esfuerzo de compresión indirecto. Sin embargo, un elemento largo, que es mucho más flexible ya que las deflexiones son proporcionales al cubo de la longitud, con un valor relativamente pequeño a la carga puede producirse un esfuerzo de flexión grande, acompañado de un esfuerzo directo de compresión despreciable.

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, las columnas de concreto pueden clasificarse en las tres siguientes categorías:

- **Pedestales de concreto:** Si la altura de un miembro vertical a compresión es menor que tres veces su dimensión lateral más pequeña, puede considerarse como un pedestal.

El ACI (2.1 y 10.17) establece que un pedestal puede diseñarse con concreto simple p sin esfuerzo, con un esfuerzo permisible de compresión igual a  $0.85 \phi f'_c$ , donde  $\phi f'_c = 0.70$ . Si el esfuerzo de compresión resulta mayor que ese valor, se deberá aumentar el área de la sección transversal del pedestal, o bien diseñarse como una columna de concreto reforzado como tal.

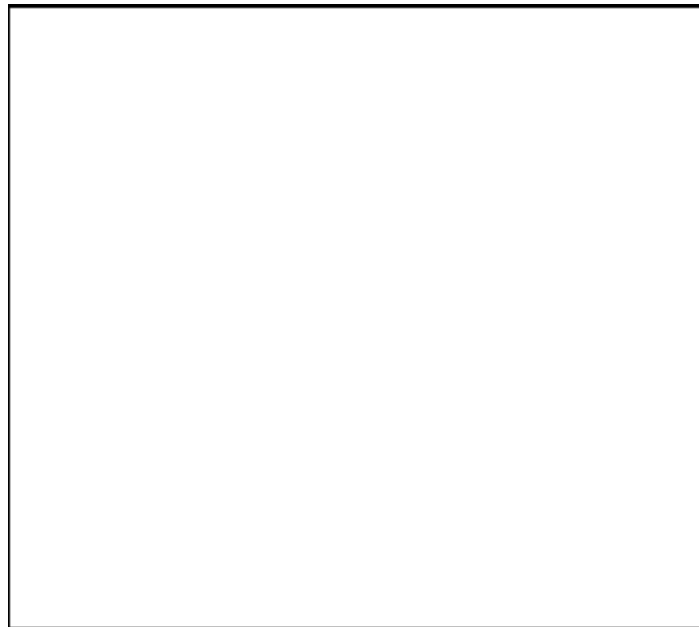
- **Columnas cortas de concreto reforzado:** si falla una columna de concreto reforzado debido a la falla inicial del material, se clasifica como columna corta. La carga que puede soportar está regida por las

dimensiones de su sección transversal y por la resistencia de los materiales de que está hecha, una columna corta es un miembro robusto con poca flexibilidad.

- **Columnas largas de concreto reforzado:** Conforme crece las relaciones de esbeltez, las deformaciones por flexión también crecerán, así como los resultantes momentos secundarios. Si estos momentos son de tal magnitud que reducen apreciablemente la capacidad a carga axial de la columna, ésta se denomina larga o esbelta

### **Tipos de columnas**

- Elementos reforzados con barras longitudinales y zunchos.
- Elementos reforzados con barras longitudinales y estribos.
- Elementos reforzados con tubos de acero estructural, con diferentes tipos de esfuerzo transversal.



*Figura 20, Tipos de columnas*



Las columnas cuadradas o rectangulares son las más comúnmente usadas debido a la simplicidad de su cimbra. Sin embargo, cuando se usan en espacios abiertos, las columnas circulares son muy atractivas. La cimbra para las columnas circulares suele hacerse con tubos de cartón o de plástico que se despenden y desechan una vez que el concreto ha fraguado.

Las columnas compuestas, con columnas de concreto reforzadas longitudinalmente por medio de perfiles de acero, que pueden o no estar redondeados por barras de acero estructural o que pueden consistir en perfiles tubulares de dicho acero, relleno con concreto.

#### **2.2.5. Vigas de concreto armado**

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, las vigas son elementos estructurales de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas.

Una viga de concreto es rectangular, cuando su sección transversal en compresión tiene esa forma. Es simplemente armada, cuando sólo tiene refuerzo para tomar la componente de tensión del par interno.

La viga se agrietará fuertemente del lado de tensión rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse finalmente la falla de la pieza. Estas vigas se llaman “sobreforzadas” y su falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

## Etapas de las vigas rectangulares simplemente armadas

Se supone que una pequeña carga transversal se coloca sobre una viga de concreto con esfuerzo de tensión y que esta carga se incrementa gradualmente en magnitud hasta que la viga falla. Conforme ocurre esto, encontramos que la vida pasa por tres etapas antes que ocurra el colapso. Estas son:

### • □ Etapa de concreto no agrietado

Bajo cargas pequeñas, cuando los esfuerzos de tensión son menores que el módulo de ruptura (esfuerzo de tensión por flexión bajo el cual el concreto empieza a agrietarse), la sección transversal total de la viga resiste la flexión, con compresión en un lado y tensión en el otro.

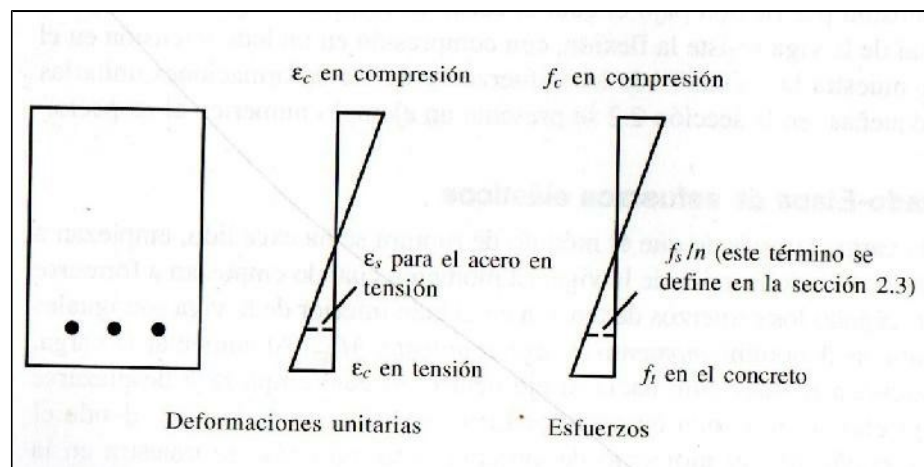


Figura 21, Etapa del concreto no agrietado

### • □ Etapa con esfuerzos elásticos y concreto agrietado.

El incrementarse la carga después de que el módulo de ruptura se ha excedido, empieza a desarrollarse grietas en el lado interior de la viga. El momento cuando empieza a formarse grietas, es decir, cuando los esfuerzos de tensión en el lado inferior de la viga son iguales al módulo de ruptura, se denomina momento de agrietamiento.

Una vez que el lado inferior de la viga se ha agrietado, empieza una nueva etapa, porque obviamente el concreto en la zona agrietada no puede resistir los esfuerzos de tensión (el acero debe resistirlo).

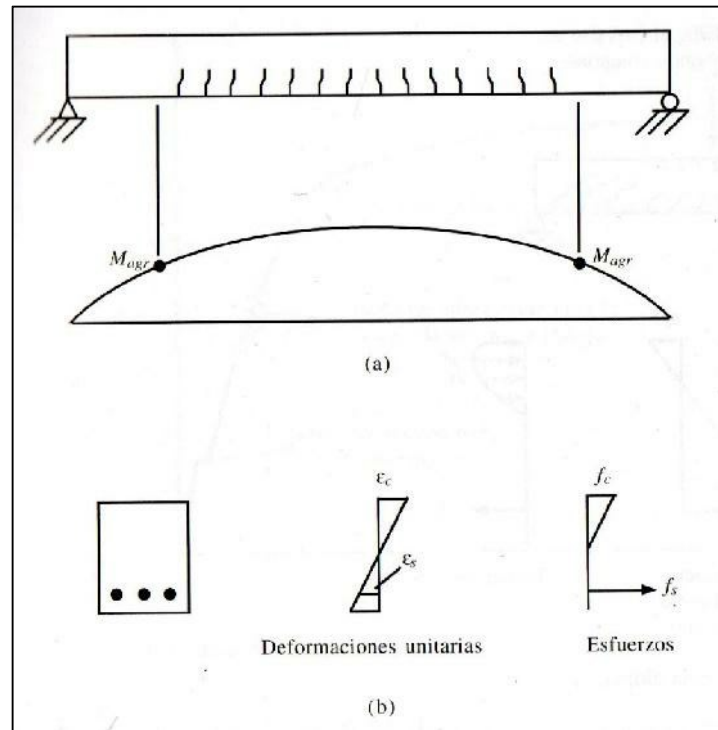


Figura 22, Etapa de esfuerzos elásticos

• □ **Etapa de resistencia última (Falla de la viga)**

Conforme la carga crece todavía más, de modo que los esfuerzos de compresión resultan mayores que  $0.5 f'c$ , las grietas se desplazan aún más hacia arriba, igual que lo hace el eje neutro, y los esfuerzos en el concreto empiezan a dejar de ser lineales. En este análisis inicial se supondrá que las barras de refuerzo han cedido. La variación de los esfuerzos es parecida a la que se muestra en la figura 23. En cuanto a la variación proporcional entre las deformaciones unitarias y los esfuerzos en los diferentes niveles de tensión.

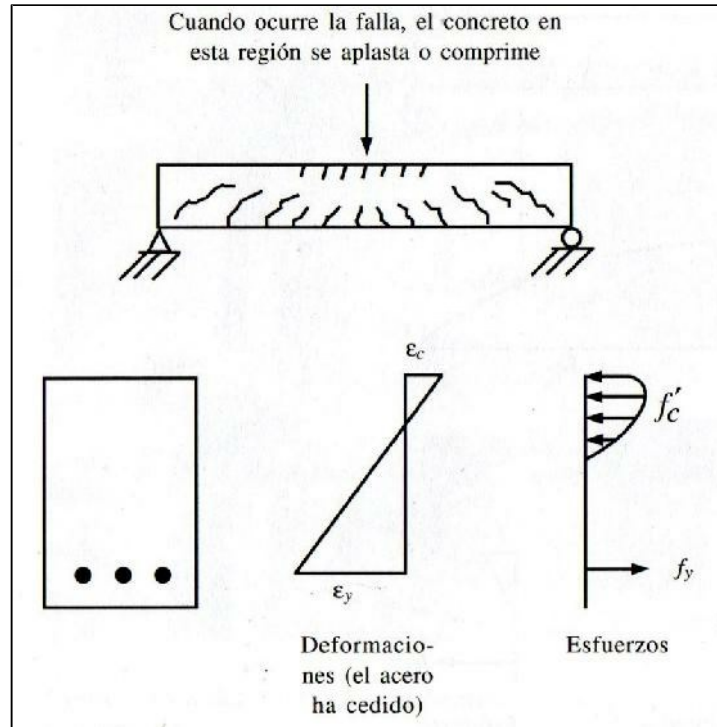


Figura 23, Etapa de resistencia última.

Para ilustrar mejor las tres etapas del comportamiento de las vigas que se han descrito, se muestra en la figura 24 un diagrama momento – curvatura. En este diagrama,  $\theta$  se define como el cambio angular de la viga en cierta longitud y se calcula por medio de la siguiente expresión, en que  $\varepsilon$  es la deformación unitaria en una fibra de la viga a una distancia  $y$  del eje neutro:

$$\theta = \varepsilon / y$$

La primera etapa del diagrama es para los momentos pequeños menores que el momento de agrietamiento  $M_{agr}$ , donde se dispone de toda la sección transversal de la viga para resistir la flexión. En esta etapa, las deformaciones unitarias son pequeñas y el diagrama es casi vertical y muy parecido a una línea recta.

Cuando el momento crece más allá del valor de agrietamiento, la pendiente de la curva disminuye un poco debido a que la viga ya no es rígida como en la

etapa inicial anterior al agrietamiento del concreto. El diagrama describirá casi una línea recta de  $M_{agr}$  hasta el punto en que el refuerzo queda sometido a su punto de fluencia. Hasta alcanzarse el esfuerzo de fluencia en el acero, se requiere una carga adicional bastante grande para incrementar apreciablemente la deflexión de la viga.

Después de que el acero fluye plásticamente, la viga tiene muy poca capacidad adicional por el momento y se requiere tan sólo una pequeña carga adicional para incrementar considerablemente las deflexiones. En esta etapa la pendiente del diagrama es muy ligera.

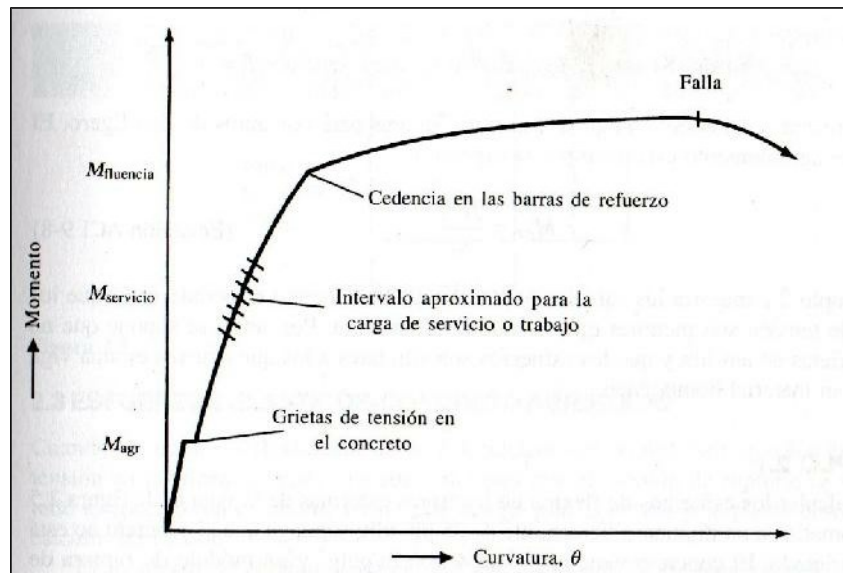


Figura 24, Diagrama momento – curvatura para una viga.

### 2.2.6. Losas

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, las losas de concreto reforzado son grandes placas planas soportadas por vigas, muros o columnas de concreto reforzado, por muros de mampostería, por vigas o columnas de acero estructural, o por el suelo.

Las losas se clasifican en una o en dos direcciones. Las losas cuyas deflexiones ocurren principalmente en una dirección se denominan losas unidireccionales

Según Nilson A, Winter G. <sup>(16)</sup> son estructura plana horizontal de hormigón reforzado que separa un nivel de la edificación de otro o que puede servir de cubierta.

Las losas son elementos estructurales horizontales cuyas dimensiones en planta son relativamente grandes en comparación con su altura donde las cargas son perpendiculares a su plano, se emplean para proporcionar superficies planas y útiles.

Los tipos de losas tenemos:

- **Losas aligeradas.**

Se le denomina a un tipo de losas en la que parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, poliestireno, esferas, etc. Y en el caso de viviendas y edificaciones se reemplaza por bloques de ladrillos comúnmente. De esta manera se disminuye el peso de la losa y se puede cubrir mayores luces de manera económica. Las losas aligeradas no requieren el uso de encofrados metálicos pues el ladrillo actúa como encofrado lateral de las viguetas.

Cumple las siguientes funciones:

- Obtener la unidad de la estructura, es decir, unir firmemente a los muros, vigas y columnas a fin de que durante un sismo se muevan uniformemente cada piso.

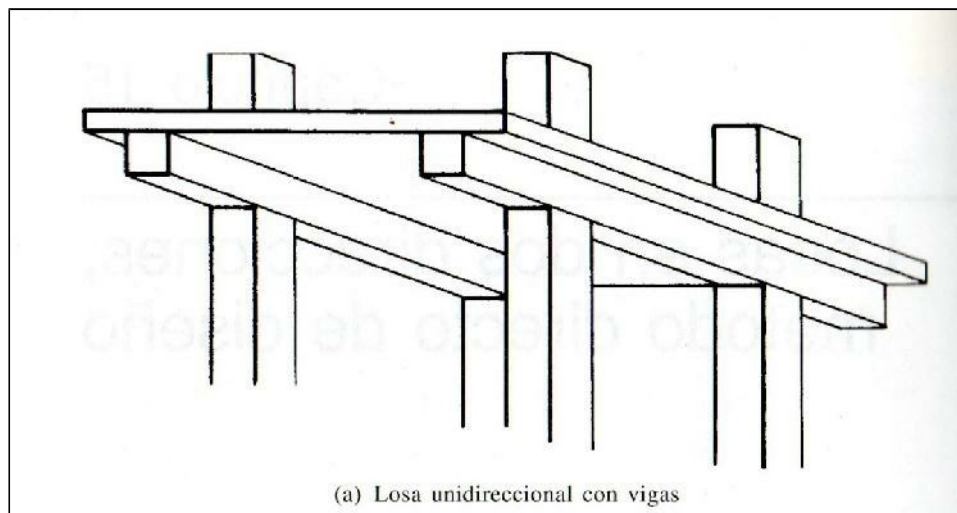
- □ Transmitir hacia los muros portantes y/o vigas las cargas verticales tales como peso propio del techo, de la tabiquería, de acabados, la sobrecarga y otras cargas eventuales apoyados en ellos.



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 25, Vista típica de una losa aligerada*

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, las losas de una dirección se encuentran soportadas solo en dos lados opuestos, porque la flexión es en sólo una dirección, esto es perpendicular a los bordes de soporte.



*Figura 26, Los unidireccional con vigas*

- □ **Losas macizas.**

Son elementos estructurales de concreto armado, de sección transversal rectangular llena, de poco espesor y abarcan una superficie considerable del piso.

Tienen la desventaja de ser pesadas y transmiten fácilmente las vibraciones, el ruido y el calor; pero son más fáciles de construir, basta fabricar un encofrado de madera, de superficie plana, distribuye el acero de refuerzo uniformemente en todo el ancho de la losa y vaciar el concreto.



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 27, Vista típica de una losa maciza.*

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, las placas planas como ejemplo la figura 28, son losas macizas de concreto de un espesor uniforme que transfieren las cargas directamente a las columnas sin ayuda de vigas, capiteles o ábacos.

Las placas planas posiblemente presenten problemas en la transferencia de la fuerza cortante en el perímetro de las columnas. En otras palabras, existe el peligro de que las columnas penetren en las losas; por esto, a menudo es necesario aumentar los tamaños de las columnas o de las losas o bien usar crucetas de cortante.



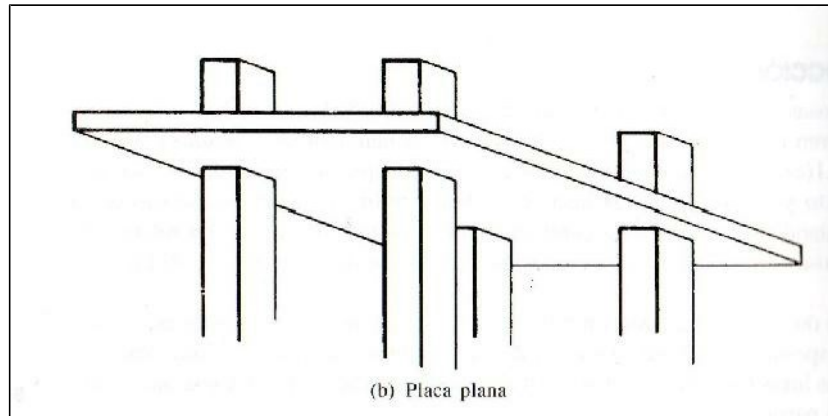


Figura 28, Placa plana – losas de dos direcciones.

Las losas planas como por ejemplo la figura 29, incluyen las losas de concreto reforzado en dos direcciones con capiteles, con ábacos o con ambos. Estas losas son muy satisfactorias para cargas pesadas y grandes luces. Aunque la cimbra es más cara que para las placas planas, las losas planas requieren menores cantidades de concreto y refuerzo para las mismas cargas y las mismas luces.

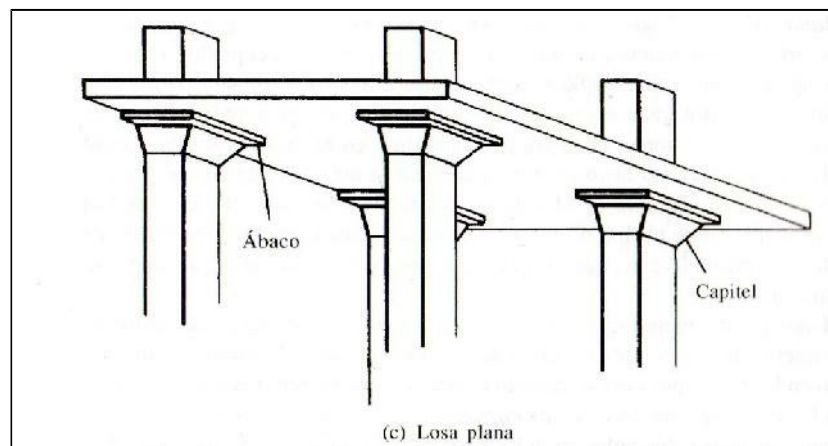


Figura 29, Placa plana con capitel y/o ábacos.

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, explica y muestra en la figura 30, una losa de dos direcciones con vigas. Este tipo de sistema de piso obviamente se usa donde su costo es menor que el de las losas o placas planas. En otras palabras, cuando las cargas o las luces o ambos son muy grandes, el espesor de la losa y

el tamaño de columna requeridos para las placas o losas planas son de gran magnitud que es más económico usar losas en dos direcciones con vigas, a pesar del mayor costo de cimbra.



*Figura 30, Losa bidireccional con vigas*

- **Losas nervadas o reticulares**

Las losas nervadas, como su nombre lo indica están compuesta por vigas a modo de nervios que trabajan en colaboración ofrecida gran rigidez y enlazan los pies de los pilares del edificio.

- Estas losas se construyen para estructuras de cargas desequilibradas.
- Por lo general, el espesor mínimo de la losa es de 20 cm.
- Mayor rigidez de los entrepisos, gran estabilidad de las cargas dinámicas, soporta cargas muy fuertes.
- Las losas nervadas son más livianas y más rígida que las losas macizas.
- El proceso constructivo de las losas nervadas es más dificultoso y costosa.



Fuente: Boletín Huánuco construye, 2016.

*Figura 31, Vista típica de una losa nervada*

Según McCormac J <sup>(13)</sup>, el piso se construye a base de casetones cuadrados metálicos o de fibra de vidrio y lados ahusados, con espacio entre ellos. Cuando el concreto se coloca sobre y entre los casetones forman almas de la viga, estas almas son bastante profundas y proporcionan grandes brazos de momento para las barras de refuerzo, En las losas de casetones o losas nervadas, el peso del concreto se reduce considerablemente, sin cambiar la forma significativa la resistencia por momento del sistema de piso. Igual que en las placas planas, el cortante puede ser problemático cerca de las columnas, en consecuencia, las losas nervadas son construidos sólidamente en esas regiones para incrementar la resistencia al cortante.

### **2.2.7. Muros**

Según Villarino A. <sup>(17)</sup>: indica que toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno. El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que unas veces es un terreno natural y otras un relleno artificial.

Los muros son los elementos que cargan la techumbre y el entrepiso de una vivienda, por lo que debe cuidarse su proceso de construcción, con objeto de garantizar su resistencia. Para esto deben reforzarse convenientemente con castillos y cadenas de concreto, pegando el ladrillo o block con una mezcla adecuada y cuidando que las paredes no queden desplomadas.

Los muros son elementos estructurales, semiestructurales o arquitectónicos contruidos a base de diferentes materiales que se pegan generalmente con una mezcla de mortero cemento-arena. Sus funciones en una edificación pueden ser las de carga, decoración, aislamiento o separación.

Los tipos de muros tenemos:

- **Muros portantes:** Se denomina muro de carga o muro portante a las paredes de una edificación que poseen función estructural; es decir, aquellas que soportan otros elementos estructurales del edificio, como arcos, bóvedas, vigas o viguetas de forjados o de la cubierta.

Los muros portantes tienen que transmitir las cargas al terreno, estos a su vez deben de estar dotados de cimentación, para que el muro no se clave en el terreno. La cimentación donde se encuentran los muros de cargas es conocida como zapata lineal o corrida.

Este muro, es la pared maestra y debe estar construida con materiales resistentes a la fuerza; los materiales pueden ser: bloques de hormigón armado, ladrillo macizo, madera, entre otros.



Fuente: Boletín aceros Arequipa, 2016.

*Figura 32, Vista de los tipos de muros*

- □ **Muros no portantes:** No es un elemento estructural, su función básica es aislar o separar, debiendo tener características tales como acústicas y térmicas, impermeable, resistencia a la fricción o impactos y servir de aislantes según lo requerido, también denominados tabiques.

A diferencia de los muros portantes, los "no portantes", estas paredes o tabiques sólo actúan como cerramiento y divisiones; estos muros no soportan cargas debido al material con el cual son construidos.

Los muros de contención; generalmente están sujetos a fricción en virtud de tener que soportar empujes horizontales; estos muros pueden ser de contención de tierra y/o líquidos.

#### **2.2.8. Patologías**

##### **a) Definición.**

Según, Florentín M, Granada R. <sup>(19)</sup>, la palabra proviene del griego “**pathos**”: **enfermedad**, y “**logos**”: **estudio**; y en la construcción, enfoca el conjunto de enfermedades, de origen químico, físico, mecánico o electroquímico, y sus soluciones; mientras que la

“tecnología de los materiales” trata de las técnicas para la ejecución y aplicación de esas soluciones. La relación efectiva de los conocimientos en ambas áreas, conjuntamente con los conceptos de prevención, y mantenimiento, nos brindará una mayor garantía de calidad en nuestras obras.

Es importante saber, que las patologías constructivas aparecen en un 75% por causas de mal diseño y mala calidad de mano de obra, o sea de falla humana, lo que se puede revertir con mano de obra calificada, capacitación al personal, controles de calidad y el estudio, en gabinete, del diseño adecuado para cada proyecto. Además, el 50% de estas patologías están relacionadas a la humedad, lo que refuerza la importancia de la correcta impermeabilización de la obra.

En continuidad a esa idea según Astorga A., Rivero P. <sup>(19)</sup>, indica que la vulnerabilidad de las estructuras suele reflejarse a través de patologías que aparecen en las edificaciones, ocasionando múltiples efectos, desde pequeños daños y molestias para sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella.

Según, Rivva, E <sup>(20)</sup>, La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su

estructura interna y comportamiento, algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes.

Por otro lado, Niño J. <sup>(21)</sup> define: “La patología de las obras arquitectónicas y de ingeniería civil ha comenzado a tener en nuestro país la relevancia que le corresponde, ya que cada vez existe mayor conciencia sobre la importancia de entender y tratar las “enfermedades” que atacan a las estructuras”.

Según Gegdyszman S <sup>(22)</sup> “Es importante entender también, que el problema patológico debe definirse en función de la pérdida de prestaciones de la parte o sector del edificio afectado respecto a las necesidades o requisitos de los usuarios. Cualquier parte de un edificio tiene un comportamiento a lo largo del tiempo que depende de su naturaleza, como de la incidencia sobre él de acciones externas, ya sea del ambiente, por cambio de destino, por influencia de construcciones aledañas, por sismos u otros”.

#### **b) Clasificación.**

Según, Florentín M, Granada R. <sup>(19)</sup>, se hace las preguntas ¿Por qué surgen las patologías?, ¿cuáles son sus causas?, ¿cómo se manifiestan?, ¿cuáles son sus efectos en la construcción? Estas son las preguntas que nos llevan a un análisis que dará por resultado un diagnóstico, el cual será decisivo para definir el tratamiento adecuado.

Y a su vez lo clasifica en:

- Según su origen.
- Según el área afectada o de procedencia

Podemos clasificar sus causas según su origen en:

- **Lesiones químicas**, es el resultado de la exposición de los materiales a sustancias corrosivas que provienen del exterior o del interior. La corrosión puede generarse por:

**Corrosión química:** reacción de metales con gases;

**Corrosión electroquímica:** corrosión de metales por un medio electrolítico;

**Corrosión metálica:** metales en contacto con agua;

**Corrosión por erosión:** es el desgaste en la sección de los metales.

**Corrosión por incrustación:** por deposición de sarro y barro.

**Corrosión general:** deterioro por acción del medio ambiente como por ejemplo la oxidación, la eflorescencia aparición de manchas blancas por presencia de sales.

- **Lesiones físicas**, se dan comúnmente por la acción de los agentes climáticos como la lluvia, la lluvia ácida, el viento, el calor, los rayos ultravioletas, la nieve etc., resultando por ej.: la humedad, la suciedad, la erosión, la dilatación, la deformación, la rigidización, la fragilidad, el resecamiento, la criptoflorescencia o aumento de volumen por absorción de humedad.



- **Lesiones mecánicas:** pueden generarse por acción de tensiones no estabilizadas, por falta de coordinación de las obras civiles, como por ejemplo: grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos.
- **Lesiones orgánicas:** se dan por ataques de insectos y parásitos, como por ejemplo la polilla hacia la madera.
- **Lesiones por ruidos:** es la contaminación sonora relacionada a la contaminación ambiental, su efecto es la reverberación, pero más incidencia tiene sobre el ser humano afectando a su salud y ocasionándole: fatiga auditiva, sordera a partir de 90db, traumatismo acústico a partir de 140 db, alteraciones en el ritmo cardiaco y la presión arterial, menor rendimiento laboral, alteraciones en la calidad del sueño, dolor de cabeza, sensación de displacer, el 50% de los errores en las tareas de concentración, y el 20% de los accidentes de trabajo están relacionados con esta causa. Por estas razones estudiaremos los materiales acústicos que ayudan a prevenir o solucionar estos problemas.

En general estas patologías perjudican el aspecto de la obra, destruyen los pulidos, altera los colores, generan manchas, afectan las secciones de los metales e incluso los elimina, disminuyen las resistencias, destruyen la estanqueidad, generan sustancias contaminantes, y perjudican la salud.



Figura 33, Ejemplos de algunas patologías

Así también se puede clasificar sus causas según el **área afectada** o de procedencia en:

- Patologías de acabados, o lesiones menores.** Son aquellas que afectan a los revestidos, maderas, pinturas, pisos, revoques, etc. Pueden provenir estas patologías de los sustratos, estructuras o muros, así como también originarse por causas propias a los materiales de acabados, como por ejemplo la mala colocación de los mismos, por no conocer las especificaciones técnicas del material, o por causas externas como por ejemplo la acción de los agentes climáticos.



Figura 34, Ejemplo de patologías de acabados o lesiones menores (01)



Figura 35, Ejemplo de patologías de acabados o lesiones menores (02)

- **Patologías de la madera.** pueden deberse a su exposición a condiciones climáticas adversas como: exposición a rayos solares, erosiones diversas, defectos propios del material: fibras, nudos; o bien a una instalación anómala: falta de tratamiento con pinturas, lustre o barnices, falta de mantenimiento, etc., las cuales producen alteraciones superficiales que afectan el aspecto decorativo de la misma y facilitan la entrada de agentes destructivos tales como hongos e insectos.
- **Patologías de los suelos:** son las características propias de los suelos los que incidirán o afectarán a las construcciones, como por ej.: las bajas resistencias, inundables, anegadizos, rellenados, desmoronables, o aquellos suelos expansivos. Dichas características deberán ser tenidas en cuenta en el diseño, el cálculo y el sistema constructivo, a fin de prevenir las patologías que surjan de ellos.

- □ **Patologías de las instalaciones:** son aquellas causadas por desperfectos en las instalaciones, pero que también generan perjuicios en los acabados. Un ejemplo muy común es la humedad originada por la rotura de tuberías.
- □ **Patologías de los elementos estructurales o lesiones mayores:** Consistentes en: fisuras, grietas, deformaciones, desprendimientos, coqueas, rotura por presión negativa, debilitamiento de armaduras, colapso.



*Figura 36, Ejemplo de patologías en elementos estructurales*

Debemos destacar que la calidad de obra está directamente ligada a la prevención de las patologías, y esto radica en el buen diseño arquitectónico, en su forma y orientación, adecuado al sistema constructivo del lugar, influenciado por el clima de la región; así como también adecuado a las normas constructivas; a la selección criteriosa de los materiales de construcción; a la calidad de estos; a la correcta aplicación de los procesos constructivos; a la implementación de mano de obra calificada; a los estrictos controles de calidad, sin olvidar el oportuno mantenimiento del edificio, dando como resultado el aumento de su vida útil.

Según Astorga A., Rivero P. <sup>(19)</sup>, la diversidad de patologías que se manifiestan en las edificaciones es infinita; además de ser un tema muy complejo. Dificilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras; en muchos casos ni siquiera la experiencia de un experto es suficiente para dar una respuesta totalmente certera. Por ejemplo, las causas de aparición de una grieta en una edificación, pueden ser múltiples; algunas veces es posible identificarlas fácilmente, pero otras veces no lo es.

Una manera sencilla de clasificar las patologías que se presentan en las edificaciones, es subdividiéndolas según su causa de origen. De acuerdo a esto, las patologías pueden aparecer por tres motivos: **defectos, daños o deterioro.**

Las patologías que aparecen por **defectos**, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra. Para evitar los defectos en las edificaciones, es necesaria la intervención de personal capacitado y honrado durante la elaboración y ejecución del proyecto. Es decir, estas patologías deben ser evitadas, controladas y corregidas por personas expertas. Un defecto en la edificación, puede traducirse en altas

vulnerabilidades, dejando la estructura expuesta a sufrir daños y deterioros de magnitudes incalculables.

Las patologías causadas por **daños**, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Los daños pueden ser producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, entre otros. Pero también pueden aparecer daños en las estructuras causados por el uso inadecuado de las mismas, por ejemplo, el caso en el que la edificación es obligada a soportar un peso superior al que fue concebido inicialmente (sobrecarga). Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden disminuir; no podemos impedir que ocurra un evento natural, pero sí podemos hacer que éste no se convierta en un desastre. Se deben concebir estructuras menos vulnerables, evitando los defectos en el diseño, materiales y construcción, seleccionando la ubicación adecuada para la edificación, respetando los criterios de diseño, y muy especialmente, empleando un poco el sentido común.

Otro origen de las patologías, puede ser el **deterioro** de la edificación. Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la

estructura se debilite continuamente. Por esta razón es de vital importancia para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayuda a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo.



Figura 37, Clasificación general de patologías en las edificaciones

**c) Patologías causadas por defectos**

Según Astorga A., Rivero P. <sup>(19)</sup>, diversos estudios realizados por diferentes entidades del sector de la construcción, han concluido que los daños que surgen en las edificaciones, se deben en mayor medida, a los defectos durante las fases de diseño y construcción del proyecto.

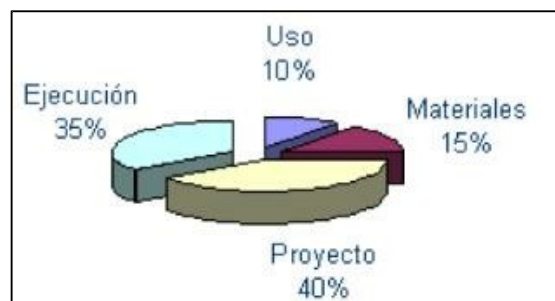


Figura 38, Patologías causado por defectos

Las fases de diseño y construcción son cruciales en la permanencia, durabilidad y conservación de la edificación durante su vida útil, son fases determinantes en el comportamiento de la estructura cuando sea sometida a fuerzas externas, como las impuestas por los sismos, o a cualquier otra carga adicional e imprevista que pueda presentarse.

Debido a que las fuerzas sísmicas son las que inciden con mayor impacto sobre las estructuras, y son las que han causado mayores daños en edificaciones escolares a nivel mundial, nos enfocaremos en el estudio de los efectos que producen los eventos de esta naturaleza, los eventos sísmicos; así como en las consideraciones necesarias para elaborar un apropiado diseño de estructuras sismorresistentes.

En términos generales, las cualidades de un buen diseño sismorresistente se pueden resumir en:

- Una configuración estructural apropiada y buena disposición de la tabiquería.
- Una selección adecuada del tipo de análisis estructural, que conlleve a resultados realista y evidencie las zonas críticas de las estructuras.
- Un dimensionamiento detallado que suministre a la estructura suficiente capacidad de absorción y disipación de energía.
- Un sistema de fundaciones que garantice la estabilidad general y la transmisión eficaz de las cargas al suelo.



- Una utilización de materiales de primera calidad.
- Una ejecución de la obra debidamente controlada por una inspección honesta e inteligente.

**d) Defectos en la construcción del proyecto.**

Generalmente, la principal causa de defectos en la construcción, se debe a la falta de personal calificado en las fases que comprende la ejecución del proyecto. Muchas veces el desconocimiento, la negligencia, la falta de supervisión y control, la escasez de mano de obra especializada o la rapidez exigida para el cumplimiento de los trabajos, impiden la correcta ejecución de las obras, afectando negativamente el resultado final y originando consecuencias que pueden llegar a ser inaceptables.

Todos los individuos involucrados en el proceso constructivo (operadores, maestro de obras, inspectores...) pueden con sus actos o decisiones, afectar el grado de calidad de una construcción. Este problema ocurre principalmente cuando las comunidades llevan a cabo algún proyecto, sin la asesoría e intervención de profesionales calificados.

Comúnmente los daños generados por defectos en la construcción, se originan por:

- Errores en el replanteo
- Modificaciones del proyecto
- Incumplimiento de las normativas
- Falta de definición del proyecto

- Modificaciones en los materiales

Algunos de los incontables errores que pueden cometerse en la fase de construcción de una estructura, se presentan en las siguientes tablas:

*Tabla 10.* Errores en la fase de replanteo de la obra

Defecto	Daño
Colocación de las columnas en posición incorrecta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando se coloca el acero de la columna en la cara opuesta a la estimada en el proyecto.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando las columnas se colocan giradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Conlleva a modificaciones de las inercias.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Las columnas tendrán resistencias inferiores a la prevista.</li> </ul>
Falta de alineación vertical: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando el centro de una columna queda desviado con respecto al centro de su columna superior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Genera excentricidades que pueden causar graves problemas en el comportamiento sísmico de la estructura</li> </ul>

Fuente: Astorga A., Rivero P. (19).

*Tabla 11.* Errores en la fase de encofrado y colocación de armaduras

Defecto	Daño
Recubrimiento excesivo o insuficiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Exceso de recubrimiento en vigas o columnas.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Recubrimiento insuficiente</li> </ul>	Conlleva a la corrosión del acero. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> El concreto sufrirá mayores retracciones, que en ocasiones pueden llegar a romperlo, dejando expuesto al acero.</li> <li>• <input type="checkbox"/> El acero se encontrará expuesto a las acciones agresivas del medio ambiente.</li> </ul>
Insuficiente longitud de anclaje o falta de ganchos en vigas de extremos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Pueden aparecer pequeñas fisuras verticales en la parte superior de la viga, cerca del</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> La barra de acero se desliza en el concreto</li> </ul>	<p>encuentro con la columna. existe riesgo de inestabilidad al no colaborar el acero y el concreto.</p>
<p>Separación inadecuada del acero transversal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando los estribos están muy separados entre sí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Puede originarse el pandeo del acero longitudinal.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Se disminuye la resistencia a las fuerzas cortantes y a la torsión.</li> <li>• <input type="checkbox"/> El concreto sufre mayores deformaciones y aparecen fisuras verticales en el centro de las caras.</li> </ul>
<p>Separación inadecuada del acero longitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando las barras de acero no están suficientemente separadas entre sí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> La armadura muy junta no permite el paso fluido del concreto a través de la misma, lo que ocasiona una mala distribución de los elementos del concreto y por lo tanto, una distribución inadecuada de la resistencia.</li> </ul>
<p>Falta de acero de retracción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando no se colocan mallas de acero en losas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Se producen grietas producto de cambios de temperatura y retracción del concreto</li> </ul>

Fuente: Astorga A., Rivero P. (19).

*Tabla 12.* Errores en la fase de vaciado del concreto

Defecto	Daño
<p>Vibrado insuficiente del concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Se producen vacíos en el concreto que limitan su adherencia con el acero y no garantizan una distribución uniforme de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Resistencia heterogénea dentro del mismo elemento.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Incide en la deformación y ayuda a la formación de grietas.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Facilita la entrada de agua y humedad</li> </ul>

mezcla	
<p>Mezcla de concreto inadecuada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Concreto de mala calidad, concreto defectuoso, exceso de agua, empleo de aditivos perjudiciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Disminuye la resistencia del elemento.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Se producen vacíos en el interior del elemento.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Falta de adherencia</li> <li>• <input type="checkbox"/> Facilita la corrosión de la armadura.</li> </ul>
<p>Curado defectuoso del concreto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Provoca fisuras, falta de adherencia y resistencia del concreto.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Aumenta los asentamientos.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Aumenta la retracción.</li> </ul>
<p>Encofrado y desencofrado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando se mueve el encofrado durante el fraguado del concreto.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Cuando el desencofrado es inadecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Se originan fisuras longitudinales en las vigas, más abiertas en la parte superior, y que se van cerrando a medida que desciende.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Si se desencofra prematuramente, se producen mayores deformaciones.</li> </ul>

Fuente: Astorga A., Rivero P. (19).

Tabla 13. Errores en la construcción de estructuras de acero

Defecto	Daño
<p>Inadecuada protección del acero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Falta de recubrimiento o material protector del acero (pinturas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Expone a los elementos de acero a los efectos del agua, aire, intemperie en general; ocasionando su corrosión, que conlleva a la disminución de su resistencia.</li> </ul>
<p>Defectos en las uniones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Soldaduras defectuosas (grietas, mordeduras, discontinuidad, burbujas, impurezas...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Puede ocasionar grandes problemas en las estructuras, ya que las uniones representan un elemento fundamental.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Desplazamientos indeseados, disminución de la capacidad de resistencia, colapso total o parcial de la estructura.</li> </ul>

Fuente: Astorga A., Rivero P. (19).

Tabla 14. Errores en la construcción de elementos no estructurales

Defecto	Daño
<p>Anclaje inapropiado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Desprendimiento de los elementos mal anclados.</li> </ul>
<p>Incorrecta ejecución de los techos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Colocación de pendientes y solapes inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Pueden ocasionar filtraciones de agua, conllevando a daños importantes.</li> </ul>
<p>Ubicación inapropiada de instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> A veces se comete el error de perforar vigas o columnas para colocar instalaciones u otros elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Afecta la resistencia del concreto y de las armaduras de acero.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Causa deformaciones y redistribuciones de esfuerzos.</li> </ul>

Fuente: Astorga A., Rivero P. (19).



Figura 39, Patologías por mal proceso constructivo

**e) Defectos en los materiales de construcción.**

Los materiales a utilizar en la construcción, en especial de edificaciones importantes, deben ser materiales óptimos, que cumplan con requisitos mínimos de calidad, que sean apropiados para resistir las cargas de diseño y las condiciones del medio ambiente, que perduren en el tiempo durante la vida útil de la obra, que no sean culpables de fallas en las estructuras.

Muchas veces por criterios económicos o falta de ética profesional, se emplean materiales inapropiados en la construcción de edificaciones esenciales, poniendo en riesgo la integridad de la estructura y de sus ocupantes.

Todos los materiales y elementos constructivos, deben llegar a la obra en su estado correcto, de manera que posean todas las características físicas, mecánicas y químicas que se les presuponen, ya que éstas serán absolutamente necesarias para que cumpla correctamente la misión que se les va a asignar en la edificación.

Si alguna de las características del material no es la apropiada, resultará más fácil que aparezca alguna lesión o patología en el elemento, y por lo tanto, su durabilidad será menor.

**f) Defectos en el diseño del proyecto.**

Muchas veces el diseño errado de una edificación, puede ser el principal causante de sus fallas, especialmente cuando la estructura es sorprendida por la acción de un evento sísmico. Una buena configuración estructural, desarrolla un papel muy relevante en la determinación de vulnerabilidad de toda la estructura, ofreciendo

condiciones y características que permiten el comportamiento adecuado de la misma en casos de ocurrencia de los eventos desastrosos más impactantes sobre las mismas, que son los sismos. Una configuración y diseño inapropiados, hacen que la estructura sea más vulnerable, presentando debilidades conceptuales que serán severamente penalizada cuando ocurra un sismo de magnitud considerable.

La configuración y diseño de una edificación está relacionada con la forma, el tipo, la disposición, la resistencia, la geometría, la fragmentación, entre otros aspectos que pueda presentar los diferentes elementos estructurales o la edificación completa, como estructura global.

Los principales problemas encontrados en el diseño y configuración de las estructuras, se relacionan con asimetrías y cambios bruscos de dimensiones, masas, rigideces flexibilidades.



Figura 40, Diagrama de los aspectos del diseño estructural

No existe una forma estructural ideal, pero sí existen ciertos principios básicos que pueden guiar un buen desempeño en cuanto a su configuración. Es importante destacar que existen condiciones necesarias, pero no suficientes para lograr una configuración y una forma estructural sana y adecuada.



Figura 41, Condiciones necesarias, pero no suficiente para un diseño

Los 3 principios básicos que debe cumplir un diseño estructural para que se comporte adecuadamente ante la ocurrencia de un evento sísmico, son los siguientes:

- □ La edificación debe ser lo más liviana posible. Mientras más masa tiene el edificio, más elevadas serán las fuerzas de inercia que originan las solicitaciones sísmicas.
- □ La edificación debe ser suficientemente rígida y suficientemente dúctil. La nueva filosofía es lograr edificaciones cada vez más rígidas, limitando el valor de las derivas de pisos.



- □ La edificación debe ser sencilla y simétrica, tanto en planta como en altura. Mientras más sencillas, simétricas y rectilíneas sean las estructuras, mayor será el grado de confiabilidad de las mismas cuando sean castigadas por algún movimiento sísmico.

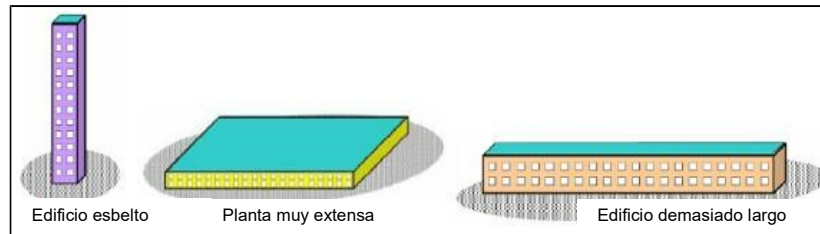


Figura 42, Aspectos que no ayudan a un buen diseño.

¿Cómo influye el hecho de que una estructura sea susceptible a la torsión?

La torsión es un fenómeno que se debe principalmente, a la excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez de la estructura. Se manifiesta como el giro en el plano horizontal de una estructura con respecto a un punto de la misma.

La torsión origina deformaciones en la estructura, pudiendo incluso, ser causante del colapso de la misma.

¿Por qué es importante que las estructuras sean flexibles?

Una estructura es flexible cuando tiene la capacidad de moverse ante la acción de fuerzas, sin que ello implique su falla por falta de resistencia. La flexibilidad es una característica que le permite a la estructura una mejor disipación de la energía inducida por un sismo a través del suelo.

Las estructuras con adecuada flexibilidad tienen un mecanismo de falla lento, en el cual se puede evitar el colapso aunque existan

daños importantes, además de ser una característica muy favorable para casos de evacuación.

El acero es un material muy dúctil, por esta razón es de extrema importancia colocarlo en la cantidad y distribución adecuada en las estructuras de concreto armado.

Se debe tener en cuenta que en edificaciones altas, un comportamiento flexible puede originar desplazamientos muy grandes, incrementando los esfuerzos en los elementos y pudiendo causar grandes daños estructurales, debido a que probablemente esos elementos no sean capaces de resistir dichos esfuerzos.

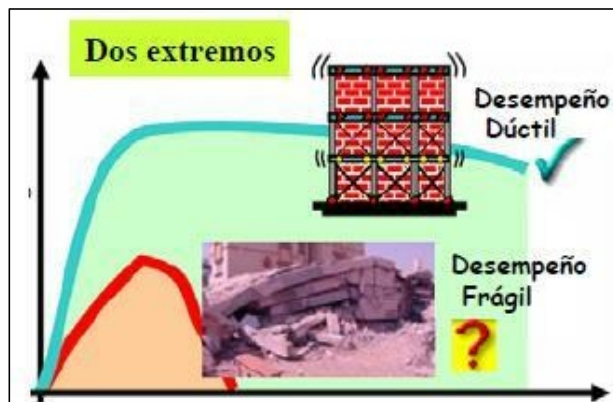


Figura 43, Desempeño dúctiles y desempeño frágil.

Las edificaciones dúctiles soportan mayores deformaciones para la misma fuerza con la que fallan las estructuras frágiles.

¿Cuándo se presenta incompatibilidad estructural?

Cuando coexisten elementos rígidos y flexibles, sean estructurales entre sí o con elementos no estructurales, se pueden generar comportamientos inadecuados de respuesta ante los sismos. Por ejemplo, las construcciones de estructuras metálicas con paredes de bloque de concreto, han conllevado a fallas, incluso al colapso de

las paredes, producto de la combinación de elementos flexibles con elementos rígidos.

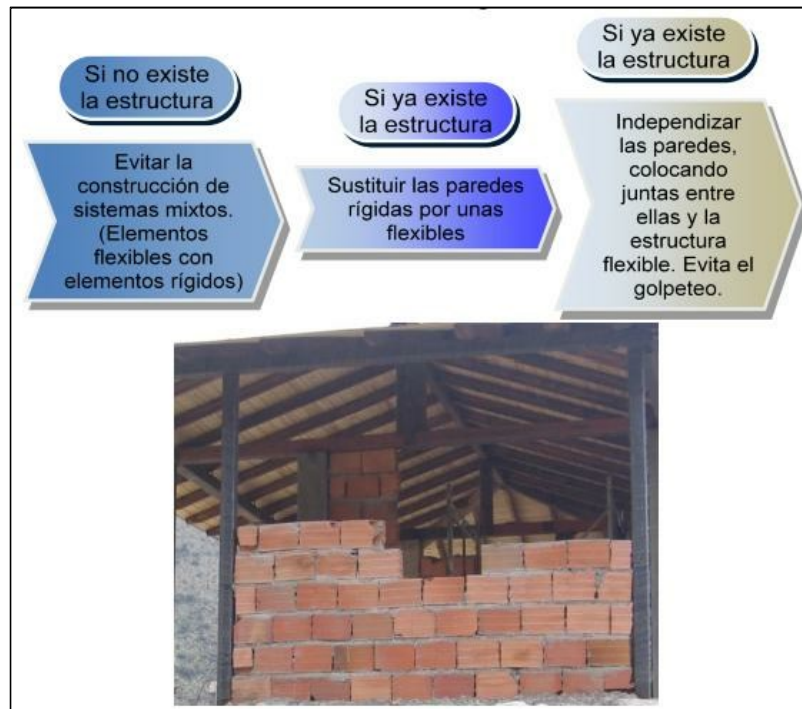


Figura 44, Combinación de elementos flexibles con elementos rígidos.

¿Por qué evitar columnas débiles?

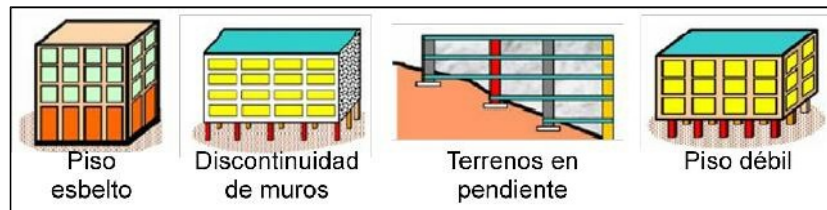
Una columna se considera débil cuando tiene configuración de “columna corta” (columna parcialmente arriostrada por algún elemento rígido), o cuando su resistencia es inferior a la resistencia de las vigas que se apoyan en ella.

En un diseño sismorresistente adecuado, se debe garantizar que las columnas sean más fuertes que las vigas, y no el caso contrario. De esta manera, se prefiere que de ocurrir una falla, esta se genere en las vigas y no en las columnas.

Columnas débiles, conllevan a pisos débiles; falta de paredes o muros en una planta, conlleva a un piso débil; irregularidades en el

terreno sin el adecuado diseño para cada columna, conlleva también a columnas débiles.

La falla principal de las columnas y pisos débiles, es que se excede la resistencia por cortante, antes que por flexión. En casos de sismos o sobrecargas, se originan severos daños en la edificación, generalmente la inutilización y/o colapso de la misma.



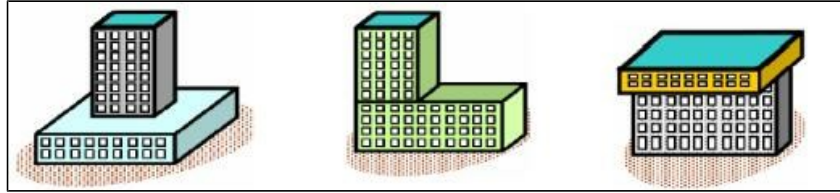
*Figura 45, Casos que pueden generar columnas débiles y pisos débiles.*

¿Cómo se comportan las estructuras con irregularidades verticales?

Un ejemplo de irregularidad vertical en una edificación, pueden ser los cambios bruscos de masa, de dimensiones, de rigidez, a lo largo de su altura; recordando que siempre deben preferirse estructuras simples, simétricas, no muy esbeltas, y que a simple vista no parezcan inestables.

Se recomienda concentrar los elementos más pesados de la edificación, cerca del suelo; ya que las aceleraciones de respuesta de una estructura ante un sismo, van incrementándose con la altura de la misma.

Las irregularidades verticales aumentan la susceptibilidad al volcamiento e incrementan y redistribuyen los esfuerzos sobre los distintos elementos estructurales.



*Figura 46, Reducciones o aumentos bruscos de las edificaciones.*

¿Cómo influye la simetría en planta de la edificación?

Cuando en una edificación continua se produce un cambio de sus dimensiones en planta, o las mismas son en forma de “L”, de “T”, de “U”, entre otras, se tienden a generar concentraciones de esfuerzos en las zonas de cambio de sección. Por este motivo, se recomienda segmentar las edificaciones y colocar juntas que permitan a los bloques moverse independientemente durante un sismo. También es importante que en caso de haber un cambio de dimensión, se haga de manera gradual y no bruscamente.

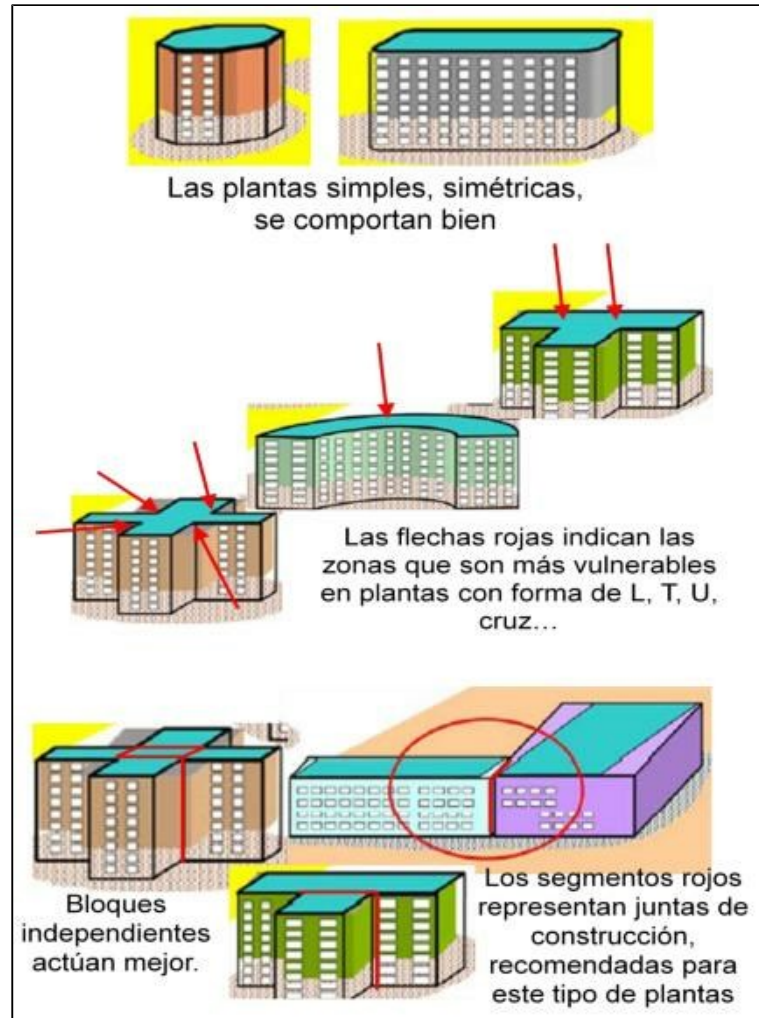


Figura 47, Plantas simétricas y asimétricas

Como podemos observar, las consideraciones planteadas en el subtítulo 2.2.1 sistemas estructurales es muy influyente y necesario para reducir los niveles de patología.

**g) Patología causada por daños.**

Los tipos de falla más importantes que se han registrado en estructuras de concreto armado, han surgido con la ocurrencia de eventos sísmicos en distintas localidades del mundo. Para entender el comportamiento sísmico de las estructuras, es necesario identificar las características que han conducido a las fallas y a los

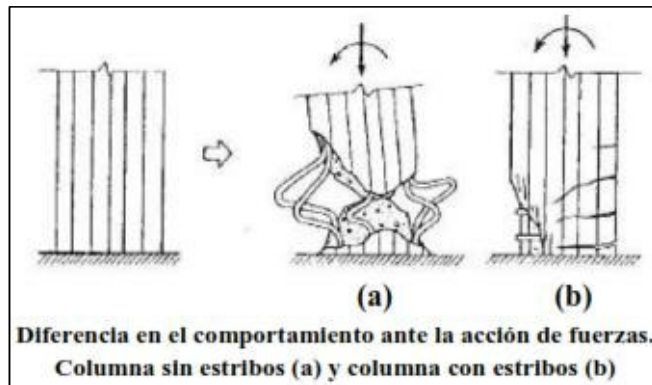
buenos comportamientos estructurales, así como también es importante el análisis de los distintos tipos de daños y de las causas que los han originado.

Por lo general las fallas presentadas en las edificaciones durante eventos sísmicos, se originan producto de los defectos en el diseño y configuración estructural, así como en los errores durante la construcción de la obra y el empleo de materiales inapropiados para la edificación. Los principales daños estructurales que ocurren durante un sismo, pueden deberse a:

- Vigas y columnas con grandes esfuerzos de cortante y de tensión.
- Entrepisos sin adecuada resistencia al corte.
- Conexiones Viga-Columna con fallas de adherencia.
- Muros de cortante con grandes esfuerzos.
- Asimetrías que causan efectos torsionales.
- Golpeteo entre edificios
- Variaciones bruscas de rigidez a lo largo de la altura de la edificación.
- Amplificación de los desplazamientos en pisos superiores.
- Grandes esfuerzos causados por presencia de columnas cortas.

Las vigas y columnas con grandes esfuerzos de cortante y de tensión.

- □ Las edificaciones deben contar con una capacidad de deformación suficiente para soportar las fuerzas sísmicas, sin que esto afecte su resistencia.
- □ Cuando la edificación presenta una respuesta sísmica dúctil, es capaz de soportar elevadas deformaciones.
- □ El acero proporciona ductilidad a la estructura. Se debe colocar el acero transversal (estribos) necesario y estrechamente separado, ya que los estribos sirven para mantener confinado al concreto, y cuando éstos son insuficientes el concreto se desconcha, se astilla, y el acero longitudinal se pandea, ocasionando la inestabilidad de la estructura.



*Figura 48, Diferencia en el comportamiento de columnas*



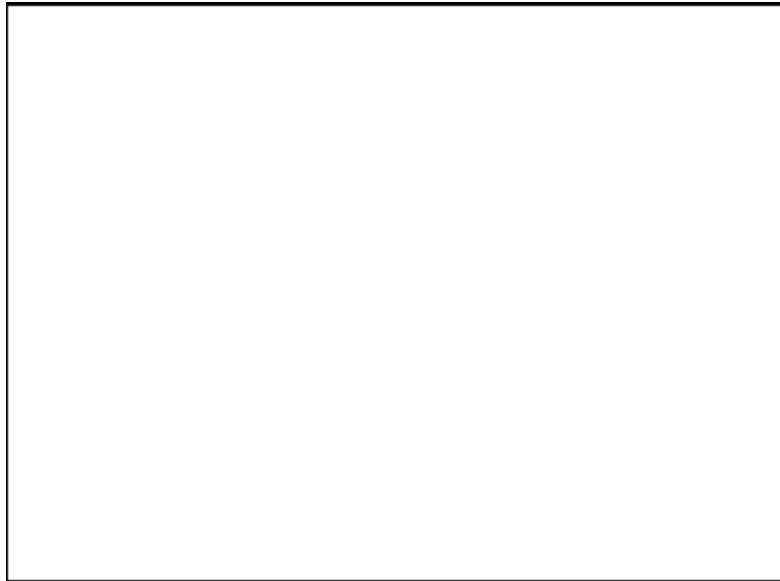


Figura 49, Importancia del acero en el comportamiento estructural

- □ Este tipo de fallas ocurren por la gran concentración de esfuerzos originados por las distintas cargas y fuerzas que induce el sismo.
- □ Las fuerzas cortantes impuestas por los sismos, originan fallas por tensión diagonal.

La manifestación típica es la formación de grietas inclinadas, en ángulos de aproximadamente  $45^\circ$ .



Figura 50, Grieta típica originada en tabiquerías por eventos sísmicos

- □ Cuando no hay suficiente acero transversal, o éste se encuentra muy separado, el concreto no tiene el confinamiento necesario y hay muy poca resistencia a la tensión diagonal.



*Figura 51, Fallas de columnas por carencia de acero*

- □ Las vigas también pueden fallar por tensión diagonal provocada por las fuerzas sísmicas.



*Figura 52, Fallas de viga por tensión diagonal*

La falla causada por entrepisos que no poseen adecuada resistencia al corte.

- □ El colapso de los edificios se debe generalmente a la poca resistencia que tienen las columnas para resistir cargas laterales.
- □ Las columnas deben tener un área transversal suficiente que les permitan resistir las fuerzas cortantes inducidas por los sismos.



Figura 53, Colapso de la estructura



Figura 54, Imagen de ausencia de vigas

Conexiones viga-columna con falla de adherencia.

- □ En las conexiones entre los distintos elementos estructurales, se originan condiciones complejas y elevadas concentraciones de esfuerzos, que conducen a numerosos casos de falla.
- □ Las conexiones pueden fallar por la escasez de anclajes de refuerzo entre las columnas y las vigas.



Figura 55, Imagen de vigas desprendidas de las columnas



Figura 56, Esquema de las uniones vigas - columnas

Los muros de cortante con grandes esfuerzos.

- Los muros de cortante tienen como función principal, resistir los esfuerzos producto de las fuerzas horizontales sísmicas.
- Las fallas suelen presentarse en la unión entre el muro y el piso o viga de apoyo.
- Los principales tipos de falla se presentan por cortante horizontal, cortante vertical o por vuelco.
- Se han observado grietas horizontales y desconchamiento del concreto en muros que han fallado durante sismos anteriores.

- □ También es posible que se presenten grietas en forma de X en las vigas donde se acoplan los muros cortantes, o en los mismos muros, producto de grandes demandas de ductilidad y elevadas fuerzas cortantes.
- □ Para evitar fallas por flexión o cortante, el diseño de los muros cortantes debe contemplar una ductilidad suficiente para las fuerzas generadas por un sismo intenso.
- □ Los muros cortantes deben colocarse de manera simétrica en la estructura para que tengan un comportamiento adecuado. Si se diseña una estructura con muros colocados asimétricamente, pueden originarse problemas de torsión por irregularidades en la rigidez.



Figura 57, Esquema de los muros de cortante con grandes esfuerzos

Las asimetrías que causan efectos torsionales son:

- □ Si el centro de masa de una estructura no coincide con el centro de rigidez, se originan efectos de torsión, en los que el edificio tiende a girar respecto a su centro de rigidez, causando incrementos excesivos en las fuerzas laterales.

- □ Cuando los elementos estructurales están distribuidos asimétricamente en planta, se originan vibraciones torsionales ante las acciones sísmicas, generando fuerzas elevadas en los elementos de la periferia del edificio.



*Figura 58, Esquema de efecto de torsión en estructuras asimétricas*

- □ La torsión es una de las principales causantes de daños por los sismos en las edificaciones y se deben generalmente, al desequilibrio en la distribución de rigideces en la edificación.

El golpeteo entre edificios se da:

- □ Todas las estructuras deben tener un espacio suficiente con respecto a las edificaciones adyacentes, ya que en el momento de un sismo, cada una vibrará de manera distinta y esto puede conducir a que se golpeen entre ellas.
- □ El golpeteo es capaz de producir daños severos.

- Cuando entre las estructuras que se golpetean no coinciden los niveles de los pisos, las fallas pueden ser más graves; ya que las losas de uno de los edificios pueden golpear las partes intermedias de las columnas del otro.



Figura 59, Imagen sin juntas entre edificios

Las variaciones bruscas de rigidez a lo largo de la altura de la edificación se dan:

- Con frecuencia se construyen las plantas bajas de los edificios con el mayor espacio posible para permitir el paso o estacionamiento de vehículos, sin colocar paredes; mientras que en los pisos superiores las paredes proporcionan confinamiento y aportan mayor rigidez.
- Esto hace que la planta baja posea una rigidez mucho menor a la de los pisos superiores; lo que conduce a grandes desplazamientos y concentración de daños en las columnas de ese nivel.
- A esta situación se le conoce como planta baja débil, planta baja libre o planta baja blanda.



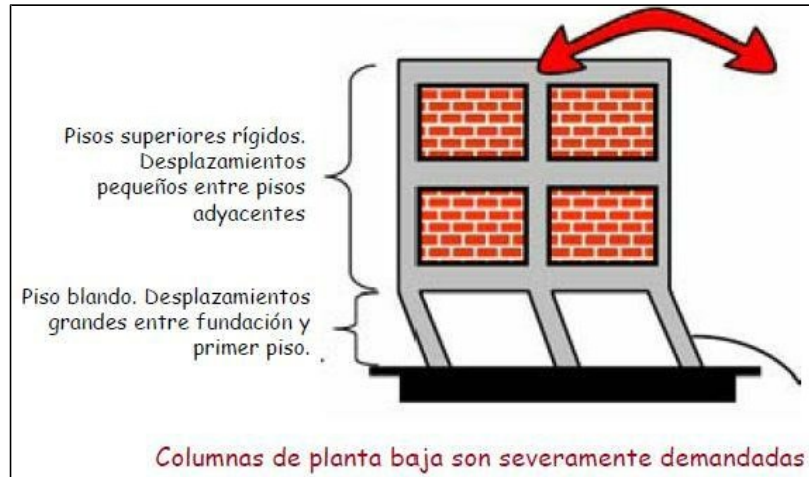


Figura 60, Variaciones brusca de rigidez a lo largo de la altura

- En caso de un evento sísmico, las edificaciones con planta baja débil, tienden a presentar severos daños, que incluso se manifiestan con el colapso de la estructura.
- Deben evitarse discontinuidades en la rigidez, resistencia y ductilidad.
- Debe evitarse la presencia de masas innecesarias.
- Se recomienda continuar las paredes hasta la planta baja.

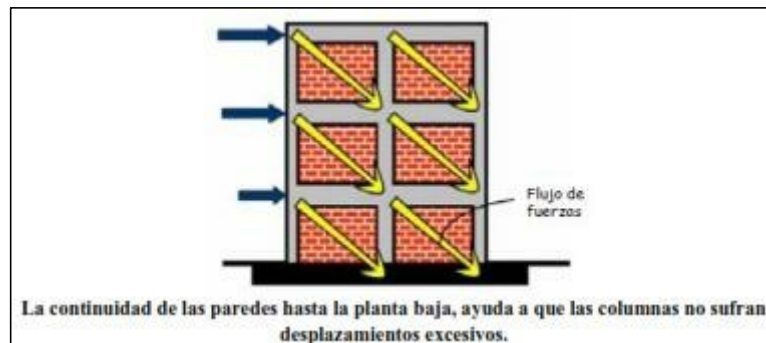


Figura 61, Ayuda a las columnas para evitar desplazamientos excesivos

- Una manera de ayudar a contrarrestar el problema de plantas débiles, es colocando elementos de acero en forma de cruz, que



aportan cierta ductilidad y resistencia lateral (Se les llama Cruz de San Andrés)



*Figura 62, Esquema para evitar cambios bruscos*

Las amplificaciones de los desplazamientos en pisos superiores se dan:

- Cuando se presenta un sismo, la vibración se amplifica a lo largo de la altura de las edificaciones.
- La amplificación es acentuada en niveles superiores, lo que conduce a elevadas concentraciones de fuerzas y esfuerzos, que conllevan al colapso de una parte del edificio a partir de cierta altura.
- El fenómeno se conoce como amplificación dinámica de fuerzas o resonancia local
- Algunos autores atribuyen este tipo de colapso a la unión de concretos vaciados en distintas ocasiones (uno más nuevo que el otro), por eso es recomendable no interrumpir el proceso de vaciado del concreto durante la ejecución de las obras.

- □ Los cambios bruscos en elevación hacen que ciertas partes del edificio se comporten como apéndices, con el riesgo de que se produzca el fenómeno de amplificación dinámica de fuerzas.

Los grandes esfuerzos causados por presencia de columnas cortas, estas son:

- □ Las columnas cortas se originan cuando algún elemento, comúnmente las paredes, se encuentran adosadas a las columnas, restringiéndolas hasta donde llega la altura de las paredes.

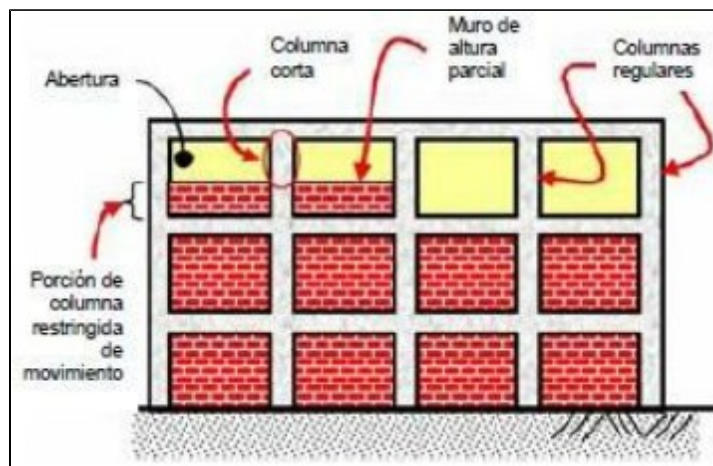


Figura 63, Esquematación de columnas cortas

- □ Se provocan concentraciones de fuerza cortante en los extremos libres de las columnas, que tienden a fallar frágilmente por cortante.
- □ Las columnas que se encuentran restringidas, adquieren mucha más rigidez en comparación con las demás columnas que no están confinadas ni restringidas en ninguno de sus lados. Por lo tanto, se generan elevados esfuerzos de corte en la columna corta, ocasionando consecuencias desastrosas.

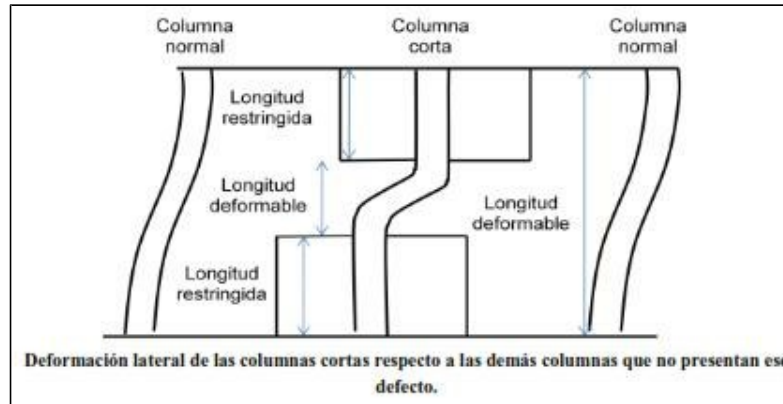


Figura 64, Deformación lateral de las columnas cortas

- □ Ante la insuficiente ductilidad de la columna corta, la falla se genera por tensión diagonal producida por elevados esfuerzos cortantes.
- □ La columna corta es más frágil que las demás columnas no restringidas parcialmente, debido a que su longitud deformable es más limitada.



Figura 65, Falla típica de columna corta

- □ Es por lo tanto recomendable no adosar directamente las paredes a las columnas, sino dejar un espacio libre entre ellas, o colocando algún tipo de junta que le permita a la columna deformarse libremente, permitiéndole trabajar dúctilmente en el

momento de algún movimiento sísmico. (Deben fijarse muy bien las paredes a la viga superior, inferior o a ambas)



*Figura 66, Opción para disminuir los esfuerzos en las columnas.*

#### **h) Patologías causadas por deterioro.**

Muchas de las lesiones que pueden encontrarse en las edificaciones son producto del transcurrir del tiempo, de la acción del medio ambiente; la exposición de una estructura a través del tiempo al aire, al agua, al sol, a la intemperie, puede causar efectos múltiples, entre los cuales pueden mencionarse:

- Humedades y filtraciones en paredes, techos, losas y otros elementos.
- Agrietamientos, descascaramientos e incluso desintegración, de elementos de madera, concreto y arcilla. Esto puede ocurrir

cuando el elemento es expuesto a ciclos continuos de agua y sol.

- □ Descascaramiento y desintegración de elementos metálicos, producto de la corrosión de los mismos al estar expuestos al aire libre.
- □ La variación de temperatura y humedad ambiental originan cambios en el volumen de los materiales; estos cambios se manifiestan como contracciones y/o expansiones que pueden agrietar el elemento e incidir en su integridad.
- □ Asentamientos producto de la consolidación del terreno. Estos asentamientos se manifiestan generalmente, con agrietamientos de los elementos de las estructuras.



Figura 67, Filtraciones que causan humedad en techo.

La sintomatología que presenta una estructura, puede ser indicativo de fallas en su seguridad o en su durabilidad. Las estructuras de

concreto armado son capaces de presentar numerosos tipos de problemas, que muchas veces pueden ser peligrosos y difíciles de reparar. Las fisuras y grietas son lesiones muy comunes en estructuras de concreto armado, sus causas de origen son múltiples, al igual que sus niveles de daño para la estructura. Por ser una de las patologías más observadas, y por ser el concreto armado el material más empleado, se presenta a continuación un resumen de los agrietamientos, sus causas de aparición, la manera de reconocerlos y las posibles soluciones.

### **Fisuras y grietas**

Las fisuras en el concreto se atribuyen a múltiples causas y pueden sólo afectar la apariencia de una edificación, pero también pueden ser indicadoras de fallas estructurales significativas. Las fisuras pueden representar la totalidad del daño, pero también pueden señalar problemas de mayor magnitud. Su importancia depende del tipo de estructura, como así también de la naturaleza de la fisuración.

Las fisuras sólo pueden repararse correctamente si se conocen sus causas de origen y si los procedimientos de reparación seleccionados son adecuados para dichas causas; en caso contrario, las reparaciones durarán poco tiempo. Una correcta reparación, ataca no sólo la fisura como tal, sino también las causas del problema.

Debido a la complejidad que caracteriza el tema de las fisuras en estructuras, es recomendable siempre la consulta e intervención de personas con experiencia, que ayuden a solucionar estas patologías de la mejor manera posible.

Las fisuras son roturas de distintas longitudes, espesores y profundidades, que aparecen en los elementos de concreto armado, y se manifiestan externamente con un desarrollo lineal.



Figura 68, Clasificación de las fisuras en cuanto a su comportamiento.

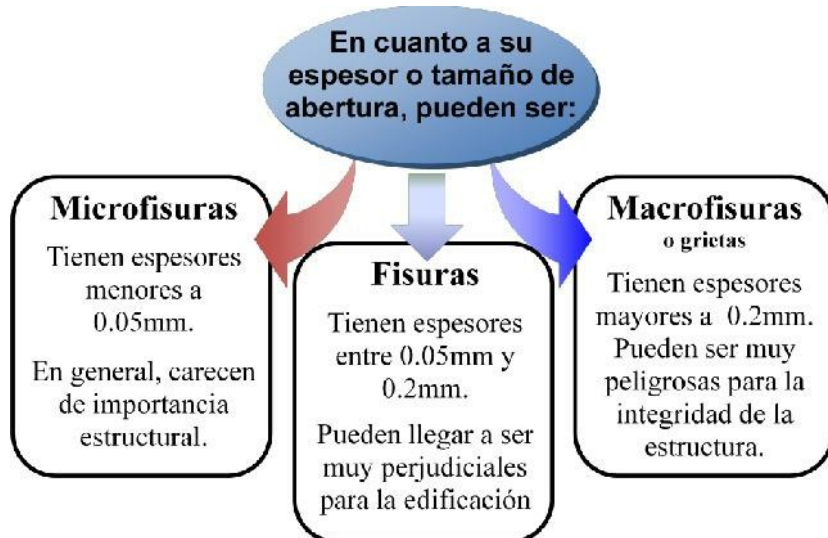


Figura 69, Clasificación de las fisuras en cuanto a su espesor.

Las causas de origen de una fisura pueden ser múltiples. Entre ellas destacan: curado deficiente del concreto, retracción, variaciones

térmicas, ataque químico, cargas externas, cargas excesivas, errores en la ejecución, errores en la concepción del diseño, asentamientos, entre otros.

**i) Fallas frecuentes en estructuras**

Según, ICG <sup>(11)</sup>, en su página 94 indica que las fallas más frecuentes que se presentan en una estructura son:

- □ Daños en tabiquería de ladrillo, vidrios, cornisas y parapetos, debido a tener estructuras muy flexibles, con rigidez lateral y sin un detallado para ellos.
- □ Edificios que han colapsado debido a tener elementos con poca capacidad resistente en una dirección como vigas chatas y columnas con poco peralte en la denominada dirección secundaria.
- □ Columnas colapsadas al tener edificios aporticados con vigas más fuertes (resistentes) que las columnas, teniendo vigas muy peraltadas se consigue obtener mayor rigidez lateral, pero si las columnas con más débiles que las vigas, se forman rotulas plásticas en sus extremos antes que en los extremos de las vigas, formándose mecanismos con gran deformación lateral que ocasionan fallas prácticamente irreparables.
- □ Edificios con asimetría en planta, producida por elementos estructurales dispuestos asimétricamente o por los elementos de tabiquería también asimétricos que cambian el comportamiento



de la estructura, aparentemente simétrica cuando no se considera la influencia de los tabiques.

- Columnas falladas por defectos de tabiques de ladrillos con ventanas altas y que forman las denominadas columnas cortas.
- Edificios con aberturas muy importantes en las losas de los pisos y que ocasionan un comportamiento no unitario de la estructura; aso de edificios como puentes que unen dos zonas de su planta o con losas que no permiten aportar rigidez como para considerar la existencia de un diafragma rígido.
- Edificios con formas rectangulares muy alargadas, donde la hipótesis de diafragma rígidos para las losas pierde validez y donde los efectos de torsión accidental son importantes.
- Edificios con forma en L donde la simetría en planta ocasiona esfuerzos importantes debidos al giro o torsión.
- Edificios con reducciones en plantas importantes y asimétricas, con elementos estructurales que no continúan en pisos superiores, ocasionando discontinuidades y cambios bruscos en la rigidez.
- Edificios con muros o placas que se originan en el primer piso concentrando demandas de ductibilidad excesivas para las columnas del primer piso, dando comportamiento de solido rígido en las placas superiores.
- Vigas muy cortas ubicadas entre dos muros o placas, formando un sistema estructural denominado muros acoplados, donde se

generan fallas por cortante en las vigas, que por su pequeña longitud, suelen ser muy rígidas.

- Edificios con tanques de agua superiores apoyados teniendo columnas muy débiles en relación a la viga que las une y que forman el tanque propiamente dicho. En muchos casos, adicional a este problema, se tiene el ocasionado por la existencia de columnas que nacen de vigas de la azotea, las cuales no fueron diseñadas considerando los efectos de sismo vertical.

**j) Reconocimiento y evaluación de la estructura.**

Según, ICG <sup>(11)</sup>, en su página 94 indica que la etapa de reconocimiento y evaluación de la estructura se realiza tanto en su fase preliminar, como en la definitiva con la finalidad de reunir datos in-situ de diversos tipos, como:

- El sistema estructural predominante.
- Función o uso que actualmente cumple.
- Calidad de los materiales empleados.
- Capacidad portante del suelo del lugar.
- Tipos de fallas y magnitud de las mismas.

Entre otros, que nos permitan una fácil concepción de la magnitud del problema y sus posibles causas y bajo estas condiciones poder emitir un diagnóstico previo al análisis estructural.

Sin duda, el éxito de los trabajos de reparación y/o reforzamiento depende mucho de esta parte de trabajo, por tal motivo requiere la

participación de equipos de profesionales y técnicos estructurales calificados, los mismos que deben estar en la capacidad de tomar decisiones trascendentales respecto a la justificación o no de la rehabilitación de la estructura.

Un detalle muy importante que se debe resaltar es que durante las labores de inspección se deberán tomar las medidas de seguridad mínima necesarias, procurando evitar zonas de colapso inminente.

Los resultados de esta etapa, complementados con los del análisis estructural a realizarse más adelante, nos permitirán decidir y elegir el sistema de Reparación y/o reforzamiento más adecuado de la estructura.

#### **k) Daños de tipo estructural**

Según, ICG <sup>(11)</sup>, se ubican en los elementos que son el soporte principal de la estructura, conocidos como elementos estructurales, de allí que recibe el nombre de fallas estructurales. Justamente son estas fallas que ocasionan mayores daños y originan los riesgos mayores, puesto que merman la capacidad de resistencia sísmica del elemento y por ende el de la estructura.

A continuación presentamos los daños estructurales más importantes y los más comunes:

- Presencia de grietas diagonales en las uniones entre vigas y columnas y su defecto en tramos intermedios de estos elementos.

- Grietas verticales que por lo general se ubican en el tercio central de vigas y columnas.
- Grietas que circundan a las columnas y que se orientan en forma paralelas a sus lados, en pisos y losas.
- Aplastamientos del concreto y pandeo del refuerzo principal de acero y hasta rotura de los estribos, en los extremos de columnas, vigas y muros de concreto.

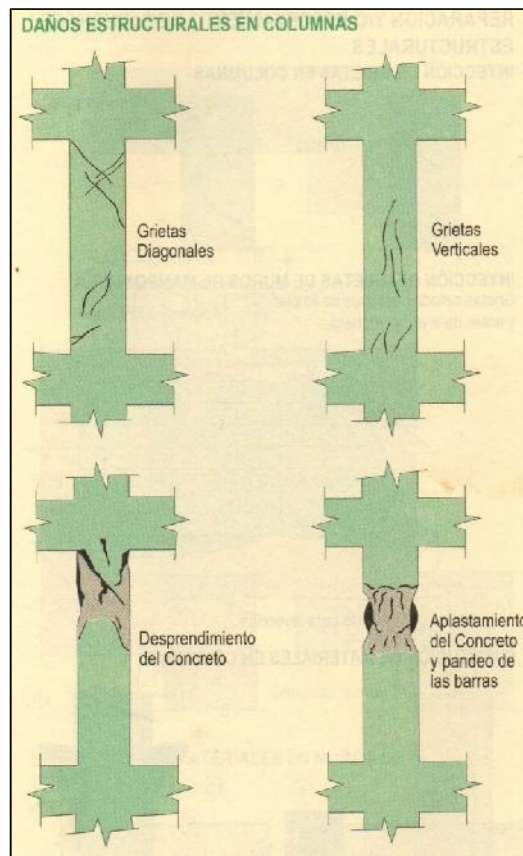


Figura 70, Daño estructurales en columnas.

En la figura 70, se puede apreciar los principales daños las cuales son:

- Grietas diagonales.
- Grietas verticales

- Desprendimiento de concreto
- Aplastamiento de concreto y pandeo de las barras

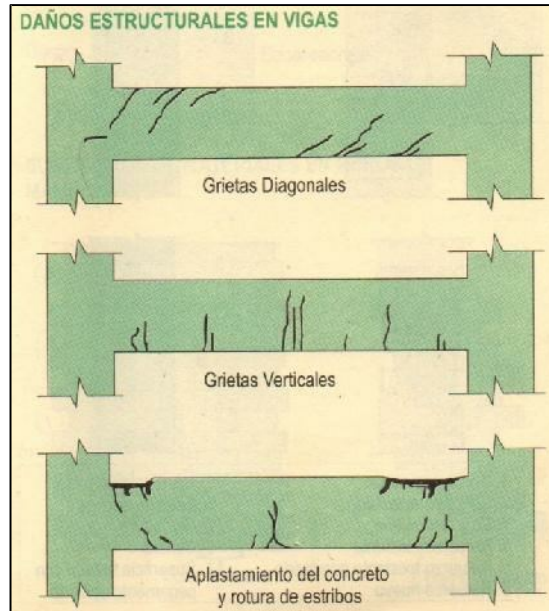


Figura 71, Daños estructurales en vigas.

En la figura 71, se puede apreciar los principales daños en una viga, las cuales son:

- Grietas diagonales.
- Grietas verticales
- Aplastamiento del concreto y rotura de estribos.

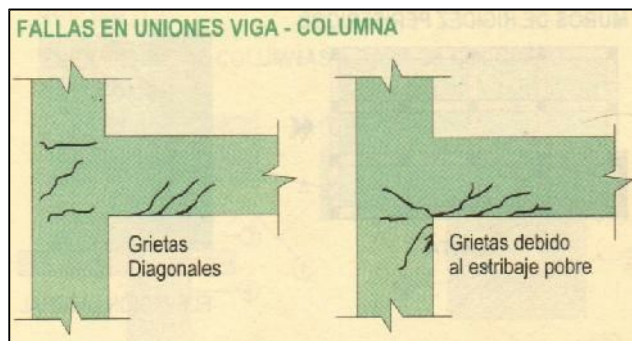


Figura 72, Falla en uniones viga - columna.

En la figura 72, se puede apreciar las principales fallas viga - columna, las cuales son:

- Grietas diagonales.
- Grietas debido al estribaje pobre.

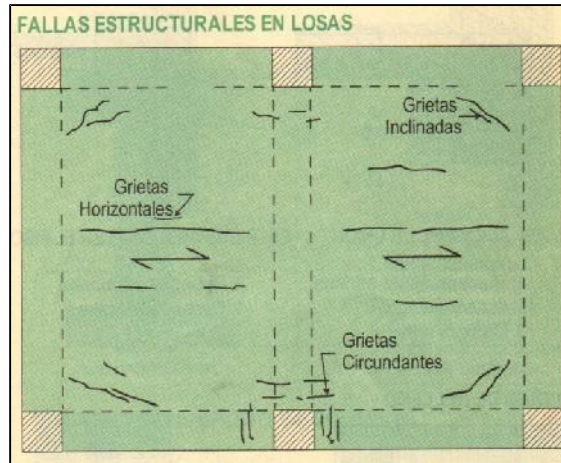


Figura 73, Falla estructurales en losas.

En la figura 73, se puede apreciar las principales fallas estructurales en losas, las cuales son:

- Grietas horizontales.
- Grietas inclinadas.
- Grietas circundantes.

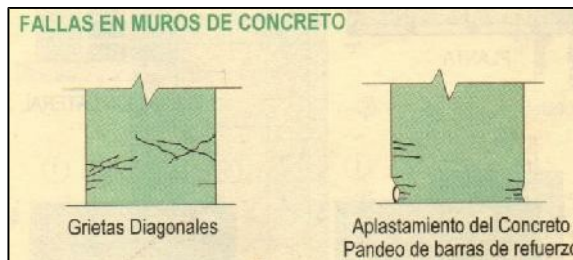


Figura 74, Falla en muros de concreto.

En la figura 74, se puede apreciar las principales fallas en muros de concreto, las cuales son:

- Grietas diagonales.
- Aplastamiento del concreto pandeo de barras de refuerzo.

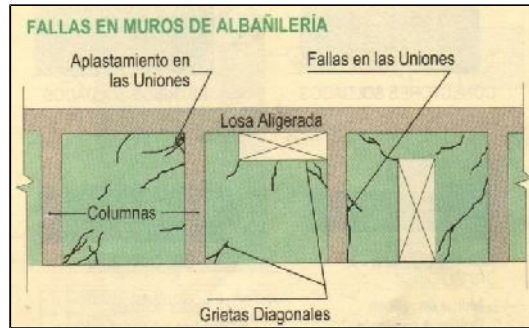


Figura 75, Falla en muros de albañilería.

En la figura 75, se puede apreciar las principales fallas en muros de albañilería, las cuales son:

- Aplastamiento en las uniones.
- Fallas en las uniones.
- Grietas diagonales.

En el cuadro siguiente, presentamos algunos criterios prácticos para la clasificación y evaluación preliminar de los daños de tipo estructural en cada uno de los elementos:

Tabla 15. Daños estructurales más frecuentes

Elemento	Tipo de Daño	Posible causa
Columnas	Grietas diagonales	Cortante o torsión
	Grietas verticales	Flexocompresión
	Desprendimiento del recubrimiento	Flexocompresión
	Aplastamiento del concreto y pandeo de las barras de refuerzo.	Flexocompresión
Vigas	Grietas Diagonales	Cortante o torsión
	Rotura de estribos	Cortante o torsión
	Grietas verticales	Flexión
	Rotura de refuerzo	Flexión
	Aplastamiento del concreto	Flexión

Uniones viga – columna	Grietas diagonales	Cortante
	Falla por adherencia del refuerzo de las vigas	Flexión
Sistemas de piso	Grieta alrededor de las columnas en losas o placas planas	Penetración
	Grietas longitudinales	Flexión
Muros de Concreto	Grietas diagonales	Cortante
	Grietas diagonales	Flexocompresión
	Aplastamiento	Flexocompresión
Muros de mampostería	Grietas diagonales	Cortante
	Grietas verticales en las esquinas y en el centro	Flexión y volteo
	Grietas como placa perimetral apoyada	Flexión

Fuente: ICG <sup>(11)</sup>.

#### 1) Daños de tipo no estructural.

Según, ICG <sup>(11)</sup>, se presentan en aquellos elementos que por su ubicación dentro de la estructura no demandan mayores riesgos para la misma, ya que dichos elementos fueron diseñados simplemente para cumplir funciones secundarias.

Generalmente los daños a elementos de este tipo se deben a inadecuados sistemas de conexión con la estructura principal entre ellos tenemos:

- Aplastamientos de las uniones entre las estructuras y los elementos divisorios.
- Agrietamiento de los elementos divisorios de mampostería.
- Roturas de vidrios.
- Desprendimientos de aplanados, recubrimientos y elementos de fachada.



- Desprendimiento de plafones.
- Rotura de tuberías e instalaciones.

#### m) Tipos de patologías

Es importante destacar que ésta información no debe ser usada para descartar daños, está más orientada a ver en qué casos es imperativo y urgente llamar a un ingeniero de daño estructural para que lo evalúe. Como se ha dicho reiteradamente, un daño que se ve grande puede ser insignificante, y un daño que se ve pequeño puede ser importante.

Se destaca los diferentes tipos de patologías en una edificación, entre ellas tenemos, según Muños H. <sup>(23)</sup>:

1. **Grieta:** Se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento; conviene aclarar que las aberturas que lo afectan a la superficie o acabado superficial de un elemento constructivo no se consideran grietas sino fisuras.
2. **Fisuras:** Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo; aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son distintos y en algunos casos se consideran una etapa previa a la aparición de las grietas.
3. **Corrosión:** Es la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal; este proceso se debe a la acción de una pila electroquímica en la cual el metal actuará como ánodo o

polo negativo y perderá electrones a favor del cátodo o polo positivo. Según el tipo de pila que encontremos, podemos diferenciar distintos tipos de corrosión.

4. **Eflorescencia:** Se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa la aparición de humedad; los materiales contienen sales solubles y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material. Esta cristalización suele presentar formas geométricas que recuerdan a flores y que varían dependiendo del tipo de crista.
5. **Filtraciones:** La humedad en los muros es causada casi siempre por fugas de agua en las tuberías.
6. **Disgregamiento:** Se produce por efecto de la humedad dentro de la masa del revoque, que puede venir como lo mencionamos anteriormente de la mampostería por diversas causas, lo que produce tensiones de expansión que hacen que el revoque se disgregue, pudiendo también afectar a la mampostería disgregando los ladrillos o producir descascaramientos en piedras de revestido.
7. **Picaduras:** Desarrollo de cavidades relativamente pequeñas en la superficie debido a fenómenos tales como la corrosión o cavitación o desintegración localizada; aparecen cuando penetran impurezas dentro de la masa del mortero, que luego reaccionan en el proceso constructivo.

8. **Manchas:** Comúnmente son de origen externo, debido a la polución ambiental, o por condensación superficial. Generalmente se debe a la formación de hongos o musgos.
9. **Cráteres:** Salida explosiva de pequeñas porciones de la superficie de concreto debido a presiones internas en el concreto que permite en la superficie la formación típicamente cónica.
10. **Escamas:** Presencia de escamas cerca de la superficie del concreto o mortero.
11. **Goteras:** Humedad causada por las aguas lluvias bajo la cubierta.
12. **Polvo:** Es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas. En algunos casos puede llegar incluso a penetrar en los poros superficiales de dichas fachadas.
13. **Abultamiento:** Como a consecuencia de las humedades que producen bolsas de pintura he incluso revestimiento de pared.
14. **Descascaramiento:** Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas.

15. **Asentamiento:** Siempre se produce un asentamiento del suelo luego de construida la obra. Si los asentamientos son parejos no generan grandes problemas. Es cuando se producen asentamientos diferenciales que aparecen fisuras en la mampostería.
16. **Capilaridad:** La capilaridad es una propiedad física del agua por la que ella puede avanzar a través de un canal minúsculo (desde unos milímetros hasta micras de tamaño) siempre y cuando el agua se encuentre en contacto con ambas paredes de este canal y estas paredes se encuentren suficientemente juntas.
17. **Erosión:** Es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial. Generalmente se trata de la meteorización de materiales pétreos provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación, rompe láminas superficiales del material constructivo.
18. **Desconchamiento:** Es el despostillamiento del esmalte del ladrillo o desprendimiento del recubrimiento del muro.
19. **Desmoronamiento:** Se produce a consecuencia del desprendimiento del material (concreto) perdiendo su forma original.
20. **Hongo:** El principal efecto biológico que trae consigo la humedad del aire en la vivienda es la formación de mohos,

micro-hongos y fungosidades; estos organismos se clasifican según su tamaño pudiendo ser fucus o líquenes, hongos tubulares o ascomicetes y pectiniformes.

**n) Métodos de Evaluación**

El método de evaluación que se utilizará para la evaluación de patologías será por porcentajes de acuerdo al grado de afección.

**a) Inspección y evaluación preliminar**

1. Información detallada de los deterioros, que incluye su ubicación, dimensiones, descripción y magnitud.
2. Evaluación de daños con sus causas (patologías).

**b) Rango de calificación**

Este método califica la condición de la edificación en base a una escala que varía desde cero (0), para una edificación en perfecto o en mal estado, hasta cien (100).

*Tabla 16. Rango de clasificación*

<b>Rango de clasificación</b>	
<b>Rango (%)</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 35	Leve
35 – 70	Moderado
70 – 100	severo

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Según, ICG <sup>(11)</sup>, se realiza una evaluación global preliminar de las estructuras y se califica cada elemento como elemento cada uno de ellos.

Dicho cuadro fue elaborado por la Universidad Autónoma de México, adapta en gran medida a nuestros requerimientos, entre sus ventajas podemos mencionar que muestra criterios de evaluación prácticos y de fácil aplicación.

Tabla 17. Cuadro de evaluación global preliminar de las estructuras.

Tipo de Daño	Descripción	Evaluación preliminar
No estructural	Daños en elementos no estructurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> No existen reducción en la capacidad sismorresistente.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> se requiere desocupar.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La reparación consistirá en la restauración de los elementos no estructurales</li> </ul>
Estructural leve	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Grietas de menos de 0.5 mm de ancho en elementos de concreto</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fisur y caída de aplanados en paredes y techos.</li> <li>• <input type="checkbox"/> Grietas de menos de 3 mm de ancho en muros de mampostería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> No existe reducción en la capacidad sismorresistente.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No se requiere desocupar.</li> <li>• <input type="checkbox"/> La reparación consistirá en la restauración de los elementos dañados.</li> <li>• No existe reducción en la capacidad sismorresistente.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La reparación consistirá en la restauración de los elementos dañados.</li> </ul>
Estructural Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Grietas de 0.5 mm a 1 mm de ancho en elementos de concreto</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Grietas de 3 a 10 mm de ancho en muros de mampostería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Existe reducción en la capacidad sismorresistente.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> De desocuparse y mantenerse solo el acceso controlado, previa rehabilitación temporal.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> necesario realizar un proyecto de reparación para la restauración y el esfuerzo de la estructura</li> </ul>
Estructural Severa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Grietas de más de 1 mm de ancho en elementos de concreto</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desprendimiento del recubrimiento en columnas.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en columnas y muros de concreto.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Agrietamiento de las losas planas alrededor de la columna.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aberturas en muros de mampostería.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> de más de 1/100 de su altura.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desplomes en edificio de más de 1/100 de su altura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Existe una reducción importante en la capacidad sismorresistente.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> De desocuparse y suprimirse el acceso y la circulación en la vecindad.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Es necesario proteger la calle y los edificios vecinos mediante la rehabilitación temporal o proceder a la demolición inmediata.</li> <li>• <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ser posible deberá recurrirse a una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura.</li> </ul>

Fuente: ICG <sup>(11)</sup>.

### c) Tipos de inspección

**Según Muñoz H.** <sup>(24)</sup> **Inspección preliminar:** Consiste en la realización de un recorrido en un inmueble mediante una fundamentada observación para formarse una idea clara y precisa del estado general y evaluar el tipo de problemas que la afectan. Su propósito es evaluar de manera inicial las condiciones en que se encuentra la edificación. Como resultado, en la inspección preliminar se obtiene la apariencia general de los daños, las áreas afectadas, tipos de grieta registradas, estado de los puntos más importantes del elemento o la estructura.

**Inspección detallada:** La inspección visual detallada se define como la evaluación minuciosa de la estructura; se realiza después de ubicar las zonas afectadas por fallas y deterioros estructurales. En esta inspección se lleva a cabo la caracterización y clasificación de las patologías que afectan la estructura mediante la realización de distintos ensayos.

**Inspección especial:** La inspección Especial está recomendada como un caso particular de patologías puntuales cuando de manera casi repentina o súbita aparecen daños que afectan la edificación y se hace necesaria una inspección a partir de la cual se toman medidas inmediatas.

**Inspección rutinaria o de mantenimiento:** La inspección Rutinaria o de mantenimiento como su nombre lo indica se realiza en períodos regulares de tiempo como parte de programas de

prevención de daños o como fundamento para acciones de limpieza, reposición de acabados, pintura, etc.

**Inspección documentada:** Es evidente que el primer paso de la evaluación de una edificación será la recopilación de toda la información escrita, dibujada o esquematizada relativa al proyecto o ejecución de la construcción.

**d) Criterios para la evaluación de las estructuras**

- Análisis de grietas y distintas patologías.
- Inspección del estado de los elementos estructurales.
- Revisión de los recubrimientos
- Investigación de efectos químicos
- Revisión de las normas vigentes.
- Revisión de especificaciones técnicas.



### **III. Metodología de la investigación**

#### **3.1. Diseño de la investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación realizada es de tipo descriptivo, se ubicó dentro del enfoque cualitativo, lo cual nos permitió describir la variable de investigación, para luego ser analizada e interpretada.

##### **Nivel de investigación de la tesis.**

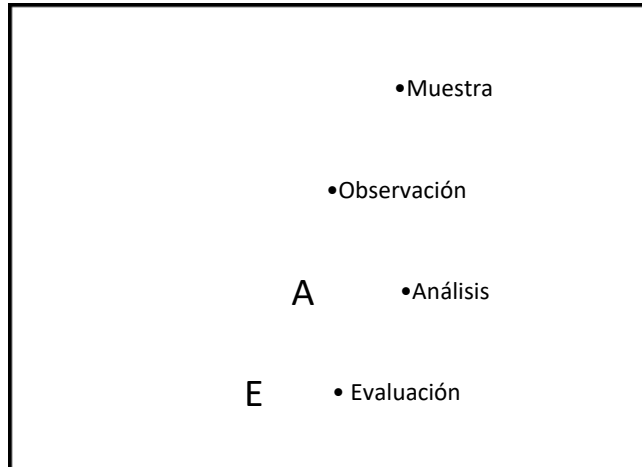
El nivel es descriptivo, acorde al tipo de investigación, es decir, se describió a la variable de estudio tal como se observó.

**El diseño de la investigación** empleado nos indicó como abordar metódicamente la investigación, acorde al tipo y nivel de investigación, al alcance del objetivo general y objetivo específicos: con el fin de recolectar la información necesaria para responder al problema de investigación. Además, el diseño de investigación fue no experimental, porque se estudió y analizó las variables sin recurrir a laboratorio; y también es de corte transversal, porque se efectuó el análisis en el periodo de febrero – 2016.

- La evaluación fue del tipo visual y personalizada y el procesamiento de la información se hizo de manera manual, se utilizó software para cálculos menores.
- La metodología utilizada, será por inspección y evaluación preliminar, detallada y documentada, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es:
  - Recopilación de antecedentes preliminares: en esta etapa se realizará la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos

existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto.

- Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de la metodología enfocado al método Inspección.
- Graficamos este diseño de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia, 2016

*Figura 76, Diseño de la investigación.*

### **3.2. Población y muestra**

#### **a) Universo**

Para la presente investigación el universo considerado está dado por las limitaciones geográficas del distrito de Huariaca, en donde se encuentra el distrito de Huariaca, y por ende la Institución Educativa en estudio.

#### **b) Muestra**

La muestra en estudio de la investigación, comprende todos los pabellones de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.

### c) Muestreo

Se seleccionarán el pabellón 01 de acuerdo al tipo y severidad de patologías presentes en las estructuras de estudio.

Se tomará las siguientes muestras:

Tabla 18. Muestras.

Muestra	Elemento	Piso
01	Columnas	Primero
02	Columnas	Segundo
03	Vigas	Primero
04	Vigas	Segundo
05	Losa aligerada	Primero
06	Losa aligerada	Segundo

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### 3.3. Definición y operacionalización de variables

Tabla 19, Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Patología del concreto	Es la determinación o establecimiento de las patologías que tienen los paños de concreto en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.	Tipos de patologías que se presentan en la estructura porticada en mención: como: - Manchas. - Picaduras. - Filtraciones. - Disgregamiento - Eflorescencia. - Fisuras. - Corrosión. - Grietas.	Variabilidad en: Dimensiones y tipo de patologías de la albañilería confinada.  Grado de afectación Severidad de la estructura. Condición de la estructura.	Tipos, forma de falla.  Clase de falla Porcentaje de severidad  Leve Moderado Severo

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### a) Técnicas.

Se utilizará la evaluación visual y toma de datos a través de ficha técnica como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

- Técnicas: Formato de campo, personalizado por elemento.
- Instrumento: Fichas de investigación y de campo, guías de observación, cuestionarios.

Se obtuvo información para poder clasificar, analizar y evaluar con la finalidad de obtener las patologías que afectan las estructuras de la institución educativa primaria 35003 Mariano Melgar del distrito de Huariaca, provincia y departamento de Pasco.

**b) Instrumento.**

Los instrumentos que se utilizó para esta investigación son:

**Regla milimétrica**, que se utilizó dimensionar las patologías como espesor del agrietamiento, profundidades de las picaduras, etc.

**La cinta métrica** para medir las longitudes de los elementos como columnas, vigas, losas, también permitió medir las separaciones de los elementos.

**GPS**, para establecer las coordenadas georreferenciales de la ubicación de la institución educativa.

**Cámara fotográfica**, para registrar el trabajo realizado.

**Computadora**, posterior a la toma de datos, se utilizó para el procesamiento de datos.

**Impresoras multifuncional**, se utilizó para imprimir los formatos y escanear los mismo

**c) Procesamiento.**

Se utilizaron tres aplicaciones básicamente, las cuales son:

Microsoft Word, Microsoft Excel y Autocad.

Se inició con el programa de AutoCAD, la cual permitió replantear los planos según información obtenida en el campo, consecuentemente mediante el programa Excel se procedió a ingresar los valores de los formatos, y a su vez, la elaboración, agrupación, y creación de los gráficos estadísticos, Microsoft Word para el procesamiento de textos, así, como la elaboración del informe.



Fuente: Elaboración propia, 2016

*Figura 77, Equipos y herramientas usados*

### **3.5. Plan de análisis**

Para el análisis de los datos recolectados durante la inspección y toma de datos en los formatos respectivos, por el tipo de investigación que se está realizando la calificando es superficial o preliminar, de manera descriptiva y cualitativa de los elementos tomados como muestra.

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- Ubicación del área de estudio.

- Los tipos de patologías existentes.
- Nivel de severidad de las patologías encontradas.
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las patologías existentes.

### **3.6. Matriz de consistencia**

Tabla 20, Matriz de consistencia

Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las estructuras porticadas en la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco - Abril 2016.				
Problema	Objetivos	Marco teórico	Instrumentos y técnicas	Referencias biográficas
<p><b>Caracterización del problema</b></p> <p>La estructura de porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar - Huariaca, presenta procesos patológicos durante el proceso constructivo y establecer los parámetros a seguir.</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>En la medida y las patologías de las porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar - Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco, ¿cómo se determinará el grado de afectación de las patologías en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar - Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco, para obtener el estado actual de la estructura?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar el índice de condición de las patologías y la severidad que presentan la estructura porticada de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar el tipo de patologías de concreto encontradas en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</li> <li>Determinar el grado de afectación de las patologías en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</li> <li>Obtener el índice de condición de las patologías en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</li> </ul>	<p><b>Antecedentes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Antecedentes internacionales</li> <li>Antecedentes nacionales</li> </ul> <p><b>Bases teóricas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas estructurales</li> <li>Concret</li> <li>Zapatas</li> <li>Columnas de concreto armado</li> <li>Muros</li> <li>Patologías</li> </ul>	<p><b>Tipo y nivel de la investigación:</b></p> <p>Descriptivo, no experimental y de corte transversal en abril del 2016</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>El diseño es no experimental con un grupo no equivalente y la fórmula es la que sigue: <b>M ----- O ----- A ----- E</b>  M = Muestra de estudio. O = observación. A = Análisis. E = Evaluación.</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p><b>Población:</b> La población representa es la I.E. Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, es considerada como población finita</p> <p><b>Muestra:</b> Las estructuras del módulo 01 de la I.E. Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca</p> <p><b>Definición y operacionalización de variables:</b></p> <p>Variables, definición conceptual, dimensiones, definición operacional, indicadores</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de información.</b></p> <p>Técnica: La observación.</p> <p>Instrumentos: Ficha de evaluación</p> <p><b>Plan de Análisis.</b></p> <p><b>Principios éticos.</b></p>	<p>(1) Cabrera T., Plaza R. Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia Plaza Aveldaño [Tesis de Pregrado]. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; 2014.</p> <p>(2) Chávez A., Unquén A. Métodos de evaluación de patologías de edificaciones en Hormigón Armado Punta Arenas [Tesis de Pregrado]. Punta Arenas, Chile: Universidad de Magallanes; 2011.</p> <p>(3) Avendaño E. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial [Tesis de pregrado]. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2006.</p> <p>(4) ....</p>

Fuente: Elaboración propia, 2016

### **3.7. Principios éticos.**

- Respetar la normatividad institucional de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote para elaborar el informe de tesis a fin de garantizar la integridad y originalidad del informe académico.
- Ser capaz de aplicar conocimientos básicos de la ingeniería, tanto en las investigaciones como en los proyectos civiles de manera sistemática.
- Demuestra capacidad de trabajo en equipo, responsabilidad social y actuar de acuerdo a los principios éticos, morales y sociales.
- Un comportamiento ético en la vida profesional, demostrando honestidad, integridad, responsabilidad hacia la sociedad y el medio ambiente, y capacidad de reconocer sus propias potencialidades y limitaciones.
- Demostrar el desempeño en las áreas específicas en lo personal e interpersonal y lo social.
- Capacidad de comunicarse en forma efectiva en diversos contextos, tanto en forma oral como escrita.
- Utilizar la información en forma debida sin adulterar ni distorsionar.



#### **IV. Resultados.**

##### **4.1 Resultados.**

La edificación es una obra que se encuentra en proceso de ejecución y que encuentra paralizada, la cual cuenta con cimentación, columnas, vigas y losa aligerada, y parcialmente el levantamiento de muros, cabe indicar que se encuentra proyectada para 4 pisos y solo se avanzó 2 pisos y presentando múltiples fallas.

Visto el marco teórico, a simple vista no se cumple desde la concepción de centro educativo donde las normas peruanas prohíben que las instituciones educativas tengan formas irregulares además esta edificación se encuentra en ladera, entre otros, como la colocación de una sección mínima de columnas circulares de 25 centímetros de diámetro para una edificación proyectada para 4 pisos, además con un desplome o la inadecuada unión con la cimentación, hace que este estudio muestre patologías aparentemente con la carencia de un profesional idóneo que replanteen u observen el diseño propuesto.

Es necesario indicar que esta obra es del estado, por lo tanto, se supone dicho diseño fue revisado, evaluado y aprobado, para que pueda pasar a un proceso de licitación y no ocurra lo visto en el presente trabajo.

El objetivo principal de la presente investigación es de determinar el índice de condición de las patologías y la severidad que presentan las estructuras porticadas de la institución educativa 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia y departamento de Pasco, en tal sentido presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera

objetiva y lógica, demostrando mediante los resultados, la situación actual de la edificación y su condición.

Mediante las evaluaciones respectivas se logró:

- Identificar el tipo de patología de concreto encontradas en las estructuras porticadas.
- Determinar el grado de afectación de las patologías en las estructuras porticadas.
- Obtener el índice de condición de patologías en las estructuras porticas.

**a) Muestra 01.**

La primera muestra tomada corresponde a las columnas del primer piso, generando la ubicación según plano de referencia, dimensiones y la patología más incidente en el elemento

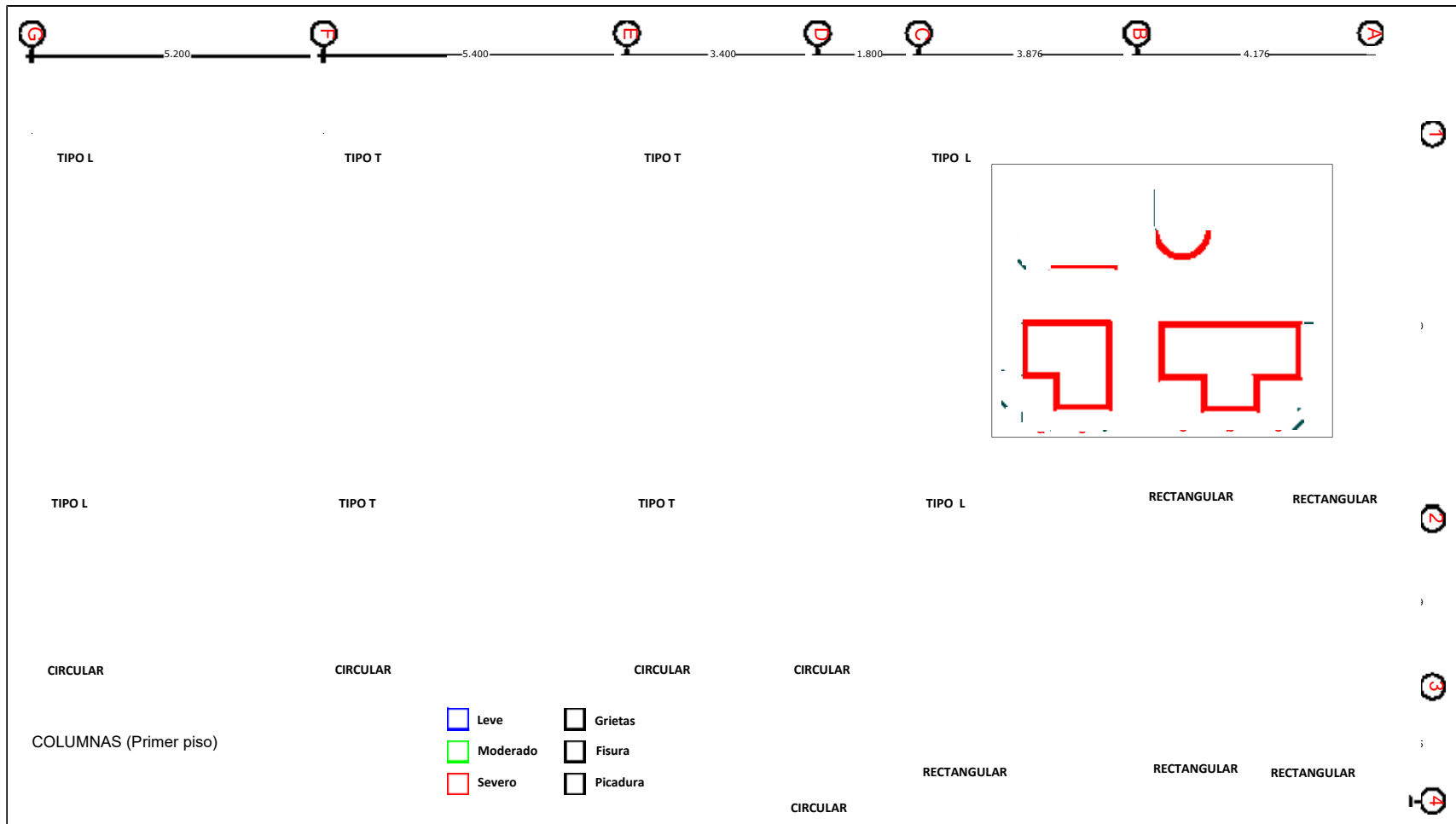


Figura 78. Planta de ubicación de las columnas - primer piso.

Tabla 21. Formato de evaluación de patologías - columnas

<b>EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS</b>																			
<b>EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA</b>																			
<b>EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE</b>										<b>CÓD. ANR N° 1401092004</b>		<b>FECHA: 07/02/2016</b>							
<b>TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:</b>																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Descamamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
<b>EVALUACIÓN DE MODULO: 01</b>										<b>PISO: PRIMERO</b>									
<b>COLUMNAS</b>										<b>PATOLOGIA</b>									
TIPO	Vertical	Eje Horizontal	lado (a) ml	lado (b) ml	lado (c) ml	lado (d) ml	Area M <sup>2</sup>	Altura	Perimetro (ml)	Tipo	Daño	Es pes or máx. (mm)	Severidad						
Rectangular	A	2	0.30	0.30			0.0900	3.00	1.20	2	Diagonales	0.40	Leve						
Rectangular	A	4	0.30	0.30			0.0900	3.00	1.20	2	Diagonales	0.40	Leve						
Rectangular	B	2	0.30	0.30			0.0900	3.00	1.20	7	Diagonales	45.00	Severo						
Rectangular	B	4	0.30	0.30			0.0900	3.00	1.20	2	Diagonales	0.40	Leve						
Tipo L	C	1	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	1	Diagonales	0.50	Moderado						
Tipo L	C	2	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	2	Diagonales	0.40	Leve						
Rectangular	C	4	0.25	0.25			0.0625	3.00	1.00	1	Diagonales	0.60	Moderado						
Circular	D	3	0.25				0.0491	3.00	0.7854	7	Superficial	12.00	Leve						
Circular	D	4	0.25				0.0491	3.00	0.7854	7	Superficial	10.00	Leve						

## EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA**

**EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE**

**CÓD. ANR N° 1401092004**

**FECHA: 07/02/2016**

### TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:

[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones
[6] Desgajamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Descamamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo

**EVALUACIÓN DE MODULO: 01**

**PISO: PRIMERO**

TIPO	COLUMNAS									PATOLOGIA			
	Vertical	Eje Horizontal	lado (a) ml	lado (b) ml	lado (c) ml	lado (d) ml	Area M <sup>2</sup>	Altura	Perimetro (ml)	Tipo	Daño	Es pes or máx. (mm)	Severidad
Tipo T	E	1	0.65	0.25	0.20	0.15	0.2000	3.00	2.10	2	Diagonales	0.40	Leve
Tipo T	E	2	0.65	0.25	0.20	0.15	0.2000	3.00	2.10	1	Diagonales	0.60	Moderado
Circular	E	3	0.25				0.0491	3.00	0.7854	7	Profunda	15.00	Moderado
Tipo T	F	1	0.65	0.25	0.20	0.15	0.2000	3.00	2.10	1	Diagonales	0.50	Moderado
Tipo T	F	2	0.65	0.25	0.20	0.15	0.2000	3.00	2.10	2	Diagonales	0.40	Leve
Circular	F	3	0.25				0.0491	3.00	0.7854	7	Profunda	24.00	Severo
Tipo L	G	1	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	1	Diagonales	0.60	Moderado
Tipo L	G	2	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	1	Diagonales	0.70	Moderado
Circular	G	3	0.25				0.0491	3.00	0.7854	7	Profunda	20.00	Severo

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Obtención de resultados**, para comenzar se determinó la cantidad de elementos que cuenta el modulo, las cuales son:

Tabla 22. Tipos de columnas – primer piso.

N°	Tipo de columna	Cantidad	%
1	Rectangular	5	27.78%
2	Circular	5	27.78%
3	Tipo L	4	22.22%
4	Tipo T	4	22.22%
		<b>18</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

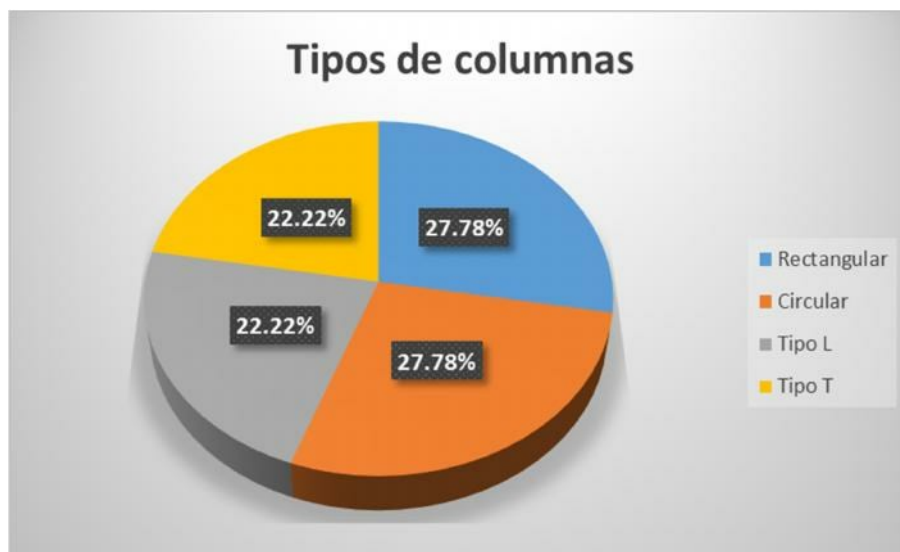


Figura 79. Tipos de columnas - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que los tipos de columnas que tiene la primera planta se clasifica en un 27.78% son tipo rectangular a igual que las columnas circulares, asimismo un 22.22% son de tipo L y Tipo T obteniendo una edificación de tipo asimétrica.

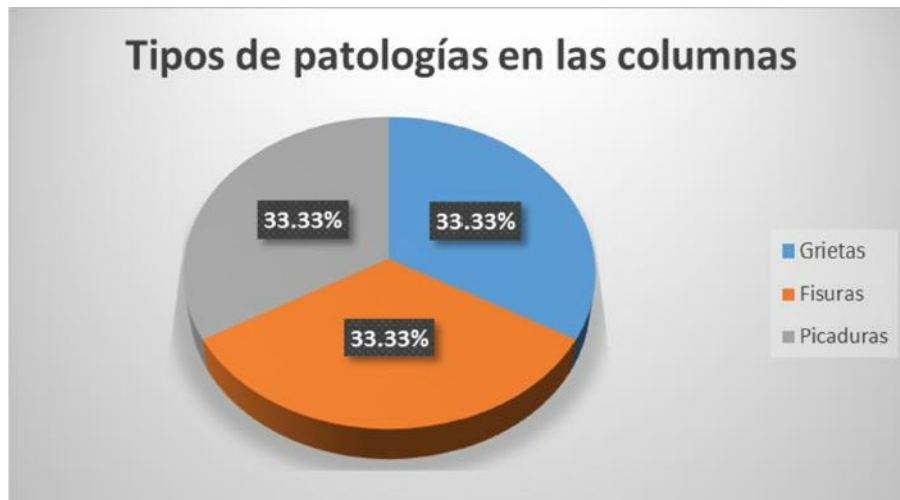
En este punto podemos afirmar que las columnas circulares son de dimensiones mínimas de acuerdo al reglamento, sin embargo, de acuerdo a la proyección de la edificación que ha considerado 4 pisos o niveles y solo se encuentra a la fecha construida dos niveles, considero que dichas columnas no cumplen con la sección de las cargas que va a asumir.

Considerando la cantidad de elementos, las patologías más relevantes son:

*Tabla 23. Tipos de patologías en las columnas del primer piso*

Tipos	Descripción	Cantidad	%
1	Grietas	6	33.33%
2	Fisuras	6	33.33%
7	Picaduras	6	33.33%
		<b>18</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 80. Tipos de patologías de las columnas - primer piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura expresa que existe una igualdad entre los tres tipos de patologías encontradas es decir un 33.33% tanto para la patología tipo fisura, agrietamiento y picaduras, cabe indicar que las columnas aún no han sido tarrajeadas, en tal sentido que se nota con facilidad dichas patologías, llegando al punto de estar en exposición la armadura de refuerzo, especialmente en las picaduras, las cuales generan una patología severa, ya que por este punto la humedad puede introducirse al acero pudiendo generar otras patologías como corrosión en un futuro cercano.

A nivel de todos los elementos en evaluación, la severidad encontrada en los 18 elementos o columnas de primer piso, la cual mostramos en la tabla siguiente:

Tabla 24. Severidad de las columnas - primer piso

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	3	16.67%
2	Moderado	7	38.89%
3	Leve	8	44.44%
		<b>18</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

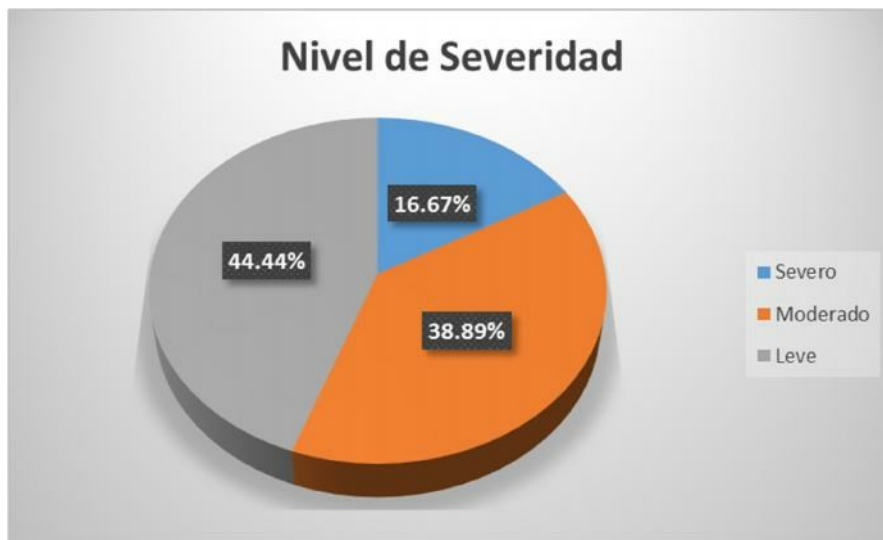


Figura 81. Severidad en las columnas - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura indique que un 44.44% tienen una severidad leve, mientras un 38.89% de severidad moderado y un 16.67% de una severidad severo. Es necesario indicar que se está considerando una patología grave cuando la picadura tiene en exposición al acero de refuerzo.

Para ser más específicos en las patologías se desarrollará y agrupará por cada tipo de columna, y en ella se observará como es en realidad la configuración de las fallas en sí.

En tal sentido se inicia el análisis de las columnas de tipo T, correspondiente al primer piso, en donde se obtuvo los siguientes niveles de severidad:



Tabla 25. Severidad de las columnas tipo T – primer piso

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	0	0.00%
2	Moderado	2	50.00%
3	Leve	2	50.00%
		4	

Fuente: Elaboración propia, 2016

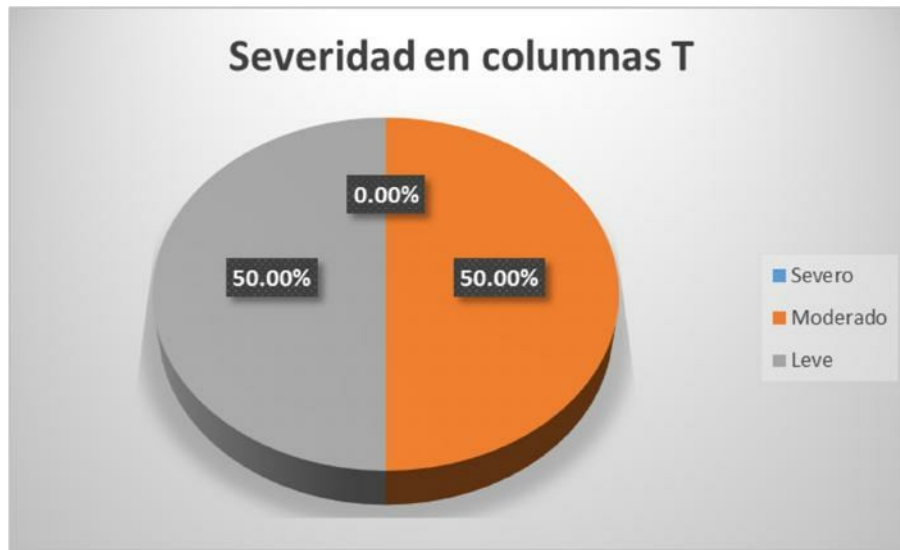


Figura 82. Severidad en las columnas tipo T - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que la patología encontrada en las columnas de tipo T son fisuras que se encuentran en una severidad de moderado a leve, no encontrándose una severidad grave. El porcentaje de la severidad moderada es de 50%, de igual manera de la severidad leve. No se observa fallas de gravedad en este tipo de columna que afecten de una u otra forma la edificación.

Siguiendo don el desarrollo de los tipos de columnas, podemos observar que las columnas de tipo L, comúnmente esquineros, pero configurado de una manera inadecuada en los ejes C-2 y G-2, obteniendo los siguientes resultados

Tabla 26. Severidad de las columnas tipo L - primer piso.

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	0	0.00%
2	Moderado	3	75.00%
3	Leve	1	25.00%
		4	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 83. Severidad en las columnas tipo L - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura las columnas tipo L se nota un pequeño incremento de severidad con respecto a las columnas T, de leve a moderado, en donde un 75% de nivel moderado y un 25% de nivel leve.

Se observa que tiene las mismas fallas de las columnas tipo T, en necesario recalcar que aún no se encuentran revestidas.

Con respecto a las columnas rectangulares en donde tenemos 5 elementos y sus niveles de severidad se observa en la tabla siguiente:

Tabla 27. Severidad de las columnas rectangulares - primer piso.

N°	Descripción	Cantidad	%
1	Severo	1	20.00%
2	Moderado	1	20.00%
3	Leve	3	60.00%
		5	

Fuente: Elaboración propia, 2016

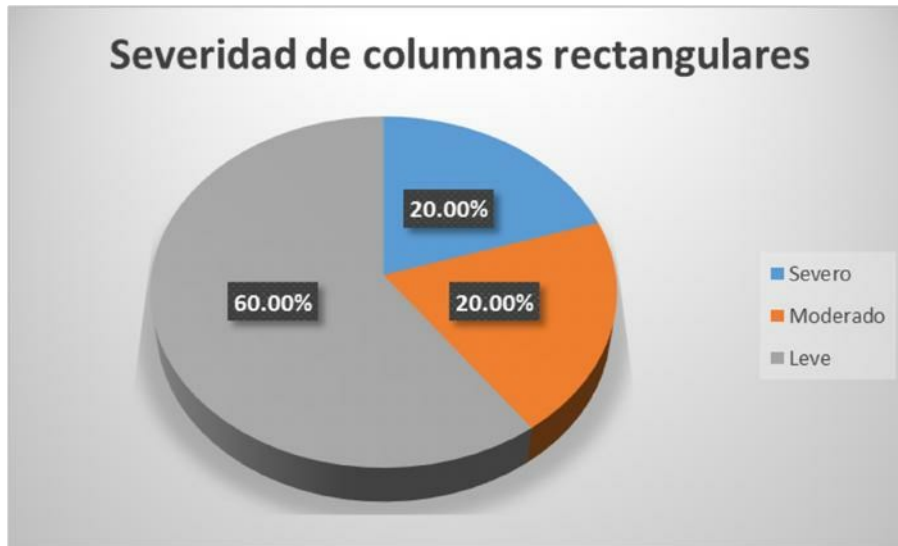


Figura 84. Severidad en las columnas rectangulares - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura se observa que la patología común son las fisuras teniendo una incidencia mayor que corresponde a un 60.00% de un nivel leve, y un 20.00% de un nivel moderado, sin embargo, muestra un 20.00% en un nivel severo la patología de picadura en la cual expone a la armadura de la columna.

En necesario indicar que la columna del eje B-2 tiene expuesto es acero de refuerzo, con una capa pequeña de concreto, la cual le protege ligeramente de la humedad de la zona, siendo una situación grave para la edificación en caso de un movimiento sísmico.

Y finalmente tenemos las columnas tipo circular, las cuales son las más críticas y se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 28. Severidad de las columnas circulares - primer piso.

Nº	Principal	Cantidad	%
1	Severo	2	40.00%
2	Moderado	1	20.00%
3	Leve	2	40.00%

Fuente: Elaboración propia, 2016

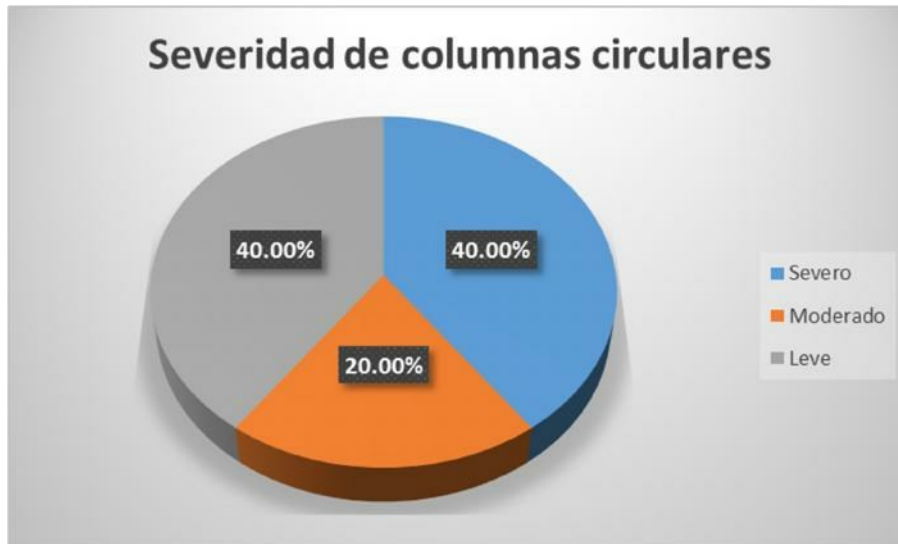


Figura 85. Severidad en las columnas circulares - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura muestra un 40.00% en estado severo, mientras un 20% en estado moderado y un 40.00% en estado leve, considerando que en estos elementos la patología principal son las picaduras, con exposición del acero de refuerzo.

Sin embargo, se puede observar que dichas columnas se encuentran con un grado de inclinación o desplome superando lo permitido por las normas, así como mala conexión con la cimentación generando pérdida de sección.

Considerando el área de la sección de las columnas analizaremos como se encuentra los niveles de severidad de la edificación del primer piso, en donde tenemos:

Tabla 29. Severidad de las columnas según área de sección - primer piso.

N°	Tipo	Área	%
1	Severo	0.19	9.33%
2	Moderado	0.92	45.79%
3	Leve	0.91	44.88%
		<b>2.02</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 86. Severidad de las columnas según área de sección - primer piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura muestra que un 45.79% tiene un área con un nivel moderado, un 44.88% en un nivel leve y solo un 9.33% a nivel severo.

Podemos apreciar que las columnas a simple vista se encuentran aceptable y con reparaciones mínimas se podría solucionar, sin embargo, considera si se realiza una suma entre lo severo y moderado, conlleva a un estudio definitivo, no olvidando que corresponde al primer piso, quien recibirá las cargas de los pisos superiores.

Para finalizar el análisis de esta muestra realizamos un conteo de los tipos de patología por el área de la sección afectada en donde tenemos:

**Tabla 30. Patología de las columnas según área de sección - primer piso.**

N°	Tipo	Área	%
1	Grietas	0.88	43.36%
2	Fisuras	0.81	40.02%
7	Picaduras	0.34	16.62%
		<b>2.02</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 87. Severidad de las columnas según área de sección - primer piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura muestra confirma lo indicado en la descripción anterior, en donde un 43.36% corresponde a columnas agrietadas, el 40.02% a fisuras y el 16.62% corresponde a picaduras, de igual manera las grietas son de severidad moderada, en donde el rango de agrietamiento es de 0.50 a 1.00 mm, más las picaduras que se encuentra en un estado grave por la exposición del acero de refuerzo.

El **análisis** general de las columnas es que puede ser recuperadas con excepción de las columnas circulares, asimismo es necesario realizar los cálculos necesarios para rediseñar y/o incrementar las secciones de las columnas, considerando que la edificación proyectada es para 4 pisos.

**b) Muestra 02.**

La segunda muestra tomada corresponde a las columnas del segundo piso, generando la ubicación según plano de referencia, dimensiones y la patología más incidente en el elemento



Figura 88. Planta de ubicación de las columnas - segundo piso

Tabla 31. Formato de evaluación de patologías - columnas.

<b>EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS</b>																			
<b>EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA</b>																			
<b>EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE</b>										<b>CÓD. ANR N° 1401092004</b>		<b>FECHA: 07/02/2016</b>							
<b>TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:</b>																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Desgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
<b>EVALUACIÓN DE MODULO: 01</b>										<b>PISO: SEGUNDO</b>									
<b>COLUMNAS</b>										<b>PATOLOGIA</b>									
TIPO	Vertical	Eje Horizontal	lado (a) ml	(b) ml	(c) ml	(d) ml	Area M <sup>2</sup>	Altura	Perimetro (ml)	Tipo	Daño	Es pes or máx. (mm)	Severidad						
Rectangular	A	2	0.30	0.30			0.09	3.00	1.20	1	Diagonales	0.50	Moderado						
Rectangular	A	4	0.30	0.30			0.09	3.00	1.20	2	Diagonales	0.30	Leve						
Rectangular	B	2	0.30	0.30			0.09	3.00	1.20	1	Diagonales	0.90	Moderado						
Rectangular	B	4	0.30	0.30			0.09	3.00	1.20	2	Diagonales	0.30	Leve						
Tipo L	C	1	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	2	Diagonales	0.30	Leve						
Tipo L	C	2	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	2	Diagonales	0.40	Leve						
Rectangular	C	4	0.25	0.25			0.0625	3.00	1.00	1	Diagonales	0.60	Moderado						
Circular	D	3	0.25				0.049087385	3.00	0.7854	7	Superficial	9.00	Leve						
Circular	D	4	0.25				0.049087385	3.00	0.7854	7	Superficial	8.00	Leve						



## EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA**

**EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE**

**CÓD. ANR N° 1401092004**

**FECHA: 07/02/2016**

### TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:

[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones
[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Descamamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo

**EVALUACIÓN DE MODULO: 01**

**PISO: SEGUNDO**

COLUMNAS										PATOLOGIA			
TIPO	Vertical	Eje Horizontal	lado (a) ml	(b) ml	(c) ml	(d) ml	Area M <sup>2</sup>	Altura	Perimetro (ml)	Tipo	Daño	Es pes or máx. (mm)	Severidad
Tipo T	E	1	0.65	0.25	0.20	0.15	0.20	3.00	2.10	2	Diagonales	0.40	Leve
Tipo T	E	2	0.65	0.25	0.20	0.15	0.20	3.00	2.10	1	Diagonales	0.60	Moderado
Circular	E	3	0.25				0.049087385	3.00	0.7854	7	Profunda	8.00	Moderado
Tipo T	F	1	0.65	0.25	0.20	0.15	0.20	3.00	2.10	2	Diagonales	0.40	Leve
Tipo T	F	2	0.65	0.25	0.20	0.15	0.20	3.00	2.10	1	Diagonales	0.80	Moderado
Circular	F	3	0.25				0.049087385	3.00	0.7854	7	Profunda	35.00	Severo
Tipo L	G	1	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	2	Diagonales	0.30	Leve
Tipo L	G	2	0.40	0.40	0.25	0.15	0.1375	3.00	1.60	2	Diagonales	0.40	Leve
Circular	G	3	0.25				0.049087385	3.00	0.7854	7	Profunda	45.00	Severo

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Obtención de resultados**, en el segundo nivel se mantiene la misma cantidad de elementos agrupándose de la siguiente forma:

Tabla 32. Tipos de columnas –segundo piso.

N°	Tipo de columna	Cantidad	%
1	Rectangular	5	27.78%
2	Circular	5	27.78%
3	Tipo L	4	22.22%
4	Tipo T	4	22.22%
		<b>18</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

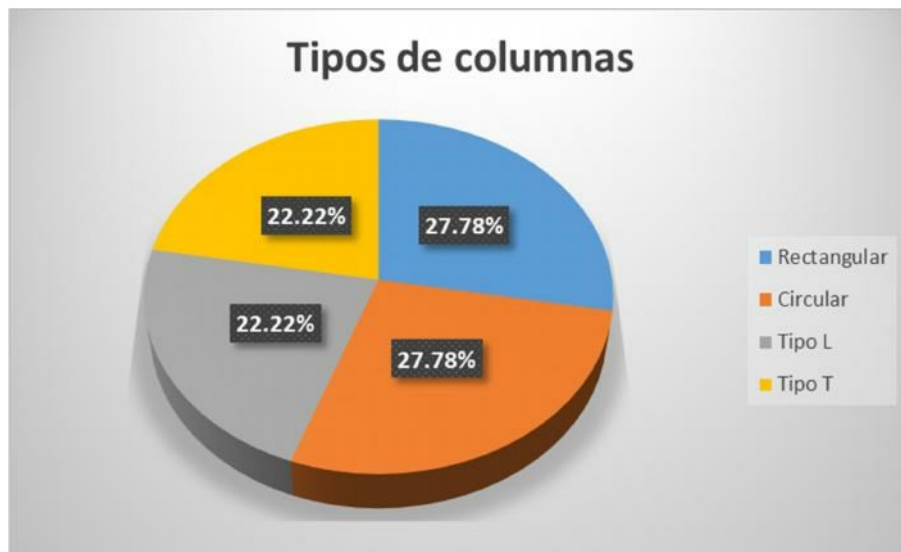


Figura 89. Tipos de columnas - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura demuestra que existe una distribución muy pareja entre los tipos de columnas para el segundo piso, en donde un 22.22% corresponde a las columnas tanto para los de tipo L y T, mientras un 22.78% corresponde a las columnas tanto para los de tipo rectangular y circular.

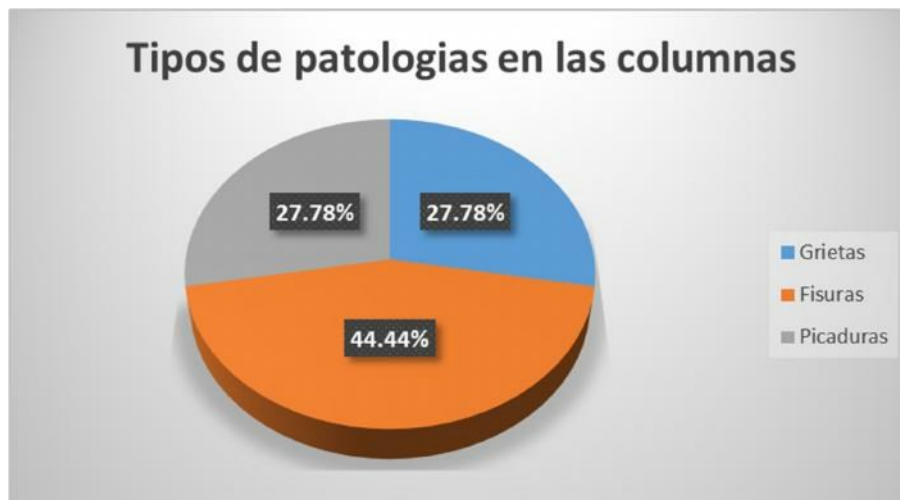
El segundo piso mantiene la configuración asimétrica, continuando con columnas que se encuentran desplomadas fuera de la aceptación de las normas peruanas.

Considerando la cantidad de elementos, las patologías más relevantes son:

**Tabla 33. Tipos de patologías en las columnas - segundo piso.**

Tipos	Descripción	Cantidad	%
1	Grietas	5	27.78%
2	Fisuras	8	44.44%
7	Picaduras	5	27.78%
		<b>18</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 90.* Tipos de patologías de las columnas - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura expresa que el 44.44% son fisuras y el 27.78% son picaduras de igual manera las grietas que representa el mismo porcentaje que las picaduras, no encontrándose otras patologías por encontrarse la edificación en proceso de ejecución, sin revoques y acabados. De igual manera se observa la presencia y exposición la armadura de refuerzo, especialmente en las picaduras, las cuales generan una patología severa.

A nivel de todos los elementos en evaluación la severidad es la siguiente:

**Tabla 34. Severidad de las columnas - segundo piso**

Nº	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	2	11.11%
2	Moderado	6	33.33%
3	Leve	10	55.56%
		<b>18</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 91. Severidad en las columnas - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que un 55.56% tienen una afectación leve, mientras un 33.33% de afectación moderado y solo un 11.11% de una afectación severo. Es necesario indicar que se está considerando una patología grave cuando la picadura tiene en exposición al acero de refuerzo. Sin embargo, se observa una mejoría con respecto al primer piso

Para ser más específicos en las patologías se desarrollará y agrupará por cada tipo de columna, y en ella se observará como es en realidad la configuración de las fallas en sí.

En tal sentido se inicia el análisis de las columnas de tipo T, correspondiente al segundo piso, en donde se obtuvo los siguientes niveles de severidad:

Tabla 35. Severidad de las columnas tipo T - segundo piso

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	0	0.00%
2	Moderado	2	50.00%
3	Leve	2	50.00%
		4	

Fuente: Elaboración propia, 2016

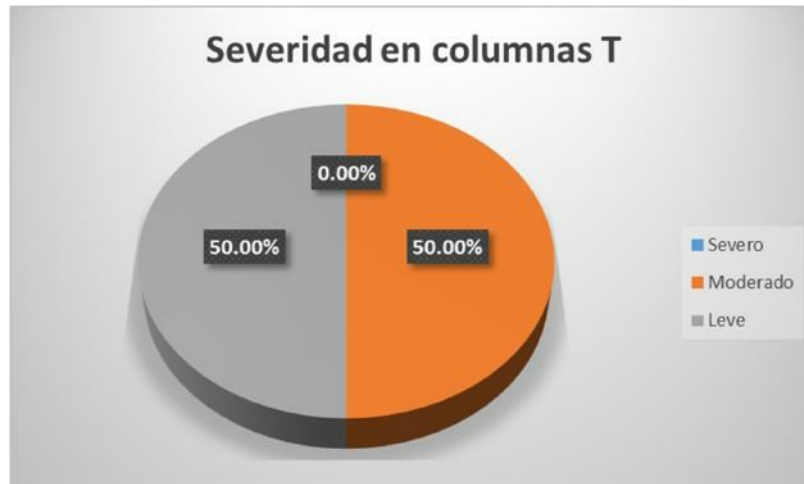


Figura 92. Severidad en las columnas tipo T - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que la patología encontrada en las columnas de tipo T son fisuras que se encuentran en una severidad de moderado a leve, en un 50% en cada uno de los mencionados.

Las columnas de tipo L, muestra un comportamiento leve cuya severidad son:

Tabla 36. Severidad de las columnas Tipo L - primer piso.

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	0	0.00%
2	Moderado	0	0.00%
3	Leve	4	100.00%
		4	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 93. Severidad en las columnas tipo L - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que las columnas tipo L se encuentra en una totalidad en nivel de severidad leve, como patología común las fisuras.

Con respecto a las columnas rectangulares tenemos lo siguiente:

*Tabla 37. Severidad de las columnas rectangulares - segundo piso.*

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	0	0.00%
2	Moderado	3	60.00%
3	Leve	2	40.00%
		<b>5</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 94. Severidad en las columnas rectangulares - segundo piso*

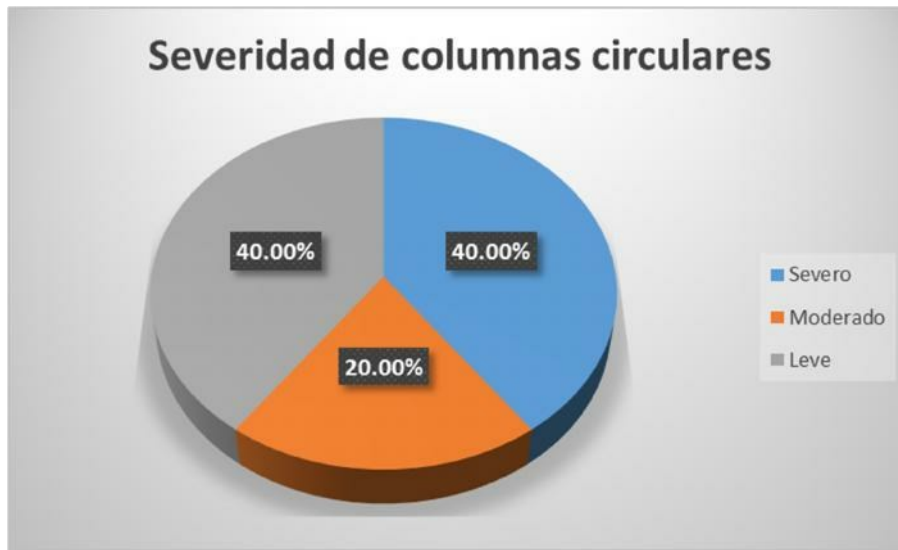
La **descripción e interpretación** de dicha figura se observa que la patología común son las fisuras teniendo una incidencia mayor que corresponde a un 60.00% de afectación leve, y un 40.00% de afectación moderada, no encontrando mayores daños, es necesario indicar que mediante un buen tarrajeo se subsanara dichos problemas.

Y finalmente tenemos las columnas tipo circular, las cuales son las más críticas y se obtuvo los siguientes valores:

**Tabla 38. Severidad de las columnas circulares - segundo piso.**

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	2	40.00%
2	Moderado	1	20.00%
3	Leve	2	40.00%
		<b>5</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 95: Severidad en las columnas circulares - segundo piso.*

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que un 40.00% en estado severo, mientras un 20% en estado moderado y un 40.00% en estado leve, considerando que en estos elementos la patología principal son las picaduras, con exposición del acero de refuerzo. Sin embargo, es más leve que lo encontrado en el primer piso.

Considerando el área de la sección de las columnas analizaremos como se encuentra los niveles de severidad del segundo piso, en donde tenemos:

**Tabla 39. Severidad de las columnas según área de sección – segundo piso.**

N°	Tipo	Área	%
1	Severo	0.10	4.87%
2	Moderado	0.69	34.27%
3	Leve	1.23	60.86%
		<b>2.02</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

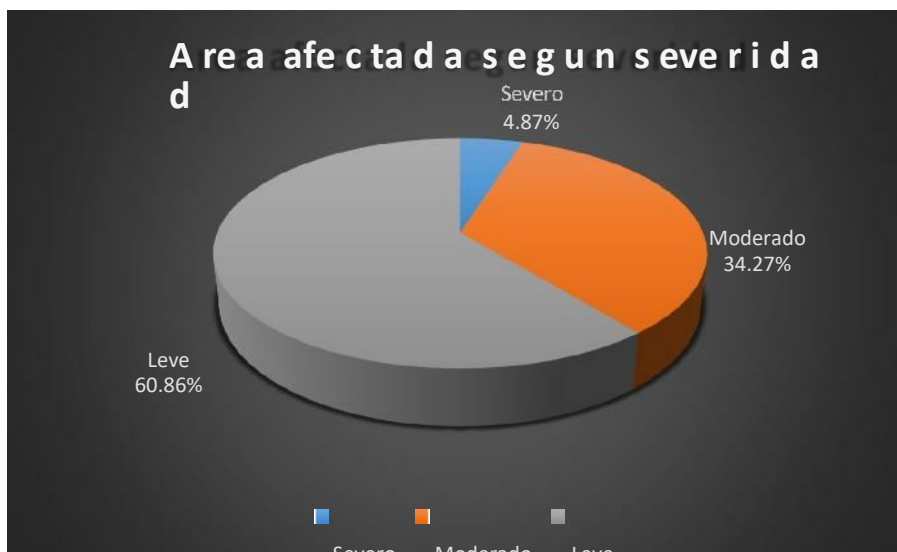


Figura 96. Severidad de las columnas según área de sección - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura muestra que un 60.86% tiene un área con un nivel leve, un 34.27% en un nivel moderado y solo un 4.87% a nivel severo.

Podemos apreciar una reducción significativa de la severidad en el segundo nivel, considerando que se encuentra en mejor estado, aparentemente la patología principal son las fisuras.

Para finalizar el análisis de esta muestra realizamos un conteo de los tipos de patología por el área de la sección afectada en donde tenemos:

Tabla 40. Patología de las columnas según área de sección - segundo piso.

N°	Tipo	Área	%
1	Grietas	0.64	31.84%
2	Fisuras	0.25	56.00%
			12.16%

## 2.02

Fuente: Elaboración propia, 2016





*Figura 97.* Severidad de las columnas según área de sección – segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura muestra confirma lo indicado en la descripción anterior, en donde un 56.00% corresponde a columnas fisuradas, el 31.84% a grietas y el 12.16% corresponde a picaduras, de igual manera las grietas son de severidad moderada, en donde el rango de agrietamiento es de 0.50 a 1.00 mm, más las picaduras que se encuentra en un estado grave por la exposición del acero de refuerzo.

**c) Muestra 03.**

La tercera muestra tomada corresponde a las vigas del primer piso, generando la ubicación según plano de referencia, dimensiones y la patología más incidente en el elemento

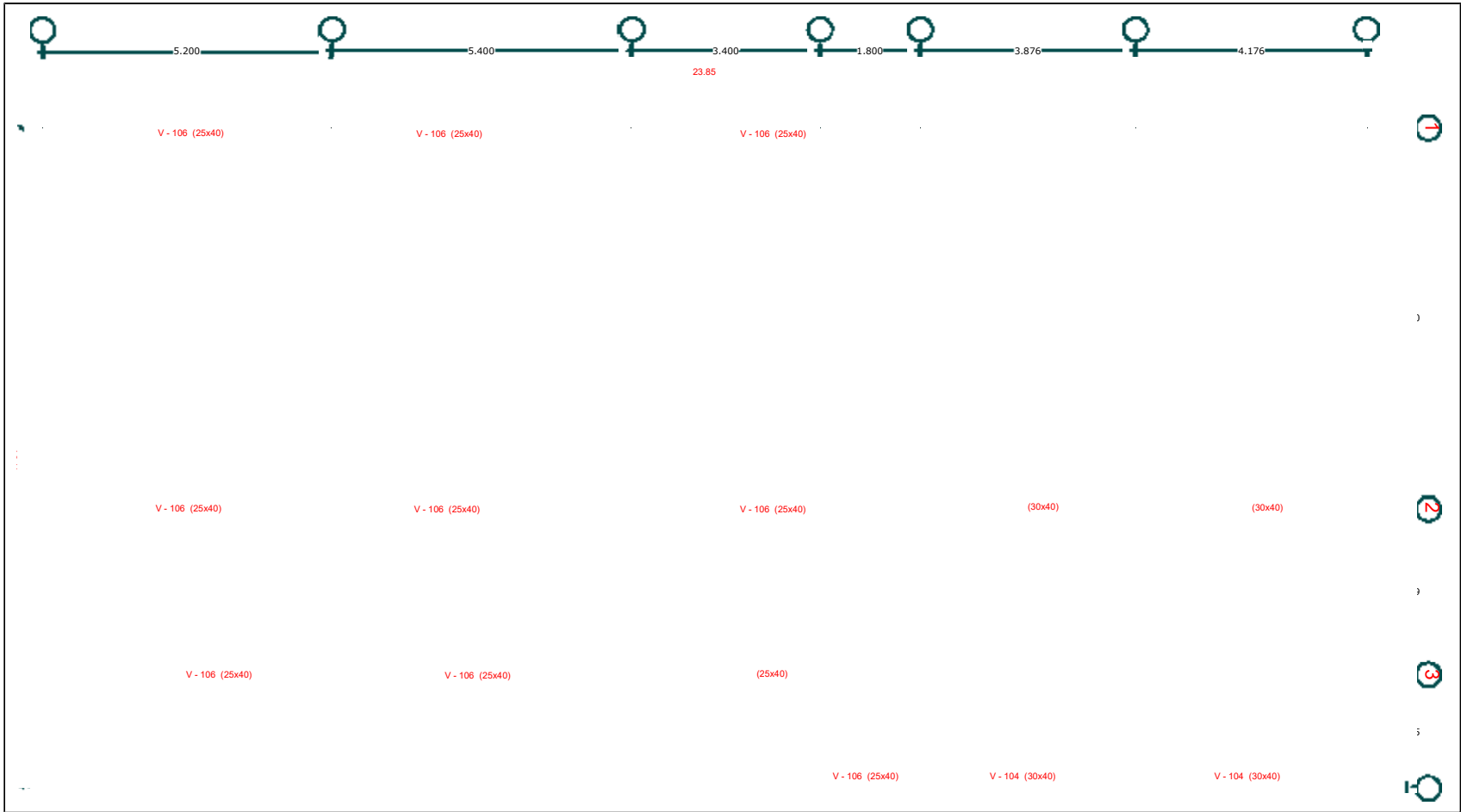


Figura 98., Planta de ubicación de las vigas - primer piso

Tabla 41. Formato de evaluación de patologías – vigas.

<b>EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS</b>																			
<b>EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003</b>																			
<b>MARIANO MELGAR - HUARIACA</b>																			
<b>EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE</b>						<b>CÓD. ANR N° 1401092004</b>			<b>FECHA: 07/02/2016</b>										
<b>TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:</b>																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Desgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
<b>EVALUACIÓN DE MODULO: 01</b>						<b>PISO: PRIMERO</b>													
<b>VIGAS</b>									<b>PATOLOGIA</b>										
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos		Es pes or máx. (mm)	Severidad							
Principal	A	2	4	0.30	0.45	0.135	150.00	4.59	1	Diagonales	1.50	Severo							
Principal	B	2	4	0.30	0.45	0.135	150.00	4.59	1	Diagonales	1.00	Severo							
Principal	C	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	0.90	Moderado							
Principal	C	2	4	0.25	0.40	0.1	130.00	4.59	1	Diagonales	1.20	Severo							
Borde	D	3	4	0.25	0.40	0.1	130.00	2.04	2	Diagonales	0.40	Leve							
Principal	E	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	1.80	Severo							
Principal	E	2	3	0.25	0.25	0.0625	100.00	2.73	1	Diagonales	2.00	Severo							
Principal	F	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	2.20	Severo							
Principal	F	2	3	0.25	0.25	0.0625	100.00	2.73	1	Diagonales	0.90	Moderado							

## EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003**

**MARIANO MELGAR - HUARIACA**

**EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE**

**CÓD. ANR N° 1401092004**

**FECHA: 07/02/2016**

### TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:

[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones
[6] Desgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo

**EVALUACIÓN DE MODULO: 01**

**PISO: PRIMERO**

VIGAS									PATOLOGIA			
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos		Es pes or máx. (mm)	Severidad
Principal	G	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	3.00	Severo
Principal	G	2	3	0.25	0.25	0.0625	100.00	2.73	1	Diagonales	0.90	Moderado
Secundaria	1	C	E	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	0.90	Moderado
Secundaria	1	E	F	0.25	0.40	0.1	130.00	4.75	1	Diagonales	0.80	Moderado
Secundaria	1	F	G	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	1.80	Severo
Secundaria	2	A	B	0.30	0.40	0.12	140.00	3.72	2	Diagonales	0.40	Leve
Secundaria	2	B	C	0.30	0.40	0.12	140.00	3.74	2	Diagonales	0.40	Leve
Secundaria	2	C	E	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	0.90	Moderado
Secundaria	2	E	F	0.25	0.40	0.1	130.00	4.75	1	Diagonales	1.50	Severo

## EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003**

**MARIANO MELGAR - HUARIACA**

**EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE**

**CÓD. ANR N° 1401092004**

**FECHA: 07/02/2016**

### TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:

[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones
[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo

**EVALUACIÓN DE MODULO: 01**

**PISO: PRIMERO**

TIPO	VIGAS							PATOLOGIA				
	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Área M <sup>2</sup>	Perímetro mm	Largo	Tipos		Espejor máx. (mm)	Severidad
Secundaria	2	F	G	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	0.90	Moderado
Secundaria	3	D	E	0.25	0.40	0.1	130.00	3.47	1	Diagonales	0.80	Moderado
Secundaria	3	E	F	0.25	0.40	0.1	130.00	4.75	1	Diagonales	0.80	Moderado
Secundaria	3	F	G	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	2.10	Severo
Secundaria	4	A	B	0.30	0.40	0.12	140.00	3.72	2	Diagonales	0.40	Leve
Secundaria	4	B	C	0.30	0.40	0.12	140.00	3.74	2	Diagonales	0.40	Leve
Secundaria	4	C	D	0.25	0.40	0.1	130.00	1.00	2	Diagonales	0.40	Leve

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Obtención de resultados**, en el primer piso se clasifico por el sentido de la viga en tres tipos las cuales son:

**Tabla 42. Tipos de vigas – primer piso**

N°	Tipos	Cantidad	%
1	Principal	10	40.00%
2	Secundaria	14	56.00%
3	Borde	1	4.00%
		<b>25</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 99: Tipos de vigas - primer piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura se obtuvo un total de 25 elementos, de las cuales el 56.00% corresponde a vigas secundarias, el 40.00% corresponde a vigas principales y el 4.00% corresponde a vigas de borde. En donde se puede observar en su mayoría son las vigas secundarias

Considerando todos elementos de las vigas tenemos:

**Tabla 39. Tipos de patología de las vigas - primer piso**

Tipos	Tipo	Cantidad	%
1	Grietas	19	76.00%
2	Fisuras	6	24.00%
		<b>25</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 100:* Tipos de patología en las vigas - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura en donde podemos observar que un 76.00% son patologías de tipo grieta y el 24.00% son fisuras, observándose un gran daño estructural a nivel del primer piso, en necesario indicar que las fallas son perceptibles considerando que aún no se ha ejecutado los muros y acabados. Las fallas se han producido con su propio peso y parte de la losa aligerada.

La severidad de todos los elementos en mención del primer piso, se obtiene los siguientes resultados:

*Tabla 44. Severidad de las vigas - primer piso.*

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	10	40.00%
2	Moderado	9	36.00%
3	Leve	6	24.00%
		<b>25</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 101: Severidad de las vigas - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura se demuestra que el 40.00% son de nivel severo, mientras un 36.00% moderado y un 24.00% son de nivel leve, considerando que las patologías relevantes son las fisuras y grietas.

Podemos darnos cuenta que contamos con una falla estructural bastante elevado, por lo que es necesario una intervención no descriptiva sino experimental, en la cual es necesario el uso de laboratorios y equipos especiales.

Pero para poder apreciar con más detalles los elementos estructurales de esta muestra, clasificaremos por sus tres tipos mencionados anteriormente.

Tabla 45. Severidad de las vigas principales - primer piso.

N°	Principal	Cantidad	%
1	Severo	7	70.00%
2	Moderado	3	30.00%
3	Leve	0	0.00%
		<b>10</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016





*Figura 102, Severidad en las vigas principales - primer piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura, las vigas principales un 100% corresponde a una patología de tipo grieta, en donde el 70.00% es severo, mientras el 30.00% son de nivel moderado. Esto representa una patología persistente y que afecta significativamente la edificación y que conlleva a tener mayores estudios para determinar la real falla.

No olvidando que la viga principal inicia con una altura de peralte dentro de las aulas y esto varía en el pasadizo, un error de diseño sin dudarlo.

Mientras tanto con respecto a las vigas secundarias, que son una cantidad de 14 elementos estructurales tenemos los siguientes valores:

**Tabla 46. Severidad de las vigas secundarias - primer piso.**

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	3	21.43%
2	Moderado	6	42.86%
3	Leve	5	35.71%
		<b>14</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 103.* Severidad en las vigas secundarias - primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura en donde las grietas son representativas, en un 42.86% de nivel severo, 35.71% de nivel leve y 21.43% de nivel moderado, considerando que dichas vigas están severamente afectadas.

Considerando el área de cada elemento, es decir el ancho multiplicado por el largo, teniendo en cuenta la severidad obtenemos:

*Tabla 47.* Áreas de Severidades de las vigas – primer piso

N°	Tipo	Área	%
1	Severo	12.7315	46.29%
2	Moderado	9.535	34.67%
3	Leve	5.236	19.04%

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 104:* Área de severidades de las vigas – primer piso.

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la edificación a nivel de viga del primer piso se encuentra con un alto porcentaje de severidad, que es un 46.29% a nivel severo, 34.67% a nivel moderado y solo un 19.04% en un nivel leve.

**d) Muestra 04.**

La cuarta muestra tomada corresponde a las vigas del segundo piso, generando la ubicación según plano de referencia, dimensiones y la patología más incidente en el elemento

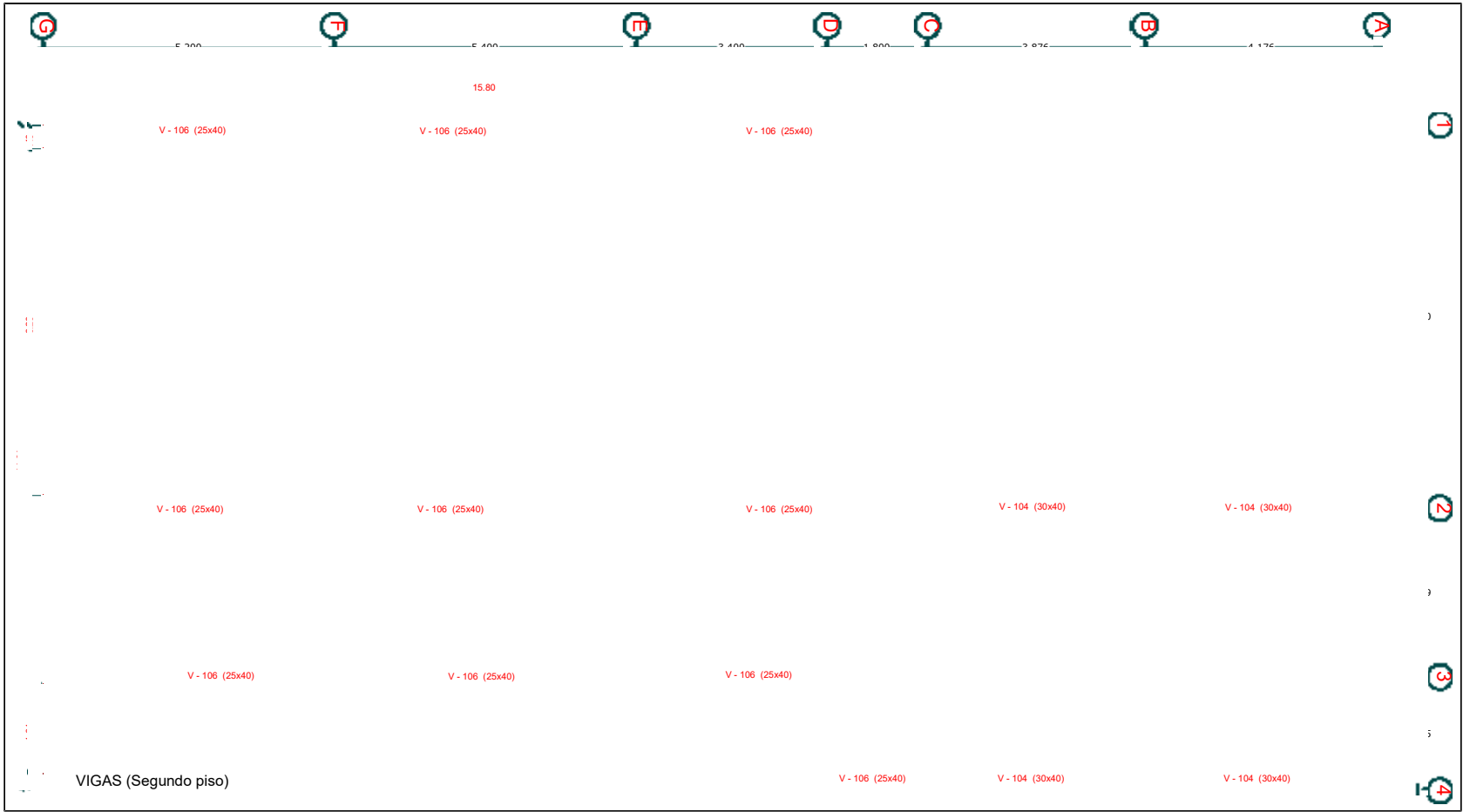


Figura 105. Planta de ubicación de las vigas – segundo piso.

Tabla 48, Formato de evaluación de patologías - vigas.

<b>EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS</b>																			
<b>EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO</b>																			
<b>MELGAR - HUARIACA</b>																			
<b>EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE</b>						<b>CÓD. ANR N° 1401092004</b>			<b>FECHA: 07/02/2016</b>										
<b>TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:</b>																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Desgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
<b>EVALUACIÓN DE MODULO: 01</b>										<b>PISO: SEGUNDO</b>									
<b>VIGAS</b>									<b>PATOLOGIA</b>										
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Es pes or máx. (mm)	Severidad							
Principal	A	2	4	0.30	0.45	0.135	150.00	4.59	1	Diagonales	1.80	Severo							
Principal	B	2	4	0.30	0.45	0.135	150.00	4.59	1	Diagonales	2.00	Severo							
Principal	C	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	2.20	Severo							
Principal	C	2	4	0.25	0.40	0.1	130.00	4.59	1	Diagonales	1.70	Severo							
Borde	D	3	4	0.25	0.40	0.1	130.00	2.04	2	Diagonales	0.40	Leve							
Principal	E	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	2.50	Severo							
											0.80								
Principal	E	2	3	0.25	0.25	0.0625	100.00	2.73	1	Diagonales		Moderado							
Principal	F	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	1.40	Severo							
Principal	F	2	3	0.25	0.25	0.0625	100.00	2.73	1	Diagonales	0.90	Moderado							

## EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO  
MELGAR - HUARIACA**

**EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE**

**CÓD. ANR N° 1401092004**

**FECHA: 07/02/2016**

### TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:

[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones
[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descaramiento	[15] Asentamiento
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo

**EVALUACIÓN DE MODULO: 01**

**PISO: SEGUNDO**

VIGAS									PATOLOGIA			
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad
Principal	G	1	2	0.25	0.60	0.15	170.00	6.30	1	Diagonales	0.90	Moderado
Principal	G	2	3	0.25	0.25	0.0625	100.00	2.73	1	Diagonales	0.70	Moderado
Secundaria	1	C	E	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	0.80	Moderado
Secundaria	1	E	F	0.25	0.40	0.1	130.00	4.75	1	Diagonales	0.95	Moderado
Secundaria	1	F	G	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	1.00	Severo
Secundaria	2	A	B	0.30	0.40	0.12	140.00	3.72	1	Diagonales	1.50	Severo
Secundaria	2	B	C	0.30	0.40	0.12	140.00	3.74	1	Diagonales	0.80	Moderado
Secundaria	2	C	E	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	2	Diagonales	0.30	Leve
Secundaria	2	E	F	0.25	0.40	0.1	130.00	4.75	2	Diagonales	0.40	Leve

## EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO**

**MELGAR - HUARIACA**

**EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE**

**CÓD. ANR N° 1401092004**

**FECHA: 07/02/2016**

### TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:

[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones
[6] Desgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descaramiento	[15] Asentamiento
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo

**EVALUACIÓN DE MODULO: 01**

**PISO: SEGUNDO**

TIPO	VIGAS								PATOLOGIA			
	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espejor máx. (mm)	Severidad
Secundaria	2	F	G	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	0.90	Moderado
Secundaria	3	D	E	0.25	0.40	0.1	130.00	3.47	1	Diagonales	1.00	Severo
Secundaria	3	E	F	0.25	0.40	0.1	130.00	4.75	1	Diagonales	1.50	Severo
Secundaria	3	F	G	0.25	0.40	0.1	130.00	4.47	1	Diagonales	1.20	Severo
Secundaria	4	A	B	0.30	0.40	0.12	140.00	3.72	1	Diagonales	1.80	Severo
Secundaria	4	B	C	0.30	0.40	0.12	140.00	3.74	1	Diagonales	1.20	Severo
Secundaria	4	C	D	0.25	0.40	0.1	130.00	1.00	1	Diagonales	0.40	Leve

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Obtención de resultados**, en el segundo piso se clasifico por el sentido de las vigas, en tres tipos las cuales son:

**Tabla 49. Tipos de vigas – segundo piso**

N°	Tipos	Cantidad	%
1	Principal	10	40.00%
2	Secundaria	14	56.00%
3	Borde	1	4.00%
		<b>25</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 106. Tipos de vigas - segundo piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura se obtuvo un total de 25 elementos, de las cuales el 56.00% corresponde a vigas secundarias, el 40.00% corresponde a vigas principales y el 4.00% corresponde a vigas de borde. En donde se puede observar en su mayoría son las vigas secundarias

Considerando el total de las vigas se encontraron las siguientes patologías:

**Tabla 50. Tipos de patología de la viga – segundo piso**

N°	Tipos	Cantidad	%
1	Grietas	22	88.00%
2	Fisuras	3	12.00%
		<b>25</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016





Figura 107. Tipos de patologías en las vigas - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura en donde podemos observar que un 88.00% son patologías de tipo grieta y el 12.00% son fisuras, observándose un gran daño estructural a nivel del segundo piso, en necesario indicar que las fallas son perceptibles considerando que se han producido con su propio peso y parte de la losa aligerada.

La severidad de los elementos del segundo piso tenemos:

Tabla 51. Severidad de las vigas – segundo piso.

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	13	52.00%
2	Moderado	8	32.00%
3	Leve	4	16.00%
		<b>25</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 108. Severidad de las vigas - segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura se demuestra que el 52.00% son de nivel severo, mientras un 32.00% moderado y solo un 16.00% son de nivel leve, considerando que las patologías relevantes son las fisuras y grietas.

Sin embargo, el nivel severo y moderado corresponde a las grietas.

Para poder apreciar con más detalles los elementos estructurales de esta muestra, clasificaremos por sus tres tipos mencionados anteriormente.

*Tabla 52. Severidad de las vigas principales - segundo piso.*

N°	Tipo	Cantidad	%
1	Severo	6	60.00%
2	Moderado	4	40.00%
3	Leve	0	0.00%
		<b>10</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 109. Severidad en las vigas principales - segundo piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura las vigas principales un 100% corresponde a una patología de tipo grieta, en donde el 60.00% es severo, mientras el 40.00% son de nivel moderado. Esto representa una patología persistente y que afecta significativamente la edificación y que conlleva a tener mayores estudios para determinar la real falla.

Mientras tanto con respecto a las vigas secundarias, que son una cantidad de 14 elementos estructurales tenemos los siguientes valores:

**Tabla 53. Severidad de las vigas secundarias – segundo piso.**

N°	Principal	Cantidad	%
1	Severo	7	50.00%
2	Moderado	4	28.57%
3	Leve	3	21.43%
		<b>14</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 110. Severidad en las vigas secundarias – segundo piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura en donde las grietas son representativas, en un 50.00% de nivel severo y 29.00% de nivel moderado, mientras que solo un 21.00% son de nivel leve, correspondiente a una patología de fisuras.

Considerando el área de cada elemento, es decir el ancho multiplicado por el largo, teniendo en cuenta la severidad obtenemos:

**Tabla 54. Áreas de severidades de las vigas – segundo piso**

N°	Principal	Área	%
1	Severo	16.2705	65.08%
2	Moderado	8.167	32.67%
3	Leve	3.065	12.26%

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 111.* Área de severidades de las vigas – segundo piso.

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la edificación a nivel de viga del segundo piso se encuentra con un alto porcentaje de severidad, que es un 59.16% a nivel severo, 29.70% a nivel moderado y solo un 11.14% en un nivel leve.

**e) Muestra 05.**

La quinta muestra tomada corresponde a la losa aligerada del primer piso, generando la ubicación según plano de referencia, dimensiones y la patología más incidente en el elemento

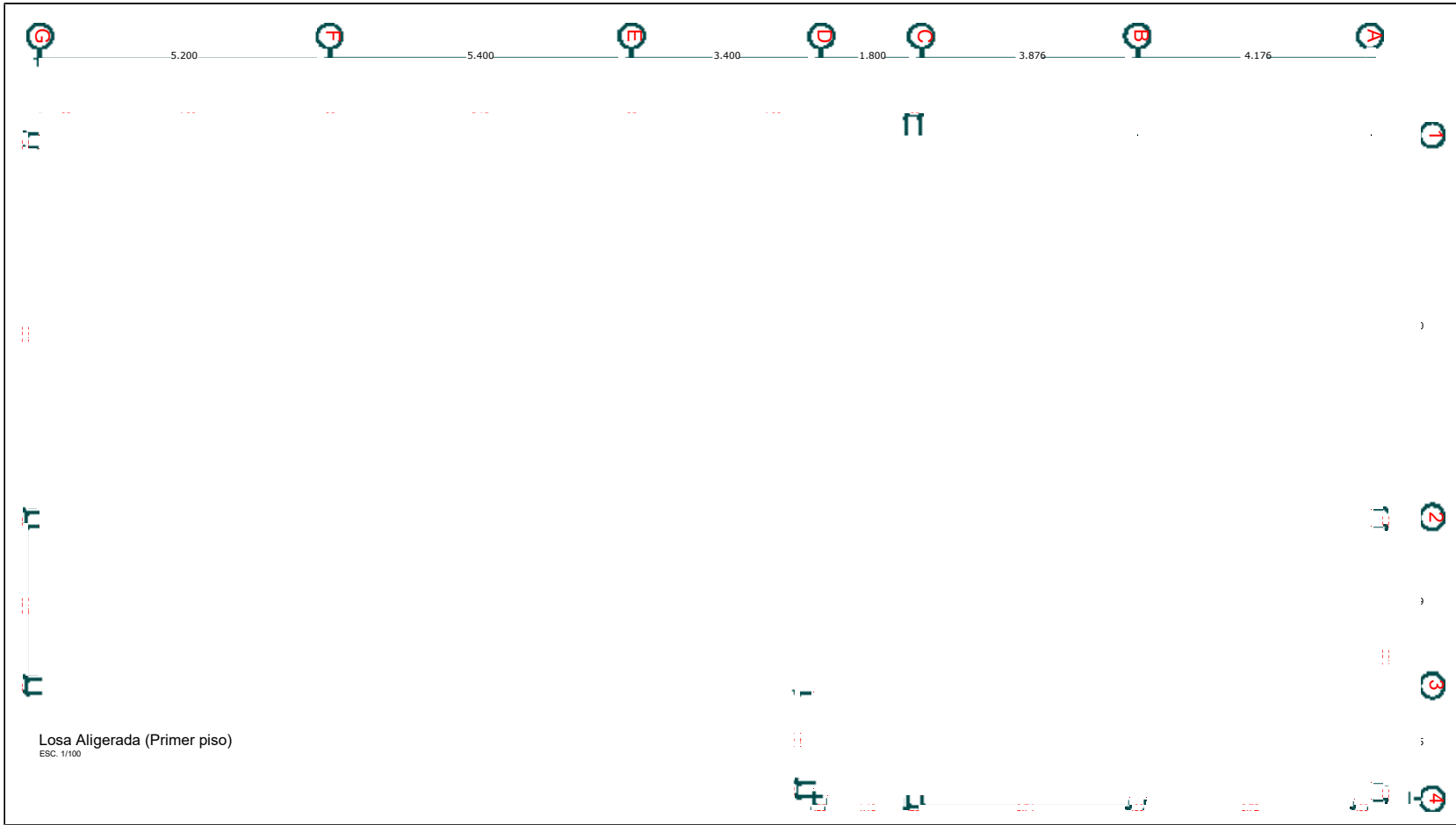


Figura 112. Planta de ubicación de la losa aligerada -primer piso

Tabla 55. Formato de evaluación de patologías – Losa Aligerada

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE								CÓD. ANR N° 1401092014		FECHA: 07/02/2016									
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Desgajamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO: 01					PISO: PRIMER														
LOSAS ALIGERADAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Eje Vertical	Eje Horizontal	Eje Horizontal	Largo ml	Ancho ml	Area M²	Espeor	Tipos	Daño	Espeor máx. (mm)	Severidad							
Aligerada	A	B	2	4	4.54	3.72	16.89	0.20	2	Horizontales	0.30	Leve							
Aligerada	B	C	2	4	4.54	3.74	16.98	0.20	2	Horizontales	0.20	Leve							
Aligerada	C	E	1	2	6.50	4.83	31.36	0.20	2	Horizontales	0.40	Leve							
Aligerada	C	D	3	4	1.86	1.43	2.65	0.20	2	Inclinadas	0.30	Leve							
Aligerada	C	E	2	3	2.73	4.83	13.15	0.20	1	Circundantes	5.00	Severo							
Aligerada	E	F	1	2	6.50	5.12	33.28	0.20	2	Horizontales	0.40	Leve							
Aligerada	E	F	2	3	2.73	5.12	13.95	0.20	1	Circundantes	10.00	Severo							
Aligerada	F	G	1	2	6.50	4.83	31.36	0.20	2	Horizontales	0.30	Leve							
Aligerada	F	G	2	3	2.73	4.83	13.15	0.20	1	Circundantes	13.00	Severo							

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Obtención de resultados**, en el primer piso se encontraron dos tipos de patologías que se observa constantemente las cuales son:

**Tabla 56. Tipos de patologías – primer piso**

Ítem	Tipo	Cantidad	%
1	Grietas	3	33.33%
2	Fisuras	6	66.67%

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 113.* Tipo de patología – primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la losa aligerada del primer piso se encuentra con un porcentaje de fisuras que corresponde al 66.67%, mientras el agrietamiento es de 33.33%, aparentemente sostenible.

Asimismo, se puede apreciar que las fallas de las patologías en mención para la losa son:

**Tabla 57. Fallas estructurales en losa – primer piso**

Ítem	Descripción	Área	%
1	Horizontales	5.00	55.56%
2	Inclinadas	1.00	11.11%
3	Circundantes	3.00	33.33%

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 114.* Fallas estructurales en losa – primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la losa aligerada del primer piso se encuentra con un porcentaje alto de fallas estructurales tipo horizontales en un 55.56%, mientras en las fallas estructurales de tipo circundantes es de 33.33% y finalmente las fallas estructurales inclinadas representan un 11.11%.

Considerando que la falla más relevante y la ubicación de la falla, así como su severidad de afectación, tenemos:

*Tabla 58.* Nivel de Severidad – primer piso

Ítem	Descripción	Área	%
1	Severo	40.25	23.30%
2	Moderado	0.00	0.00%
3	Leve	132.52	76.70%

Fuente: Elaboración propia, 2016





*Figura 115.* Nivel de severidad – primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la losa aligerada del primer piso se encuentra definidas dos niveles de severidades bien definidas, en donde el 76.70% indica que el nivel es leve, mientras un 23.30% indica que el nivel es severo.

**f) Muestra 06.**

La sexta muestra tomada corresponde a la losa aligerada del segundo piso, generando la ubicación según plano de referencia, dimensiones y la patología más incidente en el elemento

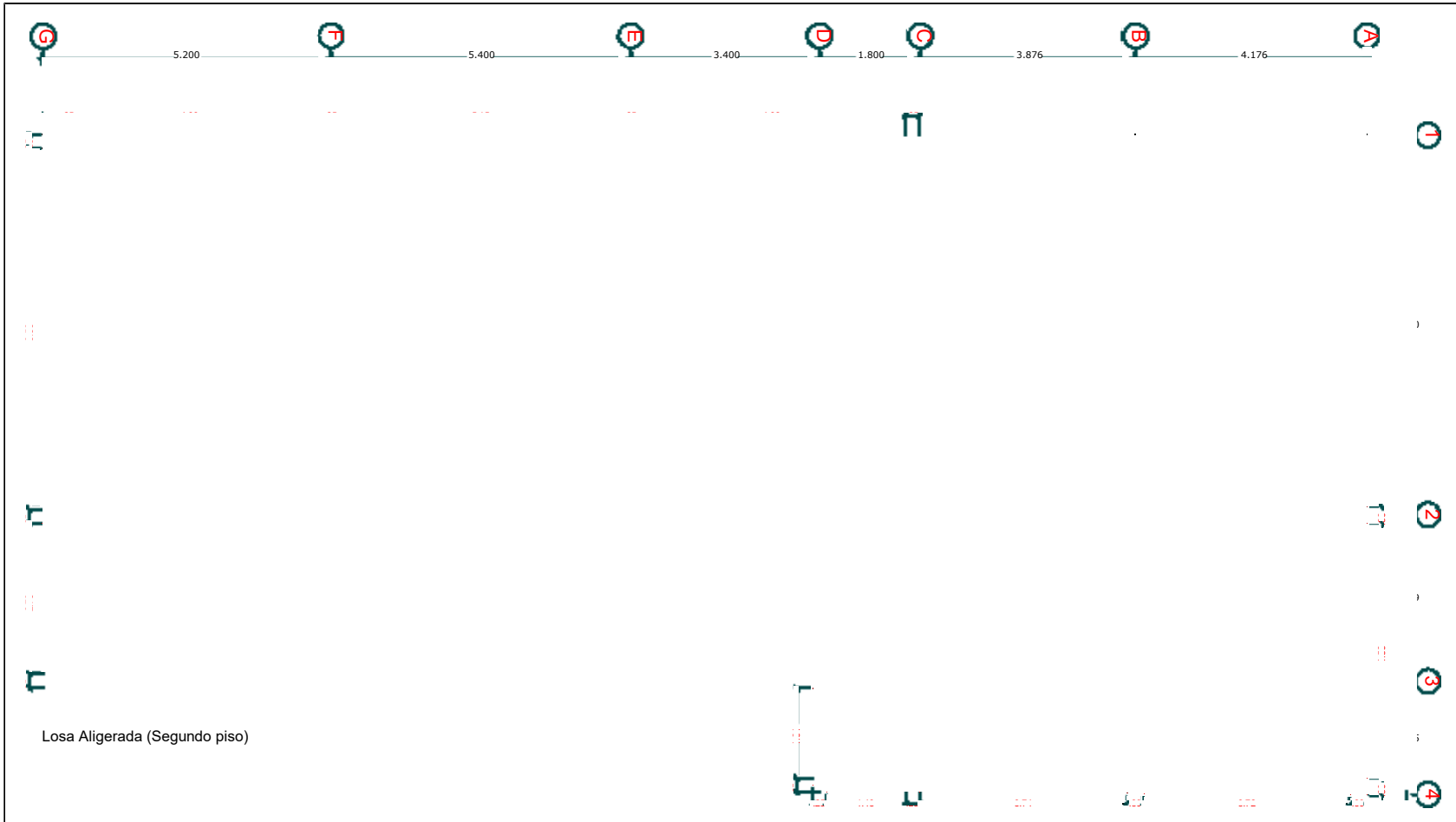


Figura 116. Planta de ubicación de la losa aligerada - segundo piso

Tabla 59. Formato de evaluación de patologías - losas aligeradas.

<b>EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS</b>																			
<b>EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA</b>																			
<b>EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE</b>									<b>CÓD. ANR N° 1401092014</b>		<b>FECHA: 07/02/2016</b>								
<b>TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:</b>																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Desgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descamamiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
<b>EVALUACIÓN DE MODULO: 01</b>						<b>PISO: SEGUNDO</b>													
<b>LOSAS ALIGERADAS</b>									<b>PATOLOGIA</b>										
TIPO	Eje Vertical	Eje Vertical	Horizontal	Eje Horizontal	Largo ml	Ancho ml	Area M <sup>2</sup>	Es pes or	Tipos	Daño	Es pes or máx. (mm)	Severidad							
Aligerada	A	B	2	4	4.54	3.72	16.89	0.20	1	Inclinadas	0.80	Moderado							
Aligerada	B	C	2	4	4.54	3.74	16.98	0.20	1	Inclinadas	0.90	Moderado							
Aligerada	C	E	1	2	6.50	4.83	31.36	0.20	2	Horizontales	0.40	Leve							
Aligerada	C	D	3	4	1.86	1.43	2.65	0.20	2	Horizontales	0.40	Leve							
Aligerada	C	E	2	3	2.73	4.83	13.15	0.20	1	Circundantes	6.00	Severo							
Aligerada	E	F	1	2	6.50	5.12	33.28	0.20	2	Horizontales	0.40	Leve							
Aligerada	E	F	2	3	2.73	5.12	13.95	0.20	1	Circundantes	9.00	Severo							
Aligerada	F	G	1	2	6.50	4.83	31.36	0.20	2	Horizontales	0.40	Leve							
Aligerada	F	G	2	3	2.73	4.83	13.15	0.20	1	Circundantes	12.00	Severo							

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Obtención de resultados**, en el segundo piso se encontraron dos tipos de patologías que se observa constantemente las cuales son:

*Tabla 60. Tipos de patologías – segundo piso*

Ítem	Descripción	Cantidad	%
1	Grietas	5	55.56%
2	Fisuras	4	44.44%
		<b>9</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 117. Tipo de patología – segundo piso*

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la losa aligerada del segundo piso se encuentra con un porcentaje de fisuras que corresponde al 44.44%, mientras el agrietamiento es de 55.56%.

Asimismo, se puede apreciar que las fallas de las patologías en mención para la losa son:

*Tabla 61. Fallas estructurales en losa – segundo piso*

Ítem	Tipo	Área	%
1	Horizontales	4	44.44%
2	Inclinadas	2	22.22%
3	Circundantes	3	33.33%
		<b>9</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 118. Fallas estructurales en losa – segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la losa aligerada del primer piso se encuentra con un porcentaje alto de fallas estructurales tipo horizontales en un 44.44%, mientras en las fallas estructurales de tipo circundantes es de 33.33% y finalmente las fallas estructurales inclinadas representan un 22.22%.

Considerando que la falla más relevante y la ubicación de la falla, así como su severidad de afectación, tenemos:

Tabla 62. Nivel de Severidad – segundo piso

Ítem	Tipo	Área	%
1	Severo	40.25	23.30%
2	Moderado	33.87	19.60%
3	Leve	98.66	57.10%
		<b>172.77</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 119. Nivel de severidad – segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura es que la losa aligerada del primer piso se encuentra definidas dos niveles de severidades bien definidas, en donde el 76.70% indica que el nivel es leve, mientras un 23.30% indica que el nivel es severo.

Considerando las seis muestras, se tomada como dos resultados, las cuales uno corresponde al primer piso y el otro al segundo piso, teniendo:

Tabla 63. Cuadro de patología del primer piso

Patología \ Elemento	Grietas	Fisuras	Picaduras
Columnas	6	6	6
Vigas	19	6	0
Losa Aligerada	3	6	0
<b>Total</b>	<b>28.00</b>	<b>18.00</b>	<b>6.00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

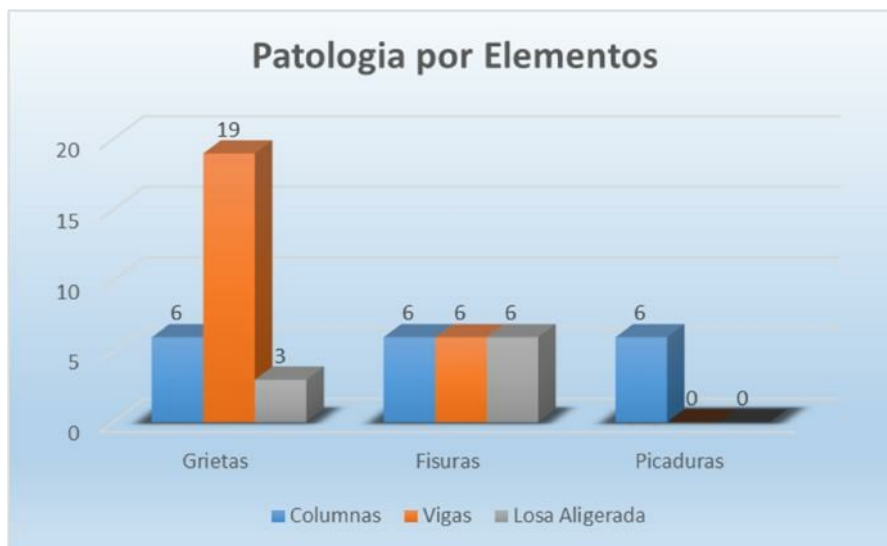


Figura 120. Cuadro de patología del primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura que las vigas del primer piso es la más afectada, teniendo los siguientes porcentajes:

Tabla 64. Resumen de patología del primer piso

N°	Descripción	Cantidad	%
1	Grietas	28.00	53.85%
2	Fisuras	18.00	34.62%
3	Picaduras	6.00	11.54%
<b>Total</b>		<b>52.00</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 121. Resumen de patología del primer piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura representa que el 53.85% es una patología de tipo grieta, seguido con un 34.62% perteneciente a una patología tipo fisura y finalmente 11.54% perteneciente a una patología de tipo picadura.

Continuando con el análisis, se ha considerado que las condiciones de severidad leve es una zona inafectada, mientras lo moderado y grave ya representa un área afectada, por lo que tenemos:

*Tabla 65. Área afectada e inafectada del primer piso*

Descripción	Área	%
Área afectada	63.63	31.45%
Área Inafectada	138.67	68.55%
<b>Total</b>	<b>202.29</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 122. Área afectada e inafectada del primer piso.*

La **descripción e interpretación** de dicha figura representa que el 31.45% se encuentra afectada directamente y el 68.55% se encuentra inafectada, sin embargo, considero que un 31.45% es un nivel muy alto.

Finalmente, se ha agrupado por todos los elementos de la edificación correspondiente al primer piso, es decir, las columnas, vigas y losas



aligeradas, con la cual se pretende determinar el nivel de severidad que esta tuviese, en tal sentido tenemos la siguiente tabla:

Tabla 66. Severidad general del primer piso

Elemento \ Severidad	Severo	Moderado	Leve
Columnas	0.19	0.92	0.91
Vigas	12.73	9.54	5.24
Losa Aligerada	40.25	0.00	132.52
<b>Total</b>	<b>53.17</b>	<b>10.46</b>	<b>138.67</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 123. Severidad general del primer piso.

La **descripción e interpretación** de dicha figura que el área que abarca la edificación son las losas aligeradas, sin embargo, los elementos como las vigas y columnas generan un gran impacto a la edificación, teniendo los siguientes porcentajes:

Tabla 67. Resumen de la severidad del primer piso

N°	Descripción	Cantidad	%
1	Severo	53.17	26.28%
2	Moderado	10.46	5.17%
3	Leve	138.67	68.55%
	<b>Total</b>	<b>202.29</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

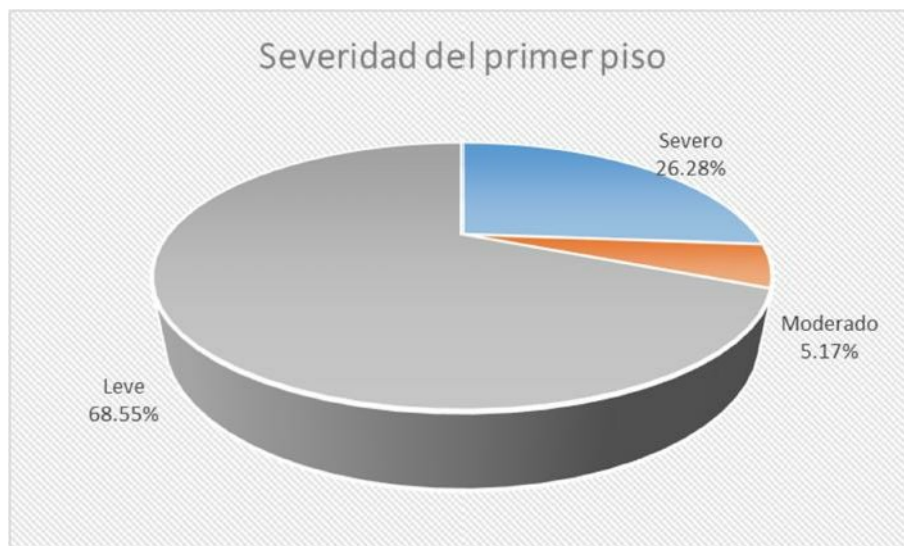


Figura 124. Resumen de la Severidad del primer piso.

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que la severidad del primer piso corresponde en un 68.55% en un nivel leve, mientras un 26.28% a un nivel severo, y finalmente un 5.17% a un nivel moderado. Aparentemente, la edificación del primer piso se encuentra estable, sin embargo, la severidad es muy alta superior al margen de error que se establece en las normas.

Continuando con el análisis de los resultados, en el segundo piso tenemos:

Tabla 68. Cuadro de patología del segundo piso

Elemento \ Patología	Grietas	Fisuras	Picaduras
Columnas	5	8	5
Vigas	22	3	0
Losa Aligerada	5	4	0
<b>Total</b>	<b>32.00</b>	<b>15.00</b>	<b>5.00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

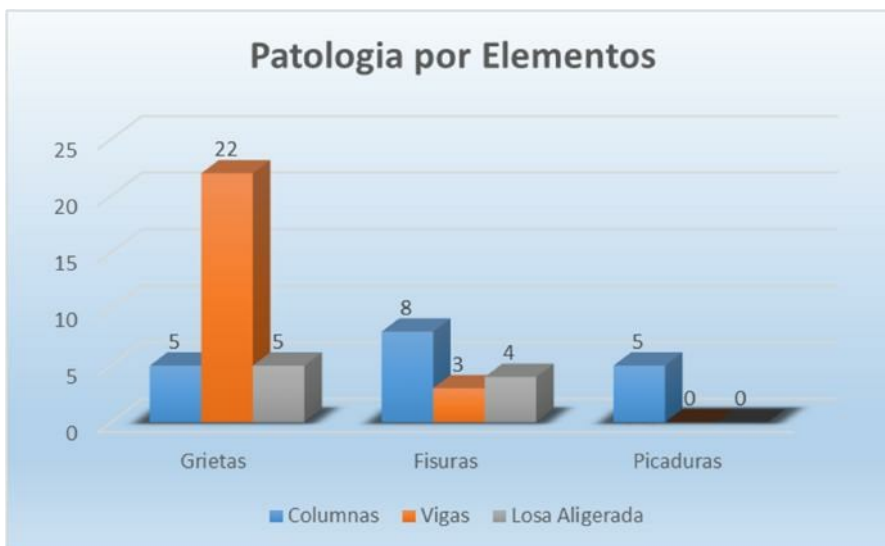


Figura 125. Cuadro de patología del segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura que las vigas del segundo piso es la más afectada incluso que el primer piso, teniendo los siguientes porcentajes:

Tabla 69. Resumen de patología del segundo piso

N°	Descripción	Cantidad	%
1	Grietas	32.00	61.54%
2	Fisuras	15.00	28.85%
3	Picaduras	5.00	9.62%
<b>Total</b>		<b>52.00</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 126. Resumen de patología del segundo piso

La **descripción e interpretación** de dicha figura representa que existe un incremento de agrietamiento el 53.85% a 61.54% en comparación del primer piso, y una reducción de un 34.62% a 28.85% en las patologías tipo fisura igualmente se recude 11.54% a 9.62% a las patologías de tipo picadura.

Continuando con el análisis, se ha considerado que las condiciones de severidad leve es una zona inafectada, mientras lo moderado y grave ya representa un área afectada, por lo que tenemos:

*Tabla 70. Área afectada e inafectada del segundo piso*

Descripción	Área	%
Área afectada	99.34	49.11%
Área Inafectada	102.95	50.89%
<b>Total</b>	<b>202.29</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 127. Área afectada e inafectada del segundo piso.*

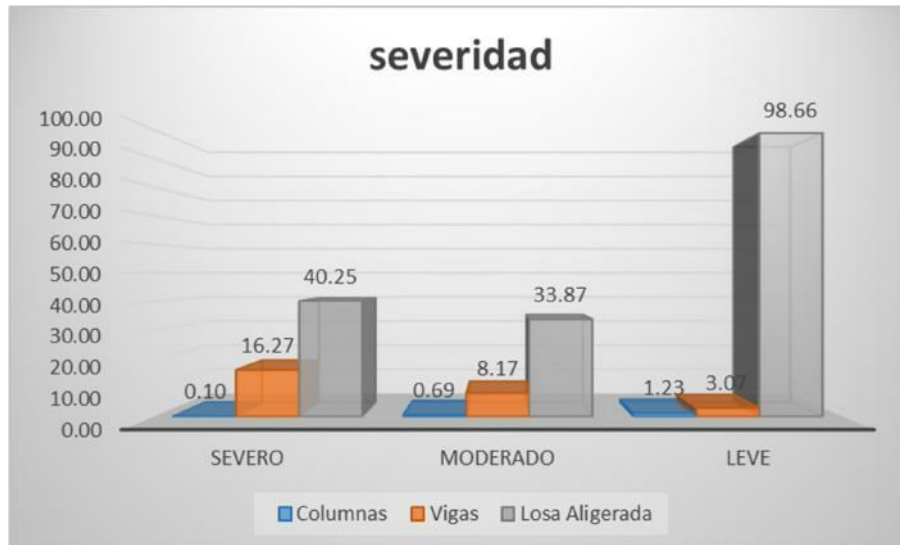
La **descripción e interpretación** de dicha figura representa que el 49.11% es un área afectada por alguna patología severa o moderada, mientras un 50.89% es un área inafectada. Manteniendo mi criterio considero que el área afectada es muy alta.

Finalmente, se ha agrupado por todos los elementos de la edificación correspondiente al segundo piso, se pretende determinar el nivel de severidad que esta tuviese, en tal sentido tenemos la siguiente tabla:

*Tabla 71. Severidad general del segundo piso*

Elemento \ Severidad	Severo	Moderado	Leve
Columnas	0.10	0.69	1.23
Vigas	16.27	8.17	3.07
Losa Aligerada	40.25	33.87	98.66
<b>Total</b>	<b>56.62</b>	<b>42.73</b>	<b>102.95</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016



*Figura 128. Severidad general del segundo piso.*

La **descripción e interpretación** de dicha sucede lo mismo que el segundo piso, por lo que convertiremos a los siguientes porcentajes:

*Tabla 72. Resumen de la severidad del segundo piso*

N°	Descripción	Cantidad	%
1	Severo	56.62	27.99%
2	Moderado	42.73	21.12%
3	Leve	102.95	50.89%
	<b>Total</b>	<b>202.29</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

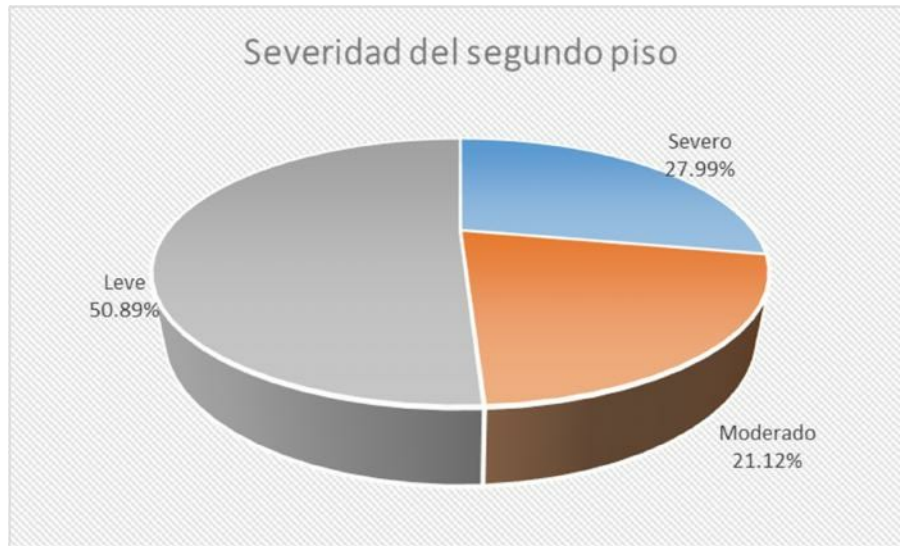


Figura 129. Resumen de la Severidad del segundo piso.

La **descripción e interpretación** de dicha figura indica que la severidad del primer piso corresponde en un 50.89% en un nivel leve, mientras un 27.99% a un nivel severo, y finalmente un 21.12% a un nivel moderado. Aparentemente, la edificación del segundo piso se encuentra estable, sin embargo, el nivel severo se encuentra muy superior al margen de error que se establece en las normas.

#### 4.2 Análisis de los resultados.

Habiéndose procesado todas las muestras de la presente investigación, se tiene los siguientes análisis:

- En la muestra 01, el 44.44% tiene una severidad leve, sin embargo, entre moderado y severo suman un 55.56% y de acuerdo a ICG <sup>(11)</sup> indica que existe una reducción en la capacidad sismorresistente y es necesario realizar un proyecto de reparación y de refuerzo de la estructura siendo la patología principal picaduras con exposición del acero. Encontrándose básicamente la falla en las columnas circulares.

- En la muestra 02, el 55.56% tiene un nivel de severidad leve, por lo que no existe reducción de la capacidad sismorresistente en tal sentido la restauración de los elementos dañados.
- En la muestra 03, el 40.00% es severo y 36.00% es moderado, considerando que afecta y la reducción importante de la capacidad sismorresistente, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura, considerando que la patología predominante es el agrietamiento que superan el 0.5 mm.
- En la muestra 04, el 52.00% es severo y el 32.00% es moderado, considerando que afecta y la reducción importante de la capacidad sismorresistente, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura, considerando que la patología predominante es el agrietamiento que superan el 0.5 mm.
- En la muestra 05, el 76.70% la severidad es leve, y el 23.30% es de un nivel severo, aparentemente no existe reducción de la capacidad sismorresistente en tal sentido la restauración de los elementos dañados, sin embargo, el daño severo refleja un agrietamiento circundante de supera los 13.00 mm, por lo que considerando que afecta y la reducción importante de la capacidad sismorresistente, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura

- En la muestra 06, el 57.10% tiene un nivel leve, 23.30% un nivel severo, y un 19.60% moderado, aparentemente no existe reducción de la capacidad sismorresistente en tal sentido la restauración de los elementos dañados, sin embargo, el daño severo refleja un agrietamiento circundante de supera los 13.00 mm, por lo que considerando que afecta y la reducción importante de la capacidad sismorresistente, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura
- Considerando que los elementos estructurales sufren patologías muy severas y afectando completamente la capacidad sismorresistente, además que se encuentra diseñada contra la norma, sumándole el proceso constructivo como lo señala Astorga A., Rivero P <sup>(25)</sup>, por lo que conlleva de ser posible una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien en el refuerzo generalizado de la estructura.



## V. Conclusiones y Recomendaciones.

### 5.1 Conclusiones.

El presente trabajo de investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El módulo 01 presenta una falla estructural **FUERTE O MODERADO** con un 55.56%, teniendo como patología predominante las picaduras y agrietamiento, debido al proceso constructivo. Considerando que existe un desplome de una columna circular de más 1/100 de su altura.
- El módulo 02 presenta una falla estructural **LIGERO**, con un 55.56%, teniendo como patología predominante las picaduras y agrietamiento, debido al proceso constructivo.
- El módulo 03 presenta una falla estructural **GRAVE O SEVERO**, con un 40.00%, teniendo como patología predominante las grietas, cabe indicar que la presencia de grietas con su propio peso, es decir se encuentra en su segunda etapa de la viga, y considerando como posible causa Cortante o torsión.
- El módulo 04 presenta una falla estructural **GRAVE O SEVERO**, con un 52.00%, teniendo como patología predominante las grietas, cabe indicar que la presencia de grietas con su propio peso, es decir se encuentra en su segunda etapa de la viga, y considerando como posible causa Cortante o torsión. Siendo la más crítica en todos los elementos encontrados
- El módulo 05 presenta una falla estructural **LIGERO O LEVE**, sin embargo, aparentemente se observa un asentamiento de las columnas del eje 3, en donde ha cedido la losa aligerada teniendo un agrietamiento en la parte superior de la losa de más de 15mm.

- De igual manera el módulo 06, con la diferencia que se reduce significativamente la gravedad de la misma.
- De acuerdo a todos los resultados, la conclusión general en recurrir a una evaluación definitiva, en la cual se cumpla el diseño sismorresistente, que permita la decisión total o parcial de las posibles demoliciones, así como el reforzamiento de los elementos, realizando pruebas de laboratorios para determinar si la resistencia utilizada es la adecuada, modulando la edificación actual y comprobar mediante software, hasta donde soporta una actividad sísmica.

## **5.2 Recomendaciones.**

El presente trabajo de investigación llego a las siguientes recomendaciones:

- El marco teórico de la presente investigación estableció parámetros precisos que se debe considerar para el diseño de una edificación, y su posterior control, esto conlleva a poder solucionar el problema de investigación de la manera más adecuada.
- La importancia de la mano de obra califica, en una obra de esta magnitud, el control y supervisión de los profesionales, el uso adecuado de materiales de construcción, así, como la dosificación que esta necesita para su optimo desempeño.
- Muchas patologías vistas en esta investigación se pueden reducir sin embargo el diseño planteado es extremista, con configuraciones inadecuadas, generando pérdidas económicas al estado.
- Finalmente, de acuerdo a los resultados de la investigación el estado actual de las estructuras de la Institución Educativa Primaria Mariano

Melgar del distrito de Huariaca, provincia y departamento de Pasco, en GRAVE, siendo necesario proteger los módulos colindantes, desocuparse y suprimirse el acceso y la circulación, hasta que los estudios definitivos determinen su situación final.

## Referencias bibliográficas.

- (1) Cabrera T., Plaza R. Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia Plaza Aveldaño [Tesis de Pregrado]. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; 2014.
- (2) Chávez A., Unquén A. Métodos de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas [Tesis de Pregrado]. Punta Arenas, Chile: Universidad de Magallanes; 2011.
- (3) Avendaño E. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial [Tesis de pregrado]. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2006.
- (4) Díaz P. Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia [Tesis de Grado]. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana; 2014.
- (5) Peña C. Determinación de los tipos de patologías y evaluación del grado de las mismas en las instituciones educativas del distrito de Catacaos – provincia de Piura [Tesis de pregrado]. Piura, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2010.
- (6) Palomino C. Determinación y evaluación de las patologías de concreto de los elementos estructurales de las viviendas de material noble del distrito de San Juan Bautista, Provincia de Huamanga – Ayacucho – enero 2011 [Tesis de pregrado]. Ayacucho, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2011.
- (7) Cisneros J. Metodología de análisis preliminar de estructuras de concreto a través de sus patologías en el Lt. 31 Mz. 9 P.J. Miraflores tercera zona – Chimbote – Santa – Ancash, septiembre 2013 [Tesis de pregrado]. Chimbote, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2011.
- (8) Guzmán G. Análisis y diseño estructural con interacción suelo estructura (ISE) del edificio multifamiliar “Buena Vista” en la ciudad de Lima con un sistema dual para un sismo severo con amortiguamiento del 2% y secciones de muros agrietados [Tesis de pregrado]. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2004.
- (9) E.030, Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente [Seriado en línea] 2016 [Citado 2016 Ene 24]. [30 páginas]
- (10) E.060, Norma Técnica E.060 Concreto Armado [Seriado en línea] 2006 [Citado 2012 Abr 19]. [201 páginas] disponible en: [http://www.construccion.org.pe/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2009\\_E\\_060.pdf](http://www.construccion.org.pe/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf)
- (11) ICG, Agenda Técnica ICG [Décimo Tercera Edición 2014] 2014 [287 páginas]

- (12) Arnold Ch., Reitherman R. Configuración y diseño sísmico de Edificios Ed. Limusa; México; 1994.
- (13) McCormac J. Diseño de Concreto Reforzado [Quinta Edición] México, Ed. Alfaomega Grupo Editor; Oct. 2009 [797 páginas].
- (14) Pantigoso H. Sap 2000 Versión 11 [Primera Edición] Lima, Perú; Ed. Grupo Editorial Megabyte; Ago 2007 [459 páginas]
- (15) Singer P. Resistencia de Materiales [Cuarta Edición] Madrid, España; Ed. Alfaomega Grupo Editor; 1994 [583 Páginas]
- (16) Nilson A, Winter G. Diseño de estructuras de concreto. 1994:3
- (17) Villarino A. Muros. Epub Escuela Politécnica Superior de Ávila. 2012.
- (18) Ottazzi G. Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado [Tesis de grado]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2004.
- (19) Florentin M., Granada R. Patologías Constructivas en los edificios. Prevenciones y soluciones [Primera edición]. Asunción, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción, Jun 2009 [120 páginas]
- (20) Rivva E. Durabilidad y patología del concreto. México; 2006
- (21) Niño J. Patología de las estructuras. 2009.
- (22) Gegdyszman S. Patología de la construcción. Revista Vivienda. 2013.
- (23) Muños H. Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto. Seminario. 2001.
- (24) Muñoz H. Evaluación y diagnóstico patológico de estructuras de concreto. Seminario de Asocreto. Bogotá: Asocreto. 2001.
- (25) Astorga A., Rivero P. Patologías en las edificaciones [Modulo III – Sección IV] 2009 [44 páginas] disponible en: [http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf)

Anexos.

Fichas de campo.

**FORMATO DE CAMPO**

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS							COLUMNAS												
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:							CÓD. ANR N°			FECHA:									
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO:							PISO: <u>Primero</u>												
COLUMNAS										PATOLOGIA									
TIPO	Eje Vertical	Eje Horizontal	lado (a) ml	lado (b) ml	lado (c) ml	lado (d) ml	Area M²	Altura	Perimetro (ml)	Tipo	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad						
Rectangular	A	2	0.30	0.30				3.00	1.20	2	Diagonal	0.40							
"	A	4	0.30	0.30				3.00	1.20	2	"	0.40							
"	B	2	0.30	0.30				3.00	1.20	7	"	45.00							
"	B	4	0.30	0.30				3.00	1.20	2	"	0.40							
Tipo L	C	1	0.40	0.40	0.25	0.15		3.00	1.60	2	"	0.50							
"	C	2	0.40	0.40	0.25	0.15		3.00	1.60	2	"	0.40							
Rectangular	C	4	0.25	0.25				3.00	1.00	2	"	0.60							
Circular	D	3	0.25					3.00	0.7854	7	Superfíc.	12.00							
"	D	4	0.25					3.00	0.7854	7	"	10.00							
Tipo T	E	1	0.65	0.25	0.20	0.15		3.00	2.10	2	Diagonal	0.40							
"	E	2	0.65	0.25	0.20	0.15		3.00	2.10	2	"	0.60							
Circular	E	3	0.25					3.00	0.7854	7	Profunda	15.00							
Tipo T	F	1	0.65	0.25	0.20	0.15		3.00	2.10	2	Diagonal	0.50							
"	F	2	0.65	0.25	0.20	0.15		3.00	2.10	2	"	0.40							


  
 David Asencio Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 81774

Figura 130. Formato de campo 01 - Columnas





## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS									VIGAS										
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:						CÓD. ANR N°			FECHA:										
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO:						PISO: <i>PRIMERO (1)</i>													
VIGAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M²	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad							
PRINC.	A	2	4	0.30	0.45			4.59	1	DIAG	1.50								
"	B	2	4	0.30	0.45			4.59	1	"	1.00								
"	C	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	0.90								
"	C	2	4	0.25	0.40			4.59	1	"	1.20								
BORDC	D	3	4	0.25	0.40			2.04	2	"	0.40								
PRINC	E	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	1.80								
"	E	2	3	0.25	0.25			2.73	1	"	2.00								
"	F	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	2.20								
"	F	2	3	0.25	0.25			2.73	1	"	0.90								
"	G	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	3.00								
"	G	2	3	0.25	0.25			2.73	1	"	0.90								

 Javier David Alencia Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 61774

Figura 132. Formato de campo 03 - Vigas



## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS									VIGAS										
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:						CÓD. ANR N°			FECHA:										
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO:						PISO: PRIMERO (2)													
VIGAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad							
SECUND.	1	C	E	0.25	0.40			4.47	1	DIAGONAL	0.90								
"	1	E	F	0.25	0.40			4.75	1	"	0.80								
"	1	F	G	0.25	0.40			4.47	1	"	1.80								
"	2	A	B	0.30	0.40			3.72	2	"	0.40								
"	2	B	C	0.30	0.40			3.74	2	"	0.40								
"	2	C	E	0.25	0.40			4.47	1	"	0.90								
"	2	E	F	0.25	0.40			4.75	1	"	1.50								
"	2	F	G	0.25	0.40			4.47	1	"	0.90								
"	3	D	E	0.25	0.40			3.49	1	"	0.80								
"	3	E	F	0.25	0.40			4.75	1	"	0.80								
"	3	F	G	0.25	0.40			4.47	1	"	2.10								

  
 Javier David Arancibia Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. 61774

Figura 133. Formato de campo 04 - Vigas

## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS					VIGAS							
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA												
EVALUADOR:				CÓD. ANR N°			FECHA:					
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:												
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones								
[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas								
[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento								
[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo								
EVALUACIÓN DE MODULO:				PISO: PRIMERO (3)								
VIGAS									PATOLOGIA			
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad
SECUNDARIA	4	A	B	0.30	0.40			3.72	2	DIAG	0.40	
SECUNDARIA	4	B	C	0.30	0.40			3.74	2	"	0.40	
"	4	C	D	0.25	0.40			1.00	2	"	0.40	

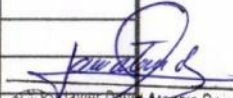
  
 Javier Davila Alencija Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 61774

Figura 134. Formato de campo 05 - Vigas



## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS								LOSAS ALIGERADAS											
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:								CÓD. ANR N°			FECHA:								
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO: 01								PISO: SEGUNDO											
LOSAS ALIGERADAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Eje Vertical	Eje Horizontal	Eje Horizontal	Largo ml	Ancho ml	Area M <sup>2</sup>	Espesor	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad							
ALIGERADA	A	B	2	4	4.54	3.72		0.20	1	I	0.80								
"	B	C	2	4	4.54	3.74		"	1	I	0.90								
"	C	E	1	2	6.50	4.83		"	2	H	0.40								
"	C	D	3	4	1.88	1.43		"	2	H	0.40								
"	C	E	2	3	2.73	4.83		"	1	C	6.00								
"	E	F	1	2	6.50	5.12		"	2	H	0.40								
"	E	F	2	3	2.73	5.12		"	1	C	9.00								
"	F	G	1	2	6.50	4.83		"	2	H	0.40								
"	F	G	2	3	2.73	4.83		"	1	C	12.00								



Javier David Anuncia Rojas  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 61774

Figura 135. Formato de campo 06 – Losa Aligerada

## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS										COLUMNAS									
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:								CÓD. ANR N°			FECHA:								
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO:								PISO: <u>SEGUNDO (1)</u>											
COLUMNAS										PATOLOGIA									
TIPO	Eje Vertical	Eje Horizontal	lado (a) ml	lado (b) ml	lado (c) ml	lado (d) ml	Area M²	Altura	Perimetro (ml)	Tipo	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad						
RECTANGULAR	A	2	0.30	0.30				3.00		2	DIAG	0.50							
"	A	4	0.30	0.30				"		2	"	0.30							
"	B	2	0.30	0.30				"		2	"	0.90							
"	B	4	0.30	0.30				"		2	"	0.30							
TIPO L	C	1	0.40	0.40	0.25	0.15		"		2	"	0.30							
"	C	2	0.40	0.40	0.25	0.15		"		2	"	0.40							
RECTANGULAR	C	4	0.25	0.25				"		2	"	0.60							
CIRCULAR	D	3	0.25					"		7	SUPERF.	9.00							
"	D	4	0.25					"		7	"	8.00							
TIPO T	E	1	0.65	0.25	0.20	0.15		"		2	DIAG	0.40							
TIPO T	E	2	0.65	0.25	0.20	0.15		"		2	DIAGONAL	0.60							
CIRCULAR	E	3	0.25					"		7	PROFUNDA	8.00							
TIPO T	F	1	0.65	0.25	0.20	0.15		"		2	DIAGONAL	0.40							
TIPO T	F	2	0.65	0.25	0.20	0.15		"		2	DIAGONAL	0.80							

  
 Javier David Atencia Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 61774

Figura 136. Formato de campo 07 - Columnas





## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS									VIGAS										
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:						CÓD. ANR N°				FECHA:									
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO:						PISO: <u>SEGUNDO (1)</u>													
VIGAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M²	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad							
PRINCIPAL	A	2	4	0.30	0.45			4.59	1	DIAGONAL	1.80								
"	B	2	4	0.30	0.45			4.59	1	"	2.00								
"	C	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	2.20								
"	C	2	4	0.25	0.40			4.59	1	"	1.70								
BORDE	D	3	4	0.25	0.40			2.04	2	"	0.40								
PRINCIPAL	E	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	2.50								
"	E	2	3	0.25	0.25			2.73	1	"	0.80								
"	F	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	1.40								
"	F	2	3	0.25	0.25			2.73	1	"	0.90								
"	G	1	2	0.25	0.60			6.30	1	"	0.90								
"	G	2	3	0.25	0.25			2.73	1	"	0.70								

  
 Javier Darío Alarcón Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. 61774

Figura 138. Formato de campo 09 - Vigas



## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS							VIGAS												
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR: BACH. LUIS WONG OÑATE						CÓD. ANR N° 1401092004			FECHA: 02/05/2016										
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO:						PISO: Segundo (02)													
VIGAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Desde	Hasta	Ancho	Alto	Area M <sup>2</sup>	Perimetro mm	Largo	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad							
Secundario	1	C	E	0.25	0.40			4.47	1	DIAGONAL	0.80								
"	1	E	F	0.25	0.40			4.75	1	"	0.95								
"	1	F	G	0.25	0.40			4.47	1	"	1.00								
"	2	A	B	0.30	0.40			3.72	1	"	1.50								
"	2	B	C	0.30	0.40			3.74	1	"	0.80								
"	2	C	E	0.25	0.40			4.47	2	"	0.30								
"	2	E	F	0.25	0.40			4.75	2	"	0.40								
"	2	F	G	0.25	0.40			4.47	1	"	0.90								
"	3	D	E	0.25	0.40			3.47	1	"	1.00								
"	3	E	F	0.25	0.40			4.75	1	"	1.50								
"	3	F	G	0.25	0.40			4.47	1	"	1.20								

  
 Javier Davila Alencia Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 61774

Figura 139. Formato de campo 10 - Vigas





## FORMATO DE CAMPO

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS								LOSAS ALIGERADAS											
EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA: PORTICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR - HUARIACA																			
EVALUADOR:						CÓD. ANR N°			FECHA: 07-02-2016										
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS:																			
[1] Grietas	[2] Fisuras	[3] Corrosión	[4] Eflorescencia	[5] Filtraciones	[6] Disgregamiento	[7] Picaduras	[8] Manchas	[9] Cráteres	[10] Escamas	[11] Goteras	[12] Polvo	[13] Abultamiento	[14] Descascaramiento	[15] Asentamiento	[16] Capilaridad	[17] Erosión	[18] Desconchamiento	[19] Desmoronamiento	[20] Hongo
EVALUACIÓN DE MODULO: 01						PISO: <i>Primero</i>													
LOSAS ALIGERADAS									PATOLOGIA										
TIPO	Eje Vertical	Eje Vertical	Eje Horizontal	Eje Horizontal	Largo ml	Ancho ml	Area M <sup>2</sup>	Espesor	Tipos	Daño	Espesor máx. (mm)	Severidad							
<i>Aligerada</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>4.54</i>	<i>3.72</i>		<i>0.20</i>	<i>2</i>	<i>H</i>	<i>0.30</i>								
<i>"</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>4.54</i>	<i>3.74</i>		<i>0.20</i>	<i>2</i>	<i>H</i>	<i>0.20</i>								
<i>"</i>	<i>C</i>	<i>E</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>6.50</i>	<i>4.83</i>		<i>0.20</i>	<i>2</i>	<i>H</i>	<i>0.40</i>								
<i>"</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>1.86</i>	<i>1.43</i>		<i>0.20</i>	<i>2</i>	<i>I</i>	<i>0.30</i>								
<i>"</i>	<i>C</i>	<i>E</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>2.73</i>	<i>4.83</i>		<i>0.20</i>	<i>1</i>	<i>C</i>	<i>5.00</i>								
<i>"</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>6.50</i>	<i>5.12</i>		<i>0.20</i>	<i>2</i>	<i>H</i>	<i>0.40</i>								
<i>"</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>2.73</i>	<i>6.12</i>		<i>0.20</i>	<i>1</i>	<i>C</i>	<i>10.00</i>								
<i>"</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>6.50</i>	<i>4.83</i>		<i>0.20</i>	<i>2</i>	<i>H</i>	<i>0.30</i>								
<i>"</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>2.73</i>	<i>4.83</i>		<i>0.20</i>	<i>1</i>	<i>C</i>	<i>13.00</i>								

  
 Javier Davila  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. 61774

Figura 141. Formato de campo 12 – Losa Aligerada

**Autorizaciones.**



**GOBIERNO REGIONAL DE PASCO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA**



**CARTA N°. 092-2016-GOREPA-GGR-GR/**

Sr.  
**Luis Wong Oñate**

**ASUNTO : AUTORIZACION PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS**

**FECHA : Cerro de Pasco, 25 de febrero del 2016**

*Me es grato dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y a su vez comunicarle lo siguiente:*

*Que, en virtud a su pedido, sobre la elaboración de un estudio de Tesis denominado: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS PORTICADAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 35003 MARIANO MELGAR, DISTRITO DE HUARIACA, PROVINCIA DE PASCO, DEPARTAMENTO DE PASCO".*

*Considerando que dicho estudio no afectara la entidad, ni a la edificación, en ninguna de sus extremos, SE AUTORIZA al Sr. LUIS WONG OÑATE, proceda a realizar los estudios pertinentes.*

*Atentamente,*

  
GOBIERNO REGIONAL PASCO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
ING. CIVIL LUIS BENIGNO VELIZ  
GERENTE REGIONAL

*Figura 142. Autorización de la entidad*

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### a) Técnicas.

Se utilizará la evaluación visual y toma de datos a través de ficha técnica como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

- Técnicas: Formato de campo, personalizado por elemento.
- Instrumento: Fichas de investigación y de campo, guías de observación, cuestionarios.

Se obtuvo información para poder clasificar, analizar y evaluar con la finalidad de obtener las patologías que afectan las estructuras de la institución educativa primaria 35003 Mariano Melgar del distrito de Huariaca, provincia y departamento de Pasco.

### b) Instrumento.

Los instrumentos que se utilizó para esta investigación son:

**Regla milimétrica**, que se utilizó dimensionar las patologías como espesor del agrietamiento, profundidades de las picaduras, etc.

**La cinta métrica** para medir las longitudes de los elementos como columnas, vigas, losas, también permitió medir las separaciones de los elementos.

**GPS**, para establecer las coordenadas georreferenciales de la ubicación de la institución educativa.

**Cámara fotográfica**, para registrar el trabajo realizado.

**Computadora**, posterior a la toma de datos, se utilizó para el procesamiento de datos.

**Impresoras multifuncional**, se utilizó para imprimir los formatos y escanear los mismo

**c) Procesamiento.**

Se utilizaron tres aplicaciones básicamente, las cuales son:

Microsoft Word, Microsoft Excel y Autocad.

Se inició con el programa de AutoCAD, la cual permitió replantear los planos según información obtenida en el campo, consecuentemente mediante el programa Excel se procedió a ingresar los valores de los formatos, y a su vez, la elaboración, agrupación, y creación de los gráficos estadísticos, Microsoft Word para el procesamiento de textos, así, como la elaboración del informe.



Fuente: Elaboración propia, 2016

*Figura 143, Equipos y herramientas usados*



Fuente: Elaboración propia, 2016

*Figura 144, Regla milimétrica*



## Matriz de la investigación

Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las estructuras porticadas en la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco - Abril 2016.				
Problema	Objetivos	Marco teórico	Instrumentos y técnicas	Referencias biográficas
<p><b>Caracterización del problema</b></p> <p>La estructura de porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar - Huariaca, presenta procesos patológicos durante el proceso constructivo y establecer los parámetros a seguir.</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías influyen en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco, nos permitirá obtener el estado actual de la estructura?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar el índice de condición de las patologías y la severidad que presentan la estructura porticada de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar el tipo de patologías de concreto encontradas en las estructuras porticadas de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</li> <li>Determinar el grado de afectación de las patologías en las estructuras porticada de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</li> <li>Obtener el índice de condición de las patologías en las estructuras porticada de la Institución Educativa Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, distrito de Huariaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco.</li> </ul>	<p><b>Antecedentes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Antecedentes internacionales</li> <li>Antecedentes nacionales</li> </ul> <p><b>Bases teóricas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas estructurales</li> <li>Concreto</li> <li>Zapatas</li> <li>Columnas de concreto armado</li> <li>Vigas de concreto armado</li> <li>Losa</li> <li>Muros</li> <li>Patologías</li> </ul>	<p><b>Tipo y nivel de la investigación:</b></p> <p>Descriptivo, no experimental y de corte transversal en abril del 2016</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>El diseño es no experimental con un grupo no equivalente y la formula es la que sigue: <b>M ----- O ----- A ----- E</b>  M = Muestra de estudio. O = observación. A = Análisis. E = Evaluación.</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p><b>Población:</b> La población representa es la I.E. Primaria 35003 Mariano Melgar de Huariaca, es considerada como población finita.</p> <p><b>Muestra:</b> Las estructuras del módulo 01 de la I.E. Primaria 35003 Mariano Melgar - Huariaca</p> <p><b>Definición y operacionalización de variables:</b></p> <p>Variables, definición conceptual, dimensiones, definición operación al, indicadores</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de información.</b></p> <p>Técnica: La observación.  Instrumentos: Ficha de evaluación</p> <p><b>Plan de Análisis.</b></p> <p><b>Principios éticos.</b></p>	<p>(1) Cabrera T., Plaza R. Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia Plaza Aveldaño [Tesis de Pregrado]. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; 2014.</p> <p>(2) Chávez A., Unquén A. Métodos de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas [Tesis de Pregrado]. Punta Arenas, Chile: Universidad de Magallanes; 2011.</p> <p>(3) Avendaño E. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial [Tesis de pregrado]. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2006.</p> <p>(4) ....</p>

Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 145. Matriz de la Investigación

## Fotografías



*Figura 146. Vista de la edificación.*



*Figura 147. Vista de la edificación.*





*Figura 148.* Toma de datos in - situ.



*Figura 149.* Toma de datos in - situ.



*Figura 150. Vista de columna circular*



*Figura 151. Vista de picaduras*





*Figura 152. Unión entre columnas y vigas*



*Figura 153. Desplome de columna*



*Figura 154.* Vista de la viga principal



*Figura 155.* Vista del cambio de peralte de la viga principal



*Figura 156.* Vista de fisuras en las vigas



*Figura 157.* Vista de la viga en las zonas de agrietamiento





*Figura 158.* Grieta en la losa aligerada



*Figura 159.* Grieta en la losa aligerada



*Figura 160.* Vista de grietas en losa aligerada



*Figura 161.* Vista de fisura en losa aligerada



Planos

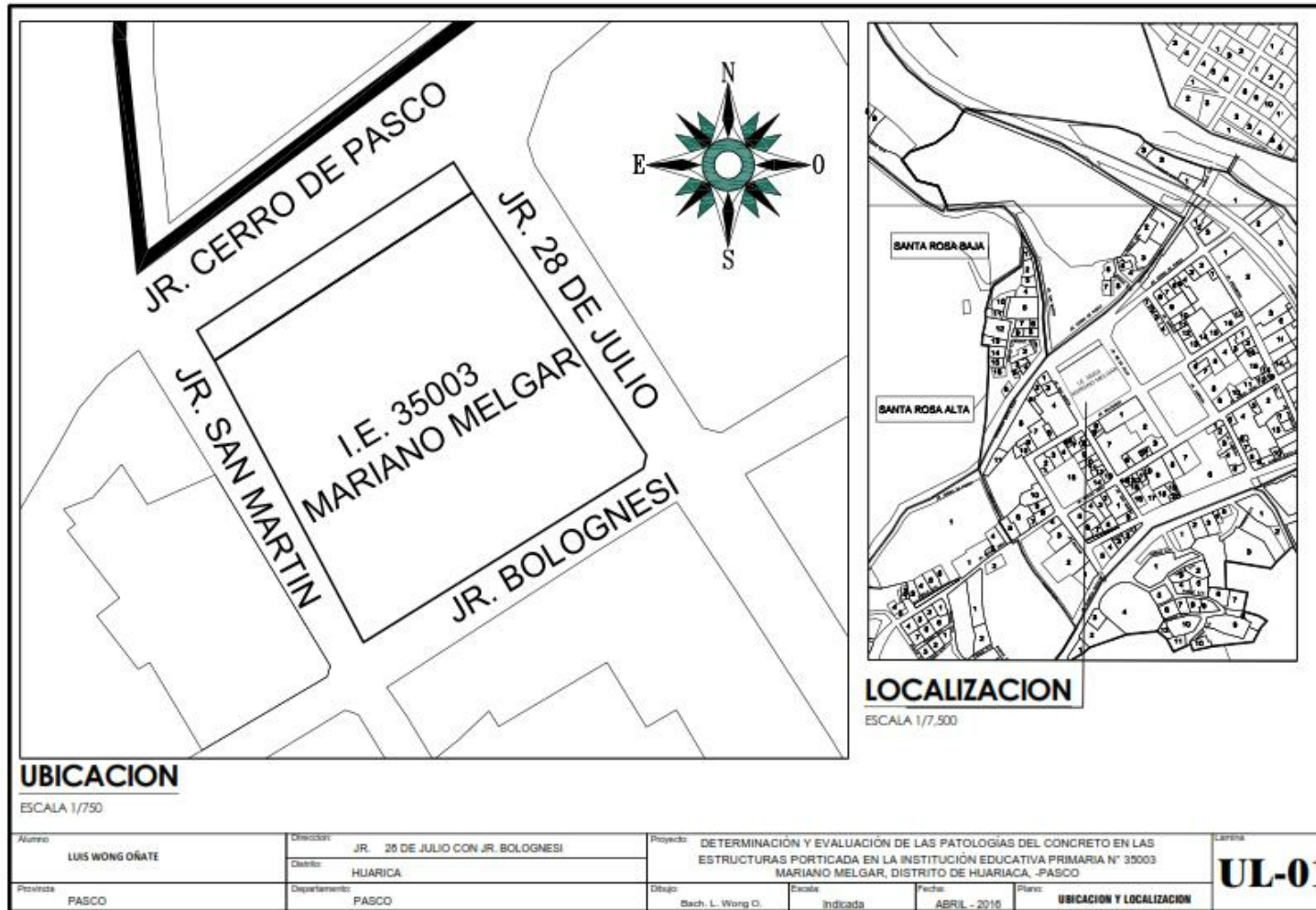


Figura 162. Plano de Ubicación

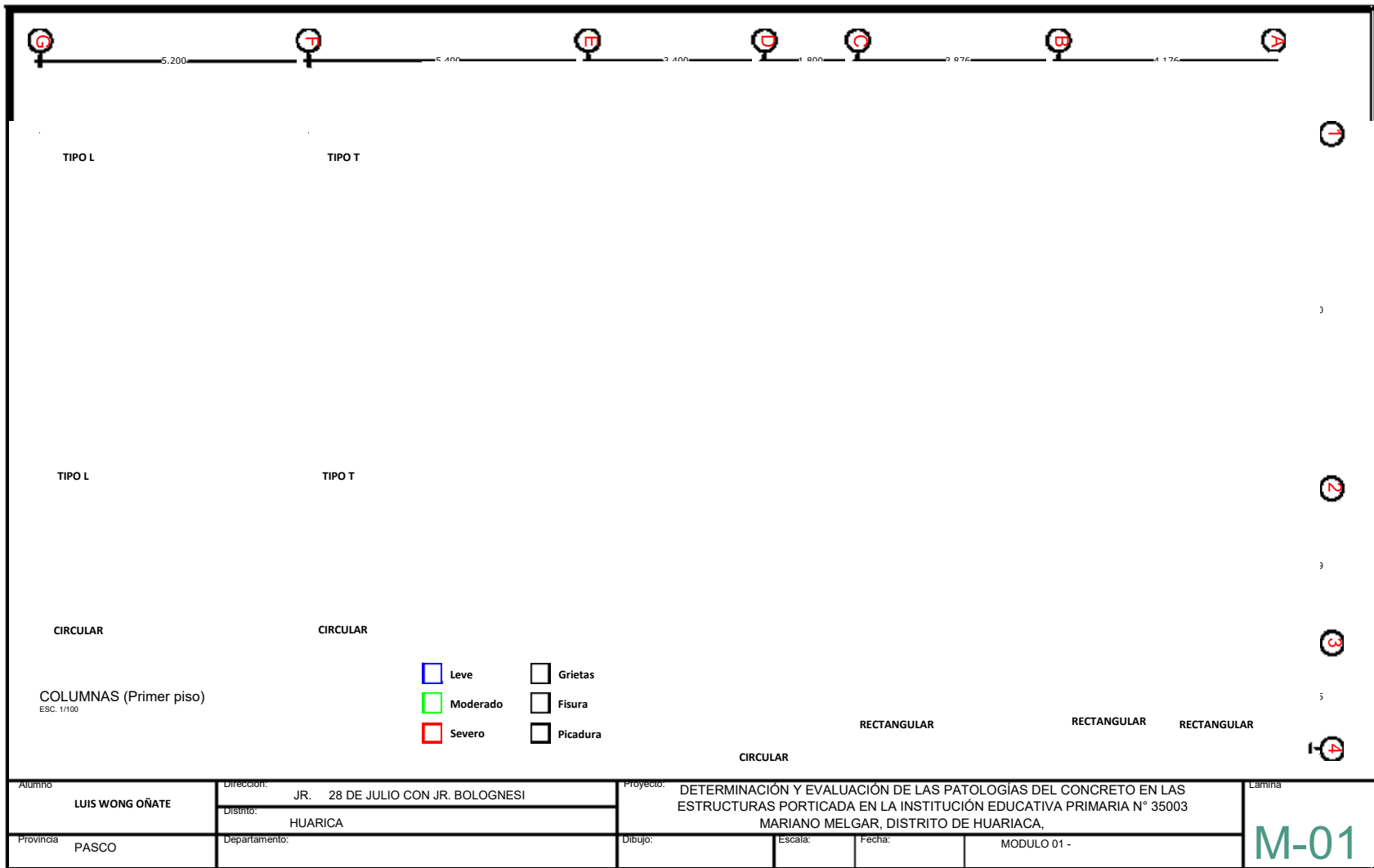


Figura 163. Muestra 01

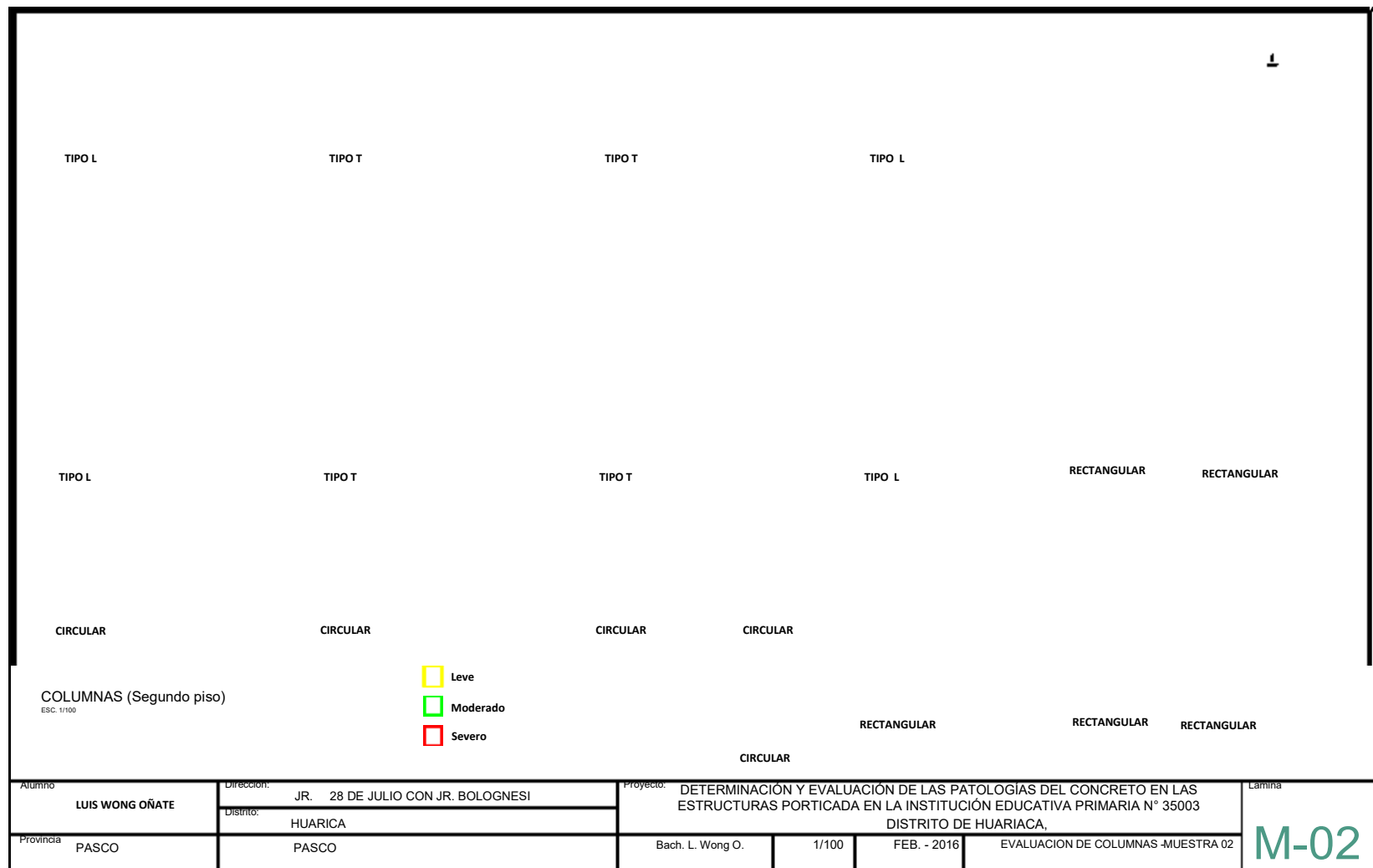


Figura 164. Muestra 02



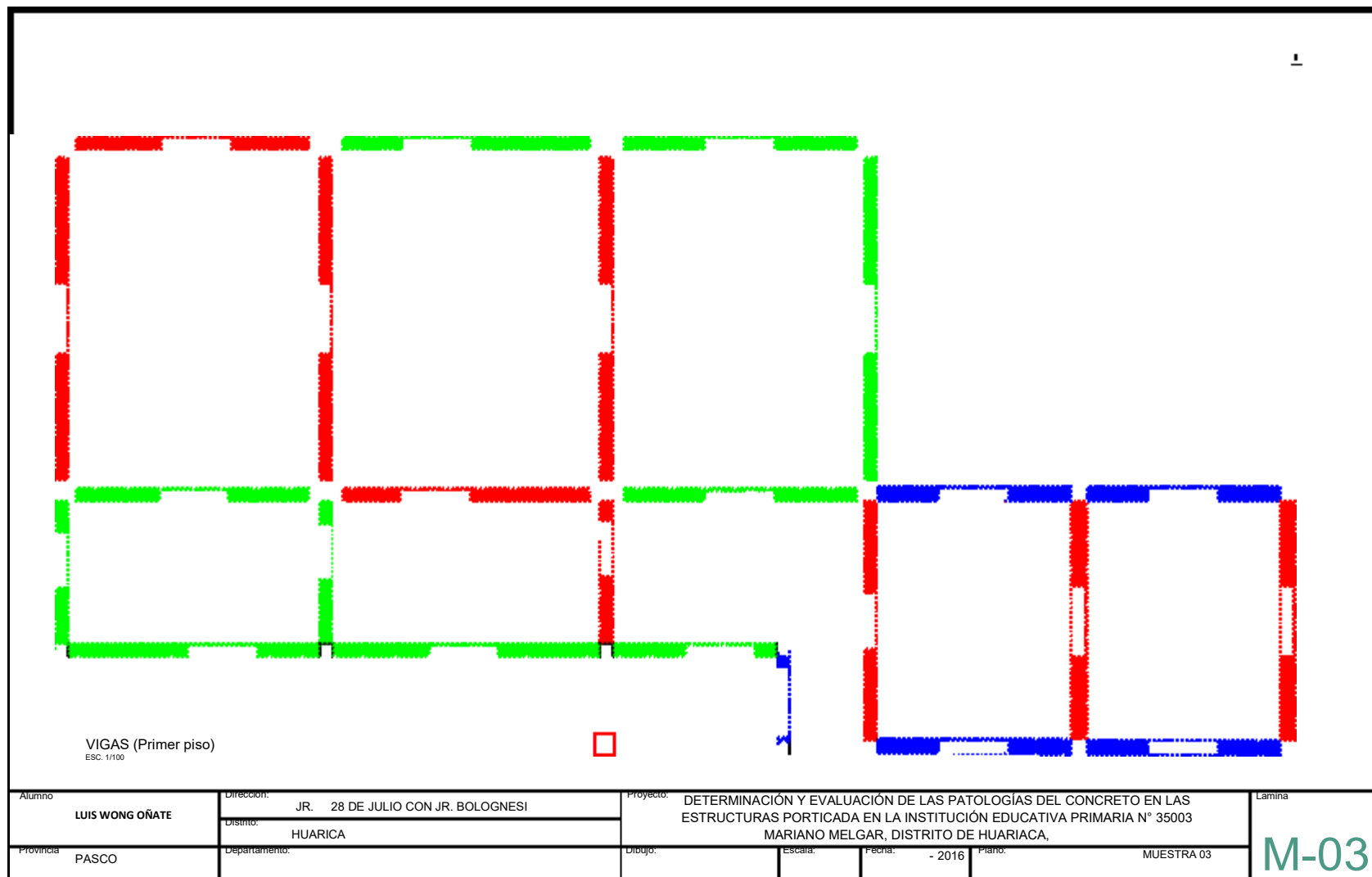


Figura 165. Muestra 03

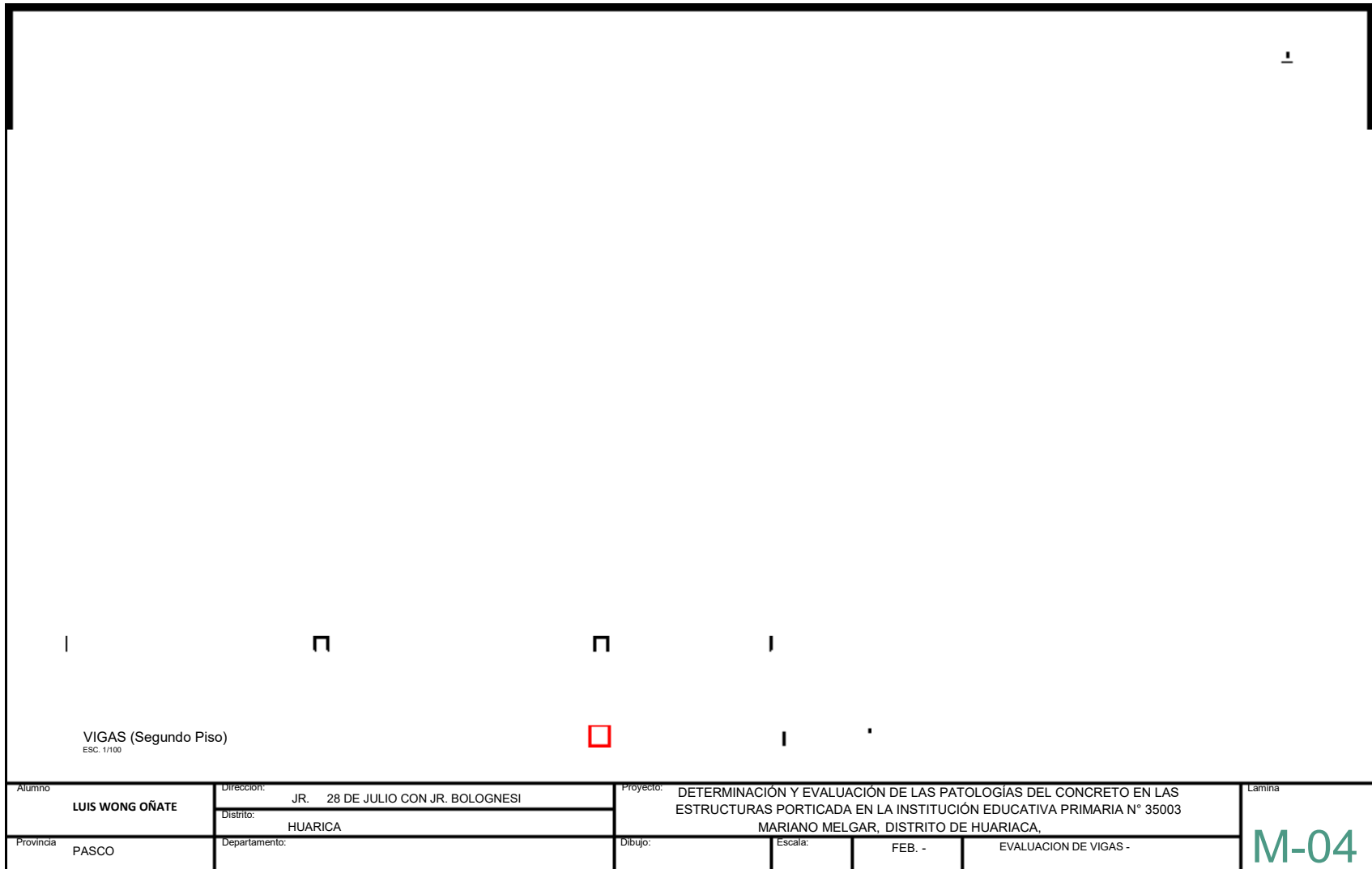


Figura 166. Muestra 04

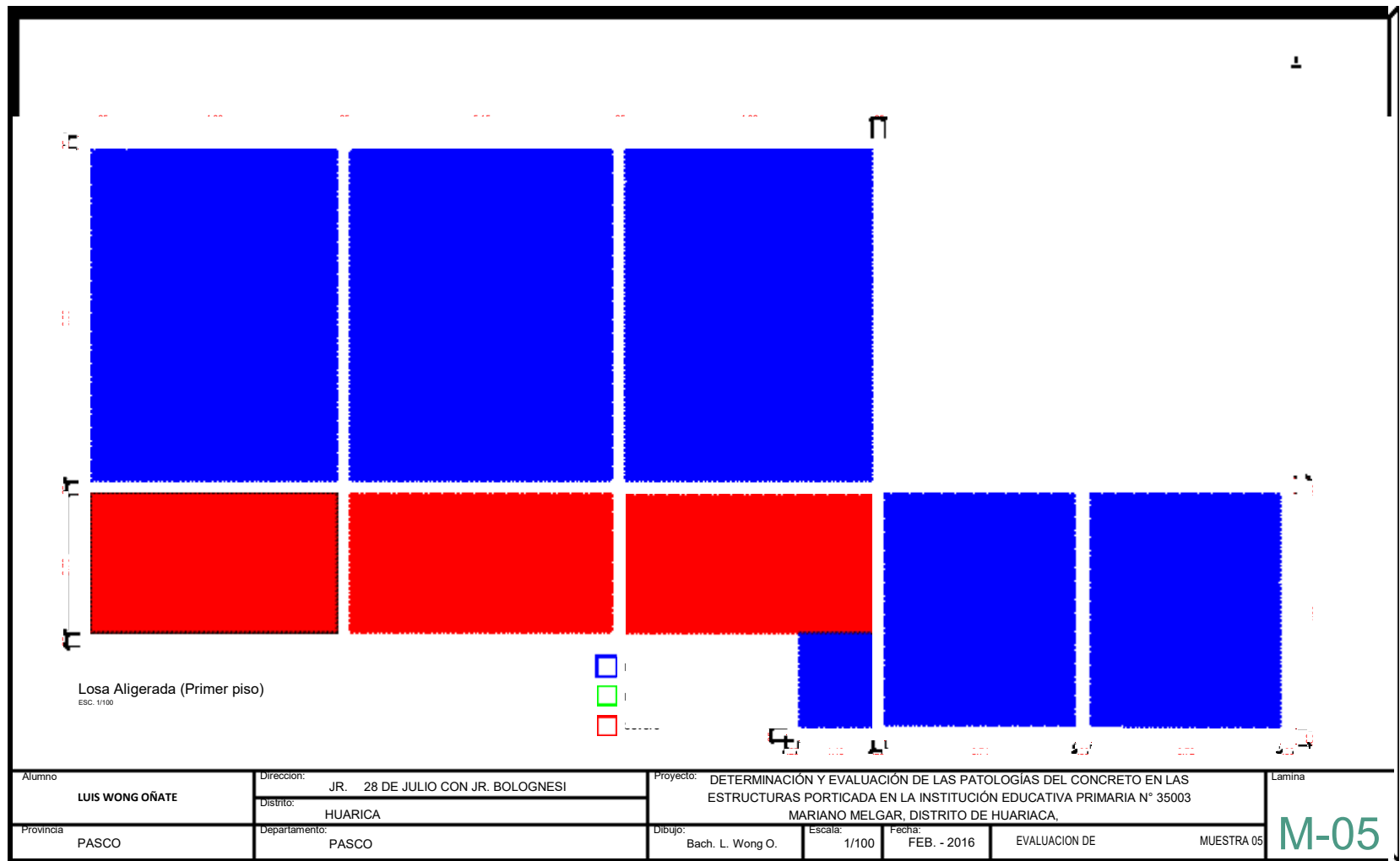


Figura 167. Muestra 05

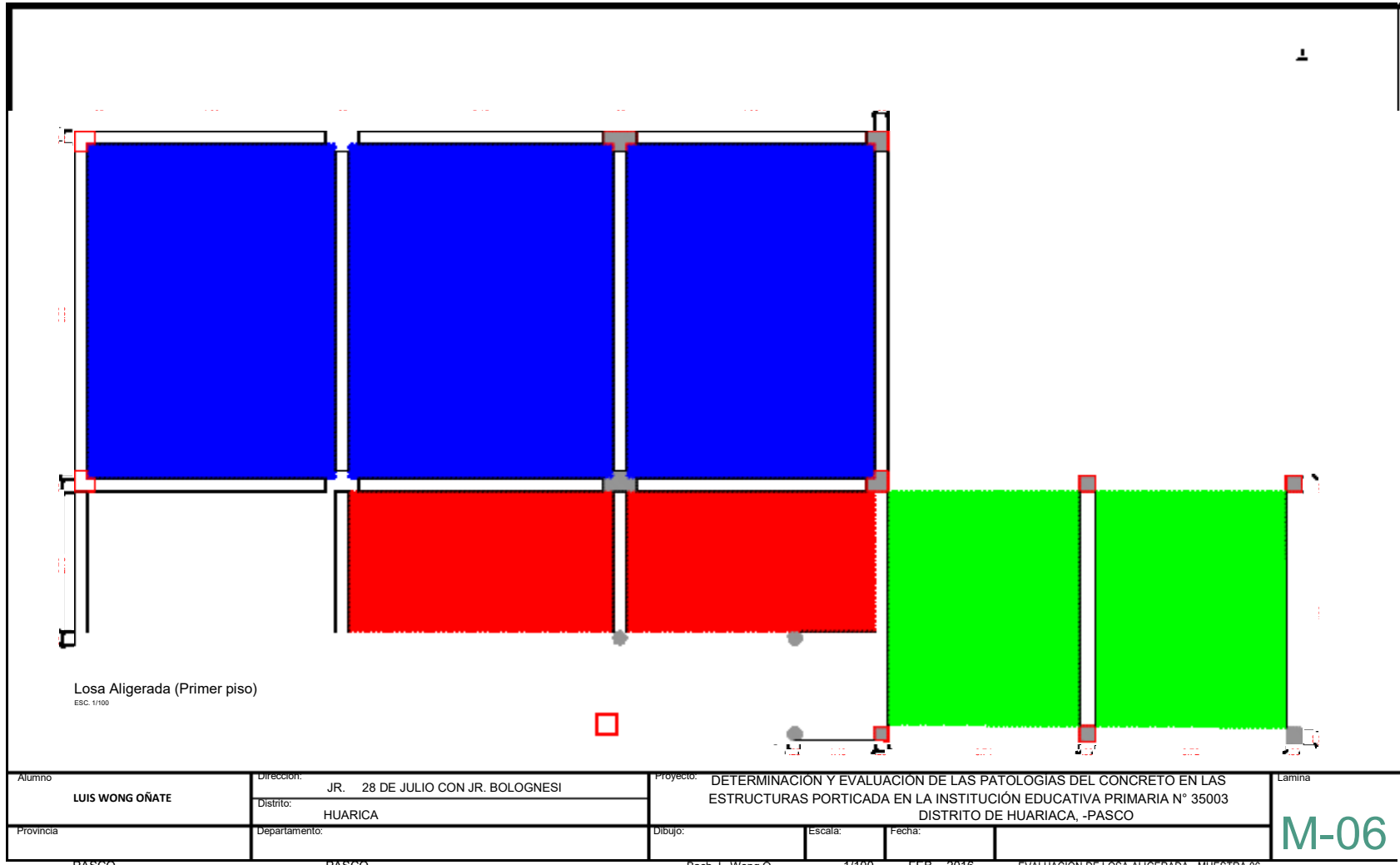


Figura 168. Muestra 06