



**ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA  
EDIFICACIÓN DONDE FUNCIONA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA  
DOCENTE DE TURBACO (INDOTUR)**

**EDILBERTO LORE AGAMEZ**

**MANUEL SALCEDO JARABA**

**ARQ. WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO**  
**DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
**ESPECIALIZACIÓN DE PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**JULIO 14 DE 2023**





## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	1
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	2
3.1 Objetivo general.....	2
3.2 Objetivos específicos.....	2
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b> .....	2
4.1 Marco teórico.....	2
4.1.1 Patología constructiva .....	2
4.1.2 Lesiones .....	3
4.1.2.1 Lesiones físicas.....	3
4.1.2.1.1 Humedad.....	3
4.1.2.1.2 Erosión.....	3
4.1.2.1.3 Suciedad.....	4
4.1.2.2 Lesiones mecánicas.....	4
4.1.2.2.1 Deformaciones.....	4
4.1.2.2.1.1 Flechas.....	4
4.1.2.2.1.2 Pandeo.....	4
4.1.2.2.1.3 Desplomes.....	4
4.1.2.2.1.4 Alabeos.....	5
4.1.2.2.2 Grietas.....	5
4.1.2.2.3 Fisuras.....	5
4.1.2.2.4 Desprendimientos.....	5
4.1.2.2.5 Erosiones mecánicas.....	6
4.1.2.3 Lesiones químicas.....	6
4.1.2.3.1 Eflorescencias.....	6
4.1.2.3.2 Oxidaciones y corrosiones.....	6
4.1.2.3.2.1 Oxidación.....	6
4.1.2.3.2.2 Corrosión .....	7
4.1.2.3.2.3 Organismos.....	7
4.1.2.3.2.4 Erosiones.....	7
4.1.2.3 Causas de las lesiones .....	7
4.1.2.3.1 Directas.....	8





4.1.3.2 Indirectas.....	8
4.2 Marco legal.....	8
4.3 Marco histórico.....	8
<b>5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
6.1. Descripción de la selección del paciente.....	10
6.2. Preparación y planteamiento del estudio.....	11
6.2.1. Inspección preliminar del paciente.....	11
6.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.....	11
6.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.....	11
6.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.....	11
6.2.5. Definición de los medios para realizar la exploración.....	11
6.3. <b>HISTORIA CLÍNICA.....</b>	<b>12</b>
6.3.1. Responsables del estudio.....	12
6.3.2. Fecha de realización del estudio.....	12
6.3.3. Datos generales del paciente.....	12
6.3.3.1 Nombre.....	12
6.3.3.2 Localización.....	12
6.3.3.3 Uso.....	13
6.3.3.4 Fecha de construcción.....	13
6.3.3.5 Importancia del paciente.....	13
6.3.3.6 Sistema estructural y constructivo.....	13
6.3.3.7 Normativa actual que lo rige.....	14
6.3.4 Características de la edificación.....	14
6.3.4.1 Tipo de cimentación.....	14
6.3.4.2 Altura.....	14
6.3.4.3 Área y número de pisos.....	14
6.3.4.4 Estado general de la edificación.....	14
6.3.4.5 Información existente.....	15
6.3.4.6 Fidelidad de planos.....	15
6.3.5 Aplicación patológica.....	15
6.3.5.1 Patología geriátrica.....	15
6.3.5.2 Patología curativa.....	15





6.3.6 Levantamiento de las lesiones.....	15
6.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente.....	18
6.3.8 Clasificación y origen de las patologías.....	18
6.3.9 Planteamiento de hipótesis sobre las lesiones.....	18
6.3.10 Características generales del área de ubicación del proyecto .....	19
6.3.10.1 Climatología.....	19
6.3.10.2 Geografía del municipio de Turbaco.....	19
6.3.10.3 Descripción física .....	19
6.3.10.4 Límites del municipio.....	19
6.3.10.5 Hidrogeología .....	20
6.3.10.6 Geología de la zona.....	20
6.3.10.6.1 Fallas geológicas.....	20
6.3.11 Estudio de suelos.....	23
6.3.11.1 Programa de perforaciones.....	23
6.3.11.2 Sondeos.....	25
6.3.11.3 Ensayos de laboratorio.....	26
6.3.11.4 Condiciones del lugar y del subsuelo.....	27
6.3.11.4.1 Estratigrafía .....	27
6.3.11.4.2 Nivel freático.....	28
6.3.11.4.3 Tipo del perfil del suelo.....	28
6.3.11.4.4 Capacidad portante admisible del suelo.....	28
<b>6.4 DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>29</b>
6.4.1 Programa de ensayos y exploraciones.....	29
6.4.1.1 Extracción de núcleos de concreto.....	30
6.4.1.2 Prueba de carbonatación .....	35
6.4.1.3 Ensayos con esclerómetro .....	39
6.4.1.4 Inspección de cimientos.....	40
6.4.2 Análisis de resultados.....	43
<b>7 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA.....</b>	<b>44</b>
7.1 Reseña sismológica del municipio de Turbaco.....	44
7.2 Sismicidad de la zona.....	45
7.3 Parámetros sísmicos de diseño.....	47





7.4	Fichas de vulnerabilidad.....	49
7.5	Matriz de vulnerabilidad.....	61
7.6	Análisis de vulnerabilidad del paciente.....	62
7.6.1	Análisis de cargas.....	63
7.6.2	Fuerzas sísmicas de diseño.....	63
7.6.2.1	Método de la fuerza horizontal equivalente.....	65
7.6.3	Combinaciones de cargas.....	67
7.6.4	Cálculo de derivas .....	68
7.6.5	Determinación del índice de flexibilidad.....	69
7.6.6	Determinación del índice de sobre-esfuerzo.....	79
7.6.6.1	Combinaciones de cargas.....	80
<b>8</b>	<b>PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>104</b>
8.1	Alternativas de intervención.....	104
8.1.1	Alternativa 1.....	105
8.1.2	Alternativa 2.....	105
8.1.3	Alternativa 3.....	106
8.1.4	Alternativa seleccionada.....	106
<b>9</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>107</b>
<b>10</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>108</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>12</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Institución Educativa Docente de Turbaco. ....	9
<b>Figura 2 .</b> Localización Institución Educativa Docente de Turbaco.....	13
<b>Figura 3.</b> Desprendimiento de pañete parte exterior en columnas del primer piso.....	16
<b>Figura 4 .</b> Agrietamiento del conceto en columnas del primer piso. ....	16
<b>Figura 5 .</b> Perdida del recubrimiento y corrosion del acero de la columna.....	16
<b>Figura 6.</b> Grietas y desprendimiento de concreto en viga aerea del priemr piso. ....	17
<b>Figura 7 .</b> Grietas y desprendimiento de concreto en losa del priemr piso . ....	17
<b>Figura 8.</b> Grieta en viga del voladizo.....	18
<b>Figura 9 .</b> Mapa hidrolgico del municipio de Turbaco.....	20
<b>Figura 10 .</b> Geologia del municipio de Turbaco, Bolívar.....	21
<b>Figura 11.</b> Sistemas de fallas que afectan a la costa caribe. ....	22
<b>Figura 12 .</b> Fallas geologicas que circundan al municipio de Turbaco, Bolívar. ....	23
<b>Figura 13.</b> Realización del sondeo 1.....	24
<b>Figura 14 .</b> Realización del sondeo 2.....	24
<b>Figura 15 .</b> Ensayo de penetración estandar y tomamuestra de tubo partido.....	25
<b>Figura 16 .</b> Resumen del perfil estratigráfico del subsuelo del sitio. ....	27
<b>Figura 17.</b> Valores de $N_y$ y $N_q$ . ....	28
<b>Figura 18 .</b> Extracción de núcleo en columna A-2.....	31
<b>Figura 19 .</b> Extracción de núcleo en columna B-2.....	31
<b>Figura 20 .</b> Extracción de núcleo en columna A-3.....	32
<b>Figura 21 .</b> Extracción de núcleo en columna A-4.....	32
<b>Figura 22 .</b> Extracción de núcleo en columna A-5.....	33
<b>Figura 23 .</b> Extracción de núcleo en columna B-3.....	33
<b>Figura 24 .</b> Prueba de carbonatación concreto columna A-2.....	36
<b>Figura 25 .</b> Prueba de carbonatación concreto columna A-3.....	36
<b>Figura 26 .</b> Prueba de carbonatación concreto columna A-4.....	37
<b>Figura 27 .</b> Prueba de carbonatación concreto columna A-5.....	37
<b>Figura 28 .</b> Prueba de carbonatación concreto columna B-2.....	38
<b>Figura 29 .</b> Prueba de carbonatación concreto columna B-3.....	38
<b>Figura 30 .</b> Inspección de cimientos. ....	42
<b>Figura 31 .</b> Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de $A_a$ y $A_v$ .....	47



**Figura 32 .** Espectro elástico de aceleraciones del diseño sísmico..... 65

**Figura 33 .** Modelo tridimensional del paciente..... 70





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resumen de ensayos de laboratorio. ....	26
<b>Tabla 2.</b> Capacidad admisible del suelo para $D_f=0.20m$ y factor de seguridad de 3,0. ....	29
<b>Tabla 3.</b> Resultados de ensayos a compresión de núcleos de concreto.....	34
<b>Tabla 4.</b> Resumen de resultados del ensayo de carbonatación. ....	39
<b>Tabla 5.</b> Resumen de resultados de ensayos de esclerometría en columnas del eje 13.....	40
<b>Tabla 6.</b> Resumen de resultados de ensayos de esclerometría en columnas de ejes 6,7,8 y 9.....	41
<b>Tabla 7.</b> Resultados de auscultación del cimiento.....	43
<b>Tabla 8.</b> Registros de sismos para la ciudad de Cartagena. ....	45
<b>Tabla 9.</b> Valores de $A_a$ y $A_v$ y nivel de amenaza sísmica .....	46
<b>Tabla 10.</b> Clasificación de los perfiles de suelos .....	48
<b>Tabla 11.</b> Valores de $F_a$ para la zona de periodos cortos del espectro .....	48
<b>Tabla 12.</b> Valores de $F_v$ para la zona de periodos intermedios del espectro .....	49
<b>Tabla 13.</b> Cálculo de fuerzas sísmicas actuando en cada nivel .....	67
<b>Tabla 14.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 1 a 4 .....	70
<b>Tabla 15.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 5 a 15 .....	71
<b>Tabla 16.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 6 a 26.....	72
<b>Tabla 17.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 27 a 37 .....	73
<b>Tabla 18.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 38 a 48.....	74
<b>Tabla 19.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 49 a 59.....	75
<b>Tabla 20.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 60 a 70 .....	76
<b>Tabla 21.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 71 a 81 .....	77
<b>Tabla 22.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 82 a 92 .....	78
<b>Tabla 23.</b> Cálculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 93 a 96.....	79
<b>Tabla 24A.</b> Combinaciones de cargas para el cálculo del índice de sobre-esfuerzo .....	80
<b>Tabla 24B.</b> Combinaciones de cargas para el cálculo del índice de sobre-esfuerzo .....	81
<b>Tabla 25.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 1 a 7. ....	82
<b>Tabla 26.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 8 a 15. ....	83
<b>Tabla 27.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 16 a 23. ....	84
<b>Tabla 28.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 24 a 31. ....	85
<b>Tabla 29.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 32 a 38. ....	86
<b>Tabla 30.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 39 a 46. ....	87
<b>Tabla 31.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 47 a 54. ....	88



<b>Tabla 32.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 55 a 62. ....	89
<b>Tabla 33.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 63 a 70. ....	90
<b>Tabla 34.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 71 a 78. ....	91
<b>Tabla 35.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 79 a 86. ....	92
<b>Tabla 36.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 87 a 94. ....	93
<b>Tabla 37.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 95 y 96. ....	94
<b>Tabla 38.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2001 a 2016. ....	94
<b>Tabla 39.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2017 a 2050. ....	95
<b>Tabla 40.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2051 a 2084. ....	96
<b>Tabla 41.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2085 a 2118. ....	97
<b>Tabla 42.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2119 a 2157. ....	98
<b>Tabla 43.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2158 a 2196. ....	99
<b>Tabla 44.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2197 a 2230. ....	100
<b>Tabla 45.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2231 a 2265. ....	101
<b>Tabla 46.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2266 a 2299. ....	102
<b>Tabla 47.</b> Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2300 a 2310 y faltantes. ....	103





## RESUMEN

En el presente estudio se desarrolla el estudio patológico y de vulnerabilidad sísmica de la edificación donde funciona la Institución Educativa Docente de Turbaco (INDOTUR), la cual se encuentra ubicada en el Municipio de Turbaco. Para tal fin, se hizo necesario realizar en primer lugar la historia clínica, la cual consistió en la recolección de información general de la edificación, en esta fase se realizó también el levantamiento detallado de las lesiones del paciente con su respectivo registro fotográfico. En segundo lugar, el diagnóstico, el cual consistió en el desarrollo de un programa de ensayos de campo y laboratorio tales como pruebas de esclerometría, ensayos de carbonatación, extracciones de núcleos en los elementos de concreto y el estudio de suelos, para de esta forma determinar las causas de las lesiones del paciente. En tercer lugar, se realizó en análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación, en el cual se determinaron los índices de flexibilidad y de sobreesfuerzo de la estructura. Por último, se diseñaron las obras de intervención del paciente, las cuales consistieron en el reforzamiento de los diferentes elementos estructurales con sus planos, presupuesto, cronograma de obra y plan de mantenimiento respectivo.

Palabras claves: historia clínica, lesiones, ensayos, diagnostico, intervención.



## ABSTRACT

In the present study, the pathological and seismic vulnerability study of the building where the Turbaco Educational Institution (INDOTUR) works, which is in the Municipality of Turbaco, is developed. For this purpose, it was necessary to carry out the clinical history first, which consisted of the collection of general information on the building, in this phase the detailed survey of the patient's injuries was also carried out with their respective photographic record. Secondly, the diagnosis, which consisted in the development of a program of field and laboratory tests such as sclerometry tests, carbonation tests, core extractions in the concrete elements and the study of soils, to Determine the causes of the patient's injuries. Thirdly, a seismic vulnerability analysis of the building was carried out, in which the flexibility and overstress indices of the structure were determined. Finally, the patient intervention works were designed, which consisted of reinforcing the different structural elements with their plans, budget, work schedule and respective maintenance plan.

**Keywords:** clinical history, injuries, trials, diagnosis, intervention.



## 1. INTRODUCCIÓN.

En este documento, se presenta el estudio patológico de la Institución Educativa Docente de Turbaco, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Turbaco del departamento de Bolívar. La institución es de naturaleza oficial, de género mixto y calendario A y cuenta con 2158 estudiantes en la actualidad. La edificación consta de 2 pisos en un área aproximada de 3400 metros cuadrados, el sistema estructural está conformado por pórticos de concreto reforzado espaciales resistentes a momentos.

Actualmente, la edificación presenta lesiones en varios de sus elementos estructurales y parte de la fachada, las cuales; sino se les presta la atención oportunamente, pueden seguir avanzando en deterioro y llevando a comprometer el buen funcionamiento de la estructura.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el estudio patológico con el fin de determinar el estado actual de edificación. Este estudio incluyó la realización de la historia clínica del paciente, la identificación y localización de las lesiones, el planteamiento de las hipótesis de sus posibles causas y la identificación de los factores ambientales que influenciaron en el deterioro de la edificación. Para la elaboración del diagnóstico, además de la investigación referente a la edificación, se realizó un programa de ensayos de campo y laboratorio tanto destructivos como no destructivos con el fin de determinar las posibles causas de las lesiones. Por último, se presentan las alternativas de intervención más idóneas y eficaces que conlleven a la reparación de las lesiones y por consiguiente, la conservación de la edificación.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La realización del presente estudio surge por el actual y evidente deterioro que presentan varios elementos estructurales y de fachada de la edificación, donde actualmente funciona la sede principal de la Institución Educativa Docente de Turbaco.

Con la realización del estudio patológico se pretende obtener el diagnóstico que permita determinar las causas que originaron las lesiones presentes en el paciente; con el fin de plantear alternativas de intervención, que conlleven a la reparación de estas lesiones y a la conservación de la estructura. De esta forma, se contribuye a que los estudiantes,



docentes, administrativos y comunidad en general, cuenten con unas instalaciones seguras y dignas.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Realizar el estudio patológico a la edificación donde funciona la Institución Educativa Docente del Municipio de Turbaco, Bolívar.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar la historia clínica del paciente.
- Identificar las lesiones presentes en la edificación mediante inspección visual.
- Realizar diagnóstico de las causas de las lesiones identificadas en el paciente llevando a cabo ensayos destructivos y no destructivos a los elementos estructurales del paciente.
- Presentar alternativas de solución para intervenir la edificación que conlleven a la reparación de las lesiones encontradas y la conservación del paciente.
- Presentar el plan de mantenimiento de la edificación.

### 4. MARCO REFERENCIAL

#### 4.1. Marco teórico

##### 4.1.1. Patología constructiva

La palabra patología, viene, etimológicamente, de las palabras griegas pathos (enfermedad) y logos (estudio) y el diccionario de la real academia de la lengua la define como: “parte de la medicina, que trata del estudio de las enfermedades”. Por extensión la patología constructiva de la edificación como la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio “o en alguna de sus unidades” después de su ejecución. (Monjo, 1997).

Para afrontar un problema constructivo se debe ante todo conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado. Este conjunto de aspectos es el que conforma el proceso patológico en cuestión y se agrupa de un modo secuencial. En esta secuencia temporal del proceso patológico podemos distinguir tres partes diferenciadas: el origen, la evolución y el resultado final. Para el estudio del proceso



patológico conviene recorrer esta secuencia de modo inverso, es decir, empezar por observar el resultado de la lesión, luego el síntoma, para, siguiendo la evolución de esta, llegar a su origen: la causa. Este proceso nos permitirá establecer tanto la estrategia de la reparación como la hipótesis de la prevención. La rehabilitación de un edificio implica la recuperación de sus funciones principales por medio de distintas actuaciones sobre sus elementos que han perdido su función constructiva, sufrido un deterioro en su integridad o aspecto. Para actuar sobre estos elementos constructivos, además de los estudios históricos previos, será fundamental considerar al edificio en cuestión como un objeto físico, compuesto por elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir procesos lesivos o patológicos. (Broto, 2005).

#### 4.1.2. Lesiones

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico. Es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones porque es el punto de partida de todo estudio patológico, y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento. (Broto, 2005).

Se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas.

##### 4.1.2.1. Lesiones Físicas

Son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. (Broto, 2005).

A continuación, se definen las causas más frecuentes por las que se generan las lesiones físicas:

###### 4.1.2.1.1 Humedad

Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo. (Broto, 2005).

###### 4.1.2.1.2 Erosión

Es la pérdida o transformación superficial de un material. (Monjo, 1997).





#### 4.1.2.1.3 Suciedad

Es el depósito de partículas en suspensión en la atmosfera sobre la superficie de las fachadas exteriores, e, incluso, penetración de estas en los poros superficiales. (Monjo, 1997).

#### 4.1.2.2. Lesiones Mecánicas

Lesión mecánica es aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. (Broto, 2005).

Las lesiones mecánicas se pueden dividir en cinco grupos que son:

##### 4.1.2.2.1 Deformaciones

Son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como de cerramiento y que son consecuencia de esfuerzos mecánicos, que a su vez se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando ésta entra en carga. (Broto, 2005).

A continuación, definimos cuatro subgrupos de este tipo de lesiones que pueden originar a su vez unas lesiones secundarias tales como fisuras, grietas y desprendimientos:

##### 4.1.2.2.1.1 Flechas

Son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debida a un exceso de cargas verticales o transmitida desde otros elementos a los que los elementos horizontales se encuentran unidos por empotramiento. (Broto, 2005).

##### 4.1.2.2.1.2 Pandeo

Se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical. (Broto, 2005).

##### 4.1.2.2.1.3 Desplomes

Son la consecuencia de empujes horizontales sobre la cabeza de elementos verticales. (Broto, 2005).



#### 4.1.2.2.1.4 Alabeos

Son la consecuencia de la rotación de elementos debida, generalmente, a esfuerzos horizontales. (Broto, 2005).

#### 4.1.2.2.2 Grietas

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 sólo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo no se consideran grietas sino fisuras. (Broto, 2005).

Las grietas se pueden dividir en dos grupos en función del tipo de esfuerzos que las originan:

- Por exceso de carga.
- Por dilataciones y contracciones higrotérmicas.

#### 4.1.2.2.3 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. (Broto, 2005).

Las fisuras se dividen en dos grupos:

- Reflejo del soporte.
- Inherente al acabado.

#### 4.1.2.2.4 Desprendimiento

Implica la separación entre un material de acabado del soporte al que estaba aplicado. (Monjo, 1997).

Los desprendimientos se pueden clasificar en dos grupos según el tipo de acabo:

- Acabados continuos
- Acabados por elemento



#### 4.1.2.2.5 Erosiones Mecánicas

Son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras. Aunque normalmente se producen en el pavimento, también pueden aparecer erosiones en las partes bajas de fachadas y tabiques, e incluso en las partes altas y cornisas, debido a las partículas que transporta el viento. (Broto, 2005).

#### 4.1.2.3. Lesiones Químicas.

Esta familia de lesiones constructivas que comprende todas aquellas con un proceso patológico de carácter químico, donde el origen suele estar por la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan químicamente para acabar produciendo algún tipo de descomposición del material lesionado que provoca, a la larga, su pérdida de integridad, afectando, por tanto, su durabilidad. (Monjo, 1997).

Las lesiones químicas se pueden dividir en cuatro grupos, los cuales se definen a continuación:

##### 4.1.2.3.1 Eflorescencias

Se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa 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. (Broto, 2005).

##### 4.1.2.3.2 Oxidaciones y corrosiones

Son un conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero. Sus procesos patológicos son químicamente diferentes, pero se consideran un solo grupo porque son prácticamente simultáneos y tienen una sintomatología muy similar. (Broto, 2005).

##### 4.1.2.3.2.1 Oxidación

Se define como la transformación en óxido de la superficie de los metales al entrar en contacto con el oxígeno. (Monjo, 1997).



#### 4.1.2.3.2.2 Corrosión

Es la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal como consecuencia de la aparición de una pila electroquímica, en presencia de un electrolito, en la que el metal en cuestión actúa de ánodo, perdiendo electrones en favor del cátodo o polo positivo, electrones que acaban deshaciendo moléculas, lo que se materializa en la pérdida del metal. (Monjo, 1997).

#### 4.1.2.3.2.3 Organismos

Tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar a afectar a la superficie de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan, pero también afectan al material en su estructura física. (Broto, 2005).

Entre los organismos que pueden afectar a los materiales podemos resaltar

#### 4.1.2.3.2.4 Erosiones.

Las de tipo químico son aquellas que, a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficie de los materiales pétreos. (Broto, 2005).

### 4.1.3. Causas de las lesiones.

Si la lesión es la que origina el proceso patológico, la causa es el primer objeto de estudio porque es el verdadero origen de las lesiones. Un proceso patológico no se resolverá hasta que no sea anulada la causa. Cuando únicamente nos limitamos a resolver la lesión, descartando la causa, la lesión acabará apareciendo de nuevo. (Broto, 2005).

Una lesión puede tener una o varias causas, por lo que se hace necesario su identificación y clasificación. Las causas se dividen en dos grandes grupos:

**4.1.3.1 Directas**, cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc. (Broto, 2005).



**4.1.3.2 Indirectas**, cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir. (Broto, 2005).

## 4.2. Marco legal.

Para el desarrollo del presente trabajo se tuvo en cuenta el reglamento colombiano de construcciones sismorresistentes NSR-10. Es importante resaltar que “las normas sismorresistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de las normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida”. (NSR-10,2010).

## 4.3. Marco histórico.

En el corazón de la población de Turbaco, se encuentra la institución Educativa Docente de Turbaco (INDOTUR), de carácter oficial, ubicada en la plaza municipal, entre la alcaldía y la Iglesia Católica Santa Catalina de Alejandría; que fue fundada el 21 de noviembre de 1974, siendo gobernador el doctor Álvaro Escallón Villa y secretaria de Educación y Cultura, Catalina Sebastieri Vergara según ordenanza N°1 de la Asamblea Departamental de Bolívar. Inicialmente, se crearon las modalidades de bachillerato clásico, industrial y agropecuario, autorizándose también la adopción de otras modalidades de bachillerato de acuerdo con las necesidades de la comunidad. La institución comenzó actividades académicas el 18 de febrero de 1975 con su primer rector, doctor Evaristo Alcalá Quintana. (Alcalá, 2020).



**Figura 1. Institución Educativa Docente de Turbaco.**

Fuente: Tomado de Google Earth.

Esta emblemática institución, con más de 40 años de servicio, en sus inicios, en el lugar donde se encuentra ubicada, existió a finales del siglo XVIII, la Casa del Nuncio, propiedad de Diego Gómez Benavides, quien desempeñaba el oficio de Nuncio en tiempos coloniales. Luego, este señor, vende su inmueble a Antonio Caballero y Góngora en 1784 y lo agrega a su propiedad, uniéndose a su palacio virreinal. En el siglo XIX, este lugar permanece desolado después del incendio patriota en 1815 y a comienzos del siglo XX, funcionaron como dos casas de viviendas familiares, hasta que en los años 30 fue construido el Instituto de Niñas Colegio San José, propiedad de la comunidad religiosa de las Hermanas Franciscanas Misioneras de María Auxiliadora, en donde se educaron por décadas muchas turbaqueras y jovencitas de otras poblaciones vecinas. (Alcalá, 2020).

Su arquitectura republicana, indicio de los vestigios del pasado; su ubicación estratégica y su buen posicionamiento en los últimos años en las pruebas externas, han hecho de la institución, una de las que más demanda de estudiantes posee, llegando a una superpoblación y sobrepasando el número de estudiantes estipulado por aula para la zona urbana, pues en un aula hay más de 45 estudiantes. Para el año 2020, según reporte



del SIMAT, los estudiantes matriculados suman 3.500, repartidos en tres sedes: dos de básica primaria y preescolar y la sede principal. (Alcalá, 2020).

En la sede principal funciona la básica secundaria y la media, repartida en tres jornadas: en la jornada A.M., se encuentran los grados 9, 10 y 11; en la jornada P.M. los grados 6, 7 y 8, así como la jornada Nocturna, la cual estructura el proceso de formación a través de ciclos por semestres.

Actualmente, la sede principal cuenta con una planta física de dos niveles, distribuida en 28 aulas de clases; una biblioteca; un laboratorio de ciencias; un aula de audiovisuales; una dependencia de Bienestar estudiantil; 4 dependencias en donde funciona el área administrativa, un aula múltiple; una cancha de microfútbol; dos aulas de tecnología e informática.

## 5. ALCANCES Y LIMITACIONES

Es este documento se presenta, la realización del estudio de patología la edificación donde funciona la sede principal de la Institución Educativa Docente del municipio de Turbaco. Este estudio se limitó a la realización de inspecciones visuales para la identificación de lesiones, investigación de los procesos constructivos y antecedentes históricos de la edificación, realización de ensayos destructivos y no destructivos, elaboración y análisis del diagnóstico y presentación de propuesta de intervención de rehabilitación de la edificación.

## 6. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología para la realización del estudio patológico de la Institución Educativa Docente de Turbaco, sede principal.

### 6.1. Descripción de la selección del paciente.

La Institución Educativa Docente de Turbaco se encuentra ubicada en la plaza principal del municipio del Turbaco, entre la Alcaldía Municipal y la Iglesia Católica Santa Catalina de Alejandría. Se escogió este paciente, por la necesidad de intervención que requiere, para que no avance el deterioro de sus elementos estructurales debido a las lesiones que actualmente presentan, que pudieran afectar el funcionamiento de la institución.





## 6.2. Preparación y planteamiento del estudio.

### 6.2.1. Inspección preliminar del paciente.

Se realizó la inspección visual al paciente, con el fin de identificar las lesiones presentes y conocer el estado actual de la edificación. En el desarrollo de inspección, se contó con la presencia de personal administrativo con varios años de antigüedad en la institución, el cual tenía conocimientos de las lesiones y sus evoluciones en el tiempo, siendo de gran ayuda para el levantamiento de la información.

### 6.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.

La información recolectada se obtuvo a través del rector de la institución educativa, Alcaldía Municipal, consultas realizadas en la biblioteca municipal de Turbaco, y con base a entrevistas realizadas al personal administrativos de más antigüedad en la institución. Se lograron obtener datos del paciente como planos arquitectónicos, año de construcción, intervenciones realizadas e identificación de las áreas de afectación de gran importancia.

### 6.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

La autorización y los permisos para poder realizar el estudio de patología al paciente se obtuvieron por medio del rector de la institución y por parte de la Secretaría de Infraestructura del Municipio de Turbaco.

### 6.2.4. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

El equipo de trabajo lo conforman los ingenieros: Edilberto Loré Agámez y Manuel Salcedo Jaraba, los cuales realizarán el estudio patológico a la Institución Educativa Docente de Turbaco - Sede Principal. Actualmente, los ingenieros cursan la especialización en Patología de la Construcción en la Universidad Santo Tomás y con CAU en la Ciudad de Montería.

### 6.2.5. Definición de los medios para realizar la exploración.

Los medios para realizar las exploraciones del paciente son:



- Estudio de suelos: Se llevó a cabo la exploración del subsuelo con el fin de determinar sus propiedades físicas y mecánicas.
- Auscultamientos: Se realizaron ensayos destructivos y no destructivos con el fin de determinar las propiedades de los elementos estructurales y no estructurales que conforman la edificación existente.

### 6.3. HISTORIA CLÍNICA

#### 6.3.1 Responsable del estudio.

Los responsables de la realización del estudio de patología de la Institución Educativa Docente de Turbaco – Sede Principal son los ingenieros Edilberto Loré Agámez y Manuel Salcedo Jaraba.

#### 6.3.2 Fecha de realización del estudio.

El Estudio de la Patología a la Institución Educativa Docente de Turbaco – Sede Principal se inicia el 20 de septiembre de 2022.

#### 6.3.3 Datos generales del paciente.

##### 6.3.3.1 Nombre.

Institución Educativa Docente de Turbaco – Sede Principal.

##### 6.3.3.2 Localización.

La Institución Educativa Docente de Turbaco – Sede Principal, se encuentra localizada en el municipio de Turbaco, Bolívar. Se ubica en la plaza municipal # 11-14, entre la alcaldía y la Iglesia Católica Santa Catalina de Alejandría.



**Figura 2. Localización de la Institución Educativa Docente de Turbaco.**

Fuente: Tomado de Google Earth.

### 6.3.3.3 Uso.

La edificación actualmente es de uso educativo y de naturaleza oficial.

### 6.3.3.4 Fecha de construcción.

Esta edificación inició su construcción el 14 de junio de 1930.

### 6.3.3.5 Importancia del paciente.

Esta Edificación es una de las más importantes instituciones educativas oficiales del municipio de Turbaco, en cuya sede principal tiene 2158 estudiantes.

### 6.3.3.6 Sistema estructural y constructivo.

La Edificación está conformada por:

- Cimentación: Compuesta por zapatas aisladas de concreto reforzado y entrelazadas por vigas de cimentación.
- Sistema Estructural a porticados resistentes a momentos: conformado por columnas, vigas y losas en concreto reforzado, los cuales resisten las cargas verticales muertas y vivas y las cargas horizontales de sismo y viento.
- Fachadas: Conformados por muros divisorios de mampostería de block No. 5.



- Cubierta. Conformada por listones en madera y láminas de asbesto cemento tipo español.

### **6.3.3.7 Normativa actual que lo rige.**

La norma actual que rige la construcción de las edificaciones es la Norma Sismo-Resistente Colombiana NSR-10.

## **6.3.4 Características de la edificación.**

### **6.3.4.1 Tipo de cimentación**

La cimentación del paciente está compuesta por zapatas aisladas y vigas de cimentación de concreto reforzado.

### **6.3.4.2 Altura.**

La edificación consta de dos niveles con una altura aproximada de fachada de 6.50 metros.

### **6.3.4.3 Área y número de pisos.**

La Institución Educativa cuenta con un área de lote de 3400 m<sup>2</sup>, un área de construcción de 3562.42 m<sup>2</sup> distribuidos en dos pisos.

### **6.3.4.4 Estado general de la edificación.**

La Edificación presenta deterioro en varios elementos estructurales como lo son en columnas, vigas y losas. En general las lesiones identificadas son corrosión del refuerzo de columnas y vigas; grietas y fisuras en losas y vigas de los pasillos del segundo piso; Desprendimiento de concreto y pérdida del recubrimiento de las varillas de refuerzo; y también se presenta humedad, ensuciamiento y musgo en parte de la fachada externa e interna.

### **6.3.4.5 Información existente**

Se logró obtener las plantas arquitectónicas de la edificación suministrada por el señor rector, y se recolectó información de entrevistas realizadas al personal administrativo de la institución.



#### 6.3.4.6 Fidelidad de los planos

Se verificó en campo los planos arquitectónicos obtenidos de las plantas de la edificación, los cuales concuerda con lo construido en el sitio.

#### 6.3.5. Aplicación Patológica.

##### 6.3.5.1 Patología geriátrica.

Teniendo en cuenta que la Edificación en estudio tiene más de 90 años de haberse construida se escoge la aplicación de patología geriátrica.

##### 6.3.5.2 Patología curativa.

Se escogió esta aplicación de acuerdo con la inspección visual realizada. Se puede apreciar que existen varios elementos estructurales que requieren reparación para soporten de manera segura las solicitaciones de cargas a los cuales fueron diseñadas y construidas inicialmente.

#### 6.3.6 Levantamiento de las lesiones.

A continuación, se presenta el resultado de la inspección visual realizada a la Institución Educativa Docente de Turbaco, identificando varios puntos patológicos del edificio. En la inspección realizada, se evidenció claramente que la edificación presenta problemas en la estructura, como consecuencia de ello se evidencian fisuras y grietas en diferentes elementos estructurales tales como vigas y columnas, se identifican corrosión en el acero de refuerzo de columnas, vigas y losa de entrepiso y se evidencia un severo descascaramientos en los elementos estructurales producto de la corrosión; También se identifica humedades, ensuciamiento y musgos en varios puntos de la fachada exterior e interior. **Ver Anexo 1 – Fichas.**

En las Figuras 3, 4 y 5, se observa el desprendimiento del pañete y agrietamiento en el concreto en las columnas del primer piso del paciente. Se observa además que el desprendimiento del concreto deja expuesto al acero de refuerzo a la intemperie y se pudo observar, que existe una corrosión avanzada en el acero. Es importante señalar que este tipo de lesiones solo se observó en las columnas del primer nivel y, además, existen un número importante de columnas con esta tipología de lesiones.



**Figura 3. Desprendimiento de pañete parte exterior en columnas de primer piso.**



**Figura 4. Agrietamiento del concreto en columnas del primer piso.**

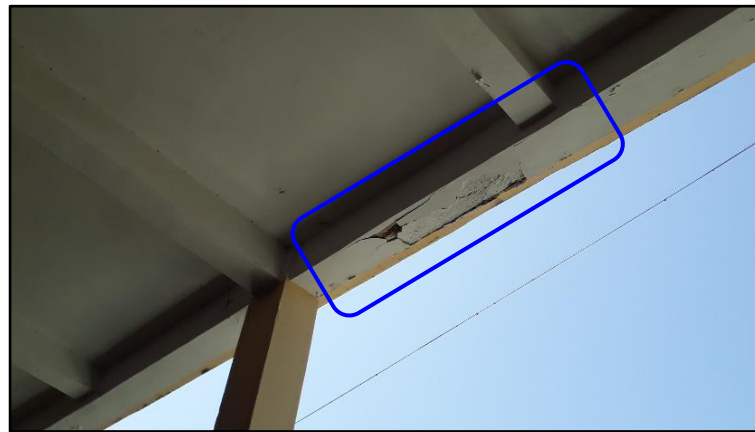


**Figura 5. Pérdida del recubrimiento y corrosión del acero de la columna.**



En las vigas aéreas y losa del primer piso, se observó también agrietamientos y desprendimientos importantes del concreto estructural, lo que generó la exposición a la intemperie de acero de refuerzo y por lo tanto se observó un alto grado de corrosión en el acero de refuerzo; tal como se observa en las Figuras 6, 7, y 8.

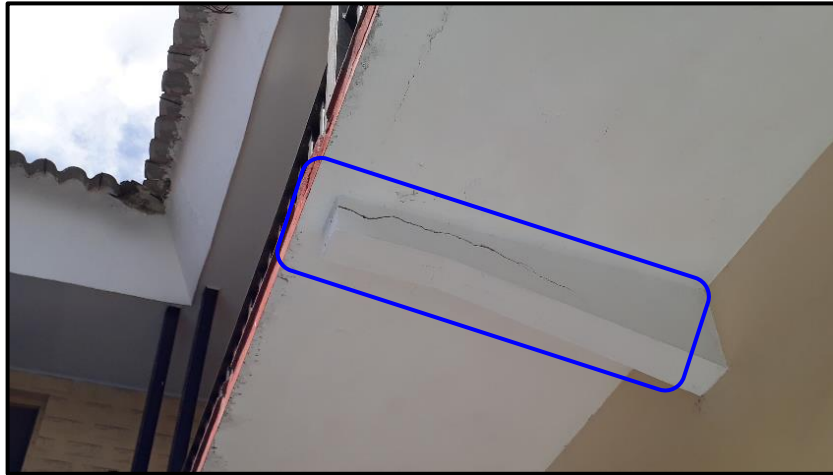
En la losa de entrepiso y vigas en voladizo se observó también de la existencia de lesiones del tipo mecánicas, consistentes en grietas y desprendimientos en el concreto estructural.



**Figura 6. Grietas y desprendimiento de concreto en viga aérea del primer piso.**



**Figura 7. Grietas y desprendimiento de concreto en losa del primer piso.**



**Figura 8. Grieta en viga del voladizo.**

### **6.3.7 Descripción de la patología más relevante en el paciente.**

De acuerdo con lo mostrado en las Figuras 3 a 8, se puede anotar lo siguiente:

- Se observa desprendimiento severo del concreto de recubrimiento del acero de refuerzo.
- Se identifica el fenómeno de corrosión severa en el acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal.
- Se observa aumento de volumen en el acero de refuerzo.
- Se observan agrietamientos en columnas, vigas y losa de entrepiso.

### **6.3.8 Clasificación y origen de las patologías.**

En el anexo 1 se encuentran las fichas en donde se relaciona la localización, clasificación y el origen de las patologías identificadas en la edificación objeto de estudio.

### **6.3.9 Planteamiento de hipótesis sobre lesiones.**

De acuerdo con la inspección visual realizada podemos plantear las siguientes hipótesis:

La oxidación del acero de refuerzo en los elementos estructurales es del tipo de corrosión química, es causada por factores ambientales. Esta corrosión química se debe



fundamentalmente por la carbonatación del concreto estructural, generando deterioro en el acero de refuerzo debido al ataque electroquímico en su ambiente.

### **6.3.10 Características generales del área de ubicación del Proyecto.**

#### **6.3.10.1 Climatología**

El municipio de Turbaco se encuentra ubicado en una zona climática tropical seca, que presenta las siguientes características: temperaturas medias de 28 y 35 grados centígrados; un régimen de lluvias que varía entre 900 y 1.000 mm anuales, que va desde el mes de mayo hasta fines del mes de noviembre. La época de sequía va desde la mitad del mes de diciembre hasta el mes de abril.

#### **6.3.10.2 Geografía del municipio de Turbaco.**

Turbaco es un municipio colombiano en el departamento de Bolívar. Está ubicado al lado sur de Cartagena y debido al desarrollo urbanístico entre ellos y su comunicación por la doble calzada de la Troncal de Occidente, se encuentra prácticamente unidos entre sí. En este municipio se encuentra la sede de la gobernación departamental.

#### **6.3.10.3 Descripción física.**

La posición geográfica de Turbaco lo sitúa a los 10 grados, 19 minutos y 30 segundos de latitud norte; y a 1 grado, 17 minutos y 29 segundos de longitud oeste del meridiano de Bogotá. El suelo de Turbaco es fértil en el 80%, seco, de roca caliza con restos de corales petrificados, muy permeable a las aguas lluvias. Abunda la piedra de naturaleza calcárea. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Turbaco>).

#### **6.3.10.4 Límites del municipio.**

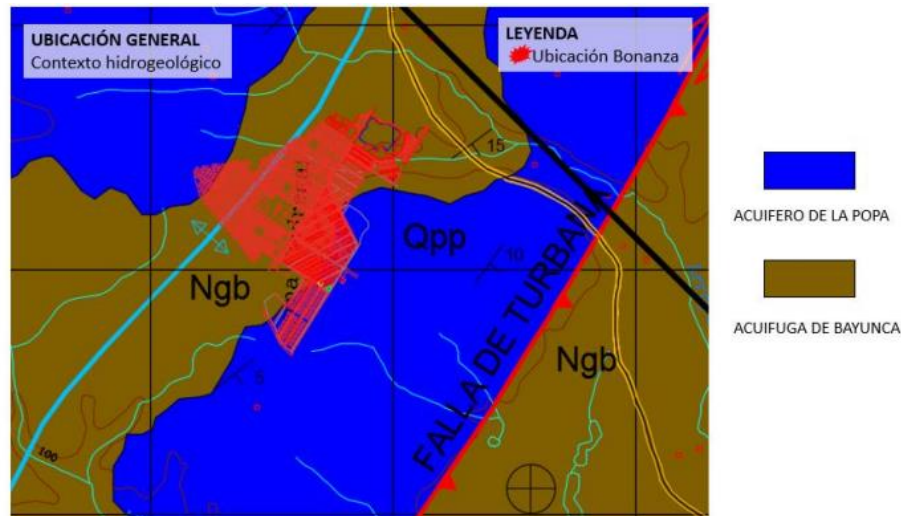
Turbaco limita al norte con los municipios de: Santa Rosa y Villanueva (Alipaya y Timiriguaco, sus nombres indígenas); Al este con San Estanislao de Kostka, Arenal; Al Sur con Arjona y Turbana y al Occidente con Turbana y Cartagena; Siguiendo con esta última el curso del arroyo de ahoga sapos, canalizado para la construcción de la Urbanización 11 de noviembre. Extensión total:170 km<sup>2</sup> Extensión área urbana:5.34 km<sup>2</sup> Extensión área rural:5.069 km<sup>2</sup> Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el



nivel del mar): 200 Metros Temperatura media: 27 °C Distancia de referencia: 10 km de Cartagena de Indias. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Turbaco>.)

### 6.3.10.5 Hidrogeología

En el municipio de Turbaco se presentan varias unidades hidrogeológicas como acuíferos, acuitardos y acuífugas, las cuales presentan características especiales por sus diferentes tipos de litologías. Hidrogeológicamente, el área de estudio se encuentra bajo la influencia del acuífero de La Popa (ver Figura 9), el cual está conformado por rocas calcáreas altamente fracturadas debido a la intensa actividad tectónica del área lo que le confiere la característica de reservorio y porosidad secundaria. En la zona también hay presencia de lutitas y limolitas con intercalaciones de capas delgadas de areniscas con porosidad moderada, baja permeabilidad y conductividad nula correspondientes al Acuífuga de Bayunca. (Zabala, 2017).



**Figura 9. Mapa hidrogeológico el municipio de Turbaco.**

Fuente: Tomado de CARDIQUE (2006)

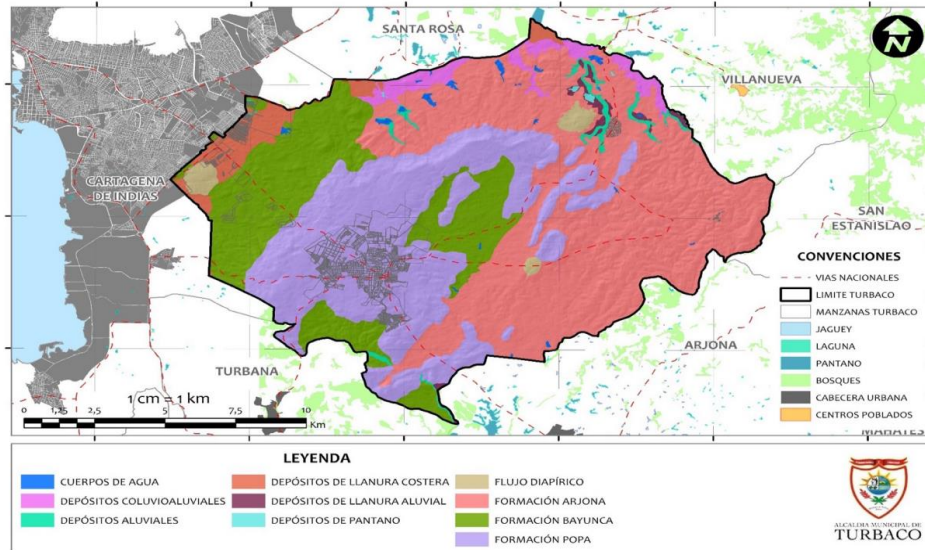
### 6.3.10.6 Geología de la Zona

En este estudio, se realizó una compilación de la información disponible de la geología del municipio de Turbaco. Las principales fuentes fueron:

- Servicio Geológico Colombiano e INGEOMINAS.
- Plan de Ordenamiento Territorial de Turbaco 2022-2034.



En la Figura 10, se muestran las unidades geológicas existentes en el municipio de Turbaco



**Figura 10. Geología del municipio de Turbaco, Bolívar.**

Fuente: Tomado de P.O.T Turbaco 2022-2034

Al analizar el mapa geológico regional, correspondiente al área circundante del municipio de Turbaco, se identifican varias unidades geológicas, las cuales se describen a continuación:

#### 6.3.10.6.1 Fallas Geológicas.

El Caribe Colombiano es considerado de sismicidad baja de acuerdo con la información histórica existente. Como fuentes sismogénicas en el área se destacan las fallas de Oca, Cuiza, Santa Marta, Urumita, Punta Canoa y Rosario, estas dos últimas postuladas por Vernet y otros (1993), con dirección E–W. Del mismo modo, se consideran como fuentes sismogénicas de primer orden la falla de Romeral, Mamonal de dirección NNE y el cinturón deformado del Caribe meridional; tal como se muestra en la Figura 11.



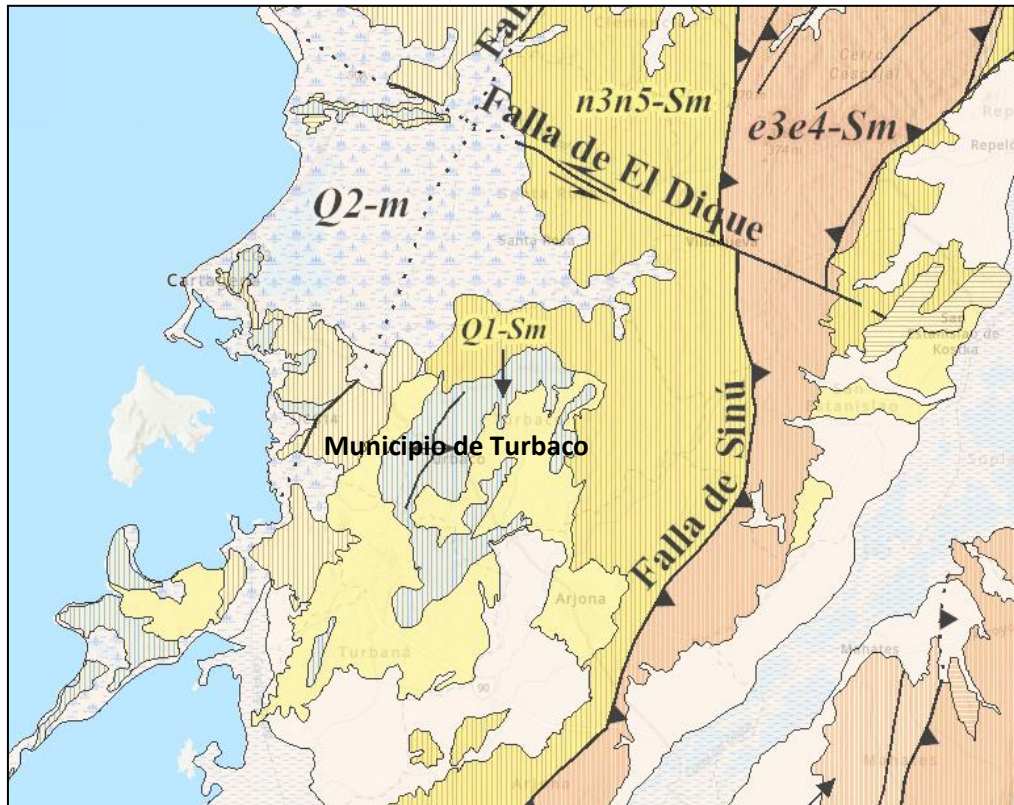


Figura 12. Fallas geológicas que circundan al municipio de Turbaco, Bolívar.

Fuente: Tomado de Servicio Geológico Colombiano.

### 6.3.11 Estudio de suelos

#### 6.3.11.1 Programa de perforaciones

Para edificaciones de hasta 3 niveles, la norma colombiana NSR-10 las clasifica según la Tabla H.3.1-1 del título H como unidad de construcción de categoría **Baja**; para lo cual se establecen tres sondeos de 6.0 metros de profundidad como mínimo de acuerdo con lo indicado en la Tabla H.3.2-1.

Tabla H.3.1-1  
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
<b>Baja</b>	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN



Tabla H.3.2-1  
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción  
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Para el desarrollo del presente estudio, se efectuaron 3 sondeos hasta 6.0 metros de profundidad teniendo en cuenta que la edificación en estudio costa de dos niveles y las cargas por columnas son menores a 80 toneladas. En las Figuras 13 y 14 se muestra el proceso de realización de los sondeos 1 y 2 respectivamente.



**Figura 13. Realización del Sondeo 1.**



**Figura 14. Realización del Sondeo 2.**



### 6.3.11.2 Sondeos

Las perforaciones fueron efectuadas con equipos percusión. Muestras representativas fueron obtenidas con un tomamuestra partido de 2 pulgadas de diámetro externo, de acuerdo con lo especificado en la norma ASTM 1586. El tomamuestra es hincado en el suelo con una pesa de 140 libras que se deja caer una distancia de 30 pulgadas; tal como se muestra en la Figura 15. El número de golpes requerido para que el tomamuestra penetre las últimas 12 pulgadas de un recorrido de penetración de 18 pulgadas se registra como el valor de la resistencia a la penetración estándar. Estos valores están indicados en el registro de perforación a las profundidades respectivas. Las muestras fueron selladas y enviadas al laboratorio para ser ensayadas y clasificadas.

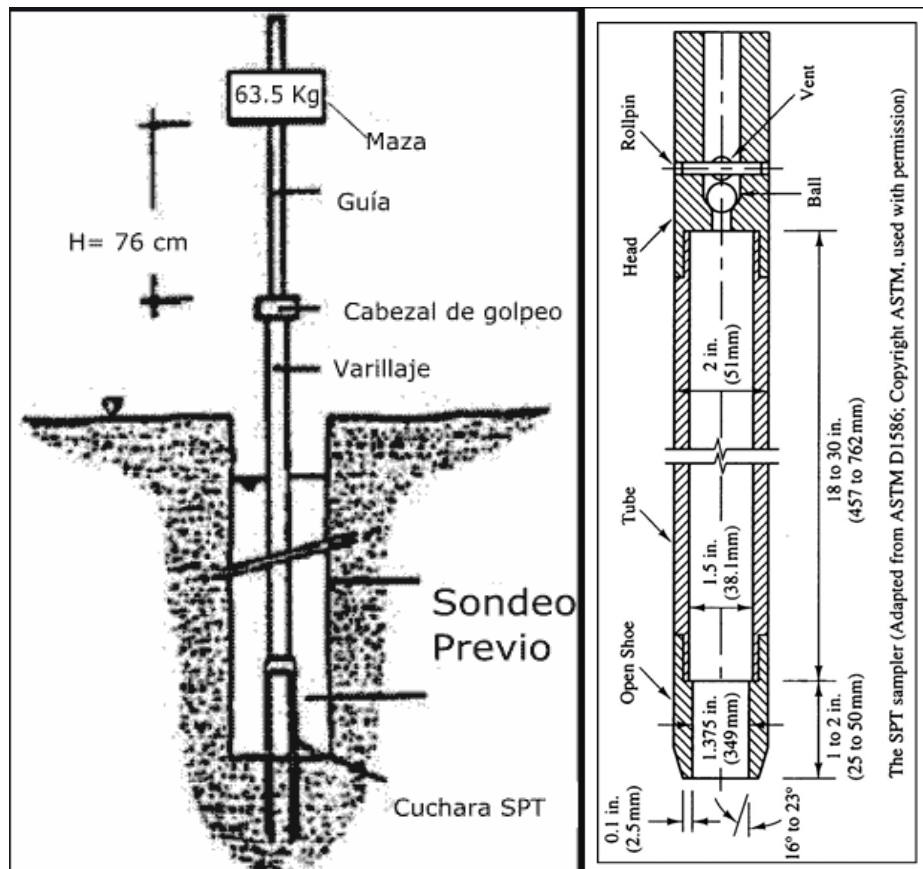


Figura 15. Ensayo de penetración estándar y tomamuestra de tubo partido.

Fuente: Tomado de [www.geologiaweb.com](http://www.geologiaweb.com)



### 6.3.11.3 Ensayos de Laboratorio

Tal como lo establece la NSR-10 en H.3.3.3.1, las propiedades básicas de los suelos a determinar con los ensayos de laboratorio son: peso unitario, humedad y clasificación. Además, deben determinarse las propiedades de resistencia en cada uno de los materiales típicos encontrados en el sitio mediante compresión simple en suelos cohesivos y SPT en suelos granulares. A continuación, relacionamos los ensayos de laboratorio practicados a las muestras de suelo y cuyos resultados se muestran en la Tabla 1:

- Análisis Granulométrico por Tamizado con Lavado (INV E-123/213)
- Material que Pasa el Tamiz No 200 (INV E-214)
- Determinación del Límite Líquido (INV E-125)
- Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad (INV E-126)
- Determinación del Contenido de Humedad (INV E-122)

**Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio**

SONDEO N°	DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD (m)			HUMEDAD NATURAL (%)	% PASA		LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	SUCS
						TAMIZ #4	TAMIZ #200				
1	Grava limo-arenosa parda amarilla	1.0	-	3.0	8.5	48.2	25.4	NL	-	NP	GM
	Grava limo-arenosa parda amarilla	3.0	-	6.0	11.5	51.4	20.5	NL	-	NP	GM
2	Grava limo-arenosa parda amarilla	1.0	-	3.0	11.2	45.7	23.5	NL	-	NP	GM
	Grava limo-arenosa parda amarilla	3.0	-	6.0	10.5	38.9	23.4	NL	-	NP	GM
3	Grava limo-arenosa parda amarilla	1.0	-	3.0	8.9	48.9	22.8	NL	-	NP	GM
	Grava limo-arenosa parda amarilla	3.0	-	6.0	9.7	44.7	24.1	NL	-	NP	GM



### 6.3.11.4 Condiciones del lugar y del subsuelo

#### 6.3.11.4.1 Estratigrafía.

Basándonos en los resultados de las perforaciones efectuadas y ensayos de laboratorio, la condición del subsuelo puede ser resumida como sigue:

A nivel superficial encontramos plantillas en concreto simple de 0.10 metros de espesor seguido de un depósito de grava-limo-arenosa de naturaleza caliza en estado muy denso, el cual se extiende hasta la profundidad a la cual se terminaron los sondeos; 6.0 metros por debajo del nivel existente del terreno; tal como se muestra en la Figura 16.

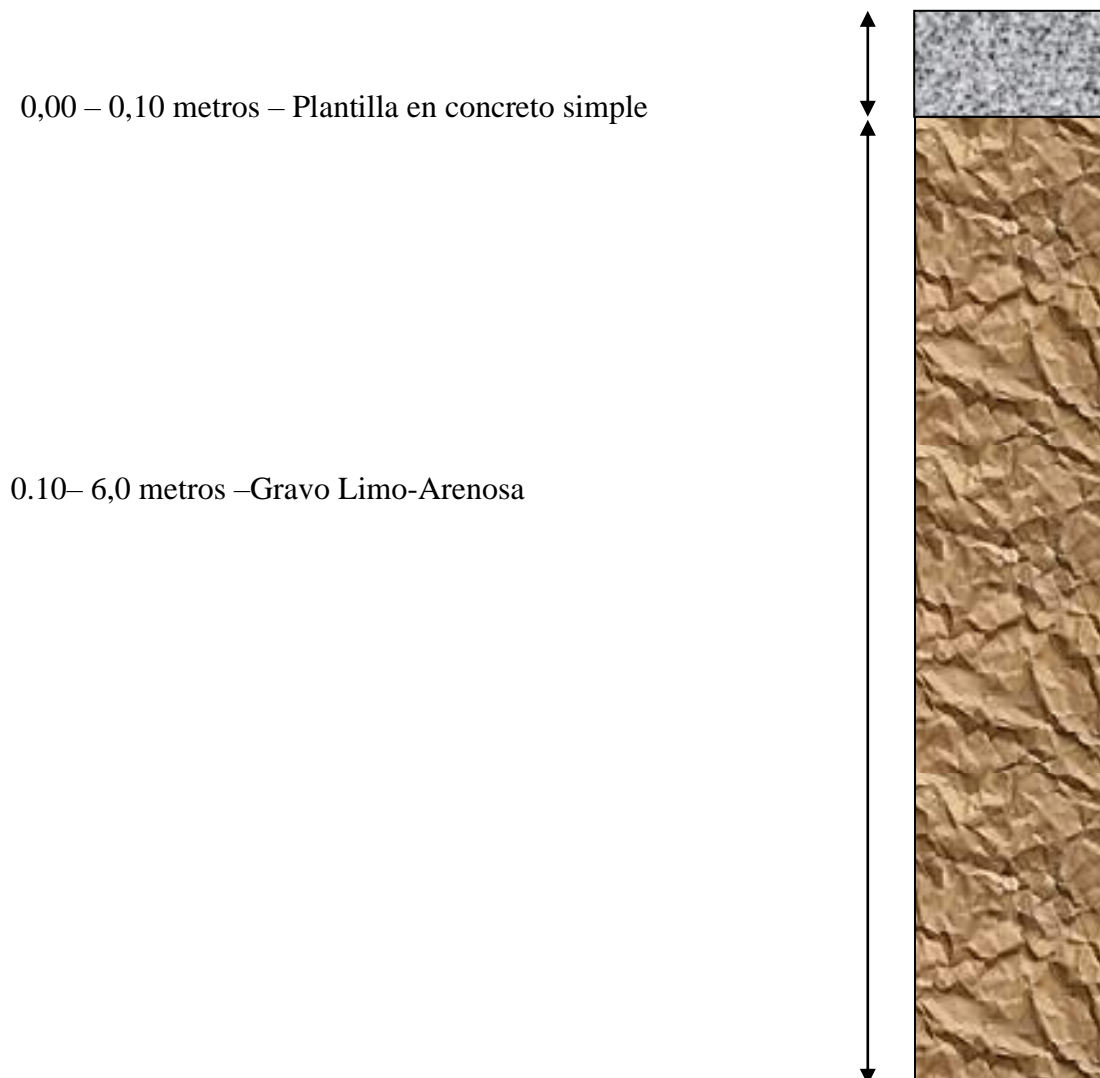


Figura 16. Resumen del perfil estratigráfico del subsuelo del sitio.



#### 6.3.11.4.2 Nivel freático.

El nivel freático en las perforaciones efectuadas no se encontró.

#### 6.3.11.4.3 Tipo de perfil del suelo.

De acuerdo con las condiciones específicas encontradas durante el programa de exploración de campo, los resultados de los ensayos efectuados en las muestras y la geología de la zona podemos concluir que el tipo de perfil del suelo del sitio es tipo C.

#### 6.3.11.4.4 Capacidad portante admisible del suelo.

A continuación, presentamos el análisis de capacidad portante del subsuelo del sitio, teniendo en cuenta las condiciones actuales.

Para suelos de grano grueso, podemos escribir la capacidad última de carga como:

$$(\Delta q_s)_u = \frac{\gamma \cdot B}{2} N_\gamma + q_s \cdot N_q$$

Los factores adimensionales  $N_\gamma$  y  $N_q$  son llamados factores de capacidad de carga y dependen únicamente del ángulo de fricción interna  $\phi$ . En la Figura 17, se muestran los valores de  $N_\gamma$  y  $N_q$ .

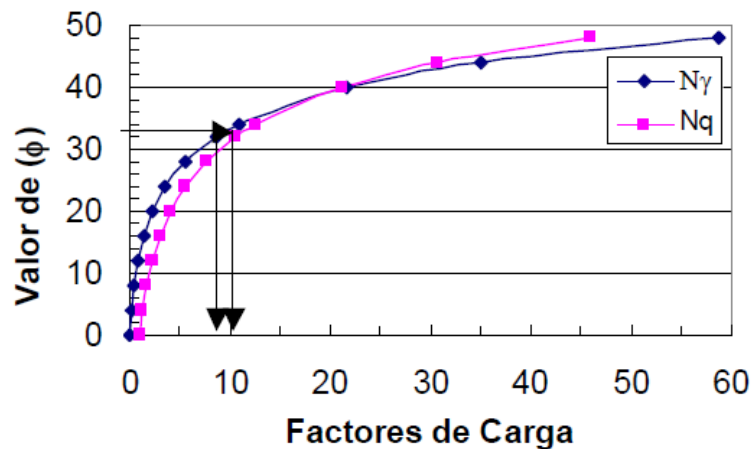


Figura 17. Valores de  $N_\gamma$  y  $N_q$

Fuente: Tomado de Covio, 2008



En la Tabla 2, se muestra el resumen de la capacidad admisible del suelo para profundidad de desplante (Df) de 0.20 metros, distintos anchos de cimientos y con factor de seguridad de 3,0.

**Tabla 2. Capacidad admisible del suelo para Df=0.20m y factor de seguridad de 3,0.**

B (m)	Df (m)	Nq	N <sub>γ</sub>	Qult (t/m <sup>2</sup> )	FS	Qadm (T/m <sup>2</sup> )
0.5	0.2	33.97	39.80	32.5	3.0	10.8
1.0	0.2	33.97	39.80	51.4	3.0	17.1
1.2	0.2	33.97	39.80	59.0	3.0	19.7
1.5	0.2	33.97	39.80	70.3	3.0	23.4
2.0	0.2	33.97	39.80	89.2	3.0	29.7

## 6.4 DIAGNÓSTICO.

A continuación, se presenta detalladamente el programa y resultados de los ensayos destructivos y no destructivos realizados en los elementos estructurales del paciente, esto con el fin de determinar las causas que originaron la aparición y evolución de las lesiones previamente identificadas.

### 6.4.1 Programa de ensayos y exploraciones.

Se desarrolló un programa de ensayos de campo, ensayos de laboratorio y exploración del subsuelo, con el objeto de determinar el estado y características de los cimientos en la edificación y las propiedades físicas y mecánicas del concreto de los elementos estructurales. Como primera medida se realizó una inspección visual detallada de la estructura donde se determinaron los sitios en los cuales se realizarían los ensayos. Posteriormente, se puso en marcha el desarrollo de los estudios, ensayos y actividades de exploración; los cuales fueron:

- Extracción de núcleos de concreto
- Ensayos de carbonatación utilizando fenolftaleína
- Ensayos de esclerometría



- Ensayo a compresión de núcleos de concreto
- Inspección de cimientos

#### 6.4.1.1 Extracción de núcleos de concreto.

La extracción y ensayos de los núcleos de concreto, se realizó siguiendo los lineamientos de las normas ASTM C42 y la NTC 3658. En la zona donde se extrajo el núcleo, se procedió previamente a determinar la distribución de acero de refuerzo existente de manera que al momento de la perforación no se cortara ninguna barra. Los núcleos se extrajeron de 3.5 pulgadas de diámetro, para cumplir con lo establecido en la norma NTC 3658, la cual establece que, para determinar la resistencia a la compresión de probetas, el diámetro del núcleo debe ser mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso del concreto y dos veces como mínimo el tamaño máximo del agregado grueso del concreto. Es importante anotar que el tamaño máximo del agregado del concreto determinado en los núcleos extraídos es de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

Una vez extraído el núcleo, se midió el diámetro y longitud de este y se registró cualquier particularidad que presentaba. Ya en el laboratorio se procede a cortar los extremos del núcleo de manera que su longitud cumpla con una relación 2 a 1 con el diámetro (en lo posible) y se procede a realizar el proceso de refrentado. Para la determinación de la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto de la edificación, se aplicaron los dos criterios establecidos en la norma Colombiana NSR-10 en el numeral C.5.6.5.4, los cuales citamos a continuación:

- El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de  $f'c$ .
- Ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 por ciento de  $f'c$ .

Las fotografías del proceso de extracción y ensayo de los núcleos se muestran en las Figuras 18 a 23. Los resultados de los ensayos a la compresión se muestran en la Tabla 3.



**Figura 18. Extracción de núcleo en columna A-2.**



**Figura 19. Extracción de núcleo en columna B-2.**





EXTRACCIÓN Y ENSAYO A COMPRESIÓN DE NÚCLEOS: COLUMNA A-5



Figura 22. Extracción de núcleo en columna A-5.

EXTRACCIÓN Y ENSAYO A COMPRESIÓN DE NÚCLEOS: COLUMNA B-3



Figura 23. Extracción de núcleo en columna B-3.

**Tabla 3. Resultados de ensayos a compresión de núcleos de concreto.**

PROYECTO: Institución Educativa Docente de Turbaco
LOCALIZACIÓN: Plaza Principal del Municipio de Turbaco, Bolívar.
FECHA: Junio de 2023

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS</b>
<b>NTC 3658</b>

MUESTRA Nº	REFERENCIA MUESTRA	Masa (gr)	L (cm)	D (cm)	L / D	Densidad (kg/m³)	Área (PULG2)	Carga (Lb.)	Factor de Corrección	Carga Corr. (Lb)	Resistencia (psi)								
1	Columna A-2 piso 1	1290,0	10,1	9,0	1,13	2001	9,9	8798	0,90	7959	807								
2	Columna A-3 piso 1	758,0	5,9	9,0	0,66	2008													
3	Columna A-4 piso 1	2078,0	16,2	9,0	1,80	2012	9,9	8435	0,97	8210	833								
4	Columna A-5 piso 1	2035,0	15,9	9,0	1,76	2016	9,9	8001	0,97	7779	789								
5	Columna B-2 piso 1	1523,0	12,0	9,0	1,33	2001	9,9	9125	0,94	8597	872								
6	Columna B-3 piso 1	1535,0	12,0	9,0	1,34	2005	9,9	8365	0,94	7889	800								
										Resistencia Promedio (psi)	820								
										Resistencia Mínima individual (psi)	789								
										<b>f'c (psi)=</b>	<b>960</b>								
										<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Criterios NSR-10 C.5.6.5.4</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Criterio 0.75f'c (psi) =</td> <td style="text-align: center;">720,0</td> <td style="text-align: center;">Si</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Criterio 0.85f'c (psi) =</td> <td style="text-align: center;">816,0</td> <td style="text-align: center;">Si</td> </tr> </table>	Criterios NSR-10 C.5.6.5.4	Cumple		Criterio 0.75f'c (psi) =	720,0	Si	Criterio 0.85f'c (psi) =	816,0	Si
Criterios NSR-10 C.5.6.5.4	Cumple																		
Criterio 0.75f'c (psi) =	720,0	Si																	
Criterio 0.85f'c (psi) =	816,0	Si																	

De los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede anotar lo siguiente:

- El núcleo número 2 no se pudo ensayar debido a que produjo una fractura en el proceso de extracción.
- La resistencia a la compresión promedio de los núcleos obtenida fue de 820 psi.
- La resistencia a la compresión mínima de los núcleos obtenida fue de 789 psi.
- Al aplicar los dos criterios de la norma NSR-10 establecidos en el numeral C.5.6.5.4 se obtuvo una resistencia a la compresión del concreto de los elementos estructurales del paciente de 960 psi.
- Se puede apreciar que la resistencia a la compresión obtenida del concreto del paciente de 960 psi no cumple los requerimientos mínimos de la norma NSR-10.

#### **6.4.1.2 Prueba de carbonatación.**

Posterior a la extracción de los núcleos, se continuó el programa de ensayos con las pruebas de carbonatación. El frente de carbonatación está considerado como un ensayo no destructivo y está especificado en la norma ACI-228\_R, y se localiza con la ayuda de una solución de fenolftaleína, que da un color violeta al encontrar hidróxido de calcio (que es alcalino) midiendo su profundidad desde la parte superficial del elemento. Si el concreto se coloca de color violeta es porque el material no ha sufrido carbonatación y se encuentra en buenas condiciones químicas, pero si no cambia de color con el reactivo, en el material hay un frente de carbonatación pronunciado. En las Figuras 24 a 29 se muestra el proceso de realización de los ensayos de carbonatación en los elementos estructurales del paciente y en la Tabla 4, se presenta el resumen de los resultados obtenidos.

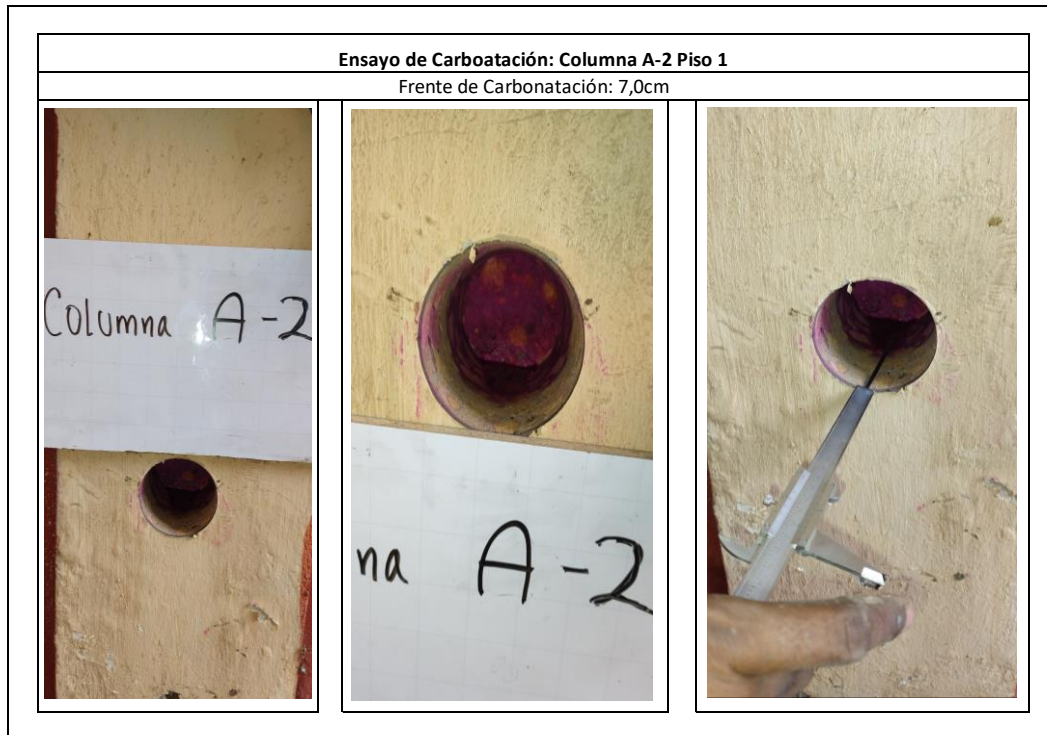


Figura 24. Prueba de carbonatación concreto columna A-2.

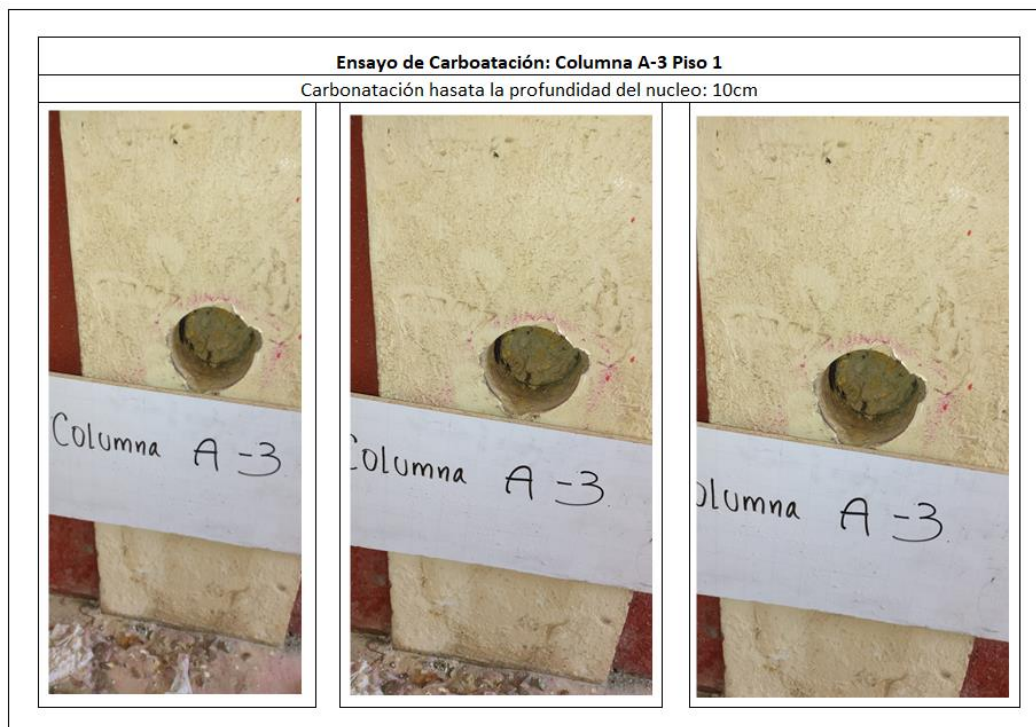


Figura 25. Prueba de carbonatación concreto columna A-3.

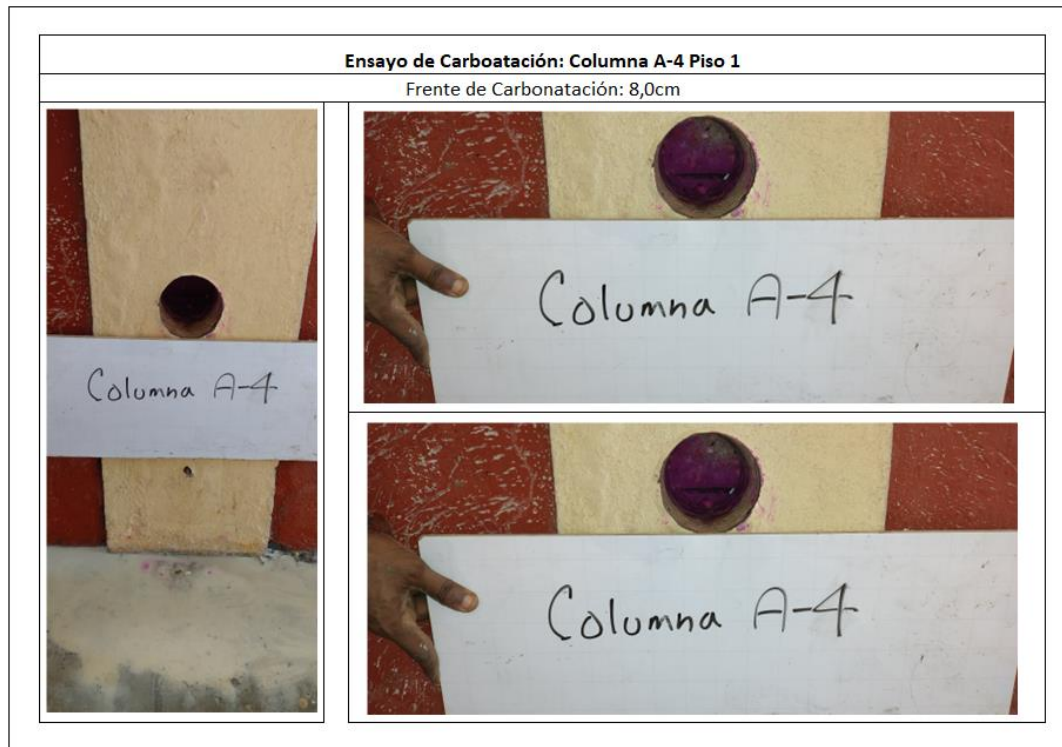


Figura 26. Prueba de carbonatación concreto columna A-4.

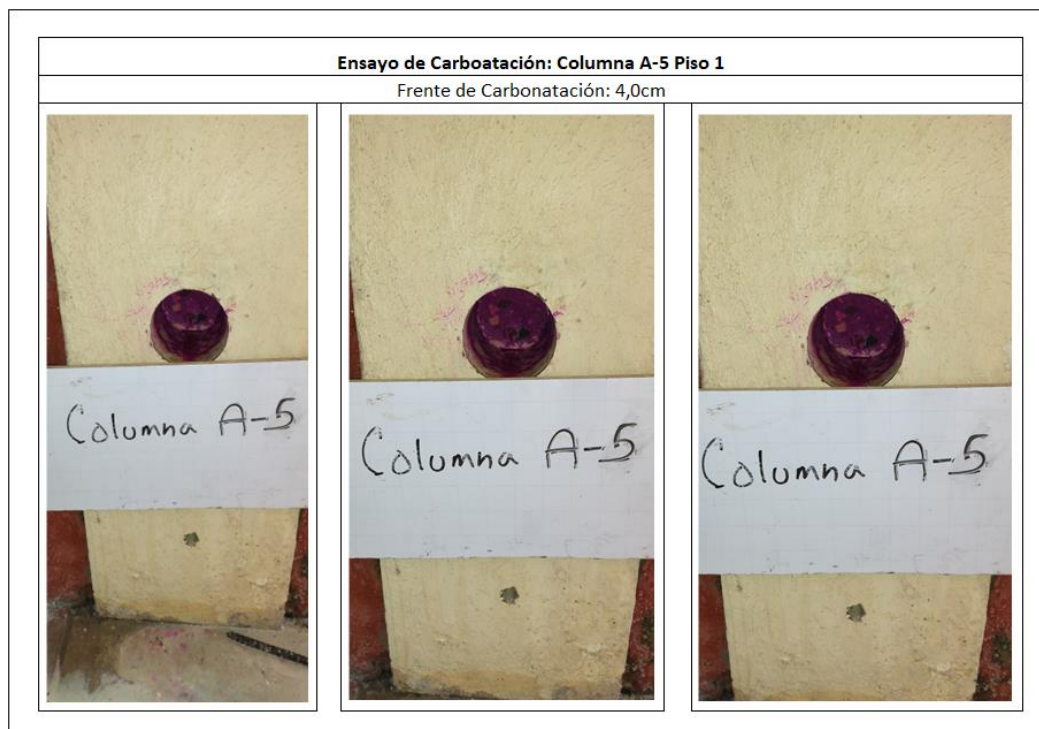
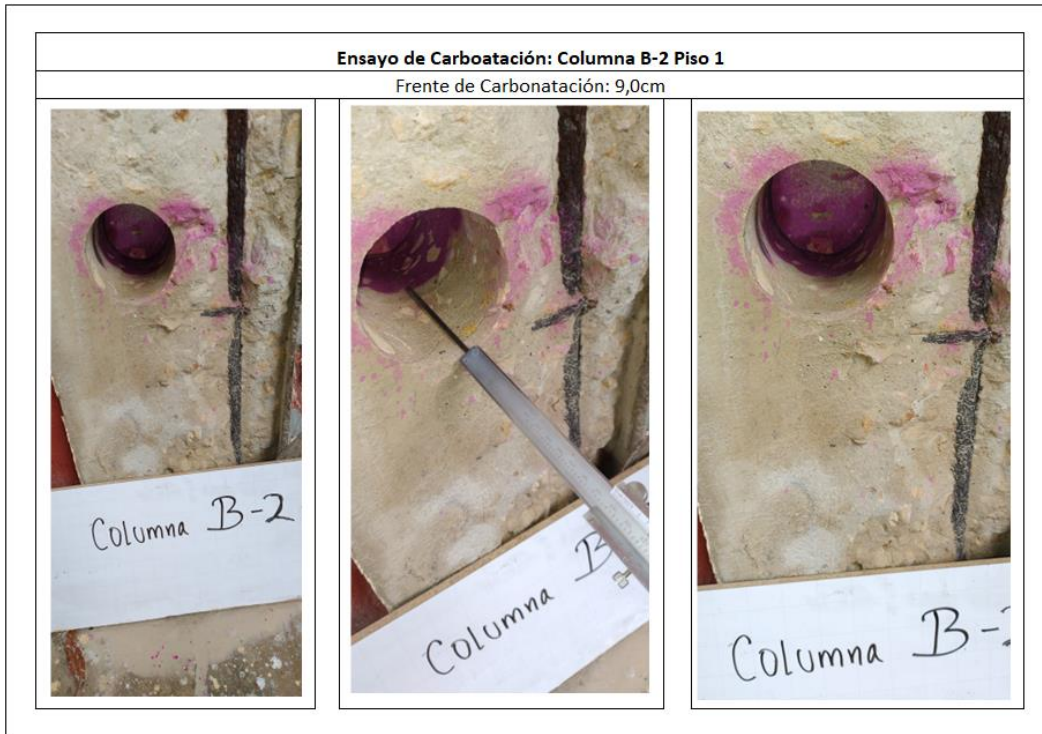
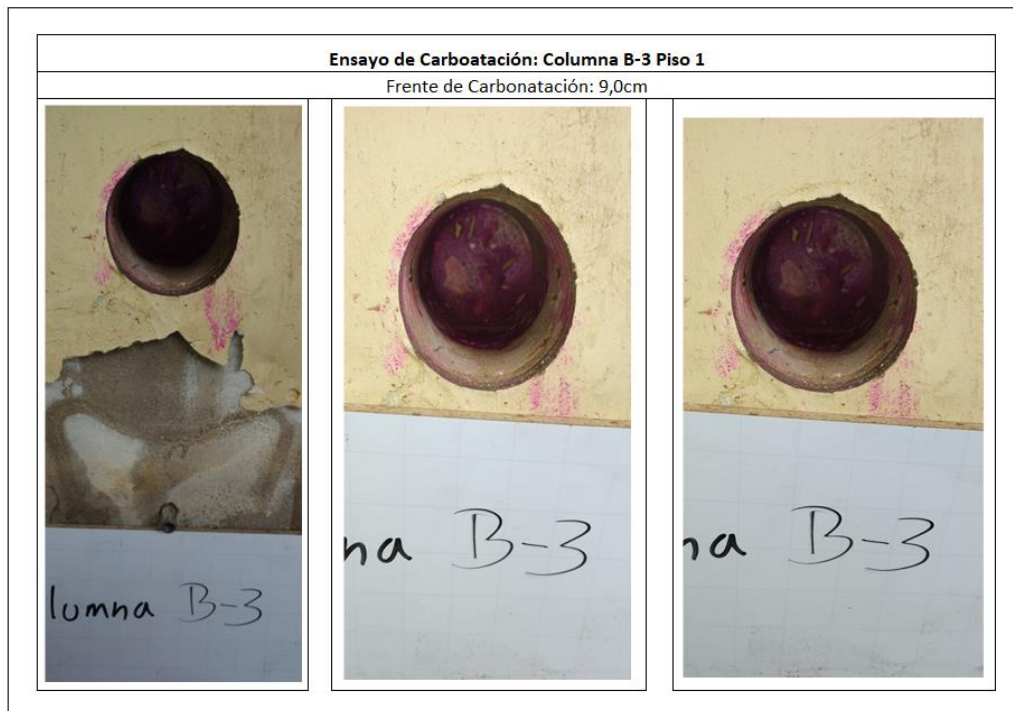


Figura 27. Prueba de carbonatación concreto columna A-5.



**Figura 28. Prueba de carbonatación concreto columna B-2.**



**Figura 29. Prueba de carbonatación concreto columna B-3.**

**Tabla 4. Resumen de resultados del ensayo de carbonatación**

Elemento	Piso	Carbonatación	Frente de Carbonatación (mm)
Columna A-2	Piso 1	Si	70
Columna A-3		Si	100
Columna A-4		Si	80
Columna A-5		Si	40
Columna B-2		Si	90
Columna B-3		Si	90

Los resultados mostrados en la Tabla 4 indican que el concreto de los elementos estructurales del paciente se encuentra carbonatado y se obtuvo además un frente de carbonatación promedio de 78 milímetros.

#### 6.4.1.3 Ensayos con esclerómetro.

Se realizaron los ensayos no destructivos con esclerómetro en el concreto de las columnas de la edificación. El ensayo se efectuó siguiendo los lineamientos de las normas ASTM-C 805 y NTC-3692 y permite estimar la resistencia a la compresión aproximada del concreto basado en curvas de calibración. La prueba de esclerómetro consiste en una barra de acero (émbolo), la cual recibe el impacto de una pieza de acero impulsada por un resorte. Este impacto se transmite a la superficie de concreto y debido a la resistencia de este, la pieza rebota y su desplazamiento máximo es registrado en una escala lineal fija al cuerpo del instrumento.

En las Tablas 5 y 6 se presentan los registros de los ensayos de esclerometría, de los cuales se puede resaltar lo siguiente:

- La resistencia a la compresión promedio obtenida del concreto por medio del ensayo del esclerómetro fue de 1348 psi.
- La resistencia obtenida por medio de este ensayo es el 40 por ciento mayor a la obtenida por medio de los ensayos a compresión de los núcleos.



**Tabla 5. Resumen de resultados de ensayos de esclerometría en columnas del eje 13.**

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO										
NTC-3692										
Proyecto:		Institución Educativa Docente de Turbaco								
Localización:		Plaza Principal del Municipio de Turbaco, Bolívar.								
Fecha:		Junio del 2023								
Descripción del Elemento	Lectura Esclerometro					Lectura Promedio	Resistencia (kg/cm2)	Dispersión (kg/cm2)	Resistencia a la Compresión Estimada (kg/cm2)	Resistencia a la Compresión Estimada (PSI)
Columna 13-D Piso 1	22	20	21	22	23	21	95,00	5,50	91,34	1305
	22	21	20	22	20					
Columna 13-E Piso 1	22	20	22	21	20	21	93,85	6,00	89,85	1284
	21	22	23	20	21					
Columna 13-F Piso 1	23	23	22	20	20	22	98,48	6,00	94,48	1350
	23	20	21	22	22					
Columna 13-G Piso 1	21	23	20	23	21	21	90,40	6,00	86,40	1234
	20	20	19	22	20					
Columna 13-H' Piso 1	23	20	23	22	20	22	98,48	6,00	94,48	1350
	21	20	24	22	21					
Columna 13-J Piso 1	20	21	23	21	22	22	97,32	6,00	93,32	1333
	23	20	22	20	23					
Columna 13-K Piso 1	21	22	23	21	22	22	100,80	6,00	96,80	1383
	22	23	20	23	21					
Columna 13-L Piso 1	23	20	23	23	23	22	107,81	6,00	103,81	1483
	21	23	22	24	22					

REGISTRO FOTOGRÁFICO



**Tabla 6. Resumen de resultados ensayo de esclerometría en columnas de ejes 6,7,8 y 9.**

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO										
NTC-3692										
Proyecto:		Institución Educativa Docente de Turbaco								
Localización:		Plaza Principal del Municipio de Turbaco, Bolívar.								
Fecha:		Junio del 2023								
Descripción del Elemento	Lectura Esclerometro					Lectura Promedio	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Dispersión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Esimada (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión Esimada (PSI)
Columna 9-H Piso 1	22	20	21	20	22	21	95,00	5,50	91,34	1305
	22	22	20	23	21					
Columna 9-I Piso 1	21	22	20	22	23	22	99,64	6,00	95,64	1366
	20	23	23	23	20					
Columna 9-J Piso 1	22	22	20	20	20	22	98,48	6,00	94,48	1350
	21	24	23	21	23					
Columna J-6 Piso 1	20	22	24	22	20	22	103,13	6,00	99,13	1416
	22	22	22	24	22					
Columna J-7 Piso 1	22	20	22	23	21	22	99,64	6,00	95,64	1366
	21	22	20	24	22					
Columna J-8 Piso 1	21	20	20	20	21	21	96,16	6,00	92,16	1317
	22	23	22	23	22					
Columna J-9 Piso 1	23	20	22	23	21	22	99,64	6,00	95,64	1366
	22	21	22	20	23					

**REGISTRO FOTOGRAFICO**





#### 6.4.1.4 Inspección de cimientos.

Se realizó la exploración del cimiento B-1 de la edificación existente. La excavación necesaria para descubrir el cimiento se realizó con herramientas manuales tales como paladraga, barreta y pala; tal como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Inspección de cimientos.

Como resultado de la auscultación del cimiento se tienen los siguientes resultados:

El cimiento corresponde a una zapata aislada que soporta una columna de la edificación, de geometría cuadrada y profundidad de desplante de 0.20 metros por debajo del nivel existente del terreno; tal como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7. Resultados de auscultación del cimiento**

Elemento	Tipo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m) B*L*E	Profundidad de desplante (m)
Cimiento B-1	Zapata	Cimiento superficial aislado	1.0*1.0*0.20	0.20

#### 6.2.4 Análisis de resultados.

De acuerdo con la identificación y clasificación de las lesiones, efectuada durante la inspección realizada a la estructura, se pudo evidenciar claramente que la edificación presenta problemas en la estructura, como consecuencia de ello se evidencian fisuras y grietas en diferentes elementos, se identifican corrosión severa en el acero de refuerzo de columnas, vigas y losa de entrepiso y se evidencia también desprendimientos del concreto en los elementos estructurales. La edificación presenta también suciedad y humedades en las fachadas interna y externa.

Los resultados de los ensayos a compresión de los núcleos de concreto y la esclerometría, indican que la resistencia a la compresión del concreto de la estructura es del orden de los 960 a 1348 libras por pulgada cuadrada (psi) y con densidad promedio de 2.0 toneladas por metro cubico. Se pudo evidenciar, además, deficiencia en la pasta de cemento, debido a que los agregados se desprenden con facilidad y se observó que el agregado grueso presentaba poca resistencia a la abrasión, es decir se desintegraba fácilmente con solo pasarle una espátula. Por último, se observó también a los agregados con rastros de oxidación lo que se evidenció con manchas de color café dentro de concreto.



Los ensayos de carbonatación efectuados con fenolftaleína al concreto de los elementos estructurales indican en su mayoría que el concreto del paciente en los puntos evaluados se encuentra carbonatado.

Por todo lo anteriormente expuesto, se concluye que la causa indirecta primaria o etiología de la patología de la edificación estudiada es la mala calidad del concreto de la edificación. Se pudo constatar en los ensayos de laboratorio efectuados que el concreto es de baja resistencia, alta permeabilidad y baja densidad. Este hecho generó la aparición de lesiones químicas en el concreto como la carbonatación. Este proceso químico generó además la corrosión del acero de refuerzo de los elementos estructurales; razón por la cual el acero aumentó su volumen y esto generó presiones de expansión que hicieron que el recubrimiento del acero se deteriorara y se produjeran desprendimientos en el concreto. Es importante anotar, además, que el aumento del volumen del acero de refuerzo generó la aparición de grietas en los elementos estructurales paralelas al acero de refuerzo longitudinal.

Por último, las filtraciones de agua en las zonas descubiertas del edificio por la ausencia de aleros y la deficiencia de los drenajes de los aires acondicionados ocasionaron la aparición de humedades y posteriormente musgo en muros, vigas y columnas.

Se recomienda realizar las verificaciones y evaluaciones estructurales pertinentes para plantear y llevar a cabo el plan de intervención para la edificación en estudio. De esta forma se garantiza la seguridad de la estructura a fin de salvaguardar la vida de las personas que estudian y trabajan en la institución.

## 7 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.

A continuación, se presenta el desarrollo del estudio de vulnerabilidad sísmica del paciente, que servirá de base para el diseño de las obras de reforzamiento de la estructura.

### 7.1 Reseña sismológica del municipio de Turbaco.

Es importante resaltar que no se encontró información de registros de sismos en el municipio de Turbaco, por lo que se buscó información de la vecina ciudad de Cartagena, la cual se encuentra localizada a 10 kilómetros del municipio. Los registros de sismos para la ciudad de Cartagena se muestran en la Tabla 8.



**Tabla 8. Registros de sismos para la ciudad de Cartagena (Tomado de RSNC).**

Red Sismológica Nacional de Colombia								
Parámetros de Consulta								
Fecha Inicial		01/01/1973	DEPARTAMENTO		Bolívar	Total Registros		18
Fecha Final		14/06/2013	MUNICIPIO		Cartagena			
Fecha	Hora UTC	Magnitud	Longitud	Latitud	Departamento	Municipio	Profundidad	Estado
dd/mm/aa	hh:mm:ss	MI	Grados	Grados			Km	
23/06/1998	01:36:29	5.7	-76.399	10.695	BOLIVAR	CARTAGENA	14	Revisado
23/06/1998	02:35:24	3.3	-76.22	10.584	BOLIVAR	CARTAGENA	40.1	Revisado
23/06/1998	03:45:45	3.5	-76.088	10.764	BOLIVAR	CARTAGENA	118.7	Revisado
23/06/1998	07:32:41	2.8	-75.82	10.568	BOLIVAR	CARTAGENA	44.1	Revisado
24/06/1998	08:34:48	4.6	-76.134	10.637	BOLIVAR	CARTAGENA	0	Revisado
24/06/1998	09:33:40	3.1	-76.124	10.398	BOLIVAR	CARTAGENA	100.2	Revisado
25/08/1998	21:39:21	4.3	-76.225	10.595	BOLIVAR	CARTAGENA	0	Revisado
29/07/2001	02:13:35	3.7	-75.846	10.843	BOLIVAR	CARTAGENA	44	Revisado
11/11/2001	18:25:17	3.2	-76.063	10.686	BOLIVAR	CARTAGENA	45.4	Revisado
20/06/2004	21:58:02	4.0	-76	10.812	BOLIVAR	CARTAGENA	24	Revisado
16/08/2005	06:10:40	3.5	-76.717	11.058	BOLIVAR	CARTAGENA	77.7	Revisado
08/09/2009	06:19:09	2.9	-75.825	10.407	BOLIVAR	CARTAGENA	12.9	Revisado
31/07/2010	08:26:23	2.7	-76.261	10.428	BOLIVAR	CARTAGENA	18	Revisado
24/01/2011	19:58:13	3.6	-76.45	10.475	BOLIVAR	CARTAGENA	78	Revisado
03/04/2011	12:20:19	3.2	-76.336	10.432	BOLIVAR	CARTAGENA	84	Revisado
02/04/2012	05:07:04	2.0	-76.147	10.373	BOLIVAR	CARTAGENA	0	Revisado
24/12/2012	07:25:00	2.3	-76.949	10.592	BOLIVAR	CARTAGENA	32.1	Revisado
24/12/2012	07:29:03	2.3	-76.814	10.648	BOLIVAR	CARTAGENA	32.1	Revisado

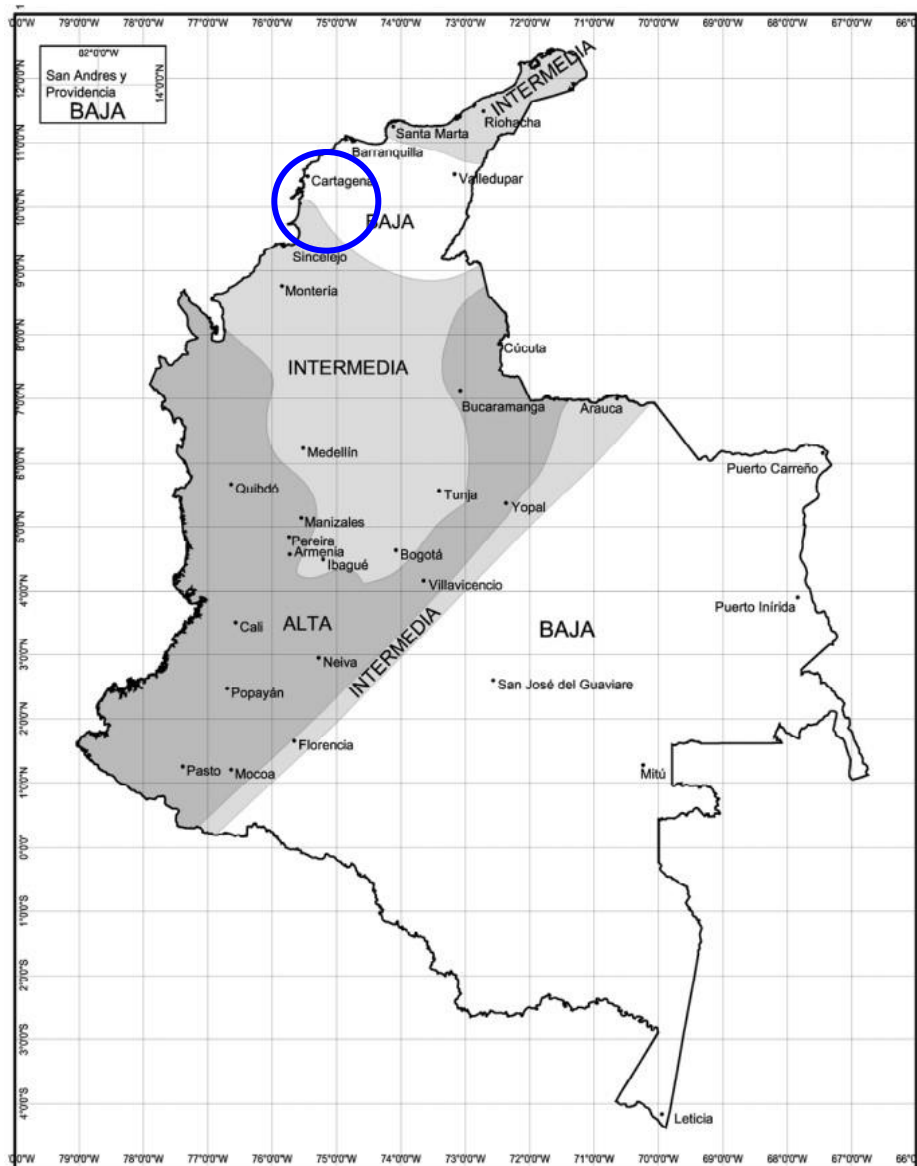
## 7.2 Sismicidad de la zona

El municipio de Turbaco del departamento de Bolívar se encuentra ubicado en el mapa sísmico colombiano en una zona de amenaza sísmica baja, lo que quiere decir, que los sismos que se presenten en su mayoría serán de baja intensidad; con coeficientes de aceleración y velocidad horizontal pico efectivo bajos, cuyos valores velocidad son de 0,10; tal como se muestra en la Tabla 9 y Figura 31.



Tabla 9. Valores de A<sub>a</sub>, A<sub>v</sub> y nivel de amenaza sísmica (Tomado de NSR-10).

Departamento de Bolívar						
Municipio	Código Municipio	A <sub>a</sub>	A <sub>v</sub>	Zona de Amenaza Sísmica	A <sub>e</sub>	A <sub>d</sub>
Cartagena	13001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Achí	13006	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Altos del Rosario	13030	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Arenal	13042	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Arjona	13052	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Arroyohondo	13062	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Barranco de Loba	13074	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Calamar	13140	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Cantagallo	13160	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Cicuco	13188	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Clemencia	13222	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Córdoba	13212	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
El Carmen de Bolívar	13244	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
El Guamo	13248	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
El Peñón	13268	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Hatillo de Loba	13300	0.15	0.10	Intermedia	0.05	0.03
Magangué	13430	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Mahates	13433	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03
Margarita	13440	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
María la Baja	13442	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.03
Mompós	13468	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Montecristo	13458	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Morales	13473	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Pinillos	13549	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Regidor	13580	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Río Viejo	13600	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
San Cristóbal	13620	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
San Estanislao	13647	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
San Fernando	13650	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
San Jacinto	13654	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
San Jacinto del Cauca	13655	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Juan Nepomuceno	13657	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
San Martín de Loba	13667	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04
San Pablo	13670	0.15	0.15	Intermedia	0.36	0.04
Santa Catalina	13673	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Santa Rosa	13683	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Santa Rosa del Sur	13688	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Simití	13744	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Soplaviento	13760	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Talagüa Nuevo	13780	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
Tiquisio	13810	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.05
<b>Turbaco</b>	<b>13836</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>Baja</b>	<b>0.05</b>	<b>0.03</b>
Turbana	13838	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Villanueva	13873	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Zambrano	13894	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03



**Figura 31. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av.**

**Fuente: Tomado de la Norma NSR-10**

### 7.3 Parámetros sísmicos de diseño

A continuación, presentamos los parámetros sísmicos especificados en la norma NSR-10 para el análisis de vulnerabilidad del paciente teniendo en cuenta la zona de amenaza sísmica:

Aceleración pico efectiva para diseño (Aa): 0.10

Velocidad Horizontal pico efectiva (Av): 0.10

Zona de Amenaza Sísmica:	Baja
Aceleración pico efectiva ( $A_e$ ):	0.05
Aceleración pico efectiva para el umbral de daño ( $A_d$ ):	0.03
Tipo de perfil del suelo:	C
Coefficiente de amplificación $F_a$	1.2
Coefficiente de amplificación $F_v$	1.7

En la Tablas 10 a 12 se resaltan los parámetros sísmicos de diseño:

**Tabla 10. Clasificación de los perfiles de suelos (Tomado de NSR-10)**

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s > $\bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s > $\bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{\sigma}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s > $\bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) > $\bar{\sigma}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180$ m/s > $\bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total $H$ mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50$ kPa ( $\approx 0.50$ kgf/cm <sup>2</sup> ) > $\bar{\sigma}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: $F_1$ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. $F_2$ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( $H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). $F_3$ — Arcillas de muy alta plasticidad ( $H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$ ) $F_4$ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( $H > 36$ m)	

**Tabla 11. Valores de  $F_a$  para la zona de periodos cortos del espectro (Tomado de NSR-10).**

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

**Tabla 12. Valores de  $F_v$  para la zona de periodos intermedios del espectro (Tomado de NSR-10).**

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

#### 7.4 Fichas de vulnerabilidad

Se realizó la inspección general al paciente. En esta inspección se identificaron todas las lesiones existentes en los elementos estructurales y no estructurales. Los elementos estructurales corresponden a columnas, vigas aéreas y losas de entrepiso y los no estructurales corresponden básicamente a los muros divisorios de la edificación. Estas lesiones se plasmaron en fichas, las cuales se muestran a continuación:



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 1

**FACHADA**

Fotografía	
Ejes	
Descripción	<p>La fachada no cuenta con aleros en las ventanas del primer nivel, lo que genera la aparición de humedades, musgo y ensuciamiento. Los aleros de las ventanas del segundo nivel están muy deteriorados, con poco mantenimiento lo que causa la aparición de humedades y musgo</p>
Estado	Severo
Tipo	Humedad y Musgo

<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 2

**LOSA DE ENTREPISO**

<b>Fotografía</b>	
<b>Ejes</b>	<p>Piso 1: Entre ejes 7C al 9C Piso 1: Entre ejes 10C al 11C</p>
<b>Descripción</b>	<p>Se presentan grietas en la losa de entrepiso, localizadas en los voladizos de las mismas. Las grietas aparecen perpendicular a los ejes del voladizo. Estas grietas son causadas por deflexiones excesivas en la losa.</p>
<b>Estado</b>	<p>Severo</p>
<b>Tipo</b>	<p>Grietas</p>



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO	
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR	
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO	
<b>USO:</b> EDUCATIVO	
<b>FICHA N°:</b> 3	
<b>COLUMNAS</b>	
Fotografía	
Ejes	Piso 1: 1K, 1'H, 1'J
Descripción	Se presentan fisuras, grietas y desprendimiento del concreto. Se presenta además exposición directa del acero por la pérdida del recubrimiento y corrosión en el acero. Estas lesiones son causadas probablemente por la carbonatación del concreto.
Estado	Severo
Tipo	Grietas y desprendimientos



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 4

**VIGAS**

<b>Fotografía</b>	
<b>Ejes</b>	<p>Piso 1: entre F5 y F6, Piso 1: entre B'8 y B'9, Piso 1: entre B'12 y B'13.</p>
<b>Descripción</b>	<p>El acero esta expuesto al medio ambiente por la perdida del recubrimiento. Se presentan desprendimientos y corrosión en el acero de refuerzo. Se detectaron fisuras en algunas vigas de la estructura. Estas lesiones son generadas probablemente por la carbonatación del concreto y aumento de volumen de las barras de acero.</p>
<b>Estado</b>	<p>Severo</p>
<b>Tipo</b>	<p>Grietas y desprendimientos</p>




<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 5

**MUROS**

Fotografía	
Ejes	Piso 2: entre I6 e I10, Piso 1: entre A1y A12,
Descripción	Se presentan humedades, ensuciamiento y musgo en los muros de la fachada interior y exterior. Se observó drenajes deficientes de los aires acondicionados y además las tejas de cubierta con tiene alerón lo que permite que el agua lluvia se acumule en algunas zonas
Estado	Moderado
Tipo	Humedades y ensuciamiento

<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 6

**SUELOS**

Fotografía	
Ejes	
Descripción	<p>El subsuelo del sitio está conformado por gravas limo-arenosas de origen calizo. En estado media densas a densas. En la zona el nivel freático se detecta por debajo de los 25.0 metros por debajo del nivel existente de terreno.</p>
Estado	
Tipo	



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 7

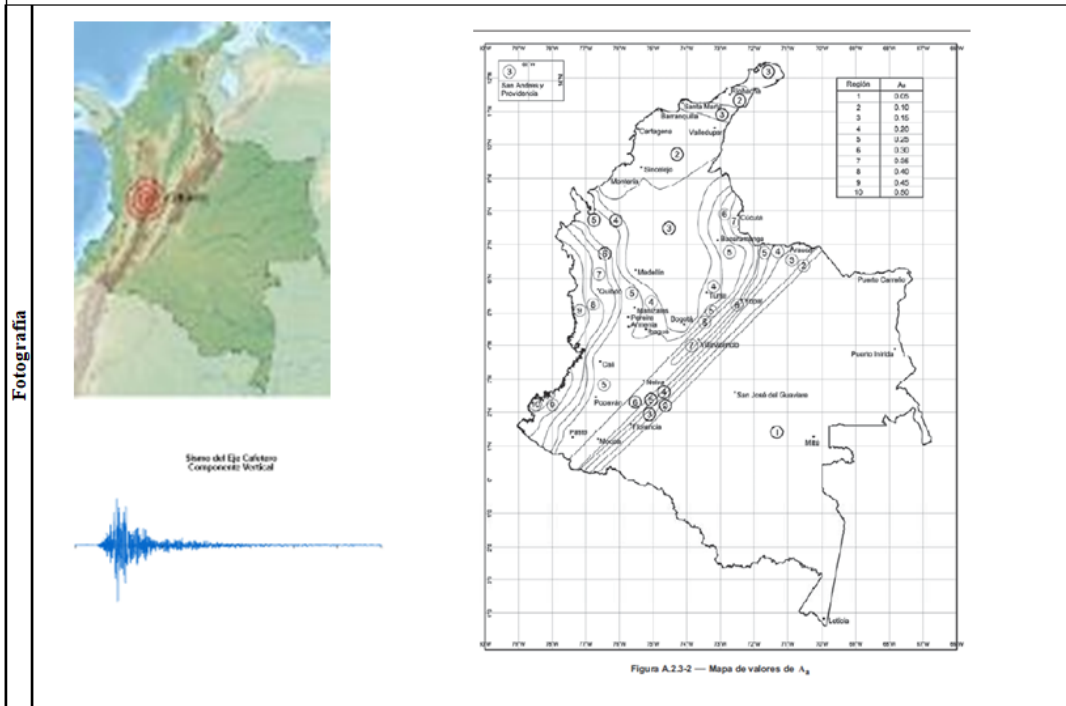
**MATERIALES**

Fotografía	
Ejes	
Descripción	<p>Concreto: Reforzado          Concreto :21 Mpa          Acero: fy=420Mpa</p>
Estado	
Tipo	



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 8

**SISMO**



**Ejes**

**Descripción**

El municipio de Turbaco del departamento de Bolívar, se encuentra ubicado en el mapa sísmico colombiano en una zona de amenaza sísmica baja, lo que quiere decir, que existe muy baja probabilidad de ocurrencia de sismos y además los sismos que se presenten en su mayoría serán de baja intensidad

**Estado**

**Tipo**



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 9

**FISURAS**

<b>Fotografía</b>	
<b>Ejes</b>	Columnas, vigas y losa
<b>Descripción</b>	Se presentan fisuras en todos los elementos estructurales de la edificación, tales como vigas, columnas y losa de entrepiso. Se presenta además fisuras en algunos muros de fachada o divisorios
<b>Estado</b>	Moderado
<b>Tipo</b>	Fisuras y grietas



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 10


**ORGANISMOS: VEGETALES Y ANIMALES**

<b>Fotografía</b>	
<b>Ejes</b>	Columnas, vigas y losa
<b>Descripción</b>	<p>Existe presencia de vegetación en los muros del segundo piso de la edificación causados por acumulamientos de agua en los drenajes de los aires acondicionados. Se observó vegetación en algunos pisos del primer piso los cuales pueden ser atribuibles a estancamientos de agua por un deficiente drenaje de las aguas superficiales.</p> <p>Presencia de animales (gatos) en las zonas exteriores con presencia de vegetación. Se observaron aves (palomas) en los aleros del segundo piso.</p>
<b>Estado</b>	
<b>Tipo</b>	



<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO
<b>LOCALIZACIÓN:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO
<b>USO:</b> EDUCATIVO
<b>FICHA N°:</b> 11

**CUERPOS DE AGUA**

<b>Fotografía</b>	
<b>Ejes</b>	
<b>Descripción</b>	<p>Están presentes en vacíos puntos de la edificación. Debido principalmente al estancamiento de agua y al deficiente drenaje de las cubiertas y aires acondicionados</p>
<b>Estado</b>	
<b>Tipo</b>	

## 7.5 Matriz de vulnerabilidad.

Con base en las características sísmicas del municipio de Turbaco, la inspección general realizada a la edificación en estudio y la identificación de todas las lesiones existentes en los elementos estructurales y no estructurales, se realizó la matriz de vulnerabilidad del paciente. Los resultados se muestran a continuación:

Etapas de la Vulnerabilidad		
Probabilidad de ocurrencia	Definición	Categoría
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
<b>Moderado</b>	<b>Mediana probabilidad de ocurrencia</b>	<b>B</b>
Remota	Baja probabilidad de ocurrencia	C
Extremadamente remota	Difícil que ocurra	D

Clasificación del riesgo	
Categoría	Riesgo
1	Muy alto
2	Alto
<b>3</b>	<b>Medio</b>
4	Bajo

		MATRIZ DE VULNERABILIDAD					
Probabilidad	Frecuente	5					Riesgos que necesitan MITIGACIÓN: Planes de actuación correctivos
	Posible	4					
	Ocasional	3					Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN: Planes de actuación preventivos
	Remota	2					
	Improbable	1					Riesgos que necesitan MONITORIZACIÓN: Planes de actuación defectivos
			1	2	3	4	5
			Muy Leve	Leve	Seria	Grave	Catastrófica
		SEVERIDAD					



<b>Calificación</b>	<b>B3</b>
<b>Color</b>	Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN: Planes de actuación preventivos

### 7.6 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente.

Se realizó el análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente, para determinar si en su estado actual, tiene la capacidad de soportar las cargas sísmicas establecidas por la NSR-10. Para este propósito se realizó una equivalencia entre las solicitudes establecidas en la norma NSR-10 y las que la estructura está en capacidad de resistir en su estado actual.

El análisis patológico realizado de los daños presentes en el edificio, fueron la base para la determinación de la calificación del estado de conservación de la edificación  $\phi_a$ , solicitada en la NSR-10 Capítulo A.10. En esta se establecen tres estados de clasificación

de la estructura existente: bueno, regular o malo. De acuerdo con el análisis presentado en este informe, podemos concluir que la edificación se encuentra en un estado de conservación REGULAR, es decir:  $\phi_a = 0.80$ .

### 7.6.1 Análisis de cargas.

A continuación, presentamos la evaluación de cargas de la edificación, requerido para la realización del análisis de vulnerabilidad sísmica. Los valores de cargas muerta y viva fueron tomados del título B de la norma NSR-10. Se utilizó para la modelación de la estructura. El peso propio de las placas, vigas y columnas es calculado directamente por el software de análisis.

<b>Carga Muerta</b>			
Muros divisorios		300 kgf/m <sup>2</sup>	Tabla B.3.4.3-1 pag 336
Acabados (Afinados)		150 kgf/m <sup>2</sup>	Tabla B.3.4.1-3 pag 333
Instalaciones (Ductos mecanicos)		20 kgf/m <sup>2</sup>	Tabla B.3.4.1-1 pag 332
Cielo raso		50 kgf/m <sup>2</sup>	Tabla B.3.4.1-1 pag 332
<b>Total CM</b>		<b>520,0 kgf/m<sup>2</sup></b>	

<b>Carga viva</b>			
Educativo	Salones de Clases	200.0 kgf/m <sup>2</sup>	Tabla B.4.2.1-1 pag 337
	Corredores y Escaleras	500.0 kgf/m <sup>2</sup>	
	Estanteria Biblioteca	700.0 kgf/m <sup>2</sup>	

### 7.6.2 Fuerzas sísmicas de diseño

El paciente se encuentra ubicado en el municipio de Turbaco, el cual corresponde a una zona de amenaza sísmica baja. Los coeficientes de aceleración y velocidad horizontal pico efectiva para diseño dado en el apartado A.2.2 de la NSR-10 son:  $A_a = 0.10$  y  $A_v = 0.1$  respectivamente.

En el apartado A.25 de NSR-10 se estipula que las edificaciones de atención a la comunidad pertenecen al grupo de uso III, correspondiéndole un coeficiente de importancia  $I = 1.25$ ; tal como se muestra en la tabla A.2.5-1 tomada de NSR-10.

**Tabla A.2.5-1**  
**Valores del coeficiente de importancia, I**

Grupo de Uso	Coefficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

En el estudio de suelos efectuado para el proyecto, se determinó el tipo de perfil de suelo del sitio como tipo C, el cual según el apartado A.2.4.5.5 y A.2.4.5.6 le corresponde unos coeficientes de amplificación  $F_a$  y  $F_v$  de 1.2 y 1.7 respectivamente.

El periodo fundamental de la estructura  $T$  fue calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T_a = C_t h^\alpha$$

Donde los valores de  $C_t$  y  $\alpha$  fueron definidos de acuerdo con la Tabla A.4.2-1 (NSR-10), teniendo en cuenta el sistema estructural de resistencia sísmica.

$$C_t = 0.047$$

$$\alpha = 0.9$$

$$h = 6.0 \text{ metros (altura total de la edificación)}$$

$$T = 0.24s$$

Con los parámetros sísmicos definidos se elaboró el espectro elástico de aceleraciones de diseño de acuerdo con A.2.6.1.2 de NSR-10; tal como se muestra en la Figura 32.

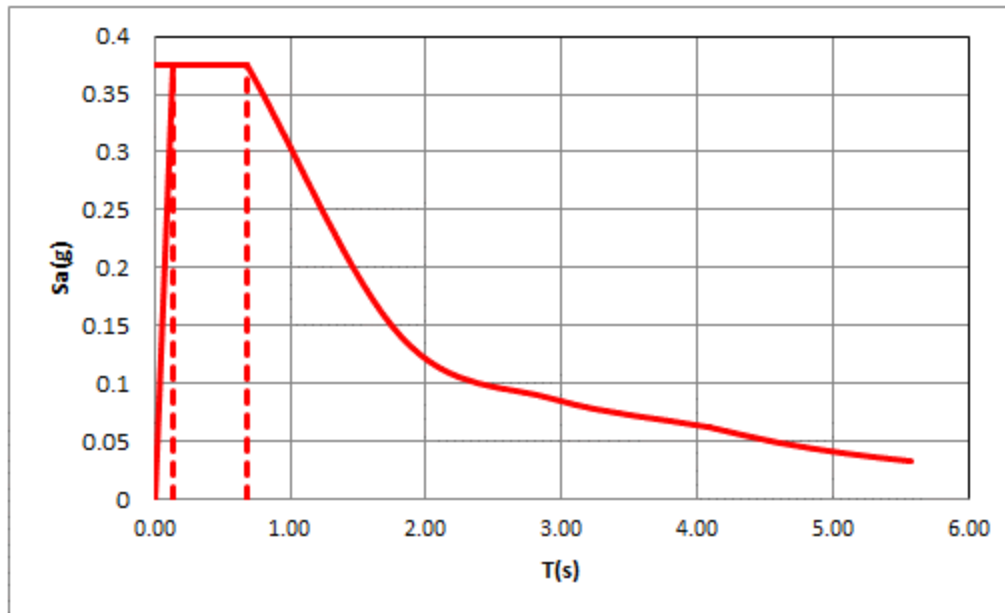


Figura 32. Espectro elástico de aceleraciones del diseño sísmico

#### 7.6.2.1 Método de la fuerza horizontal equivalente.

Para el cálculo de las fuerzas debidas al sismo de diseño, se utilizó el MÉTODO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE estipulado en el apartado A.4.3 de la norma NSR-10.

El cortante en la base fue calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V_s = S_a g M$$

Donde  $S_a$  corresponde al valor de la aceleración como fracción de la gravedad, cuyo valor de acuerdo con el espectro elástico de aceleraciones con un periodo de 0.24 segundos es de 0.38.

Coefficiente de Importancia  Grupo de Uso III

Aa

Av

Fa

Fv

$$T_C = 0.48 \frac{A_v F_v}{A_a F_a} \quad \text{0.68}$$

$$T_L = 2.4 F_v \quad \text{4.08}$$

$$T_0 = 0.1 \frac{A_v F_v}{A_a F_a} \quad \text{0.142}$$

$$T \quad \text{0.24}$$

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad \text{0.52}$$

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad \text{0.38}$$

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T} \quad \text{1.08}$$

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v T_L I}{T^2} \quad \text{18.72}$$

La masa total de la estructura (M) calculada es de 1263.16 toneladas, lo que permite obtener un valor de  $V_s=473.69$  toneladas.

La fuerza sísmica horizontal en cada nivel fue calculada de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$F_x = C_{vx} V_s$$

Donde  $C_{vx}$  se calculó como:

$$C_{vx} = \frac{m_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i h_i^k)}$$

donde **k** es un exponente relacionado con el período fundamental, **T**, de la edificación de la siguiente manera:

- (a) Para T menor o igual a 0.5 segundos: k = 1.0
- (b) Para T entre 0.5 y 2.5 segundos, k = 0.75 + 0.5T
- (c) Para T mayor que 2.5 segundos, k = 2.0

Como T=0.24s, k=1.0

Los resultados de las fuerzas sísmicas actuando en cada nivel se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13. Cáculo de fuerzas sísmicas actuando en cada nivel**

Piso	altura(m)	masa(ton)	hi(m)	hi^k	mi*(hi^k)	Cvx	Fx(ton)
1	3	1044.60	3.00	3.00	3133.80	0.70	333.9
2 (cubierta)	3	218.56	6.00	6.00	1311.36	0.30	139.7
	0	0.00					
	0	0.00					
	0	0.00					
	0	0.00					
	0	0.00					
	0	0.00					
htotal=	6	1263.16			4445.16	1.00	473.69
P.propio(ton)	1263.16						

Para la modelación de la estructura se utilizó el concepto de diafragma rígido de tal manera que las fuerzas sísmicas se repartan proporcionales a las rigideces de los elementos resistentes.

### 7.6.3 Combinaciones de carga.

A continuación, presentamos las combinaciones de cargas para el cálculo de derivas. Se tuvo en cuenta la acción del 100% de las fuerzas sísmicas en cada dirección. Con base a esto se utilizó la combinación que requiera la mayor resistencia del elemento.

c1	:	1.4CM
c2	:	1.2CM+1.6CV
c3	:	1.2CM+CV+Sx
c4	:	1.2CM+CV-Sx
c5	:	1.2CM+CV+Sz
c6	:	1.2CM+CV-Sz
c7	:	0.9CM+Sx
c8	:	0.9CM-Sx
c9	:	0.9CM+Sz
c10	:	0.9CM-Sz

Donde:

CM: Carga Muerta

CV: Carga Viva

Sx: Fuerzas sísmicas en la dirección x.

Sz: Fuerzas sísmicas en la dirección z.

#### 7.6.4 Cálculo de derivas.

La norma NSR-10 establece en el numeral A.6.4 la deriva máxima para cualquier piso, la cual no se puede exceder. La deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura del piso, como se presenta en la Tabla A.6.4.1:



Tabla A.6.4-1  
Derivas máximas como porcentaje de  $h_{pi}$

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1.0% ( $\Delta_{max}^i \leq 0.010 h_{pi}$ )
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	0.5% ( $\Delta_{max}^i \leq 0.005 h_{pi}$ )

Para el paciente en estudio se calcula como:

$$\Delta_{max} = 0.010 * h_{pi} = 0.010 * 300 \text{cm} = 3.00 \text{cm}$$

### 7.6.5 Determinación del índice de flexibilidad.

La norma NSR-10 establece en A.10.4.3.5 que se debe calcular el índice de flexibilidad, el cual indica la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por la norma. Tiene dos designaciones:

- (a) **Índice de flexibilidad del piso** — el cual se define como el cociente entre la deflexión o deriva obtenida del análisis de la estructura y la máxima permitida por la norma NSR-10, para cada uno de los pisos de la edificación.
- (b) **Índice de flexibilidad de la estructura** — definido como el mayor valor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y para las derivas.

El cálculo de las derivas y de los índices de flexibilidad, se realizó mediante un modelo matemático tridimensional (ver Figura 33) utilizando el software CYPECAD con licencia N°107119. Los resultados se muestran en las tablas 14 a 23.

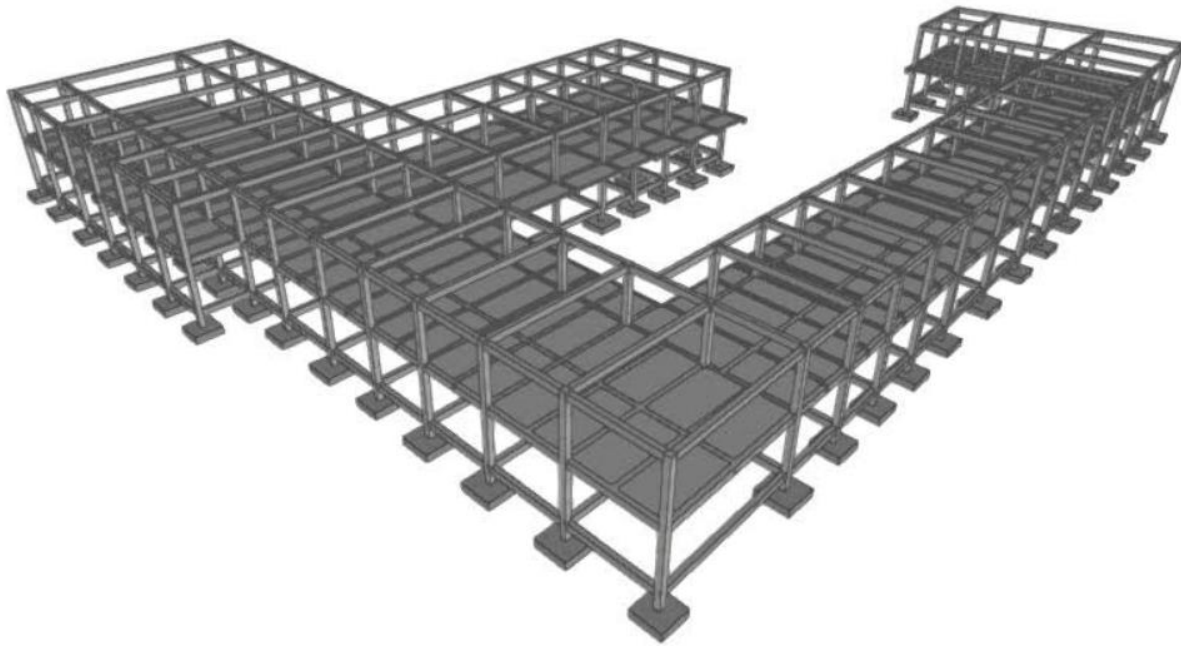


Figura 33. Modelo tridimensional del paciente.

Tabla 14. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 1 a 4.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C1	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0078	h / 385	0.03	h / 100	0.2600	0.2600
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.3018	0.2247
C2	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.3018	0.2183
C3	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0075	h / 400	0.03	h / 100	0.2500	0.2500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.0135	h / 462	0.0623	h / 100	0.3018	0.2167
C4	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.3018	0.2183



Tabla 15. Cáculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 5 a 15.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C5	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.0137	h / 455	0.0623	h / 100	0.3018	0.2199
C6	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.3018	0.2231
C7	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0106	h / 284	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.3018	0.2247
C8	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0078	h / 385	0.03	h / 100	0.2600	0.2600
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2921	0.2247
C9	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.2921	0.2183
C10	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0075	h / 400	0.03	h / 100	0.2500	0.2500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0135	h / 462	0.0623	h / 100	0.2921	0.2167
C11	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.2921	0.2183
C12	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0137	h / 455	0.0623	h / 100	0.2921	0.2199
C13	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2921	0.2231
C14	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2921	0.2247
C15	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0062	h / 484	0.03	h / 100	0.2067	0.2067
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.008	h / 375	0.03	h / 100	0.2667	0.2667
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0143	h / 436	0.0623	h / 100	0.2921	0.2295



Tabla 16. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 16 a 26.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C16	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0145	h / 430	0.0623	h / 100	0.2921	0.2327
C17	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0064	h / 469	0.03	h / 100	0.2133	0.2133
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0148	h / 421	0.0623	h / 100	0.2921	0.2376
C18	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0065	h / 462	0.03	h / 100	0.2167	0.2167
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0085	h / 353	0.03	h / 100	0.2833	0.2833
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0151	h / 413	0.0623	h / 100	0.2921	0.2424
C19	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.007	h / 429	0.03	h / 100	0.2333	0.2333
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0091	h / 330	0.03	h / 100	0.3033	0.3033
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0161	h / 387	0.0623	h / 100	0.2921	0.2584
C20	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0099	h / 304	0.03	h / 100	0.3300	0.3300
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0176	h / 354	0.0623	h / 100	0.2921	0.2825
C21	Cubierta	5.83	3	0.0078	h / 385	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Segundo Piso	2.83	3	0.0103	h / 292	0.0108	h / 278	0.03	h / 100	0.3600	0.3600
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0192	h / 325	0.0623	h / 100	0.2921	0.3082
C22	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0141	h / 442	0.0623	h / 100	0.2665	0.2263
C23	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.2665	0.2183
C24	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0075	h / 400	0.03	h / 100	0.2500	0.2500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0135	h / 462	0.0623	h / 100	0.2665	0.2167
C25	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.2665	0.2183
C26	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0137	h / 455	0.0623	h / 100	0.2665	0.2199



Tabla 17. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 27 a 37.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C27	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2665	0.2231
C28	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2665	0.2247
C29	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0062	h / 484	0.03	h / 100	0.2067	0.2067
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.008	h / 375	0.03	h / 100	0.2667	0.2667
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0143	h / 436	0.0623	h / 100	0.2665	0.2295
C30	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0145	h / 430	0.0623	h / 100	0.2665	0.2327
C31	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0064	h / 469	0.03	h / 100	0.2133	0.2133
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0148	h / 421	0.0623	h / 100	0.2665	0.2376
C32	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0065	h / 462	0.03	h / 100	0.2167	0.2167
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0085	h / 353	0.03	h / 100	0.2833	0.2833
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0151	h / 413	0.0623	h / 100	0.2665	0.2424
C33	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.007	h / 429	0.03	h / 100	0.2333	0.2333
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0091	h / 330	0.03	h / 100	0.3033	0.3033
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0161	h / 387	0.0623	h / 100	0.2665	0.2584
C34	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0099	h / 304	0.03	h / 100	0.3300	0.3300
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0176	h / 354	0.0623	h / 100	0.2665	0.2825
C35	Cubierta	5.83	3	0.0072	h / 417	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Segundo Piso	2.83	3	0.0093	h / 323	0.0107	h / 281	0.03	h / 100	0.3567	0.3567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0166	h / 375	0.0191	h / 326	0.0623	h / 100	0.2665	0.3066
C36	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0062	h / 484	0.03	h / 100	0.2067	0.2067
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0141	h / 442	0.0623	h / 100	0.2552	0.2263
C37	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.2552	0.2183



Tabla 18. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 38 a 48.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C38	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0059	h / 509	0.03	h / 100	0.1967	0.1967
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0075	h / 400	0.03	h / 100	0.2500	0.2500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0135	h / 462	0.0623	h / 100	0.2552	0.2167
C39	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0076	h / 395	0.03	h / 100	0.2533	0.2533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0136	h / 458	0.0623	h / 100	0.2552	0.2183
C40	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0137	h / 455	0.0623	h / 100	0.2552	0.2199
C41	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2552	0.2231
C42	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2552	0.2247
C43	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2552	0.2311
C44	Cubierta	5.83	3	0.0067	h / 448	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0153	h / 407	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2456	0.2231
C45	Cubierta	5.83	3	0.0067	h / 448	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0153	h / 407	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2456	0.2247
C46	Cubierta	5.83	3	0.0067	h / 448	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0153	h / 407	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2456	0.2311
C47	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0085	h / 353	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0152	h / 410	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2440	0.2231
C48	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0085	h / 353	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0152	h / 410	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2440	0.2247



Tabla 19. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 49 a 59.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C49	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0085	h / 353	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0152	h / 410	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2440	0.2311
C50	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0084	h / 358	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0151	h / 413	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2424	0.2247
C51	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0084	h / 358	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0151	h / 413	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2424	0.2231
C52	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0084	h / 358	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0151	h / 413	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2424	0.2311
C53	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.015	h / 415	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2408	0.2231
C54	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.015	h / 415	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2408	0.2247
C55	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0062	h / 484	0.03	h / 100	0.2067	0.2067
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.008	h / 375	0.03	h / 100	0.2667	0.2667
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.015	h / 415	0.0143	h / 436	0.0623	h / 100	0.2408	0.2295
C56	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.015	h / 415	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2408	0.2311
C57	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0149	h / 418	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2392	0.2231
C58	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0149	h / 418	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2392	0.2311
C59	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0063	h / 477	0.03	h / 100	0.2100	0.2100
	Segundo Piso	2.83	3	0.0082	h / 366	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0148	h / 421	0.0144	h / 433	0.0623	h / 100	0.2376	0.2311

**Tabla 20. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 60 a 70.**

DERIVAS E ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Índice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Índice de Deriva X	Índice de Deriva Y
C60	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0062	h / 484	0.03	h / 100	0.2067	0.2067
	Segundo Piso	2.83	3	0.0082	h / 366	0.008	h / 375	0.03	h / 100	0.2667	0.2667
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0148	h / 421	0.0143	h / 436	0.0623	h / 100	0.2376	0.2295
C61	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0061	h / 492	0.03	h / 100	0.2033	0.2033
	Segundo Piso	2.83	3	0.0082	h / 366	0.0079	h / 380	0.03	h / 100	0.2633	0.2633
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0148	h / 421	0.014	h / 445	0.0623	h / 100	0.2376	0.2247
C62	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.006	h / 500	0.03	h / 100	0.2000	0.2000
	Segundo Piso	2.83	3	0.0082	h / 366	0.0077	h / 390	0.03	h / 100	0.2567	0.2567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0148	h / 421	0.0139	h / 448	0.0623	h / 100	0.2376	0.2231
C63	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2552	0.2681
C64	Cubierta	5.83	3	0.0068	h / 442	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Segundo Piso	2.83	3	0.0089	h / 338	0.0107	h / 281	0.03	h / 100	0.3567	0.3567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0159	h / 392	0.0191	h / 326	0.0623	h / 100	0.2552	0.3066
C65	Cubierta	5.83	3	0.0067	h / 448	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0154	h / 405	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2472	0.2681
C66	Cubierta	5.83	3	0.0067	h / 448	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0107	h / 281	0.03	h / 100	0.3567	0.3567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0154	h / 405	0.019	h / 328	0.0623	h / 100	0.2472	0.3050
C67	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0085	h / 353	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0152	h / 410	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2440	0.2681
C68	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Segundo Piso	2.83	3	0.0085	h / 353	0.0107	h / 281	0.03	h / 100	0.3567	0.3567
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0152	h / 410	0.019	h / 328	0.0623	h / 100	0.2440	0.3050
C69	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0084	h / 358	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0151	h / 413	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2424	0.2681
C70	Cubierta	5.83	3	0.0066	h / 455	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Segundo Piso	2.83	3	0.0084	h / 358	0.0106	h / 284	0.03	h / 100	0.3533	0.3533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0151	h / 413	0.019	h / 328	0.0623	h / 100	0.2424	0.3050



Tabla 21. Cáculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 71 a 81.

DERIVAS E ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Índice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Índice de Deriva X	Índice de Deriva Y
C71	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0149	h / 418	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2392	0.2681
C72	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Segundo Piso	2.83	3	0.0083	h / 362	0.0106	h / 284	0.03	h / 100	0.3533	0.3533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0149	h / 418	0.0189	h / 330	0.0623	h / 100	0.2392	0.3034
C73	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0082	h / 366	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0148	h / 421	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2376	0.2681
C74	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Segundo Piso	2.83	3	0.0082	h / 366	0.0106	h / 284	0.03	h / 100	0.3533	0.3533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0148	h / 421	0.0189	h / 330	0.0623	h / 100	0.2376	0.3034
C75	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0081	h / 371	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0147	h / 424	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2360	0.2681
C76	Cubierta	5.83	3	0.0065	h / 462	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Segundo Piso	2.83	3	0.0081	h / 371	0.0106	h / 284	0.03	h / 100	0.3533	0.3533
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0147	h / 424	0.0188	h / 332	0.0623	h / 100	0.2360	0.3018
C77	Cubierta	5.83	3	0.0069	h / 435	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0156	h / 400	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2504	0.2681
C78	Cubierta	5.83	3	0.0069	h / 435	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Segundo Piso	2.83	3	0.0086	h / 349	0.0105	h / 286	0.03	h / 100	0.3500	0.3500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0156	h / 400	0.0188	h / 332	0.0623	h / 100	0.2504	0.3018
C79	Cubierta	5.83	3	0.0073	h / 411	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0091	h / 330	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0165	h / 378	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2648	0.2681
C80	Cubierta	5.83	3	0.0073	h / 411	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Segundo Piso	2.83	3	0.0091	h / 330	0.0105	h / 286	0.03	h / 100	0.3500	0.3500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0165	h / 378	0.0187	h / 333	0.0623	h / 100	0.2648	0.3002
C81	Cubierta	5.83	3	0.0077	h / 390	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0095	h / 316	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0173	h / 360	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2777	0.2681



Tabla 22. Caculo de derivas e índice de flexibilidad columnas 82 a 92.

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C82	Cubierta	5.83	3	0.0077	h / 390	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Segundo Piso	2.83	3	0.0095	h / 316	0.0105	h / 286	0.03	h / 100	0.3500	0.3500
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0173	h / 360	0.0187	h / 333	0.0623	h / 100	0.2777	0.3002
C83	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.01	h / 300	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.2921	0.2681
C84	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0081	h / 371	0.03	h / 100	0.2700	0.2700
	Segundo Piso	2.83	3	0.01	h / 300	0.0104	h / 289	0.03	h / 100	0.3467	0.3467
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0186	h / 335	0.0623	h / 100	0.2921	0.2986
C85	Cubierta	5.83	3	0.0085	h / 353	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0105	h / 286	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0191	h / 326	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.3066	0.2681
C86	Cubierta	5.83	3	0.0085	h / 353	0.008	h / 375	0.03	h / 100	0.2667	0.2667
	Segundo Piso	2.83	3	0.0105	h / 286	0.0104	h / 289	0.03	h / 100	0.3467	0.3467
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0191	h / 326	0.0186	h / 335	0.0623	h / 100	0.3066	0.2986
C87	Cubierta	5.83	3	0.0089	h / 338	0.008	h / 375	0.03	h / 100	0.2667	0.2667
	Segundo Piso	2.83	3	0.011	h / 273	0.0104	h / 289	0.03	h / 100	0.3467	0.3467
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0201	h / 310	0.0186	h / 335	0.0623	h / 100	0.3226	0.2986
C88	Cubierta	5.83	3	0.0089	h / 338	0.0072	h / 417	0.03	h / 100	0.2400	0.2400
	Segundo Piso	2.83	3	0.0109	h / 276	0.0094	h / 320	0.03	h / 100	0.3133	0.3133
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0199	h / 313	0.0167	h / 373	0.0623	h / 100	0.3194	0.2681
C89	Cubierta	5.83	3	0.0088	h / 341	0.0066	h / 455	0.03	h / 100	0.2200	0.2200
	Segundo Piso	2.83	3	0.0109	h / 276	0.0086	h / 349	0.03	h / 100	0.2867	0.2867
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0198	h / 315	0.0153	h / 407	0.0623	h / 100	0.3178	0.2456
C90	Cubierta	5.83	3	0.0088	h / 341	0.0065	h / 462	0.03	h / 100	0.2167	0.2167
	Segundo Piso	2.83	3	0.0109	h / 276	0.0084	h / 358	0.03	h / 100	0.2800	0.2800
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0198	h / 315	0.0149	h / 418	0.0623	h / 100	0.3178	0.2392
C91	Cubierta	5.83	3	0.0087	h / 345	0.0064	h / 469	0.03	h / 100	0.2133	0.2133
	Segundo Piso	2.83	3	0.0108	h / 278	0.0082	h / 366	0.03	h / 100	0.2733	0.2733
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0197	h / 316	0.0147	h / 424	0.0623	h / 100	0.3162	0.2360
C92	Cubierta	5.83	3	0.0084	h / 358	0.0064	h / 469	0.03	h / 100	0.2133	0.2133
	Segundo Piso	2.83	3	0.0104	h / 289	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0188	h / 332	0.0147	h / 424	0.0623	h / 100	0.3018	0.2360



**Tabla 23. Cáculo de derivas e índice de flexibilidad de columnas 93 a 96.**

DERIVAS E INDICE DE FLEXIBILIDAD EN SITUACIONES SISMICAS											
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Deriva X		Deriva Y		Deriva Máxima Permitida		Indice de Flexibilidad	
				Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Absoluta (m)	Relativa	Indice de Deriva X	Indice de Deriva Y
C93	Cubierta	5.83	3	0.008	h / 375	0.0064	h / 469	0.03	h / 100	0.2133	0.2133
	Segundo Piso	2.83	3	0.0099	h / 304	0.0083	h / 362	0.03	h / 100	0.2767	0.2767
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.018	h / 346	0.0147	h / 424	0.0623	h / 100	0.2889	0.2360
C94	Cubierta	5.83	3	0.008	h / 375	0.0065	h / 462	0.03	h / 100	0.2167	0.2167
	Segundo Piso	2.83	3	0.0099	h / 304	0.0084	h / 358	0.03	h / 100	0.2800	0.2800
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0181	h / 344	0.015	h / 415	0.0623	h / 100	0.2905	0.2408
C95	Cubierta	5.83	3	0.0081	h / 371	0.0067	h / 448	0.03	h / 100	0.2233	0.2233
	Segundo Piso	2.83	3	0.01	h / 300	0.0087	h / 345	0.03	h / 100	0.2900	0.2900
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0182	h / 343	0.0155	h / 402	0.0623	h / 100	0.2921	0.2488
C96	Cubierta	5.83	3	0.0084	h / 358	0.0065	h / 462	0.03	h / 100	0.2167	0.2167
	Segundo Piso	2.83	3	0.0104	h / 289	0.0084	h / 358	0.03	h / 100	0.2800	0.2800
	Primer Piso	-0.18	0.23	0.0001	h / 2250	0.0001	h / 2250	0.0023	h / 100	0.0435	0.0435
	Cimentación	-0.4									
	Total		6.23	0.0189	h / 330	0.015	h / 415	0.0623	h / 100	0.3034	0.2408

De los resultados mostrados en las Tablas 14 a 23 podemos resaltar lo siguiente:

- El índice de flexibilidad de la estructura=36%
- El índice de flexibilidad del primer piso =33%
- El índice de flexibilidad del segundo piso =36%
- Todos los índices de flexibilidad están por debajo del 100%, lo que permite deducir que la estructura existente es adecuada para soportar los desplazamientos horizontales máximos permitidos en caso de que ocurra un sismo de acuerdo con la zona de amenaza.

#### 7.6.6 Determinación del índice de sobre-esfuerzo.

Se determinó el índice de sobre-esfuerzo de la estructura analizada, con el fin de establecer la capacidad existente de soportar de manera adecuada las solicitaciones de cargas establecidas en la norma NSR-10.

(a) **Índice de sobre-esfuerzo de los elementos:** Es el índice de sobre-esfuerzo de cada uno de los elementos estructurales del paciente.

(b) **Índice de sobre-esfuerzo de la estructura:** es el mayor índice de sobreesfuerzo individual de la estructura.

### 7.6.6.1 Combinaciones de cargas.

En las Tablas 24A y 24B, presentamos las combinaciones de cargas para el cálculo del índice de sobre-esfuerzo.

■ **Nombres de las hipótesis**

- PP           Peso propio
- CM           Cargas muertas
- Qa           Carga viva
- V(+X exc.+) Viento +X exc.+
- V(+X exc.-) Viento +X exc.-
- V(-X exc.+) Viento -X exc.+
- V(-X exc.-) Viento -X exc.-
- V(+Y exc.+) Viento +Y exc.+
- V(+Y exc.-) Viento +Y exc.-
- V(-Y exc.+) Viento -Y exc.+
- V(-Y exc.-) Viento -Y exc.-
- SX           Sismo X
- SY           Sismo Y

**Tabla 24A. Combinaciones de carga para el cálculo del índice de sobre-esfuerzo**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
1	1.400	1.400											
2	1.200	1.200											
3	1.200	1.200	1.600										
4	1.200	1.200		1.000									
5	1.200	1.200	0.500	1.000									
6	1.200	1.200			1.000								
7	1.200	1.200	0.500		1.000								
8	1.200	1.200				1.000							
9	1.200	1.200	0.500			1.000							
10	1.200	1.200					1.000						
11	1.200	1.200	0.500				1.000						
12	1.200	1.200						1.000					
13	1.200	1.200	0.500					1.000					
14	1.200	1.200							1.000				
15	1.200	1.200	0.500						1.000				
16	1.200	1.200								1.000			



**Tabla 24B. Combinaciones de carga para el cálculo del índice de sobre-esfuerzo.**

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
17	1.200	1.200	0.500							1.000			
18	1.200	1.200									1.000		
19	1.200	1.200	0.500								1.000		
20	1.200	1.200										-0.300	-1.000
21	1.200	1.200	0.500									-0.300	-1.000
22	1.200	1.200										0.300	-1.000
23	1.200	1.200	0.500									0.300	-1.000
24	1.200	1.200										-1.000	-0.300
25	1.200	1.200	0.500									-1.000	-0.300
26	1.200	1.200										-1.000	0.300
27	1.200	1.200	0.500									-1.000	0.300
28	1.200	1.200										0.300	1.000
29	1.200	1.200	0.500									0.300	1.000
30	1.200	1.200										-0.300	1.000
31	1.200	1.200	0.500									-0.300	1.000
32	1.200	1.200										1.000	0.300
33	1.200	1.200	0.500									1.000	0.300
34	1.200	1.200										1.000	-0.300
35	1.200	1.200	0.500									1.000	-0.300
36	0.900	0.900											
37	0.900	0.900		1.000									
38	0.900	0.900			1.000								
39	0.900	0.900				1.000							
40	0.900	0.900					1.000						
41	0.900	0.900						1.000					
42	0.900	0.900							1.000				
43	0.900	0.900								1.000			
44	0.900	0.900									1.000		
45	0.900	0.900										-0.300	-1.000
46	0.900	0.900										0.300	-1.000
47	0.900	0.900										-1.000	-0.300
48	0.900	0.900										-1.000	0.300
49	0.900	0.900										0.300	1.000
50	0.900	0.900										-0.300	1.000
51	0.900	0.900										1.000	0.300
52	0.900	0.900										1.000	-0.300



Los índices de sobreesfuerzo en los elementos estructurales del paciente tales como columnas y vigas, se calcularon mediante un modelo matemático tridimensional utilizando el software CYPECAD con licencia N°107119. Los resultados se muestran en las Tablas 25 a 47.

**Tabla 25. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 1 a 7.**

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C1	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	179.8	No cumple	
C2	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	181.1	No cumple	
C3	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	168.8	No cumple	
C4	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	170.9	No cumple
C5	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	167.6	No cumple	
C6	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	163.0	No cumple	
C7	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	184.4	No cumple	



**Tabla 26. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 8 a 15.**

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C8	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	164.2	No cumple
C9	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	143.0	No cumple
C10	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	140.3	No cumple
C11	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	137.0	No cumple
C12	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	134.1	No cumple
C13	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	131.1	No cumple
C14	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	131.6	No cumple
C15	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	134.6	No cumple



**Tabla 27. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 16 a 23.**

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C16	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	137.3	No cumple
C17	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	145.7	No cumple
C18	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	154.0	No cumple
C19	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	161.8	No cumple
C20	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	169.6	No cumple
C21	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	186.5	No cumple
C22	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	145.7	No cumple
C23	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
						0.88	1eØ3/8"	30	-
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	137.2	No cumple

**Tabla 28. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 24 a 31.**

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C24	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	129.0	No cumple
C25	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	128.2	No cumple
C26	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	125.4	No cumple
C27	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	123.2	No cumple
C28	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	121.3	No cumple
C29	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	119.0	No cumple
C30	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	119.6	No cumple
C31	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple	



Tabla 29. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 32 a 38.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuántía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C32	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	133.3	No cumple
C33	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	141.9	No cumple
C34	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	149.6	No cumple
C35	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	162.6	No cumple
C36	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	169.3	No cumple
C37	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	147.8	No cumple
C38	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	144.5	No cumple



Tabla 30. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 39 a 46.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C39	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	139.1	No cumple	
C40	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	136.2	No cumple	
C41	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	128.0	No cumple	
C42	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	120.2	No cumple	
C43	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	118.2	No cumple	
C44	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	126.6	No cumple	
C45	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	117.2	No cumple	
C46	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	111.9	No cumple	



Tabla 31. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 47 a 54.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C47	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	129.8	No cumple	
C48	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	117.3	No cumple	
C49	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	113.7	No cumple	
C50	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	111.4	No cumple	
C51	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	132.4	No cumple	
C52	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	112.5	No cumple	
C53	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	127.7	No cumple	
C54	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	106.4	No cumple	



**Tabla 32. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 55 a 62.**

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C55	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	112.5	No cumple	
C56	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	128.7	No cumple	
C57	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	118.6	No cumple	
C58	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	119.3	No cumple	
C59	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	138.3	No cumple	
C60	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	128.2	No cumple	
C61	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	114.6	No cumple	
C62	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	139.1	No cumple	



Tabla 33. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 63 a 70.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C63	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	139.6	No cumple
C64	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	155.5	No cumple
C65	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	131.6	No cumple
C66	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	148.3	No cumple
C67	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	125.2	No cumple
C68	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	144.7	No cumple
C69	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	119.4	No cumple
C70	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	140.7	No cumple



Tabla 34. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 71 a 78.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C71	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	123.3	No cumple	
C72	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	137.9	No cumple	
C73	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	128.1	No cumple	
C74	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	145.6	No cumple	
C75	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	132.0	No cumple	
C76	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	148.3	No cumple	
C77	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	135.7	No cumple	
C78	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	151.0	No cumple	



Tabla 35. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 79 a 86.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C79	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	141.7	No cumple
C80	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	156.3	No cumple
C81	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	146.6	No cumple
C82	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	161.8	No cumple
C83	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	153.2	No cumple
C84	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	171.4	No cumple
C85	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	159.6	No cumple
C86	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
Cimentación	-	-		4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	178.4	No cumple



Tabla 36. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 87 a 94.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción <sup>(1)</sup>	Separación (cm)		
C87	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	196.6	No cumple
C88	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	174.6	No cumple
C89	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	166.3	No cumple
C90	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	162.1	No cumple
C91	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	186.0	No cumple
C92	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	170.8	No cumple
C93	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	161.7	No cumple
C94	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	154.3	No cumple



Tabla 37. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de columnas 95 y 96.

ÍNDICES SOBRESFUERZOS DE COLUMNAS (%)									
Columna	Geometría			Armados				Índice (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Esquina	Cuantía (%)	Descripción (1)	Separación (cm)		
C95	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	151.7	No cumple
C96	CUBIERTA	30x30	3.00/5.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	SEGUNDO PISO	30x30	0.00/2.65	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
					0.88	1eØ3/8"	30	-	No cumple
	PRIMER PISO	30x30	-0.40/-0.35		0.88	1eØ3/8"	15	-	No cumple
	Cimentación	-	-	4Ø5/8"	0.88	1eØ3/8"	-	154.7	No cumple

Notas:  
e = estribo, r = rama  
No cumple: 'Armadura mínima' (Armado longitudinal)  
No cumple: 'Disposiciones relativas a las armaduras' (Armado transversal)

Tabla 38. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2001 a 2016.

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NSR-10, TÍTULO C)						Índice de Sobreefuerzo (%)		
	Disp.	Arm.	Q	Q S.	N,M	N,M S.	Disp. S.	Cap. S.	
V-2001: C91 - C90	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 12.3$	'2.669 m' $\eta = 31.9$	'0.000 m' $\eta = 36.0$	'0.000 m' $\eta = 115.9$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 115.9$
V-2002: C90 - C89	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 10.8$	'2.863 m' $\eta = 26.3$	'0.318 m' $\eta = 29.1$	'2.959 m' $\eta = 82.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.4$
V-2003: C89 - C88	Cumple	Cumple	'3.457 m' $\eta = 17.8$	'3.457 m' $\eta = 31.7$	'3.457 m' $\eta = 40.8$	'3.457 m' $\eta = 87.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.5$
V-2004: C88 - C87	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 23.7$	'5.196 m' $\eta = 31.7$	'2.435 m' $\eta = 68.0$	'5.196 m' $\eta = 118.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.8$
V-2005: B34 - B35	Cumple	Cumple	'2.706 m' $\eta = 18.1$	'2.706 m' $\eta = 16.4$	'2.706 m' $\eta = 45.5$	'2.706 m' $\eta = 44.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 45.5$
V-2006: B35 - B36	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 19.7$	'0.000 m' $\eta = 19.0$	'0.000 m' $\eta = 44.9$	'0.000 m' $\eta = 43.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.9$
V-2007: B36 - B37	Cumple	Cumple	'1.417 m' $\eta = 4.8$	'1.417 m' $\eta = 9.5$	'0.532 m' $\eta = 42.8$	'0.000 m' $\eta = 43.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.6$
V-2008: B37 - B38	Cumple	Cumple	'1.395 m' $\eta = 26.2$	'1.395 m' $\eta = 24.5$	'1.704 m' $\eta = 76.3$	'1.704 m' $\eta = 66.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 76.3$
V-2009: B38 - B39	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 27.9$	'0.000 m' $\eta = 23.0$	'0.000 m' $\eta = 74.0$	'0.000 m' $\eta = 66.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 74.0$
V-2010: B39 - B40	Cumple	Cumple	'2.525 m' $\eta = 15.0$	'2.525 m' $\eta = 13.8$	'0.318 m' $\eta = 63.4$	'0.318 m' $\eta = 60.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.4$
V-2011: C96 - C85	Cumple	Cumple	'6.707 m' $\eta = 52.4$	'6.707 m' $\eta = 56.0$	'3.083 m' $\eta = 85.7$	'0.000 m' $\eta = 98.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 98.9$
V-2012: C85 - C86	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 57.7$	'0.000 m' $\eta = 64.4$	'2.332 m' $\eta = 90.1$	'5.239 m' $\eta = 99.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 99.1$
V-2013: C92 - C96	Cumple	Cumple	'2.947 m' $\eta = 22.1$	'2.947 m' $\eta = 41.3$	'2.947 m' $\eta = 48.8$	'0.000 m' $\eta = 113.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 113.8$
V-2014: B160 - B161	Cumple	Cumple	'2.680 m' $\eta = 18.3$	'2.680 m' $\eta = 16.1$	'2.680 m' $\eta = 46.1$	'2.680 m' $\eta = 42.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.1$
V-2015: B161 - B162	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 20.9$	'0.000 m' $\eta = 18.8$	'0.000 m' $\eta = 47.1$	'0.000 m' $\eta = 43.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.1$
V-2016: B162 - B163	Cumple	Cumple	'1.305 m' $\eta = 5.9$	'1.305 m' $\eta = 8.1$	'0.400 m' $\eta = 42.8$	'0.150 m' $\eta = 42.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 42.8$



**Tabla 39. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2017 a 2050.**

V-2017: B163 - B164	Cumple	Cumple	'1.244 m' $\eta = 25.5$	'1.244 m' $\eta = 23.5$	'1.562 m' $\eta = 73.7$	'1.562 m' $\eta = 65.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 73.7$
V-2018: B164 - B165	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 25.9$	'0.000 m' $\eta = 22.1$	'0.000 m' $\eta = 73.2$	'0.000 m' $\eta = 66.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 73.2$
V-2019: B165 - B166	Cumple	Cumple	'2.581 m' $\eta = 12.7$	'2.581 m' $\eta = 14.3$	'0.000 m' $\eta = 66.4$	'0.286 m' $\eta = 64.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 66.4$
V-2020: C93 - C94	Cumple	Cumple	'2.617 m' $\eta = 16.4$	'0.000 m' $\eta = 36.1$	'0.000 m' $\eta = 38.5$	'0.000 m' $\eta = 117.4$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 117.4$
V-2021: C94 - C95	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 21.5$	'2.886 m' $\eta = 37.4$	'0.318 m' $\eta = 40.1$	'2.886 m' $\eta = 88.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.1$
V-2022: C95 - C83	Cumple	Cumple	'2.934 m' $\eta = 27.2$	'2.934 m' $\eta = 41.6$	'1.350 m' $\eta = 45.2$	'0.318 m' $\eta = 89.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.2$
V-2023: C83 - C84	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 49.8$	'5.013 m' $\eta = 57.1$	'2.518 m' $\eta = 88.7$	'5.331 m' $\eta = 96.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 96.6$
V-2024: B181 - B180	Cumple	'0.127 m' Cumple	'0.752 m' $\eta = 9.9$	'0.823 m' $\eta = 9.5$	'0.823 m' $\eta = 36.4$	'0.823 m' $\eta = 33.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.4$
V-2025: B180 - B182	Cumple	Cumple	'0.360 m' $\eta = 14.9$	'0.000 m' $\eta = 13.8$	'2.320 m' $\eta = 68.2$	'2.320 m' $\eta = 57.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 68.2$
V-2026: B182 - B183	Cumple	Cumple	'2.635 m' $\eta = 13.2$	'2.635 m' $\eta = 14.3$	'0.000 m' $\eta = 70.4$	'0.318 m' $\eta = 66.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 70.4$
V-2027: B187 - C81	Cumple	'0.127 m' Cumple	'0.802 m' $\eta = 8.8$	'0.802 m' $\eta = 13.8$	'0.802 m' $\eta = 19.0$	'0.802 m' $\eta = 31.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 31.6$
V-2028: C81 - C82	Cumple	Cumple	'5.508 m' $\eta = 53.2$	'5.508 m' $\eta = 63.5$	'5.508 m' $\eta = 90.1$	'5.508 m' $\eta = 146.1$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 146.1$
V-2029: B188 - B179	Cumple	'0.126 m' Cumple	'0.751 m' $\eta = 10.0$	'0.751 m' $\eta = 11.8$	'0.824 m' $\eta = 34.8$	'0.824 m' $\eta = 41.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.7$
V-2030: B179 - B184	Cumple	Cumple	'0.610 m' $\eta = 15.7$	'0.360 m' $\eta = 14.1$	'2.384 m' $\eta = 77.3$	'2.110 m' $\eta = 66.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.3$
V-2031: B184 - B186	Cumple	Cumple	'2.690 m' $\eta = 13.4$	'2.690 m' $\eta = 14.4$	'0.000 m' $\eta = 78.5$	'0.409 m' $\eta = 69.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 78.5$
V-2032: B2 - C79	Cumple	'0.252 m' Cumple	'0.802 m' $\eta = 7.9$	'0.802 m' $\eta = 12.6$	'0.802 m' $\eta = 10.5$	'0.802 m' $\eta = 17.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.1$
V-2033: C79 - C80	Cumple	Cumple	'5.634 m' $\eta = 54.5$	'5.634 m' $\eta = 64.4$	'2.582 m' $\eta = 87.0$	'5.634 m' $\eta = 116.0$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 116.0$
V-2034: B4 - B5	Cumple	'0.128 m' Cumple	'0.753 m' $\eta = 9.6$	'0.753 m' $\eta = 10.8$	'0.824 m' $\eta = 34.5$	'0.824 m' $\eta = 39.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 39.1$
V-2035: B5 - B6	Cumple	Cumple	'0.360 m' $\eta = 16.5$	'0.360 m' $\eta = 14.5$	'2.449 m' $\eta = 82.4$	'2.110 m' $\eta = 70.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.4$
V-2036: B6 - B7	Cumple	Cumple	'2.745 m' $\eta = 15.0$	'2.745 m' $\eta = 14.8$	'0.000 m' $\eta = 84.0$	'0.318 m' $\eta = 73.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.0$
V-2037: B8 - C77	Cumple	'0.252 m' Cumple	'0.752 m' $\eta = 8.3$	'0.802 m' $\eta = 12.3$	'0.802 m' $\eta = 16.2$	'0.802 m' $\eta = 24.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.8$
V-2038: C77 - C78	Cumple	Cumple	'5.762 m' $\eta = 63.1$	'5.762 m' $\eta = 70.6$	'5.762 m' $\eta = 93.5$	'5.762 m' $\eta = 132.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 132.3$
V-2039: B10 - B11	Cumple	'0.126 m' Cumple	'0.751 m' $\eta = 9.9$	'0.751 m' $\eta = 10.8$	'0.824 m' $\eta = 35.4$	'0.824 m' $\eta = 39.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 39.4$
V-2040: B11 - B12	Cumple	Cumple	'0.358 m' $\eta = 16.7$	'0.358 m' $\eta = 14.8$	'2.520 m' $\eta = 86.0$	'2.358 m' $\eta = 72.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 86.0$
V-2041: B12 - B13	Cumple	Cumple	'2.808 m' $\eta = 15.8$	'2.808 m' $\eta = 15.3$	'0.000 m' $\eta = 87.7$	'0.271 m' $\eta = 75.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.7$
V-2042: B14 - C75	Cumple	'0.252 m' Cumple	'0.752 m' $\eta = 6.8$	'0.802 m' $\eta = 10.9$	'0.802 m' $\eta = 8.7$	'0.802 m' $\eta = 14.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 14.8$
V-2043: C75 - C76	Cumple	Cumple	'5.917 m' $\eta = 58.4$	'5.917 m' $\eta = 64.7$	'5.917 m' $\eta = 94.0$	'5.917 m' $\eta = 130.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 130.8$
V-2044: B16 - B17	Cumple	'0.143 m' Cumple	'0.751 m' $\eta = 10.2$	'0.751 m' $\eta = 11.3$	'0.825 m' $\eta = 36.7$	'0.825 m' $\eta = 40.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 40.9$
V-2045: B17 - B18	Cumple	Cumple	'0.609 m' $\eta = 16.6$	'0.359 m' $\eta = 14.5$	'2.586 m' $\eta = 92.0$	'2.359 m' $\eta = 76.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.0$
V-2046: B18 - B19	Cumple	Cumple	'2.864 m' $\eta = 14.9$	'2.864 m' $\eta = 14.9$	'0.000 m' $\eta = 93.2$	'0.206 m' $\eta = 80.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.2$
V-2047: B20 - C73	Cumple	'0.252 m' Cumple	'0.752 m' $\eta = 7.5$	'0.802 m' $\eta = 11.1$	'0.802 m' $\eta = 13.0$	'0.802 m' $\eta = 20.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 20.1$
V-2048: C73 - C74	Cumple	Cumple	'6.033 m' $\eta = 68.9$	'6.033 m' $\eta = 73.4$	'2.832 m' $\eta = 91.2$	'6.033 m' $\eta = 118.5$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.5$
V-2049: C62 - C61	Cumple	Cumple	'2.804 m' $\eta = 15.0$	'2.900 m' $\eta = 31.2$	'0.000 m' $\eta = 35.6$	'0.000 m' $\eta = 109.9$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 109.9$
V-2050: C61 - C60	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 14.2$	'0.318 m' $\eta = 25.0$	'0.318 m' $\eta = 35.9$	'0.318 m' $\eta = 82.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.0$



**Tabla 40. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2051 a 2084.**

V-2051: C60 - C59	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 9.3$	'2.221 m' $\eta = 29.3$	'2.221 m' $\eta = 24.7$	'2.221 m' $\eta = 90.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.4$	
V-2052: C59 - B24	Cumple	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 9.0$	'0.318 m' $\eta = 9.8$	'0.318 m' $\eta = 33.0$	'0.318 m' $\eta = 29.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33.0$
V-2053: B25 - B26	Cumple	Cumple	'0.126 m' Cumple	'0.751 m' $\eta = 9.8$	'0.751 m' $\eta = 10.3$	'0.825 m' $\eta = 36.2$	'0.825 m' $\eta = 38.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 38.5$
V-2054: B26 - B27	Cumple	Cumple	'0.608 m' $\eta = 18.3$	'0.358 m' $\eta = 15.6$	'1.858 m' $\eta = 85.5$	'1.858 m' $\eta = 78.0$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.5$
V-2055: B27 - B28	Cumple	Cumple	'2.927 m' $\eta = 17.7$	'2.927 m' $\eta = 16.3$	'1.507 m' $\eta = 84.0$	'1.632 m' $\eta = 75.8$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.0$
V-2056: C57 - B30	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 34.9$	'0.000 m' $\eta = 43.6$	'0.000 m' $\eta = 64.7$	'0.000 m' $\eta = 110.2$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 110.2$
V-2057: B30 - C58	Cumple	Cumple	'5.650 m' $\eta = 30.0$	'5.650 m' $\eta = 36.8$	'5.650 m' $\eta = 57.5$	'5.650 m' $\eta = 89.6$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.6$
V-2058: C58 - B33	Cumple	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 23.0$	'0.318 m' $\eta = 22.1$	'0.318 m' $\eta = 71.6$	'0.318 m' $\eta = 67.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 71.6$
V-2059: B41 - C71	Cumple	Cumple	'0.252 m' Cumple	'0.752 m' $\eta = 7.8$	'0.802 m' $\eta = 10.8$	'0.752 m' $\eta = 13.5$	'0.802 m' $\eta = 19.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.6$
V-2060: C71 - C72	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 69.1$	'0.000 m' $\eta = 68.9$	'6.157 m' $\eta = 103.8$	'6.157 m' $\eta = 127.9$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 127.9$
V-2061: C53 - C54	Cumple	Cumple	'2.900 m' $\eta = 32.0$	'2.900 m' $\eta = 49.1$	'1.554 m' $\eta = 56.9$	'0.000 m' $\eta = 114.0$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 114.0$
V-2062: C54 - C55	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 35.0$	'0.318 m' $\eta = 44.7$	'1.286 m' $\eta = 70.9$	'2.786 m' $\eta = 83.6$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.6$
V-2063: C55 - C56	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 16.6$	'0.318 m' $\eta = 39.4$	'0.318 m' $\eta = 32.7$	'0.318 m' $\eta = 90.2$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.2$
V-2064: C56 - B45	Cumple	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 20.7$	'0.318 m' $\eta = 19.2$	'0.318 m' $\eta = 60.0$	'0.318 m' $\eta = 53.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 60.0$
V-2065: B46 - B47	Cumple	Cumple	'0.035 m' Cumple	'0.826 m' $\eta = 12.8$	'0.826 m' $\eta = 11.7$	'0.826 m' $\eta = 42.4$	'0.826 m' $\eta = 42.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 42.6$
V-2066: B47 - B48	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 24.1$	'0.000 m' $\eta = 19.7$	'1.607 m' $\eta = 81.4$	'1.607 m' $\eta = 74.1$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 81.4$
V-2067: B48 - B49	Cumple	Cumple	'2.996 m' $\eta = 20.4$	'2.996 m' $\eta = 17.6$	'1.834 m' $\eta = 82.9$	'1.834 m' $\eta = 73.0$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.9$
V-2068: C51 - C50	Cumple	Cumple	'2.900 m' $\eta = 25.1$	'2.900 m' $\eta = 41.5$	'2.900 m' $\eta = 43.2$	'0.000 m' $\eta = 119.2$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 119.2$
V-2069: C50 - C52	Cumple	Cumple	'5.624 m' $\eta = 37.9$	'5.624 m' $\eta = 43.3$	'3.036 m' $\eta = 83.0$	'5.624 m' $\eta = 92.3$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.3$
V-2070: C52 - B53	Cumple	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 20.1$	'0.318 m' $\eta = 19.2$	'0.318 m' $\eta = 53.0$	'0.318 m' $\eta = 49.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 53.0$
V-2071: B54 - C69	Cumple	Cumple	'0.252 m' Cumple	'0.752 m' $\eta = 5.9$	'0.802 m' $\eta = 9.5$	'0.752 m' $\eta = 10.3$	'0.802 m' $\eta = 18.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 18.0$
V-2072: C69 - C70	Cumple	Cumple	'6.331 m' $\eta = 70.2$	'6.331 m' $\eta = 72.9$	'6.331 m' $\eta = 96.2$	'6.331 m' $\eta = 120.6$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 120.6$
V-2073: B56 - B57	Cumple	Cumple	'0.126 m' Cumple	'0.751 m' $\eta = 11.9$	'0.751 m' $\eta = 12.6$	'0.826 m' $\eta = 42.5$	'0.826 m' $\eta = 45.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 45.6$
V-2074: B57 - B58	Cumple	Cumple	'0.732 m' $\eta = 17.8$	'0.357 m' $\eta = 15.7$	'2.107 m' $\eta = 85.1$	'1.982 m' $\eta = 79.6$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.1$
V-2075: B58 - B59	Cumple	Cumple	'3.058 m' $\eta = 14.5$	'3.058 m' $\eta = 15.1$	'1.355 m' $\eta = 86.3$	'1.355 m' $\eta = 81.1$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 86.3$
V-2076: C47 - C48	Cumple	Cumple	'2.900 m' $\eta = 32.6$	'2.900 m' $\eta = 47.6$	'2.900 m' $\eta = 49.5$	'0.000 m' $\eta = 119.5$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 119.5$
V-2077: C48 - C49	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 59.2$	'0.000 m' $\eta = 60.2$	'3.036 m' $\eta = 90.2$	'0.000 m' $\eta = 91.7$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.7$
V-2078: C49 - B63	Cumple	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 18.9$	'0.318 m' $\eta = 17.7$	'0.318 m' $\eta = 51.4$	'0.318 m' $\eta = 46.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 51.4$
V-2079: B64 - C67	Cumple	Cumple	'0.318 m' Cumple	'0.733 m' $\eta = 2.4$	'0.733 m' $\eta = 5.1$	'0.733 m' $\eta = 2.2$	'0.802 m' $\eta = 12.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 12.6$
V-2080: C67 - C68	Cumple	Cumple	'6.452 m' $\eta = 48.5$	'6.452 m' $\eta = 51.7$	'2.948 m' $\eta = 89.0$	'6.452 m' $\eta = 111.8$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 111.8$
V-2081: B66 - B67	Cumple	Cumple	'0.104 m' Cumple	'0.826 m' $\eta = 11.3$	'0.826 m' $\eta = 10.9$	'0.826 m' $\eta = 42.2$	'0.826 m' $\eta = 43.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.8$
V-2082: B67 - B68	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 19.8$	'0.000 m' $\eta = 16.7$	'2.560 m' $\eta = 93.8$	'2.460 m' $\eta = 80.4$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.8$
V-2083: B68 - B69	Cumple	Cumple	'3.110 m' $\eta = 16.5$	'3.110 m' $\eta = 15.3$	'1.424 m' $\eta = 86.0$	'1.424 m' $\eta = 78.8$		Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 86.0$
V-2084: C44 - C45	Cumple	Cumple	'2.900 m' $\eta = 38.5$	'2.900 m' $\eta = 52.0$	'2.900 m' $\eta = 49.1$	'0.000 m' $\eta = 118.2$		Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.2$



**Tabla 41. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2085 a 2118.**

V-2085: C45 - C46	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 69.7$	'0.000 m' $\eta = 69.4$	'3.036 m' $\eta = 90.8$	'5.624 m' $\eta = 89.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.8$
V-2086: C46 - B73	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 20.2$	'0.318 m' $\eta = 19.1$	'0.318 m' $\eta = 44.7$	'0.318 m' $\eta = 41.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.7$
V-2087: B77 - C65	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 4.0$	'0.752 m' $\eta = 8.2$	'0.752 m' $\eta = 5.9$	'0.802 m' $\eta = 14.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 14.4$
V-2088: C65 - C66	Cumple	Cumple	'6.546 m' $\eta = 67.2$	'6.546 m' $\eta = 71.4$	'6.546 m' $\eta = 95.8$	'6.546 m' $\eta = 121.7$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 121.7$
V-2089: B79 - B80	Cumple	Cumple	'0.128 m' $\eta = 12.5$	'0.753 m' $\eta = 13.6$	'0.826 m' $\eta = 44.1$	'0.826 m' $\eta = 48.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 48.0$
V-2090: B80 - B81	Cumple	Cumple	'0.856 m' $\eta = 16.9$	'0.356 m' $\eta = 15.1$	'2.106 m' $\eta = 84.3$	'2.106 m' $\eta = 80.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.3$
V-2091: B81 - B82	Cumple	Cumple	'3.158 m' $\eta = 12.1$	'3.158 m' $\eta = 13.9$	'1.239 m' $\eta = 85.8$	'1.239 m' $\eta = 82.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.8$
V-2092: C36 - C37	Cumple	Cumple	'3.768 m' $\eta = 7.4$	'3.768 m' $\eta = 17.9$	'0.000 m' $\eta = 24.1$	'0.000 m' $\eta = 119.7$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 119.7$
V-2093: C37 - C38	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 16.3$	'3.918 m' $\eta = 26.6$	'1.932 m' $\eta = 39.9$	'3.918 m' $\eta = 77.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.6$
V-2094: C38 - C39	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 11.7$	'3.114 m' $\eta = 25.5$	'3.114 m' $\eta = 28.0$	'3.114 m' $\eta = 93.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.2$
V-2095: C39 - C40	Cumple	Cumple	'3.178 m' $\eta = 11.8$	'3.178 m' $\eta = 25.6$	'0.000 m' $\eta = 30.9$	'3.178 m' $\eta = 93.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.0$
V-2096: C40 - C41	Cumple	Cumple	'3.070 m' $\eta = 11.5$	'3.070 m' $\eta = 24.8$	'0.000 m' $\eta = 29.2$	'0.000 m' $\eta = 86.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 86.5$
V-2097: C41 - C42	Cumple	Cumple	'2.900 m' $\eta = 29.3$	'2.900 m' $\eta = 42.8$	'2.900 m' $\eta = 45.7$	'2.900 m' $\eta = 80.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.5$
V-2098: C42 - C43	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 49.0$	'0.000 m' $\eta = 53.2$	'3.145 m' $\eta = 89.9$	'5.625 m' $\eta = 89.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.9$
V-2099: C43 - B91	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 17.0$	'0.318 m' $\eta = 20.4$	'0.318 m' $\eta = 49.3$	'0.318 m' $\eta = 58.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 58.0$
V-2100: B92 - C63	Cumple	Cumple	'0.252 m' $\eta = 5.3$	'0.802 m' $\eta = 10.6$	'0.802 m' $\eta = 6.7$	'0.802 m' $\eta = 14.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 14.7$
V-2101: C63 - C64	Cumple	Cumple	'6.653 m' $\eta = 57.1$	'6.653 m' $\eta = 63.4$	'3.082 m' $\eta = 90.2$	'6.653 m' $\eta = 118.5$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.5$
V-2102: B94 - B95	Cumple	Cumple	'0.127 m' $\eta = 4.9$	'0.827 m' $\eta = 8.7$	'0.752 m' $\eta = 15.6$	'0.827 m' $\eta = 32.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.1$
V-2103: B95 - B96	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 8.5$	'0.000 m' $\eta = 10.8$	'2.980 m' $\eta = 49.0$	'2.857 m' $\eta = 46.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 49.0$
V-2104: B96 - B97	Cumple	Cumple	'3.198 m' $\eta = 8.8$	'3.198 m' $\eta = 10.2$	'0.309 m' $\eta = 54.6$	'0.684 m' $\eta = 50.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54.6$
V-2105: C22 - C23	Cumple	Cumple	'3.238 m' $\eta = 20.7$	'3.488 m' $\eta = 32.5$	'1.738 m' $\eta = 48.4$	'0.000 m' $\eta = 103.4$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 103.4$
V-2106: C23 - C24	Cumple	Cumple	'3.918 m' $\eta = 55.8$	'3.918 m' $\eta = 61.6$	'1.932 m' $\eta = 89.8$	'3.918 m' $\eta = 89.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.8$
V-2107: C24 - C25	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 42.2$	'3.114 m' $\eta = 51.8$	'1.628 m' $\eta = 90.0$	'3.114 m' $\eta = 93.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.4$
V-2108: C25 - C26	Cumple	Cumple	'3.178 m' $\eta = 42.5$	'3.178 m' $\eta = 53.7$	'1.538 m' $\eta = 75.9$	'0.000 m' $\eta = 93.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.0$
V-2109: C26 - C27	Cumple	Cumple	'3.070 m' $\eta = 41.7$	'3.070 m' $\eta = 53.3$	'1.617 m' $\eta = 90.8$	'3.070 m' $\eta = 92.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.7$
V-2110: C27 - C28	Cumple	Cumple	'2.900 m' $\eta = 38.7$	'2.900 m' $\eta = 51.3$	'1.554 m' $\eta = 78.6$	'2.900 m' $\eta = 89.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.5$
V-2111: C28 - C29	Cumple	Cumple	'2.786 m' $\eta = 37.8$	'2.786 m' $\eta = 51.1$	'1.286 m' $\eta = 80.7$	'2.786 m' $\eta = 93.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.7$
V-2112: C29 - C30	Cumple	Cumple	'3.618 m' $\eta = 44.1$	'3.618 m' $\eta = 52.2$	'1.882 m' $\eta = 86.5$	'3.618 m' $\eta = 92.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.4$
V-2113: C30 - C31	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 40.9$	'0.000 m' $\eta = 51.3$	'1.396 m' $\eta = 90.9$	'3.142 m' $\eta = 92.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.1$
V-2114: C31 - C32	Cumple	Cumple	'3.261 m' $\eta = 40.2$	'3.261 m' $\eta = 50.4$	'1.560 m' $\eta = 91.2$	'0.000 m' $\eta = 91.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.7$
V-2115: C32 - C33	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 41.5$	'0.318 m' $\eta = 51.3$	'1.617 m' $\eta = 75.4$	'0.318 m' $\eta = 91.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.2$
V-2116: C33 - C34	Cumple	Cumple	'3.681 m' $\eta = 57.8$	'3.681 m' $\eta = 63.5$	'2.639 m' $\eta = 69.7$	'0.318 m' $\eta = 85.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.8$
V-2117: C34 - C35	Cumple	Cumple	'0.696 m' $\eta = 80.9$	'0.696 m' $\eta = 80.4$	'1.591 m' $\eta = 86.1$	'4.018 m' $\eta = 107.2$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 107.2$
V-2118: B114 - B116	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 12.2$	'0.000 m' $\eta = 10.0$	'1.301 m' $\eta = 44.0$	'1.301 m' $\eta = 36.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.0$



Tabla 42. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2119 a 2157.

V-2119: B116 - B118	Cumple	'0.000 m' Cumple	'3.968 m' $\eta = 8.0$	'3.707 m' $\eta = 5.6$	'1.082 m' $\eta = 21.4$	'1.082 m' $\eta = 17.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 21.4$
V-2120: B118 - B120	Cumple	Cumple	'1.760 m' $\eta = 4.8$	'1.760 m' $\eta = 3.9$	'1.653 m' $\eta = 14.4$	'1.653 m' $\eta = 11.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 14.4$
V-2121: B120 - B122	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 4.5$	'0.000 m' $\eta = 3.7$	'0.000 m' $\eta = 8.8$	'0.000 m' $\eta = 7.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.8$
V-2124: B126 - B128	Cumple	Cumple	'1.537 m' $\eta = 4.7$	'1.537 m' $\eta = 4.1$	'0.000 m' $\eta = 16.7$	'0.000 m' $\eta = 14.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16.7$
V-2125: B128 - B130	Cumple	'0.000 m' Cumple	'3.668 m' $\eta = 8.9$	'3.668 m' $\eta = 7.3$	'1.657 m' $\eta = 29.5$	'1.657 m' $\eta = 25.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 29.5$
V-2129: B136 - B138	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 8.1$	'0.000 m' $\eta = 6.6$	'1.289 m' $\eta = 17.6$	'1.164 m' $\eta = 15.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.6$
V-2130: B138 - B140	Cumple	Cumple	'4.204 m' $\eta = 15.1$	'4.204 m' $\eta = 12.5$	'2.242 m' $\eta = 59.1$	'2.242 m' $\eta = 49.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.1$
V-2131: C8 - C9	Cumple	Cumple	'3.114 m' $\eta = 46.0$	'0.000 m' $\eta = 58.7$	'1.289 m' $\eta = 80.6$	'0.000 m' $\eta = 105.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 105.3$
V-2132: C9 - C10	Cumple	Cumple	'3.918 m' $\eta = 51.6$	'0.307 m' $\eta = 57.6$	'1.932 m' $\eta = 90.1$	'3.918 m' $\eta = 90.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.6$
V-2133: C10 - C11	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 40.4$	'0.000 m' $\eta = 53.6$	'1.628 m' $\eta = 88.1$	'0.000 m' $\eta = 81.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.1$
V-2134: C11 - C12	Cumple	Cumple	'3.288 m' $\eta = 40.8$	'0.318 m' $\eta = 52.5$	'1.538 m' $\eta = 95.1$	'3.178 m' $\eta = 91.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 95.1$
V-2135: C12 - C13	Cumple	Cumple	'3.117 m' $\eta = 40.7$	'3.117 m' $\eta = 52.1$	'1.617 m' $\eta = 86.6$	'3.070 m' $\eta = 91.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.4$
V-2136: C13 - C14	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 37.1$	'0.000 m' $\eta = 51.5$	'2.054 m' $\eta = 84.6$	'0.000 m' $\eta = 92.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.9$
V-2137: C14 - C15	Cumple	Cumple	'0.536 m' $\eta = 9.2$	'0.536 m' $\eta = 25.0$	'0.318 m' $\eta = 28.1$	'2.786 m' $\eta = 81.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 81.3$
V-2138: C15 - C16	Cumple	Cumple	'3.257 m' $\eta = 14.3$	'0.382 m' $\eta = 24.1$	'1.632 m' $\eta = 51.8$	'3.618 m' $\eta = 84.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.0$
V-2139: C16 - C17	Cumple	Cumple	'0.646 m' $\eta = 11.4$	'0.396 m' $\eta = 25.1$	'1.396 m' $\eta = 32.9$	'0.000 m' $\eta = 85.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.9$
V-2140: C17 - C18	Cumple	Cumple	'2.636 m' $\eta = 10.7$	'0.511 m' $\eta = 23.7$	'1.734 m' $\eta = 34.1$	'3.150 m' $\eta = 82.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.1$
V-2141: C18 - C19	Cumple	Cumple	'2.992 m' $\eta = 12.2$	'3.117 m' $\eta = 23.9$	'1.617 m' $\eta = 40.4$	'3.360 m' $\eta = 85.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.7$
V-2142: C19 - C20	Cumple	Cumple	'3.389 m' $\eta = 15.8$	'3.639 m' $\eta = 26.0$	'1.889 m' $\eta = 49.4$	'0.318 m' $\eta = 82.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.5$
V-2143: C20 - C21	Cumple	Cumple	'0.591 m' $\eta = 20.1$	'0.591 m' $\eta = 30.2$	'1.841 m' $\eta = 72.4$	'4.291 m' $\eta = 119.5$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 119.5$
V-2144: C1 - C2	Cumple	Cumple	'2.989 m' $\eta = 8.5$	'0.000 m' $\eta = 27.8$	'2.989 m' $\eta = 19.8$	'0.000 m' $\eta = 115.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 115.8$
V-2145: C2 - C3	Cumple	Cumple	'3.918 m' $\eta = 8.9$	'0.318 m' $\eta = 21.3$	'3.918 m' $\eta = 20.3$	'0.318 m' $\eta = 71.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 71.2$
V-2146: C3 - C4	Cumple	Cumple	'3.114 m' $\eta = 7.1$	'0.318 m' $\eta = 23.8$	'3.114 m' $\eta = 17.3$	'0.000 m' $\eta = 83.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.2$
V-2147: C4 - C5	Cumple	Cumple	'3.178 m' $\eta = 8.0$	'0.318 m' $\eta = 23.2$	'3.178 m' $\eta = 21.8$	'3.178 m' $\eta = 94.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 94.3$
V-2148: C5 - C6	Cumple	Cumple	'3.070 m' $\eta = 7.3$	'0.000 m' $\eta = 22.9$	'0.000 m' $\eta = 19.7$	'0.000 m' $\eta = 94.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 94.2$
V-2149: C6 - C7	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 8.4$	'0.318 m' $\eta = 28.6$	'3.218 m' $\eta = 19.4$	'3.218 m' $\eta = 113.5$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 113.5$
V-2150: C1 - C8	Cumple	Cumple	'2.325 m' $\eta = 17.4$	'2.325 m' $\eta = 34.0$	'2.325 m' $\eta = 40.3$	'0.000 m' $\eta = 125.1$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 125.1$
V-2151: C8 - C22	Cumple	Cumple	'7.467 m' $\eta = 40.8$	'7.467 m' $\eta = 37.4$	'3.620 m' $\eta = 92.1$	'7.467 m' $\eta = 89.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.1$
V-2152: C22 - C36	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 12.9$	'0.000 m' $\eta = 23.8$	'0.000 m' $\eta = 39.2$	'3.699 m' $\eta = 125.1$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 125.1$
V-2153: B154 - B141	Cumple	'0.318 m' Cumple	'2.212 m' $\eta = 20.3$	'2.212 m' $\eta = 17.8$	'2.372 m' $\eta = 84.7$	'2.372 m' $\eta = 72.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.7$
V-2154: B141 - B115	Cumple	Cumple	'0.772 m' $\eta = 24.0$	'0.522 m' $\eta = 21.6$	'3.468 m' $\eta = 90.2$	'3.468 m' $\eta = 74.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.2$
V-2155: B115 - B98	Cumple	Cumple	'3.788 m' $\eta = 14.8$	'3.788 m' $\eta = 13.5$	'0.056 m' $\eta = 92.7$	'0.236 m' $\eta = 78.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.7$
V-2156: C2 - C9	Cumple	Cumple	'2.322 m' $\eta = 33.4$	'2.322 m' $\eta = 49.0$	'2.322 m' $\eta = 56.4$	'0.000 m' $\eta = 115.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 115.8$
V-2157: C9 - C23	Cumple	Cumple	'0.124 m' $\eta = 77.7$	'0.124 m' $\eta = 71.7$	'7.497 m' $\eta = 89.6$	'7.497 m' $\eta = 85.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.6$



**Tabla 43. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2158 a 2196.**

V-2158: C23 - C37	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 23.4$	'0.318 m' $\eta = 34.3$	'0.318 m' $\eta = 51.2$	'3.694 m' $\eta = 118.2$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.2$
V-2160: B142 - B117	Cumple	Cumple	'0.647 m' $\eta = 25.7$	'0.522 m' $\eta = 22.0$	'3.468 m' $\eta = 90.4$	'3.468 m' $\eta = 73.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.4$
V-2161: B117 - B99	Cumple	Cumple	'3.111 m' $\eta = 26.2$	'3.236 m' $\eta = 22.8$	'0.000 m' $\eta = 90.2$	'0.000 m' $\eta = 74.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.2$
V-2162: B99 - B83	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.449 m' $\eta = 21.2$	'0.449 m' $\eta = 17.5$	'0.318 m' $\eta = 81.8$	'0.318 m' $\eta = 70.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 81.8$
V-2163: C3 - C10	Cumple	Cumple	'2.322 m' $\eta = 31.7$	'2.322 m' $\eta = 47.8$	'2.322 m' $\eta = 53.1$	'0.000 m' $\eta = 115.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 115.8$
V-2164: C10 - C24	Cumple	Cumple	'7.448 m' $\eta = 73.2$	'7.448 m' $\eta = 67.6$	'3.622 m' $\eta = 90.3$	'0.318 m' $\eta = 85.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.3$
V-2165: C24 - C38	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 33.5$	'0.318 m' $\eta = 43.0$	'0.318 m' $\eta = 52.8$	'3.694 m' $\eta = 121.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 121.3$
V-2167: B143 - B119	Cumple	Cumple	'0.772 m' $\eta = 24.4$	'0.522 m' $\eta = 21.5$	'3.467 m' $\eta = 88.3$	'3.467 m' $\eta = 72.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.3$
V-2168: B119 - B100	Cumple	Cumple	'2.987 m' $\eta = 24.8$	'3.237 m' $\eta = 22.4$	'0.000 m' $\eta = 88.1$	'0.000 m' $\eta = 72.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.1$
V-2169: B100 - B84	Cumple	Cumple	'0.449 m' $\eta = 20.9$	'0.449 m' $\eta = 17.0$	'0.000 m' $\eta = 86.5$	'0.000 m' $\eta = 74.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 86.5$
V-2170: C4 - C11	Cumple	Cumple	'2.322 m' $\eta = 29.0$	'2.322 m' $\eta = 46.2$	'2.322 m' $\eta = 50.0$	'0.000 m' $\eta = 118.6$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.6$
V-2171: C11 - C25	Cumple	Cumple	'7.448 m' $\eta = 67.5$	'7.448 m' $\eta = 63.6$	'3.622 m' $\eta = 92.1$	'0.000 m' $\eta = 89.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.1$
V-2172: C25 - C39	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 29.8$	'0.318 m' $\eta = 40.4$	'0.318 m' $\eta = 49.4$	'3.694 m' $\eta = 121.6$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 121.6$
V-2174: B144 - B121	Cumple	Cumple	'0.772 m' $\eta = 23.7$	'0.522 m' $\eta = 21.0$	'3.467 m' $\eta = 90.5$	'3.467 m' $\eta = 73.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.5$
V-2175: B121 - B101	Cumple	Cumple	'3.112 m' $\eta = 24.3$	'3.237 m' $\eta = 22.1$	'0.000 m' $\eta = 90.3$	'0.000 m' $\eta = 74.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.3$
V-2176: B101 - B85	Cumple	Cumple	'0.450 m' $\eta = 20.8$	'0.575 m' $\eta = 16.9$	'0.318 m' $\eta = 83.7$	'0.318 m' $\eta = 72.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.7$
V-2177: C5 - C12	Cumple	Cumple	'2.322 m' $\eta = 29.7$	'2.322 m' $\eta = 46.8$	'2.322 m' $\eta = 50.7$	'0.000 m' $\eta = 119.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 119.3$
V-2178: C12 - C26	Cumple	Cumple	'7.448 m' $\eta = 67.3$	'7.448 m' $\eta = 63.1$	'3.622 m' $\eta = 92.5$	'0.000 m' $\eta = 89.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.5$
V-2179: C26 - C40	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 30.8$	'0.318 m' $\eta = 41.2$	'0.318 m' $\eta = 50.3$	'3.694 m' $\eta = 125.0$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 125.0$
V-2181: B145 - B123	Cumple	Cumple	'0.772 m' $\eta = 23.4$	'0.522 m' $\eta = 21.1$	'3.467 m' $\eta = 90.8$	'3.467 m' $\eta = 74.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.8$
V-2182: B123 - B102	Cumple	Cumple	'3.112 m' $\eta = 23.8$	'3.237 m' $\eta = 21.8$	'0.000 m' $\eta = 90.7$	'0.000 m' $\eta = 74.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.7$
V-2183: B102 - B86	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.451 m' $\eta = 20.5$	'0.451 m' $\eta = 17.2$	'0.318 m' $\eta = 82.9$	'0.318 m' $\eta = 71.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.9$
V-2184: C6 - C13	Cumple	Cumple	'2.437 m' $\eta = 29.1$	'2.437 m' $\eta = 47.1$	'2.322 m' $\eta = 53.1$	'0.000 m' $\eta = 124.0$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 124.0$
V-2185: C13 - C27	Cumple	Cumple	'7.448 m' $\eta = 66.2$	'7.448 m' $\eta = 63.0$	'0.000 m' $\eta = 90.8$	'0.000 m' $\eta = 91.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.1$
V-2186: C27 - C41	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 27.6$	'0.318 m' $\eta = 37.9$	'0.318 m' $\eta = 46.4$	'3.376 m' $\eta = 82.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.7$
V-2187: C41 - C44	Cumple	Cumple	'3.704 m' $\eta = 12.7$	'3.704 m' $\eta = 21.4$	'3.704 m' $\eta = 34.4$	'3.704 m' $\eta = 84.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.2$
V-2188: C44 - C47	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 11.2$	'0.000 m' $\eta = 21.1$	'0.000 m' $\eta = 32.1$	'0.000 m' $\eta = 83.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.6$
V-2189: C47 - C51	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 8.6$	'0.000 m' $\eta = 22.9$	'0.000 m' $\eta = 23.9$	'0.000 m' $\eta = 83.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.7$
V-2190: C51 - C53	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 8.1$	'2.454 m' $\eta = 21.9$	'0.000 m' $\eta = 20.6$	'2.454 m' $\eta = 77.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.1$
V-2191: C53 - C57	Cumple	Cumple	'2.319 m' $\eta = 7.3$	'2.368 m' $\eta = 21.2$	'0.000 m' $\eta = 20.6$	'0.000 m' $\eta = 77.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.1$
V-2192: C57 - C62	Cumple	Cumple	'0.333 m' $\eta = 9.1$	'2.779 m' $\eta = 26.9$	'0.000 m' $\eta = 24.2$	'2.779 m' $\eta = 114.8$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 114.8$
V-2194: B146 - B125	Cumple	Cumple	'1.022 m' $\eta = 22.9$	'0.647 m' $\eta = 20.4$	'3.467 m' $\eta = 90.1$	'3.467 m' $\eta = 73.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.1$
V-2195: B125 - B103	Cumple	Cumple	'2.987 m' $\eta = 23.2$	'3.237 m' $\eta = 21.4$	'0.000 m' $\eta = 90.0$	'0.000 m' $\eta = 74.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.0$
V-2196: B103 - B87	Cumple	Cumple	'0.451 m' $\eta = 18.8$	'0.451 m' $\eta = 16.1$	'0.318 m' $\eta = 80.4$	'0.318 m' $\eta = 69.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.4$



**Tabla 44. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2197 a 2230.**

V-2197: B87 - B70	Cumple	Cumple	'3.707 m' $\eta = 12.1$	'3.707 m' $\eta = 11.1$	'1.707 m' $\eta = 31.4$	'1.707 m' $\eta = 26.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 31.4$
V-2198: B70 - B60	Cumple	Cumple	'0.389 m' $\eta = 11.0$	'0.000 m' $\eta = 10.0$	'0.000 m' $\eta = 27.2$	'0.000 m' $\eta = 22.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.2$
V-2199: B60 - B50	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 7.6$	'0.000 m' $\eta = 6.9$	'0.000 m' $\eta = 16.5$	'0.000 m' $\eta = 14.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16.5$
V-2200: B50 - B43	Cumple	'0.000 m' Cumple	'2.416 m' $\eta = 9.9$	'2.504 m' $\eta = 9.4$	'2.504 m' $\eta = 31.2$	'2.504 m' $\eta = 32.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.7$
V-2201: B43 - B29	Cumple	Cumple	'0.344 m' $\eta = 12.6$	'0.344 m' $\eta = 12.2$	'1.969 m' $\eta = 30.5$	'2.433 m' $\eta = 36.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.4$
V-2202: B29 - B22	Cumple	Cumple	'2.815 m' $\eta = 10.1$	'2.815 m' $\eta = 10.5$	'0.719 m' $\eta = 42.2$	'0.719 m' $\eta = 44.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.1$
V-2203: C7 - C14	Cumple	Cumple	'2.322 m' $\eta = 23.3$	'2.322 m' $\eta = 40.9$	'2.322 m' $\eta = 48.1$	'0.000 m' $\eta = 115.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 115.3$
V-2204: C14 - C28	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 73.3$	'0.000 m' $\eta = 68.4$	'3.622 m' $\eta = 90.4$	'7.448 m' $\eta = 86.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.4$
V-2205: C28 - C42	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 25.4$	'0.318 m' $\eta = 36.3$	'0.318 m' $\eta = 46.4$	'3.376 m' $\eta = 77.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.7$
V-2206: C42 - C45	Cumple	Cumple	'3.704 m' $\eta = 32.4$	'3.704 m' $\eta = 40.6$	'1.687 m' $\eta = 56.9$	'3.704 m' $\eta = 93.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.6$
V-2207: C45 - C48	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 28.2$	'0.318 m' $\eta = 37.7$	'0.318 m' $\eta = 50.2$	'0.318 m' $\eta = 89.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.6$
V-2208: C48 - C50	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 18.0$	'0.318 m' $\eta = 34.0$	'0.318 m' $\eta = 32.4$	'2.367 m' $\eta = 85.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.5$
V-2209: C50 - C54	Cumple	Cumple	'2.454 m' $\eta = 20.8$	'2.454 m' $\eta = 36.4$	'2.454 m' $\eta = 39.9$	'2.454 m' $\eta = 80.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.9$
V-2210: C54 - C61	Cumple	Cumple	'5.765 m' $\eta = 46.9$	'5.765 m' $\eta = 55.0$	'2.569 m' $\eta = 80.6$	'5.765 m' $\eta = 102.4$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 102.4$
V-2211: B147 - B127	Cumple	Cumple	'1.772 m' $\eta = 15.3$	'2.022 m' $\eta = 13.1$	'3.467 m' $\eta = 92.8$	'3.467 m' $\eta = 76.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.8$
V-2212: B127 - B104	Cumple	Cumple	'2.987 m' $\eta = 24.6$	'3.237 m' $\eta = 22.2$	'0.000 m' $\eta = 91.9$	'0.000 m' $\eta = 75.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.9$
V-2213: B104 - B88	Cumple	Cumple	'0.452 m' $\eta = 20.9$	'0.452 m' $\eta = 18.8$	'0.000 m' $\eta = 85.7$	'0.000 m' $\eta = 71.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.7$
V-2214: B88 - B71	Cumple	Cumple	'3.707 m' $\eta = 13.6$	'3.707 m' $\eta = 12.6$	'1.582 m' $\eta = 41.7$	'1.707 m' $\eta = 36.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.7$
V-2215: B71 - B61	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.389 m' $\eta = 11.7$	'0.389 m' $\eta = 11.3$	'1.764 m' $\eta = 27.1$	'1.639 m' $\eta = 25.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.1$
V-2216: B61 - B51	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 8.5$	'0.000 m' $\eta = 7.8$	'1.776 m' $\eta = 17.9$	'1.651 m' $\eta = 15.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.9$
V-2217: B51 - B44	Cumple	Cumple	'2.416 m' $\eta = 14.0$	'2.416 m' $\eta = 13.2$	'2.504 m' $\eta = 72.1$	'2.504 m' $\eta = 60.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 72.1$
V-2218: B44 - B31	Cumple	Cumple	'0.344 m' $\eta = 18.9$	'0.344 m' $\eta = 17.3$	'2.457 m' $\eta = 69.2$	'2.457 m' $\eta = 58.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 69.2$
V-2219: B31 - B23	Cumple	Cumple	'2.792 m' $\eta = 12.2$	'2.792 m' $\eta = 13.5$	'0.000 m' $\eta = 71.8$	'0.318 m' $\eta = 66.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 71.8$
V-2220: C15 - C29	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 78.7$	'0.000 m' $\eta = 75.7$	'0.000 m' $\eta = 127.3$	'0.000 m' $\eta = 138.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 138.3$
V-2221: C29 - B89	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 36.9$	'0.318 m' $\eta = 41.1$	'0.318 m' $\eta = 61.7$	'0.318 m' $\eta = 71.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 71.4$
V-2222: B89 - B72	Cumple	Cumple	'3.750 m' $\eta = 13.2$	'3.750 m' $\eta = 10.9$	'1.458 m' $\eta = 52.2$	'1.458 m' $\eta = 43.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 52.2$
V-2223: B72 - B62	Cumple	Cumple	'0.389 m' $\eta = 9.9$	'0.389 m' $\eta = 8.3$	'1.764 m' $\eta = 25.8$	'1.764 m' $\eta = 21.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 25.8$
V-2224: B62 - B52	Cumple	Cumple	'0.401 m' $\eta = 8.8$	'0.000 m' $\eta = 7.2$	'2.026 m' $\eta = 28.0$	'2.151 m' $\eta = 26.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 28.0$
V-2225: B52 - C55	Cumple	Cumple	'2.666 m' $\eta = 30.0$	'2.666 m' $\eta = 33.9$	'2.479 m' $\eta = 65.6$	'2.479 m' $\eta = 82.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 82.4$
V-2226: C55 - B32	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 39.1$	'0.000 m' $\eta = 43.9$	'2.569 m' $\eta = 78.0$	'0.000 m' $\eta = 91.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.3$
V-2227: B32 - C60	Cumple	Cumple	'2.764 m' $\eta = 39.9$	'2.764 m' $\eta = 47.0$	'0.000 m' $\eta = 80.0$	'2.764 m' $\eta = 124.0$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 124.0$
V-2228: B148 - B129	Cumple	Cumple	'1.272 m' $\eta = 14.3$	'0.000 m' $\eta = 14.3$	'3.397 m' $\eta = 91.3$	'3.022 m' $\eta = 77.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.3$
V-2229: B129 - B105	Cumple	Cumple	'2.238 m' $\eta = 19.8$	'2.488 m' $\eta = 16.5$	'0.000 m' $\eta = 89.9$	'0.000 m' $\eta = 74.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.9$
V-2230: B106 - C43	Cumple	Cumple	'3.398 m' $\eta = 17.3$	'3.398 m' $\eta = 27.8$	'0.000 m' $\eta = 59.5$	'3.398 m' $\eta = 77.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.1$



**Tabla 45. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2231 a 2265.**

V-2231: C43 - C46	Cumple	Cumple	'3.704 m' $\eta = 34.8$	'3.704 m' $\eta = 42.1$	'1.687 m' $\eta = 64.8$	'0.000 m' $\eta = 92.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.2$
V-2232: C46 - C49	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 30.2$	'0.318 m' $\eta = 39.2$	'0.318 m' $\eta = 49.7$	'0.318 m' $\eta = 85.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 85.7$
V-2233: C49 - C52	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 17.8$	'0.318 m' $\eta = 34.5$	'0.318 m' $\eta = 31.5$	'2.367 m' $\eta = 93.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.6$
V-2234: C52 - C56	Cumple	Cumple	'2.454 m' $\eta = 15.5$	'0.000 m' $\eta = 31.8$	'2.454 m' $\eta = 31.8$	'2.454 m' $\eta = 93.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.4$
V-2235: C56 - C58	Cumple	Cumple	'2.441 m' $\eta = 15.8$	'2.441 m' $\eta = 31.8$	'0.000 m' $\eta = 30.1$	'0.000 m' $\eta = 90.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.2$
V-2236: C58 - C59	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 18.3$	'2.709 m' $\eta = 39.4$	'1.760 m' $\eta = 28.8$	'2.709 m' $\eta = 118.1$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 118.1$
V-2237: C16 - C30	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 78.7$	'0.000 m' $\eta = 75.4$	'0.000 m' $\eta = 136.2$	'0.000 m' $\eta = 146.6$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 146.6$
V-2239: B149 - B131	Cumple	Cumple	'1.772 m' $\eta = 15.9$	'2.022 m' $\eta = 13.5$	'3.466 m' $\eta = 93.1$	'3.272 m' $\eta = 77.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.1$
V-2240: B131 - B107	Cumple	Cumple	'2.488 m' $\eta = 23.8$	'2.988 m' $\eta = 19.9$	'0.000 m' $\eta = 92.2$	'0.000 m' $\eta = 75.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.2$
V-2241: B107 - B167	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.453 m' $\eta = 20.3$	'0.453 m' $\eta = 19.0$	'0.318 m' $\eta = 80.8$	'0.318 m' $\eta = 72.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.8$
V-2242: B168 - C93	Cumple	'0.278 m' Cumple	'0.997 m' $\eta = 10.8$	'0.997 m' $\eta = 10.2$	'0.997 m' $\eta = 40.0$	'0.997 m' $\eta = 33.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 40.0$
V-2243: C93 - C92	Cumple	Cumple	'3.043 m' $\eta = 12.4$	'0.318 m' $\eta = 27.5$	'3.043 m' $\eta = 27.3$	'0.318 m' $\eta = 87.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.6$
V-2244: C92 - C91	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 14.6$	'0.318 m' $\eta = 29.1$	'1.319 m' $\eta = 30.7$	'3.419 m' $\eta = 103.7$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 103.7$
V-2245: C17 - C31	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 76.0$	'0.000 m' $\eta = 74.1$	'0.000 m' $\eta = 131.1$	'0.000 m' $\eta = 145.2$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 145.2$
V-2246: C31 - B169	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 15.5$	'0.318 m' $\eta = 17.3$	'0.318 m' $\eta = 29.1$	'0.318 m' $\eta = 31.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 31.3$
V-2247: B150 - B133	Cumple	Cumple	'1.772 m' $\eta = 15.3$	'2.022 m' $\eta = 13.1$	'3.466 m' $\eta = 90.3$	'3.272 m' $\eta = 74.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.3$
V-2248: B133 - B108	Cumple	Cumple	'2.738 m' $\eta = 23.1$	'2.238 m' $\eta = 19.3$	'0.000 m' $\eta = 89.5$	'1.988 m' $\eta = 73.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.5$
V-2249: B108 - B172	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.454 m' $\eta = 19.5$	'0.454 m' $\eta = 18.8$	'0.318 m' $\eta = 78.2$	'0.318 m' $\eta = 74.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 78.2$
V-2250: B173 - C94	Cumple	'0.267 m' Cumple	'0.997 m' $\eta = 22.8$	'0.997 m' $\eta = 20.3$	'0.997 m' $\eta = 63.1$	'0.997 m' $\eta = 55.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.1$
V-2251: C94 - C96	Cumple	Cumple	'3.060 m' $\eta = 30.9$	'3.060 m' $\eta = 43.5$	'1.332 m' $\eta = 82.9$	'0.000 m' $\eta = 90.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.9$
V-2252: C96 - C90	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 36.9$	'3.433 m' $\eta = 51.2$	'1.388 m' $\eta = 93.7$	'3.433 m' $\eta = 123.5$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 123.5$
V-2253: C18 - C32	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 76.8$	'0.000 m' $\eta = 75.1$	'0.000 m' $\eta = 132.6$	'0.000 m' $\eta = 147.5$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 147.5$
V-2254: C32 - B174	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.318 m' $\eta = 14.8$	'0.318 m' $\eta = 16.9$	'0.318 m' $\eta = 27.4$	'0.318 m' $\eta = 30.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.1$
V-2255: B175 - C95	Cumple	'0.263 m' Cumple	'0.997 m' $\eta = 18.4$	'0.997 m' $\eta = 21.4$	'0.997 m' $\eta = 50.3$	'0.997 m' $\eta = 57.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 57.4$
V-2256: C95 - B74	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 37.4$	'0.000 m' $\eta = 41.6$	'2.849 m' $\eta = 77.9$	'0.000 m' $\eta = 86.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 86.4$
V-2257: B74 - C89	Cumple	Cumple	'3.457 m' $\eta = 42.5$	'3.457 m' $\eta = 50.5$	'0.354 m' $\eta = 84.0$	'3.457 m' $\eta = 106.4$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 106.4$
V-2258: B151 - B135	Cumple	Cumple	'1.522 m' $\eta = 15.5$	'0.000 m' $\eta = 14.0$	'3.466 m' $\eta = 92.9$	'3.272 m' $\eta = 77.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.9$
V-2259: B135 - B109	Cumple	Cumple	'2.738 m' $\eta = 23.6$	'2.988 m' $\eta = 19.7$	'0.000 m' $\eta = 92.0$	'0.000 m' $\eta = 75.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.0$
V-2260: B109 - B176	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.454 m' $\eta = 19.2$	'0.454 m' $\eta = 18.1$	'0.318 m' $\eta = 78.8$	'0.318 m' $\eta = 71.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 78.8$
V-2261: B177 - B170	Cumple	'0.127 m' Cumple	'1.003 m' $\eta = 9.5$	'1.003 m' $\eta = 8.6$	'1.003 m' $\eta = 34.6$	'1.003 m' $\eta = 30.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.6$
V-2262: B170 - B75	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 13.3$	'0.000 m' $\eta = 12.5$	'1.903 m' $\eta = 31.5$	'1.664 m' $\eta = 35.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.6$
V-2263: B75 - B0	Cumple	Cumple	'3.490 m' $\eta = 9.6$	'0.000 m' $\eta = 11.6$	'1.311 m' $\eta = 39.4$	'1.418 m' $\eta = 51.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 51.9$
V-2264: C19 - C33	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 73.4$	'0.000 m' $\eta = 71.2$	'7.448 m' $\eta = 98.6$	'0.000 m' $\eta = 107.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 107.3$
V-2265: C33 - B178	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.306 m' $\eta = 20.8$	'0.306 m' $\eta = 28.1$	'0.431 m' $\eta = 55.6$	'0.431 m' $\eta = 75.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 75.8$



**Tabla 46. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2266 a 2299.**

V-2266: B110 - C63	Cumple	Cumple	'3.400 m' $\eta = 23.5$	'3.400 m' $\eta = 37.2$	'0.000 m' $\eta = 67.4$	'3.400 m' $\eta = 84.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.4$
V-2267: C63 - C65	Cumple	Cumple	'2.935 m' $\eta = 31.8$	'2.935 m' $\eta = 45.4$	'1.437 m' $\eta = 65.3$	'2.935 m' $\eta = 92.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.0$
V-2268: C65 - C67	Cumple	Cumple	'2.866 m' $\eta = 34.1$	'2.866 m' $\eta = 47.7$	'1.686 m' $\eta = 70.3$	'2.866 m' $\eta = 93.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.1$
V-2269: C67 - C69	Cumple	Cumple	'3.048 m' $\eta = 34.6$	'3.048 m' $\eta = 48.0$	'1.400 m' $\eta = 65.0$	'0.318 m' $\eta = 91.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.6$
V-2270: C69 - C71	Cumple	Cumple	'4.328 m' $\eta = 45.6$	'4.328 m' $\eta = 51.1$	'1.984 m' $\eta = 85.8$	'0.000 m' $\eta = 93.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.5$
V-2271: C71 - C73	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 43.3$	'4.177 m' $\eta = 50.2$	'1.912 m' $\eta = 78.7$	'4.177 m' $\eta = 93.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.3$
V-2272: C73 - C75	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 34.1$	'0.000 m' $\eta = 45.2$	'1.678 m' $\eta = 71.8$	'3.465 m' $\eta = 90.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.2$
V-2273: C75 - C77	Cumple	Cumple	'3.617 m' $\eta = 35.9$	'3.617 m' $\eta = 46.1$	'1.535 m' $\eta = 80.3$	'3.617 m' $\eta = 92.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.7$
V-2274: C77 - C79	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 36.3$	'0.318 m' $\eta = 46.2$	'1.675 m' $\eta = 80.2$	'0.318 m' $\eta = 90.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.5$
V-2275: C79 - C81	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 30.3$	'3.079 m' $\eta = 44.2$	'1.438 m' $\eta = 60.7$	'3.079 m' $\eta = 90.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.9$
V-2276: C81 - C83	Cumple	Cumple	'3.288 m' $\eta = 32.2$	'3.288 m' $\eta = 43.3$	'1.655 m' $\eta = 66.4$	'0.318 m' $\eta = 89.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.4$
V-2277: C83 - C85	Cumple	Cumple	'1.774 m' $\eta = 33.7$	'0.000 m' $\eta = 44.5$	'1.532 m' $\eta = 81.4$	'0.000 m' $\eta = 92.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.1$
V-2278: C85 - C88	Cumple	Cumple	'1.733 m' $\eta = 41.3$	'0.000 m' $\eta = 50.1$	'2.006 m' $\eta = 88.8$	'3.413 m' $\eta = 125.7$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 125.7$
V-2279: B152 - B137	Cumple	Cumple	'1.522 m' $\eta = 15.8$	'0.000 m' $\eta = 15.5$	'3.465 m' $\eta = 91.9$	'3.272 m' $\eta = 77.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.9$
V-2280: B137 - B111	Cumple	Cumple	'2.239 m' $\eta = 22.9$	'2.489 m' $\eta = 19.4$	'0.000 m' $\eta = 90.7$	'0.000 m' $\eta = 74.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.7$
V-2281: C20 - C34	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 77.0$	'7.760 m' $\eta = 78.7$	'0.000 m' $\eta = 103.3$	'0.000 m' $\eta = 114.1$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 114.1$
V-2282: B112 - B93	Cumple	'0.000 m' Error <sup>(1)</sup>	'1.208 m' $\eta = 14.9$	'0.000 m' $\eta = 15.2$	'0.000 m' $\eta = 87.1$	'0.000 m' $\eta = 85.3$	Cumple	Cumple	<b>ERROR</b>
V-2283: B93 - B78	Cumple	'0.000 m' Cumple	'2.985 m' $\eta = 8.1$	'2.985 m' $\eta = 6.8$	'0.709 m' $\eta = 32.4$	'0.584 m' $\eta = 27.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.4$
V-2284: B78 - B65	Cumple	'0.000 m' Cumple	'2.907 m' $\eta = 11.7$	'2.907 m' $\eta = 9.8$	'2.907 m' $\eta = 24.0$	'2.907 m' $\eta = 20.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.0$
V-2285: B65 - B55	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 10.1$	'0.000 m' $\eta = 8.7$	'0.000 m' $\eta = 24.5$	'0.000 m' $\eta = 20.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.5$
V-2286: B55 - B42	Cumple	'0.000 m' Cumple	'4.379 m' $\eta = 13.5$	'4.379 m' $\eta = 11.3$	'2.007 m' $\eta = 46.3$	'2.007 m' $\eta = 39.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.3$
V-2287: B42 - B21	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 12.1$	'0.000 m' $\eta = 10.2$	'0.000 m' $\eta = 32.3$	'0.000 m' $\eta = 27.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.3$
V-2288: B21 - B15	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 7.9$	'0.000 m' $\eta = 6.9$	'0.000 m' $\eta = 23.5$	'0.000 m' $\eta = 20.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 23.5$
V-2289: B15 - B9	Cumple	'0.000 m' Cumple	'3.667 m' $\eta = 9.6$	'3.667 m' $\eta = 8.2$	'2.011 m' $\eta = 20.1$	'2.011 m' $\eta = 17.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 20.1$
V-2290: B9 - B3	Cumple	'0.000 m' Cumple	'3.669 m' $\eta = 9.6$	'3.669 m' $\eta = 8.1$	'1.929 m' $\eta = 21.3$	'1.929 m' $\eta = 18.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 21.3$
V-2291: B3 - B185	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' $\eta = 6.9$	'0.000 m' $\eta = 6.2$	'0.000 m' $\eta = 17.8$	'0.000 m' $\eta = 15.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.8$
V-2292: B185 - B171	Cumple	'0.000 m' Cumple	'3.269 m' $\eta = 8.0$	'3.269 m' $\eta = 7.2$	'1.680 m' $\eta = 17.2$	'3.338 m' $\eta = 15.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 17.2$
V-2293: B171 - B76	Cumple	'0.000 m' Cumple	'3.219 m' $\eta = 6.8$	'0.000 m' $\eta = 6.1$	'3.219 m' $\eta = 18.3$	'3.219 m' $\eta = 16.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 18.3$
V-2294: B76 - B1	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.326 m' $\eta = 10.9$	'0.326 m' $\eta = 9.8$	'1.577 m' $\eta = 39.7$	'1.577 m' $\eta = 39.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 39.8$
V-2295: B153 - B139	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 17.2$	'0.000 m' $\eta = 17.1$	'3.022 m' $\eta = 88.1$	'2.772 m' $\eta = 77.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.1$
V-2296: B139 - B113	Cumple	'3.783 m' Error <sup>(1)</sup>	'2.489 m' $\eta = 21.0$	'2.489 m' $\eta = 17.8$	'0.000 m' $\eta = 84.8$	'0.000 m' $\eta = 71.0$	Cumple	Cumple	<b>ERROR</b>
V-2297: C21 - C35	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 42.6$	'0.000 m' $\eta = 44.4$	'0.000 m' $\eta = 90.5$	'0.000 m' $\eta = 117.2$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 117.2$
V-2298: C35 - C64	Cumple	Cumple	'0.434 m' $\eta = 14.8$	'0.000 m' $\eta = 30.7$	'0.318 m' $\eta = 30.4$	'3.378 m' $\eta = 77.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.2$
V-2299: C64 - C66	Cumple	Cumple	'2.936 m' $\eta = 12.8$	'0.318 m' $\eta = 28.7$	'1.316 m' $\eta = 35.4$	'2.936 m' $\eta = 94.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 94.1$



Tabla 47. Cálculo del índice de sobre-esfuerzo de vigas 2300 a 2310 y faltantes.

V-2300: C66 - C68	Cumple	Cumple	'2.684 m' $\eta = 13.2$	'0.388 m' $\eta = 30.3$	'1.299 m' $\eta = 38.0$	'2.849 m' $\eta = 90.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.9$
V-2301: C68 - C70	Cumple	Cumple	'2.924 m' $\eta = 15.0$	'0.000 m' $\eta = 30.6$	'1.423 m' $\eta = 37.7$	'0.000 m' $\eta = 89.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 89.7$
V-2302: C70 - C72	Cumple	Cumple	'4.149 m' $\eta = 20.7$	'4.149 m' $\eta = 28.6$	'1.989 m' $\eta = 75.0$	'4.331 m' $\eta = 90.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.9$
V-2303: C72 - C74	Cumple	Cumple	'4.043 m' $\eta = 19.9$	'4.179 m' $\eta = 30.0$	'1.917 m' $\eta = 66.4$	'0.000 m' $\eta = 90.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.1$
V-2304: C74 - C76	Cumple	Cumple	'3.248 m' $\eta = 14.7$	'3.467 m' $\eta = 29.7$	'1.671 m' $\eta = 43.2$	'3.467 m' $\eta = 88.1$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.1$
V-2305: C76 - C78	Cumple	Cumple	'3.619 m' $\eta = 16.3$	'3.619 m' $\eta = 30.3$	'1.599 m' $\eta = 47.1$	'3.619 m' $\eta = 88.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.2$
V-2306: C78 - C80	Cumple	Cumple	'0.429 m' $\eta = 15.8$	'3.621 m' $\eta = 29.2$	'1.679 m' $\eta = 48.8$	'3.621 m' $\eta = 91.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 91.7$
V-2307: C80 - C82	Cumple	Cumple	'3.081 m' $\eta = 13.8$	'3.081 m' $\eta = 32.3$	'1.318 m' $\eta = 34.8$	'0.000 m' $\eta = 87.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.9$
V-2308: C82 - C84	Cumple	Cumple	'3.246 m' $\eta = 14.5$	'3.289 m' $\eta = 30.6$	'1.656 m' $\eta = 39.7$	'3.289 m' $\eta = 93.5$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.5$
V-2309: C84 - C86	Cumple	Cumple	'3.170 m' $\eta = 14.7$	'3.170 m' $\eta = 31.9$	'1.465 m' $\eta = 32.8$	'3.170 m' $\eta = 87.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.8$
V-2310: C86 - C87	Cumple	Cumple	'0.318 m' $\eta = 17.9$	'3.976 m' $\eta = 34.5$	'1.804 m' $\eta = 55.4$	'3.976 m' $\eta = 125.3$	Cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b> $\eta = 125.3$
V-2122: B122 - B124	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 4.2$	'1.910 m' $\eta = 2.9$	'3.438 m' $\eta = 6.9$	'3.438 m' $\eta = 6.2$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 6.9$
V-2123: B124 - B126	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 5.6$	'1.848 m' $\eta = 4.6$	'2.950 m' $\eta = 16.8$	'2.950 m' $\eta = 14.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16.8$
V-2126: B130 - B132	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 4.3$	'3.192 m' $\eta = 3.5$	'3.192 m' $\eta = 10.7$	'0.000 m' $\eta = 9.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 10.7$
V-2127: B132 - B134	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 4.7$	'3.200 m' $\eta = 4.0$	'3.411 m' $\eta = 13.8$	'3.411 m' $\eta = 12.0$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 13.8$
V-2128: B134 - B136	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 5.5$	'3.410 m' $\eta = 4.9$	'3.392 m' $\eta = 16.3$	'3.410 m' $\eta = 14.9$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16.3$
V-2159: B155 - B142	Cumple	Cumple	'0.462 m' $\eta = 19.5$	'2.212 m' $\eta = 16.0$	'2.372 m' $\eta = 84.4$	'2.372 m' $\eta = 69.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 84.4$
V-2166: B156 - B143	Cumple	Cumple	'0.337 m' $\eta = 19.8$	'2.212 m' $\eta = 16.5$	'2.372 m' $\eta = 83.6$	'2.372 m' $\eta = 70.6$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.6$
V-2173: B157 - B144	Cumple	Cumple	'0.462 m' $\eta = 19.4$	'2.212 m' $\eta = 16.1$	'2.372 m' $\eta = 80.2$	'2.372 m' $\eta = 67.8$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.2$
V-2180: B158 - B145	Cumple	Cumple	'0.462 m' $\eta = 19.3$	'2.212 m' $\eta = 16.5$	'2.372 m' $\eta = 80.2$	'2.372 m' $\eta = 68.4$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.2$
V-2193: B159 - B146	Cumple	Cumple	'0.462 m' $\eta = 19.8$	'2.212 m' $\eta = 17.0$	'2.372 m' $\eta = 79.3$	'2.372 m' $\eta = 67.7$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 79.3$
V-2238: C30 - B90	Cumple	Cumple	'0.000 m' $\eta = 26.9$	'0.318 m' $\eta = 34.0$	'0.318 m' $\eta = 47.9$	'0.318 m' $\eta = 60.3$	Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b> $\eta = 60.3$
<p><b>Notación:</b>  <i>Disp.:</i> Disposiciones relativas a las armaduras  <i>Arm.:</i> Armadura mínima y máxima  <i>Q:</i> Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)  <i>Q S.:</i> Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)  <i>N,M:</i> Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)  <i>N,M S.:</i> Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas)  <i>T<sub>c</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.  <i>T<sub>s</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.  <i>T<sub>s</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.  <i>TNM.:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.  <i>TV<sub>x</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua  <i>TV<sub>y</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua  <i>TV<sub>s</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.  <i>TV<sub>s</sub>:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.  <i>T,Disp.:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.  <i>T,Disp.:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.  <i>T,Geom.:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.  <i>T,Arm.:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.  <i>Disp. S.:</i> Criterios de diseño por sismo  <i>Cap. S:</i> Cortante de diseño para vigas.  <i>x:</i> Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  <i>N.P.:</i> No procede            '-': -</p>									
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):  <sup>(1)</sup> La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.  <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.  <sup>(3)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>									
<p>Errores:  <sup>(1)</sup> No cumple: 'Armadura mínima y máxima' (Armado longitudinal)</p>									

Con base en los resultados mostrados en la Tablas 25 a 47, podemos concluir que el índice de sobre-esfuerzo del paciente es del 196.6%, valor que supera el 100%. Por lo tanto, se hace necesario reforzar la estructura.

## 8 PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del diagnóstico y análisis de vulnerabilidad sísmica realizado a la estructura de la Institución Educativa Docente de Turbaco, se presenta la propuesta de intervención de la causa primaria: concreto de mala calidad, generando las lesiones químicas tales como la carbonatación del concreto y corrosión de las varillas de refuerzo. Las intervenciones para realizar consistirían en la reparación de los elementos estructurales (columnas y vigas de concreto reforzado) y reforzamiento estructural debido a que los resultados que se obtuvieron de las resistencias a compresión del concreto estuvieron por debajo de los 3000 psi y a los valores índices de sobre esfuerzo por encima del 100%.

### 8.1 Alternativas de intervención.

La propuesta de intervención para solucionar las patologías de carbonatación en el concreto y la corrosión en el acero es un tipo de intervención de reparación, la cual consiste en remover el concreto contaminado por carbonatación, y reemplazarlo con concreto de baja permeabilidad. Luego de reemplazar el concreto, se deben emplear métodos de protección con recubrimientos, membranas, selladores y acero de refuerzo.

Las actividades que se requieren para realizar la rehabilitación de las patologías de carbonatación y corrosión en columnas y vigas son:

- Remoción del concreto de recubrimiento y del refuerzo de acero.
- Colocación del nuevo acero.
- Soldadura de punto del nuevo acero.
- Fundición de la nueva masa de concreto.

Adicional a las actividades anteriores, se recomienda realizar una intervención del tipo de reforzamiento estructural con el fin de mejorar la resistencia de algunos elementos estructurales. Para ello se plantea las siguientes tres alternativas:

### 8.1.1 Alternativa 1.

**Reforzamiento estructural de zapatas, columnas y vigas con encamisado en concreto reforzado:** Esta alternativa consiste en realizar un encamisado a columnas y vigas colocando un acero de refuerzo adicional y aumentando la sección del concreto. Se debe realizar una limpieza del concreto para garantizar una adecuada adherencia con el nuevo material que se vacíe.

Las actividades para realizar serían:

- Remoción del concreto de recubrimiento y del refuerzo de acero corroído.
- Colocación del acero total requerido por la sección.
- Soldadura de punto del acero de refuerzo.
- Anclaje epóxico del acero de refuerzo transversal adicional requerido con Sika Anchorfix-4.
- Preparación de la superficie con adherente epóxico.
- Fundición de la nueva masa de concreto.

### 8.1.2 Alternativa 2

**Reforzamiento estructural de columnas y vigas con encamisado en acero:** Esta alternativa consiste en realizar un encamisado cubriendo las columnas y vigas con ángulos y platinas metálicas.

Las actividades para realizar serían:

- Alistamiento de superficie para puente de adherencia.
- Encamisado de acero.
- Puente de adherencia epóxico.
- Tratamiento anticorrosivo para refuerzo en encamisado de acero.
- Pintura de acabado para encamisado.

### 8.1.3 Alternativa 3.

**Reforzamiento estructural de columnas y vigas con fibra de carbono:** Esta alternativa consiste en realizar un reforzamiento cubriendo las columnas y vigas con fibra de carbono. El reforzamiento estructural con fibra de carbono, se refiere al empleo de elementos de fibra de carbono de modo similar al de las barras de acero de la estructura; esto es, complementando las barras longitudinales de acero en las zonas traccionadas, o los estribos de corte, siempre teniendo en cuenta que la capacidad de refuerzo de carbono es unidireccional en el sentido de las fibras.

Este tipo de sistema de fibra de carbono permite incrementar la capacidad de las estructuras reforzadas. Permite reforzar elementos estructurales por deficiencia en la construcción sin demoler, ni ampliar secciones.

Las actividades para realizar serían:

- Remoción del concreto de recubrimiento y del refuerzo de acero corroído.
- Colocación del acero nuevo.
- Soldadura de punto del acero nuevo.
- Fundición de la nueva masa de concreto
- Preparación de la superficie base.
- Instalación de la fibra de carbono.

### 8.1.4 Alternativa seleccionada.

La alternativa seleccionada es la número 1. Para la escogencia de esta alternativa, se tuvieron en cuenta tres factores: los costos, el personal calificado para realizarlo y los factores ambientales. La alternativa 2 se descartó por los costos elevados actuales del acero y por factores ambientales que afectan la parte metálica al estar ubicado la edificación en una zona cercana a la costa. La alternativa 3 se descartó por los costos altos de la fibra de carbono y por el personal especializado que se requiere para su instalación correcta.



## 9 PRESUPUESTO.

PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN ALTERNATIVA 1					
REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO EN CONCRETO REFORZADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
<b>1</b>	<b>ZAPATAS</b>				
1.1	Retiro parcial de concreto de recubrimiento	u	96.00	\$ 60,000.00	\$ 5,760,000.00
1.2	Colocación de aceros de refuerzo 5/8"	u	96.00	\$ 120,000.00	\$ 11,520,000.00
1.3	Tratamiento anticorrosivo en acero de refuerzo	u	96.00	\$ 65,000.00	\$ 6,240,000.00
1.4	Aplicación de epóxico de anclaje de concreto	un	96.00	\$ 75,000.00	\$ 7,200,000.00
1.5	Concreto de recubrimiento f'c 3500PSI	m3	57.60	\$ 780,000.00	\$ 44,928,000.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$75,648,000.00</b>
<b>2</b>	<b>COLUMNAS</b>				
2.1	Retiro parcial de concreto de recubrimiento	m	1152.00	\$ 10,000.00	\$ 11,520,000.00
2.2	Retiro de acero de refuerzo afectado	m	460.80	\$ 8,000.00	\$ 3,686,400.00
2.3	Colocación de aceros de refuerzo desde 3/8" hasta 5/8"	m	3600.00	\$ 17,500.00	\$ 63,000,000.00
2.4	Tratamiento anticorrosivo en acero de refuerzo	m	921.60	\$ 9,600.00	\$ 8,847,360.00
2.5	Aplicación de epóxico de anclaje de concreto	un	640.00	\$ 15,000.00	\$ 9,600,000.00
2.6	Concreto de recubrimiento f'c 3500PSI	m3	60.48	\$ 780,000.00	\$ 47,174,400.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$143,828,160.00</b>
<b>3</b>	<b>VIGAS</b>				
3.1	Retiro parcial de concreto de recubrimiento	m	750.00	\$ 10,000.00	\$ 7,500,000.00
3.2	Retiro de acero de refuerzo afectado	m	300.00	\$ 8,000.00	\$ 2,400,000.00
3.3	Colocación de aceros de refuerzo desde 3/8" hasta 5/8"	m	1500.00	\$ 17,500.00	\$ 26,250,000.00
3.4	Tratamiento anticorrosivo en acero de refuerzo	m	900.00	\$ 9,600.00	\$ 8,640,000.00
3.5	Aplicación de epóxico de anclaje de concreto	un	325.00	\$ 15,000.00	\$ 4,875,000.00
3.6	Concreto de recubrimiento f'c 3500PSI	m3	22.50	\$ 780,000.00	\$ 17,550,000.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$67,215,000.00</b>
					<b>\$286,691,160.00</b>
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$286,691,160.00</b>
	Administración	12%			<b>\$34,402,939.20</b>
	Imprevistos	5%			<b>\$14,334,558.00</b>
	Utilidad	8%			<b>\$22,935,292.80</b>
	IVA	19%			<b>\$4,357,705.63</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>\$76,030,495.63</b>
	<b>VALOR OBRAS DEFINITIVAS</b>				<b>\$362,721,655.63</b>



## 10 CRONOGRAMA.

ITEM	DESCRIPCIÓN	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
<b>1</b>	<b>ZAPATAS</b>																
1.1	Retiro parcial de concreto de recubrimiento	■				■				■				■			
1.2	Colocación de aceros de refuerzo 5/8"		■				■				■				■		
1.3	Tratamiento anticorrosivo en acero de refuerzo			■				■				■				■	
1.4	Aplicación de epóxico de anclaje de concreto			■				■				■				■	
1.5	Concreto de recubrimiento fc 3500PSI			■	■			■	■			■	■			■	■
<b>2</b>	<b>COLUMNAS</b>																
2.1	Retiro parcial de concreto de recubrimiento	■				■				■				■			
2.2	Retiro de acero de refuerzo afectado		■				■				■				■		
2.3	Colocación de aceros de refuerzo desde 3/8" hasta 5/8"			■				■				■				■	
2.4	Tratamiento anticorrosivo en acero de refuerzo			■				■				■				■	
2.5	Aplicación de epóxico de anclaje de concreto			■				■				■				■	
2.6	Concreto de recubrimiento fc 3500PSI			■	■			■	■			■	■			■	■
<b>3</b>	<b>VIGAS</b>																
3.1	Retiro parcial de concreto de recubrimiento	■				■				■				■			
3.2	Retiro de acero de refuerzo afectado		■				■				■				■		
3.3	Colocación de aceros de refuerzo desde 3/8" hasta 5/8"			■				■				■				■	
3.4	Tratamiento anticorrosivo en acero de refuerzo			■				■				■				■	
3.5	Aplicación de epóxico de anclaje de concreto			■				■				■				■	
3.6	Concreto de recubrimiento fc 3500PSI			■	■			■	■			■	■			■	■

## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Teniendo como base todos los estudios, ensayos de campo y laboratorio realizados, las inspecciones físicas a la estructura, se determinó que las principales lesiones que afectan al paciente son de tipo físico, mecánico y principalmente el químico.

Como resultado del reconocimiento realizado durante las visitas de campo, se encontró que las patologías más graves presentes son debidas a procesos químicos y mecánicos; principalmente la carbonatación y desprendimiento del concreto y la corrosión del acero de refuerzo de los elementos estructurales. Mientras que en menor cantidad se registraron grietas y humedades.

- El estado general del edificio es regular. Debido a que presenta carbonatación en el concreto y una avanzada corrosión en el acero de refuerzo, principalmente en columnas y vigas; lo que ha promovido el desprendimiento del material de recubrimiento; esto generó la aparición de anomalías y afectó su eventual capacidad de carga.

- Se evidenció que el paciente posee muchas zonas donde por efectos de la oxidación, el acero ha aumentado su volumen, generando esto presiones de expansión y haciendo que el recubrimiento se destruya o se produzcan desprendimientos. Este proceso de oxidación es progresivo, y; no solamente se identificó la oxidación como uno de los principales causantes del problema, sino también por la carbonatación del concreto.

- Es importante también anotar que se detectó carbonatación en el concreto de los elementos estructurales. Este fenómeno alteró el PH del concreto hidráulico y lo hizo susceptible al desarrollo de los procesos corrosivos.

- Se pudo evidenciar que la corrosión del acero está presente en algunos de los elementos estructurales del paciente tales como columnas, vigas aéreas y losas de entepiso. Esta corrosión es del tipo severa y se pudo constatar que el acero ha perdido más del 20 por ciento de su diámetro inicial.

- Las filtraciones de agua en las zonas descubiertas del edificio y por la cubierta de este, ha generado la aparición de humedades en vigas y columnas que generaron lesiones en el



concreto de la estructura y aceleraron el proceso de carbonatación del concreto y corrosión del acero.

- Los resultados de los ensayos a compresión de cilindros y esclerometría indican que la resistencia a la compresión del concreto de la estructura está comprendida entre 960 y 1348 psi. Por lo cual se concluye que el concreto no cumple con los requisitos de resistencia establecidos en la norma colombiana NSR-10.
- Se pudo constatar que las humedades y musgo presentes en los muros, son debidas al drenaje deficiente de los aires acondicionados. Se evidencia que no existe un sistema, de drenaje diseñado de manera racional, lo que ocasiona que el agua destile por los muros.
- Del análisis de vulnerabilidad sísmica efectuado se concluye que todos los índices de flexibilidad están por debajo de 1. Por lo tanto, la estructura existente es adecuada para soportar las derivas de desplazamientos horizontales en el caso de presentarse un evento sísmico.
- El índice de sobreesfuerzo de la estructura es mayor al 100 por ciento, por lo que se concluye que la edificación no cumple con la capacidad de resistencia para soportar las sollicitaciones de carga impuestas.
- Los mayores daños se encontraron en vigas y columnas, por lo tanto; se requiere la intervención a corto plazo para reparar los elementos estructurales en peligro de colapso. Recomendamos una intervención a corto plazo, que incluya apuntalamientos temporales y los trabajos de reforzamiento para modificar la capacidad del sistema estructural y de esta forma salvaguardar la vida de las personas que habitan en el edificio.
- Se recomienda reparar de inmediato todas las filtraciones que existan en el edificio a nivel de cubierta y zonas abiertas.
- Recomendamos que se lleven a cabo los trabajos de reparación y reforzamiento para habitar de manera segura la estructura. Se deben reparar todas y cada una de las lesiones existentes en los elementos estructurales y no estructurales. Recomendamos realizar un



monitoreo al paciente en periodos no mayores a cuatro meses y en caso de detectar una lesión, ésta se deberá reparar de inmediato. El ingeniero o arquitecto encargado de la obra, deberá reportar mediante un informe, los resultados de la inspección y este informe deberá ser enviado al ingeniero estructural del proyecto para su análisis y planteamiento de las recomendaciones respectivas.

## 12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, Javier (2020) Patrimonio Arquitectónico de Turbaco “Conoce su historia y aprópiate de ella”.
- Alcaldía de Turbaco (2019). Plan de Desarrollo de Turbaco.
- Alcaldía Municipal de Turbaco. (Plan de Ordenamiento Territorial 2022-2034)
- Broto, C., & Mostaedi, A. (2005). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción
- Covo, A. (2008). Mecánica de suelos. Cartagena. Universidad de Cartagena.
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Turbaco>.
- INGEOMINAS. (2000). Memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Bolívar.
- Monjo, C. (1997). Patología de acabados y cerramientos arquitectónicos. (Quinta Edición). Munilla-Leira.
- Norma ASTM C42
- Norma Invias 2022.
- Norma NTC 3658.
- Norma Sismoresistente Colombiana NSR-10.
- Servicio Geológico Colombiano.
- [www.geologiaweb.com](http://www.geologiaweb.com)
- Zabala, L. (2017) Evaluación Geotécnica y Diagnóstico Hidrogeológico de los Problemas de Estabilidad de Taludes que Afectan a las Viviendas de la Etapa “Bonanza Vista” de la Urbanización Ciudadela Bonanza en el Municipio de Turbaco, Bolívar. Cartagena. Universidad de Cartagena.



# ANEXOS




## ANEXO 1

# FICHAS DE HISTORIA CLÍNICA


ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
LOCALIZACIÓN			
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
USO: EDUCATIVO		ZONA:	Fachada
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	14 DE JUNIO DE 1930	FECHA:	1/11/2022
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS	FICHA NÚMERO:	0 0 1


IDENTIFICACIÓN DE LESIONES



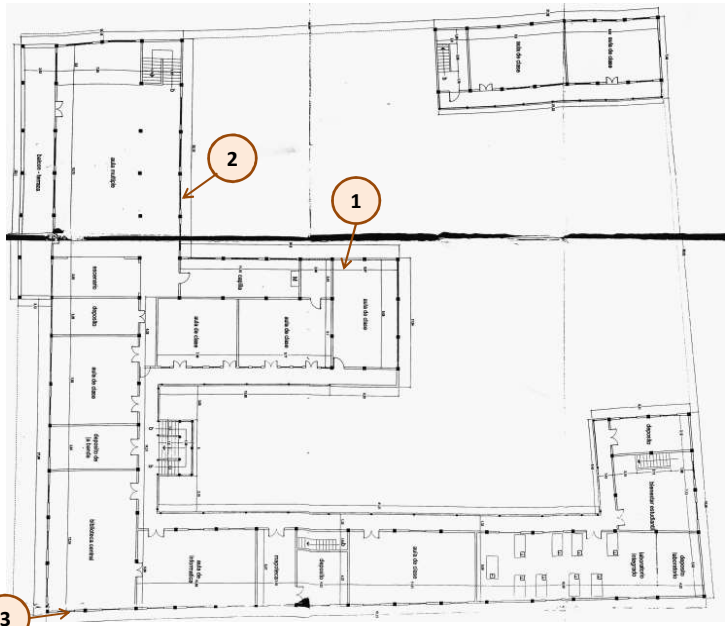
1. Ensuciamiento,



2. Ensuciamiento, humedad, musgo



3. Ensuciamiento, humedad, musgo



OBSERVACIONES:

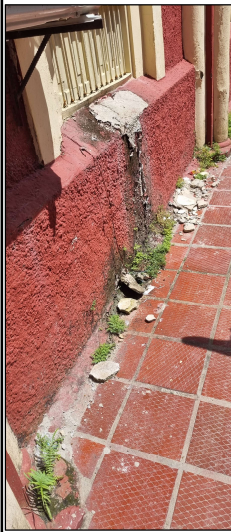
En general, la fachada del edificio no tiene aleros, a excepción de las ventanas en la fachada. Los muros son en block de cemento y están confinados por columnas y vigas aéreas. Se evidenció que la fachada del colegio presenta afectaciones en algunas zonas con humedad, ensuciamiento, musgos y desprendimientos. Las zonas donde se presentan estas lesiones son: aleros exteriores de ventanas, borde exterior de las placas de entresiso.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO				
		P	S			L	M	S	G	
FISICA	Humedad	X		Muros, aleros	DIRECTA			X		
	Ensuciamiento	X		Muros, aleros de ventana	DIRECTA		X			
QUIMICA	Musgo		X	Muros, aleros de ventana	DIRECTA		X			
MECÁNICA	Desprendimiento		X	Losa de entresiso	DIRECTA		X			

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE

<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
<b>LOCALIZACIÓN</b>			
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
<b>USO:</b> EDUCATIVO		<b>ZONA:</b>	Fachada
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 14 DE JUNIO DE 1930		<b>FECHA:</b>	1/11/2022
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO:</b> PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS		<b>FICHA NÚMERO:</b> 0 0 2	

IDENTIFICACIÓN DE LESIONES



5. Ensuciamiento,



4. Ensuciamiento, humedad



6. Ensuciamiento, humedad



OBSERVACIONES:


Se observó humedad en muros del primer y segundo nivel, además de presentar ensuciamiento. En los artranques de los muros de la fachada exterior, se observó la presencia de musgos, ensuciamiento y humedad. El borde exterior de la losa de entrespiso presenta ensuciamiento y humedad. mn

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO				
		P	S			L	M	S	G	
FISICA	Humedad	X		Muros y bordes de placas	DIRECTA			X		
	Ensuciamiento	X		Muros y bordes de placas	DIRECTA		X			
QUIMICA	Musgo		X	Arranque de muro fachada exterior	DIRECTA		X			
MECÁNICA										


CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE

<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO		<b>ZONA:</b> Losa de entrepiso, Columnas y Vigas Aerreas	
<b>LOCALIZACIÓN</b>		<b>FECHA:</b> 1/11/2022	
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR		<b>FICHA NÚMERO:</b> 0 0 3	
<b>USO:</b> EDUCATIVO			
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 14 DE JUNIO DE 1930			
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO:</b> PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS			


IDENTIFICACIÓN DE LESIONES



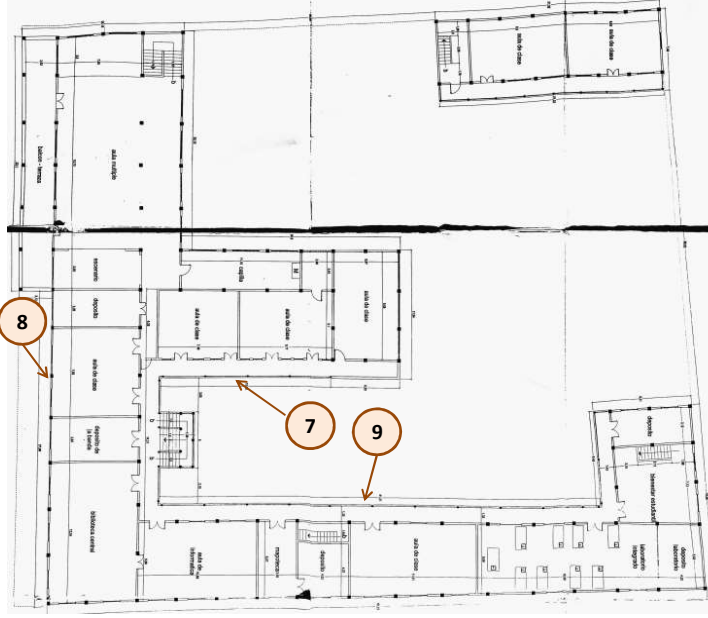
8.Desprendimiento



7.Desprendimiento



9.Desprendimiento



**OBSERVACIONES:**  
Se observó desprendimiento de pañetes en columnas, en vigas de voladizos y en losas de entrepiso

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA									
MECÁNICA	Desprendimiento	X	X	General	DIRECTA		X		

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE









<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
<b>LOCALIZACIÓN</b>			
<b>PROPIETARIO:</b> MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
<b>USO:</b> EDUCATIVO		<b>ZONA:</b>	Vigas Aereas
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 14 DE JUNIO DE 1930		<b>FECHA:</b>	1/11/2022
<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO:</b> PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS		<b>FICHA NÚMERO:</b> 0 0 4	

IDENTIFICACIÓN DE LESIONES



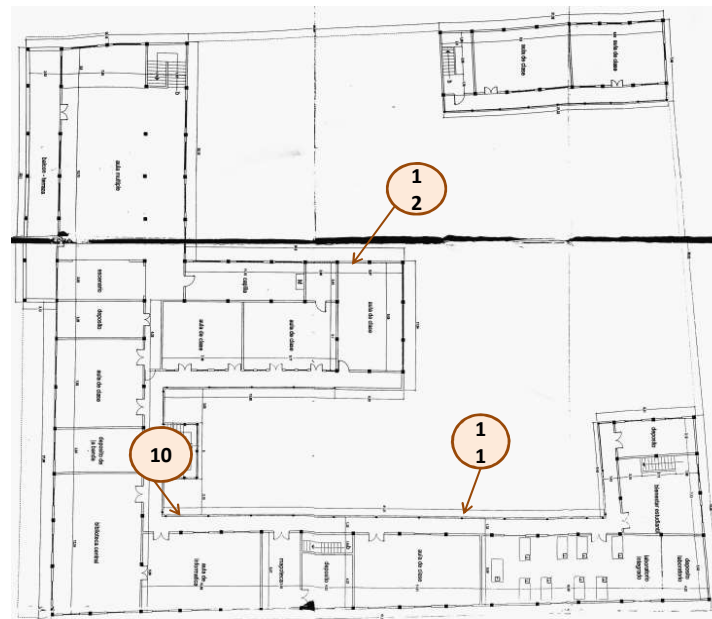
10. Desprendimiento



11. Desprendimiento



12. Desprendimiento



**OBSERVACIONES:**  
Se observó desprendimiento en recubrimiento de vigas aereas.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA									
MECÁNICA	Desprendimiento	X	X	General	DIRECTA		X		

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
LOCALIZACIÓN			
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
USO: EDUCATIVO			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	14 DE JUNIO DE 1930	ZONA:	Vigas Aereas
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS	FECHA:	1/11/2022
FICHA NÚMERO:			0 0 5



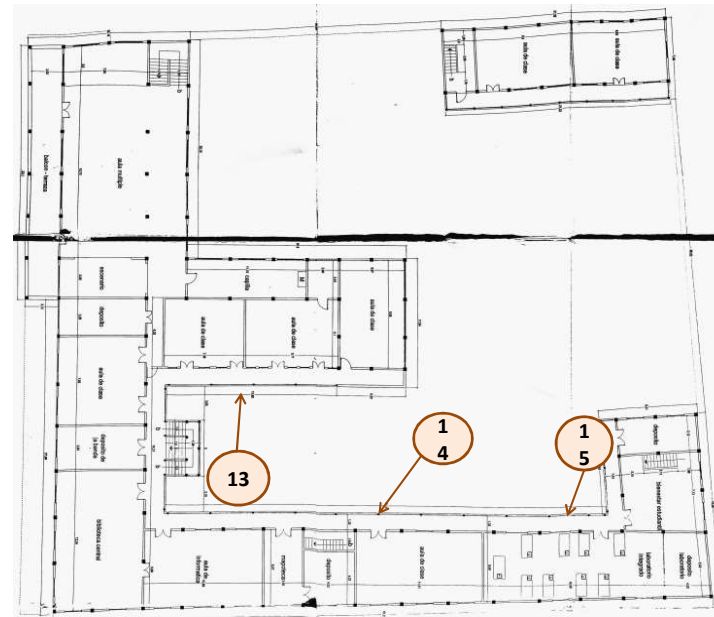
13. Desprendimiento, corrosión en el acero.



15. Desprendimiento, corrosión en



14. Desprendimiento, Corrosión en el acero.



OBSERVACIONES:  
Se observó desprendimiento en recubrimiento de vigas aereas.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA	Corrosión		X	Vigas aereas	DIRECTA			X	
MECÁNICA	Desprendimiento		X	General	DIRECTA	X			

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
LOCALIZACIÓN			
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
USO: EDUCATIVO		ZONA:	Vigas Aereas y Columnas
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	14 DE JUNIO DE 1930	FECHA:	1/11/2022
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS	FICHA NÚMERO:	0 0 6



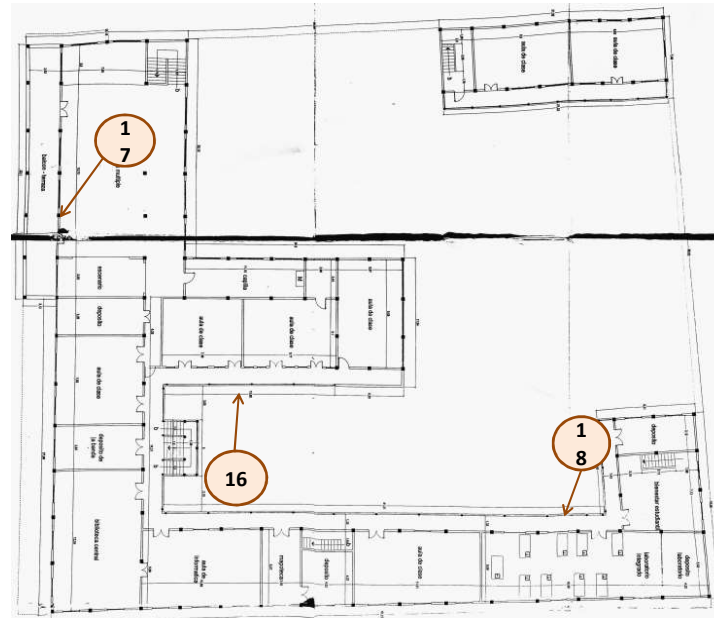
16. Desprendimiento, corrosión en el acero.



18. Desprendimiento, corrosión en



17. Desprendimiento, Corrosión en el acero.



OBSERVACIONES:

Se observó desprendimiento en recubrimiento de vigas aereas y columnas y corrosión en el acero de refuerzo de los elementos estructurales.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA	Corrosión		X	Vigas aereas y columnas	DIRECTA			X	
MECÁNICA	Desprendimiento		X	General	DIRECTA			X	

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

LOCALIZACIÓN:

PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR

USO: EDUCATIVO

FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 14 DE JUNIO DE 1930

SISTEMA CONSTRUCTIVO: PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS

ZONA: Vigas Aereas y Losa de entrepiso

FECHA: 1/11/2022

FICHA NÚMERO: 0 0 7



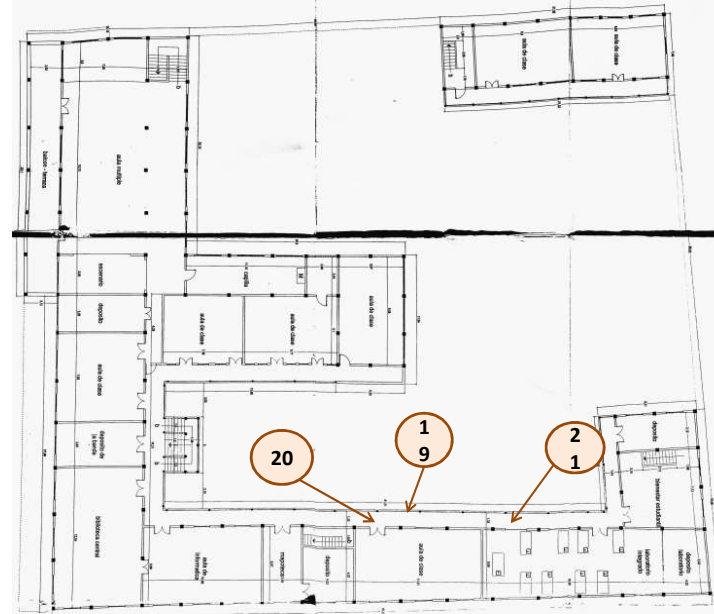
19. Grietas en viga aerea.



20. Grietas en losa y viga aerea.



21. Grietas en losa de entrepiso.



OBSERVACIONES:

Se observó fisuras y grietas en vigas aereas y losa de entrepiso.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA									
MECÁNICA	Grietas y fisuras	X		Vigas aereas y losa de entrepiso	DIRECTA			X	

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE



ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

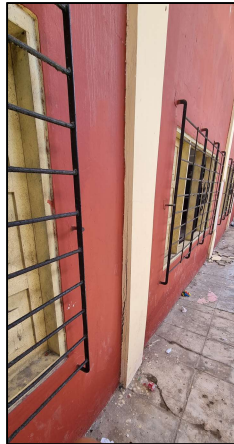
PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGÍA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
LOCALIZACIÓN			
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
USO: EDUCATIVO		ZONA:	Losa de entrepiso y Columnas
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	14 DE JUNIO DE 1930	FECHA:	1/11/2022
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS	FICHA NÚMERO:	0 0 8



22. Grietas en losa de entrepiso.



23. Grietas en losa y viga aérea



24. Grietas en columnas.



OBSERVACIONES:

Se observó fisuras y grietas en losa de entrepiso y columnas.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA									
MECÁNICA	Grietas y fisuras	X		Losa de entrepiso y columnas	DIRECTA			X	

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE



ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

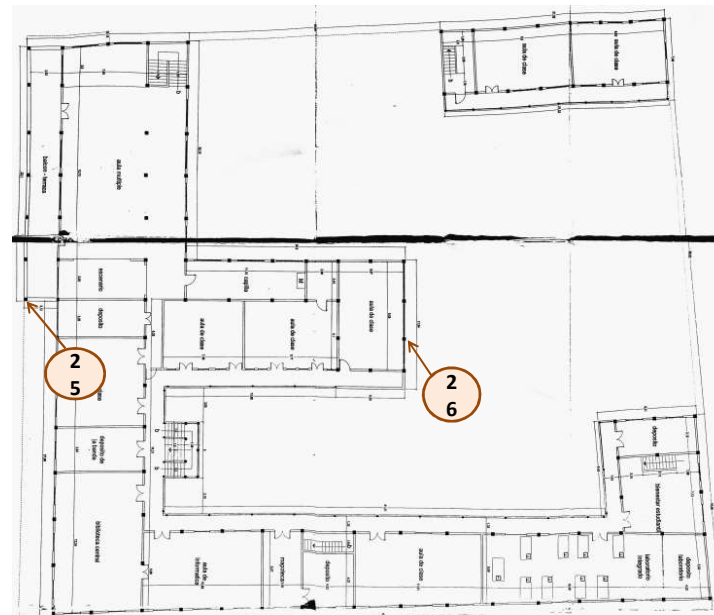
PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO		ZONA: Columnas Primer piso	
LOCALIZACIÓN		FECHA: 1/11/2022	
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR		FICHA NÚMERO: 0 0 9	
USO: EDUCATIVO			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 14 DE JUNIO DE 1930			
SISTEMA CONSTRUCTIVO: PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS			



25. Grietas en columna



26. Grietas en columna y viga.



Se observó fisuras y grietas en columnas.	LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
			P	S			L	M	S	G
	FISICA									
	QUIMICA									
	MECÁNICA	Grietas y fisuras	X		Losa de entrepiso y columnas	DIRECTA			X	

CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE



ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO

PROYECTO: ESTUDIO DE PATOLOGIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DOCENTE DE TURBACO			
LOCALIZACIÓN			
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR			
USO: EDUCATIVO			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	14 DE JUNIO DE 1930	ZONA:	Pisos exteriores
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS	FECHA:	1/11/2022
		FICHA NÚMERO:	0 0 10



27. Grietas en los pisos exteriores.



28. Grietas en pisos



29. Grietas en escalones exteriores.



Se observó fisuras y grietas en los pisos exteriores. En la zona de la escalera exterior, no se observó confinamiento del terreno mediante concreto. Los escalones fueron construidos solo perfilando el suelo y pañetando con mortero las caras de los mismo.

LESIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO		UBICACIÓN	CAUSA	GRADO			
		P	S			L	M	S	G
FISICA									
QUIMICA									
MECÁNICA	Grietas y fisuras	X		Pisos exteriores	INDIRECTA				X

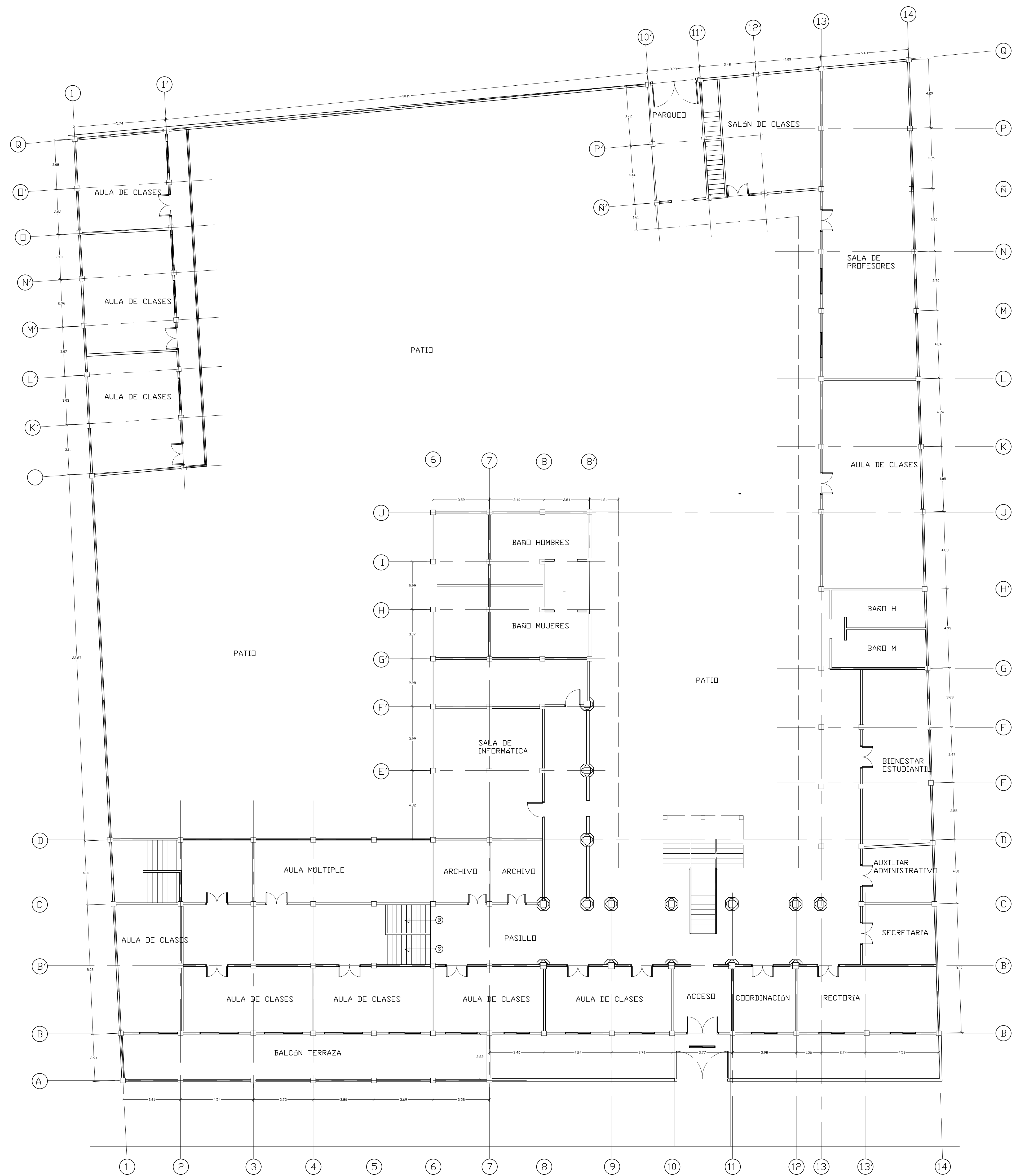
CONVENCIONES L=LEVE  
P=PRIMARIA M=MODERADO  
S= SECUNDARIA S=SEVERO  
G=GRAVE

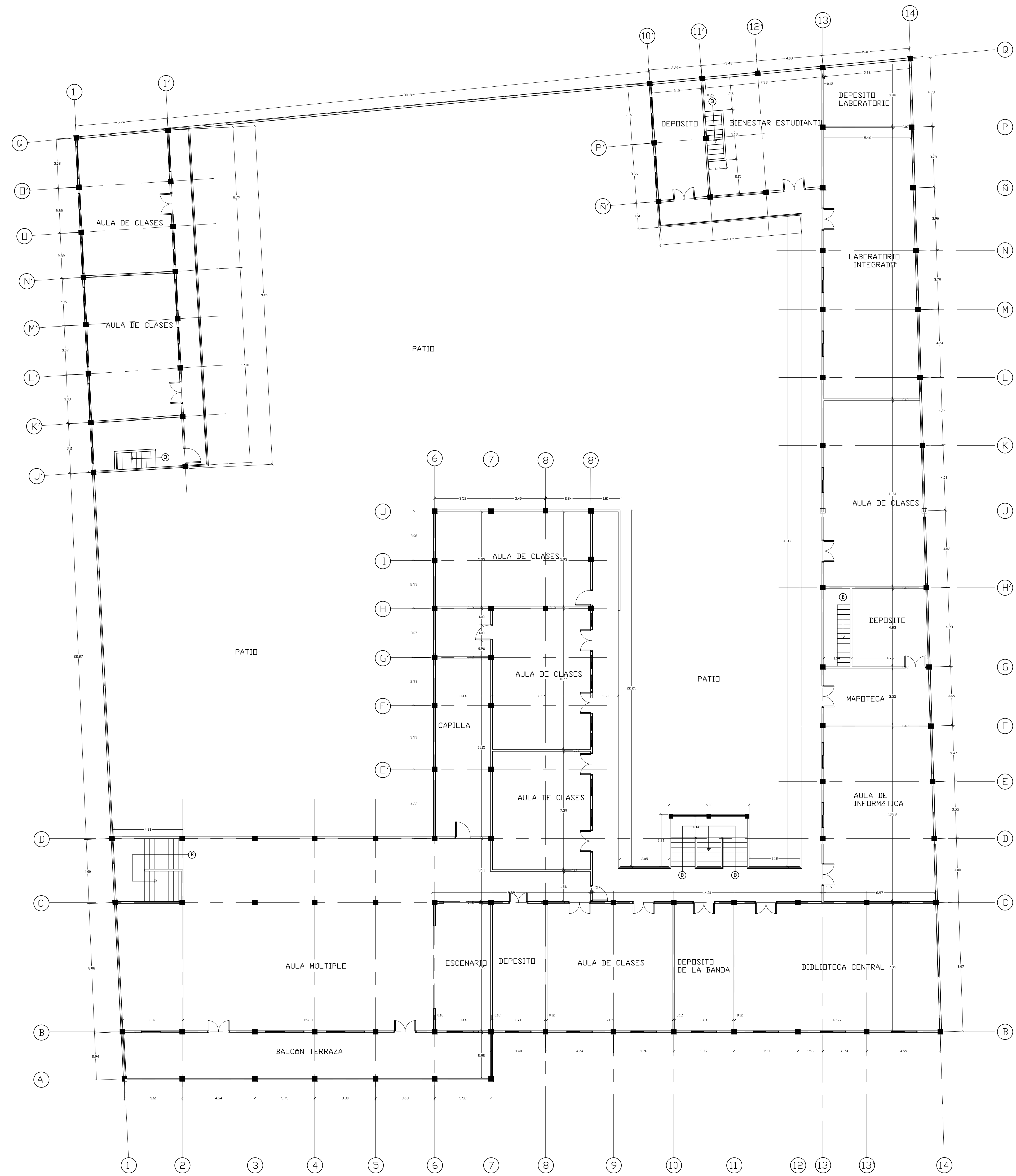


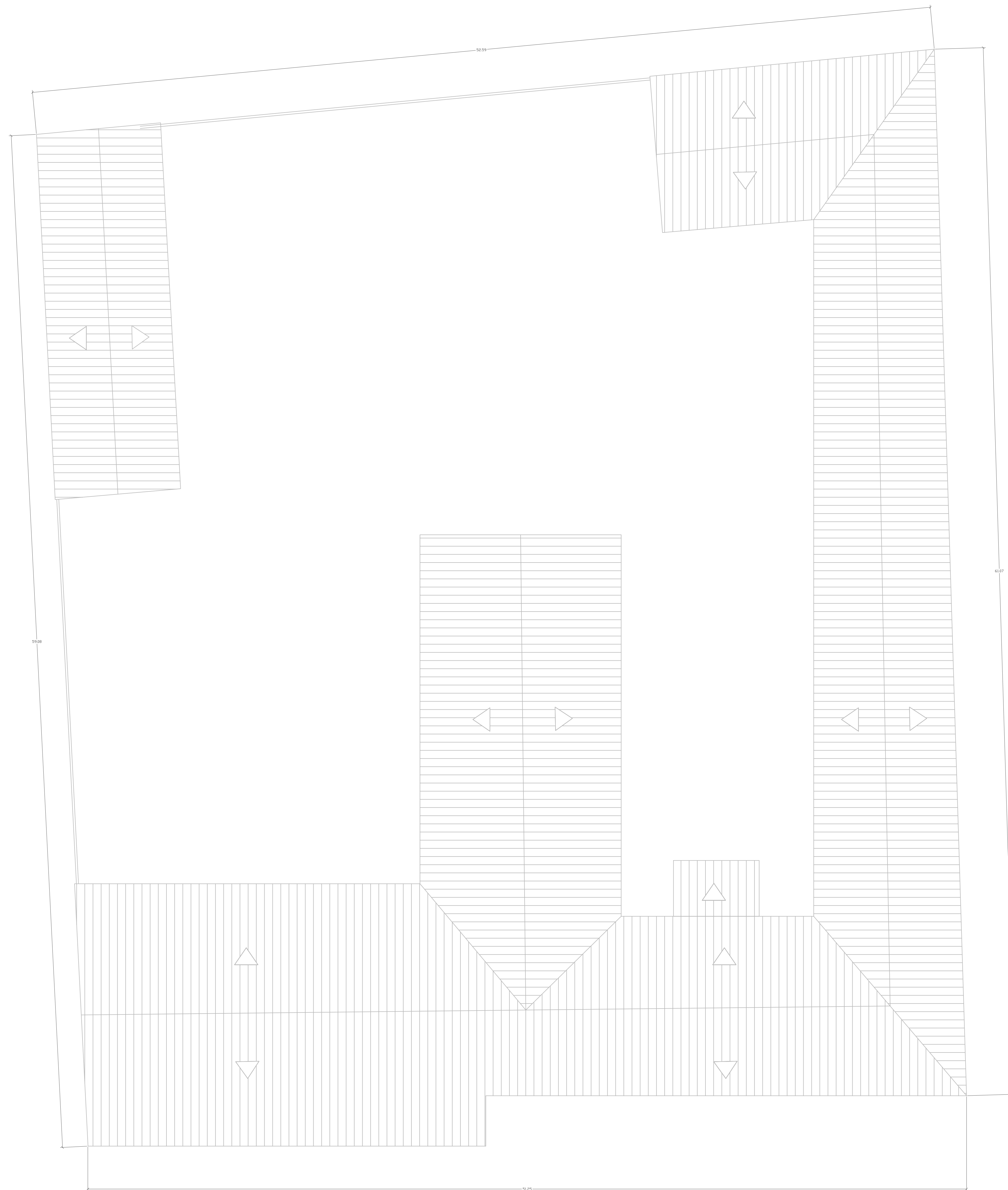


# ANEXO 2

## PLANOS ARQUITECTÓNICOS



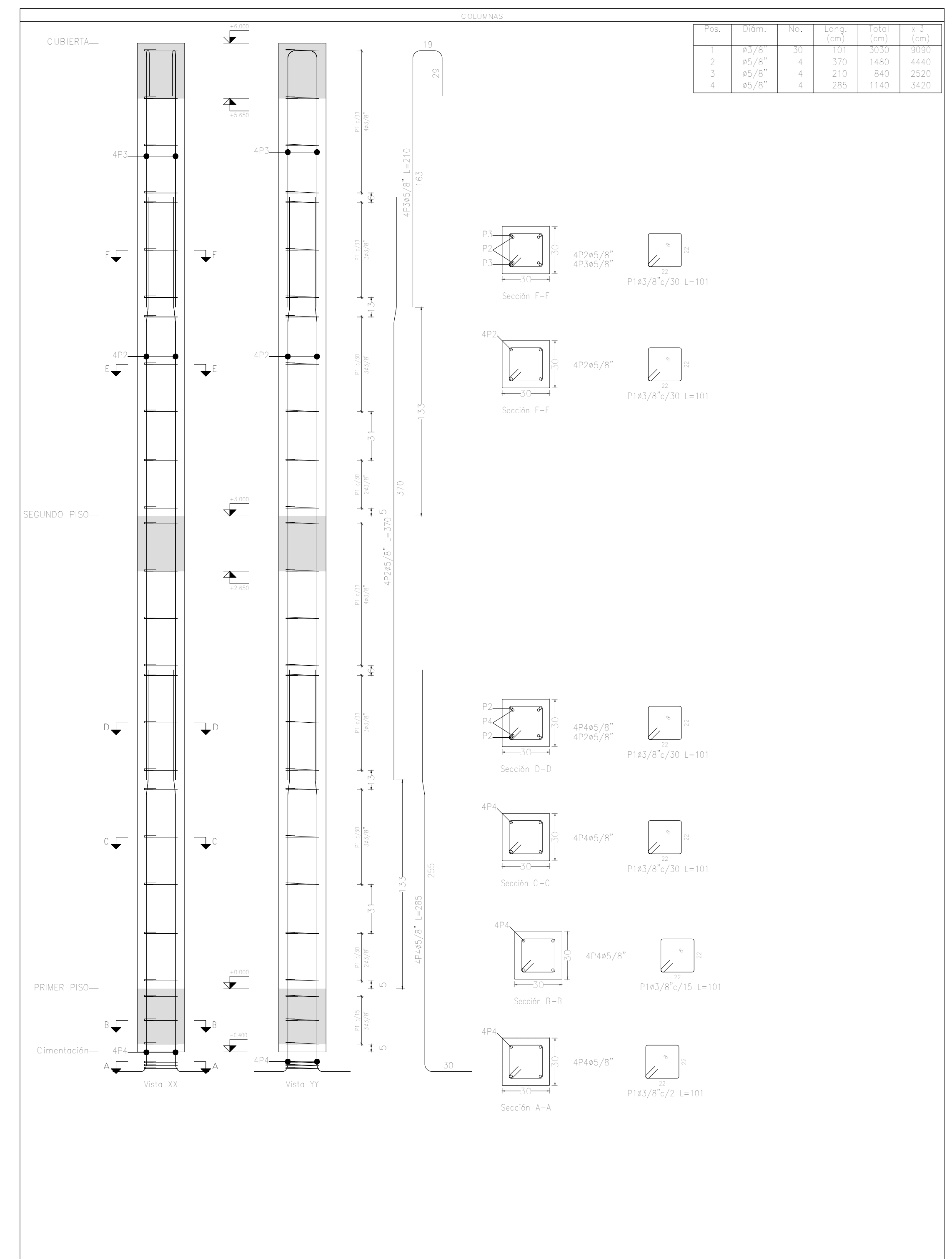
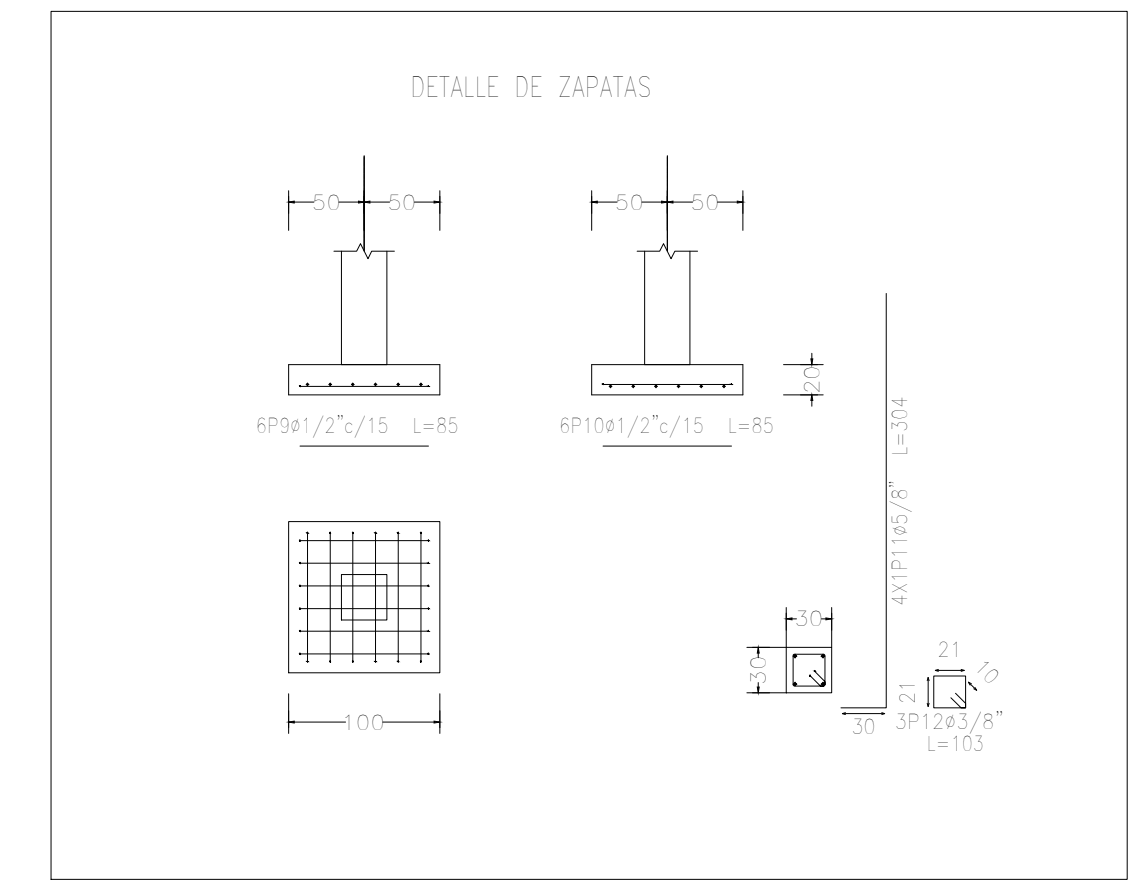
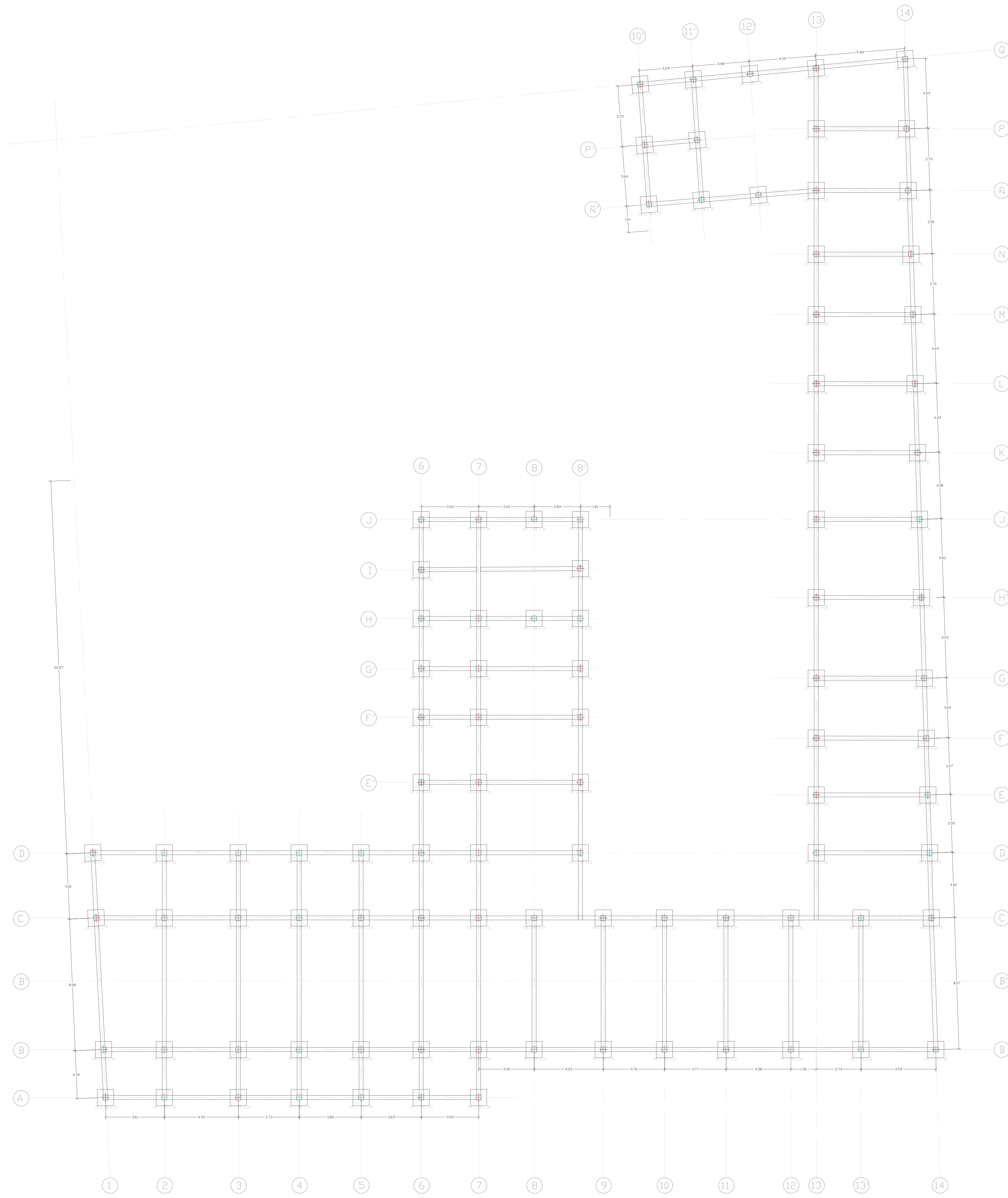


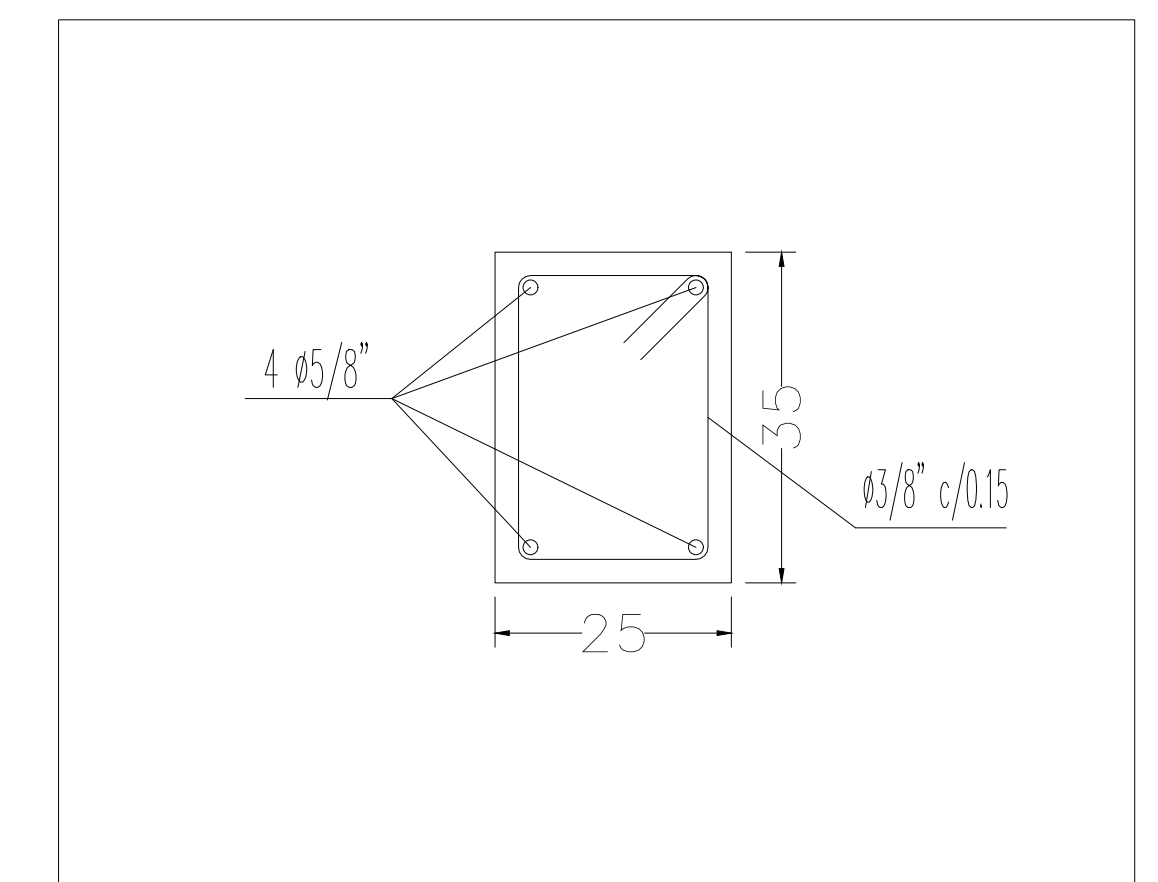
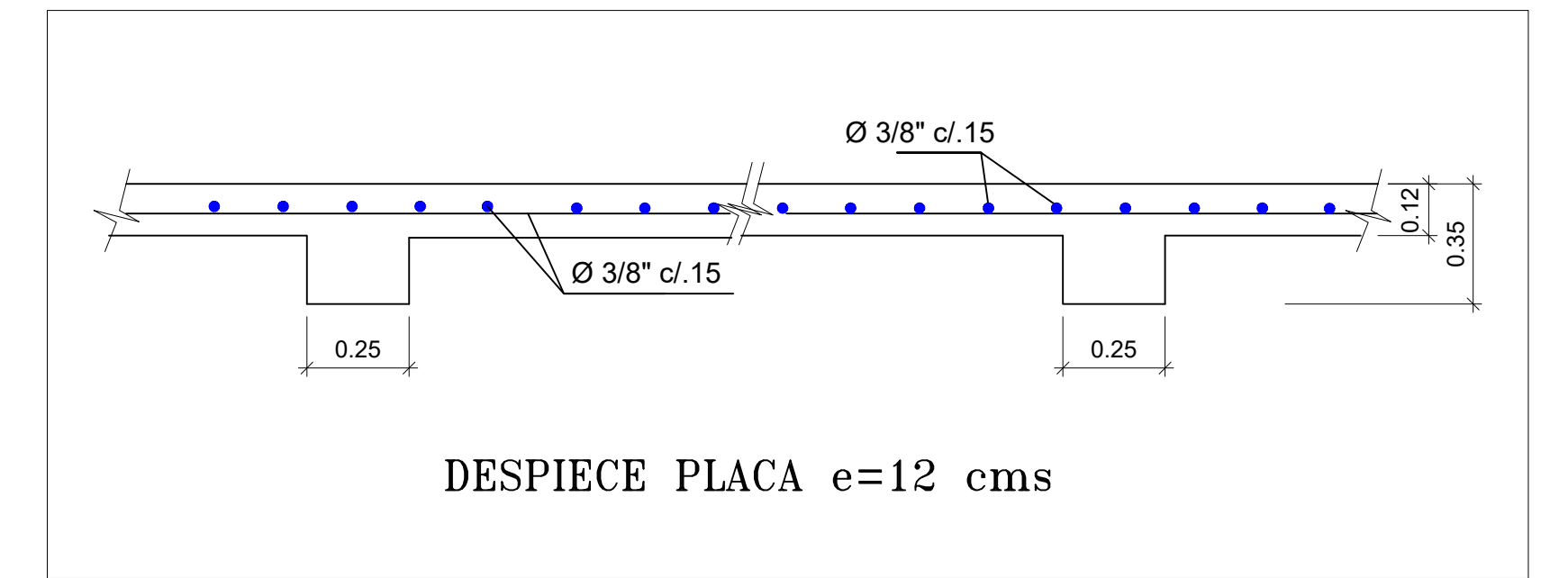
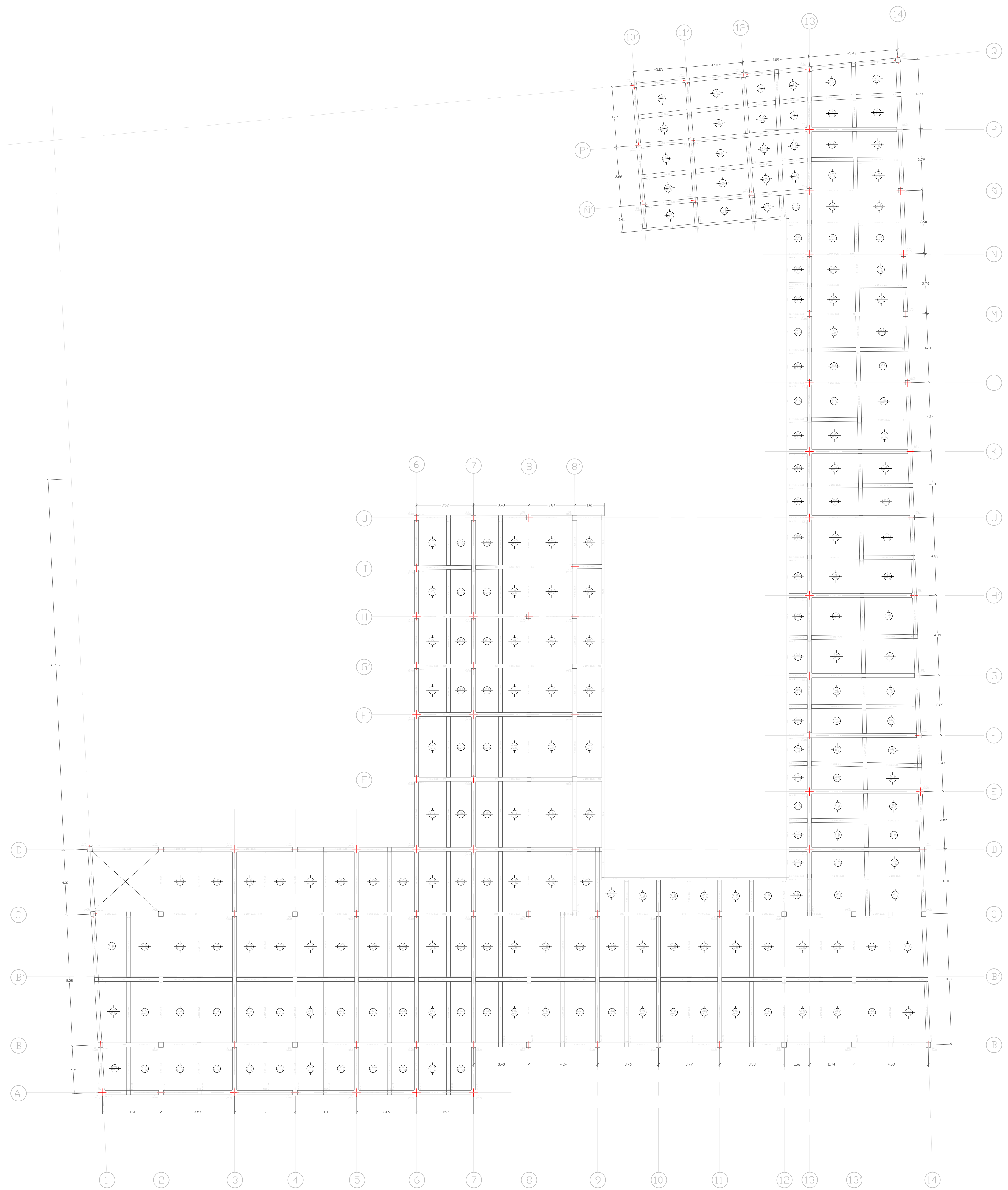




## ANEXO 3

# PLANOS ESTRUCTURALES





**ESPECIFICACIONES :**

NORMAS Y MATERIALES:

1. NSR - 10; ACI 318M - 11.
2. CONCRETO 3.000 PSI
3. ACERO 60.000 PSI
4. RECUBRIMIENTO CIMENTACIÓN 7.50 cm
5. RECUBRIMIENTO EN COLUMNAS Y VIGAS 4.00 cm
6. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 10.00 Ton/m<sup>2</sup>

CUADRO DE VARILLAS	
DIAMETRO	TRASLAPO
1/2"	90
3/8"	60
1/2"	90
5/8"	100
3/4"	120
1"	150

ESCALA : 1:8

CÓDIGO : EPIEDM/PA - 0002

FECHA : JULIO 2023

TIPO : PE PLANO ESTRUCTURAL

PLANO : PE 02 DE PE 02

PLANOS DE PROYECTO : INSTITUCIÓN EDUCATIVA 00-02



# ANEXO 4

## PLANOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

# DETALLE DE REFORZAMIENTO ZAPATAS Y COLUMNAS

