

# **ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA**

ALMANDO, Gonzalo (Legajo 42547)

BALLARINI, Tomás (Legajo 40196)

ESPEJO, Rodrigo (Legajo 40423)

MEDRANO, Agustín (Legajo 40110)

Tutor del trabajo: Ing. Carlos Frau

Integrantes de la cátedra: Tit.: Ing. Pablo Martín

JTP.:Ing. Gustavo Castro

Ayte.:Ing. Helvio Grili

**Año 2023**

Facultad Regional Mendoza  
Universidad Tecnológica Nacional  
Departamento Ing. Civil  
Cátedra: Proyecto Final

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	------------------------------	---

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	------------------------------	---

## Agradecimientos

Nos gustaría ofrecer nuestro más sincero agradecimiento al equipo docente de la cátedra que nos apoyó e instruyó en todo momento, en especial al Ing. Carlos Frau y al Ing. Pablo Martin, quienes brindaron una solución a cada duda siendo de esta forma una guía en un largo pero fructífero camino.

Gracias a nuestra universidad, por haber permitido formarnos y a todas las personas que fueron partícipes, ya sea de forma directa o indirecta. Gracias a todos ustedes, los responsables de realizar su pequeño aporte que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de nuestro paso por la universidad.

También al personal del Edificio del Consejo, en especial al Ingeniero Raúl Delle Donne por su predisposición y amabilidad en todo momento.

Muchas gracias a nuestros padres y familia, que fueron nuestros mayores promotores durante este proceso, nada hubiese sido posible si no fuese por ese apoyo incommensurable.

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	------------------------------	---

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

## Resumen

Nuestro Proyecto Final consta del estudio de un edificio existente. El mismo está situado en zona céntrica de la provincia de Mendoza, por lo que ha sufrido importantes solicitaciones sísmicas a lo largo de su vida útil.

Básicamente lo que se hizo fue relevar el establecimiento, conocer dimensiones como alto, ancho, espesor, luz y cuantías de los diferentes componentes estructurales y comprender las distintas solicitaciones que reciben los mismos.

Posteriormente se realiza un estudio de la reglamentación actualizada (Reglamentos CIRSOC e INPRES CIRSOC), ya que la construcción es de los años 70´.

Se verá que trabajamos con diferentes herramientas, como el uso de planillas de Excel como también de algunos softwares (ROBOT STRUCTURAL principalmente). Realizamos análisis de cargas y un análisis estático del edificio (demanda) para contrarrestarlo con los diagramas de interacción y resistencias de diseño (capacidades) según sea el elemento a analizar.

El proyecto entonces busca encontrar elementos estructurales que realmente se vean afectados ante posibles solicitaciones importantes, por lo que se analizaron las capacidades de los mismos, finalizando con conclusiones en base a los resultados para reforzar aquellos elementos que no verifican si se lo requiere en un futuro (y mejorar capacidades de determinados elementos, sin la necesidad de invertir en todo el edificio o llegar a la situación abrupta de derrumbar el mismo).

### Palabras claves:

- ✓ Rehabilitación Estructural
- ✓ Edificio
- ✓ Mendoza, Argentina
- ✓ Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos de Mendoza
- ✓ Zona sísmica
- ✓ Capacidad
- ✓ Deformaciones

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	------------------------------	---

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

## ÍNDICE

1	Antecedentes generales .....	11
1.1	Introducción .....	11
1.2	Estudio del caso .....	11
1.3	Análisis propuesto .....	13
1.4	Plan de Trabajo .....	13
2	Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos de Mendoza .....	16
2.1	Introducción .....	16
2.2	Edificio del Consejo .....	16
3	Reglamentación CIRSOC e INPRES CIRSOC .....	25
4	MODELO ESTRUCTURAL .....	26
4.1	Análisis de cargas.....	26
4.1.1	Carga Muerta (Death).....	26
4.1.2	Carga Viva (Live).....	26
4.1.3	Carga de nieve (Snow) .....	28
4.1.4	Análisis detallado de losas.....	31
5	Combinacion de cargas .....	33
6	Análisis estático del Edificio .....	35
6.1	Espectros de diseño: .....	36
6.2	Acciones gravitatorias a considerar para evaluar la acción sísmica horizontal:.....	37
6.3	Factores de comportamiento de la construcción:.....	39
6.4	Método estático: .....	41
6.5	Distribución en altura de la fuerza sísmica:.....	45
6.6	Combinaciones de Cargas:.....	46
6.7	Torsión accidental:.....	47
6.8	Regularidad Estructural .....	49
6.8.1	Torsión accidental .....	55
6.9	Deformaciones .....	56

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

6.9.1	Distorsión horizontal de piso.....	57
6.9.2	Control de deformaciones.....	57
6.9.3	Cálculo de la Distorsión.....	58
7	ANALISIS DE SECCIONES.....	61
7.1	Secciones de vigas.....	62
7.1.1	Inercia Efectiva.....	62
7.1.2	Diagrama Momento-Curvatura para secciones de viga de H° no confinado.....	62
7.1.3	Verificación Momento Nominal en vigas de 3er Nivel.....	73
7.2	Secciones de columnas.....	79
7.2.1	Inercia Efectiva.....	79
7.2.2	Columnas a Flexión Compuesta Uniaxial.....	79
7.2.3	Diagrama de Interacción.....	80
7.2.4	Verificación de Momento Nominal de Columna 3er Nivel.....	86
7.3	Secciones de tabiques.....	93
7.3.1	Inercia Efectiva.....	93
7.3.2	Análisis a esfuerzos de Corte.....	94
7.3.3	Análisis a esfuerzos de Flexo-Compresión.....	102
7.3.4	Verificación de Momento Nominal.....	109
8	Conclusiones.....	114
9	LISTA DE REFERENCIAS.....	117
10	Anexo I: Digitalización de Planillas de elementos estructurales.....	120
10.1	Columnas.....	120
10.2	Vigas.....	123
10.3	Losas.....	129
10.4	Tabiques.....	131
11	Anexo III: Análisis Estático.....	132
11.1	Cálculo Centro de Masa CM.....	132
11.2	Distribución Fuerza Sísmica en altura.....	133

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

11.3	Período aproximado .....	133
11.4	Coeficiente sísmico.....	134
11.5	Deformaciones .....	135
11.6	Momento Torsor .....	136
11.7	Deformaciones .....	137
12	Anexo IV: METODO DE DISEÑO.....	138
12.1	Diagrama Momento-Curvatura en Vigas.....	138
12.2	Diagrama de Interacción en Columnas.....	153
12.2.1	Sección tipo Columnas C8, C9, C30 y C31 .....	153
12.2.2	Sección tipo Columnas C13, C14, C26 y C27.....	157
12.2.3	Sección tipo Columnas C18, C19, C22 y C23.....	160
12.3	Tabiques.....	165
12.3.1	Esfuerzo de Corte.....	165
12.3.2	Esfuerzo de Flexo Compresión.....	170
13	ANEXO V: Ejemplo de aplicación de analisis sísmico .....	182
13.1	Acciones gravitatorias.....	184
13.2	Método estático: .....	185
13.2.1	Distribución en altura de la fuerza sísmica:.....	187
13.2.2	Torsión Accidental .....	189
13.2.3	Distorsiones.....	191

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	------------------------------	---

# 1 ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1 Introducción

Mediante el presente proyecto se busca estudiar y analizar el estado actual del edificio del Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos de Mendoza, ubicado en la avenida Mitre al 617, entre las avenidas Pedro Molina y Colón de Ciudad.

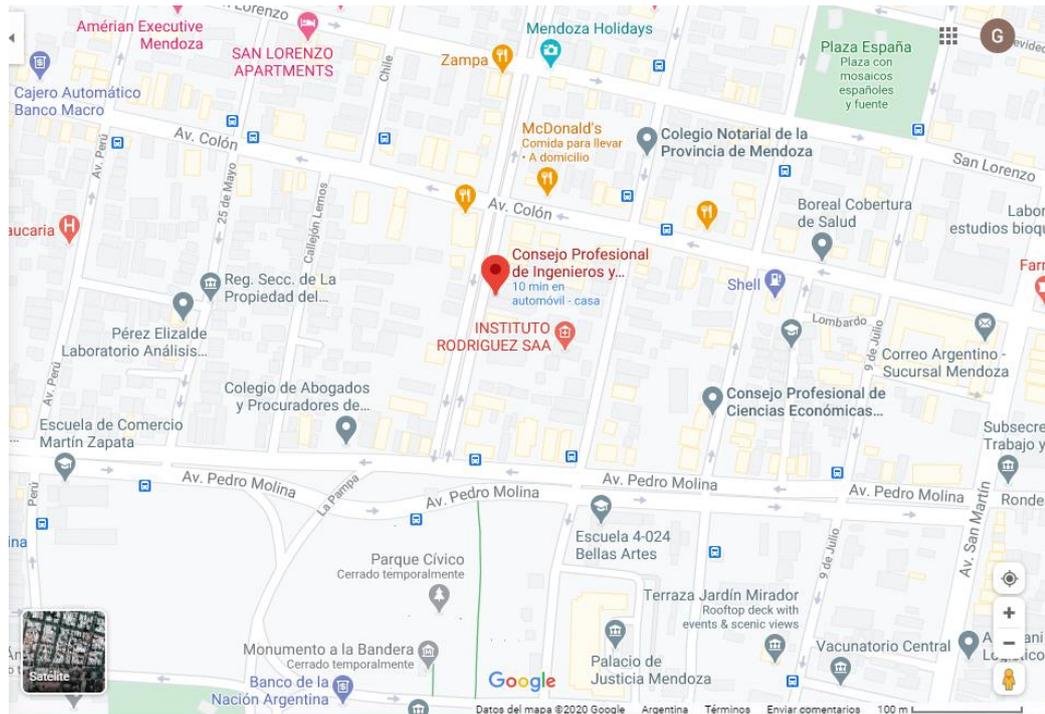


Imagen 1.1. Ubicación del edificio (captura de Google Maps).

Por lo tanto, se realizó un relevamiento y se evaluaron las condiciones en las que se encuentra la estructura, con el condicionante de que tal edificio fue construido a principio de los años 70. Es por esto que debe ser muy precisos para entender tanto el comportamiento de la estructura como el contexto en el tiempo cuando fue realizada (las reglamentaciones, al irse actualizando, pueden ir dejando construcciones fuera de los requisitos pedidos en la actualidad).

## 1.2 Estudio del caso

Mediante una gestión entre el Ing. Carlos Frau y el Secretario del Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos (Ing. Raúl Delle Donne), el día 11 de septiembre del año 2020 se permitió visitar por primera vez el establecimiento y buscar la documentación técnica disponible. Se encontraron planos de arquitectura, estructura, instalaciones varias y detalles de carpintería, entre otros. No se hallaron cortes estructurales o detalles que nos permitieran mayor precisión

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	-----------------------	---

con respecto a los elementos estructurales y sus correspondientes dimensiones. Por lo tanto, desde un primer momento se tuvo que ser criterioso, cuidadoso y visitar el edificio (en varias ocasiones) para obtener medidas y visualizar el espacio para una mejor comprensión sobre lo que se estaba trabajando.

A continuación, se presentan algunas imágenes de la entidad.



*Imagen 1.2. Fachada del Edificio y vista de la torre*



Imagen 1.3. Fachada del edificio

Se puede observar que existe cierta modulación en los niveles, que están conformados por pórticos de Hormigón Armado. En total, el edificio consta de un subsuelo, Planta Baja y 8 niveles superiores. La construcción consiste en un basamento que se desarrolla en PB y 2 niveles superiores (1er y 2do nivel) y por encima, al aplicar los retiros correspondientes, se encuentra la torre con la planta tipo (del 3er al 8vo nivel). Además, se observaron algunos planos conforme a una remodelación de la obra (basamento y torre).

Algo que se debe tener en cuenta son las solicitaciones que debió soportar la obra. Se presta atención a los grandes sismos que sufrió la provincia, como el terremoto del año 1985 (con una magnitud de 5,9 en escala Richter) y el del año 2006 (5,7 en escala Richter).

### 1.3 Análisis propuesto

Lo que se plantea es evaluar el estado actual del edificio, analizando las solicitaciones y deformaciones, comprobando si verifican de acuerdo a las normativas actuales (Reglamentos CIRSOC e INPRES-CIRSOC en sus últimas versiones).

### 1.4 Plan de Trabajo

Se buscó trabajar en base a un cronograma de manera organizada y en la que todos los integrantes del grupo participen directa o indirectamente de las actividades a realizar. Previa consulta con el ing. Carlos Frau, se concluyó en la siguiente propuesta:

Nº	Fecha	Actividades	Observaciones
1	10/08/20	- Creación de grupo - Búsqueda de posibles temas de Tesis de Grado	Cursado de la Cátedra "Proyecto Final" donde se observaron las

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

			propuestas de los mismos ingenieros
2	24/08/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elección de alternativa para llevar a cabo el proyecto</li> <li>- Búsqueda de tutor para alternativa elegida</li> </ul>	Ing. Pablo Martín como encargado de controlar los avances del proyecto
3	31/08/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memoria descriptiva de caso a analizar</li> <li>- Planteo de evaluación y análisis a llevar a cabo en el edificio</li> <li>- Consulta de documentación técnica y planos existentes y disponibles</li> <li>- Búsqueda de Normativa CIRSOC más actual y estudio de la misma</li> </ul>	Contacto con personal a cargo del Edificio del Consejo (ing. Raúl Delle Donne)
4	07/09/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confirmación de Profesor de la Cátedra que hará nuestro seguimiento</li> <li>- Ejercicio propuesto por el tutor de sencilla aplicación del Código CIRSOC 103- Parte I</li> <li>- Búsqueda de software para llevar a cabo tal análisis con posibilidad de aplicación a nuestro caso</li> <li>- Visita al Edificio, búsqueda de documentación técnica y planos, selección de material de importancia para nuestro análisis y pedido de copia de tales documentos.</li> </ul>	<p>Ing. Carlos Frau como tutor del proyecto.</p> <p>Búsqueda de documentación técnica. Problemas con carencia de planos (cortes estructurales, por ejemplo) y con falta de información en los mismos (planillas de elementos estructurales incompletas).</p> <p>Propuesta del uso de REVIT y ROBOT STRUCTURAL.</p>
5	14/09/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consulta de dudas y posibles problemas de interpretación del Código</li> <li>- Revisión de ejercicio propuesto por el tutor y corrección del mismo</li> </ul>	
6	21/09/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de ejemplo de estructura aporticada y comparación con nuestro planteo</li> </ul>	
7	28/09/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio Código CIRSOC 103 – Capítulos 1,2,3,5 y 6 (Análisis Dinámico)</li> <li>- Estudio de adenda del CIRSOC 103 – Parte 1</li> </ul>	Recomendación del Ing. Frau de cursar la materia Dinámica Estructural para afianzar conocimientos
8	12/10/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio CIRSOC 103 – Parte II</li> <li>- Digitalizar los planos pedidos. Poner de manifiesto espesores y demás dimensiones</li> </ul>	Inconvenientes sobre varias dimensiones de algunos elementos estructurales: pedido de desarchivo de la documentación técnica en la Municipalidad de Capital
9	26/10/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelación de 1 planta del edificio en software. Analizar cargas muertas, vivas, solicitaciones y deformaciones</li> <li>- Consulta de resultados con el tutor</li> </ul>	Estudio de suelo: nos contactamos con el Ing. Almecija, quien nos indicó el tipo de suelo sobre el cual la estructura está fundada
10	02/11/20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comienzo de modelación de las demás plantas del edificio</li> </ul>	

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

		- Consulta de resultados con el tutor	
11	16/11/20	- Visita edificio y observar con criterio estado del mismo (deflexiones, fisuras) - Posibilidad de Ensayo No Destructivo en sectores más solicitados	Demoras con el software REVIT
12	23/11/20	- Análisis de los resultados	Recibimos el desarchivo de los planos con los que contaba Catastro. Demoras con el software ROBOT STRCUTURAL (al exportar el archivo desde Revit, se generan problemas de interpretación entre un programa y el otro)
13	30/11/20	RECESO DE VERANO	
14	08/03/21	- Comienzo cursado Cátedra "Dinámica Estructural"	
15	22/03/21	- Comparación con los requisitos de la Normativa actual - Conclusión técnica del estado del edificio en la actualidad	
16	29/03/21	- Muestra de avances en uso de software - Consulta análisis sísmico	Consultas varias sobre resultados arrojados en los softwares. Elaboración diagramas Momento-Curvatura de vigas de algunos niveles
17	05/04/21	- Muestra de avances en uso de software - Incorporación de conceptos adquiridos en Dinámica Estructural	Duda sobre qué tipo de cerramientos tiene el edificio. Pedido de visita al mismo para conocer algunas medidas de los elementos estructurales y de qué materiales están compuestos los cerramientos
18	19/04/21	- Discusión sobre las técnicas constructivas del Edificio	Visita al edificio. Se pudo apreciar que los cerramientos están compuestos por vigas de antepecho de H <sup>o</sup> A <sup>o</sup> , de 1,20 metros aproximadamente. Factor a tener en cuenta a la hora del diseño estructural
19	03/05/21	- Análisis Modal el software	Se siguió puliendo los detalles de interpretación que se nos fueron presentando

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

## **2 CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA**

### **2.1 Introducción**

El Consejo tiene a su cargo el control de la matrícula y del recto ejercicio profesional de Ingenieros y Geólogos, así como de las empresas que desarrollan actividades vinculadas con la Ingeniería y la Geología.

Por su parte, el Consejo brinda los servicios al matriculado de:

- Matriculación
- Licitaciones
- Capacitaciones
- Índice de Construcción
- Bolsa de Trabajo
- Cálculos de aporte
- Honorarios tentativos
- Sitios de interés

Mediante la página web (<http://copigmza.org.ar/>) uno puede interiorizarse además en lo institucional (las diferentes autoridades a cargo del establecimiento; las distintas sedes, delegaciones, sus correspondientes direcciones y medios de comunicación), las diferentes novedades y temas de interés que van surgiendo, las distintas normativas (Nacional, Provincial, Municipal y propias del Consejo), los diferentes servicios a los profesionales, etc.

### **2.2 Edificio del Consejo**

Como ya se ha hablado anteriormente, se hace énfasis en el estado actual del edificio, contemplando el sistema estructural al que responde el mismo. La construcción consta básicamente de:

- 1 Subsuelo (1º S.S.): se encuentra un auditorio amplio (orientado hacia el oeste) y varios locales destinados a almacenamiento (con carpetas y archivos varios en diferentes estanterías).

A continuación, se muestran imágenes del plano de estructura y algunas fotos tomadas en uno de los días destinados a visitar el edificio, donde se puede apreciar visualmente el estado de los elementos estructurales.

<b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 16 de 214</b>
--	-----------------	-------------------------

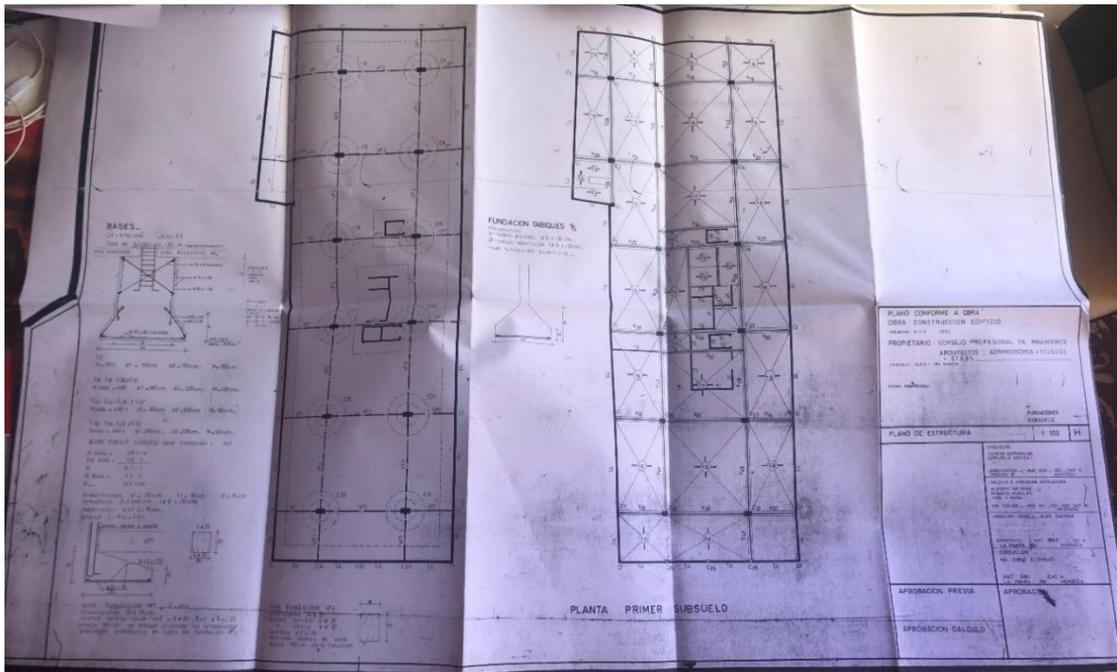


Imagen 2.1. Plano estructural de la Planta del Primer Subsuelo



Imagen 2.2. Escalera de acceso al Primer Subsuelo

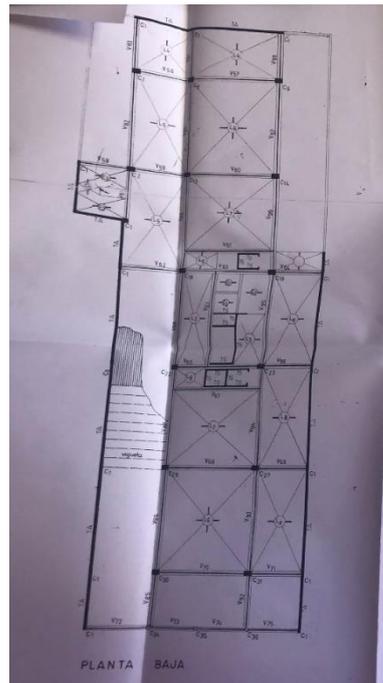


*Imagen 2.3. Foto representativa del estado de los elementos estructurales en SS*



*Imagen 2.4. Foto de apreciación del estado de una de las vigas en el SS*

- Planta Baja (P.B.): aquí se encuentra la parte administrativa del Consejo de Ingenieros. Se muestran imágenes del plano estructural del mismo.



*Imagen 2.5. Plano estructural de la Planta Baja*



*Imagen 2.6. Una de nuestras primeras visitas, controlando medidas*

- Primer, Segundo y Tercer Piso (1ºP, 2ºP, 3ºP): se observan locales destinados a diferentes rubros. Se adjuntan imágenes correspondientes a los planos estructurales.

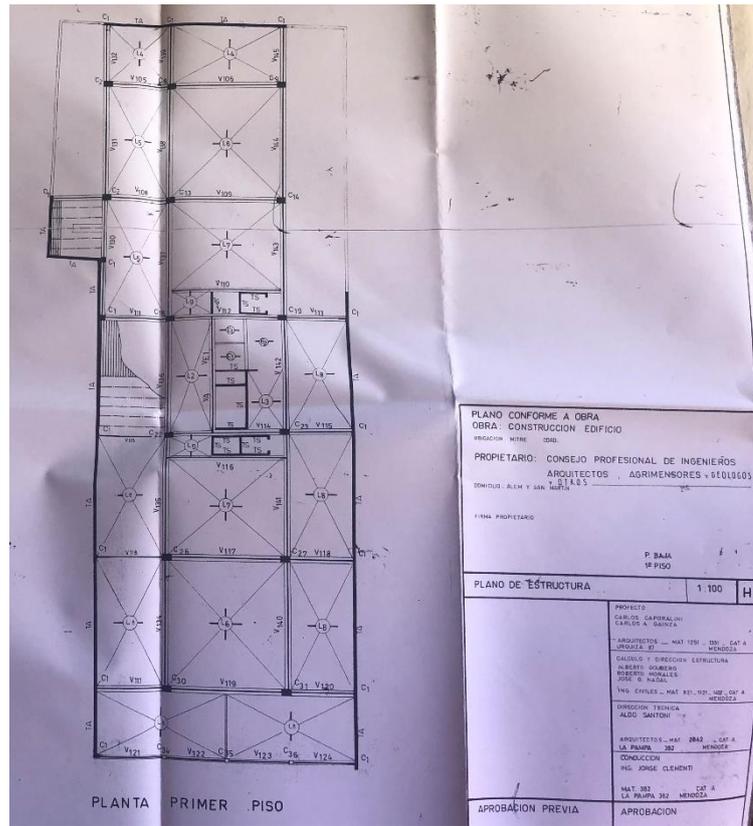


Imagen 2.7. Plano estructural de la Planta del Primer Piso

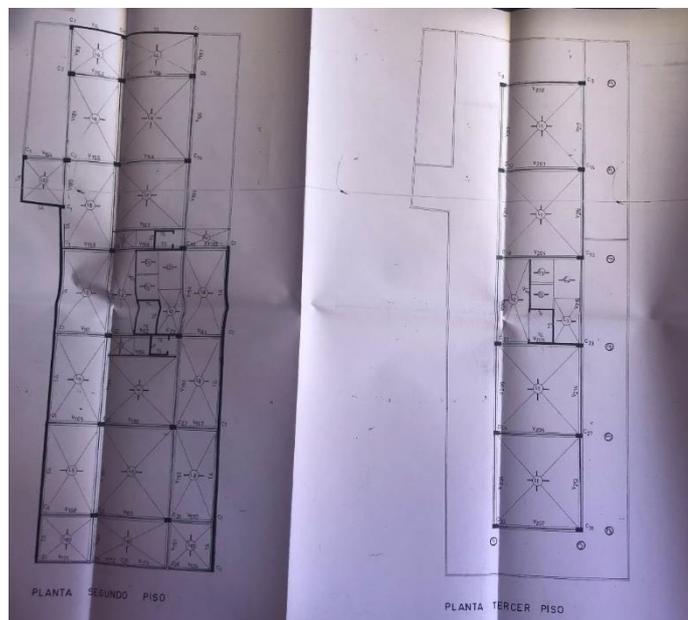
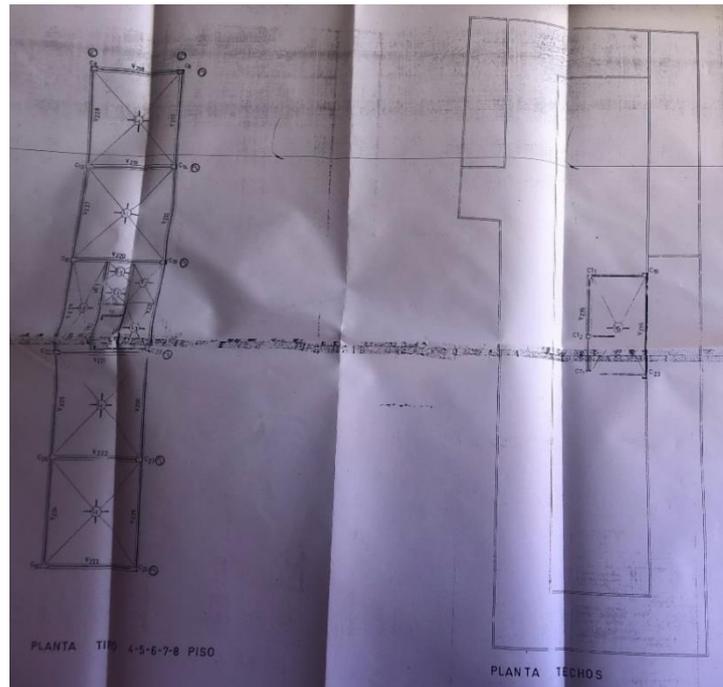


Imagen 2.8. Plano estructural de la Planta del Segundo y Tercer Piso



*Imagen 2.9. Apreciación de las uniones entre los diferentes elementos.*

- Cuarto, Quinto, Sexto, Séptimo y Octavo Piso (4ºP, 5ºP, 6ºP, 7ºP, 8ºP): también se encuentran locales destinados a diversos rubros. No se pudo acceder a conocer cada uno de ellos, solo se pudo transitar por los espacios comunes (pasillo central y escaleras). Cabe destacar que en el último nivel se encuentra un quincho.



*Imagen 2.10. Plano estructural de la Planta Tipo del 4º al 8º Piso y de la Planta de Techos*



*Imagen 2.11. Toma desde pasillo principal en uno de los niveles, se observan la viga de antepecho, aberturas, carpintería, viga superior y cielorraso*



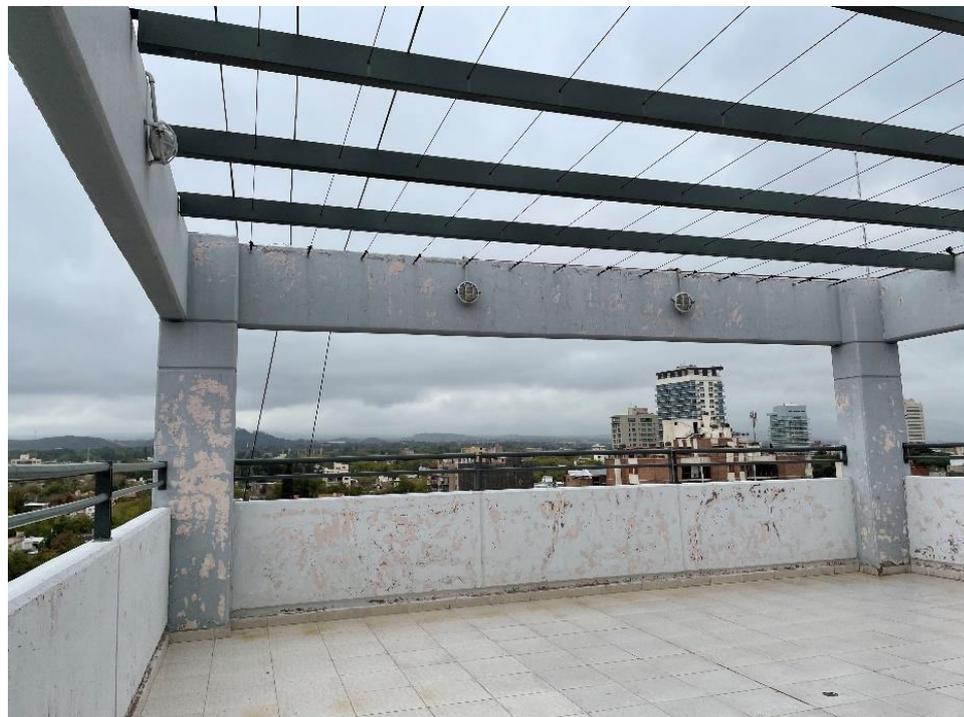
*Imagen 2.12. Toma desde pasillo principal, se observan escaleras de acceso y descanso con acceso a baños (hacia la derecha, sentido Oeste)*



*Imagen 2.13. Toma desde descanso de escaleras, se observan cerramientos laterales, aberturas, carpintería y el acceso a baños*



*Imagen 2.14. Quincho ubicado en el nivel superior*



*Imagen 2.15. Terraza del lado Oeste*

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

### **3 REGLAMENTACIÓN CIRSOC E INPRES CIRSOC**

Todo diseño estructural debe responder a una determinada reglamentación, siendo ésta controlada constantemente por entes capacitados en el tema, de manera que acepte modificaciones en función de nuevas posibles problemáticas estructurales. Para este caso, por encontrarse el edificio en zona sísmica, se utilizó el Reglamento INPRES-CIRSOC, siendo el Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes.

El organismo encargado de las distintas reglamentaciones es el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), quien elabora, actualiza y difunde los Reglamentos Nacionales de Seguridad Estructural referidos a los proyectos y la construcción de estructuras que se realicen en cualquier parte del territorio del país, con el fin de garantizar un nivel adecuado de seguridad de las personas y los bienes, y de la calidad y durabilidad en las obras públicas y privadas.

Los reglamentos son de utilización obligatoria para todas las obras públicas nacionales, brindan asistencia técnica a los poderes públicos y las entidades privadas vinculadas a la industria de la construcción sobre la aplicación de leyes, decretos y ordenanzas municipales de seguridad en las obras civiles.

Para este caso particular, se realizó un estudio y un análisis del edificio en base a los siguientes Reglamentos:

- Reglamento CIRSOC 101 (Julio 2005): Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para edificios y otras estructuras.
- Reglamento CIRSOC 201 (Julio 2005): Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón.
- Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones en General.
- Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte II (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones de Hormigón Armado.
- Comentarios al Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones en General.
- Comentarios al Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte II (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones de Hormigón Armado.
- Adenda al Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I (Abril 2018)

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

## **4 MODELO ESTRUCTURAL**

Para el análisis estructural estático, se optó por el planteo de un modelo estructural mediante el uso del software ROBOT STRUCTURAL, siendo el principal encargado de brindar los resultados necesarios.

Por otra parte, se utilizarán planillas de Excel, donde se vuelcan estos resultados obtenidos para poder realizar los cálculos correspondientes y sus respectivas verificaciones.

Respecto a Autodesk Robot Structural, se puede decir que es una herramienta avanzada de análisis estructural que permite realizar análisis lineales y no lineales de los modelos de construcción, puentes y otros tipos de estructuras industriales

De ahora en más, se irán presentando los diferentes análisis que realizamos, en el mismo, para llevar a cabo el presente proyecto.

### **4.1 Análisis de cargas**

#### **4.1.1 Carga Muerta (Death)**

Si se basa en el Reglamento CIRSOC 101 “Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para edificios y otras estructuras”, corresponde adoptar como valores de pesos unitarios, de los materiales que forman parte de la estructura, los siguientes:

- Hormigón Armado (H<sup>º</sup>A<sup>º</sup>): 24 kN/m<sup>3</sup>
- Acero: 77 kN/m<sup>3</sup>

Se cargan estos pesos específicos en el software, junto con las dimensiones de la sección de los elementos estructurales, el mismo calcula el peso de dichos elementos, los cuales representan las cargas muertas de la estructura.

#### **4.1.2 Carga Viva (Live)**

En el capítulo 4 del Reglamento CIRSOC 101 se encuentran las sobrecargas de diseño, las cuales se aplican sobre las losas de los distintos niveles, y su valor depende del destino que tenga el mismo. En este caso, corresponde aplicar los siguientes valores:

- Oficinas: 2,5 kN/m<sup>2</sup>
- Azoteas donde pueden congregarse personas: 5 kN/m<sup>2</sup>

<b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 26 de 214</b>
--	-----------------	-------------------------

Destino	Uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Concentrada (kN)
Archivos	7 <sup>(5)</sup>	
Azoteas y terrazas donde pueden congregarse personas	5	
azoteas accesibles privadamente	3	
azoteas inaccesibles	1	
Balcones viviendas en general casas de 1 y 2 familias, no excediendo 10 m <sup>2</sup> otros casos	5 3 artículo 4.11.	
Baños viviendas otros destinos	2 3	
Bibliotecas salas de lectura salas de almacenamiento de libros corredores en pisos superiores a planta baja corredores en planta baja	3 7 <sup>(5)</sup> 4 5	4,5 4,5 4,5 4,5

Tabla 4.1. Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas

Destino	Uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Concentrada (kN)
Instituciones carcelarias celdas corredores	2 5	
Lavaderos viviendas otros destinos	(5) 2 3	
Marquesinas y estructuras de entrada a edificios	3,5	
Oficinas, (Edificios para Oficinas) salas de computación y archivo se diseñarán para cargas mayores basadas en el destino previsto salones de entrada y corredores de planta baja	5 2,5 4	9 9 9
Pasarelas y plataformas elevadas (que no corresponden a vías de escape)	3	
Patios y lugares de paseo	5	
Piso enrejado en sala de máquinas de ascensores (sobre un área de 2500 mm <sup>2</sup> )		1,5
Salones de reunión, teatros y cines sistemas fijos, sintonía al piso	2	

Tabla 4.2. Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas

Debido a la funcionalidad del establecimiento, se debe considerar esta sobrecarga de oficinas en los diferentes locales de cada nivel.

#### 4.1.3 Carga de nieve (Snow)

Para determinarla se utiliza el reglamento INPRES CIRSOC 104. A continuación, se puede observar el paso a paso que se siguió para determinarla.

Se comenzó calculando la carga de nieve correspondiente al nivel del terreno natural, la cual (como podemos observar en la Tabla 1.8) para Mendoza Capital es de:

$$p_g = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

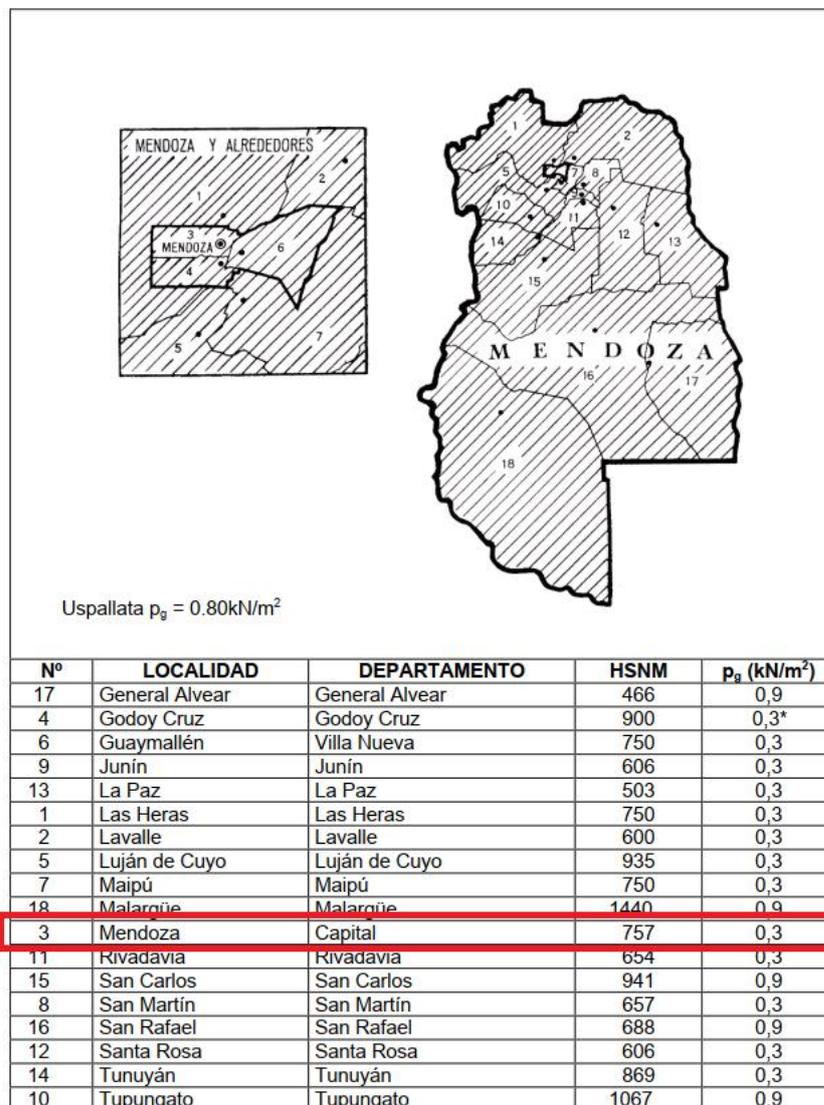


Tabla 4.3. “Tabla 1.8 - Carga de nieve correspondiente al nivel del terreno natural”

Como en este caso se tiene una cubierta plana, cuya pendiente es menor o igual a 5°, se puede determinar la carga de nieve sobre la cubierta como:

$$p_f = 0,7 * C_e * C_t * I * p_g$$

Para  $p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2$ , se debe verificar:

$$p_f \geq I * p_g$$

Donde:

- Factor de exposición ( $C_e$ ) (Tabla 2):

Siendo un terreno de categoría B (Apéndice A) y presentando una cubierta totalmente expuesta, resulta:

$$C_e = 0,9$$

Categoría de terreno	Exposición de la cubierta (*)		
	totalmente expuesta	parcialmente expuesta	protegida
A (ver Apéndice A)	N/A	1,1	1,3
<b>B (ver Apéndice A)</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>
C (ver Apéndice A)	0,9	1,0	1,1
D (ver Apéndice A)	0,8	0,9	1,0
Encima de la línea de árboles en áreas montañosas barridas por el viento	0,7	0,8	N/A

La categoría de terreno y las condiciones de exposición de la cubierta elegidas deben ser representativas de las condiciones previstas durante la vida de la estructura. Se debe determinar un factor de exposición para cada cubierta de una estructura.

(\*) Definiciones

**Cubiertas parcialmente expuestas:** Son todas las cubiertas excepto las que se indican a continuación:

**Cubiertas totalmente expuestas:** Son las cubiertas expuestas en todos sus lados sin la protección(\*\*) aportada por el terreno, por estructuras más altas o por árboles. Las cubiertas que contienen varias piezas grandes de equipo mecánico, parapetos que se extienden por encima de la altura de la carga balanceada de nieve  $h_b$ , u otras obstrucciones, no se incluyen en esta categoría .

**Cubiertas protegidas:** Son las cubiertas ubicadas muy cerca o entre árboles tipo coníferas que califican como obstrucciones.

(\*\*)Las obstrucciones comprendidas en una distancia de **10  $h_o$**  brindan "protección", siendo  $h_o$  la altura de la obstrucción por encima del nivel de la cubierta. Si las únicas obstrucciones son unos pocos árboles de hojas caducas que están sin hojas en invierno, se deberá utilizar la categoría "**cubierta totalmente expuesta**" excepto para terreno de categoría "**A**". Se hace notar que éstas son alturas por encima de la cubierta. Las alturas utilizadas para establecer las Categorías de Terreno en el Apéndice A son alturas por encima del suelo

N/A no aplicable

Tabla 4.4. "Tabla 2 – Factor de Exposición  $C_e$ "

- Factor térmico ( $C_t$ ) (Tabla 3):

$$C_t = 1,0$$

Condición Térmica (*)	$C_t$
Todas las estructuras excepto las que se indican a continuación	1,0
Estructuras mantenidas justo por encima del congelamiento y otras con cubiertas frías ventiladas en las cuales la resistencia térmica, $R$ , entre el espacio ventilado y el espacio calefaccionado sea $> 4,4 \text{ K m}^2/\text{W}$ (kelvin metro cuadrado por watt)	1,1
Estructuras no calefaccionadas y estructuras intencionalmente mantenidas debajo del punto de congelamiento	1,2
Invernaderos continuamente calefaccionados (**) con una cubierta con resistencia térmica, $R$ , $< 0,4 \text{ K m}^2/\text{W}$ (kelvin metro cuadrado por watt)	0,85
(*) Estas condiciones deben ser representativas de aquellas previstas para los inviernos durante la vida de la estructura.  (**) Los invernaderos continuamente calefaccionados son aquellos con una temperatura interior constantemente mantenida de $10^\circ \text{C}$ ó más, en cualquier punto a <b>1 m</b> sobre el nivel de piso durante los inviernos y que tengan un asistente de mantenimiento constante, o un sistema de alarma de temperaturas para avisar en caso de falla de la calefacción.  $1 \text{ K m}^2 / \text{W} = 1^\circ \text{C m}^2 / \text{W}$	

Tabla 4.5. "Tabla 3 – Factor Térmico  $C_t$ "

- Factor de importancia ( $I$ ) (Tabla 4):

Siendo un edificio de categoría II (Apéndice B), resulta:

$$I = 1,0$$

Categoría *	$I$
I	0,8
II	1,0
III	1,1
IV	1,2

\* Ver Apéndice B

Tabla 4.6. "Tabla 4 – Factor de Importancia  $I$ "

Reemplazando:

$$p_f = 0,7 * 0,9 * 1,0 * 1,0 * 0,30 \text{ kN/m}^2 \rightarrow p_t = 0,189 \text{ kN/m}^2$$

Ahora se comprueba si verifica la condición que define el reglamento.

Donde:

$$I * p_g = 1,0 * 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

Por lo tanto:

$$0,189 \text{ kN/m}^2 < 0,30 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{No Verifica}$$

Como se observa que no verifica, la carga de nieve sobre la cubierta será:

$$p_f = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.1.4 Análisis detallado de losas

Con respecto al análisis de cargas propiamente dicho, se tiene que definir los distintos tipos de losas que presenta el edificio.

Si se observan los planos estructurales, el edificio cuenta con losas nervuradas en una dirección, en dos direcciones y losas macizas. Se procede al cálculo del peso de las mismas considerando los pesos unitarios que ya habíamos definido anteriormente del Reglamento CIRSOC 101.

##### *Losa nervurada en una dirección*

Descripción	b(m/m)	e(m)	P uni. (kN/m3)	Sub TOTAL(kN/m2)
Peso nervios	0,10	0,18	24	0,94
Peso capa de compresión		0,05	24	1,20
Ladrillo hueco		0,18	7	0,98
Cielorraso susp.				0,05
Baldosa cerámica		0,012	23	0,28
Mortero alivianado		0,07	8	0,56
Imp Asfáltica y barrera de vapor				0,05

- Total cargas permanentes: **Q total= 4,06 kN/m2**
- Sobrecarga de uso: **L= 2,5 kN/m2**

##### *Losa nervurada en dos direcciones (nervuradas cruzadas)*

Descripción	b(m/m)	e(m)	P uni. (kN/m3)	Sub TOTAL(kN/m2)
Peso nervios	0,10	0,18	24	0,80
Peso capa de compresión		0,05	24	1,20
Ladrillo hueco		0,18	7	0,98

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

Cielorraso susp.				0,05
Baldosa cerámica		0,012	23	0,28
Mortero alivianado		0,07	8	0,56
Imp. Asfáltica y barrera de vapor				0,05

- Total cargas permanentes: **Q total= 3,92 kN/m<sup>2</sup>**
- Sobrecarga de uso: **L= 2,5 kN/m<sup>2</sup>**

#### *Losa maciza*

Descripción	b (m/m)	e (m)	P. esp (KN/m <sup>3</sup> )	Subtotal (KN/m <sup>2</sup> )
Peso propio de la losa		0,18	24	4,32
Cielorraso susp.			0,05	0,05
Mortero alivianado		0,07	8	0,56
Mortero de asiento		0,03	19	0,57
Baldosa cerámica		0,02	23	0,46
Imprimación asfáltica y barrera de vapor			0,05	0,05

- Total cargas permanentes: **Q total= 6,01 kN/m<sup>2</sup>**
- Sobrecarga de uso: **L= 2,5 kN/m<sup>2</sup>**

#### Siendo:

- b = Ancho del nervio
- e = Espesor del elemento (m)
- P. esp = Peso específico del elemento

De esta manera se hallan los valores de cargas y sobrecargas a ingresar en el software. De modo sencillo, se puede decir que nuestro elemento estructural losa es nuestra principal superficie de apoyo (personal, equipos, maquinarias, papeles y demás elementos considerados). Ellas generan una acción sobre las vigas, quienes reaccionaran para mantener el sistema en equilibrio. A su vez, las vigas apoyan sobre las columnas y tabiques, siendo estos últimos solicitados tanto a compresión como a flexión. Más adelante se verá el análisis a flexo-compresión de los elementos verticales columnas y tabiques, definiendo los diagramas de interacción y concluyendo si verifican o no. También se analizará el efecto cortante.

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

## **5 COMBINACION DE CARGAS**

Las combinaciones de acciones, para Estados Límites Últimos que incluyen el efecto sísmico, vienen definidas por el Reglamento CIRSOC-103 Parte I y son:

$$1,20D \pm 1,00E + f_1L + f_2S$$

$$0,9D \pm 1,00E$$

$$E = E_H \pm E_V$$

Si se analiza la adenda del correspondiente reglamento, se introducen algunas modificaciones a estas combinaciones, quedando finalmente:

$$1,00D \pm E + f_1L + f_2S$$

$$E = E_H \pm E_V$$

Donde:

- $D$ : Carga muerta.
- $L$ : Sobrecarga.
- $S$ : Nieve.
- $E_H = E_x$ : Sismo en dirección horizontal X.
- $E_H = E_y$ : Sismo en dirección horizontal Y.
- $E_V = E_z$ : Sismo en dirección vertical Z.
- $f_{1,2}$ : Factores de simultaneidad.

Estos últimos factores de simultaneidad se obtienen de la Tabla 3.3 del Capítulo 3 del INPRES CIRSOC 103 Parte I, que se adjunta a continuación. Como se puede observar el factor  $f_1$  depende del uso que se le da al nivel que se está analizando, por lo tanto tendremos distintos valores del mismo, mientras que  $f_2$ , depende de la forma de la losa.

- ✓ Techo:  $f_1 = 0$
- ✓ Niveles destinados a oficinas:  $f_1 = 0,25$
- ✓ Terraza accesible:  $f_1 = 0,25$
- ✓ Para cubierta horizontal:  $f_2 = 0,70$

<b>Carga de ocupación o de uso (L)</b>	<b>f<sub>1</sub></b>
La sobrecarga de servicio sólo actúa excepcionalmente, por ejemplo en techos o azoteas accesibles sólo con fines de mantenimiento.	0
La probabilidad de ocurrencia de la sobrecarga es reducida, por ejemplo locales donde no es frecuente la aglomeración de personas o cosas: edificios para vivienda, hoteles, oficinas, etc.	0,25
La probabilidad de ocurrencia de la sobrecarga es intermedia, por ejemplo locales en los que es frecuente la aglomeración de personas o cosas: edificios públicos, grandes tiendas, templos, cines, teatros, escuelas, hoteles, etc.	0,50
La probabilidad de ocurrencia de la sobrecarga total es elevada, por ejemplo: depósitos, edificios para archivos, etc.	0,75
Normalmente está presente la totalidad de la sobrecarga de servicio, por ejemplo: tanques, silos, depósitos destinados a estar llenos la mayor parte del tiempo, etc.	1,00
Verificación local de partes de la construcción, salvo que la sobrecarga sea equilibrante	1,00
Cocheras	(*)
Otros casos	0,20
<b>Acción de la nieve (S) sólo en las zonas que especifica CIRSOC 104.</b>	<b>f<sub>2</sub></b>
Cubiertas horizontales o que no permitan la evacuación de la nieve	0,70
Otros casos	0,20

*Tabla 4.7. “Tabla 3.3 – Factor de simultaneidad para sobrecargas de uso y accidentales”*

Finalmente, reemplazando estos últimos valores las combinaciones a cargar en el software son:

$$COMB1 = 1,00D + E_x + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB2 = 1,00D + E_x - E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB3 = 1,00D - E_x + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB4 = 1,00D - E_x - E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB5 = 1,00D + E_y + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB6 = 1,00D + E_y - E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB7 = 1,00D - E_y + E_z + 0,25L + 0,70S$$

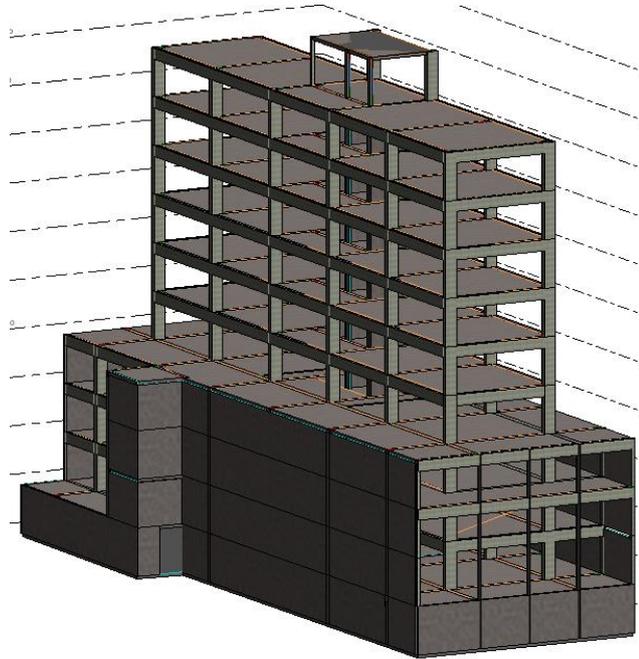
$$COMB8 = 1,00D - E_y - E_z + 0,25L + 0,70S$$

Las fuerzas sísmicas (E), en cada una de sus direcciones, se obtienen en el análisis estático detallado en la próxima sección.



## 6 ANÁLISIS ESTÁTICO DEL EDIFICIO

Se realiza mediante el Método Estático Equivalente. Analizando la documentación disponible y recorriendo el Edificio del Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos, se pudo llevar adelante el modelado de la estructura, utilizando el software ROBOT.



*Imagen 6.1. Perspectiva NO del Edificio*

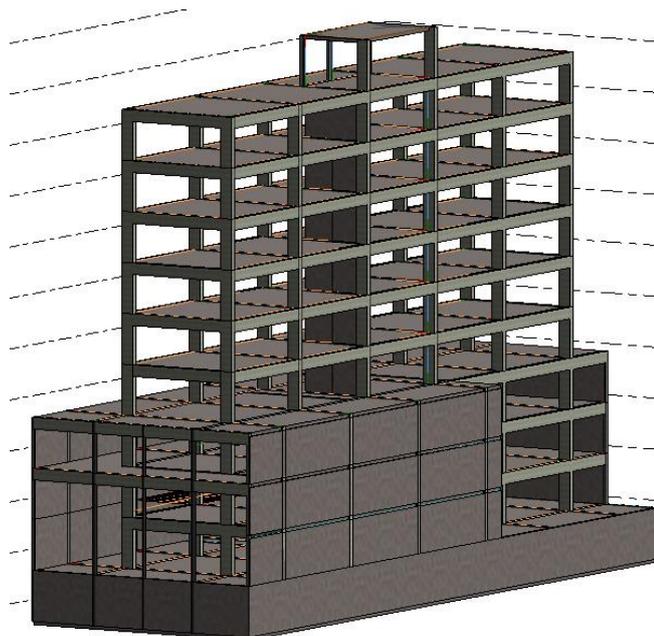


Imagen 6.2. Perspectiva NE del Edificio

Hoy en día el uso del edificio está destinado a oficinas, ocupadas en Planta Baja y Subsuelo por el Consejo y en los pisos superiores por otras entidades. Debido a esto, se clasifica al edificio (según el Capítulo 2 del INPRES CIRSOC 103 Parte I) como:

- Grupo B → *Factor de riesgo* =  $\gamma_r = 1,0$

## 6.1 Espectros de diseño:

El edificio se encuentra ubicado en la provincia de Mendoza. Según un análisis de suelo brindado por el Ingeniero Almecija, se puede concluir que el suelo de la zona en la que se encuentra el edificio, se puede clasificar como “Suelo Tipo 2 Sd”.

Razón por la cual, en función del Capítulo 2 del INPRES CIRSOC 103 Parte I, se puede decir que:

- Mendoza → Zona 4 – Peligrosidad muy elevada.
- Sitio D ( $S_D$ ) – Tipo espectral 2.

Con estos dos datos, se ingresa a la tabla 3.1 del Capítulo 3 del INPRES CIRSOC 103 Parte I, de la cual se obtienen los valores correspondientes a la aceleración máxima efectiva del sitio “ $a_s$ ” y los parámetros característicos del espectro de diseño “ $C_a$ ” y “ $C_v$ ”.

Tipo Espectral (Sitio)	Zona Sísmica							
	4		3		2		1	
	$a_s = 0,3g$		$a_s = 0,2g$		$a_s = 0,1g$		$a_s = 0,0g$	
	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$
1 ( $S_A, S_B, S_C$ )	$0,37N_s$	$0,51N_v$	$0,29N_s$	$0,39N_v$	0,18	0,25	0,09	0,13
2 ( $S_D$ )	$0,40N_s$	$0,59N_v$	$0,32N_s$	$0,47N_v$	0,22	0,32	0,12	0,18
3 ( $S_E$ )	$0,36N_s$	$0,90N_v$	$0,35N_s$	$0,74N_v$	0,30	0,50	0,19	0,26

Tabla 6.1. Valores de  $a_s$ ,  $C_a$  y  $C_v$  para las distintas zonas sísmicas y tipos espectrales (según CIRSOC 103)

Para todos los casos, independientemente de la zona sísmica y del tipo espectral, se tienen los siguientes parámetros:

- $N_a = 1,0$
- $N_v = 1,2$

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

- $T_2 = \frac{C_v}{2,5 * C_a}$
- $T_1 = 0,2 * T_2$

Y para la zona sísmica 4, tenemos:

- $T_3 = 13 \text{ s}$

Finalmente, reemplazando:

$$C_a = 0,40 * N_a = 0,40 * 1,0 \rightarrow C_a = 0,40$$

$$C_v = 0,59 * N_v = 0,59 * 1,2 \rightarrow C_v = 0,708$$

$$T_2 = \frac{C_v}{2,5 * C_a} = \frac{0,708}{2,5 * 0,40} \rightarrow T_2 = 0,708 \text{ seg}$$

$$T_1 = 0,2 * T_2 = 0,2 * 0,708 \text{ seg} \rightarrow T_1 = 0,1416 \text{ seg}$$

## 6.2 Acciones gravitatorias a considerar para evaluar la acción sísmica horizontal:

$$W_i = D_i + \sum f_1 * L_i + f_2 * S_i$$

Siendo:

- $W_i$ : carga gravitatoria.

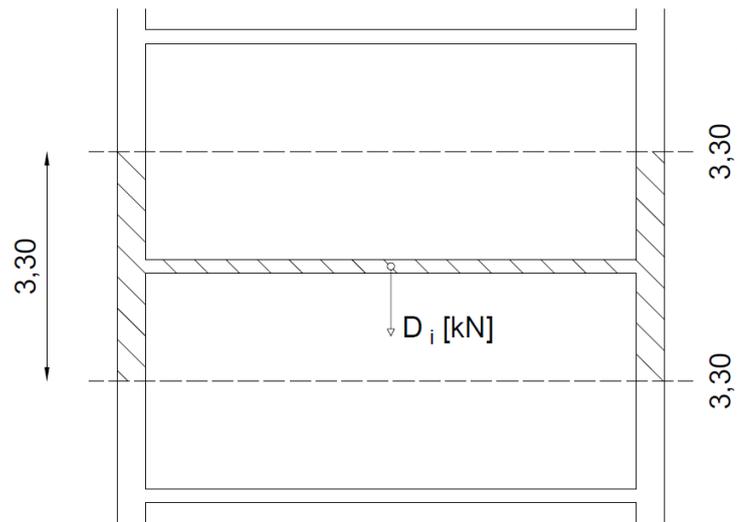
Se considera aplicada en el centro de gravedad de la losa del nivel  $i$ .

Todos los elementos que forman parte de esta expresión, ya fueron definidos anteriormente. Tanto los valores de carga muerta " $D$ ", carga viva " $L$ " y carga de nieve " $S$ " se encuentran en el capítulo 4.1 del presente informe correspondiente a "Análisis de cargas", mientras que los factores de simultaneidad " $f_1$ " y " $f_2$ ", se definieron en el capítulo 5 correspondiente a "Combinaciones de cargas", por lo tanto aquí solo se indicaran los valores obtenidos.

- $D_i$ : carga muerta del nivel  $i$ .

A continuación se puede ver gráficamente que este valor se obtiene calculando el peso de todos los elementos estructurales que se encuentran entre la mitad inferior y superior del centro de la losa del nivel  $i$ .

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--



*Imagen 6.3. Esquema representativo de la zona colaborante con la carga  $D_i$*

- $L_i$ : carga viva.

En función del uso que se le da al nivel en análisis, tenemos:

- ✓ Oficinas:  $L_i = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Azotea donde se aglomeran personas (quincho):  $L_i = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- $S_i$ : carga de nieve que actúa sobre la estructura.

La carga de nieve que actúa sobre la cubierta del edificio es:

$$p_f = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

- $f$ : Factores de simultaneidad.

Se recuerdan a continuación los valores de los factores de simultaneidad que se adoptaron:

- ✓ Techo:  $f_1 = 0$
- ✓ Niveles destinados a oficinas:  $f_1 = 0,25$
- ✓ Terraza accesible:  $f_1 = 0,25$
- ✓ Para cubierta horizontal:  $f_2 = 0,70$

Se observa que hay distintos valores de factores de simultaneidad, dependiendo del nivel que se esté analizando. Por lo tanto, se indica a continuación como quedaría la expresión para cada uno de ellos.

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

Para el último nivel del edificio corresponde:

$$W_i = D_i + f_2 * S_i$$

Mientras que para los niveles intermedios tenemos:

$$W_i = D_i + \sum f_1 * L_i$$

### 6.3 Factores de comportamiento de la construcción:

Para el análisis de la estructura, se hizo hincapié en el comportamiento de la torre, ya que se supone que el mecanismo de colapso estará formado por rótulas plásticas que se formarán en la intersección donde finaliza el basamento y comienza la torre.

Debido a esto y observando que la estructura de la torre se encuentra formada por pórticos de hormigón armado en ambas direcciones, se deben adoptar los factores correspondientes a la categoría "Pórticos de ductilidad completa", cuyos valores podemos ver a continuación en la tabla 5.1 del Capítulo 5 del INPRES CIRSOC 103 Parte I.

<i>Mater.</i>	<i>Nº</i>	<i>Tipo Estructural</i>	<i>R</i>	<i>C<sub>d</sub></i>	<i>Ω<sub>o</sub></i>
<b>Estructuras de hormigón armado</b>	1	Tabiques aislados y acoplados (a)	$R=(3A+5)/z$ $5/z \leq R \leq 7$	<b>R</b>	<b>2,5</b>
	2	Pórticos con ductilidad completa (b), (c)	<b>7</b>	<b>5,5</b>	<b>3</b>
	3	Sistema dual Pórtico-Tabique	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>
	4	Estructuras con diagonales concéntricas (d)	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>
	5	Estructuras rigidizadas con diagonales excéntricas	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>
	6	Columnas en voladizo	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>
	7	Estructura con ductilidad limitada (b)	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>
<b>Estructuras de mampostería</b>	<b>Ladrillos Cerámicos Macizos</b>				
	8	Encadenada simple	<b>3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>
	9	Encadenada armada	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
	10	Reforzada con armadura distribuida	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>
	11	Sin encadenados	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	<b>Bloques Huecos Portantes Cerámicos</b>				
	12	Encadenada simple	<b>2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>
	13	Encadenada armada	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
	14	Reforzada con armadura distribuida	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>
	<b>Bloques Huecos Portantes de Hormigón</b>				
	15	Encadenada simple	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>
	16	Encadenada armada	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
	17	Reforzada con armadura distribuida	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>

*Tabla 6.3. Factores de comportamiento*

Debido a que la estructura presenta una importante antigüedad, y por lo tanto ha sufrido cierta degradación estructural debido al paso del tiempo, se optó por ir del lado de la seguridad y no tomar el valor de R que corresponde al máximo que puede tomarse, sino que se adopta un valor menor.

Respecto a los otros dos factores, los cuales dependen del valor de R adoptado, se obtendrán realizando la ponderación correspondiente, quedando finalmente:

- Factor de Reducción “R”:

$$R = 6$$

- Factor de amplificación de deformaciones “C<sub>d</sub>”:

$$C_d = \frac{6}{7} \times 5,5 \rightarrow C_d = 4,7$$

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

- Factor de sobrerresistencia “ $\Omega_o$ ”:

$$\Omega_o = \frac{6}{7} \times 3 \rightarrow \Omega_o = 2,6$$

## 6.4 Método estático:

El esfuerzo de corte en la base de la estructura o corte basal, para ambas direcciones X e Y, se calcula como:

$$V_{ox} = C_x * W$$

$$V_{oy} = C_y * W$$

Donde:

- $W = \sum_{i=1}^n W_i \rightarrow$  *Peso total de la estructura*
- $C = \frac{S_a * \gamma_r}{R} \rightarrow$  *Coficiente sísmico*

Se observa en la fórmula que para el cálculo del Coeficiente Sísmico “C”, se debe primero determinar la ordenada espectral “ $S_a$ ”, la cual depende del periodo fundamental de la estructura.

Se utiliza la expresión del Capítulo 6 del INPRES CIRSOC 103 Parte I, la cual permite conocer el valor del periodo fundamental aproximado de la estructura y es:

$$T = T_a = C_r * (H)^x$$

Como la estructura está formada por pórticos y tabiques de H° A°, de la tabla 6.2 tenemos:

<b>Tipo Estructural</b>	<b><math>C_r</math></b>	<b><math>x</math></b>
Sistemas tipo pórtico de acero que resisten el <b>100%</b> del corte basal requerido sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0724	0,80
Sistemas tipo pórtico de hormigón armado que resisten el <b>100%</b> del corte basal sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0466	0,90
Sistemas tipo pórticos de acero con diagonales excéntricas o diagonales de pandeo restringido.	0,0731	0,75
Otros sistemas estructurales	0,0488	0,75

*Tabla 6.4. Valores de  $C_r$  y  $x$  para la determinación del periodo fundamental aproximado*

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

Reemplazando:

$$T = 0,0466 * (33,00 \text{ m})^{0,90}$$

$$T = 1,08 \text{ seg}$$

Además, el código dice que el máximo periodo a utilizar en el análisis estructural debe ser:

$$T \leq C_u * T_a$$

Donde:

- Para:  $a_s = 0,35 \rightarrow C_u = 1,40$

Reemplazando:

$$C_u * T_a = 1,40 * 1,08 \text{ seg} \rightarrow T_{lim} = 1,512 \text{ seg}$$

A continuación, se indican los periodos, en ambas direcciones X e Y, obtenidos del software del cálculo.

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Periodo (sec)
32/ 1	1.082639	0.923669
32/ 2	1.144120	0.874034
32/ 3	1.190952	0.839664
32/ 4	1.441970	0.693496
32/ 5	1.578737	0.633418
32/ 6	1.637441	0.610709
32/ 7	1.841985	0.542892
32/ 8	2.230797	0.448270
32/ 9	2.686211	0.372272
32/ 10	2.930979	0.341183

Tabla 6.5. Periodo fundamental software "Robot Structural"

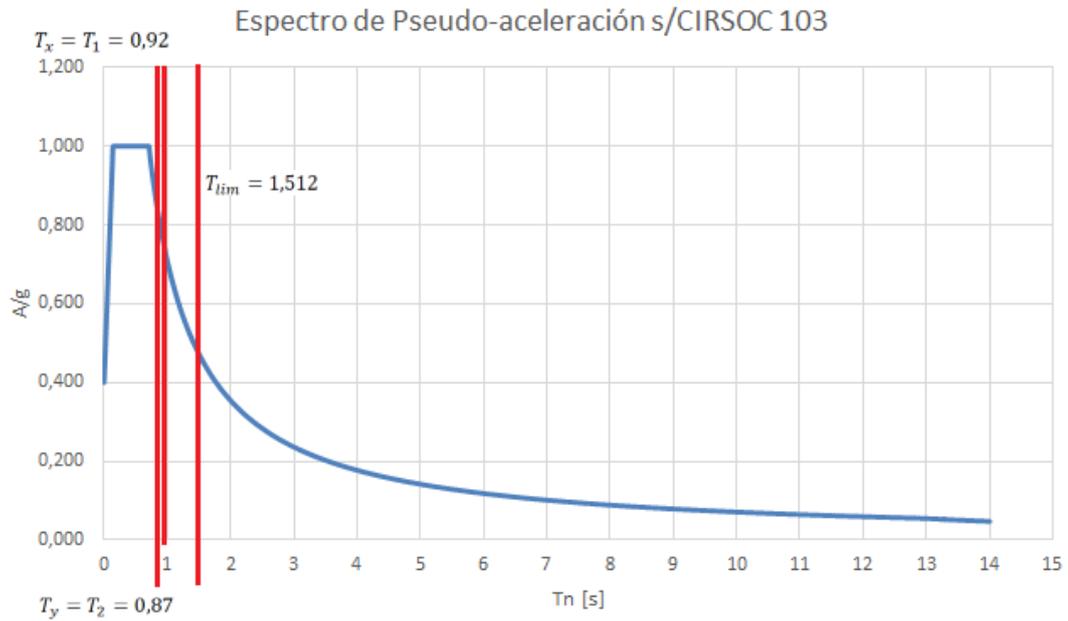
Se tienen distintos periodos para los diferentes modos de vibrar que tiene la estructura. Los periodos de los modos 1 y 2 se corresponden con los sentidos X e Y respectivamente, entonces:

$$T_x = T_1 = 0,92 \text{ seg}$$

$$T_y = T_2 = 0,87 \text{ seg}$$

Se comparan estos valores con el valor límite obtenido según reglamento. Entonces se observa que al ser menores al mismo, la estructura presenta periodos distintos en ambos sentidos X e Y.

Analizando esto gráficamente, en el espectro de diseño, se tiene:



Siendo las expresiones para el cálculo de la pseudo aceleración las siguientes:

$S_a = C_a (1 + 1,5 \cdot T / T_1)$	para $T \leq T_1$
$S_a = 2,5 C_a$	para $T_1 < T \leq T_2$
$S_a = C_v / T$	para $T_2 < T \leq T_3$
$S_a = C_v \cdot T_3 / T^2$	para $T > T_3$

Tabla 6.4. Cálculo de  $S_a$

Como en nuestro caso;

$T_2 < T_x \leq T_3$ , la pseudo aceleración es:

$$S_{ax} = \frac{C_v}{T_x} = \frac{0,708}{0,92 \text{ seg}}$$

$$S_{ax} = 0,77$$

$T_2 < T_y \leq T_3$ , la pseudo aceleración es:

$$S_{ay} = \frac{C_v}{T_y} = \frac{0,708}{0,87 \text{ seg}}$$

$$S_{ay} = 0,81$$

Finalmente, los coeficientes sísmicos son:

Almando, Ballarini, Espejo, Medrano	Año 2020	Página 43 de 214
--	----------	------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

$$C_x = \frac{S_{ax} * \gamma_r}{R} = \frac{0,77 * 1,00}{6}$$

$$C_x = 0,13$$

$$C_y = \frac{S_{ay} * \gamma_r}{R} = \frac{0,81 * 1,00}{6}$$

$$C_y = 0,14$$

Realizando un análisis de los pesos de cada uno de los niveles y aplicando las expresiones del reglamento, indicadas anteriormente, se puede determinar el peso total aproximado de la estructura.

A continuación, se adjunta la planilla de cálculo que se utilizó para obtener este resultado.

DATOS		
<b>D</b>	-	kN/m <sup>2</sup>
<b>L (Quincho)</b>	5	kN/m <sup>2</sup>
<b>L (Oficina)</b>	2,5	kN/m <sup>2</sup>
<b>S</b>	0,3	kN/m <sup>2</sup>
<b>f1</b>	0,25	Quincho
<b>f1</b>	0,25	Oficinas
<b>f2</b>	0,70	Cub. Horizontal

Nivel	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Dk [kN]	Wk [kN]
Terraza	192,66	1123,94	1164,40
8° P	322,241	2088,14	2518,15
7° P	322,241	2088,14	2289,54
6° P	322,241	2159,42	2360,82
5° P	322,241	2298,02	2499,42
4° P	322,241	2298,02	2499,42
3° P	322,241	2298,02	2499,42
2° P	737,378	4959,85	5979,70
1° P	682,863	5478,24	5905,03
PB	559,964	4735,13	5085,11
Wk-total =			32801,00

Tabla 6.5. Cálculo peso estructura

Ya con todos los valores necesarios, se procede al cálculo del corte basal para ambas direcciones;

$$V_{0-x} = C_x * W = 0,13 * 32801,00 \text{ kN}$$

$$V_{0-x} = 4264,13 \text{ kN}$$

<b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 44 de 214</b>
--	-----------------	-------------------------

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

$$V_{o-y} = C_y * W = 0,14 * 32801,00 \text{ kN}$$

$$V_{o-y} = 4592,14 \text{ kN}$$

## 6.5 Distribución en altura de la fuerza sísmica:

El esfuerzo de corte en la base o fuerza sísmica horizontal resultante **V<sub>o</sub>** que actúa sobre el edificio según la dirección de análisis considerada se distribuye en función de la altura, obteniéndose así un sistema de fuerzas horizontales que se considera equivalente a la acción sísmica. Estas fuerzas se aplican en los puntos en que se han supuesto concentradas las cargas gravitatorias, es decir a nivel de los entresijos y techo del edificio.

La fuerza horizontal **F<sub>k</sub>** correspondiente al nivel genérico **k** de la construcción se determina según la siguiente expresión:

$$F_k = \frac{W_k * h_k * V_o}{\sum_{i=1}^n W_i * h_i}$$

Donde:

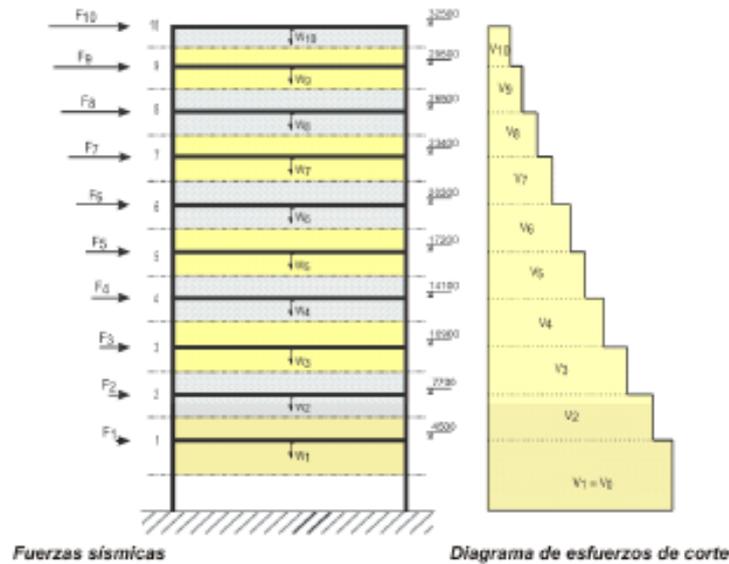
- $W_k$  es la carga gravitatoria correspondiente al nivel k.
- $W_i$  es la carga gravitatoria correspondiente al nivel i.
- $h_k$  y  $h_i$  son las alturas de dichos niveles medidas desde la base.
- $V_o$  es el fuerzo de corte en la base, según la dirección de análisis.

Una vez determinadas las fuerzas sísmicas horizontales **F<sub>k</sub>**, se puede obtener el esfuerzo de corte traslacional **V<sub>k</sub>** en el nivel genérico **k** mediante la siguiente expresión:

$$V_k = \sum_{i=k}^n F_i$$

En la planilla siguiente se realiza la distribución en altura del esfuerzo de corte en la base para cada una de las direcciones principales de análisis, obteniéndose las fuerzas sísmicas y los cortes sísmicos en cada nivel del edificio del ejemplo.

<b>Almando, Ballarini,</b>  <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 45 de 214</b>
--	-----------------	-------------------------



*Imagen 6.4. Imagen a modo ilustrativo de un edificio de 10 niveles.*

Nivel	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Dk [kN]	Wk [kN]	hk [m]	hi [m]	Cx	Cy	Vox [kN]	Voy [kN]	Fkx [kN]	Vkx [kN]	Fky [kN]	Vky [kN]
Terraza	192,66	1123,94	1164,40	3,30	33,00	0,13	0,14	4264,13	4592,14	350,96	350,96	377,95	377,95
8° P	322,241	2088,14	2518,15	3,30	29,70					683,09	1034,04	735,63	1113,58
7° P	322,241	2088,14	2289,54	3,30	26,40					552,06	1586,11	594,53	1708,11
6° P	322,241	2159,42	2360,82	3,30	23,10					498,09	2084,20	536,41	2244,52
5° P	322,241	2298,02	2499,42	3,30	19,80					452,00	2536,20	486,77	2731,29
4° P	322,241	2298,02	2499,42	3,30	16,50					376,67	2912,87	405,64	3136,94
3° P	322,241	2298,02	2499,42	3,30	13,20					301,34	3214,21	324,51	3461,45
2° P	737,378	4959,85	5979,70	3,30	9,90					540,69	3754,90	582,29	4043,74
1° P	682,863	5478,24	5905,03	3,30	6,60					355,96	4110,86	383,34	4427,08
PB	559,964	4735,13	5085,11	3,30	3,30					153,27	4264,13	165,06	4592,14
		Wk-total = 32801,00	$\sum W_i \cdot h_i = 466867,23$										

*Tabla 6.6. Cuadro resumen de las fuerzas cortantes en cada nivel*

## 6.6 Combinaciones de Cargas:

Recordando lo dicho en Capítulo 5, las combinaciones de cargas a utilizar, y que incluyen el efecto sísmico son:

$$COMB1 = 1,00D + E_x + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB2 = 1,00D + E_x - E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB3 = 1,00D - E_x + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB4 = 1,00D - E_x - E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB5 = 1,00D + E_y + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB6 = 1,00D + E_y - E_z + 0,25L + 0,70S$$

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

$$COMB7 = 1,00D - E_y + E_z + 0,25L + 0,70S$$

$$COMB8 = 1,00D - E_y - E_z + 0,25L + 0,70S$$

Donde lo único que quedaba por definir son las fuerzas sísmicas en sus distintas direcciones, las cuales finalmente son:

$$E_x = V_{o-x} = 4264,13 \text{ kN}$$

$$E_y = V_{o-y} = 4592,14 \text{ kN}$$

$$E_z = E_{vi} = \frac{C_a}{2} * \gamma_r * D_i$$

Donde:

- $C_a = 0,40$
- $\gamma_r = 1,00$
- $D_i = \text{suma de los pesos de los elementos estructurales que forman el nivel } i$

Reemplazando para cada uno de los niveles tenemos:

Nivel	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Dk [kN]	Ev [kN]
Terraza	192,66	1123,94	224,79
8° P	322,241	2088,14	417,63
7° P	322,241	2088,14	417,63
6° P	322,241	2159,42	431,88
5° P	322,241	2298,02	459,60
4° P	322,241	2298,02	459,60
3° P	322,241	2298,02	459,60
2° P	737,378	4959,85	991,97
1° P	682,863	5478,24	1095,65
PB	559,964	4735,13	947,03

Tabla 6.6. Componente vertical fuerza sísmica

## 6.7 Torsión accidental:

Con el objeto de tener en cuenta una distribución no uniforme de cargas o de resistencia de los elementos, se considera para todas las estructuras, una excentricidad accidental adicional a la excentricidad propia.

Para el análisis de regularidad, el Código expresa que se considerarán efectos torsionales mediante una excentricidad adicional del **5%** de la longitud de la planta perpendicular a la dirección de estudio (Capítulo 2.6 del INPRES-CIRSOC 103 Parte I)

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

$$e_{ak} = \pm 5\%$$

Esta excentricidad es respecto a la longitud del lado perpendicular a la dirección en la que se encuentra aplicada la fuerza  $F_k$  en el nivel  $k$ . El momento torsor en cada nivel de la estructura se calcula mediante el producto de la fuerza  $F_k$  y la excentricidad, esto es:

$$M_{tk} = F_k * e_k$$

Esa excentricidad  $e_k$ , se obtiene como la suma de las excentricidades tanto accidental como inherente de cada nivel.

$$e_k = e \pm e_{ak}$$

Suponiendo que, en cada nivel, tenemos una coincidencia entre el centro de masas y el de rigidez, la excentricidad inherente será igual a cero;  $e = 0$ .

Finalmente, llevando estas expresiones a una planilla de cálculo, se obtienen los momentos torsores que se deben aplicar a cada nivel, que son:

Dirección X-X							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_y$ [m]	$e_{oy}$ [m]	$(0,05 * L_y)$ [m]	$(0,05 * L_y)$ [m]	$M_{tx1}$ [kNm]	$M_{tx2}$ [kNm]
<b>Terraza</b>	350,96	24,70	2,55	1,24	-1,24	433,43	-433,43
<b>8° P</b>	1034,04	40,70	2,55	2,04	-2,04	2104,28	-2104,28
<b>7° P</b>	1586,11	40,70	2,55	2,04	-2,04	3227,72	-3227,72
<b>6° P</b>	2084,20	40,70	2,55	2,04	-2,04	4241,35	-4241,35
<b>5° P</b>	2536,20	40,70	2,55	2,04	-2,04	5161,17	-5161,17
<b>4° P</b>	2912,87	40,70	2,55	2,04	-2,04	5927,69	-5927,69
<b>3° P</b>	3214,21	40,70	2,55	2,04	-2,04	6540,91	-6540,91
<b>2° P</b>	3754,90	49,04	24,29	2,45	-2,45	9207,02	-9207,02
<b>1° P</b>	4110,86	49,04	23,89	2,45	-2,45	10079,83	-10079,83
<b>PB</b>	4264,13	44,80	23,35	2,24	-2,24	9551,65	-9551,65

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

Dirección Y-Y							
Nivel	V <sub>k</sub> [kN]	L <sub>x</sub> [m]	e <sub>ox</sub> [m]	(0,05*L <sub>x</sub> ) [m]	(0,05*L <sub>x</sub> ) [m]	M <sub>ty1</sub> [kNm]	M <sub>ty2</sub> [kNm]
Terraza	377,95	7,40	0,76	0,37	-0,37	139,84	-139,84
8° P	1113,58	7,40	0,76	0,37	-0,37	412,03	-412,03
7° P	1708,11	7,40	0,76	0,37	-0,37	632,00	-632,00
6° P	2244,52	7,40	0,77	0,37	-0,37	830,47	-830,47
5° P	2731,29	7,40	0,78	0,37	-0,37	1010,58	-1010,58
4° P	3136,94	7,40	0,78	0,37	-0,37	1160,67	-1160,67
3° P	3461,45	7,40	0,77	0,37	-0,37	1280,74	-1280,74
2° P	4043,74	16,10	0,20	0,81	-0,81	3255,21	-3255,21
1° P	4427,08	16,10	0,20	0,81	-0,81	3563,80	-3563,80
PB	4592,14	11,10	0,14	0,56	-0,56	2548,64	-2548,64

Tabla 6.7. Cortante y torsor en cada nivel, en la dirección X e Y

Se recuerda que se asume una irregularidad torsional media ( $\pm 5\%$ ). Esto no está garantizado que sea así, hasta que la evaluación de tal irregularidad verifique la condición adoptada (caso contrario, se debe trabajar con una condición más desfavorable según corresponda).

## 6.8 Regularidad Estructural

A los fines de seleccionar los procedimientos para la evaluación de la acción sísmica se debe valorar el grado de irregularidad de la estructura tanto en planta como en altura (Tabla 2.3 y Tabla 2.4 del Reglamento INPRES CIRSOC 103 Parte I respectivamente).

CONDICIONES		Ver Sección
1a	Son estructuras torsionalmente regulares o con irregularidad torsional baja cuando en todos los niveles o masas se cumple: $\Delta_{bk} / \Delta_{mk} \leq 1,2$	
1b	Son estructuras con irregularidad torsional media cuando en algún nivel o masa se cumple: $1,2 < \Delta_{bk} / \Delta_{mk} \leq 1,4$	
1c	Son estructuras con irregularidad torsional extrema cuando en algún nivel o masa se cumple: $\Delta_{bk} / \Delta_{mk} \geq 1,4$	2.6.3- a)
2a	Son estructuras regulares cuando los elementos resistentes para acción sísmica son continuos en altura y el esfuerzo se mantiene en un único plano vertical	
2b	Son estructuras irregulares todos los casos no incluidos en 2a	2.6.3- b)
3a	Son estructuras regulares los sistemas formados por elementos perpendiculares o con doble simetría	3.2
3b	Son estructuras irregulares todos los casos no incluidos en 3a	3.2.
4a	Son estructuras regulares de esquinas entrantes cuando la proyección de la planta se extiende más allá de la esquina entrante una longitud menor al 15% de las dimensiones de la planta en las direcciones de análisis	
4b	Son estructuras irregulares de esquinas entrantes todas aquéllas no incluidas en 4a	2.6.3. e)

Tabla 6.8. Condiciones de regularidad en planta (según IC 103 Parte I)

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 49 de 214</b>
--	-----------------	-------------------------

**Tabla 2.4. Condiciones de regularidad en altura**

<b>CONDICIONES</b>		<b>Ver Sección</b>
1a	<b>Irregularidad de Rigidez Leve por Piso Flexible:</b> cuando en un piso la rigidez lateral es menor del 80 % de aquella del piso que está por encima o menos que el 80 % del promedio de rigidez de los tres pisos por encima.	
1b	<b>Irregularidad de Rigidez Media por Piso Flexible:</b> cuando en un piso la rigidez lateral es menor del 70 % de aquella del piso que está por encima o menos que el 75 % del promedio de rigidez de los tres pisos por encima.	
1c	<b>Irregularidad de Rigidez Extrema por Piso Flexible:</b> cuando en un piso la rigidez lateral es menor del 60 % de aquella del piso que está por encima o menos que el 70 % del promedio de rigidez de los tres pisos por encima.	2.6.3- a)
2	<b>Irregularidad de Peso (o Masa):</b> cuando la masa efectiva de cualquier piso es más del 150 % de la masa efectiva de los pisos adyacentes. Esto implica que la relación entre la masa Mayor y la menor es de 1.50 (o que la menor sobre la Mayor es de 0.67). Cuando el último nivel es más liviano que el piso por debajo, esta limitación no aplica (1). Tampoco aplica cuando el edificio tenga una transición, por mayores dimensiones hacia abajo o, por ejemplo, por existencia de basamento en niveles inferiores.	2.7.2.
3	<b>Irregularidad Vertical Geométrica:</b> cuando la suma de las dimensiones horizontales de los elementos verticales del sistema sismorresistente en la dirección considerada es más del 130 % de la que corresponde a un piso adyacente. Implica una relación de 1.3 entre Mayor/menor dimensión.	
4a	<b>Regularidad en el plano Vertical de los Elementos sismorresistentes:</b> son estructuras regulares cuando los elementos verticales son constantes en altura o los retranqueos en su plano son inferiores a la longitud del elemento. Las dimensiones de los componentes son continuas o crecientes hacia abajo.	
4b	<b>Irregularidad por discontinuidad en el plano Vertical de los Elementos sismorresistentes:</b> Son estructuras irregulares todos los casos no incluidos en 4a	2.6.3- b) 2.6.3- c)
5a	<b>Irregularidad Leve de Piso Débil. Discontinuidad de Resistencia Horizontal.</b> Existe cuando la resistencia horizontal de un piso es menor que el 80 % de la resistencia del nivel inmediato superior. La resistencia lateral u horizontal del piso es la resistencia lateral total de todos los elementos sismorresistentes que comparten el corte del piso en la dirección considerada.	2.6.3.d)
5b	<b>Irregularidad Extrema de Piso Débil. Discontinuidad de Resistencia Horizontal.</b> Existe cuando la resistencia horizontal de un piso es menor que el 65 % de la resistencia del nivel inmediato superior. La resistencia lateral u horizontal del piso es la resistencia lateral total de todos los elementos sismorresistentes que comparten el corte del piso en la dirección considerada.	2.6.3.a) 2.6.3.d)

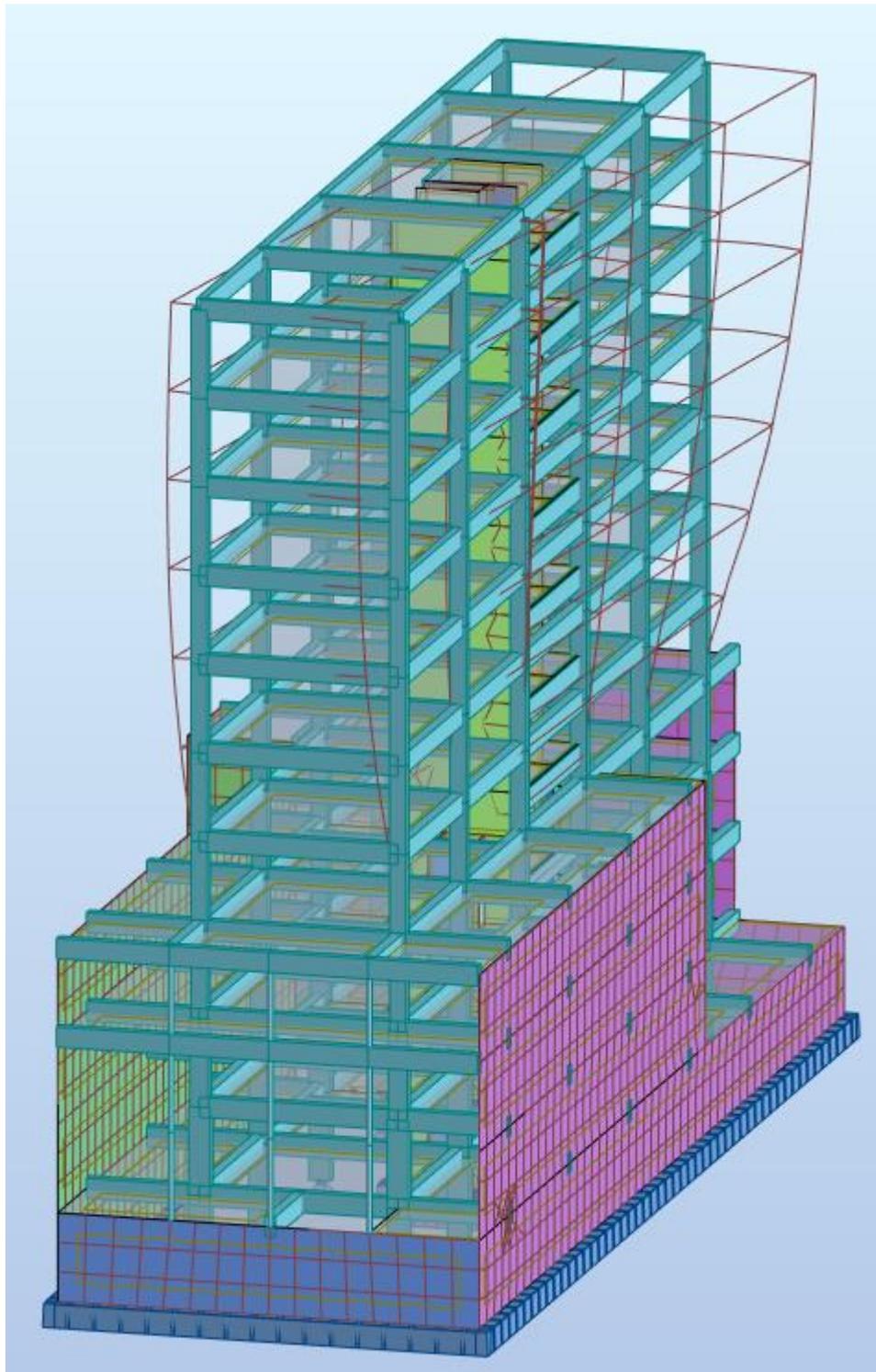
(1) Se excluyen los techos livianos (peso propio inferior a 1,5 kN/m<sup>2</sup>) o cuerpos salientes incluidos en el Capítulo 10

*Tabla 6.9. Condiciones de regularidad en altura según (IC 103 Parte I)*

Como se dijo anteriormente, se realizó el cálculo considerando que la estructura presenta una irregularidad estructural media, razón por la cual se considerarán efectos torsionales mediante una excentricidad adicional del 5% de la longitud de la planta perpendicular a la dirección de estudio.

Luego, una vez verificada dicha condición, se continúa el análisis con esa excentricidad o se toma la correspondiente.

Una vez que se carga la estructura con las fuerzas correspondientes al peine de fuerzas, con sus respectivos momentos torsores, en cada uno de los niveles y en ambas direcciones (X e Y), se obtiene la deformada de la estructura mediante el software Robot Structural, la cual se puede ver a continuación.



*Imagen 6.5. Estructura deformada para fuerzas en X*

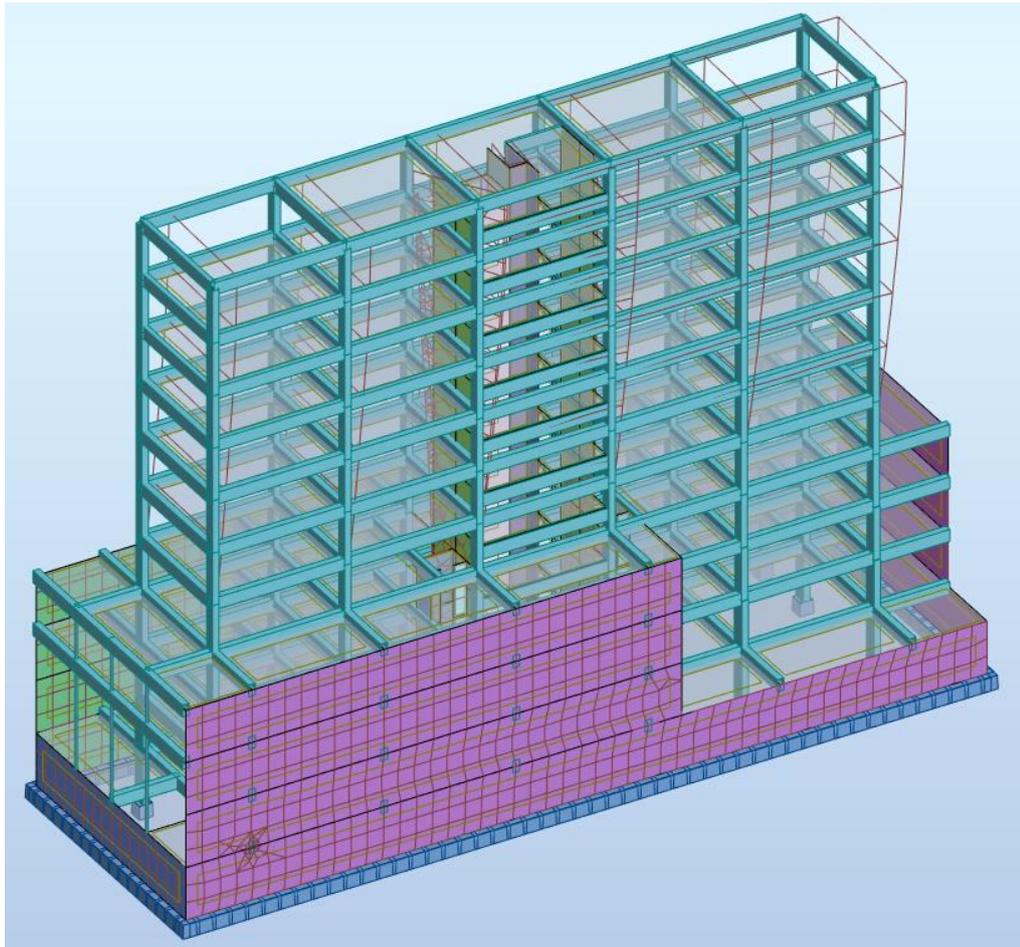


Imagen 6.6. Estructura deformada para fuerzas en Y

Analizando los comentarios del Reglamento INPRES CIRSOC 103 Parte I, se encuentra la siguiente imagen, donde se observa, por planta, qué deformadas debemos considerar para poder determinar los valores necesarios para determinar la regularidad de la estructura.

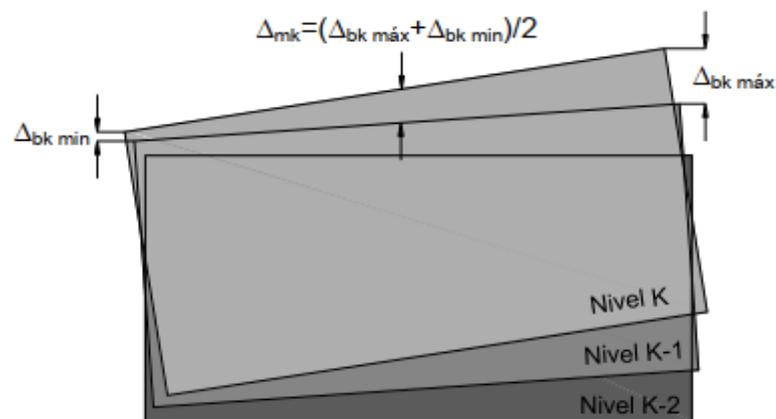


Imagen 6.7. Evaluación de la regularidad torsional

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

Luego, los parámetros que me definen la condición de la estructura son:

$$\begin{aligned} \text{Regularidad} & \quad \Delta b_k / \Delta m_k \leq 1,2 \\ \text{Irregularidad Media} & \quad 1,2 < \Delta b_k / \Delta m_k \leq 1,4 \\ \text{Irregularidad Extrema} & \quad \Delta b_k / \Delta m_k \geq 1,4 \end{aligned}$$

A continuación, se adjunta la planilla donde se volcaron las deformaciones y el resultado final de la condición de regularidad de la estructura.

Nivel	Sector	Fza en X + Momento Torsor en -X						Resultado
		$b_{k \max-x}$ [mm]	$\Delta b_{k \max-x}$ [mm]	$b_{k \min-x}$ [mm]	$\Delta b_{k \min-x}$ [mm]	$\Delta m_{k-x}$ [mm]	$\Delta b_{k-x} / \Delta m_{k-x}$	
Terraza	Cabeza	342,2	14,3	-99,3	7,3	10,8	1,32	Irregularidad Media
	Pie	327,9		-106,6				
8° P	Cabeza	327,9	25,4	-106,6	2,6	14	1,81	Irregularidad Extrema
	Pie	302,5		-109,2				
7° P	Cabeza	302,5	37,2	-109,2	-5,1	16,05	2,32	Irregularidad Extrema
	Pie	265,3		-104,1				
6° P	Cabeza	265,3	50,4	-104,1	-14,3	18,05	2,79	Irregularidad Extrema
	Pie	214,9		-89,8				
5° P	Cabeza	214,9	65,8	-89,8	-26	19,9	3,31	Irregularidad Extrema
	Pie	149,1		-63,8				
4° P	Cabeza	149,1	79,2	-63,8	-36,4	21,4	3,70	Irregularidad Extrema
	Pie	69,9		-27,4				
3° P	Cabeza	69,9	66,4	-27,4	-30,4	18	3,69	Irregularidad Extrema
	Pie	3,5		3				
2° P	Cabeza	3,6	1,5	3	1,7	1,6	0,94	Irregularidad Media
	Pie	2,1		1,3				
1° P	Cabeza	2,1	0,9	1,3	1,2	1,05	0,86	Irregularidad Media
	Pie	1,20		0,1				
PB	Cabeza	1,2	0,9	0,1	0,2	0,55	1,64	Irregularidad Extrema
	Pie	0,3		-0,1				

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

Nivel	Sector	Fza en Y + Momento Torsor en -Y						Resultado
		$b_{k \text{ max-y}}$ [mm]	$\Delta b_{k \text{ max-y}}$ [mm]	$b_{k \text{ min-y}}$ [mm]	$\Delta b_{k \text{ min-y}}$ [mm]	$\Delta m_{k-y}$ [mm]	$\Delta b_{k-y}/\Delta m_{k-y}$	
Terraza	Cabeza	149,1	5,8	149,1	5,8	5,8	1,00	Regularidad
	Pie	143,3		143,3				
8° P	Cabeza	143,3	13,2	143,3	13,2	13,2	1,00	Regularidad
	Pie	130,1		130,1				
7° P	Cabeza	130,1	20,1	130,1	20,1	20,1	1,00	Regularidad
	Pie	110		110				
6° P	Cabeza	110	24,3	110	24,3	24,3	1,00	Regularidad
	Pie	85,7		85,7				
5° P	Cabeza	85,7	26,8	85,7	26,8	26,8	1,00	Regularidad
	Pie	58,9		58,9				
4° P	Cabeza	58,9	31,3	58,9	31,3	31,3	1,00	Regularidad
	Pie	27,6		27,6				
3° P	Cabeza	27,6	26,8	27,6	26,8	26,8	1,00	Regularidad
	Pie	0,8		0,8				
2° P	Cabeza	0,9	0,4	0,9	0,4	0,4	1,00	Regularidad
	Pie	0,5		0,5				
1° P	Cabeza	0,5	0,2	0,5	0,2	0,2	1,00	Regularidad
	Pie	0,30		0,3				
PB	Cabeza	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	1,00	Regularidad
	Pie	0,1		0,1				

Tabla 6.10. Resultados de irregularidad en planta en ambas direcciones

Se observa que la estructura presenta una irregularidad extrema, para cargas aplicadas en el sentido X, mientras que para el sentido Y la misma es regular.

Esto se puede relacionar con el hecho de que la estructura en el sentido X presenta momentos torsores muy grandes, ya que la excentricidad en dicho sentido es mucho mayor a la correspondiente en el sentido Y.

Debido a los resultados obtenidos, la estructura es considerada como **“Irregular extrema”**.

De la tabla 2.3, en función de los resultados obtenidos, se define que la condición 1c es la representativa. Además, el artículo 2.6.3- a) indica lo siguiente:

### 2.6.3. Exigencias adicionales a las construcciones irregulares

a) Se debe rediseñar la estructura para reducir la irregularidad en las construcciones y zonas indicadas en 8.3.1.1.

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

### 8.3.1. Influencia de las irregularidades estructurales

#### 8.3.1.1. Irregularidades extremas en planta o en altura

Las estructuras con irregularidad torsional extrema (línea 1<sub>e</sub> de la Tabla 2.3) y/o con irregularidad de rigidez extrema (línea 1<sub>e</sub> de la Tabla 2.4), deben ser rediseñadas de manera

que presenten irregularidad torsional y de rigidez media o baja en los casos que se indican a continuación:

En las **zonas 3 y 4** para los destinos **A<sub>o</sub>, A y B**,

En las **zonas 0, 1 y 2** para el destino **A<sub>o</sub>**.

Entonces, en el artículo 8.3.1.1, para zona 4 y destino B, define que **se debe rediseñar la estructura hasta que ésta presente una irregularidad torsional y dé rigidez media o baja**.

Como conclusión la estructura, a pesar de ser regular geométricamente, es blanda torsionalmente en el sentido X, pero no en sentido Y.

#### 6.8.1 Torsión accidental

Una vez verificada la irregularidad torsional de la estructura, se calcula el valor del Momento Torsor en cada nivel de la misma manera que se calculó en el inciso 5.7.

Cabe aclarar que, si se estuviese en una etapa de diseño, se debería rediseñar la estructura. Pero como es un caso de un edificio construido, se procede a realizar el análisis considerando una irregularidad torsional extrema. Por lo tanto, siguiendo la tabla 2.3 del INPRES CIRSOC 103 Parte I, ahora nuestro valor de excentricidad será:

$$e_{ak} = \pm 10\%$$

<i>Irregularidad Torsional (Ver Tabla 2.3.)</i>	<i>Excentricidad Accidental e<sub>ak</sub></i>
Estructura torsionalmente regular o con irregularidad torsional baja	0 (cero)
Estructura con irregularidad torsional media	+/- 5% de la longitud de la planta en el nivel <i>k</i> , perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas.
Estructura con irregularidad torsional extrema	+/- 10% de la longitud de la planta en el nivel <i>k</i> perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas. Ver 8.3.1.1.

Tabla 6.11. Excentricidad accidental según irregularidad torsional

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

El momento torsor en cada nivel de la estructura se calcula mediante el producto de la fuerza  $F_k$  y la excentricidad, esto es:

$$M_{tk} = F_k * e_k$$

Finalmente, para el cálculo de los momentos torsores que se deben aplicar a cada nivel, se realizó la siguiente planilla:

Dirección X-X							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_y$ [m]	$e_{oy}$ [m]	$(0,10*L_y)$ [m]	$(0,10*L_y)$ [m]	$M_{tx1}$ [kNm]	$M_{tx2}$ [kNm]
Terraza	350,96	24,70	2,55	2,47	-2,47	866,86	-866,86
8° P	1034,04	40,70	2,55	4,07	-4,07	4208,55	-4208,55
7° P	1586,11	40,70	2,55	4,07	-4,07	6455,45	-6455,45
6° P	2084,20	40,70	2,55	4,07	-4,07	8482,69	-8482,69
5° P	2536,20	40,70	2,55	4,07	-4,07	10322,34	-10322,34
4° P	2912,87	40,70	2,55	4,07	-4,07	11855,39	-11855,39
3° P	3214,21	40,70	2,55	4,07	-4,07	13081,82	-13081,82
2° P	3754,90	49,04	24,29	4,90	-4,90	18414,03	-18414,03
1° P	4110,86	49,04	23,89	4,90	-4,90	20159,67	-20159,67
PB	4264,13	44,80	23,35	4,48	-4,48	19103,30	-19103,30

Dirección Y-Y							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_x$ [m]	$e_{ox}$ [m]	$(0,10*L_x)$ [m]	$(0,10*L_x)$ [m]	$M_{ty1}$ [kNm]	$M_{ty2}$ [kNm]
Terraza	377,95	7,40	0,76	0,74	-0,74	279,69	-279,69
8° P	1113,58	7,40	0,76	0,74	-0,74	824,05	-824,05
7° P	1708,11	7,40	0,76	0,74	-0,74	1264,00	-1264,00
6° P	2244,52	7,40	0,77	0,74	-0,74	1660,95	-1660,95
5° P	2731,29	7,40	0,78	0,74	-0,74	2021,16	-2021,16
4° P	3136,94	7,40	0,78	0,74	-0,74	2321,33	-2321,33
3° P	3461,45	7,40	0,77	0,74	-0,74	2561,48	-2561,48
2° P	4043,74	16,10	0,20	1,61	-1,61	6510,42	-6510,42
1° P	4427,08	16,10	0,20	1,61	-1,61	7127,60	-7127,60
PB	4592,14	11,10	0,14	1,11	-1,11	5097,28	-5097,28

Tabla 6.12. Cortante y torsor en cada nivel, en la dirección X e Y

## 6.9 Deformaciones

Las deformaciones " $\theta_{sk}$ " que se producen por piso, debido a la fuerza sísmica que actúa sobre la estructura, se determinan a partir de los desplazamientos últimos de la misma. Dichos  $d_u$  se obtienen a partir de la siguiente formula:

$$d_u = \frac{C_d * d_e}{\gamma_r}$$

Donde;

- $C_d$ : su valor se obtiene de la misma tabla en que obtuvimos el valor de “R”, y por ende depende de la dirección analizada.
- $\gamma_r = 1,0$
- $d_e$ : desplazamiento para acciones sísmicas de diseño, su valor se obtiene como los desplazamientos que experimentan los distintos niveles de la estructura, cuando a estos se le aplican las fuerzas  $F_k$ . Y para ello se utiliza el software Robot Structural.

### 6.9.1 Distorsión horizontal de piso

Luego la distorsión horizontal de piso  $\theta_{sk}$  provocada por la excitación sísmica se define como:

$$\theta_{sk} = \frac{(d_{ubk} - d_{ubk-1})}{h_{sk}} = \frac{\Delta_{sk}}{h_{sk}}$$

Donde:

- $d_{ubk} - d_{ubk-1}$ : Desplazamientos horizontales totales correspondientes al nivel superior e inferior del piso considerado.

### 6.9.2 Control de deformaciones

El Reglamento fija los valores límites máximos de la distorsión lateral de piso en función de tres parámetros:

- El Grupo dentro del cual se ha encuadrado a la construcción. (Parte I, 2.4)
- Condición de Dañabilidad (D) de los elementos no estructurales: cuando se encuentran directamente vinculados a la estructura, de manera que pueden ser dañados por las deformaciones impuestas por ésta.
- Condición de NO Dañabilidad (ND) de los elementos no estructurales: cuando se encuentran desvinculados de la estructura resistente, de manera que no sufran daños por las deformaciones impuestas por ésta.

Condición	Grupo de la construcción	
	A <sub>o</sub> o A	B
D	0,01	0,015
ND	0,015	0,025

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

Tabla 6.13. Valores límite de la distorsión horizontal de piso  $\theta_{sk}$

Como hay elementos no estructurales como ventanas (vinculados a la estructura) que pueden sufrir daños al deformarse la misma, se define una Condición de Dañabilidad (D). Además como la construcción corresponde al grupo B, **debemos considerar un valor límite de distorsión de 0,015.**

### 6.9.3 Cálculo de la Distorsión

La distorsión se evaluará considerando el desplazamiento del borde más desfavorable de la construcción, como se observa en la siguiente imagen corresponde al valor de  $\Delta_{bk \text{ máx}}$ .

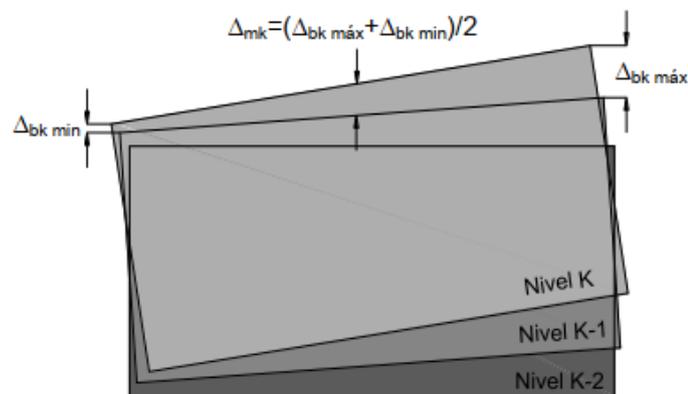


Imagen 6.8. Evaluación de la regularidad torsional

Esta deformada se obtiene al aplicar sobre la estructura cada una de las combinaciones que fueron cargadas al software, en función de lo que nos exige el código.

Analizando luego las deformaciones, en los puntos más desfavorables de cada nivel de la estructura, en ambas direcciones (X e Y), se procede al cálculo de las distorsiones de cada nivel.

Llevando estos valores a una planilla de Excel, que se adjunta a continuación, se obtienen las deformaciones de cada uno de los niveles de la estructura.



Fza en X + Momento Torsor en -X						
Nivel	Corrimiento X-X					
	$d_e$ (mm)	$d_u$ (mm)	$\Delta_{sk}$ (mm)	$h_{sk}$ (mm)	$\theta_{sk}$	$\theta_{sk} \leq 0,015$
Terraza	342,2	1882,1	78,7	3300	0,0238	NO VERIFICA
8° P	327,9	1803,5	139,7	3300	0,0423	NO VERIFICA
7° P	302,5	1663,8	204,6	3300	0,0620	NO VERIFICA
6° P	265,3	1459,2	277,2	3300	0,0840	NO VERIFICA
5° P	214,9	1182,0	361,9	3300	0,1097	NO VERIFICA
4° P	149,1	820,1	435,6	3300	0,1320	NO VERIFICA
3° P	69,9	384,5	365,2	3300	0,1107	NO VERIFICA
	3,5	19,3				
2° P	3,6	19,8	8,3	3300	0,0025	VERIFICA
1° P	2,1	11,6	5,0	3300	0,0015	VERIFICA
PB	1,20	6,6	6,6	3300	0,0020	VERIFICA

Fza en Y + Momento Torsor en -Y						
Nivel	Corrimiento Y-Y					
	$d_e$ (mm)	$d_u$ (mm)	$\Delta_{sk}$ (mm)	$h_{sk}$ (mm)	$\theta_{sk}$	$\theta_{sk} \leq 0,015$
Terraza	149,1	820,1	31,9	3300	0,0097	VERIFICA
8° P	143,3	788,2	72,6	3300	0,0220	NO VERIFICA
7° P	130,1	715,6	110,6	3300	0,0335	NO VERIFICA
6° P	110	605,0	133,7	3300	0,0405	NO VERIFICA
5° P	85,7	471,4	147,4	3300	0,0447	NO VERIFICA
4° P	58,9	324,0	172,2	3300	0,0522	NO VERIFICA
3° P	27,6	151,8	147,4	3300	0,0447	NO VERIFICA
	0,8	4,4				
2° P	0,9	5,0	2,2	3300	0,0007	VERIFICA
1° P	0,5	2,8	1,1	3300	0,0003	VERIFICA
PB	0,30	1,7	1,7	3300	0,0005	VERIFICA

Tabla 6.14. Deformaciones en cada nivel en los sentidos X, Y

Como conclusión, se ve que los corrimientos en el sentido X de la estructura son mayores respecto a los que ocurren en el sentido Y, y esto se produce debido a que el momento torsor (correspondiente al sentido X) que actúa en cada uno de los niveles de la estructura es mucho mayor que el correspondiente al que se tiene en el sentido Y. Esto se debe a que la excentricidad correspondiente al 10% en el sentido perpendicular a la fuerza sísmica es mucho mayor en ese sentido.

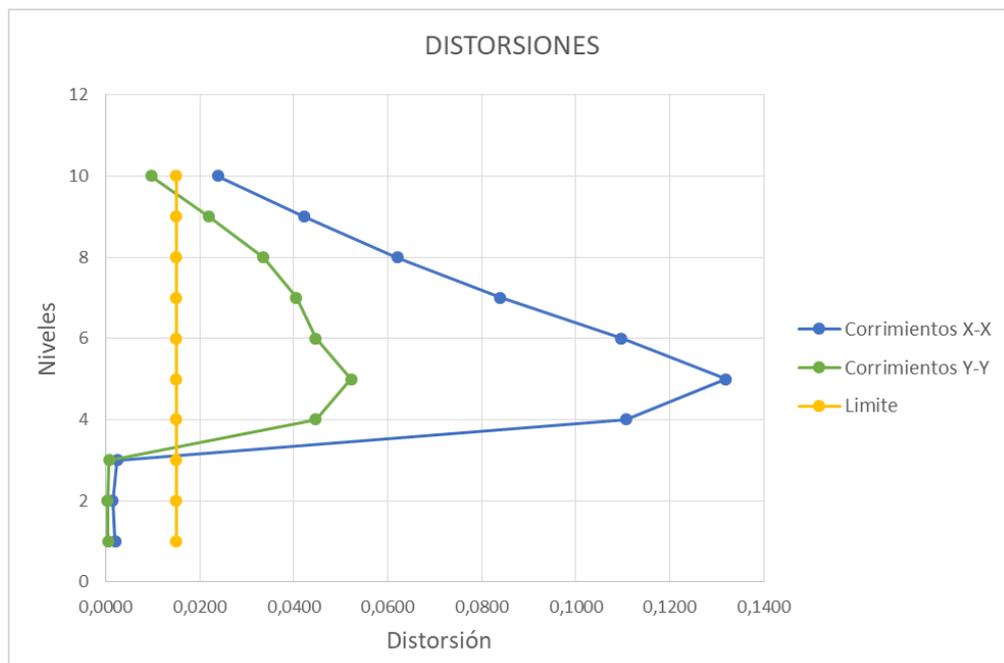
Funcionalmente, la estructura no cumple con el reglamento en la parte correspondiente a la torre. Por el contrario, no sucede lo mismo en el basamento.

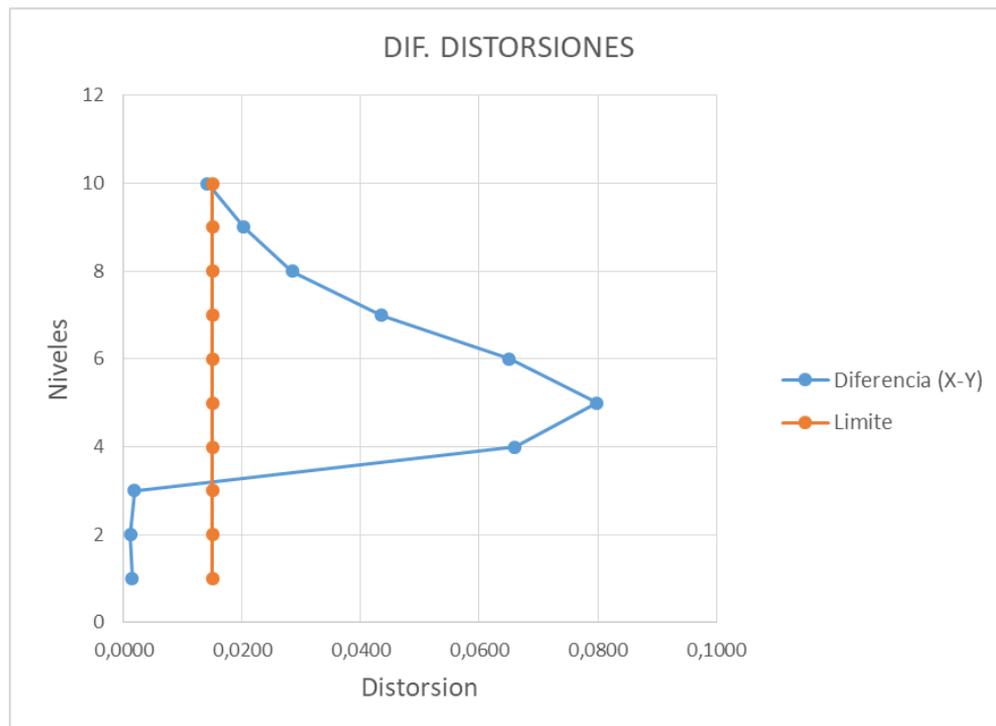
A continuación, se adjuntan gráficos para poder observarlo más claramente: entre el 2° Nivel y el 3° Nivel aparece un "salto" importante, donde se exceden de manera notable los límites de

distorsiones que es de 0,015 (hasta el 2º Nivel inclusive, se está dentro de deformaciones aceptables). Esto ocurre en la transición que tenemos entre Basamento y Torre.

Luego, a medida que se sigue subiendo en altura, se ve que poco a poco vamos acercándonos a los valores límites admisibles. Pero solo en el sentido Y-Y al llegar al Nivel de Terraza, estamos en condiciones aceptables de deformaciones.

Por lo tanto, **la mayoría de los niveles no verifica en términos de deformaciones, tanto en el sentido X-X como en el Y-Y.**





*Imagen 6.9. Evaluación de las distorsiones en cada nivel con respecto al valor límite*

## 7 ANÁLISIS DE SECCIONES

Para obtener predicciones reales de las deformaciones y de las solicitaciones internas en estructuras estáticamente indeterminadas, y para estimar el periodo de vibración, deben tenerse en cuenta los efectos del agrietamiento en la determinación de la rigidez de los elementos.

Aunque los efectos de agrietamiento en la rigidez flexional, varían a lo largo del elemento de acuerdo con las características del diagrama de momentos, pueden adoptarse valores promedio de las propiedades efectivas de las secciones. Estos valores promedios deberán aplicarse a todas las secciones de los elementos prismáticos.

En nuestro caso, la estructura consta de pórticos y tabiques en todos los niveles, por lo que debemos realizar la correspondiente reducción de inercias para todos los elementos estructurales.

## 7.1 Secciones de vigas

### 7.1.1 Inercia Efectiva

Todas las vigas son de sección rectangular, solicitadas por momentos aplicados en ambos extremos por vigas adyacentes. Por lo tanto, cada momento de inercia se reduce en un 40%

Forma de la sección transversal	Momentos de Inercia efectivos de la sección ( $I_e$ )
a) Secciones rectangulares	$0,40 I_g$
b) Secciones T o L	$0,35 I_g$

*Tabla 7.1. Momentos de inercia efectivo para vigas*

Lo que se hizo fue aplicarle un factor de 0,4 a todas las vigas, mediante el software.

### 7.1.2 Diagrama Momento-Curvatura para secciones de viga de H° no confinado

Se plantea lo que ocurre en la sección más solicitada de la viga a medida que aumentamos los valores de tensiones hasta llegar al valor de rotura. A modo de ejemplo, realizamos el cálculo de una viga determinada mediante Excel para dar a conocer el procedimiento del mismo. Posteriormente, al trabajar con el software Robot, se darán los resultados de las demandas de los demás elementos estructurales.

El siguiente análisis se aplica a todas las vigas correspondientes a la torre del edificio, desde el 3° Piso a la Terraza.

A continuación, se muestra el proceso de cálculo únicamente para la viga V206, correspondiente al 3° Piso. Los demás resultados obtenidos se podrán visualizar en el Anexo correspondiente.

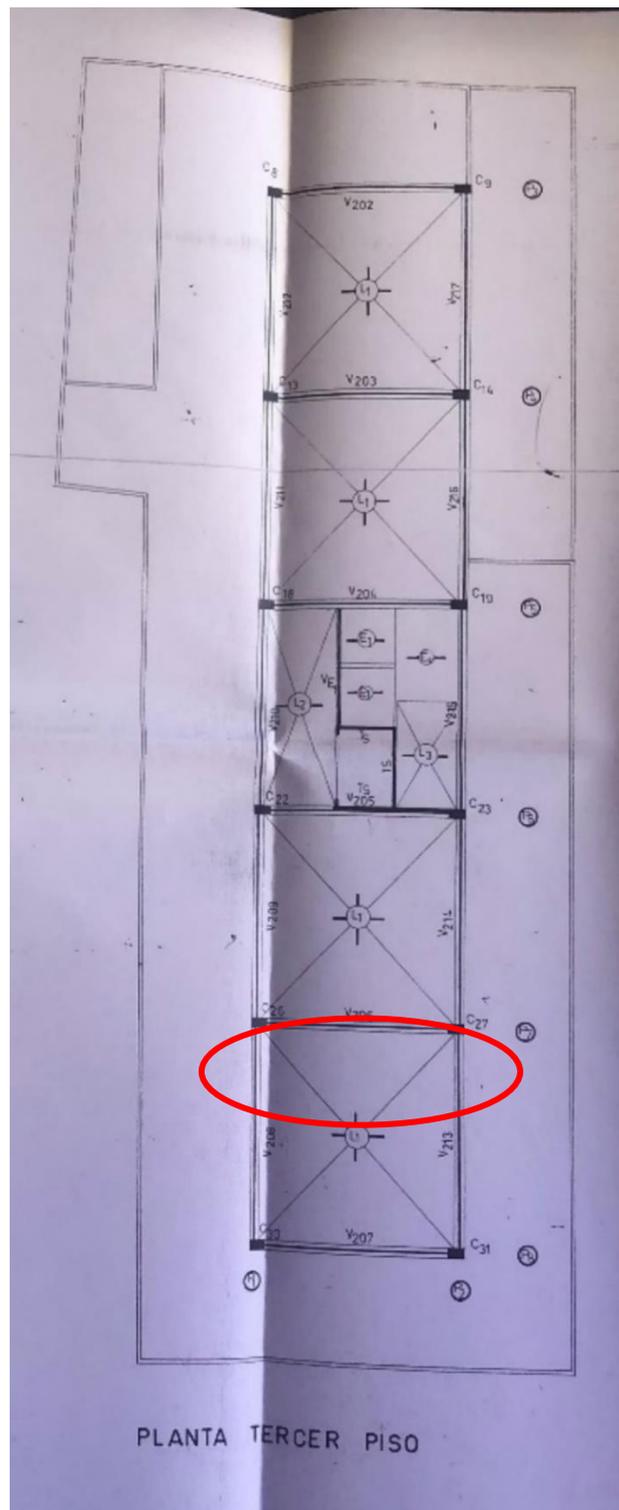


Imagen 7.1. Ubicación viga V206 en la planta del 3º piso

### 7.1.2.1 Propiedades sección

<b>Materiales</b>	
$f_c$ [MPa]	20,00
$f_r$ [MPa]	2,80
$f_y$ [MPa]	420,00
$E_c$ [MPa]	21019,04
$E_s$ [MPa]	200000,00
$n$	9,52
$(n-1)$	8,52

<b>Armadura</b>		N° barras	Sección [mm <sup>2</sup> ]
$d_{be}$ [mm]	6,00		
$d_{b'}$ [mm]	16,00	4,00	804,25
$d_b$ [mm]	16,00	6,00	1206,37

<b>Geometría</b>	
$h$ [mm]	750,00
$b$ [mm]	400,00
$A_h$ [mm <sup>2</sup> ]	317120,79
$Rec$ [mm]	25,00
$d$ [mm]	711,00
$d'$ [mm]	39,00

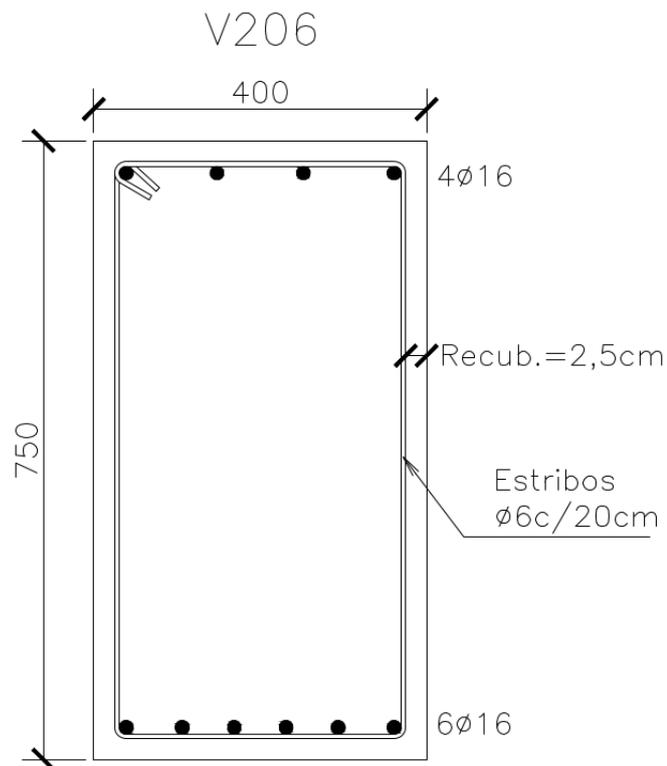


Imagen 7.2. Detalle sección V206

### 7.1.2.2 Inicio de figuración en zona de H° traccionado

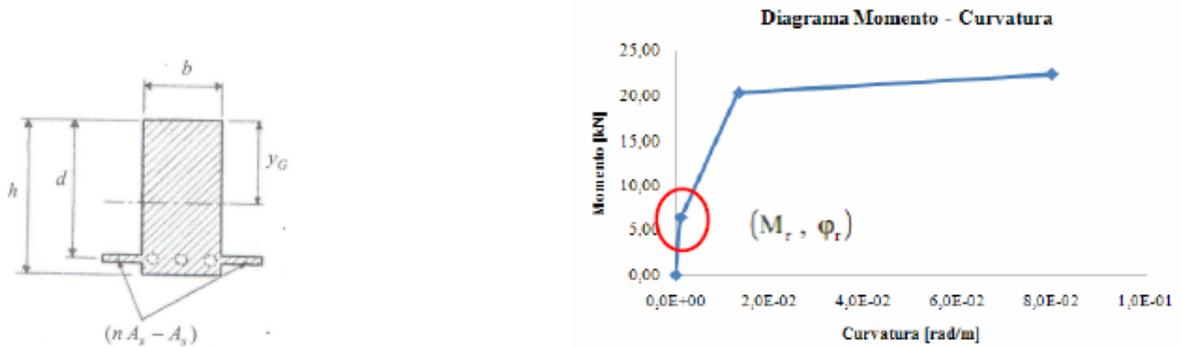


Imagen 7.3. Sección transversal y dimensiones características a considerar

- Momento flector para la fisuración del hormigón

Para una sección rectangular de altura h, eje baricéntrico  $y_G$ , y con momento de inercia respecto a este eje  $I_x$ , el momento es:

$$M_r = f_r \frac{I_x}{(h - y_G)}$$

$$f_r = 0,625 \times \sqrt{f'_c}$$

$$y_G = \frac{(b h) \frac{h}{2} + [(n-1) A_s] d}{A_h}$$

$$I_x = \frac{b h^3}{12} + b h \left( \frac{h}{2} - y_G \right)^2 + (n-1) A_s (d - y_G)^2$$

Para la determinación del Momento de Fisuración y la Curvatura en ese instante utilizamos la planilla armada por la catedra Estructuras de Hormigón, las cual presentan el siguiente resultado:

<b>Eje baricentrico (desde fibra más comprimida)</b>	
yG-H°	112500000,00
yG-As	7303729,45
yG-As'	267084,34
<b>yG [mm]</b>	<b>378,63</b>

<b>Momento de inercia</b>	
$I_x-H^o$ [mm <sup>4</sup> ]	14066448735,30
$I_x-A_s$ [mm <sup>4</sup> ]	1134811984,41
$I_x-A_s'$ [mm <sup>4</sup> ]	789934017,89
$I_x-r$ [mm <sup>4</sup> ]	15991194737,60
<b><math>I_x-r</math> [cm<sup>4</sup>]</b>	1599119,47
<b><math>I_x-r</math> [m<sup>4</sup>]</b>	<b>0,015991</b>

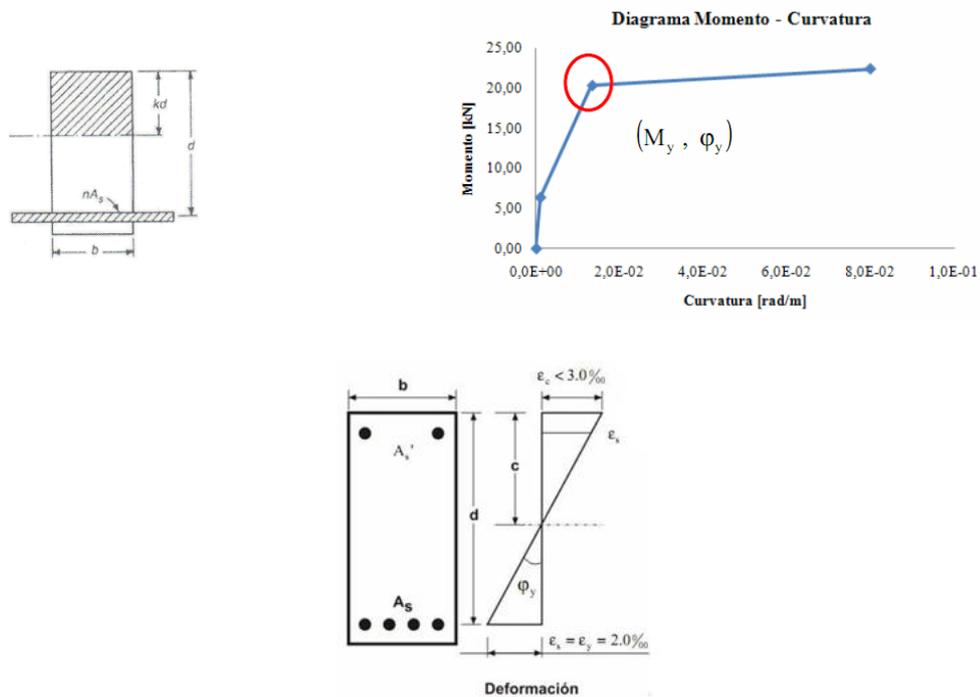
**$I_g$  [cm<sup>4</sup>]**  
 1406250,00

113,7      % de  $I_g$

<b>Momento de fisuración</b>	
<b><math>M_r</math> [kNm]</b>	<b>120,3557</b>

<b>Curvatura</b>	
<b><math>\phi_r</math> [rad/m]</b>	<b>3,58E-04</b>

### 7.1.2.3 Inicio de la plastificación de la armadura traccionada



*Imagen 7.4. Deformaciones en plastificación de la armadura traccionada*

- Determinación del momento y curvatura de fluencia. Se propone el siguiente proceso iterativo:
  - a) Se supone una posición "c" del eje neutro
  - b) Se calcula la deformación específica " $\epsilon_c$ " correspondiente a la fibra más comprimida

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

- c) Se calcula la tensión de esa fibra “f<sub>c</sub>” para la “ε<sub>c</sub>” calculada (según la ley constitutiva adoptada para el H°)
  - d) Se calcula la fuerza de compresión “C” (según el volumen del diagrama de tensiones de compresión)
  - e) Se calcula la deformación específica “ε<sub>s</sub>” correspondiente a cada capa de armadura traccionada comprimida
  - f) Se calcula la fuerza de tracción “T” o de compresión “C” en cada capa de armadura
  - g) Si la sumatoria de fuerzas de compresión y tracción no es aproximadamente cero, se itera modificando “c”
  - h) Se calcula el momento correspondiente al inicio de fluencia de la armadura “M<sub>y</sub>”, tomando momento de las fuerzas de compresión o tracción respecto a la armadura traccionada
  - i) Se calcula la curvatura de inicio de fluencia
- Determinación de la fuerza de compresión “C” en el H°

$$\phi_y = \frac{\epsilon_y}{(d - c)}$$

$$\epsilon_c = c \phi_y$$

Si  $\epsilon_c < \epsilon_o = \frac{2 f'_c}{E_c}$ , y considerando la ley constitutiva

según Hognestad (ley parabólica hasta  $\epsilon_o$ ):

$$f_c = f'_c \left( \frac{2 \epsilon_c - \epsilon_o}{\epsilon_o - \epsilon_o} \right)^2$$

La fuerza de compresión puede aproximarse por el producto entre: i) el área de la parábola del diagrama tensión –deformación; ii) ancho de la viga:

$$C \equiv \left( \frac{2}{3} f_c c \right) b$$

- Determinación de la fuerza en la armadura comprimida

$$\epsilon_s' = (c - d') \phi_y$$

$$\text{Si } \epsilon_s' \leq 2.0 \text{ ‰} : C' = E \epsilon_s' A_s'$$

$$\text{Si } \epsilon_s' > 2.0 \text{ ‰} : C' = f_y A_s'$$

- Determinación de la fuerza en la armadura traccionada

$$T = f_y \times A_s$$

- Verificación del equilibrio de fuerzas

$$C + C' - T \cong 0$$

- Momento para el inicio de la fluencia en la armadura

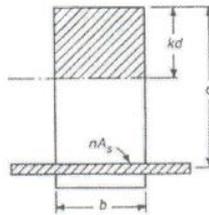
$$M_y = C \left( d - \frac{3}{8} c \right) + C' (d - d')$$

- Curvatura para el inicio de la fluencia en la armadura

$$\phi_y = \frac{\epsilon_y}{(d - c)}$$

- Momento de inercia respecto al eje baricéntrico

$$I_x = \frac{b c^3}{12} + b c \left( \frac{c}{2} \right)^2 + n A_s (d - c)^2 + (n - 1) A'_s (c - d')^2$$



*Imagen 7.5. Análisis de la sección transversal estudiada*

Para la determinación del Momento de Fisuración y la Curvatura en ese instante utilizamos la planilla armada por la catedra Estructuras de Hormigón, las cual presentan el siguiente resultado:

### INICIO PROCESO ITERATIVO

<b>Eje neutro (supuesto)</b>	
<b>c [mm]</b>	<b>240,33</b>

### Verificación de sumatoria de fuerzas

**C+C'-T [kN]      0,04**

<b>Fuerza de compresión en el H°</b>	
$\epsilon_y$ [adim]	0,002
$\phi_y$ [rad/m]	4,25E-03
$\epsilon_o$ [adim]	1,90E-03
$\epsilon_c$ [adim]	1,02E-03
$f_c$ [Mpa]	<b>5,76</b>
<b>C [kN]</b>	<b>369,11</b>

Verifica  $\epsilon_c < \epsilon_o$

<b>Fuerza en A° comprimida</b>	
$\epsilon_s'$ [adim]	0,00086
<b>C' [kN]</b>	<b>137,61</b>

Se verifica  $\epsilon_s' < 0,002$

<b>Fuerza en A° traccionada</b>	
<b>T [kN]</b>	<b>506,68</b>

### FIN PROCESO ITERATIVO

<b>Momento de fisuración</b>	
<b>My [kNm]</b>	<b>321,6436</b>

<b>Curvatura</b>	
$\phi_y$ [rad/m]	<b>4,25E-03</b>

<b>Momento de inercia</b>	
Ix-H° [mm <sup>4</sup> ]	1850813659,19
Ix-As [mm <sup>4</sup> ]	2542911655,51
Ix-As' [mm <sup>4</sup> ]	277588074,85
Ix-y [mm <sup>4</sup> ]	4671313389,55
<b>Ix-y [cm<sup>4</sup>]</b>	467131,34
<b>Ix-y [m<sup>4</sup>]</b>	<b>0,004671</b>

**Ig [cm<sup>4</sup>]**  
1406250,00

33,22      % de Ig

#### 7.1.2.4 Estado último

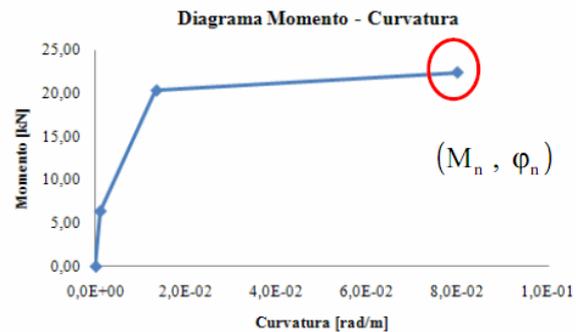
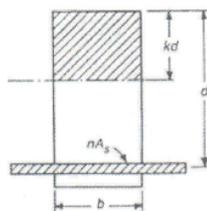


Imagen 7.6. Diagrama Momento-Curvatura en estado último

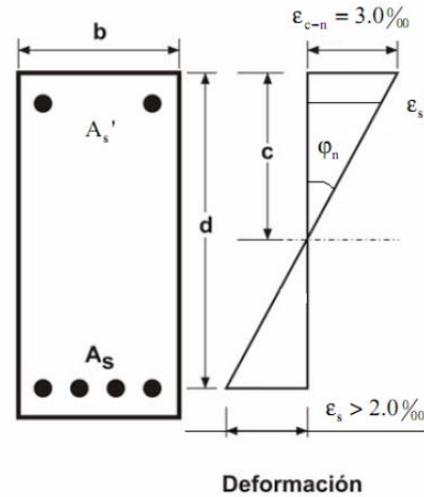


Imagen 7.7. Deformaciones en Estado último

- Determinación de la fuerza de compresión “C” en el H°

$$\varphi_n = \frac{\varepsilon_{c-n}}{c}$$

La fuerza de compresión puede aproximarse según el volumen del diagrama de tensiones equivalentes:

$$C \cong 0.85 f'_c a b = 0.85 f'_c (0.85 c) b$$

- Determinación de la fuerza en la armadura comprimida

$$\varepsilon_s' = (c - d') \varphi_n$$

$$\text{Si } \varepsilon_s' \leq 2.0 \text{ ‰} : C' = E \varepsilon_s' A_s'$$

$$\text{Si } \varepsilon_s' > 2.0 \text{ ‰} : C' = f_y A_s'$$

- Determinación de la fuerza en la armadura traccionada

$$T = f_y \times A_s$$

- Verificación del equilibrio de fuerzas

$$C + C' - T \cong 0$$

- Momento nominal

$$M_n = C \left( d - \frac{a}{2} \right) + C' (d - d')$$

$$M_n = C \left( d - \frac{0.85 c}{2} \right) + C' (d - d')$$

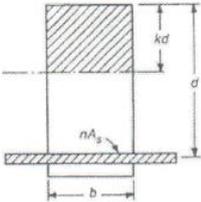
$$M_n = C (d - 0.425 c) + C' (d - d')$$

- Curvatura para el momento nominal

$$\phi_n = \frac{\epsilon_{c-n}}{c}$$

- Momento de inercia respecto al eje baricéntrico

$$I_x = \frac{b c^3}{12} + b c \left( \frac{c}{2} \right)^2 + n A_s (d - c)^2 + (n - 1) A'_s (c - d')^2$$



*Imagen 7.8. Dimensiones características de la sección transversal*

Para la determinación del Momento de Fisuración y la Curvatura en ese instante utilizamos la planilla armada por la cathedra Estructuras de Hormigón, las cual presentan el siguiente resultado:

**INICIO PROCESO ITERATIVO**

<b>Eje neutro (supuesto)</b>	
<b>c [mm]</b>	<b>59,19</b>

<b>Verificación de sumatoria de fuerzas</b>	
<b>C+C'-T [kN]</b>	<b>0,04</b>

<b>Fuerza de compresión en el H°</b>	
$\epsilon_y$ [adim]	0,002
$\epsilon_{c-n}$ [adim]	0,003
$\phi_n$ [rad/m]	5,07E-02
<b>C [kN]</b>	<b>342,12</b>

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

Fuerza en A° comprimida	
$\epsilon_s'$ [adim]	0,00102
<b>C'</b> [kN]	<b>164,60</b>

Se verifica  $\epsilon_s' < 0,002$

Fuerza en A° traccionada	
$\epsilon_s$ [adim]	0,03304
<b>T</b> [kN]	<b>506,68</b>

Verifica

### FIN PROCESO ITERATIVO

Momento nominal	
<b>Mn</b> [kNm]	<b>345,2508</b>

Curvatura para Mn	
$\phi_n$ [rad/m]	<b>5,07E-02</b>

Momento de inercia	
$I_x-H^\circ$ [mm <sup>4</sup> ]	27649275,54
$I_x-As$ [mm <sup>4</sup> ]	4876859849,95
$I_x-As'$ [mm <sup>4</sup> ]	2791620,99
$I_x-y$ [mm <sup>4</sup> ]	4907300746,49
<b><math>I_x-y</math> [cm<sup>4</sup>]</b>	490730,07
<b><math>I_x-y</math> [m<sup>4</sup>]</b>	<b>0,004907</b>

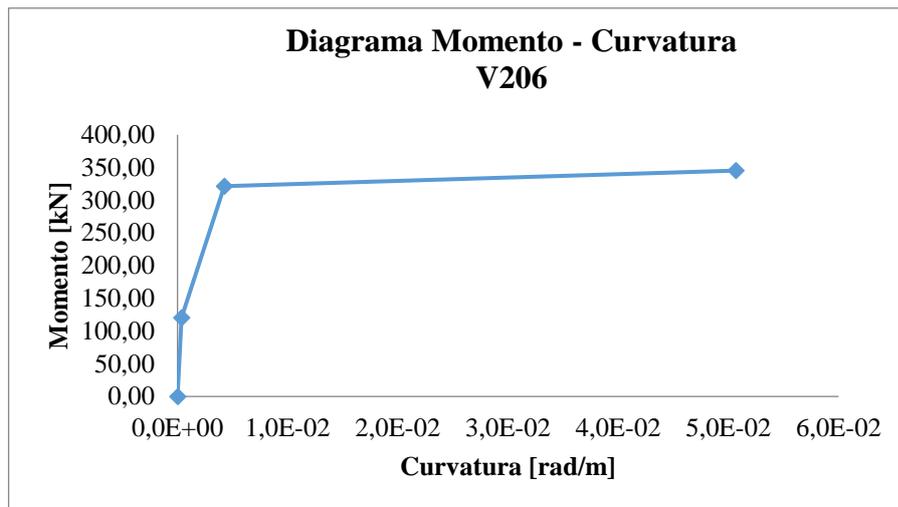
<b>Ig</b> [cm <sup>4</sup> ]
1406250,00

34,90 % de Ig

#### 7.1.2.5 Diagrama Momento-Curvatura obtenido

Se juntan los resultados obtenidos anteriormente y se representan un único grafico obteniendo:

	Curvatura	Momento
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	120,36
<b>Fluencia</b>	4,25E-03	321,64
<b>Nomina</b>	5,07E-02	345,25
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,9</b>	



*Imagen 7.9. Diagrama Momento-Curvatura viga V206*

El valor correspondiente a la ductilidad de curvatura se obtiene como la relación entre la curvatura última y la correspondiente al inicio de la fluencia en el acero, es decir;

$$\text{Ductilidad de curvatura} = \frac{\varphi_n}{\varphi_y} = \frac{5,07 \times 10^{-2}}{4,25 \times 10^{-3}} = 11,9$$

Una vez obtenido el diagrama Momento – Curvatura de la viga analizada, se procede a extraer el valor de Momento Nominal de la viga V206.

$$M_n = 345,25 \text{ kN}$$

### 7.1.3 Verificación Momento Nominal en vigas de 3er Nivel

Una vez obtenido el valor del momento nominal ( $M_n$ ) de la viga 206, se exporta desde el Software Robot Estructural el valor del momento último ( $M_u$ ) de dicha viga.

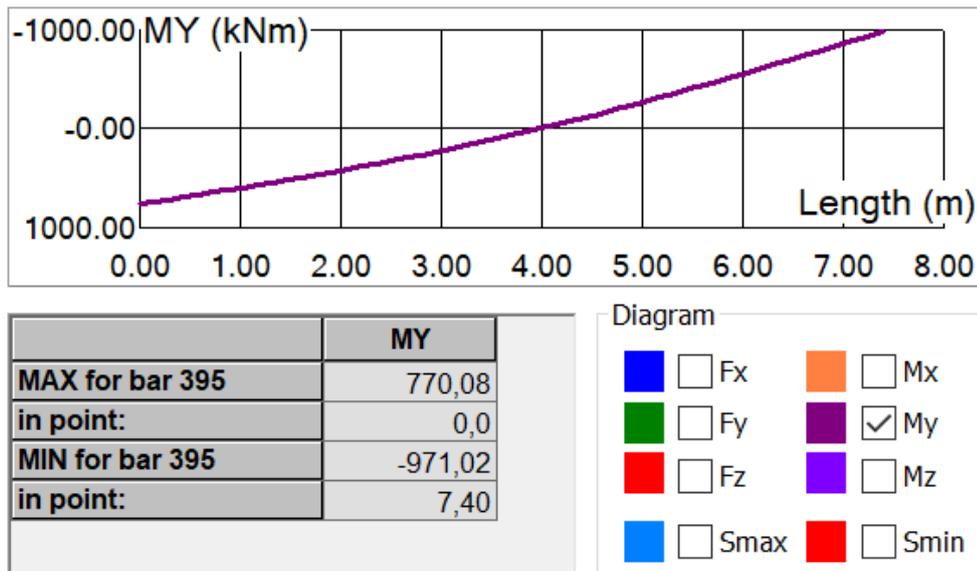


Imagen 7.10. Diagrama momento flector viga V206

$$M_y = -971,02 \text{ kN}$$

Se debe verificar que:

$$M_d \geq M_u \rightarrow \phi * M_n \geq M_u$$

Diagrama M-C  
Software (2)

Nivel	Denominacion	Mn [kNm]	Combinacion	Mu [kNm]	Verificación Mn ≥ Mu	Relación Md / Mu
3° Piso	V206	345,25	5	971,02	No Verifica	0,32

Tabla 7.2. Verificación a flexión Viga V206

Al igual que con los diagramas Momento-Curvatura, se adjuntan en Anexo los resultados obtenidos para las demás vigas del 3° Piso, y los niveles restantes hasta la Terraza del edificio.

A continuación, se adjunta una planilla resumen, donde se observa el estado de cada una de las vigas analizadas, y poder así sacar una conclusión de su estado actual.

Se adopta el siguiente criterio:

- Si:  $M_d/M_u < 0,80 \rightarrow$  "No Verifica"
- Si:  $0,80 \leq M_d/M_u \leq 1 \rightarrow$  "Aceptable"
- Si:  $M_d/M_u > 1 \rightarrow$  "Verifica"



3° Piso																
Nivel	V202	V203	V204	V205	V206	V207	V208	V212	V213	V217	V209	V210	V211	V214	V215	V216
Denominación	No Verifica															
Condición	0,15	0,21	0,36	0,66	0,32	0,23	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,51	0,52	0,52	0,50
Relación Md / Mu																
4° Piso																
Nivel	V218	V219	V220	V221	V222	V223	V224	V228	V233	V225	V226	V227	V229	V230	V231	V232
Denominación	No Verifica															
Condición	0,17	0,23	0,38	0,65	0,35	0,26	0,55	0,55	0,56	0,53	0,54	0,53	0,48	0,53	0,54	0,53
Relación Md / Mu																
5° Piso																
Nivel	V518	V519	V520	V521	V522	V523	V524	V528	V529	V533	V525	V526	V527	V530	V531	V532
Denominación	No Verifica															
Condición	0,21	0,28	0,44	0,63	0,39	0,31	0,62	0,63	0,63	0,63	0,61	0,61	0,61	0,60	0,62	0,60
Relación Md / Mu																
6° Piso																
Nivel	V618	V619	V620	V621	V622	V623	V624	V628	V629	V633	V625	V626	V627	V630	V631	V632
Denominación	No Verifica	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	No Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica	Acceptable	No Verifica					
Condición	0,28	0,35	0,53	0,65	0,45	0,38	0,81	0,82	0,81	0,82	0,76	0,78	0,77	0,76	0,84	0,76
Relación Md / Mu																
7° Piso																
Nivel	V718	V719	V720	V721	V722	V723	V724	V728	V729	V733	V725	V726	V727	V730	V731	V732
Denominación	No Verifica	Acceptable														
Condición	0,39	0,45	0,63	0,67	0,50	0,45	0,89	0,90	0,90	0,91	0,81	0,83	0,81	0,81	0,93	0,81
Relación Md / Mu																
8° Piso																
Nivel	V818	V823	V819	V822	V820	V821	V824	V825	V826	V827	V828	V829	V830	V831	V832	V833
Denominación	No Verifica	No Verifica	Acceptable	No Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Condición	0,46	0,42	0,84	0,76	1,38	1,22	1,06	1,10	1,25	1,12	1,04	1,05	1,09	1,50	1,09	1,05
Relación Md / Mu																
Terraza																
Nivel	V918	V923	V919	V922	V920	V921	V924	V925	V926	V927	V928	V929	V930	V931	V932	V933
Denominación	Verifica	No Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Condición	1,00	0,71	1,90	1,41	2,32	1,98	3,15	2,86	2,43	2,87	3,11	3,15	2,86	2,24	2,89	3,18
Relación Md / Mu																

Tabla 7.3. Verificación a flexión de las vigas del 3° Nivel

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	-----------------------	---

Tomando como ejemplo representativo las vigas resaltadas en la imagen anterior, se observa el trabajo de diseño que se ha optado, incrementado tanto la geometría como la cuantía para contrarrestar los momentos últimos actuantes en las vigas.

Si bien los últimos niveles (Terraza y Planta 8) verifican a tracción, se ve que la situación empeora a partir de la planta 6 y 7. Y finalmente desde la planta 5 hacia abajo, las vigas no cumplen con las solicitaciones requeridas para un diseño eficiente.

Otro punto importante destacable es la pérdida de ductilidad obtenida por el mismo aumento de armadura traccionada. Si bien se gana un aumento de momento nominal, se debe ser precavidos a la hora de dimensionar ya que se obtiene una importante pérdida de ductilidad.

Recordar que los factores que pueden **augmentar** el momento nominal de una viga a igual sección de hormigón son:

- Aumentar la armadura inferior traccionada
- Disminuir la armadura superior comprimida
- Aumento de carga axial
- Aumento de confinamiento

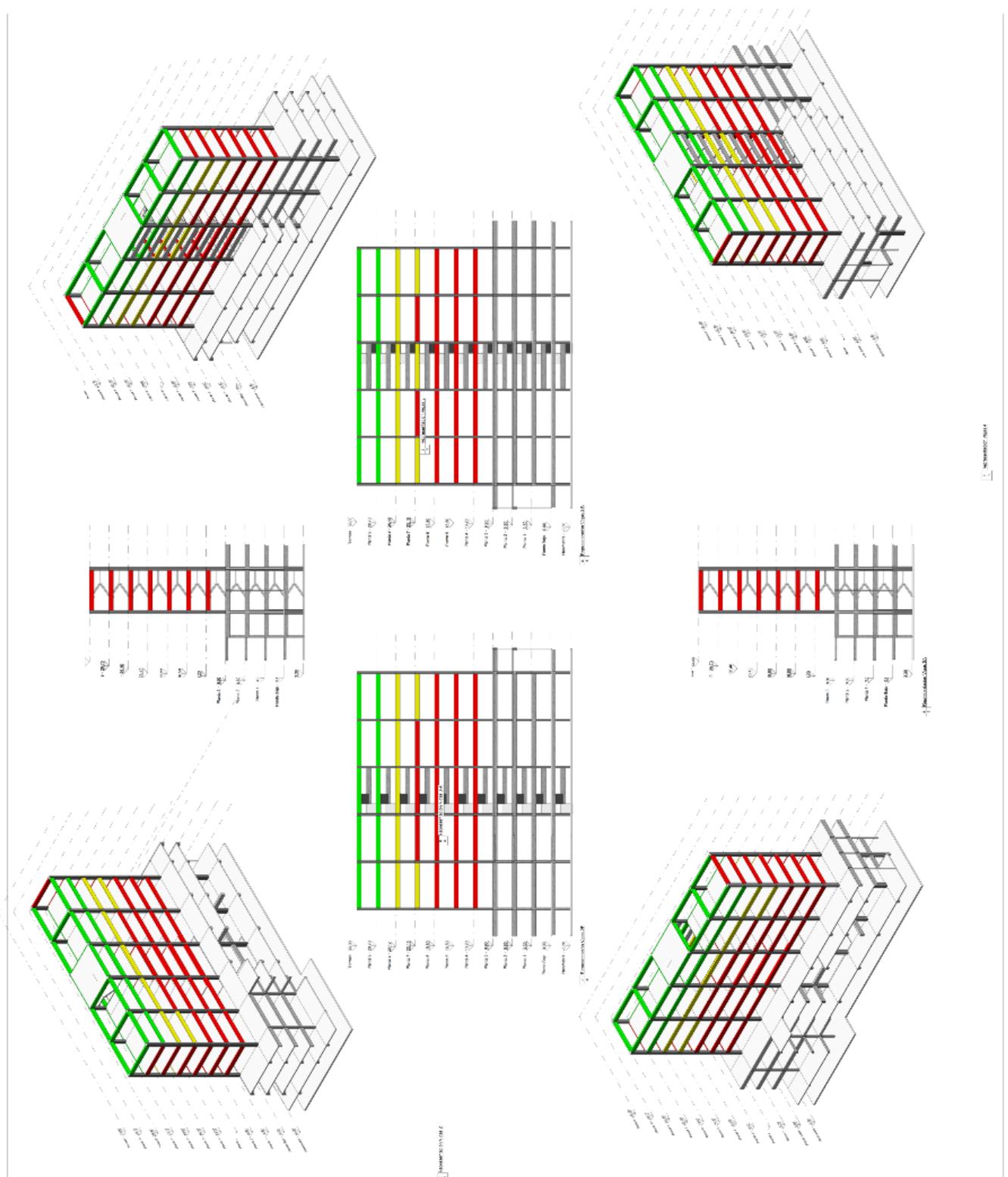


Imagen 7.11. Cortes y vistas del edificio diferenciando por colores los diferentes resultado

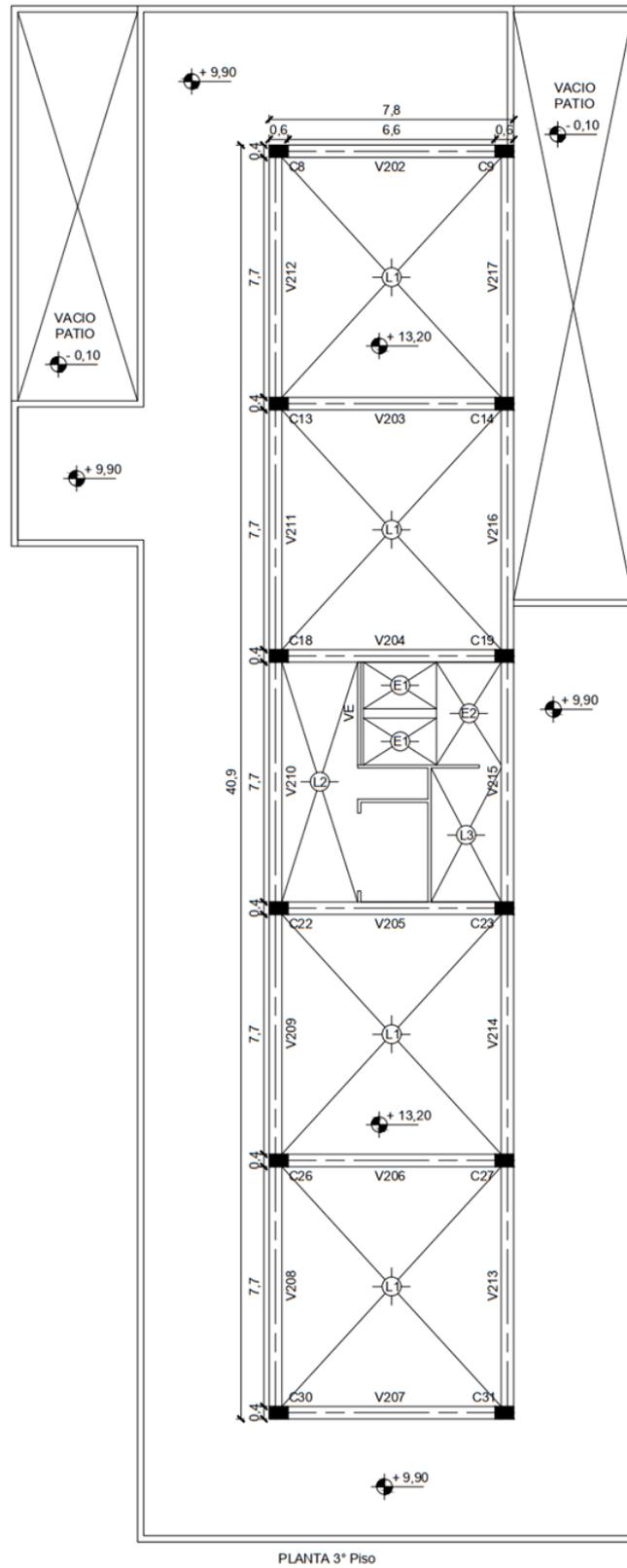


Imagen 7.12. Planta de estructura 3° Piso

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS
---	-----------------------	--

## 7.2 Secciones de columnas

### 7.2.1 Inercia Efectiva

Con respecto a las columnas, todas son de sección rectangular y son solicitadas en sus extremos por las vigas adyacentes. Se diferencian dos tipos de columnas: columnas interiores y columnas exteriores. Tal análisis fue captado del Ejemplo del INPRES CIRSOC 103 Parte II (*ejemplo de diseño sísmico de un edificio estructurado con pórticos de hormigón armado*)

$$I_{e(\text{ext})} = 0,60I_g(\text{exteriores})$$

$$I_{e(\text{int})} = 0,80I_g(\text{interiores})$$

Entonces, se trabajó de la siguiente manera: se definen columnas interiores (por nivel) y se le aplica el factor de 0,80 a la inercia a través del software; luego se realiza lo mismo con las columnas exteriores (aplicando el factor de 0,60 a la inercia bruta).

### 7.2.2 Columnas a Flexión Compuesta Uniaxial

Cuando un elemento estructural está sometido a una compresión axial combinada con un momento flector conviene reemplazar la carga axial y el momento por su carga equivalente, es decir la carga axial aplicada a una excentricidad  $e = M/P$ .

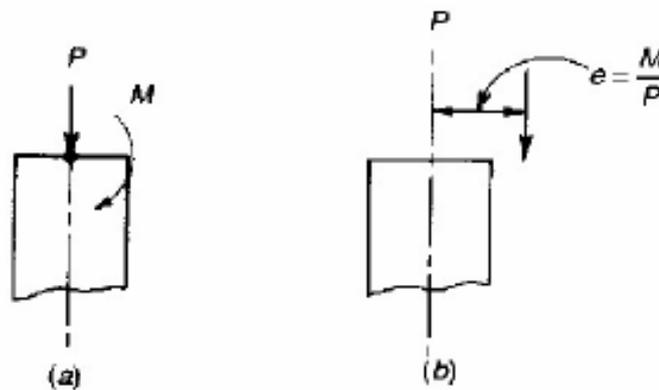


Imagen 7.12. Análisis de carga excéntrica en columnas

De acuerdo sea el valor de “e” la sección puede estar solicitada a una compresión dominante y su falla será por aplastamiento en el hormigón, caso contrario podrá estar solicitada a tracción y su falla se producirá por fluencia en el acero en la zona más traccionada.

Por lo tanto, el diseño de las columnas con el citado estado de carga se apoya en el concepto de CARGAS MAYORADAS cuya inecuación básica y conocida es:

<b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 79 de 167</b>
--	-----------------	-------------------------

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
---	-----------------------	---

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

### 7.2.3 Diagrama de Interacción

Para el siguiente análisis sobre columnas, se construye un diagrama de interacción, el cual define la carga y el momento de falla de cada columna en un intervalo completo de excentricidades, es decir, de cero a infinito. Para cualquier excentricidad existe un solo par de valores de  $P_n$  y  $M_n$  que producirán un estado inminente de falla.

El par de valores  $P_n$ - $M_n$  puede representarse como un punto en el Diagrama de Interacción. Por lo tanto, realizando el mismo procedimiento para distintos valores de excentricidades, se podrá obtener la curva del diagrama.

Para una columna con sección de hormigón y armadura determinada, el diagrama de interacción puede construirse fácilmente eligiendo valores sucesivos de distancias al eje neutro desde  $P_o=0$  hasta  $M_d=0$

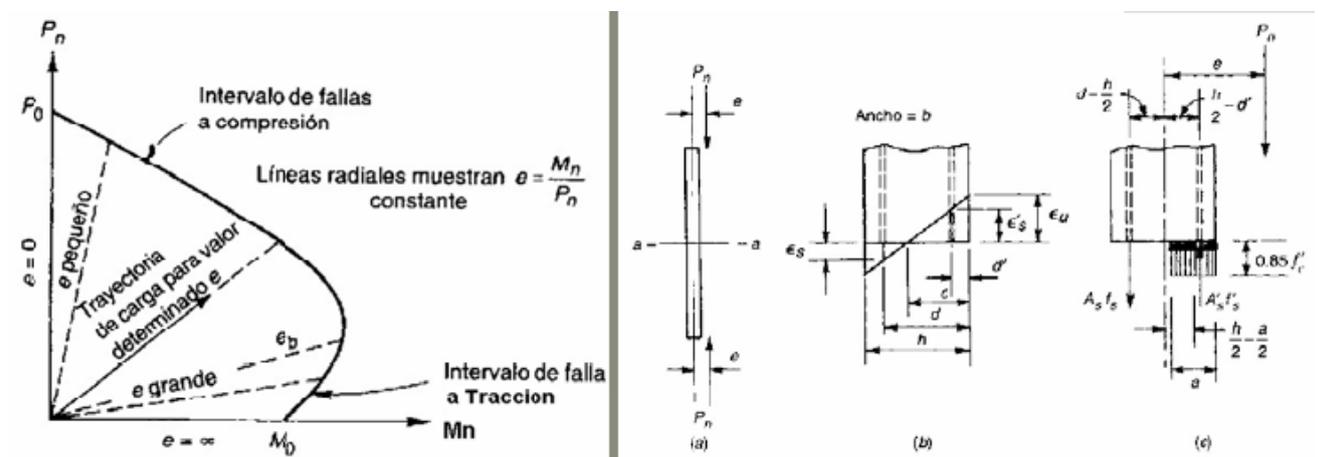


Imagen 6.13. Diagrama de interacción entre carga axial y momento

El esfuerzo axial ( $P_n$ ) y el Momento ( $M_n$ ) pueden determinarse con las siguientes expresiones de tal manera que esos dos valores definen un único punto en el diagrama de interacción:

$$P_n = 0.85 f'_c a b + A'_s f'_s - A_s f_s$$

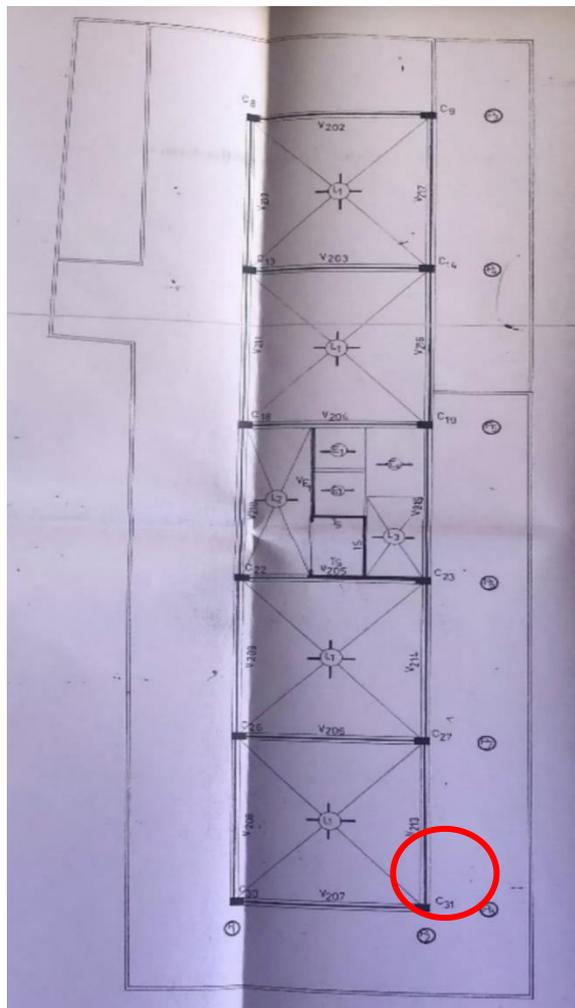
$$M_n = P_n e = 0.85 f'_c a b \left( \frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + A'_s f'_s \left( \frac{h}{2} - d' \right) + A_s f_s \left( d - \frac{h}{2} \right)$$

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

El cálculo puede repetirse para valores sucesivos de distancia al eje neutro con el fin de trazar la curva que define los límites de la resistencia.

Se procederá a verificar las secciones de las bases de todas las columnas correspondientes al 3° Piso, donde termina el basamento y comienza la torre del edificio.

A continuación, se muestra el paso a paso del proceso de cálculo para la obtención del diagrama de interacción, correspondiente a la columna C27 del 3° Piso. El mismo proceso será aplicado a todas las columnas restantes, y sus diagramas se adjuntarán en el Anexo correspondiente.



*Imagen 7.14. Ubicación columna C27 en la planta a analizar*

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

### 7.2.3.1 Propiedades sección

Columna	Geometría			Armadura				Ast [mm <sup>2</sup> ]	ρ
	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Ag [mm <sup>2</sup> ]	Armadura en "h"		Armadura en "h"			
				n°	∅ [mm]	n°	∅ [mm]		
C27	600	400	240000	8	20	5	20	8168,14	0,034

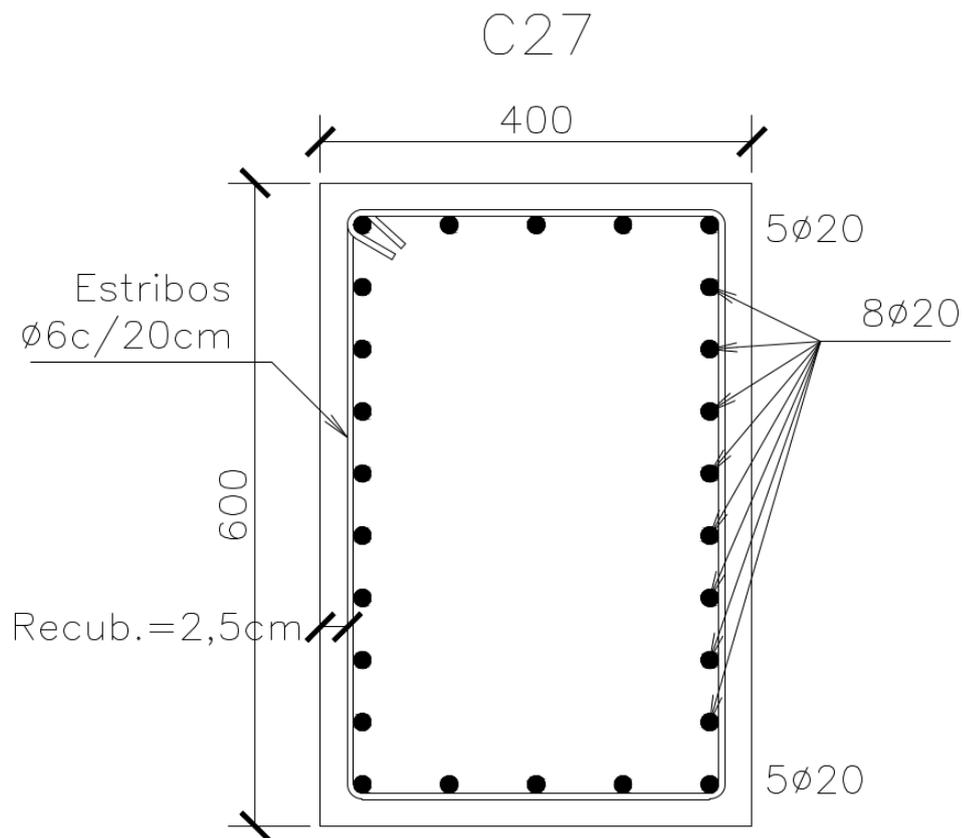


Imagen 7.15. Detalle sección C27

### 7.2.3.2 Planilla CIRSOC-Flex

A continuación, el paso a paso para la obtención del diagrama de interacción.

Comenzamos definiendo las propiedades de los materiales.

MATERIALES:			
Resistencia especificada a compresión del hormigón =	$f_c =$	20	MPa
Tensión de fluencia especificada de la armadura =	$f_y =$	420	MPa

Imagen 7.16. Primer paso planilla CIRSOC-Flex

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	---

Luego, se selecciona la opción en la que se desea trabajar. Para este caso en particular, se busca verificar una sección ya dimensionada, por ende, se revisa la ventana correspondiente a “VERIFICACIONES”. Finalmente, en función de la forma de la sección y del tipo de esfuerzo al que se encuentra sometida la sección, se opta por “SECCIONES RECTANGULARES EN FLEXION COMPUESTA RECTA”.

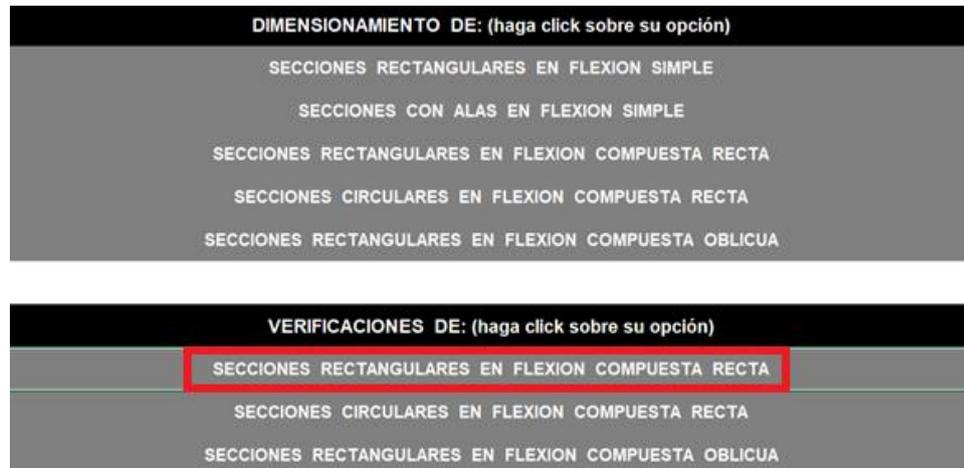


Imagen 7.17. Segundo paso planilla CIRSOC-Flex

Se procede a continuación a cargar los datos necesarios para el cálculo del diagrama. Se comienza con algunos datos generales, en el cual solo se debe determinar tipo de estribos, ya que las propiedades de los materiales se arrastran del paso anterior (al igual que los coeficientes que intervienen, los cuales son definidos en el primer paso al momento de seleccionar el reglamento con el que vamos a trabajar).

1.- DATOS GENERALES

REGLAMENTO DE REFERENCIA: CIRSOC 201-05			
Resistencia especificada a compresión del hormigón =	$f_c =$	20	MPa
Tensión de fluencia especificada de la armadura =	$f_y =$	420	MPa
Tipo de Estribado : 1 = estribos cerrados ; 2 = zunchos		1	
$P_n$ (max) =	$0,8 P_o$		
$P_o =$	$0,85 f_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$		
Módulo de elasticidad del acero =	$E_s =$	200000	MPa
Deformación de fluencia del acero =	$\epsilon_y =$	2,100	%
Factor que relaciona la altura del bloque de tensiones de compresión rectangular equivalente con la profundidad del eje neutro =	$\beta_1 =$	0,850	
Cuántía mínima de la armadura traccionada =	$\rho_{min} =$	0,0033	
Factor de reducción de la resistencia. Secciones controladas por compresión =	$\phi =$	0,65	
Factor de reducción de la resistencia. Secciones controladas por tracción =	$\phi =$	0,90	

Imagen 7.18. Tercer paso planilla CIRSOC-Flex

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
---	-----------------------	--

El paso siguiente consiste en determinar la sección geométrica de la columna, determinando sus dimensiones.

### 2.- DATOS DE LA SECCION TRANSVERSAL

Ancho del borde comprimido de la sección transversal =	b =	<b>0,40</b>	m
Altura total de la sección transversal =	h =	<b>0,60</b>	m
Ancho del hueco =	b_h =	<b>0,00</b>	m
Altura del hueco =	h_h =	<b>0,00</b>	m

*Imagen 7.19. Cuarto paso planilla CIRSOC-Flex*

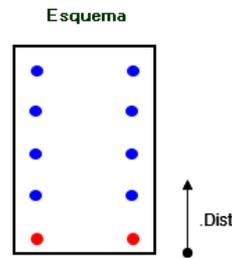
Al momento de cargar la armadura de la sección, la planilla permite distribuirla en 5 capas, entonces se procede a adaptar la armadura a dicha distribución de manera tal que la sección  $A_{st}$  de armadura sea la correspondiente, quedando de la siguiente manera.

### 3.- DISTRIBUCIÓN DE ARMADURAS

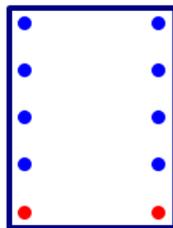
Cada nivel de armaduras es definido por su centro de gravedad y la distancia al lado inferior de la sección. Si algún nivel de armadura no existe debe ser considerado cero. Para cada nivel debe definirse la sección de armadura y la posición de su centro de gravedad.

Pos. 1: Nivel inferior de armaduras. Las armaduras de este nivel no pueden ser nulas.

Posición	Dist. [m]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]
5	<b>0,559</b>	<b>22,000</b>
4	<b>0,430</b>	<b>12,570</b>
3	<b>0,300</b>	<b>12,570</b>
2	<b>0,171</b>	<b>12,570</b>
1	<b>0,041</b>	<b>22,000</b>



**Esquema de la sección en estudio**



El número de barras por nivel es indicativo. El esquema muestra si un nivel existe o no y su posición dentro de la sección de hormigón.

Los puntos rojos representan la armadura inferior. Si los puntos rojos no han quedado como armadura inferior se debe revisar la entrada de datos.

Area total de la armadura longitudinal no tesa =	$A_{st}$ =	81,710	[cm <sup>2</sup> ]
Cuantía geométrica total =	$\rho$ =	0,034	

*Imagen 7.20. Quinto paso planilla CIRSOC-Flex*

Finalmente, se obtiene el diagrama de interacción, con sus puntos característicos.

**6.- PUNTOS CARACTERÍSTICOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN**

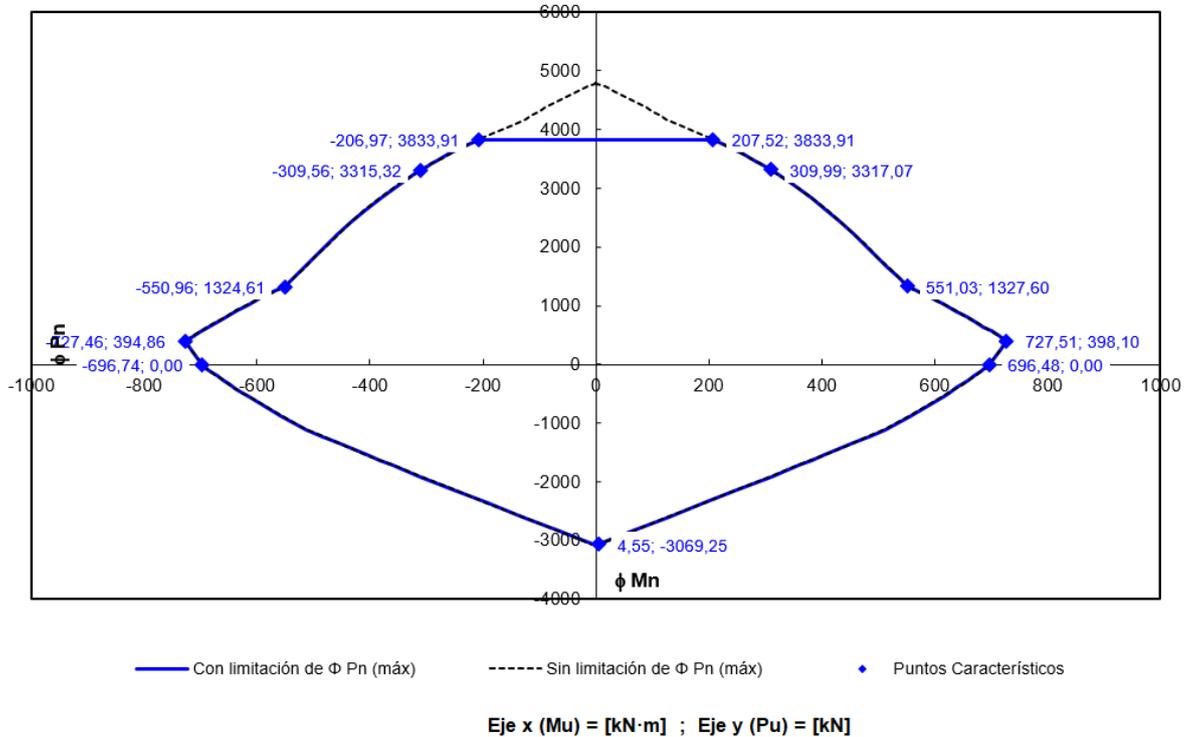


Imagen 7.21. Sexto paso planilla CIRSOC-Flex

Por último, esos puntos característicos se cargan en una planilla de Excel, obteniendo la misma gráfica para poder seguir trabajando sobre esta última.

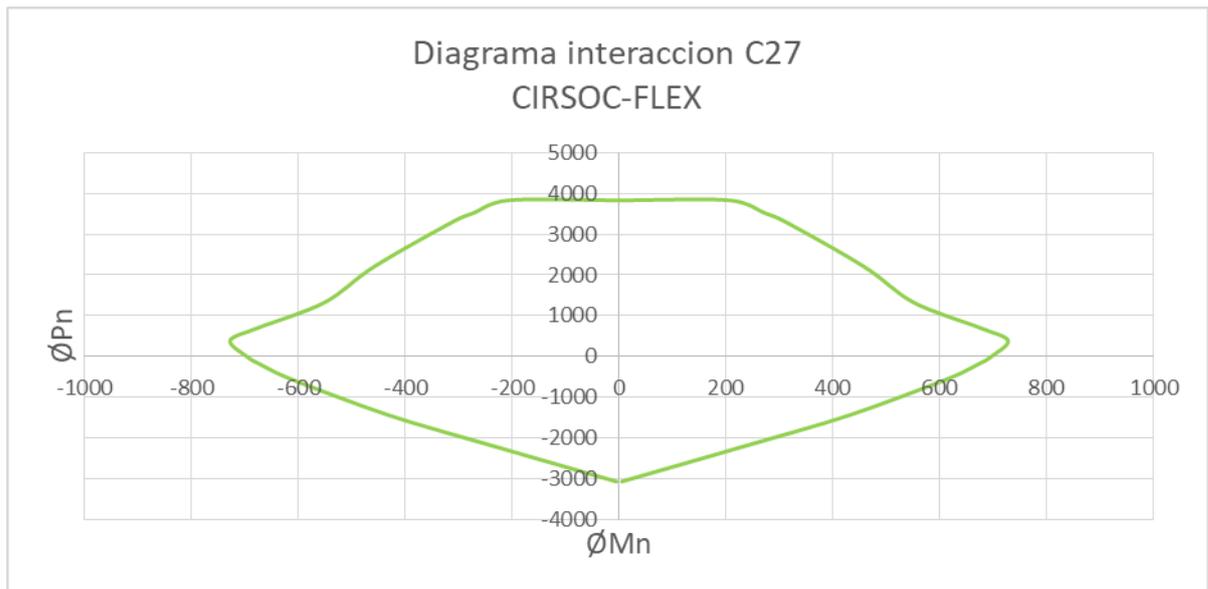
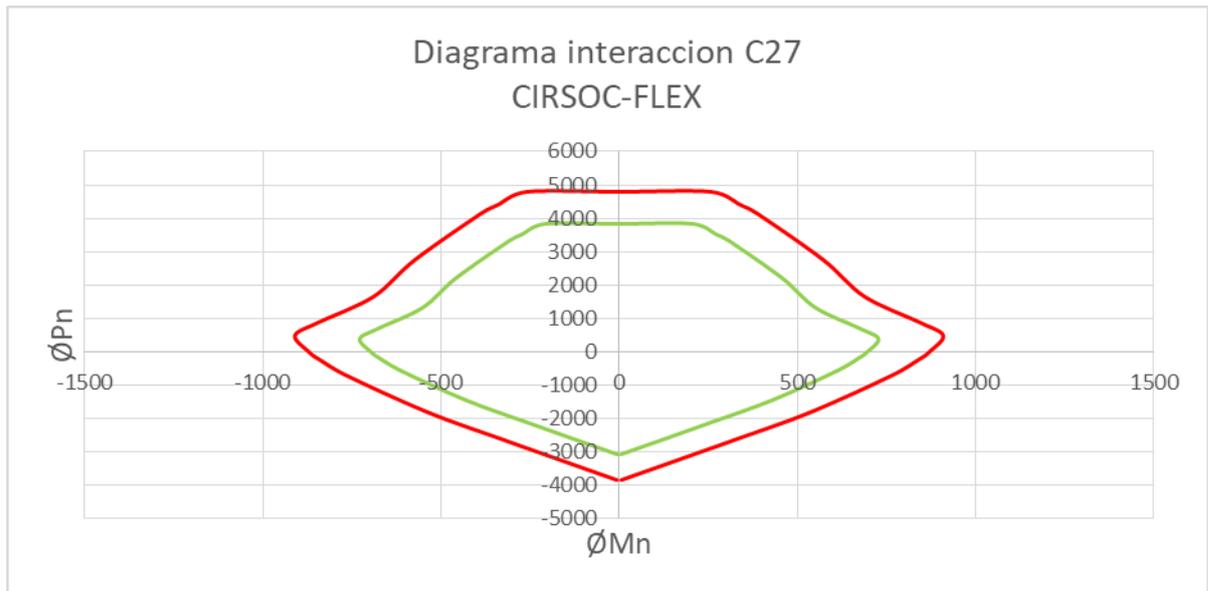


Imagen 7.22. Diagrama de interacción para columna C27

Ahora bien, a los datos obtenidos del gráfico anterior, se le aplica una mayoración del 20% para tener un rango de mayor aceptabilidad: se busca adoptar un criterio de ponderación en donde no necesariamente deba aceptarse o rechazarse la columna, sino que se pueda trabajar con un grupo de columnas que estén próximas a cumplir con las condiciones propuestas por la Reglamentación actual.



*Imagen 7.23. Diagrama de interacción para columna C27 mayorado*

#### 7.2.4 Verificación de Momento Nominal de Columna 3er Nivel

Se obtienen del Software Robot Structural los valores de  $P_u$  y  $M_u$  de la columna C27 para cada combinación de cargas.

Se adjuntan a continuación, a modo de demostración, los diagramas de la columna C27, únicamente para la combinación 1.

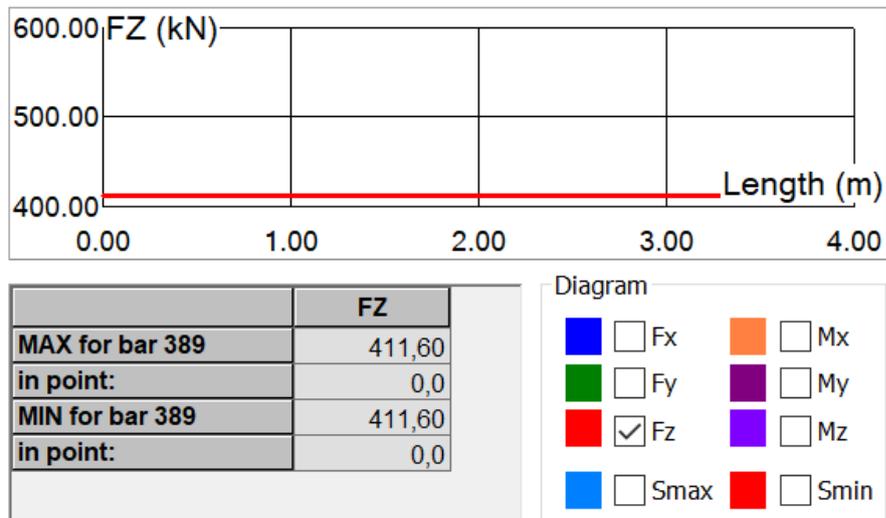


Imagen 7.24. Diagrama esfuerzo normal columna C27

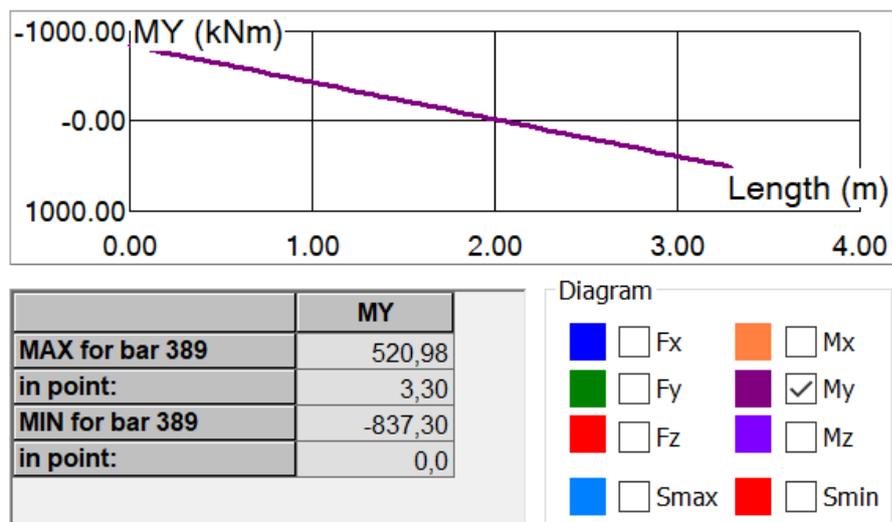


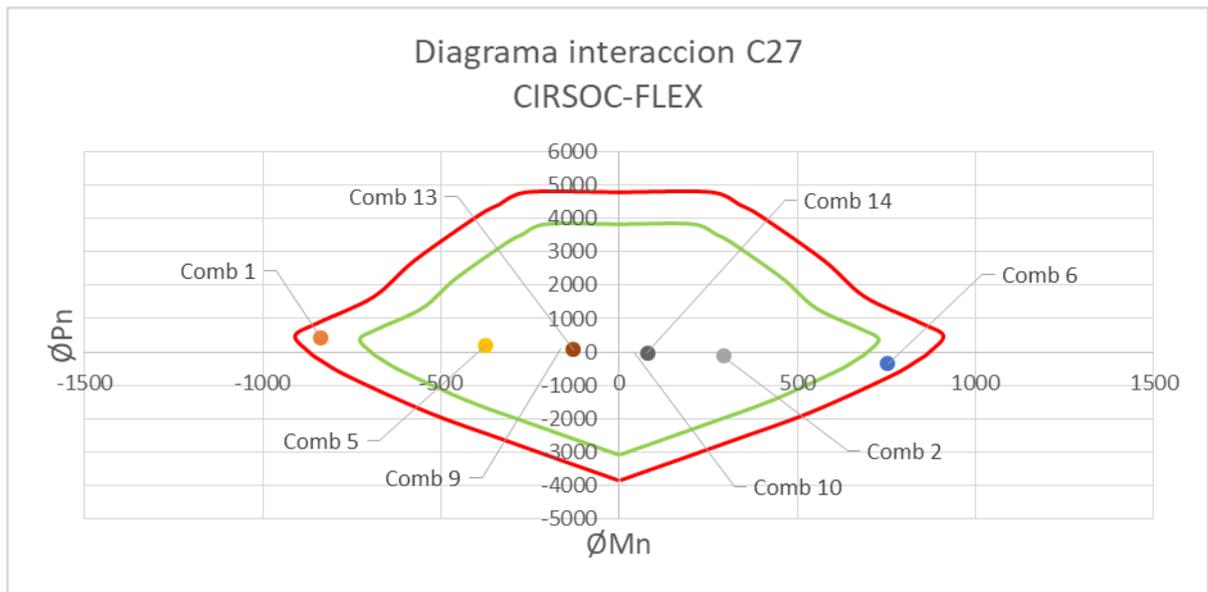
Imagen 7.25. Diagrama momento flector columna C27

Finalmente, los esfuerzos para todas las combinaciones son:

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	411,6	-837,3
2	-127,7	291,69
5	182,14	-376,27
6	-357,16	752,71
9	85,51	-163,95
10	-13,8	43,85
13	68,24	-128,43
14	-31,07	79,37

*Tabla 7.2. Cargas axiales y momentos más desfavorables de cada combinación de carga*

Luego se grafican dichos puntos en el mismo diagrama de interacción obtenido anteriormente, para observar claramente que combinaciones verifican y cuáles no o se encuentran en el rango de aceptabilidad (si es que caen dentro o fuera del diagrama correspondiente).



*Imagen 7.26. Diagrama de interacción para columna C27 mayorado, con los valores de las diferentes combinaciones de carga*

Observando resultados para C27, todos los puntos caen dentro del diagrama de interacción original de la sección excepto dos puntos, correspondientes a las combinaciones 1 y 6, los cuales caen fuera del diagrama original pero dentro del margen de seguridad adoptado (20%) por lo que se puede considerar que la columna C27 sí verifica.

Designación	Combinaciones		
	Verifica	Dentro 25%	No Verifica
C27	2-5-9-10-13-14	1-6	-

*Tabla 7.3. Verificación a flexo compresión columna C27*

Por otra parte, realizando el mismo procedimiento para una columna del extremo de la torre, como por ejemplo C9, se obtiene el siguiente diagrama de interacción con sus respectivas combinaciones.

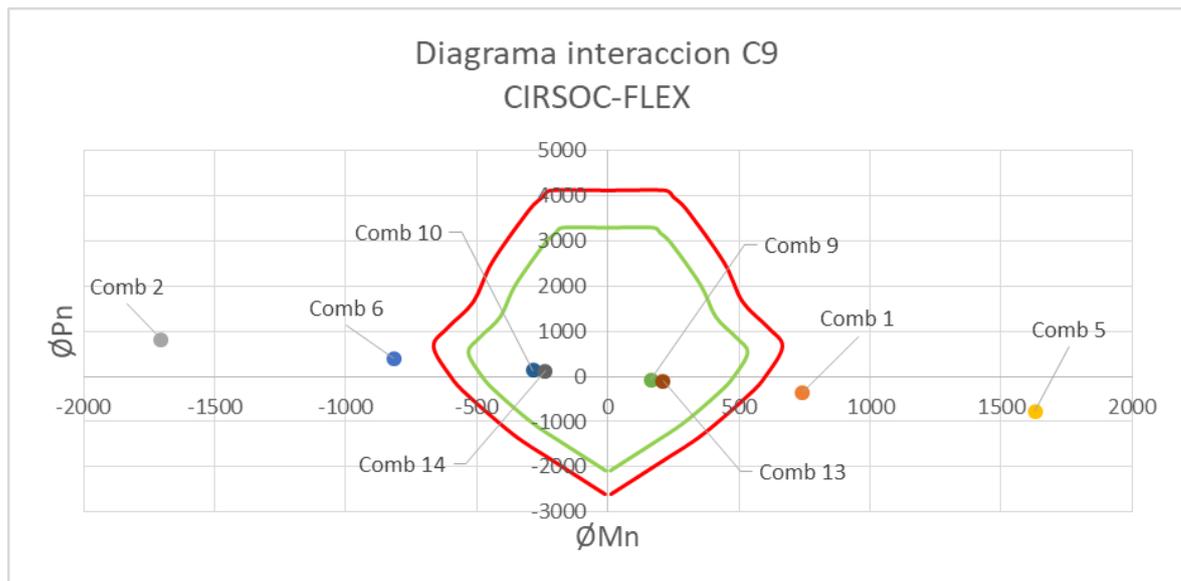


Imagen 7.27. Diagrama de interacción para columna C9 mayorado, con los valores de las diferentes combinaciones de carga

En éste caso para C9 se analiza que, de las 8 combinaciones analizadas, 4 caen dentro del diagrama momento-curvatura, mientras que las otras 4 caen fuera (incluso de la curva ampliada).

Designacion	Combinaciones		
	Verifica	Dentro 25%	No Verifica
C9	9-10-13-14	-	1-2-5-6

Tabla 7.4. Verificación a flexo compresión columna C9

Una vez obtenidos estos diagramas, para cada una de las columnas del nivel, se procede a representar los mismos en una tabla resumen que permita ver con claridad los resultados y poder así sacar conclusiones.

Nivel	Designacion	Combinaciones		
		Verifica	Dentro 25%	No Verifica
3° Piso	C8	9-10-13-14	-	1-2-5-6
	C9	9-10-13-14	-	1-2-5-6
	C13	1-6-9-10-13-14	-	2-5
	C14	1-6-9-10-13-14	-	2-5
	C18	1-2-6-9-10-13-14	5	-
	C19	1-2-6-9-10-13-14	5	-
	C22	1-2-5-6-9-10-13-14	-	-
	C23	1-2-5-6-9-10-13-14	-	-
	C26	2-5-9-10-13-14	1-6	-
	C27	2-5-9-10-13-14	1-6	-
	C30	9-10-13-14	-	1-2-5-6
	C31	9-10-13-14	-	1-2-5-6

Tabla 7.5. Verificación a flexo compresión columnas 3° Piso

A continuación, podemos observar la planta del 3° Piso del edificio con sus respectivas columnas, cuyas secciones fueron analizadas.

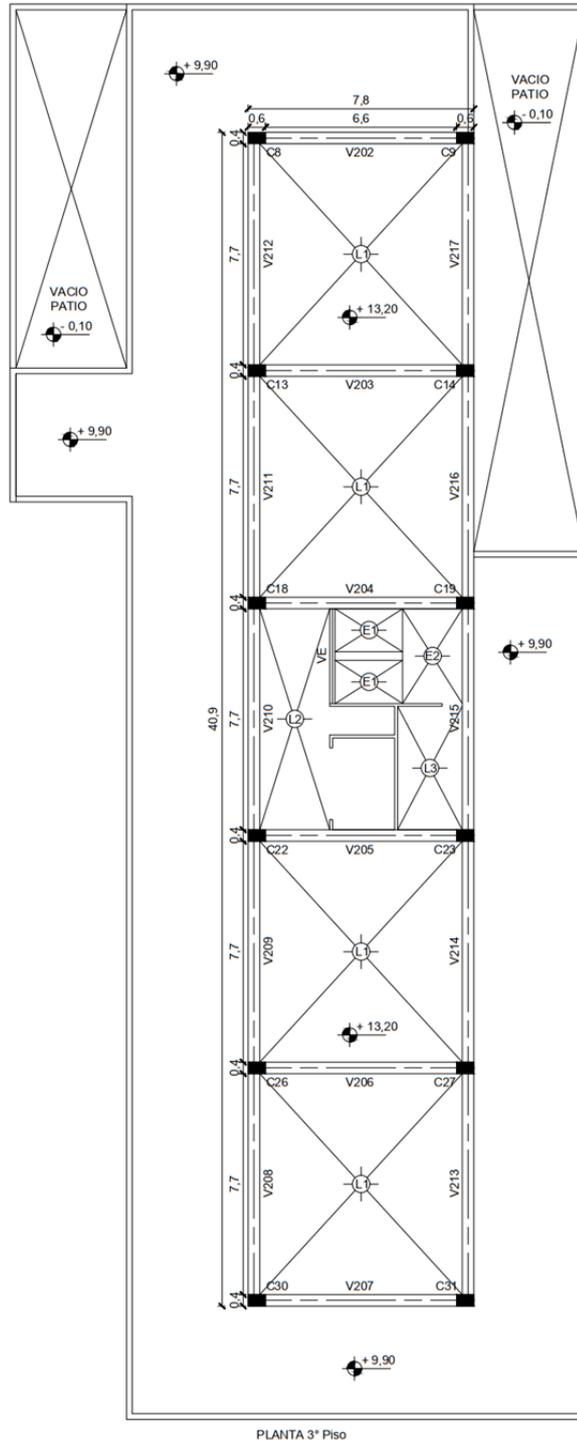


Imagen 7.28. Planta de estructura 3° Piso

<p align="center">U.T.N. F.R.M.</p>  <p align="center">2020</p>	<p align="center"><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p align="center">ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
---	---	--

Analizando la planta y la Tabla 7.5, se concluye que las columnas que “No Verifican”, siendo estas las que presentan una importante cantidad de combinaciones bajo esta condición, son las C8, C9, C30 y C31, las cuales se encuentran ubicadas en los extremos Este y Oeste de la torre.

Mientras que a medida que analizamos las del centro de la torre, se ve que la cantidad de combinaciones que “No Verifican” son cada vez menos, incrementándose las que si lo hacen.

Finalmente, al llegar al centro de la torre, para las columnas C18, C19, C22 y C23, resulta que casi la totalidad de combinaciones “Verifican”.

Esto se puede justificar dado a que las columnas que se ubican en el centro de la torre están más próximas al núcleo central del edificio, el cual está formado por tabiques de H° A° que le dan mayor rigidez a la torre en esa zona.

Todas aquellas columnas que no verifican deberán ser material de estudio y análisis para que, con algún tipo de refuerzo, éstas tengan la capacidad necesaria y resistan adecuadamente.

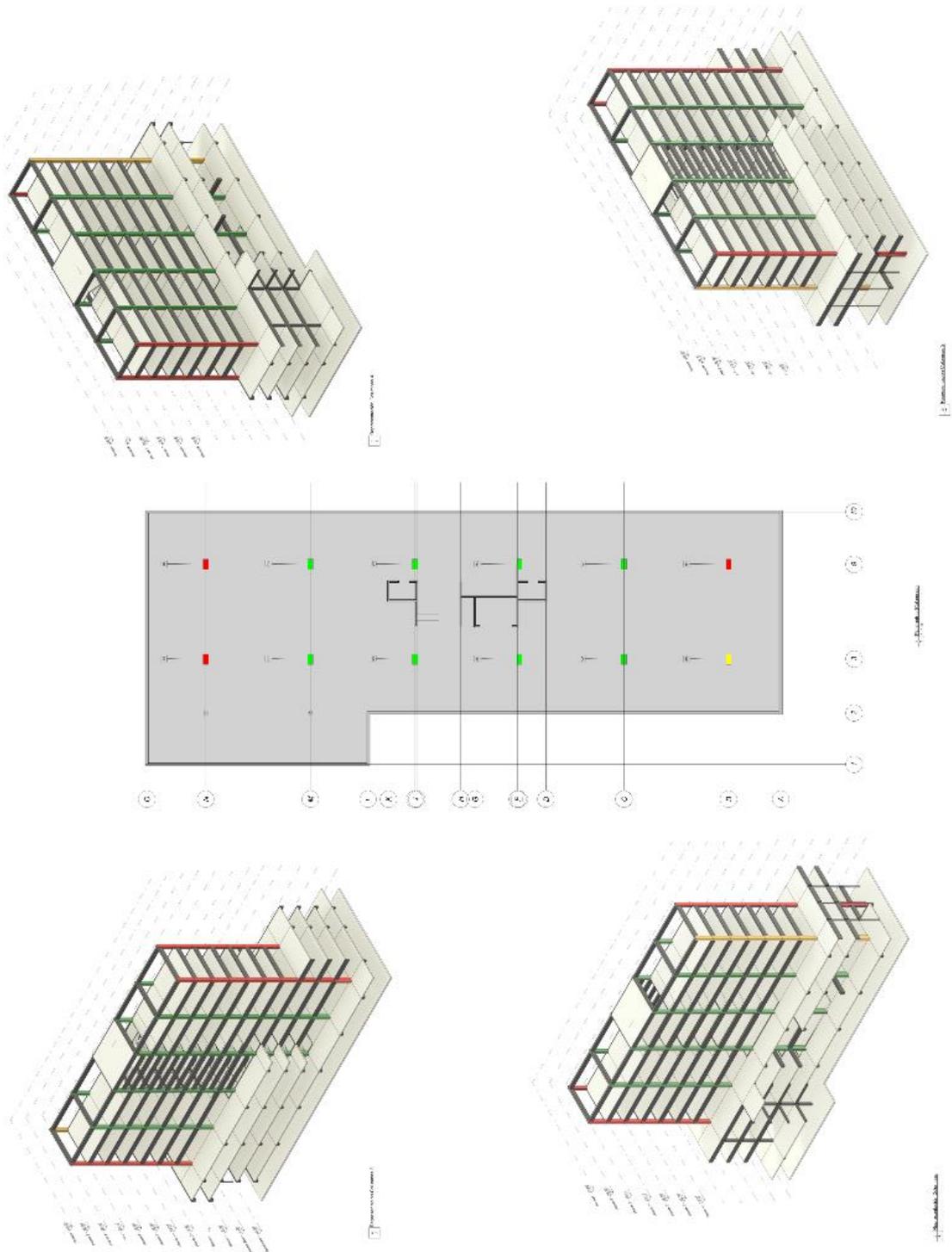


Imagen 7.29. Cortes y vistas del edificio diferenciando por colores los resultados

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS
--	-----------------------	--

## 7.3 Secciones de tabiques

### 7.3.1 Inercia Efectiva

Para el caso de tabiques, si se requiere trabajar con la sección agrietada, el código nos guía diciendo que se debe reducir tanto la inercia bruta como la sección bruta en función de la carga que le llega a dicho pórtico.

Los valores recomendados según Reglamento, para tabiques de Hormigón Armado, están en función del nivel de carga axial al que se encuentran sometidos, es decir:

Nivel de esfuerzo axial	Momentos de Inercia efectivos de la sección ( $I_e$ )
(a) $P_u / (f'_c A_g) \geq 0,20$	$0,45 I_g$
(b) $P_u / (f'_c A_g) = 0,00$	$0,25 I_g$
(c) $P_u / (f'_c A_g) \leq -0,10$	$0,15 I_g$

Tabla 7.6. Momento de inercia efectivo de la sección de tabiques

Entonces, lo que se hizo fue obtener la carga puntual que llega a cada uno, teniendo en cuenta todas las combinaciones de cargas que se asumen. Se consideró la más importante, es decir el caso más desfavorable, y se calculó el nivel de esfuerzo axial como:

$$\text{Nivel de esfuerzo axial} = \frac{P_u}{f'_c \times A_g}$$

Donde:

- $f'_c$ : Resistencia a la compresión del hormigón.
- $A_g$ : Área Bruta de la sección transversal.

Para explicar el proceso de cálculo, se va a trabajar con dos tabiques, por un lado uno correspondiente al basamento del edificio (T13Y) y por otro uno que se encuentra en el sector de circulación vertical, y se extiende en la totalidad de la altura del edificio (T3X).

En Anexo se podrán visualizar las planillas con el cálculo correspondiente para cada uno de los tabiques que forman parte de la estructura del edificio.

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Nivel	Tabique	Combinacion	Pu	Esfuerzo axial	I <sub>e</sub>	A <sub>e</sub>
Subsuelo	T3X	Comb 16	2597,78	0,3711	0,45	0,80
	T13Y	Comb 11	19102,93	0,0968	0,35	0,65
Planta Baja	T3X	Comb 16	2680,86	0,3830	0,45	0,80
	T13Y	Comb 11	16374,12	0,1429	0,39	0,71
1° Piso	T3X	Comb 16	3441,12	0,4916	0,45	0,80
	T13Y	Comb 11	14750,31	0,1287	0,38	0,69
2° Piso	T3X	Comb 16	4299,7	0,6142	0,45	0,80
	T13Y	Comb 11	10375,78	0,0905	0,34	0,64
3° Piso	T3X	Comb 16	4095,24	0,5850	0,45	0,8
	T13Y	-	-	-	-	-
4° Piso	T3X	Comb 24	2676,53	0,3824	0,45	0,8
	T13Y	-	-	-	-	-
5° Piso	T3X	Comb 24	1802,84	0,2575	0,45	0,8
	T13Y	-	-	-	-	-
6° Piso	T3X	Comb 23	1080,26	0,1543	0,40	0,73
	T13Y	-	-	-	-	-
7° Piso	T3X	Comb 19	879,58	0,1257	0,38	0,69
	T13Y	-	-	-	-	-
8° Piso	T3X	Comb 11	623,13	0,0890	0,34	0,63
	T13Y	-	-	-	-	-
Terraza	T3X	Comb 11	344,64	0,0492	0,30	0,57
	T13Y	-	-	-	-	-

*Tabla 7.7. Resumen de tabiques T3X y T13Y para la combinación de carga más desfavorable*

### 7.3.2 Análisis a esfuerzos de Corte

El diseño por capacidad aplicado a estructuras constituidas por tabiques sismorresistentes de hormigón armado, se relaciona principalmente con la estimación de los máximos esfuerzos de corte que podrían generarse cuando el mecanismo de colapso elegido esté desarrollando la sobrerresistencia flexional.

La rótula plástica potencial se ubicaría en la base del tabique. Los esfuerzos de corte inducidos durante la respuesta dinámica de tabiques en voladizo pueden ser considerablemente mayores que los valores obtenidos de la aplicación de las fuerzas sísmicas horizontales, aun cuando se escalen al que correspondería al desarrollo de la sobrerresistencia flexional en la rótula plástica en la base. Esfuerzos de corte mayores se generan debido a los modos superiores de vibración en la altura del tabique por encima de la rótula plástica en la base, zona que se intenta que permanezca elástica.

El diseño a corte de tabiques deberá responder a la siguiente expresión:

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 94 de 194</b>
--	-----------------	-------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

$$V_d = \phi * V_n \geq V_u$$

Donde:

- $\phi$ : Factor de reducción de resistencia.
- $V_n$ : Resistencia Nominal a corte.
- $V_u$ : Resistencia Requerida a corte.

### 7.3.2.1 Resistencia requerida a corte $V_{ui}$

El esfuerzo de corte de diseño  $V_{ui}$ , en el nivel i para tabiques sismorresistentes, fue extraído a partir del software Robot Structural. A continuación, se adjunta la planilla con dichos esfuerzos, solo para los tabiques mencionados anteriormente.

	Den.	Nivel	Pie / Cabeza	Combinacion	Vu [kN]		
<b>Basamento</b>	T13Y	SS	1	Comb 1	4341,83		
			2	Comb 1	4353,2		
		PB	1	Comb 1	10444,37		
			2	Comb 1	10444,98		
		1°P	1	Comb 1	11716,18		
			2	Comb 1	11716,73		
		2°P	1	Comb 1	10139,49		
			2	Comb 1	10142,79		
		<b>Circulación Vertical</b>	T3X	SS	1	Comb 1	759,51
					2	Comb 1	810,4
PB	1			Comb 5	537,77		
	2			Comb 5	633,25		
1°P	1			Comb 5	855,98		
	2			Comb 5	864,17		
2°P	1			Comb 5	932,15		
	2			Comb 5	732,48		
3°P	1			Comb 6	2701,5		
	2			Comb 6	2972,65		
4°P	1			Comb 6	3085,6		
	2			Comb 6	3088,92		
5°P	1			Comb 6	2358,31		
	2			Comb 6	2317,49		
6°P	1			Comb 6	1565,53		
	2			Comb 6	1561,34		
7°P	1			Comb 5	879,66		
	2			Comb 6	993,69		
8°P	1			Comb 5	470,73		
	2			Comb 5	480,27		
Terraza	1			Comb 1	656,92		
	2			Comb 1	662,95		

Tabla 7.8. Esfuerzos de corte  $V_u$  sobre tabiques T13Y y T3X

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Los ensayos demuestran que el aplastamiento del hormigón del alma en la zona de rótula plástica, en la base de tabiques en voladizo, puede ocurrir después de sólo unos pocos ciclos de carga reversible con ductilidades de desplazamiento de 4 o más. El aplastamiento prematuro del hormigón del alma puede esperarse cuando, debido a grandes demandas de ductilidad de curvatura en la zona de rótula plástica, el hormigón que soporta tensiones de compresión diagonal, también está sometido a grandes deformaciones transversales de tracción. Para prevenir el aplastamiento del hormigón del alma, la siguiente ecuación hace depender a la máxima tensión de corte total de la demanda de ductilidad, y de la resistencia flexional en exceso provista medida por el factor de sobrerresistencia flexional  $\phi_W^0$ .

### 7.3.2.2 Resistencia Nominal a corte $V_n$

La resistencia nominal a corte  $V_n$  deberá determinarse según la siguiente expresión:

$$V_n = V_C + V_S$$

#### 7.3.2.2.1 Resistencia proporcionada por el hormigón $V_C$

La resistencia nominal a corte proporcionada por el hormigón  $V_C$  deberá determinarse según la siguiente expresión:

$$V_C = v_c * A_{CV}$$

Donde el área efectiva de corte  $A_{CV}$  deberá determinarse como:

$$A_{CV} = 0,80 * b_w * L_w$$

En las secciones de tabiques sismorresistentes donde no se espere la formación de rótula plástica, la contribución del hormigón a la resistencia al corte  $v_c$  deberá tomarse como el menor de los valores siguientes:

$$v_c = 0,27 \sqrt{f'_c} + \frac{P_U}{4 A_g} \geq 0$$

$$v_c = 0,05 \sqrt{f'_c} + \frac{L_w \left( 0,10 \sqrt{f'_c} + 0,20 \frac{P_U}{A_g} \right)}{\frac{M_U}{V_U} - \frac{L_w}{2}} \geq 0$$

#### 7.3.2.2.2 Resistencia proporcionada por la armadura $V_S$

La resistencia nominal a corte proporcionada por armadura de corte horizontal deberá determinarse según la siguiente expresión:

<b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 96 de 194</b>
--	-----------------	-------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

$$V_S = \frac{A_{vh} * f_{yt} * 0,80 * L_W}{s_h}$$

Donde  $A_{vh}$  es el área total de estribos de corte en una capa horizontal, y  $s_h$  es la separación entre capas de estribos.

### 7.3.2.3 Armadura de corte

Los datos sobre la armadura de los tabiques sismorresistentes se encontraban en una planilla en los planos estructurales del edificio, la cual digitalizamos y adjuntamos a continuación.

Armadura Tabiques					
Nivel	Vertical		Horizontal		Espesor [cm]
	Diámetro [mm]	Separación [cm]	Diámetro [mm]	Separación [cm]	
3	6	20	6	20	20
2	8	20	6	20	20
1	8	18	6	20	20
Subsuelo	8	15	8	20	20

*Tabla 7.9. Armadura y espesor de tabiques*

Ya con todos los datos necesarios, se procede al cálculo de la resistencia al corte proporcionado por los tabiques T13Y y T3X, para poder compararlo con el esfuerzo de corte último al que se encuentran sometidos. Y por último se comparan ambos valores, para saber si los tabiques verifican o no al corte.



Den.	Nivel	Pie/ Cabeza	Combinación	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	Relación Vd / Vu	
T13Y	SS	1	Comb 1	4341,83	20313,15	92175,57	49.120,00	200,00	13.552.430,94	8.295.976,07	21.848.407,02	21848,41	4341,83	Verifica	4,53	
		2	Comb 1	4353,2	19983,23	100663,07	49.120,00	200,00	13.486.446,94	8.295.976,07	21.782.423,02	21782,42	4353,20	Verifica	4,50	
	PB	1	Comb 1	10444,37	17257,59	28744,76	30.400,00	200,00	9.324.684,71	2.888.053,56	12.212.738,27	12212,74	10444,37	Verifica	1,05	
		2	Comb 1	10444,98	16845,09	5404,84	30.400,00	200,00	9.242.184,71	2.888.053,56	12.130.238,27	12130,24	10444,98	Verifica	1,05	
	1°P	1	Comb 1	11716,18	15651,56	6730,21	30.400,00	200,00	9.003.478,71	2.888.053,56	11.891.532,27	11891,53	11716,18	Verifica	0,91	
		2	Comb 1	11716,73	15252,98	20037,98	30.400,00	200,00	8.923.762,71	2.888.053,56	11.811.816,27	11811,82	11716,73	Verifica	0,91	
	2°P	1	Comb 1	10139,49	11314,36	6153,77	30.400,00	200,00	8.136.038,71	2.888.053,56	11.024.092,27	11024,09	10139,49	Verifica	0,98	
		2	Comb 1	10142,79	10878,92	17701,61	30.400,00	200,00	8.048.950,71	2.888.053,56	10.937.004,27	10937,00	10142,79	Verifica	0,97	
	SS	SS	1	Comb 1	759,51	2283,33	2050,69	4.820,00	100,00	922.269,02	814.059,54	1.736.328,56	1736,33	759,51	Verifica	2,06
			2	Comb 1	810,4	2328,55	3535,51	4.820,00	100,00	931.313,02	814.059,54	1.745.372,56	1745,37	810,40	Verifica	1,94
PB	PB	1	Comb 5	537,77	2260,04	1189,84	4.820,00	100,00	917.611,02	457.908,49	1.375.519,51	1375,52	537,77	Verifica	2,30	
		2	Comb 5	633,25	2665,38	1912,09	4.820,00	100,00	998.679,02	457.908,49	1.456.587,51	1456,59	633,25	Verifica	2,07	
1°P	1°P	1	Comb 5	855,98	3079,26	1519,68	4.820,00	100,00	1.081.455,02	457.908,49	1.539.363,51	1539,36	855,98	Verifica	1,62	
		2	Comb 5	864,17	3309,12	3601,33	4.820,00	100,00	1.127.427,02	457.908,49	1.585.335,51	1585,34	864,17	Verifica	1,65	
2°P	2°P	1	Comb 5	932,15	3844,7	3270,79	4.820,00	100,00	1.234.543,02	457.908,49	1.692.451,51	1692,45	932,15	Verifica	1,63	
		2	Comb 5	732,48	4291,48	5740,02	4.820,00	100,00	849.300,09	457.908,49	1.307.208,58	1307,21	732,48	Verifica	1,61	
3°P	3°P	1	Comb 6	2701,5	5355,71	11807,44	4.820,00	100,00	1.536.745,02	228.954,25	1.765.699,26	1765,70	2701,50	No Verifica	0,59	
		2	Comb 6	2972,65	6329,77	4411,98	4.820,00	100,00	1.731.557,02	228.954,25	1.960.511,26	1960,51	2972,65	No Verifica	0,59	
4°P	4°P	1	Comb 6	3085,6	4058,57	7119,06	4.820,00	100,00	1.277.317,02	228.954,25	1.506.271,26	1506,27	3085,60	No Verifica	0,44	
		2	Comb 6	3088,92	4759,28	521,83	4.820,00	100,00	1.417.459,02	228.954,25	1.646.413,26	1646,41	3088,92	No Verifica	0,48	
5°P	5°P	1	Comb 6	2358,31	3033,63	2766,11	4.820,00	100,00	1.072.329,02	228.954,25	1.301.283,26	1301,28	2358,31	No Verifica	0,50	
		2	Comb 6	2317,49	2423,45	466,74	4.820,00	100,00	950.293,02	228.954,25	1.179.247,26	1179,25	2317,49	No Verifica	0,46	
6°P	6°P	1	Comb 6	1565,53	1183,44	2159,2	4.820,00	100,00	702.291,02	228.954,25	931.245,26	931,25	1565,53	No Verifica	0,54	
		2	Comb 6	1561,34	1571,46	1078,69	4.820,00	100,00	779.895,02	228.954,25	1.008.849,26	1008,85	1561,34	No Verifica	0,58	
7°P	7°P	1	Comb 5	879,66	662,1	998,77	4.820,00	100,00	598.023,02	228.954,25	826.977,26	826,98	879,66	No Verifica	0,85	
		2	Comb 6	993,69	773,33	1555,43	4.820,00	100,00	620.269,02	228.954,25	849.223,26	849,22	993,69	No Verifica	0,77	
8°P	8°P	1	Comb 5	470,73	270,77	91,15	4.820,00	100,00	519.757,02	228.954,25	748.711,26	748,71	470,73	Verifica	1,43	
		2	Comb 5	480,27	346,15	903,72	4.820,00	100,00	534.833,02	228.954,25	763.787,26	763,79	480,27	Verifica	1,43	
Terraza	Terraza	1	Comb 1	656,92	517,11	556,45	4.820,00	100,00	569.025,02	228.954,25	797.979,26	797,98	656,92	Verifica	1,09	
		2	Comb 1	662,95	440,28	734,03	4.820,00	100,00	553.659,02	228.954,25	782.613,26	782,61	662,95	Verifica	1,06	

Tabla 7.10. Planilla de cálculo tabiques T13Y y T3X

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

A continuación, se adjunta una planilla resumen, donde se observan para ambas direcciones analizadas (X e Y) los tabiques que verifican al corte y los que no lo hacen.

De igual manera que en los elementos estructurales anteriores, se adopta el siguiente criterio:

- Si:  $V_d/V_u < 0,80 \rightarrow$  "No Verifica"
- Si:  $0,80 \leq V_d/V_u \leq 1 \rightarrow$  "Aceptable"
- Si:  $V_d/V_u > 1 \rightarrow$  "Verifica"

Respecto a esta relación, se tomó el valor promedio entre los correspondientes a pie y cabeza de tabique.

Direccion X											
T1X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	6,64										
T2X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	3,09	3,60	2,21	3,06							
T3X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica	Aceptable	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	2,00	2,19	1,63	1,62	0,59	0,46	0,48	0,56	0,81	1,43	1,08
T4X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	13,36	10,23	10,65	9,29	5,87	4,82	4,41	4,69	6,24	13,94	70,12
T5X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	13,92	4,97	8,71	10,74	10,99	13,99	18,18	22,42	28,62	39,55	75,41
T6X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	11,39	1,15	32,94	31,13	46,31	97,49	88,54	82,42	274,36	1727,27	125,54
T7X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	5,38	2,11	3,44	1,97							
T8X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	5,15	0,45	0,33	0,32							
T9X											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	No Verifica	No Verifica	No Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	1,95	0,69	0,67	0,54							

Tabla 6.11. Planilla de verificación tabiques en sentido X

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

Direccion Y											
T1Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Aceptable	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	3,37	1,14	0,95	1,12							
T2Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Aceptable	No Verifica	No Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	5,89	0,83	0,65	0,61							
T3Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	10,25	16,49	26,44	23,64	14,66	11,56	6,43	5,64	6,99	20,66	4,57
T4Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	135,26	98,44	91,34	73,81	57,41	49,02	39,41	26,10	28,00	20,74	9,27
T5Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	11,58	1,82	1,44	1,44							
T6Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	2,73	2,44	2,14	2,68	3,28	3,98	4,40	4,51	4,73	6,12	6,22
T7Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
Relación Vd / Vu	2,30	1,46	1,50	3,22	3,46	2,25	2,04	2,65	4,22	6,63	41,07
T8Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	5,68	3,50	4,68	6,29							
T9Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	9,81	17,26	12,67	14,64							
T10Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	14,00	19,84	10,58	4,39							
T11Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	20,25	12,98	74,31	34,79							
T12Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	17,00	13,01	20,70	12,55							
T13Y											
Nivel	Subsuelo	Planta Baja	1° Piso	2° Piso	3° Piso	4° Piso	5° Piso	6° Piso	7° Piso	8° Piso	Terraza
Condicion	Verifica	Verifica	Aceptable	Aceptable	-	-	-	-	-	-	-
Relación Vd / Vu	4,52	1,05	0,91	0,97							

Tabla 6.12. Planilla de verificación tabiques en sentido Y

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

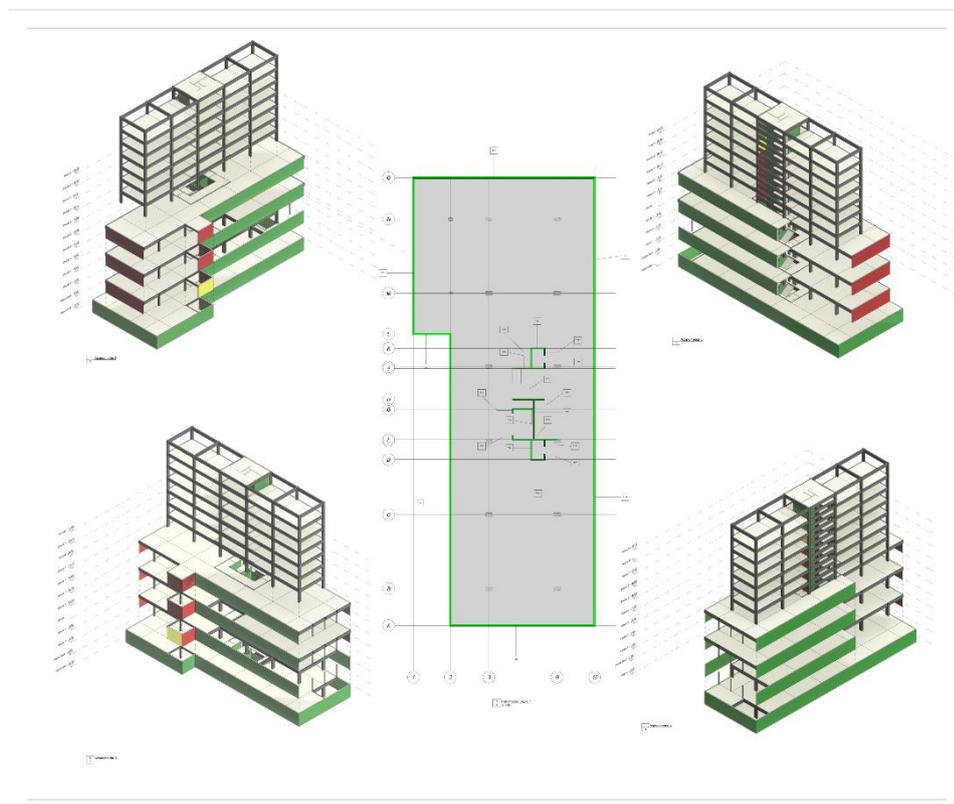
### 7.3.2.4 Conclusión del Análisis por corte

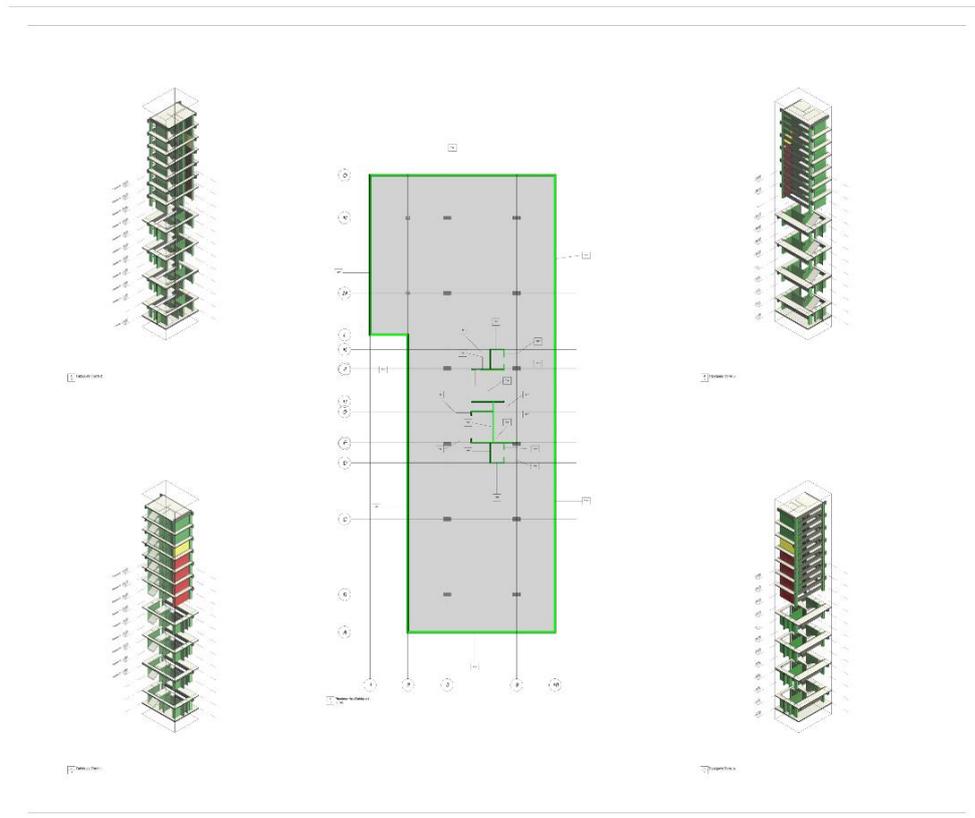
Analizando las últimas planillas resumen adjuntas, los tabiques que no verifican a corte en su mayoría se encuentran ubicados en la zona del basamento de la estructura, desde Planta Baja hasta el 2° Piso, siendo estos los tabiques T8X, T9X y T2Y.

Mientras que en la parte de la torre del edificio, el único tabique que presenta problemas al corte es el T3X desde el 3° Piso hasta el 7° Piso.

**Se concluye** que los tabiques que se encuentran absorbiendo esfuerzo de corte en conjunto con otros tabiques, distribuyen el esfuerzo resultando un mejor comportamiento debido a que el esfuerzo de cada uno es menor.

El corte nominal está compuesto por la resistencia a la corte proporcionada por el hormigón y por la resistencia a la corte proporcionada por el acero. La longitud del tabique  $L_x$  es un factor clave en la formulación de cada uno. Con esto presente, se analiza que los tabiques con mayor longitud se encuentran del lado de la seguridad y los tabiques con menor longitud se encuentran más comprometidos.





### 7.3.3 Análisis a esfuerzos de Flexo-Compresión

De los tabiques analizados, los que no verifican a corte no serán considerados en este análisis, porque se considera que ya no verifican. Por lo contrario, todos aquellos que si verificaron al corte serán material de estudio en el siguiente análisis a Flexo-compresión.

A su vez, dentro de los tabiques que si verifican al corte se procede a verificar únicamente los tabiques “cortos”, que son aquellos que presentan una relación alto/largo mayor o igual a 2.

A continuación, se adjunta la planilla de los tabiques que si verifican al corte, cuales son los que cumplen con estos requisitos y por ende requieren ser verificados a flexo-compresión.

	Den.	Lw [mm]	Hw [mm]	Relacion Hw / Lw	Condicion
Basamento	T1X	15900	3300	0,21	No Verificar
	T8X	4200	13200	3,14	Verificar
	T9X	19900	13200	0,66	No Verificar
	T1Y	31970	13200	0,41	No Verificar
	T2Y	17500	3300	0,19	No Verificar
	T13Y	49120	13200	0,27	No Verificar
Circulacion Vertical	T2X	1580	13200	8,35	Verificar
	T3X	4820	36300	7,53	Verificar
	T4X	2330	36300	15,58	Verificar
	T5X	3470	36300	10,46	Verificar
	T6X	3470	36300	10,46	Verificar
	T7X	1480	13200	8,92	Verificar
	T3Y	400	36300	90,75	Verificar
	T4Y	400	36300	90,75	Verificar
	T5Y	2200	13200	6,00	Verificar
	T6Y	3300	36300	11,00	Verificar
	T7Y	1100	36300	33,00	Verificar
	T8Y	2200	13200	6,00	Verificar
	T9Y	600	13200	22,00	Verificar
	T10Y	800	13200	16,50	Verificar
T11Y	600	13200	22,00	Verificar	
T12Y	800	13200	16,50	Verificar	

Tabla 7.11. Planilla de tabiques a verificar a flexo compresión

Realizando el mismo procedimiento que en columnas, se obtiene el diagrama de interacción del tabique en análisis, mediante el uso de la planilla CIRSOC-FLEX. Para luego poder introducir en el mismo, los esfuerzos últimos correspondientes a flexión y normal últimos, para cada una de las combinaciones que se le han aplicado a la estructura, y así saber si el tabique verifica o no a esfuerzos de flexo compresión.

Se demuestra el paso a paso de dos tabiques, uno correspondiente al basamento (T8X) y otro a la torre del edificio (T2X), para poder comprender el proceso de cálculo. Mientras que, para el resto de los tabiques del edificio, se adjuntan las planillas y diagramas correspondientes en el Anexo.

Comenzando con el tabique T8X, correspondiente al Subsuelo (SS) del edificio, el cual se visualiza a continuación.

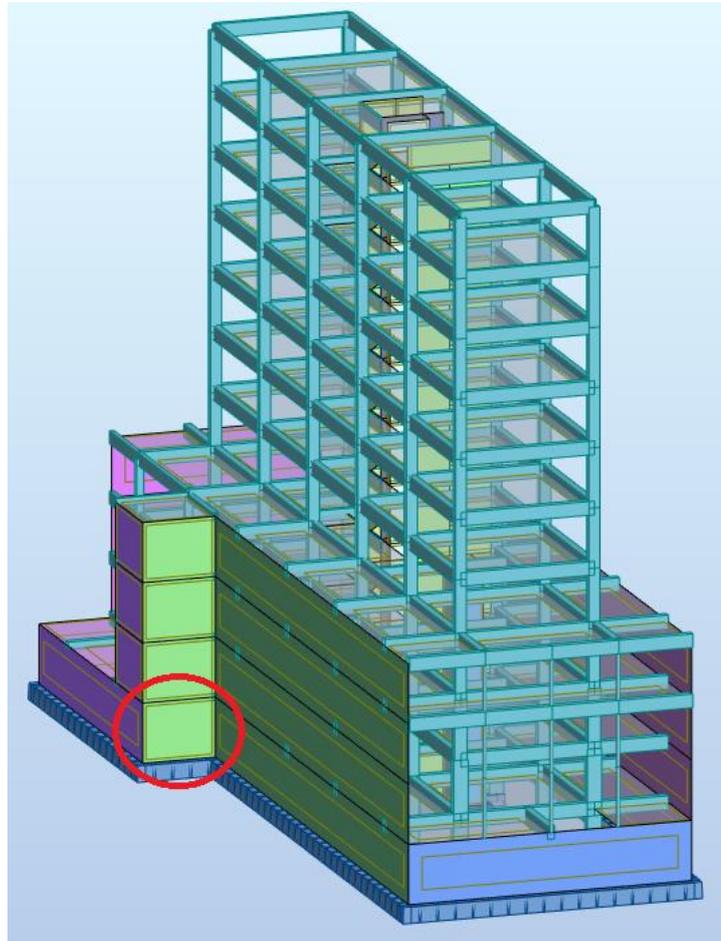


Imagen 7.29. Ubicación tabique T8X

### 7.3.3.1 Propiedades sección

Nivel	Tabique	Geometría			Armadura				
		Largo L [mm]	Ancho b [mm]	Ag [mm <sup>2</sup> ]	Armadura en capa sup. e inf.			A <sub>s</sub> por capa [mm <sup>2</sup> ]	ρ
					sep. [mm]	cant. de barras	Ø [mm]		
SS	T8X	4200	200	840000	150	28	8	1407,43	0,0034

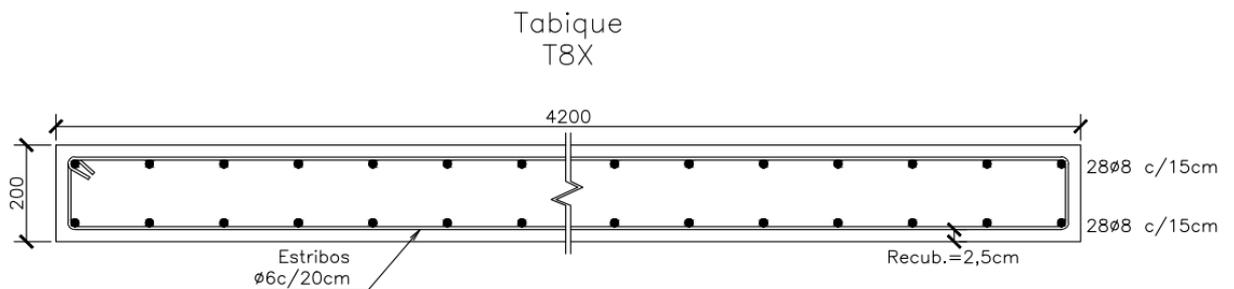


Imagen 7.30. Detalle sección T8X

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

### 7.3.3.2 Planilla CIRSOC-Flex

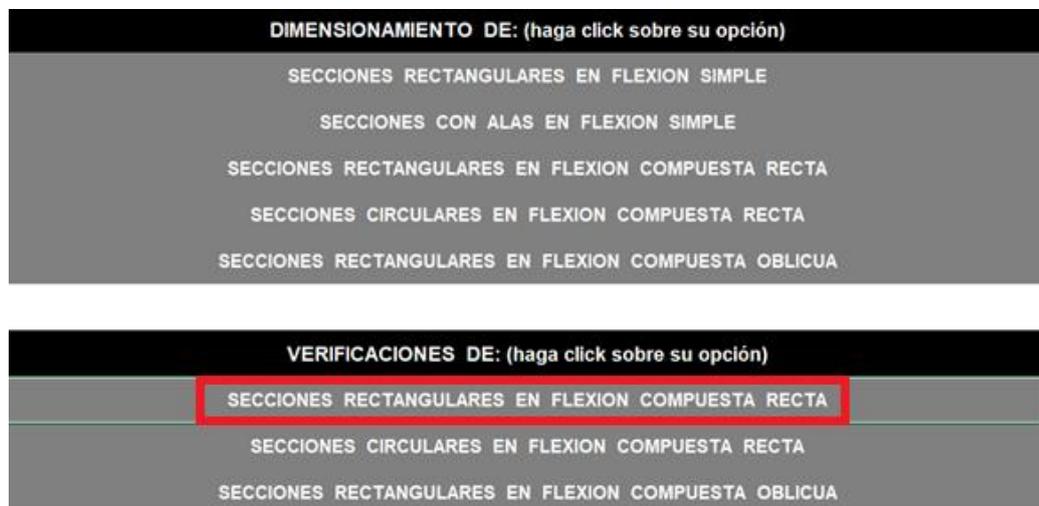
A continuación, se indica el paso a paso para la obtención del diagrama de interacción para tabiques, que como se verá es el mismo que el expresado para columnas.

Se comienza definiendo las propiedades de los materiales.

MATERIALES:			
Resistencia especificada a compresión del hormigón =	$f_c =$	20	MPa
Tensión de fluencia especificada de la armadura =	$f_y =$	420	MPa

*Imagen 7.31. Primer paso planilla CIRSOC-Flex*

Seleccionar la opción en la que se desee trabajar. Para este caso, se busca verificar una sección ya dimensionada, por ende elegir la ventana correspondiente a “VERIFICACIONES”. Finalmente, en función de la forma de la sección y del tipo de esfuerzo al que se encuentra sometida la sección, se opta por “SECCIONES RECTANGULARES EN FLEXION COMPUESTA RECTA”.



*Imagen 7.32. Segundo paso planilla CIRSOC-Flex*

Se procede a continuación a cargar los datos necesarios para el cálculo del diagrama.

Colocar datos generales como tipo de estribos, ya que las propiedades de los materiales son arrastradas del paso anterior, al igual que los coeficientes que intervienen (los cuales son definidos en el primer paso al momento de seleccionar el reglamento con el que vamos a trabajar).

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

### 1.- DATOS GENERALES

<b>REGLAMENTO DE REFERENCIA: CIRSOC 201-05</b>
--

Resistencia especificada a compresión del hormigón =	$f'_c =$	20	MPa
Tensión de fluencia especificada de la armadura =	$f_y =$	420	MPa
Tipo de Estribado : 1 = estribos cerrados ; 2 = zunchos		<b>1</b>	
$\therefore$	$P_n$ (max) =	0,8 $P_o$	
	$P_o =$	0,85 $f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$	
Módulo de elasticidad del acero =	$E_s =$	200000	MPa
Deformación de fluencia del acero =	$\epsilon_y =$	2,100	‰
Factor que relaciona la altura del bloque de tensiones de compresión rectangular equivalente con la profundidad del eje neutro =	$\beta_1 =$	0,850	
Cuantía mínima de la armadura traccionada =	$\rho_{\min} =$	0,0033	

Factor de reducción de la resistencia. Secciones controladas por compresión =	$\phi =$	0,65	
Factor de reducción de la resistencia. Secciones controladas por tracción =	$\phi =$	0,90	

*Imagen 7.33. Tercer paso planilla CIRSOC-Flex*

El paso siguiente consiste en determinar la sección geométrica del tabique, determinando sus dimensiones.

### 2.- DATOS DE LA SECCION TRANSVERSAL

Ancho del borde comprimido de la sección transversal =	$b =$	<b>4,20</b>	m
Altura total de la sección transversal =	$h =$	<b>0,20</b>	m
Ancho del hueco =	$b_h =$	<b>0,00</b>	m
Altura del hueco =	$h_h =$	<b>0,00</b>	m

*Imagen 7.34. Cuarto paso planilla CIRSOC-Flex*

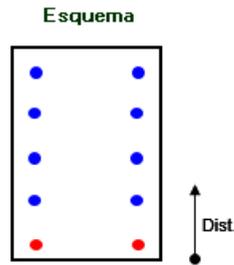
Al momento de cargar la armadura de la sección, la planilla permite distribuirla en 5 capas, por lo que se procede a adaptar la armadura a dicha distribución de manera tal que la sección  $A_{st}$  de armadura sea la correspondiente, quedando de la siguiente manera.

### 3.- DISTRIBUCIÓN DE ARMADURAS

Cada nivel de armaduras es definido por su centro de gravedad y la distancia al lado inferior de la sección. Si algún nivel de armadura no existe debe ser considerado cero. Para cada nivel debe definirse la sección de armadura y la posición de su centro de gravedad.

Pos. 1: Nivel inferior de armaduras. Las armaduras de este nivel no pueden ser nulas.

Posición	Dist. [m]	$A_z$ [cm <sup>2</sup> ]
5	0,180	14,100
4	0,000	0,000
3	0,000	0,000
2	0,000	0,000
1	0,020	14,100



**Esquema de la sección en estudio**



El número de barras por nivel es indicativo. El esquema muestra si un nivel existe o no y su posición dentro de la sección de hormigón

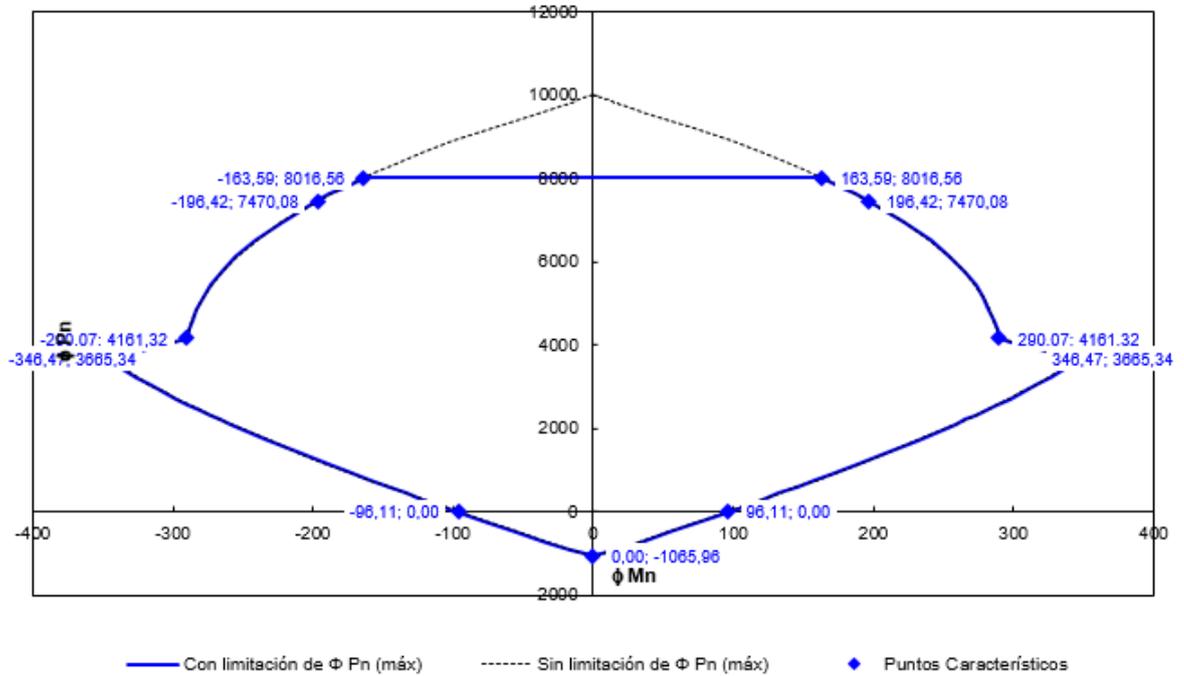
Los puntos rojos representan la armadura inferior. Si los puntos rojos no han quedado como armadura inferior se debe revisar la entrada de datos

Área total de la armadura longitudinal no tesa =	$A_{zt}$ =	28,200	[cm <sup>2</sup> ]
Cuantía geométrica total =	$\rho$ =	0,003	

*Imagen 7.35. Quinto paso planilla CIRSOC-Flex*

Finalmente, se obtiene el diagrama de interacción, con sus puntos característicos.

**6.- PUNTOS CARACTERÍSTICOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN**



Eje x (Mu) = [kN·m] ; Eje y (Pu) = [kN]

Imagen 7.36. Sexto paso planilla CIRSOC-Flex

Por último, esos puntos característicos se cargan en una planilla de Excel, obteniendo la gráfica para continuar trabajando sobre esta última.

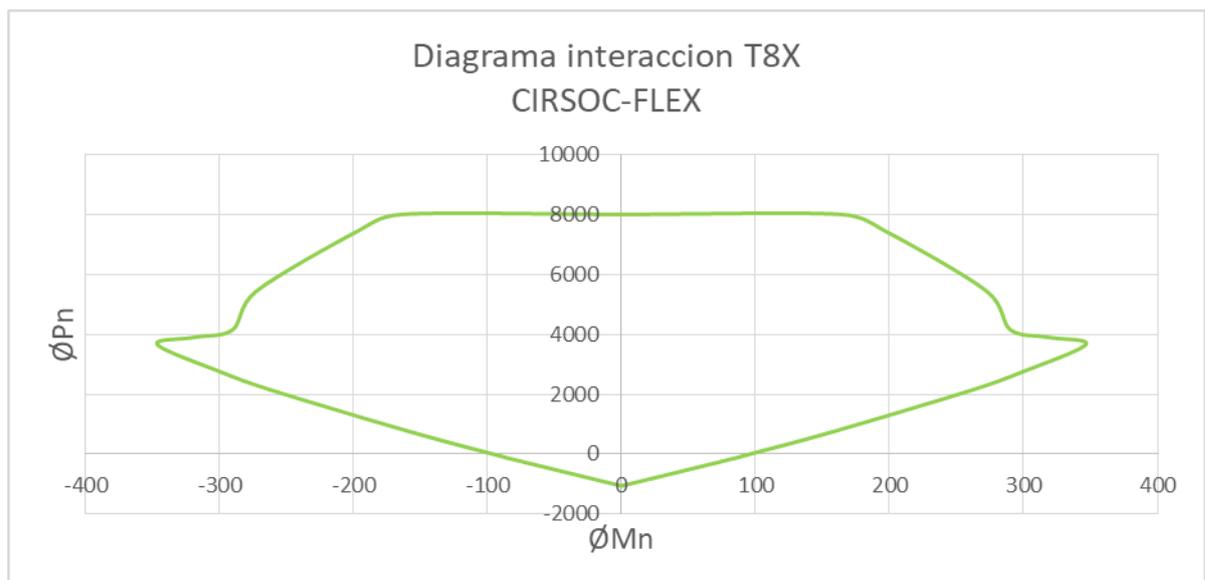


Imagen 7.37. Diagrama de interacción para tabique T8X

Posteriormente a los datos obtenidos, para armar el grafico anterior, se le aplica una mayoración del 20% para tener un rango de mayor de aceptabilidad del elemento estructural, tal como se definió para el caso de las columnas. Posteriormente se grafica:

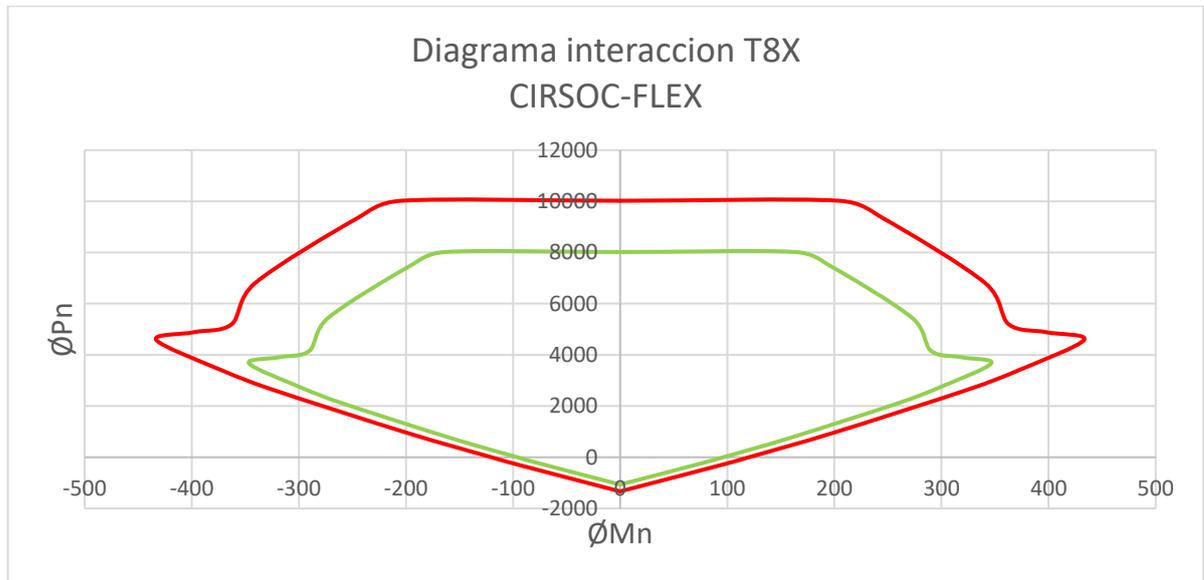


Imagen 7.38. Diagrama de interacción para Tabique T8X

### 7.3.4 Verificación de Momento Nominal

Se procede a obtener del Software Robot Structural, los valores de  $P_u$  y  $M_u$  del tabique T8X para cada combinación de cargas. Se adjuntan a continuación, a modo de demostración, los diagramas del tabique T8X, únicamente para la combinación 1.

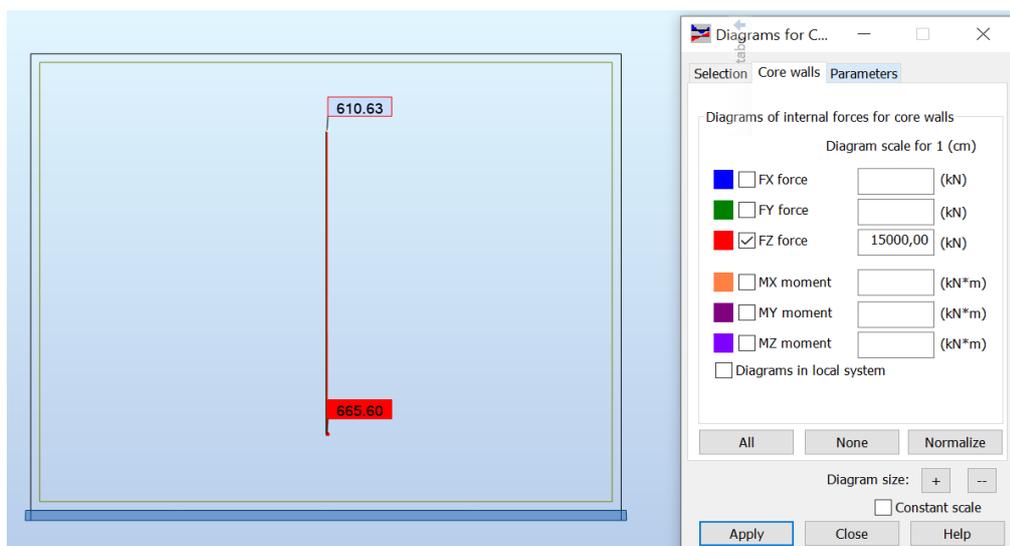


Imagen 7.39. Diagrama esfuerzo normal tabique T8X

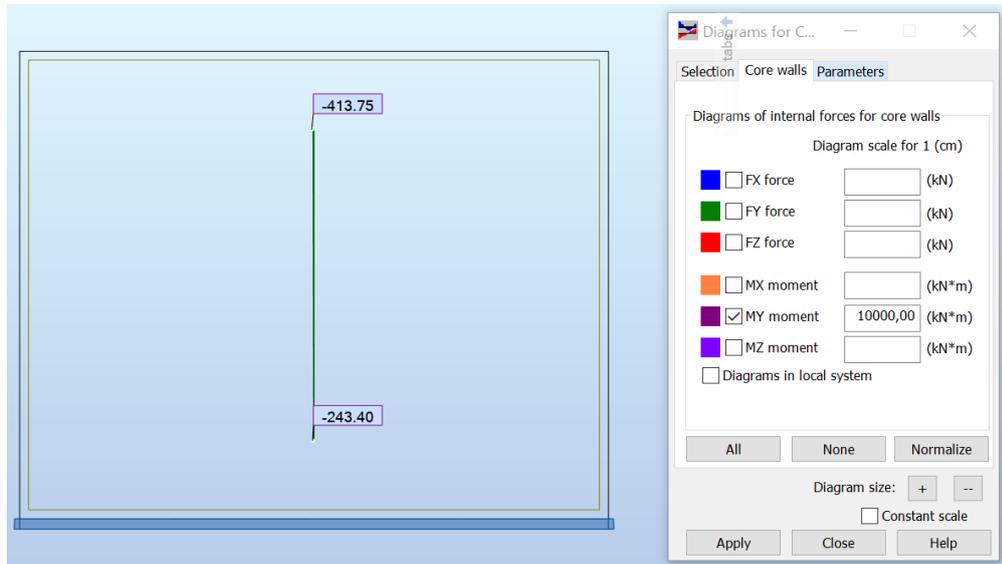


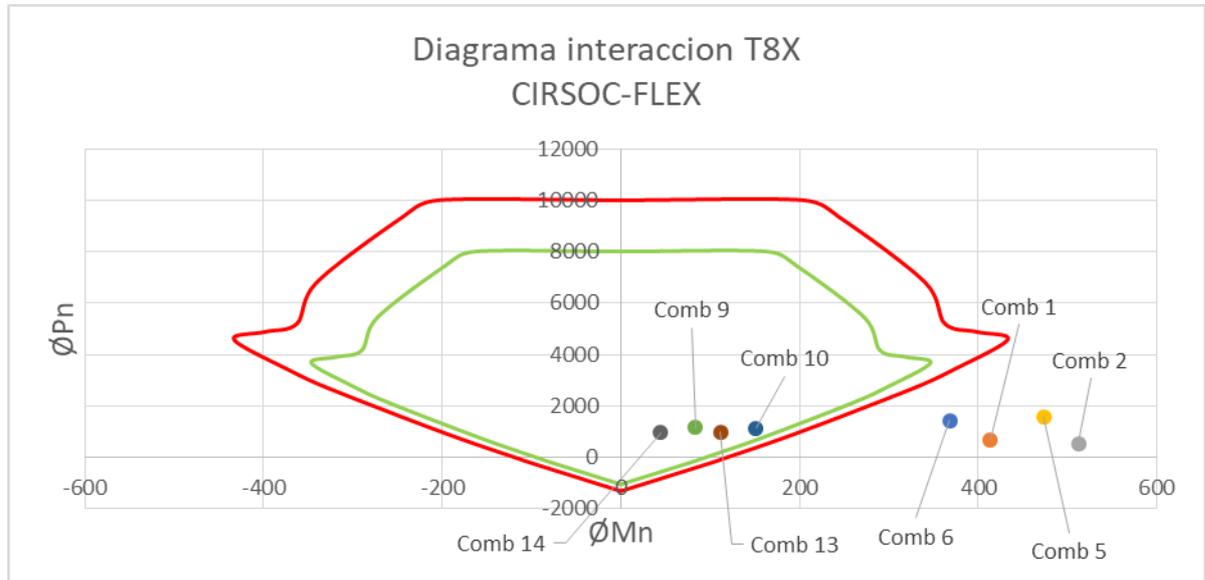
Imagen 7.40. Diagrama momento flector tabique T8X

Finalmente, los esfuerzos para todas las combinaciones son:

Robot Structural		
Comb.	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	665,6	-413,75
2	523,31	-512,32
5	1567,5	473,3
6	1425,21	204,38
9	1140,11	-83,45
10	1108,39	-150,93
13	982,43	111,91
14	950,7	44,43

Tabla 7.13. Cargas axiales y momentos más desfavorables de cada combinación de carga para Tabique T8X

Luego se grafican dichos puntos en el mismo diagrama de interacción obtenido anteriormente, para observar claramente que combinaciones verifican y cuáles no, si es que caen dentro o fuera del diagrama.



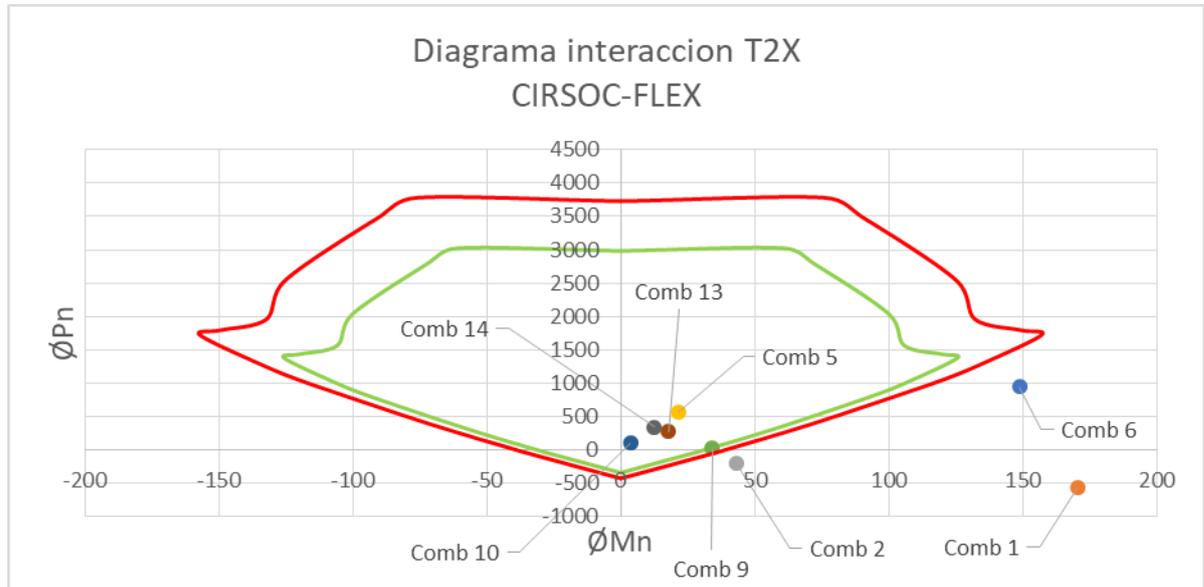
*Imagen 7.41. Diagrama de interacción para Tabique T8X mayorado, con los valores de las diferentes combinaciones de carga*

Como se observa para T8X, la mitad de los puntos caen dentro del diagrama de interacción original de la sección, mientras que la otra mitad caen fuera del diagrama original y del amplificado.

Denom.	Combinaciones		
	Verifica	Dentro 25%	No Verifica
T8X	9-10-13-14	-	1-2-5-6

*Tabla 7.14. Verificación a flexo compresión Tabique T8X*

Si se realiza el mismo procedimiento para el tabique T2X, se llega al siguiente diagrama de interacción con sus respectivas combinaciones.



*Imagen 7.42. Diagrama de interacción para Tabique T2X mayorado, con los valores de las diferentes combinaciones de carga*

En éste caso para T2X, de las 8 combinaciones analizadas, 5 caen dentro del diagrama momento-curvatura, mientras que los 3 restantes caen fuera de ambas curvas.

Denom.	Combinaciones		
	Verifica	Dentro 25%	No Verifica
T2X	5-9-10-13-14	-	1-2-6

*Tabla 7.15. Verificación a flexo compresión Tabique T2X*

Una vez obtenidos estos diagramas, para cada uno de los tabiques, se procede a representar los mismos en una tabla que permita ver con claridad los resultados y poder así sacar conclusiones.

Cabe recordar que como el único tabique a verificar a flexo compresión en el basamento del edificio es el tabique T8X, por lo tanto, en la siguiente tabla todos los tabiques corresponden a la torre del mismo.

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Denom.	Combinaciones		
	Verifica	Dentro 25%	No Verifica
T2X	5-9-10-13-14	-	1-2-6
T3X	-	-	1-2-5-6-9-10-13-14
T4X	9-10	-	1-2-5-6-13-14
T5X	9-10-13-14	-	1-2-5-6
T6X	9-10-13-14	-	1-2-5-6
T7X	9-10-13-14	2-5	1-6
T3Y	13-14	5	1-2-6-9-10
T4Y	5-6-9-10	13-14	1-2
T5Y	-	9	1-2-5-6-10-13-14
T6Y	10	-	1-2-5-6-9-13-14
T7Y	1-2-9-10-13-14	5	6
T8Y	5-9-10-13-14	-	1-2-6
T9Y	1-2-5-6-9-10-13-14	-	-
T10Y	2-13-14	-	1-5-6-9-10
T11Y	1-2-5-6-9-10-13-14	-	-
T12Y	1-2-9-10-13-14	-	5-6

*Tabla 7.16. Verificación a flexo compresión Tabiques*

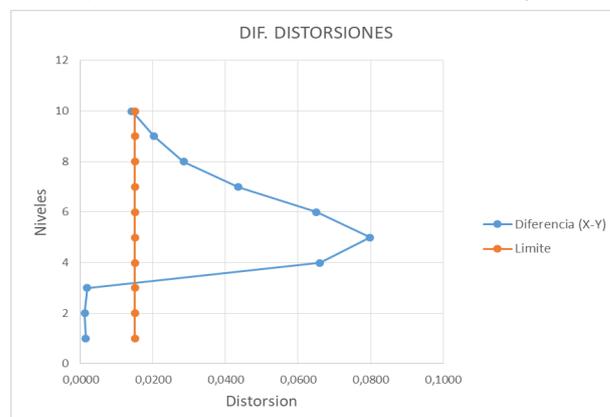
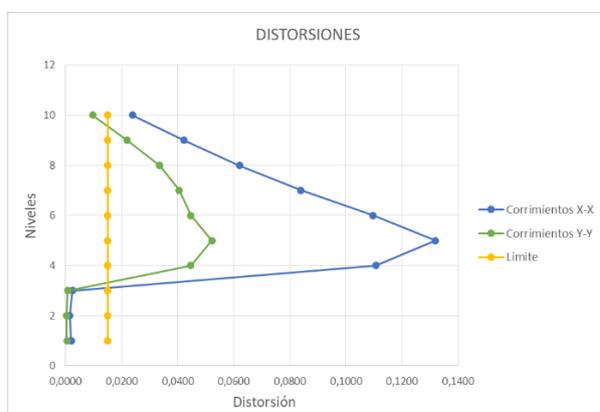
## 8 CONCLUSIONES

Para finalizar el trabajo se puede llegar a una primera conclusión basándonos en el no cumplimiento, según el código CIRSOC, de la estructura con respecto a su regularidad. Se encuentra que la estructura presenta una regularidad extrema, la cual no es aceptable en las condiciones en la que hoy en día se encuentra.

Los corrimientos en el sentido X de la estructura, son mayores respecto a los que ocurren en el sentido Y, y esto se produce debido a que el momento torsor, correspondiente al sentido X, que actúa en cada uno de los niveles de la estructura es mucho mayor que el correspondiente al que tenemos en el sentido Y, porque la excentricidad correspondiente al 10% en el sentido perpendicular a la fuerza sísmica es mucho mayor en ese sentido.

Funcionalmente, podemos decir que la estructura no cumple con el reglamento en la parte correspondiente a la torre, no sucede lo mismo en el basamento.

A continuación, se adjuntan gráficos para poder observarlo más claramente: vemos que entre el 2º Nivel y el 3º Nivel aparece un “salto” importante, donde excedemos de manera notable los límites de distorsiones (hasta el 2º Nivel inclusive, estamos dentro de deformaciones aceptables) que es de 0,015. Esto ocurre en la transición que tenemos entre Basamento y Torre.



Luego, a medida que se sigue subiendo en altura, se visualiza que poco a poco se alcanzan los valores límites admisibles. Pero solo en el sentido Y-Y al llegar al Nivel de Terraza, las condiciones son aceptables de deformaciones.

Por lo tanto, **la mayoría de los niveles no verifica en términos de deformaciones, tanto en el sentido X-X como en el Y-Y. Por lo que una opción sería realizar refuerzos en la estructura o adicionar elementos para aumentar la rigidez del edificio y de esta forma regularizarla.**

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

Como segunda conclusión importante se observa que también se encuentran fallas en las secciones cuando se realizaron los análisis por capacidad.

**Primeramente**, analizando las vigas de Hormigón Armado a flexión se percató el trabajo de diseño que se ha optado incrementado tanto la geometría como la cuantía para contrarrestar los momentos últimos actuantes en las vigas.

Si bien los últimos niveles (Terraza y Planta 8) verifican a tracción, vemos que la situación empeora a partir de la planta 6 y 7. Y finalmente desde la planta 5 hacia abajo, las vigas no cumplen con las solicitaciones requeridas para un diseño eficiente.

Otro punto importante que podemos destacar es la pérdida de ductilidad obtenida por el mismo aumento de armadura traccionada. Si bien ganamos un aumento de momento nominal, debemos ser precavidos a la hora de dimensionar ya que obtenemos una importante pérdida de ductilidad.

Debemos recordar que los factores que pueden **aumentar** el momento nominal de una viga a igual sección de hormigón son:

- Aumentar la armadura inferior traccionada
- Disminuir la armadura superior comprimida
- Aumento de carga axial
- Aumento de confinamiento

En este caso, se han demarcado basándose en las capacidades, las vigas que se deberán reforzar para que cumplan con el reglamento. Las mismas se ubican principalmente en las plantas inferiores.

**En segundo lugar**, analizando las columnas a flexocompresión, se distinguen que las más comprometidas se encuentran ubicadas en los extremos Este y Oeste de la torre.

Mientras que a medida que nos acercamos al centro de la torre, vemos como la cantidad de combinaciones que “No Verifican” son cada vez menos, incrementándose las que si lo hacen.

Finalmente, al llegar al centro de la torre, para las columnas C18, C19, C22 y C23, podemos ver como casi la totalidad de combinaciones “Verifican”.

Esto se puede justificar dado a que las columnas que se ubican en el centro de la torre están más próximas al núcleo central del edificio, el cual está formado por tabiques de H° A° que le dan mayor rigidez a la torre en esa zona.

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

Todas aquellas columnas que no verifican deberán ser material de estudio y análisis para que, con algún tipo de refuerzo, éstas tengan la capacidad necesaria y resistan adecuadamente.

**En tercer y último lugar con respecto al análisis por capacidades**, se han analizado los tabiques de Hormigón Armado a corte y a flexión compresión y se observa que de los tabiques que no verifican a corte en su mayoría se encuentran ubicados en la zona del basamento de la estructura, desde Planta Baja hasta el 2° Piso, siendo estos los tabiques T8X, T9X y T2Y.

Mientras que, en la parte de la torre del edificio, el único tabique que presenta problemas al corte es el T3X desde el 3° Piso hasta el 7° Piso.

Los tabiques que se encuentran absorbiendo esfuerzo de corte en conjunto con otros tabiques, distribuyen el esfuerzo resultando un mejor comportamiento debido a que el esfuerzo de cada uno es menor.

El corte nominal está compuesto por la resistencia a la corte proporcionada por el hormigón y por la resistencia a la corte proporcionada por el acero. La longitud del tabique  $L_x$  es un factor clave en la formulación de cada uno. Con esto presente podemos observar como los tabiques con mayor longitud se encuentran del lado de la seguridad y los tabiques con menor longitud se encuentran más comprometidos.

La conclusión final del Proyecto puede dividirse por lo tanto en dos partes: por un lado, tenemos el análisis por deformación y por otro el análisis por capacidad.

Ambos análisis presentados advierten que se debe proceder al estudio de posibles refuerzos en las secciones más comprometidas.

<p>U.T.N. F.R.M.</p>  <p>2020</p>	<p><b>PROYECTO FINAL</b></p>	<p>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</p>
--	------------------------------	---

## **9 LISTA DE REFERENCIAS**

- Reglamento CIRSOC 101 (Julio 2005): Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para edificios y otras estructuras.

<p><b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b></p>	<p><b>Año 2020</b></p>	<p><b>Página 117 de 194</b></p>
---	------------------------	---------------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

- Reglamento CIRSOC 201 (Julio 2005): Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón.
- Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones en General.
- Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte II (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones de Hormigón Armado.
- Comentarios al Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones en General.
- Comentarios al Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte II (Julio 2005): Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Construcciones de Hormigón Armado.
- Adenda al Reglamento INPRES-CIRSOC 103 Parte I (Abril 2018)
- Apuntes de Catedra de Estructuras de Hormigón (UTN)
- Apuntes de Catedra de Hormigón I y Hormigón II (UNCuyo)

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

## 10 ANEXO I: DIGITALIZACIÓN DE PLANILLAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

### 10.1 Columnas

Material	f'c [Mpa]	fy [Mpa]	Ec [Mpa]	Es [Mpa]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]
Hormigon	20	-	21019	-	24
Acero	-	420	-	200000	77

Columnas							
Nivel	Nombre	Cantidad	Dimensiones (m)		Altura (m)	Peso (kN)	Total (kN)
			b	d			
1° SS	C1	20	0,20	0,30	3,30	95,04	329,47
	C2	2	0,40	0,40	3,30	25,34	
	C8	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C9	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C13	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C14	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C18	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C19	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C22	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C23	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C26	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C27	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C30	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C31	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C34	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
	C35	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
C36	1	0,21	0,0025	3,30	0,41		
PB	C1	15	0,20	0,30	3,30	71,28	330,71
	C2	2	0,40	0,40	3,30	25,34	
	C8	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C9	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C13	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C14	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C18	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C19	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C22	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C23	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C26	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C27	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C30	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C31	1	0,40	0,80	3,30	25,34	
	C34	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
	C35	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
C36	1	0,21	0,0025	3,30	0,41		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

<b>1° P</b>	C1	15	0,20	0,30	3,30	71,28	292,70
	C2	2	0,40	0,40	3,30	25,34	
	C8	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C9	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C13	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C14	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C18	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C19	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C22	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C23	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C26	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C27	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C30	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C31	1	0,40	0,70	3,30	22,18	
	C34	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
	C35	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
C36	1	0,21	0,0025	3,30	0,41		
<b>2° P</b>	C1	15	0,20	0,30	3,30	71,28	254,68
	C2	2	0,40	0,40	3,30	25,34	
	C8	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C9	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C13	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C14	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C18	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C19	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C22	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C23	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C26	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C27	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C30	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C31	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C34	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
	C35	1	0,21	0,0025	3,30	0,41	
C36	1	0,21	0,0025	3,30	0,41		
<b>3° P</b>	C8	1	0,40	0,60	3,30	19,01	228,10
	C9	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C13	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C14	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C18	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C19	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C22	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C23	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C26	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C27	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C30	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
C31	1	0,40	0,60	3,30	19,01		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

<b>PT (4° a 8° P)</b>	C8	1	0,40	0,60	3,30	19,01	<b>228,10</b>
	C9	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C13	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C14	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C18	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C19	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C22	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C23	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C26	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C27	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C30	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C31	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
<b>Terraza</b>	C8	1	0,40	0,60	3,30	19,01	<b>228,10</b>
	C9	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C13	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C14	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C18	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C19	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C22	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C23	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C26	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C27	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C30	1	0,40	0,60	3,30	19,01	
	C31	1	0,40	0,60	3,30	19,01	

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

## 10.2 Vigas

Material	f'c [Mpa]	fy [Mpa]	Ec [Mpa]	Es [Mpa]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]
Hormigon	20	-	21019	-	24
Acero	-	420	-	200000	77

Vigas							
Nivel	Nombre	Cantidad	Dimensiones (m)		Luz (m)	Peso (kN)	Total (kN)
			b	d			
1° SS	V16	1	0,40	0,40	3,80	14,59	1399,56
	V17	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V18	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V19	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V20	1	0,40	0,40	3,80	14,59	
	V21	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V22	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V23	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V24	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V25	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V26	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V27	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V28	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V29	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V30	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V31	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V32	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V33	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V34	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V35	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V36	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V37	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V38	1	0,30	0,40	4,20	12,10	
	V39	1	0,25	0,75	7,70	34,65	
	V40	1	0,25	0,75	4,30	19,35	
	V41	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V42	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V43	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V44	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V45	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V46	1	0,40	0,75	4,30	30,96	
	V47	1	0,40	0,75	3,75	27,00	
V48	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V49	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V50	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V51	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V52	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V53	1	0,40	0,75	4,30	30,96		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

<b>PB</b>	V56	1	0,40	0,75	3,80	27,36	1206,49
	V57	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V58	1	0,18	0,40	3,70	6,39	
	V59	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V60	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V61	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V62	1	0,40	0,75	4,00	28,80	
	V63	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V64	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V65	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V66	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V67	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V68	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V69	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V70	1	0,40	0,75	6,20	44,64	
	V71	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V81	1	0,30	0,40	4,20	12,10	
	V82	1	0,25	0,70	7,70	32,34	
	V83	1	0,25	0,70	4,30	18,06	
	V86	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V87	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V88	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V89	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V90	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V91	1	0,40	0,75	4,30	30,96	
	V93	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V94	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V95	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V96	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V97	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V98	1	0,40	0,75	4,30	30,96		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

<b>1°P</b>	V105	1	0,40	0,75	3,80	27,36	1383,75
	V106	1	0,40	0,75	6,40	46,08	
	V107	1	0,18	0,40	3,70	6,39	
	V108	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V109	1	0,40	0,75	6,40	46,08	
	V110	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V111	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V112	1	0,40	0,75	6,40	46,08	
	V113	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V114	1	0,40	0,75	6,40	46,08	
	V115 (2)	2	0,40	0,75	4,00	57,60	
	V116	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V117	1	0,40	0,75	6,40	46,08	
	V118 (2)	2	0,40	0,75	3,90	56,16	
	V119	1	0,40	0,75	6,40	46,08	
	V120	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V121	1	0,40	0,75	4,00	28,80	
	V122	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V123	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V124	1	0,40	0,75	4,00	28,80	
	V130	1	0,25	0,40	4,20	10,08	
	V131	1	0,25	0,70	7,70	32,34	
	V132	1	0,25	0,70	4,30	18,06	
	V134	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V135	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V136	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V137	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V138	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V139	1	0,40	0,75	4,30	30,96	
	V140	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V141	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V142	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V143	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V144	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V145	1	0,40	0,75	4,30	30,96		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

<b>2° P</b>	V152	1	0,40	0,75	3,80	27,36	1474,33
	V153	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V154	1	0,18	0,40	3,70	6,39	
	V155	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V156	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V157	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V158	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V159	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V160	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V161	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V162	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V163	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V164	1	0,30	0,60	7,00	30,24	
	V165	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V166	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V167	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V168	1	0,40	0,75	3,90	28,08	
	V169	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V170	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V171	1	0,40	0,75	4,00	28,80	
	V172	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V173	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V174	1	0,40	0,75	4,00	28,80	
	V180	1	0,30	0,40	4,20	12,10	
	V181	1	0,25	0,70	7,70	32,34	
	V182	1	0,25	0,70	4,30	18,06	
	V184	1	0,40	0,75	3,80	27,36	
	V185	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V186	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V187	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V188	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V189	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V190	1	0,40	0,75	4,30	30,96	
V191	1	0,40	0,75	3,80	27,36		
V192	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V193	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V194	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V195	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V196	1	0,40	0,75	7,70	55,44		
V197	1	0,40	0,75	4,30	30,96		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

<b>3° P</b>	V202	1	0,40	0,75	6,60	47,52	839,52
	V203	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V204	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V205	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V206	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V207	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V208	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V209	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V210	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V211	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V212	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V213	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V214	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V215	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V216	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	V217	1	0,40	0,75	7,70	55,44	
	<b>4° y 5° P</b>	V218	1	0,40	0,75	6,60	
V219		1	0,40	0,75	6,60	47,52	
V220		1	0,40	0,75	6,60	47,52	
V221		1	0,40	0,75	6,60	47,52	
V222		1	0,40	0,75	6,60	47,52	
V223		1	0,40	0,75	6,60	47,52	
V224		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V225		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V226		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V227		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V228		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V229		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V230		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V231		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V232		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
V233		1	0,40	0,75	7,70	55,44	
<b>6° P</b>		V218	1	0,40	0,75	6,60	47,52
	V219	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V220	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V221	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V222	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V223	1	0,40	0,75	6,60	47,52	
	V224	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V225	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V226	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V227	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V228	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V229	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V230	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V231	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V232	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
V233	1	0,30	0,75	7,70	41,58		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

<b>7° y 8° P</b>	V218	1	0,30	0,75	6,60	35,64	629,64
	V219	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V220	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V221	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V222	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V223	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V224	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V225	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V226	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V227	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V228	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V229	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V230	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V231	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V232	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
V233	1	0,30	0,75	7,70	41,58		
<b>Terraza</b>	V218	1	0,30	0,75	6,60	35,64	629,64
	V219	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V220	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V221	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V222	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V223	1	0,30	0,75	6,60	35,64	
	V224	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V225	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V226	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V227	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V228	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V229	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V230	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V231	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
	V232	1	0,30	0,75	7,70	41,58	
V233	1	0,30	0,75	7,70	41,58		

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

## 10.3 Losas

Losas								
Nivel	Nombre	Tipo	Cantidad	Luz (m) Lx / Ly	b (m)	kN/m <sup>2</sup>	Peso (kN)	Total (kN)
1° SS	L2	2	1	2,40	8,10	3,80	73,87	2544,91
	L3	2	1	2,30	4,40	3,80	38,46	
	L4	2	1	4,30	4,50	3,80	73,53	
	L4'	2	1	4,30	7,40	3,80	120,92	
	L5	2	5	4,00	7,70	3,80	585,20	
	L6	1	2	7,00	-	3,70	398,86	
				7,70	-			
	L7	1	2	7,00	-	3,70	295,26	
				5,70	-			
	L8	2	1	3,80	4,50	3,80	64,98	
	L8'	2	5	3,80	8,10	3,80	584,82	
	L9	2	2	1,70	2,70	3,80	34,88	
	L11	2	1	3,75	7,20	3,80	102,60	
	L12	2	1	3,70	4,50	3,80	63,27	
L12'	2	1	3,70	7,70	3,80	108,26		
E3 (6)	3	6				0,00		
PB	L2	2	1	2,50	8,10	3,80	76,95	1462,02
	L3	2	1	2,30	4,40	3,80	38,46	
	L4	2	1	4,30	4,50	3,80	73,53	
	L4'	2	1	4,30	7,40	3,80	120,92	
	L5	2	2	3,90	7,70	3,80	228,23	
	L6	1	2	7,00	-	3,70	398,86	
				7,70	-			
	L7	1	2	7,00	-	3,70	295,26	
				5,70	-			
	L8	2	3	3,80	4,50	3,80	194,94	
	L9	2	2	1,70	2,70	3,80	34,88	
	L10 (LA1)	3	1	1,70			0,00	
	E1 (2)	3	2				0,00	
	E2	3	1				0,00	
E3 (3)	3	3				0,00		
Viguetas						0,00		
1° P	L2	2	1	2,50	8,10	3,80	76,95	2065,88
	L3	2	1	2,30	4,40	3,80	38,46	
	L4	2	1	4,30	4,50	3,80	73,53	
	L4'	2	1	4,30	7,40	3,80	120,92	
	L5	2	2	3,90	7,70	3,80	228,23	
	L6	1	2	7,00	-	3,70	398,86	
				7,70	-			
	L7	1	2	7,00	-	3,70	295,26	
				5,70	-			
	L8	2	7	3,90	7,70	3,80	798,80	
	L9	2	2	1,70	2,70	3,80	34,88	
	E1 (2)	3	2				0,00	
	E2	3	1				0,00	
	Viguetas						0,00	

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

<b>2° P</b>	L2	2	1	2,50	8,10	3,80	76,95	2208,04
	L3	2	1	2,30	4,40	3,80	38,46	
	L4	2	1	4,30	4,50	3,80	73,53	
	L4'	2	1	4,30	7,40	3,80	120,92	
	L5	2	5	3,90	7,70	3,80	570,57	
	L6	1	2	7,00	-	3,70	398,86	
				7,70	-			
	L7	1	2	7,00	-	3,70	295,26	
				5,70	-			
	L8	2	3	3,80	7,70	3,80	333,56	
	L9	2	2	1,70	2,70	3,80	34,88	
	L10	2	3	3,75	3,80	3,80	162,45	
	L10'	2	1	3,75	7,20	3,80	102,60	
	E1 (2)	3	2				0,00	
LD (E2)	3	1				0,00		
LA1	3	1				0,00		
<b>3° P</b>	L1	1	4	7,70	-	3,70	797,72	
				7,00	-			
	L2	2	1	2,50	8,10	3,80	76,95	
	L3	2	1	2,30	4,40	3,80	38,46	
	E1 (2)	3					0,00	
E2	3					0,00		
<b>PT (4° a 8° P)</b>	L1	1	4	7,70	-	3,70	797,72	
				7,00	-			
	L2	2	1	2,50	8,10	3,80	76,95	
	L3	2	1	2,30	4,40	3,80	38,46	
	E1 (2)	3					0,00	
E2	3					0,00		
<b>Terraza</b>	L15		1	7,20	8,10	3,80	221,62	221,62

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

## 10.4 Tabiques

Material	f'c [Mpa]	fy [Mpa]	Ec [Mpa]	Es [Mpa]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]
Hormigon	20	-	21019	-	24
Acero	-	420	-	200000	77

Tabiques					
Nivel	Nombre	Espesor (m)	Altura (m)	Largo (m)	Peso (kN)
1° SS	TA	0,20	3,30	165,79	2626,11
PB	TA	0,20	3,30	110,79	1754,91
1° P	TA	0,20	3,30	110,79	1754,91
2° P	TA	0,20	3,30	110,79	1754,91
3° P	TA	0,20	3,30	20,03	317,28
4° P - 8° P	TA	0,20	3,30	20,03	317,28
Terraza	TA	0,20	3,30	20,03	317,28
<b>Peso Total</b>					<b>8842,68</b>

<b>U.T.N. F.R.M.</b>   <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS</b>
--	-----------------------	--

## 11 ANEXO III: ANÁLISIS ESTÁTICO

### 11.1 Cálculo Centro de Masa CM

Nivel	Losa	M <sub>i</sub> (kN)	X <sub>i</sub> (m)	M <sub>i</sub> *X <sub>i</sub> (kNm)	Y <sub>i</sub> (m)	M <sub>i</sub> *Y <sub>i</sub> (kNm)	M <sub>T</sub> (kN)	X <sub>T</sub> (m)	Y <sub>T</sub> (m)
1° SS	11	102,60	9,40	964,44	2,00	205,20	2544,91	10,51	26,37
	3	38,46	14,13	543,19	22,69	872,57			
	4	194,45	9,40	1827,79	47,00	9138,96			
	5	585,20	5,7	3335,64	24,5	14337,40			
	6	398,86	11,7	4666,66	24,5	9772,07			
	7	295,26	11,7	3454,54	24,5	7233,87			
	8	649,80	17,45	11339,01	26,65	17317,17			
	9	34,88	9,5	331,40	24,49	854,31			
	12	171,53	1,7	291,60	42,95	7367,30			
			$\sum M_i * X_i$	26754,28	$\sum M_i * Y_i$	67098,85			
PB	Viguetas	0,00	5,7	0,00	20,4	0,00	1462,02	11,12	28,26
	2	76,95	9,4	723,33	24,5	1885,28			
	3	38,46	14,25	548,00	22,7	872,95			
	4	194,45	9,4	1827,79	47	9138,96			
	5	228,23	5,7	1300,90	36,7	8375,97			
	6	398,86	11,7	4666,66	24,5	9772,07			
	7	295,26	11,7	3454,54	24,5	7233,87			
	8	194,94	17,45	3401,70	16,35	3187,27			
	9	34,88	9,4	327,91	24,5	854,66			
			$\sum M_i * X_i$	16250,84	$\sum M_i * Y_i$	41321,02			
1° P	Viguetas	0,00	5,7	0,00	24,5	0,00	2065,88	10,85	22,37
	2	76,95	9,4	723,33	24,5	1885,28			
	3	38,46	14,125	543,19	22,7	872,95			
	4	194,45	9,4	1827,79	47	9138,96			
	5	228,23	5,7	1300,90	36,7	8375,97			
	6	398,86	11,7	4666,66	24,5	9772,07			
	7	295,26	11,7	3454,54	24,5	7233,87			
	8	342,34	17,45	5973,87	16,35	5597,29			
	8'	228,23	11,45	2613,21	2,075	473,57			
	8''	228,23	5,7	1300,90	12,3	2807,20			
	9	2	9,4	18,80	24,5	49,00			
			$\sum M_i * X_i$	22423,20	$\sum M_i * Y_i$	46206,17			
2° P	2	76,95	9,4	723,33	24,5	1885,275	2208,04	10,26	24,04
	3	38,46	14,125	543,191	22,7	872,9512			
	4	194,45	9,4	1827,7924	47	9138,962			
	5	570,57	5,7	3252,249	24,5	13978,965			
	6	398,86	11,7	4666,662	24,5	9772,07			
	7	295,26	11,7	3454,542	24,5	7233,87			
	8	333,56	17,45	5820,6918	16,35	5453,7714			
	9	34,88	9,4	327,9096	24,5	854,658			
	10	162,45	11,45	1860,0525	2,075	337,08375			
		10'	102,60	1,7	174,42	34,575			
			$\sum M_i * X_i$	22650,84	$\sum M_i * Y_i$	53075,00			
3° a 8° P	1	797,72	11,7	9333,32	24,5	19544,14	913,13	11,61	24,43
	2	76,95	9,4	723,33	24,5	1885,28			
	3	38,46	14,125	543,19	22,8	876,80			
			$\sum M_i * X_i$	10599,85	$\sum M_i * Y_i$	22306,21			

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

## 11.2 Distribución Fuerza Sísmica en altura

DATOS		
<b>D</b>	-	kN/m <sup>2</sup>
<b>L (Quincho)</b>	5	kN/m <sup>2</sup>
<b>L (Oficina)</b>	2,5	kN/m <sup>2</sup>
<b>S</b>	0,3	kN/m <sup>2</sup>
<b>f1</b>	0,20	Quincho
<b>f1</b>	0,25	Oficinas
<b>f2</b>	0,70	Cub. Horizontal

Nivel	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Dk [kN]	Wk [kN]	hk [m]	hi [m]	Cx	Cy	Vox [kN]	Voy [kN]	Fkx [kN]	Vkx [kN]	Fky [kN]	Vky [kN]	Ev [kN]
Terraza	192,66	1123,94	1164,40	3,30	33,00	0,13	0,14	4264,13	4592,14	350,96	350,96	377,95	377,95	224,79
8° P	322,241	2088,14	2518,15	3,30	29,70					683,09	1034,04	735,63	1113,58	417,63
7° P	322,241	2088,14	2289,54	3,30	26,40					552,06	1586,11	594,53	1708,11	417,63
6° P	322,241	2159,42	2360,82	3,30	23,10					498,09	2084,20	536,41	2244,52	431,88
5° P	322,241	2298,02	2499,42	3,30	19,80					452,00	2536,20	486,77	2731,29	459,60
4° P	322,241	2298,02	2499,42	3,30	16,50					376,67	2912,87	405,64	3136,94	459,60
3° P	322,241	2298,02	2499,42	3,30	13,20					301,34	3214,21	324,51	3461,45	459,60
2° P	737,378	4959,85	5979,70	3,30	9,90					540,69	3754,90	582,29	4043,74	991,97
1° P	682,863	5478,24	5905,03	3,30	6,60					355,96	4110,86	383,34	4427,08	1095,65
PB	559,964	4735,13	5085,11	3,30	3,30					153,27	4264,13	165,06	4592,14	947,03
		Wk-total =	32801,00	ΣWi*hi =	466867,23									

## 11.3 Período aproximado

Portico/Tabique	
Ta	1,08
Cr	0,0466
x	0,90
H [m]	33,0
Verificacion → $T \leq C_u T_a$	
T	$C_u T_a$
1,08	1,52

Tabla 6.2  
(Pág 51)

Verifica

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

## 11.4 Coeficiente sísmico

Datos		
Destino Oficinas	$\gamma_r$	1,00
Porticos/Tabiques de H° A°	R	6,00
	Cd	4,70
	$\Omega_o$	2,60
Zona 4 Sitio D	as	0,35
	Ca	0,4
	Cv	0,708
Para todos los casos	Na	1
	Nv	1,2
	$T_1$ [s]	0,1416
	$T_2$ [s]	0,708
	$T_3$ [s]	13
Periodo	T [s]	1,08

Pseudo aceleracion	Sa	0,65
Coef. Sismico	Csx	0,13
	Csy	0,14

$S_a = C_a (1 + 1,5 \cdot T / T_1)$	para $T \leq T_1$
$S_a = 2,5 C_a$	para $T_1 < T \leq T_2$
$S_a = C_v / T$	para $T_2 < T \leq T_3$
$S_a = C_v \cdot T_3 / T^2$	para $T > T_3$

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

## 11.5 Deformaciones

DATOS	
Cd x	5,5
Cd y	5,5
$\gamma_r$	1

Fza en X + Momento Torsor en -X						
Nivel	Corrimiento X-X					
	$d_e$ (mm)	$d_u$ (mm)	$\Delta_{sk}$ (mm)	$h_{sk}$ (mm)	$\theta_{sk}$	$\theta_{sk} \leq 0,015$
Terraza	342,2	1882,1	78,7	3300	0,0238	NO VERIFICA
8° P	327,9	1803,5	139,7	3300	0,0423	NO VERIFICA
7° P	302,5	1663,8	204,6	3300	0,0620	NO VERIFICA
6° P	265,3	1459,2	277,2	3300	0,0840	NO VERIFICA
5° P	214,9	1182,0	361,9	3300	0,1097	NO VERIFICA
4° P	149,1	820,1	435,6	3300	0,1320	NO VERIFICA
3° P	69,9	384,5	365,2	3300	0,1107	NO VERIFICA
	3,5	19,3				
2° P	3,6	19,8	8,3	3300	0,0025	VERIFICA
1° P	2,1	11,6	5,0	3300	0,0015	VERIFICA
PB	1,20	6,6	6,6	3300	0,0020	VERIFICA

Fza en Y + Momento Torsor en -Y						
Nivel	Corrimiento Y-Y					
	$d_e$ (mm)	$d_u$ (mm)	$\Delta_{sk}$ (mm)	$h_{sk}$ (mm)	$\theta_{sk}$	$\theta_{sk} \leq 0,015$
Terraza	149,1	820,1	31,9	3300	0,0097	VERIFICA
8° P	143,3	788,2	72,6	3300	0,0220	NO VERIFICA
7° P	130,1	715,6	110,6	3300	0,0335	NO VERIFICA
6° P	110	605,0	133,7	3300	0,0405	NO VERIFICA
5° P	85,7	471,4	147,4	3300	0,0447	NO VERIFICA
4° P	58,9	324,0	172,2	3300	0,0522	NO VERIFICA
3° P	27,6	151,8	147,4	3300	0,0447	NO VERIFICA
	0,8	4,4				
2° P	0,9	5,0	2,2	3300	0,0007	VERIFICA
1° P	0,5	2,8	1,1	3300	0,0003	VERIFICA
PB	0,30	1,7	1,7	3300	0,0005	VERIFICA

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

## 11.6 Momento Torsor

Datos	
$e_{ak-x}$	5%
$e_{ak-y}$	5%

Dirección X-X							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_y$ [m]	$e_{oy}$ [m]	$(0,05*L_y)$ [m]	$(0,05*L_y)$ [m]	$M_{tx1}$ [kNm]	$M_{tx2}$ [kNm]
Terraza	350,96	24,70	2,55	1,24	-1,24	433,43	-433,43
8° P	1034,04	40,70	2,55	2,04	-2,04	2104,28	-2104,28
7° P	1586,11	40,70	2,55	2,04	-2,04	3227,72	-3227,72
6° P	2084,20	40,70	2,55	2,04	-2,04	4241,35	-4241,35
5° P	2536,20	40,70	2,55	2,04	-2,04	5161,17	-5161,17
4° P	2912,87	40,70	2,55	2,04	-2,04	5927,69	-5927,69
3° P	3214,21	40,70	2,55	2,04	-2,04	6540,91	-6540,91
2° P	3754,90	49,04	24,29	2,45	-2,45	9207,02	-9207,02
1° P	4110,86	49,04	23,89	2,45	-2,45	10079,83	-10079,83
PB	4264,13	44,80	23,35	2,24	-2,24	9551,65	-9551,65

Dirección Y-Y							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_x$ [m]	$e_{ox}$ [m]	$(0,05*L_x)$ [m]	$(0,05*L_x)$ [m]	$M_{ty1}$ [kNm]	$M_{ty2}$ [kNm]
Terraza	377,95	7,40	0,76	0,37	-0,37	139,84	-139,84
8° P	1113,58	7,40	0,76	0,37	-0,37	412,03	-412,03
7° P	1708,11	7,40	0,76	0,37	-0,37	632,00	-632,00
6° P	2244,52	7,40	0,77	0,37	-0,37	830,47	-830,47
5° P	2731,29	7,40	0,78	0,37	-0,37	1010,58	-1010,58
4° P	3136,94	7,40	0,78	0,37	-0,37	1160,67	-1160,67
3° P	3461,45	7,40	0,77	0,37	-0,37	1280,74	-1280,74
2° P	4043,74	16,10	0,20	0,81	-0,81	3255,21	-3255,21
1° P	4427,08	16,10	0,20	0,81	-0,81	3563,80	-3563,80
PB	4592,14	11,10	0,14	0,56	-0,56	2548,64	-2548,64

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

Datos	
$e_{ak-x}$	10%
$e_{ak-y}$	10%

Dirección X-X							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_y$ [m]	$e_{oy}$ [m]	$(0,10*L_y)$ [m]	$(0,10*L_y)$ [m]	$M_{tx1}$ [kNm]	$M_{tx2}$ [kNm]
Terraza	350,96	24,70	2,55	2,47	-2,47	866,86	-866,86
8° P	1034,04	40,70	2,55	4,07	-4,07	4208,55	-4208,55
7° P	1586,11	40,70	2,55	4,07	-4,07	6455,45	-6455,45
6° P	2084,20	40,70	2,55	4,07	-4,07	8482,69	-8482,69
5° P	2536,20	40,70	2,55	4,07	-4,07	10322,34	-10322,34
4° P	2912,87	40,70	2,55	4,07	-4,07	11855,39	-11855,39
3° P	3214,21	40,70	2,55	4,07	-4,07	13081,82	-13081,82
2° P	3754,90	49,04	24,29	4,90	-4,90	18414,03	-18414,03
1° P	4110,86	49,04	23,89	4,90	-4,90	20159,67	-20159,67
PB	4264,13	44,80	23,35	4,48	-4,48	19103,30	-19103,30

Dirección Y-Y							
Nivel	$V_k$ [kN]	$L_x$ [m]	$e_{ox}$ [m]	$(0,10*L_x)$ [m]	$(0,10*L_x)$ [m]	$M_{ty1}$ [kNm]	$M_{ty2}$ [kNm]
Terraza	377,95	7,40	0,76	0,74	-0,74	279,69	-279,69
8° P	1113,58	7,40	0,76	0,74	-0,74	824,05	-824,05
7° P	1708,11	7,40	0,76	0,74	-0,74	1264,00	-1264,00
6° P	2244,52	7,40	0,77	0,74	-0,74	1660,95	-1660,95
5° P	2731,29	7,40	0,78	0,74	-0,74	2021,16	-2021,16
4° P	3136,94	7,40	0,78	0,74	-0,74	2321,33	-2321,33
3° P	3461,45	7,40	0,77	0,74	-0,74	2561,48	-2561,48
2° P	4043,74	16,10	0,20	1,61	-1,61	6510,42	-6510,42
1° P	4427,08	16,10	0,20	1,61	-1,61	7127,60	-7127,60
PB	4592,14	11,10	0,14	1,11	-1,11	5097,28	-5097,28

## 11.7 Deformaciones

<b>U.T.N. F.R.M.</b>   <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS</b>
--	-----------------------	--

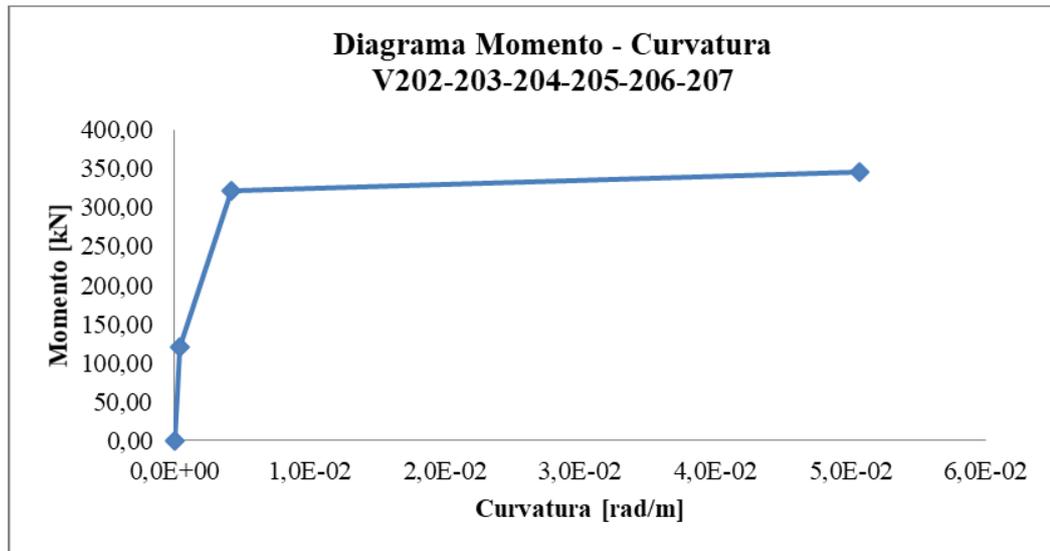
## 12 ANEXO IV: METODO DE DISEÑO

### 12.1 Diagrama Momento-Curvatura en Vigas

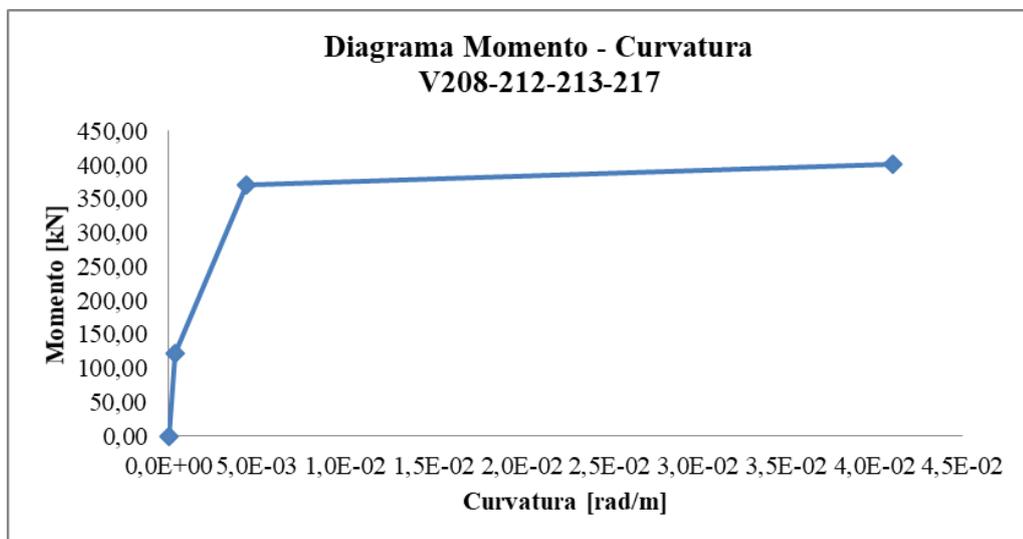
										$\phi_v =$	0,9
Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	Verificación Mn $\geq$ Mu	Relación Md / Mu
3° Piso	V202	750	400	1206,37	804,25	11,90	345,25	5	2034,59	No Verifica	0,15
	V203							2	1492,26	No Verifica	0,21
	V204							2	870,59	No Verifica	0,36
	V205							1	474,19	No Verifica	0,66
	V206							1	971,02	No Verifica	0,32
	V207							1	1371,17	No Verifica	0,23
	V208	750	400	1407,43	603,19	9,30	400,57	13	716,7	No Verifica	0,50
	V212							10	710,5	No Verifica	0,51
	V213							14	712,12	No Verifica	0,51
	V217							9	704,35	No Verifica	0,51
	V209	750	400	1206,37	603,19	11,00	344,89	13	605,65	No Verifica	0,51
	V210							13	615,42	No Verifica	0,50
	V211							13	607,72	No Verifica	0,51
	V214							14	601,71	No Verifica	0,52
	V215							9	596,26	No Verifica	0,52
	V216							14	617,91	No Verifica	0,50

Ilustración 1: Planilla de Verificación vigas 3° Piso

	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	120,36
<b>Fluencia</b>	4,25E-03	321,64
<b>Nomina</b>	5,07E-02	345,25
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,9</b>	

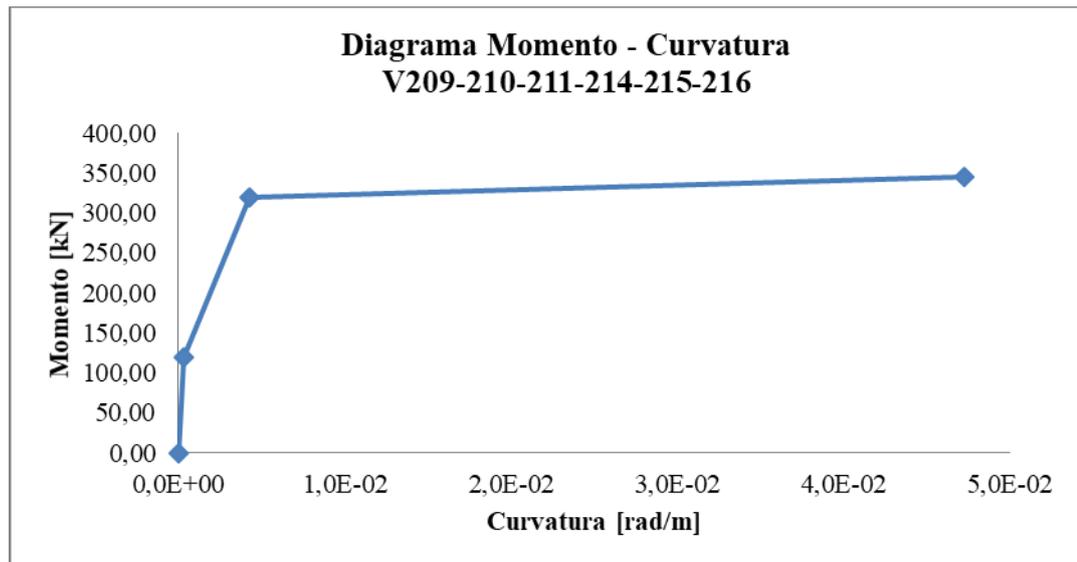


	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,62E-04	121,45
<b>Fluencia</b>	4,39E-03	370,15
<b>Nomina</b>	4,11E-02	400,57
<b>Duc. Curv.</b>	<b>9,3</b>	



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

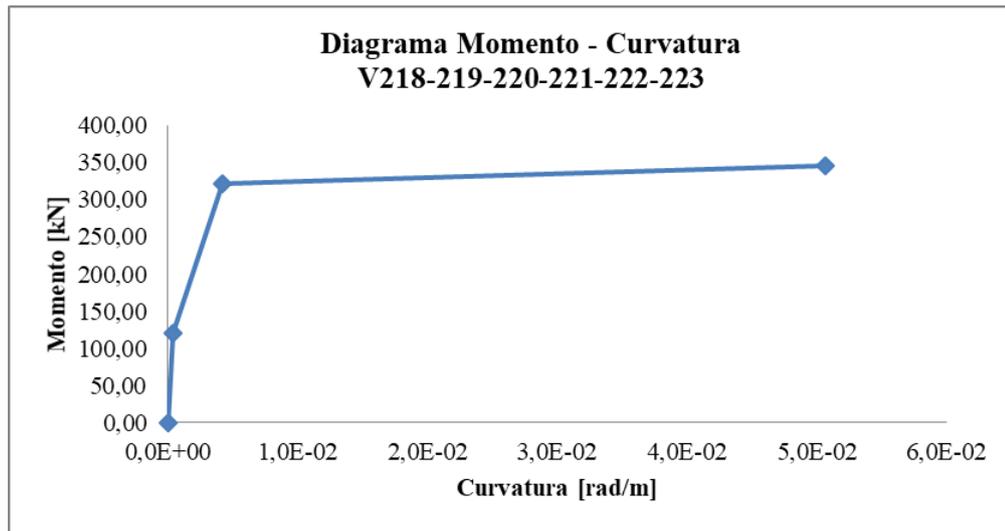
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,60E-04	119,45
<b>Fluencia</b>	4,29E-03	319,32
<b>Nomina</b>	4,72E-02	344,89
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,0</b>	



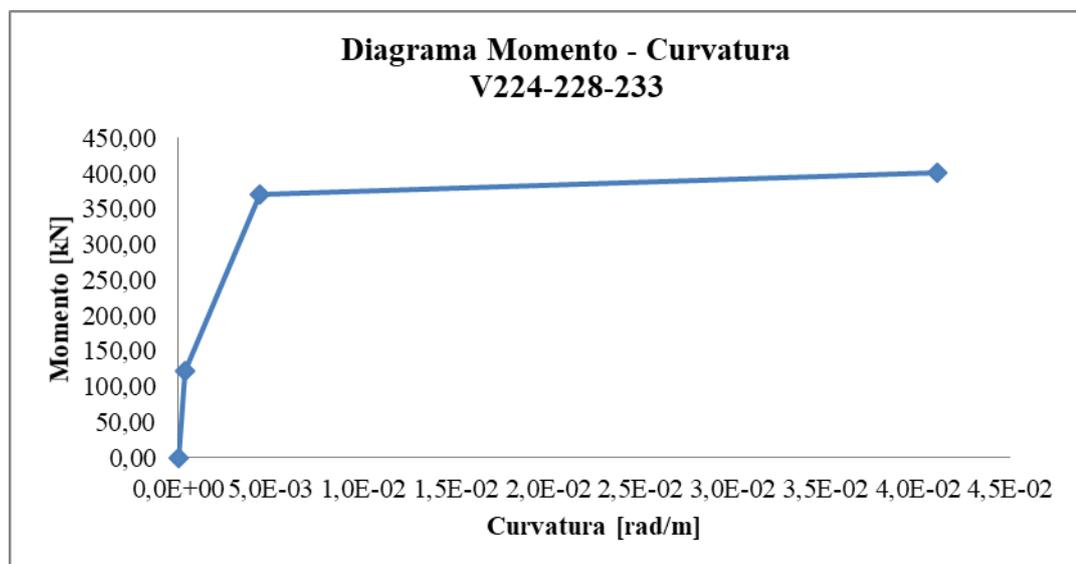
Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	$\phi_v =$	Relación Md / Mu
4° Piso	V218	750	400	1206,37	804,25	11,90	345,25	2	1859,27	No Verifica	0,17
	V219							2	1379,45	No Verifica	0,23
	V220							2	824	No Verifica	0,38
	V221							1	476,74	No Verifica	0,65
	V222							1	883,62	No Verifica	0,35
	V223							1	1213,55	No Verifica	0,26
	V224	750	400	1407,43	603,19	9,30	400,57	13	659,41	No Verifica	0,55
	V228							10	655,09	No Verifica	0,55
	V233							9	647,87	No Verifica	0,56
	V225	750	400	1206,37	603,19	11,00	344,89	13	582,56	No Verifica	0,53
	V226							13	576,74	No Verifica	0,54
	V227							13	580,46	No Verifica	0,53
	V229							14	649,58	No Verifica	0,48
	V230							14	588,08	No Verifica	0,53
V231	9							570,05	No Verifica	0,54	
V232	14							591,12	No Verifica	0,53	

Ilustración 2: Planilla de Verificación vigas 4° Piso

	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	120,36
<b>Fluencia</b>	4,25E-03	321,64
<b>Nomina</b>	5,07E-02	345,25
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,9</b>	

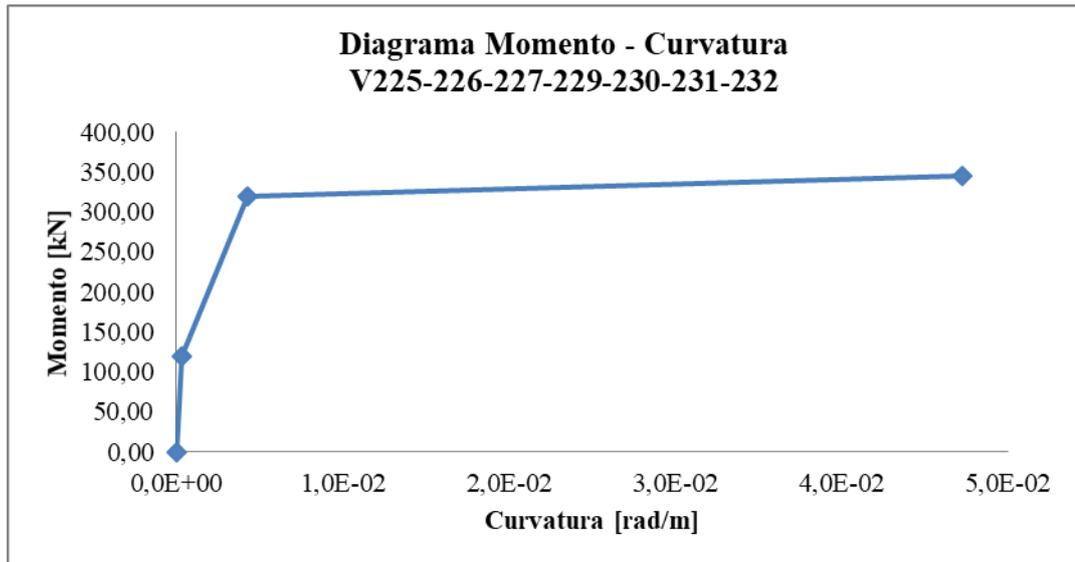


	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,62E-04	121,45
<b>Fluencia</b>	4,39E-03	370,10
<b>Nomina</b>	4,11E-02	400,57
<b>Duc. Curv.</b>	<b>9,3</b>	



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

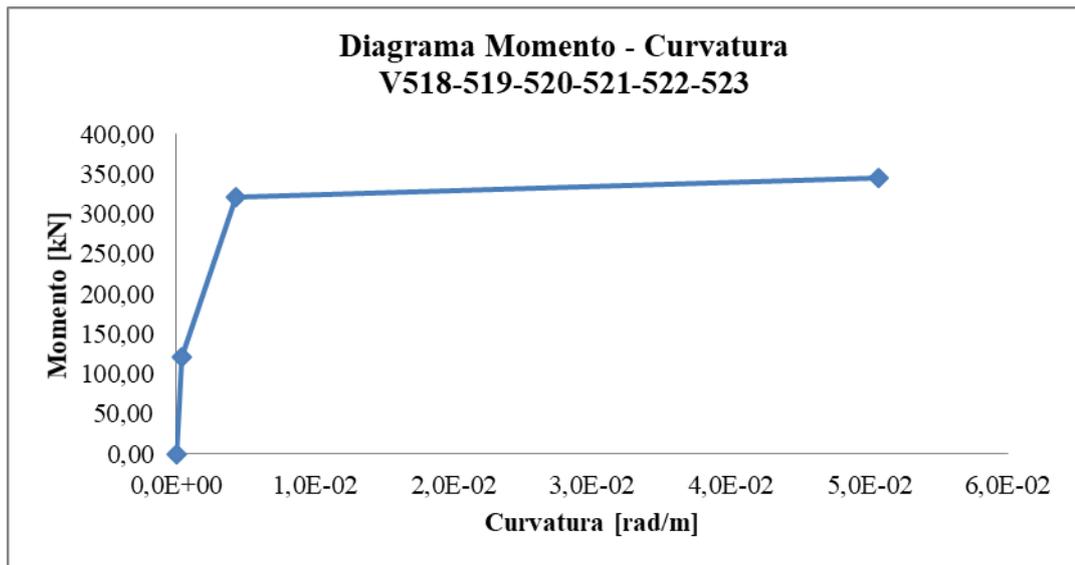
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,60E-04	119,45
<b>Fluencia</b>	4,29E-03	319,32
<b>Nomina</b>	4,72E-02	344,89
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,0</b>	



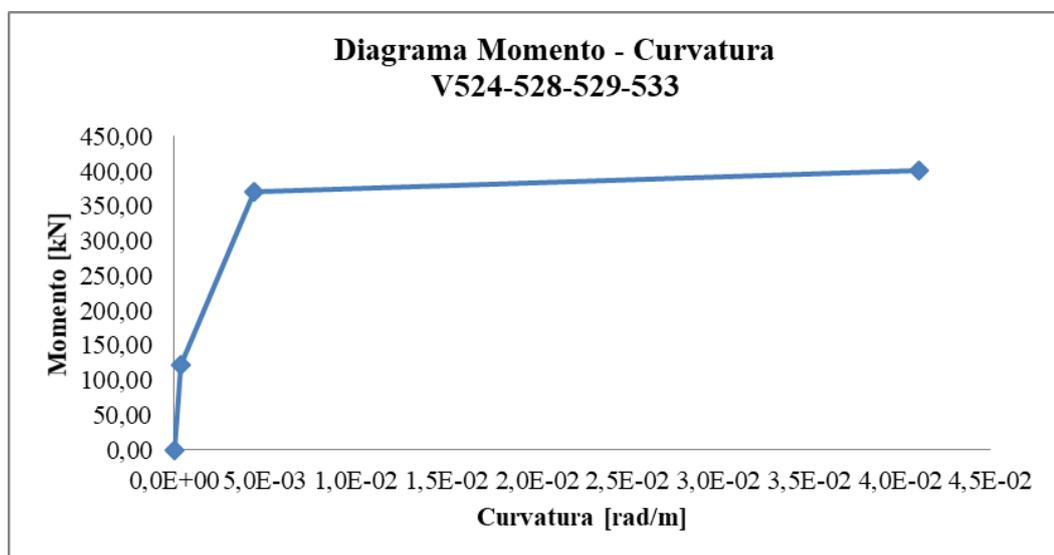
Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	$\phi_v =$	Relación Md / Mu						
5° Piso	V518	750	400	1206,37	804,25	11,90	345,25	2	1468,63	No Verifica	0,21						
	V519							2	1125,39	No Verifica	0,28						
	V520							2	707,11	No Verifica	0,44						
	V521							1	490,35	No Verifica	0,63						
	V522							1	787,78	No Verifica	0,39						
	V523							1	1016,35	No Verifica	0,31						
	V524	750	400	1407,43	603,19	9,3	400,569	13	579,64	No Verifica	0,62						
	V528							10	574,22	No Verifica	0,63						
	V529							14	570,17	No Verifica	0,63						
	V533							9	568,05	No Verifica	0,63						
	V525							750	400	1206,37	603,19	11,00	344,89	13	512,1	No Verifica	0,61
	V526													13	508,36	No Verifica	0,61
	V527	13	510,29	No Verifica	0,61												
	V530	14	520,05	No Verifica	0,60												
	V531	9	501,82	No Verifica	0,62												
	V532	9	518,06	No Verifica	0,60												

Ilustración 3: Planilla de Verificación vigas 5° Piso

	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	120,36
<b>Fluencia</b>	4,25E-03	321,64
<b>Nomina</b>	5,07E-02	345,25
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,9</b>	

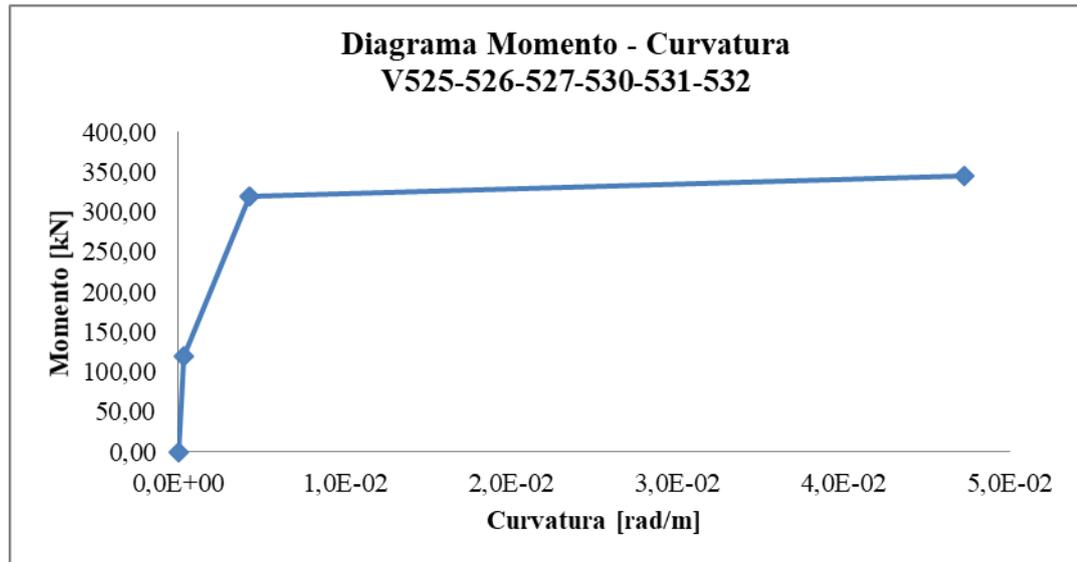


	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,62E-04	121,45
<b>Fluencia</b>	4,39E-03	370,10
<b>Nomina</b>	4,11E-02	400,57
<b>Duc. Curv.</b>	<b>9,3</b>	



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	---

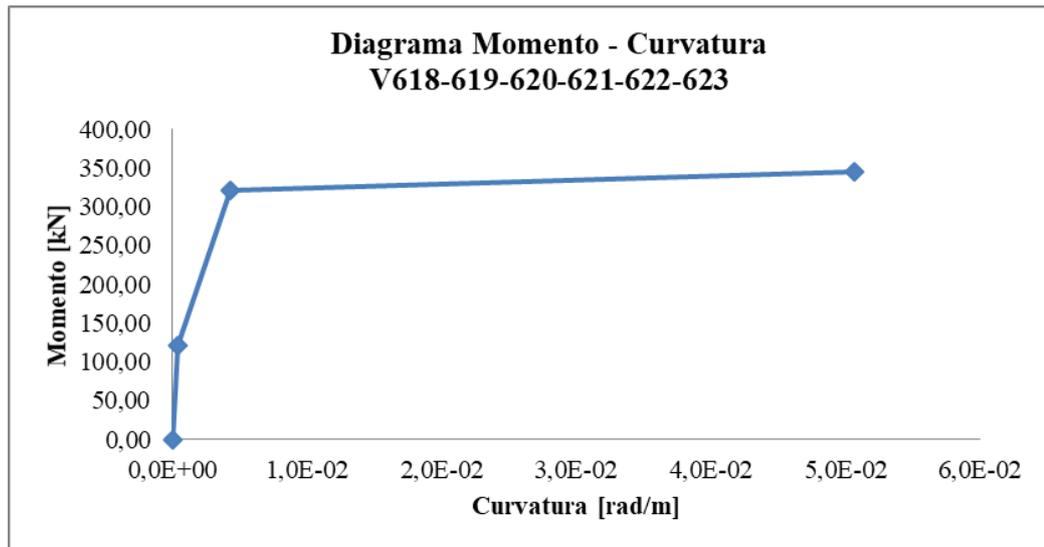
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,60E-04	119,45
<b>Fluencia</b>	4,29E-03	319,32
<b>Nomina</b>	4,72E-02	344,89
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,0</b>	



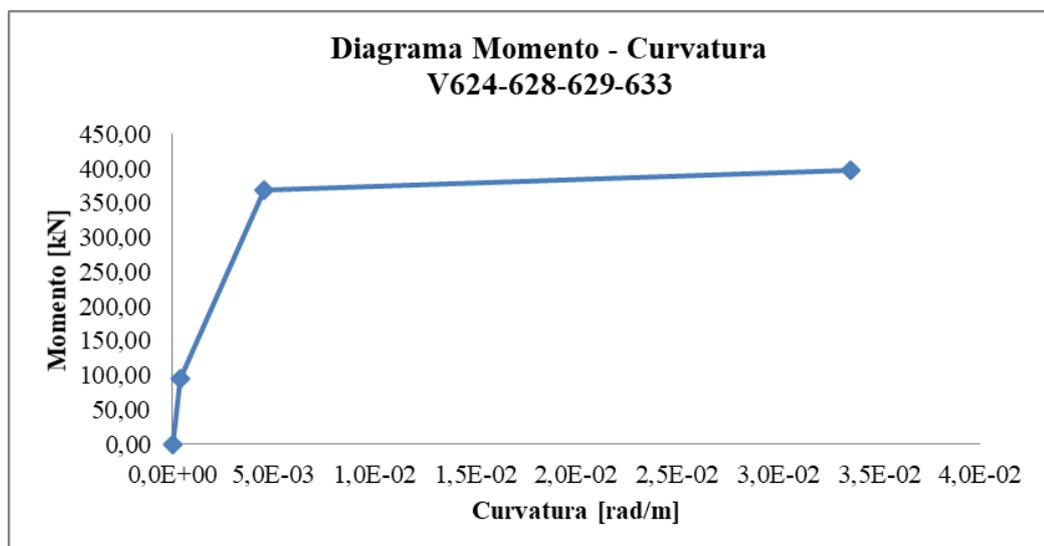
Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	$\phi_v =$	Relación Md / Mu
6° Piso	V618	750	400	1206,37	804,25	11,90	345,25	2	1100,51	No Verifica	0,28
	V619							2	880,14	No Verifica	0,35
	V620							2	588,6	No Verifica	0,53
	V621							1	477,35	No Verifica	0,65
	V622							1	687,49	No Verifica	0,45
	V623	1	828,14	No Verifica	0,38						
	V624	750	300	1407,43	603,19	7,4	397,6552	13	443,38	No Verifica	0,81
	V628							10	435,98	No Verifica	0,82
	V629							14	439,98	No Verifica	0,81
	V633							9	434,96	No Verifica	0,82
	V625	750	300	1206,37	603,19	8,90	342,67	13	405,82	No Verifica	0,76
	V626							13	397,59	No Verifica	0,78
	V627							13	403,05	No Verifica	0,77
	V630							14	404,69	No Verifica	0,76
	V631							9	365,99	No Verifica	0,84
V632	9	408,36	No Verifica	0,76							

Ilustración 4: Planilla de Verificación vigas 6° Piso

	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	120,36
<b>Fluencia</b>	4,25E-03	321,64
<b>Nomina</b>	5,07E-02	345,25
<b>Duc. Curv.</b>	<b>11,9</b>	

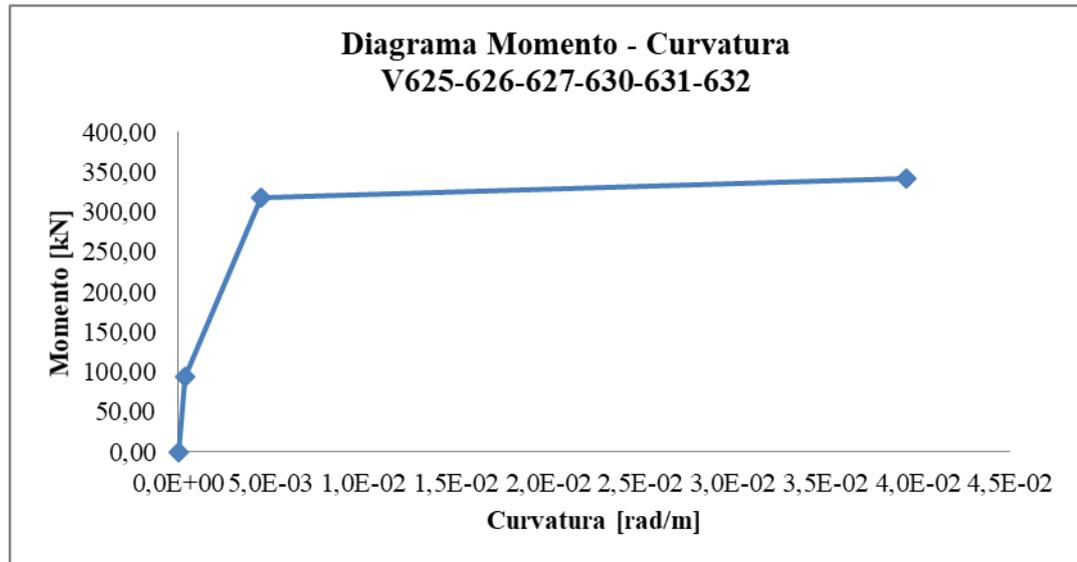


	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,64E-04	95,27
<b>Fluencia</b>	4,56E-03	368,05
<b>Nomina</b>	3,36E-02	397,66
<b>Duc. Curv.</b>	<b>7,4</b>	



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,62E-04	93,27
<b>Fluencia</b>	4,44E-03	317,65
<b>Nomina</b>	3,94E-02	342,67
<b>Duc. Curv.</b>	<b>8,9</b>	

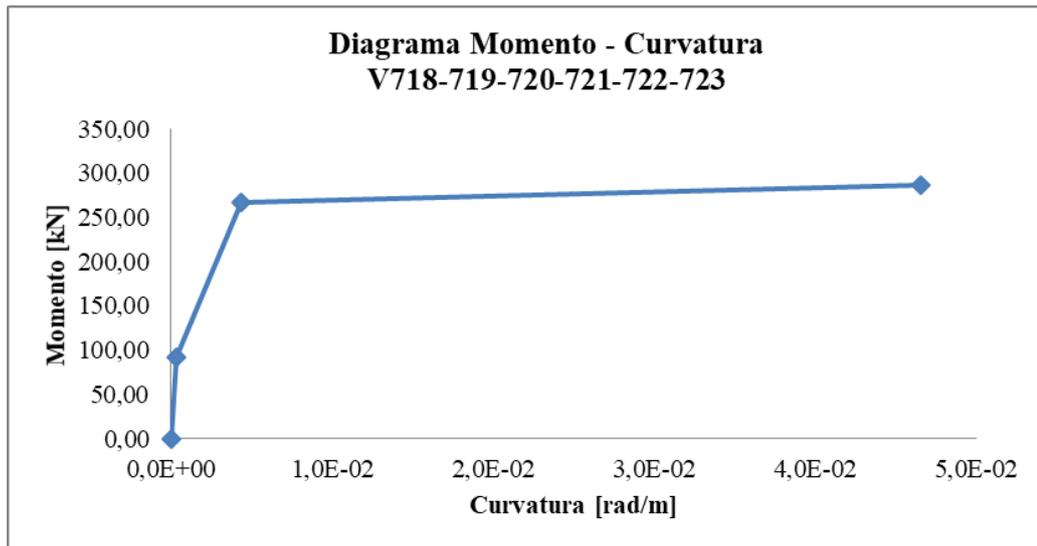


Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	$\phi_v =$	Relación Md / Mu
7° Piso	V718	750	300	1005,31	603,19	10,80	287,00	2	660,52	No Verifica	0,39
	V719							2	571,18	No Verifica	0,45
	V720							2	407,65	No Verifica	0,63
	V721							1	386,78	No Verifica	0,67
	V722							1	514,45	No Verifica	0,50
	V723							1	568,01	No Verifica	0,45
	V724	750	300	1206,37	603,19	8,9	342,6728	13	345,45	No Verifica	0,89
	V728							13	341,23	Verifica	0,90
	V729							14	342,68	No Verifica	0,90
	V733							14	338,9	Verifica	0,91
	V725	750	300	1005,31	603,19	10,80	286,98	13	318,56	No Verifica	0,81
	V726							13	309,94	No Verifica	0,83
	V727							13	317,32	No Verifica	0,81
	V730							14	319,57	No Verifica	0,81
	V731							9	277,79	Verifica	0,93
	V732							9	320,63	No Verifica	0,81

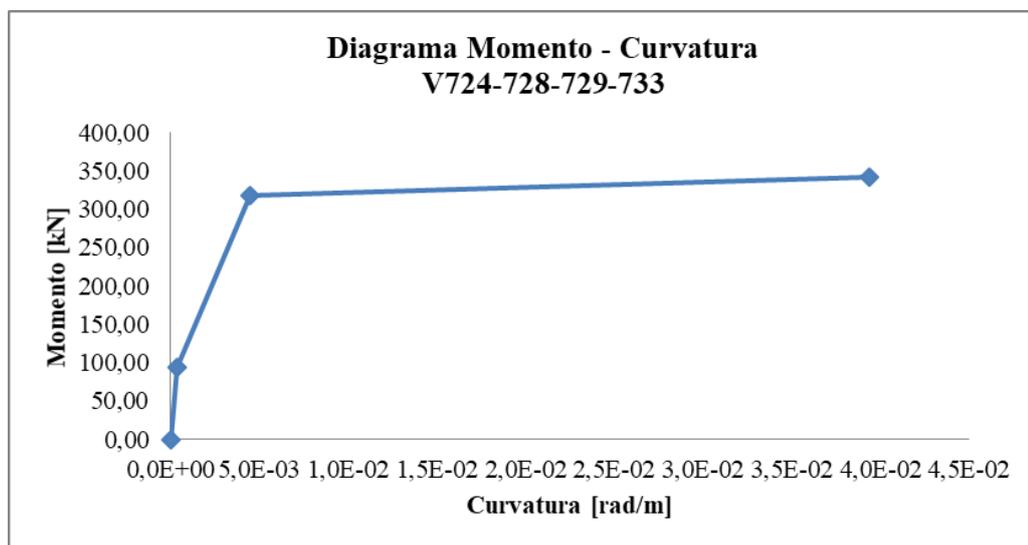
Ilustración 5: Planilla de Verificación vigas 7° Piso



	Curvatura	Momento
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,59E-04	91,27
<b>Fluencia</b>	4,32E-03	266,85
<b>Nomina</b>	4,66E-02	287,00
<b>Duc. Curv.</b>	<b>10,8</b>	

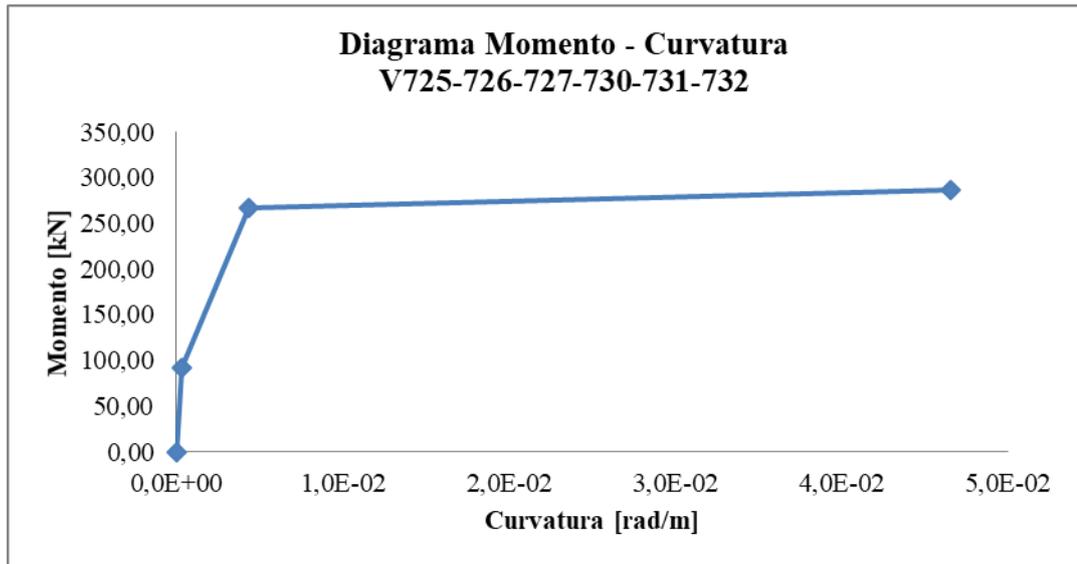


	Curvatura	Momento
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,62E-04	93,27
<b>Fluencia</b>	4,44E-03	317,65
<b>Nomina</b>	3,94E-02	342,67
<b>Duc. Curv.</b>	<b>8,9</b>	



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

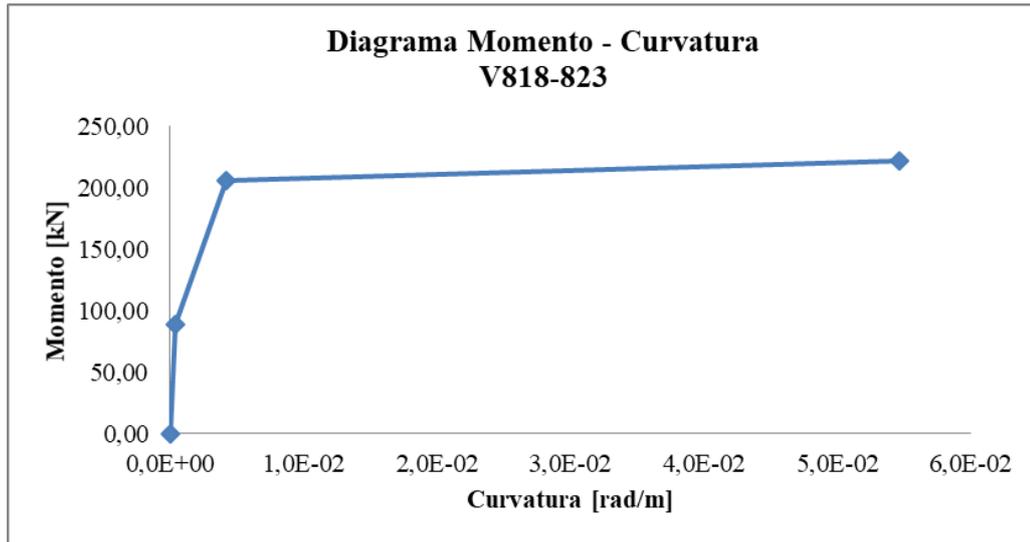
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,59E-04	91,27
<b>Fluencia</b>	4,32E-03	266,85
<b>Nomina</b>	4,66E-02	286,98
<b>Duc. Curv.</b>	<b>10,8</b>	



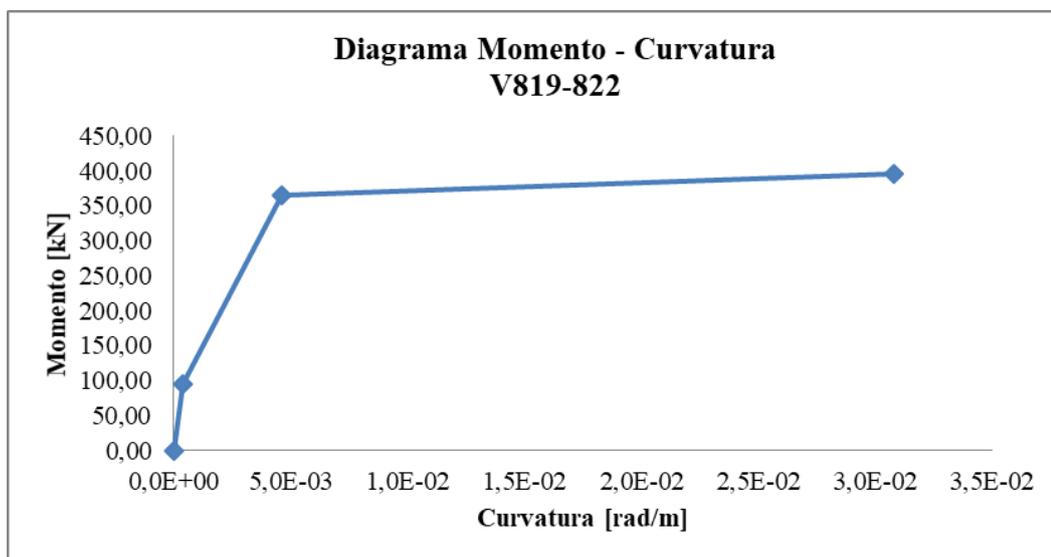
Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	$\phi_v =$	Relación Md / Mu
8° Piso	V818	750	300	769,69	461,81	13,1	221,3871	2	428,87	No Verifica	0,46
	V823							1	474,02	No Verifica	0,42
	V819							2	425,64	No Verifica	0,84
	V822	750	300	1407,43	461,81	6,7	396,3836	1	468,92	No Verifica	0,76
	V820	750	300	1809,56	461,81	4,8	501,5935	2	326,93	Verifica	1,38
	V821							1	370,72	Verifica	1,22
	V824	750	300	1005,31	235,62	8,5	285,7702	10	242,53	Verifica	1,06
	V825							13	234,3	Verifica	1,10
	V826							13	206,03	Verifica	1,25
	V827							10	230,1	Verifica	1,12
	V828							13	247,46	Verifica	1,04
	V829							9	244,01	Verifica	1,05
	V830							14	235,36	Verifica	1,09
	V831							9	171,94	Verifica	1,50
	V832	9	235,65	Verifica	1,09						
V833	14	245,02	Verifica	1,05							

Ilustración 6: Planilla de Verificación vigas 8° Piso

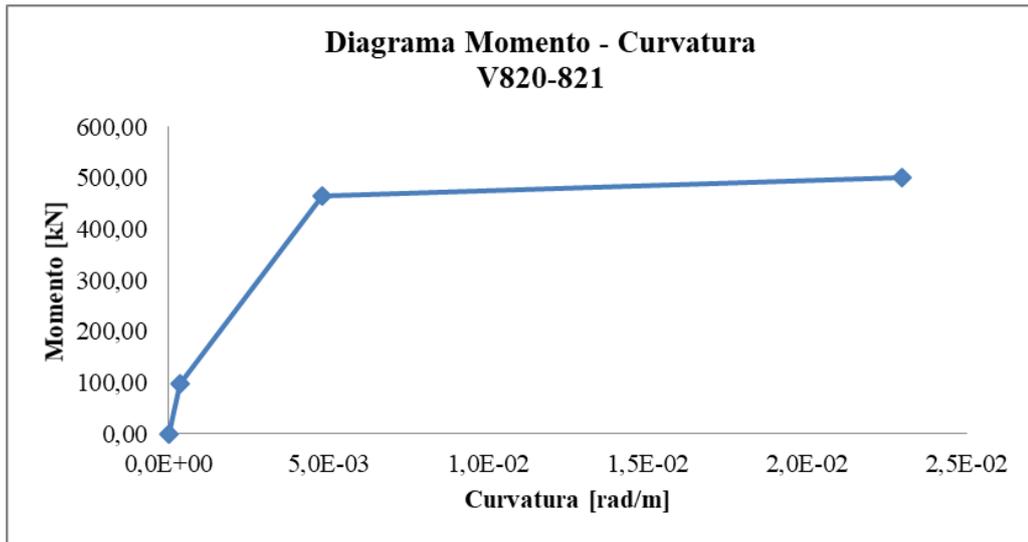
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	88,35
<b>Fluencia</b>	4,18E-03	205,57
<b>Nomina</b>	5,46E-02	221,39
<b>Duc. Curv.</b>	<b>13,1</b>	



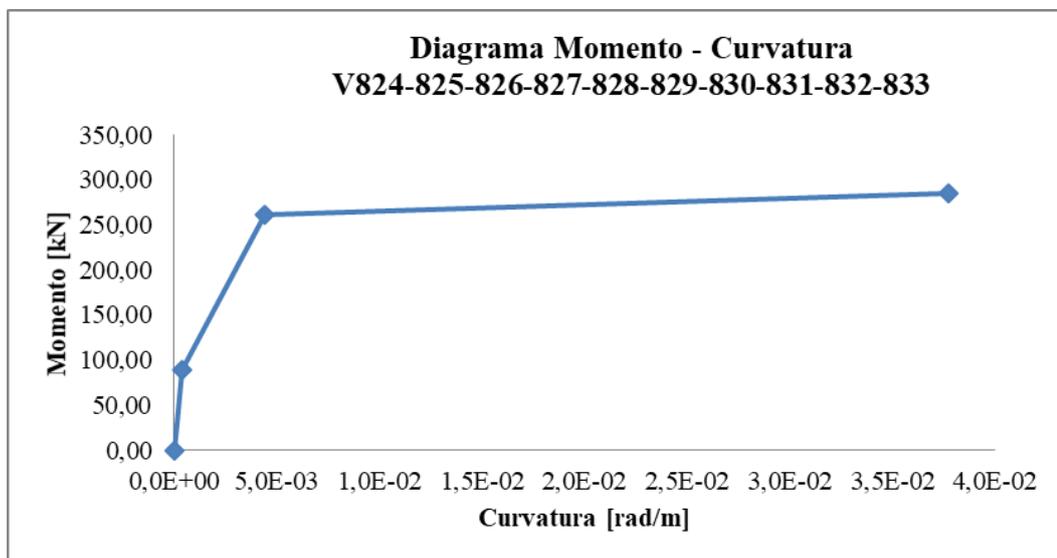
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,66E-04	94,63
<b>Fluencia</b>	4,60E-03	365,74
<b>Nomina</b>	3,08E-02	396,38
<b>Duc. Curv.</b>	<b>6,7</b>	



	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,70E-04	98,60
<b>Fluencia</b>	4,80E-03	464,74
<b>Nomina</b>	2,30E-02	501,59
<b>Duc. Curv.</b>	<b>4,8</b>	



	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,64E-04	89,61
<b>Fluencia</b>	4,42E-03	262,02
<b>Nomina</b>	3,77E-02	285,77
<b>Duc. Curv.</b>	<b>8,5</b>	

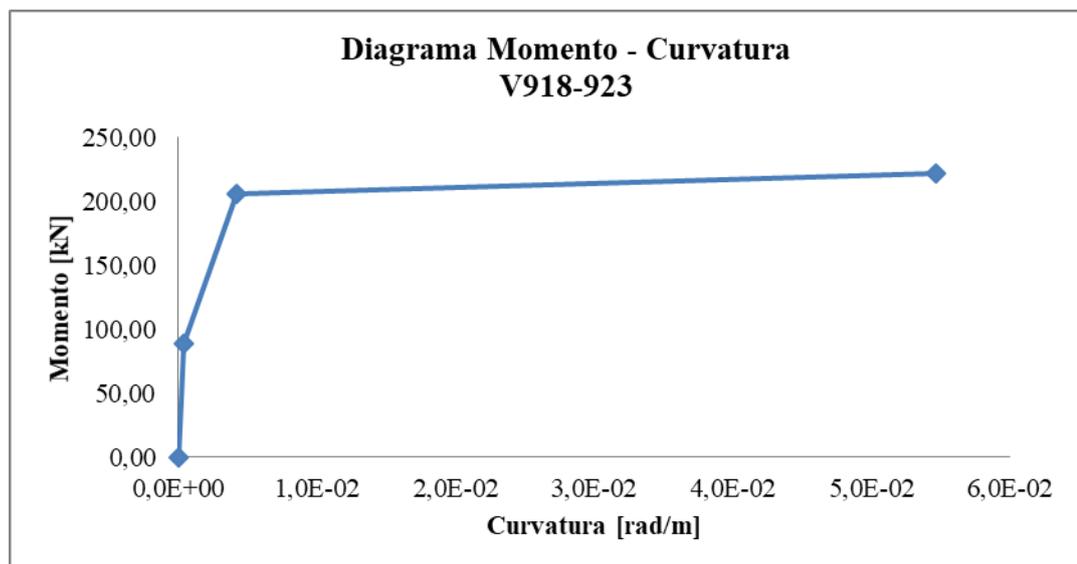


<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

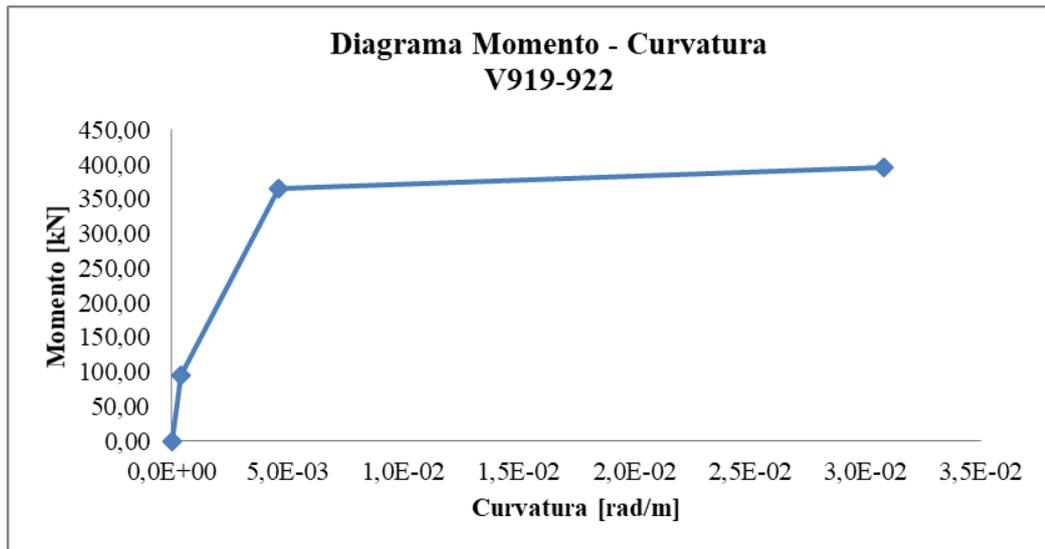
Nivel	Denominación	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Arm. Inf. As [mm <sup>2</sup> ]	Arm. Sup. A's [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad $\mu$	Mn [kNm]	Comb.	Mu [kNm]	$\phi_v =$	Relación Md / Mu
Terraza	V918	750	300	769,69	461,81	13,1	221,3871	2	198,47	Verifica	1,00
	V923							1	279,59	No Verifica	0,71
	V919	750	300	1407,43	461,81	6,7	396,3836	2	188,22	Verifica	1,90
	V922							1	253,54	Verifica	1,41
	V920	750	300	1809,56	461,81	4,8	501,5935	1	194,9	Verifica	2,32
	V921							1	228,4	Verifica	1,98
	V924	750	300	1005,31	235,62	8,5	285,7702	13	81,58	Verifica	3,15
	V925							10	89,9	Verifica	2,86
	V926							13	105,86	Verifica	2,43
	V927							13	89,51	Verifica	2,87
	V928							13	82,59	Verifica	3,11
	V929							9	81,55	Verifica	3,15
	V930							9	89,88	Verifica	2,86
	V931							9	114,64	Verifica	2,24
	V932							14	88,94	Verifica	2,89
V933	14							80,88	Verifica	3,18	

Ilustración 7: Planilla de Verificación vigas Terraza

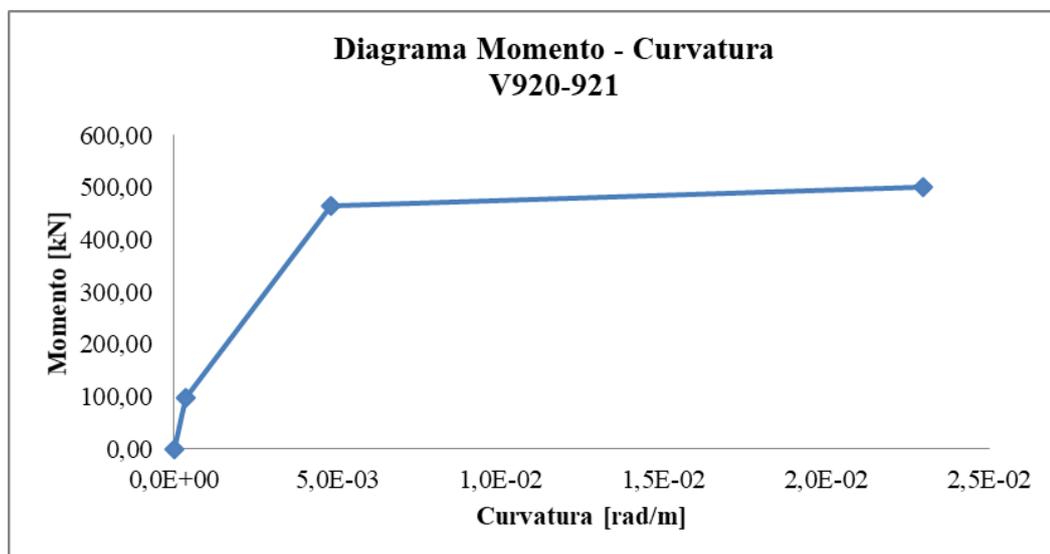
	Curvatura	Momento
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,58E-04	88,35
<b>Fluencia</b>	4,18E-03	205,57
<b>Nomina</b>	5,46E-02	221,39
<b>Duc. Curv.</b>	<b>13,1</b>	



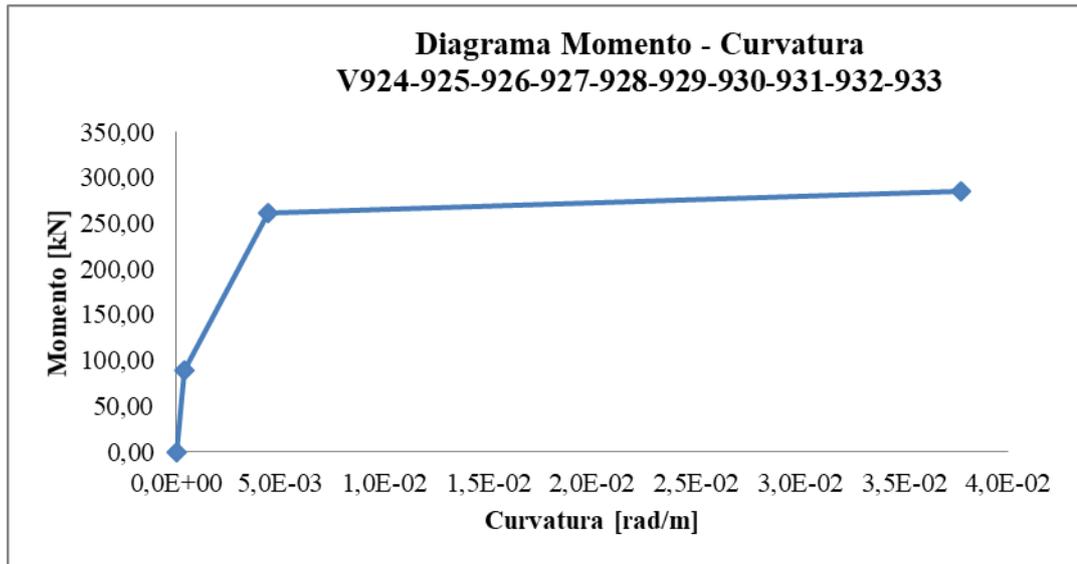
	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,66E-04	94,63
<b>Fluencia</b>	4,60E-03	365,74
<b>Nomina</b>	3,08E-02	396,38
<b>Duc. Curv.</b>	<b>6,7</b>	



	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,70E-04	98,60
<b>Fluencia</b>	4,80E-03	464,74
<b>Nomina</b>	2,30E-02	501,59
<b>Duc. Curv.</b>	<b>4,8</b>	

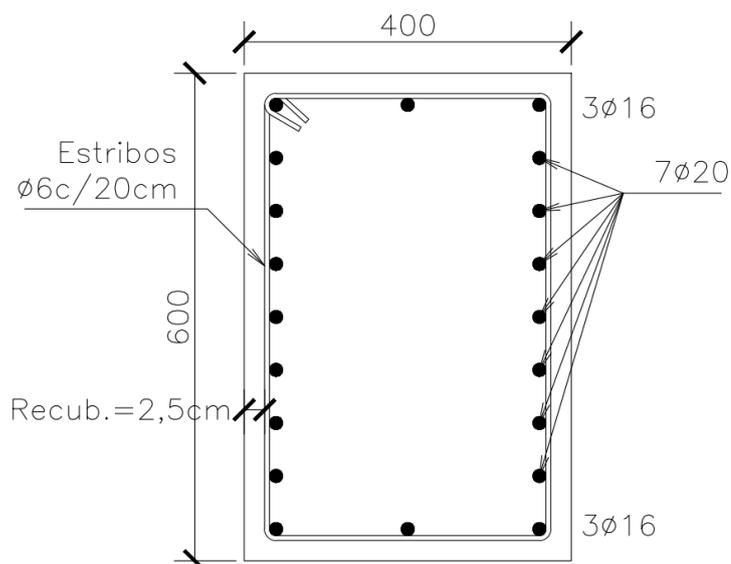


	<b>Curvatura</b>	<b>Momento</b>
	0,00E+00	0,00
<b>Fisuración</b>	3,64E-04	89,61
<b>Fluencia</b>	4,42E-03	262,02
<b>Nomina</b>	3,77E-02	285,77
<b>Duc. Curv.</b>	<b>8,5</b>	



## 12.2 Diagrama de Interacción en Columnas

### 12.2.1 Sección tipo Columnas C8, C9, C30 y C31

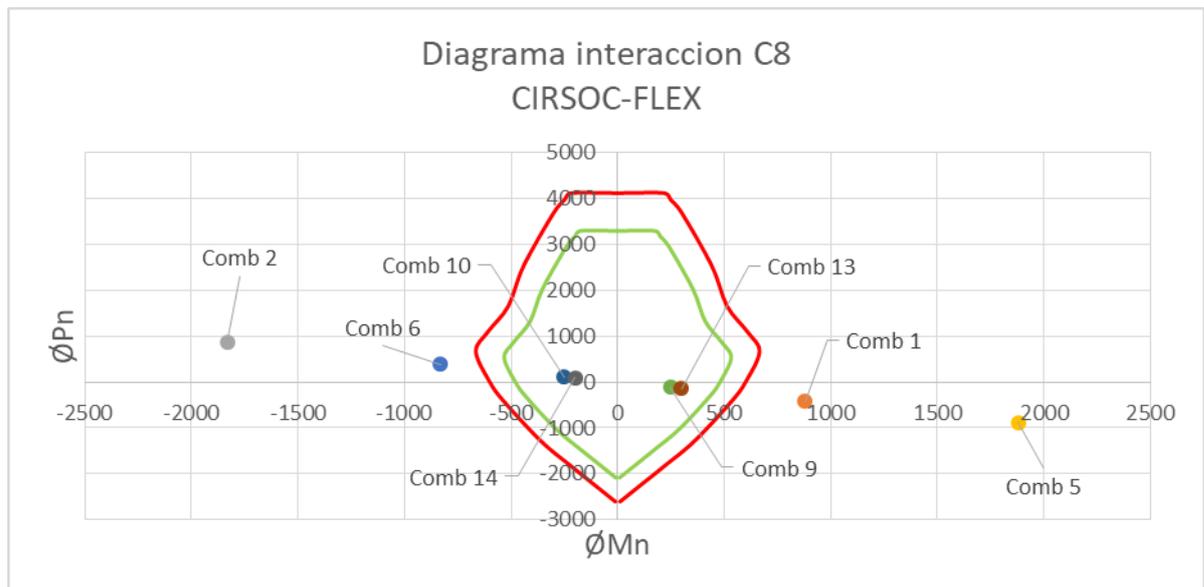


<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Columna	Geometria			Armadura					
	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Ag [mm <sup>2</sup> ]	Armadura en "h"		Armadura en "b"		Ast [mm <sup>2</sup> ]	ρ
				n°	∅ [mm]	n°	∅ [mm]		
C8	600	400	240000	7	20	3	16	5604,60	0,023
C9									
C30									
C31									

### 12.2.1.1 Columna C8

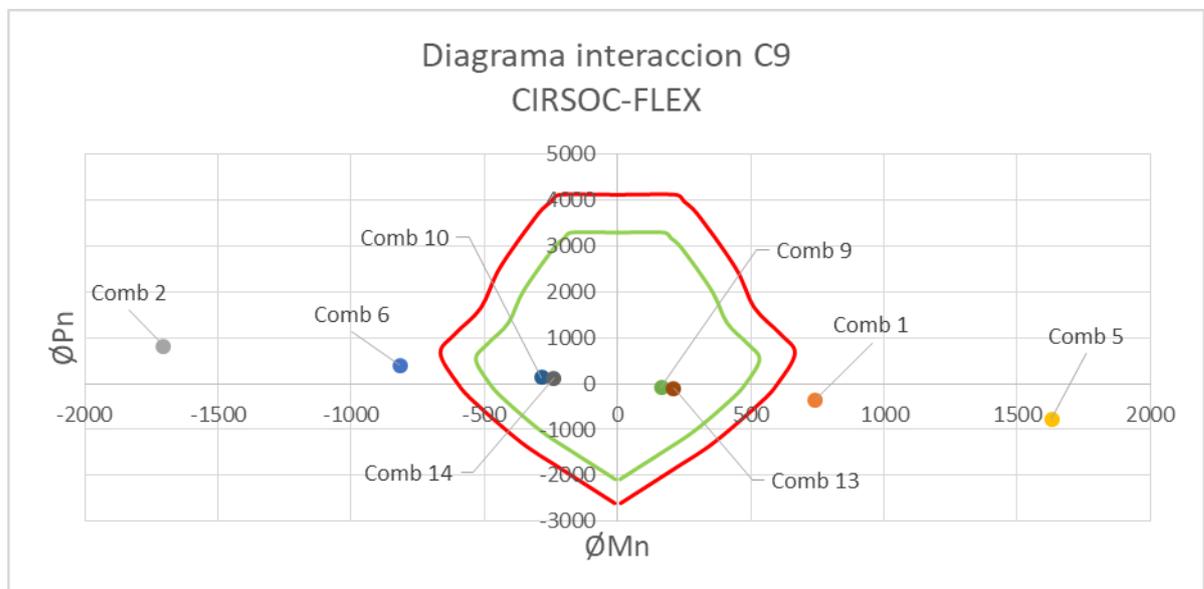
Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	-423,88	880,84
Comb 2	852,86	-1831,18
Comb 5	-886,7	1880,28
Comb 6	390,03	-831,75
Comb 9	-122,48	247,61
Comb 10	111,91	-250,49
Comb 13	-145,76	299,58
Comb 14	88,64	-198,52



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

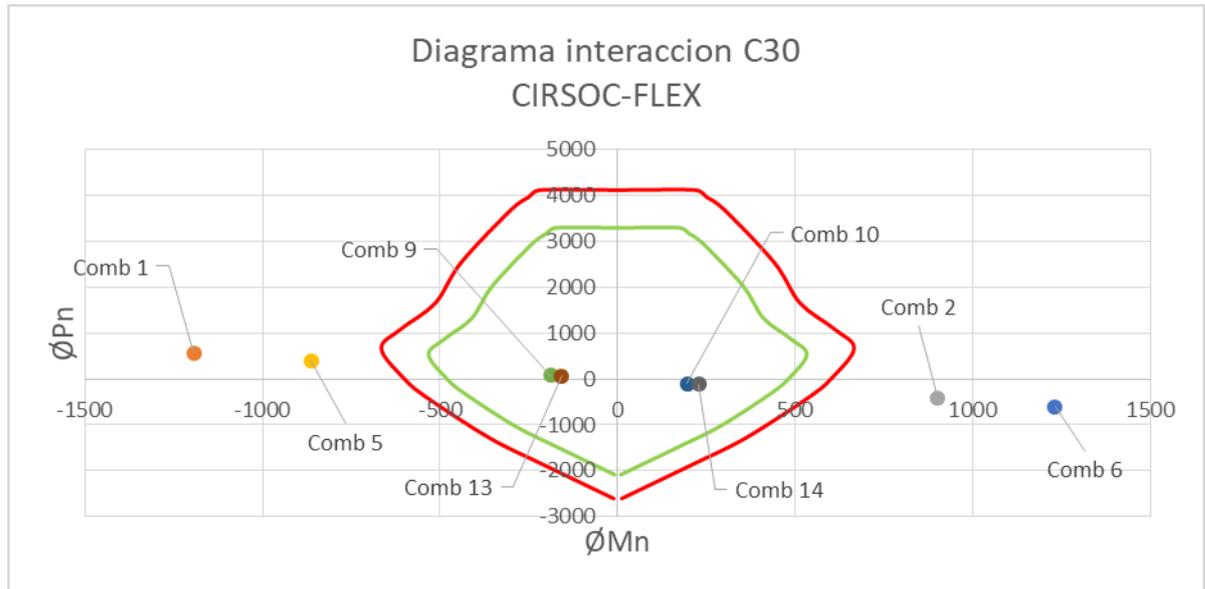
### 12.2.1.2 Columna C9

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	-355,03	742,32
Comb 2	816,68	-1704,51
Comb 5	-773,7	1630,14
Comb 6	398,02	-816,68
Comb 9	-75,69	164,74
Comb 10	139,4	-284,61
Comb 13	-96,41	210,25
Comb 14	118,68	-239,1



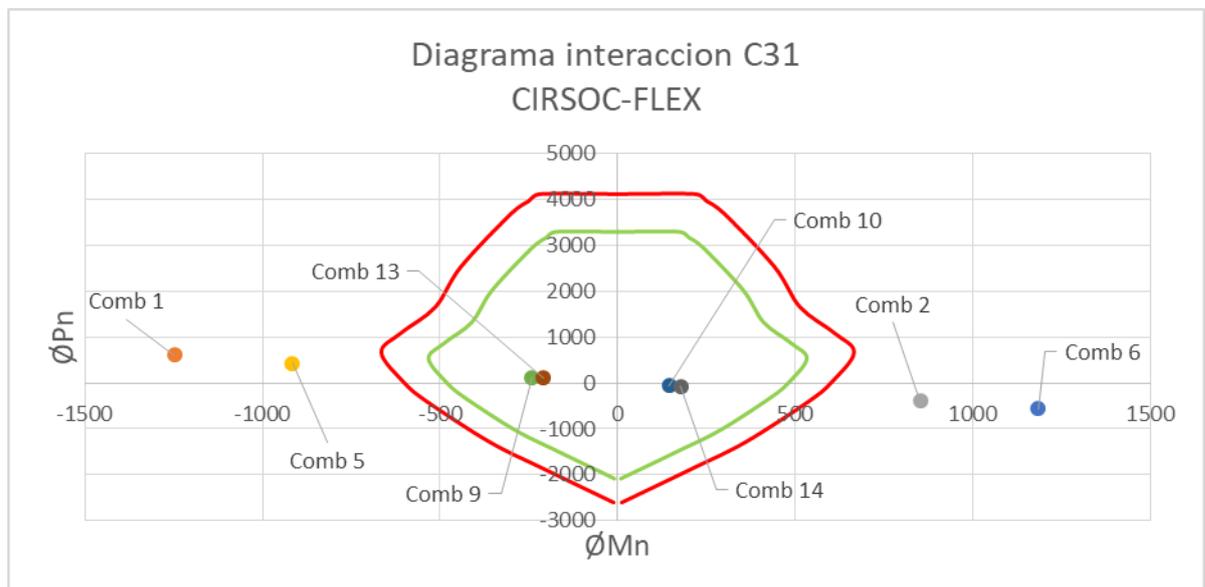
### 12.2.1.3 Columna C30

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	570,5	-1192,86
Comb 2	-428,23	901,72
Comb 5	398,85	-862,97
Comb 6	-599,88	1231,61
Comb 9	85,19	-189,2
Comb 10	-98,53	196,05
Comb 13	69,15	-157,29
Comb 14	-114,57	227,96



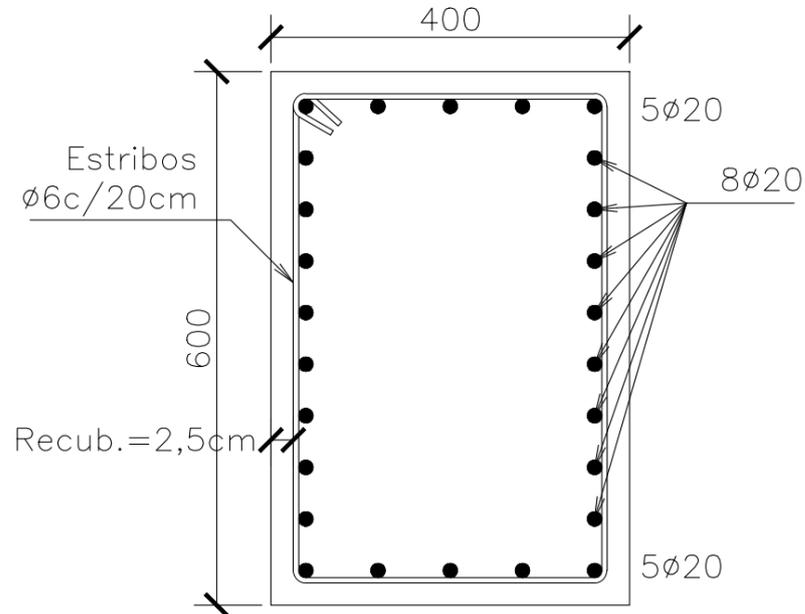
12.2.1.4 Columna C31

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	606,42	-1248,24
Comb 2	-394,48	851,81
Comb 5	433,75	-915,81
Comb 6	-567,15	1184,24
Comb 9	119,77	-241,22
Comb 10	-64,38	145,09
Comb 13	103,64	-209,09
Comb 14	-80,5	177,22



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

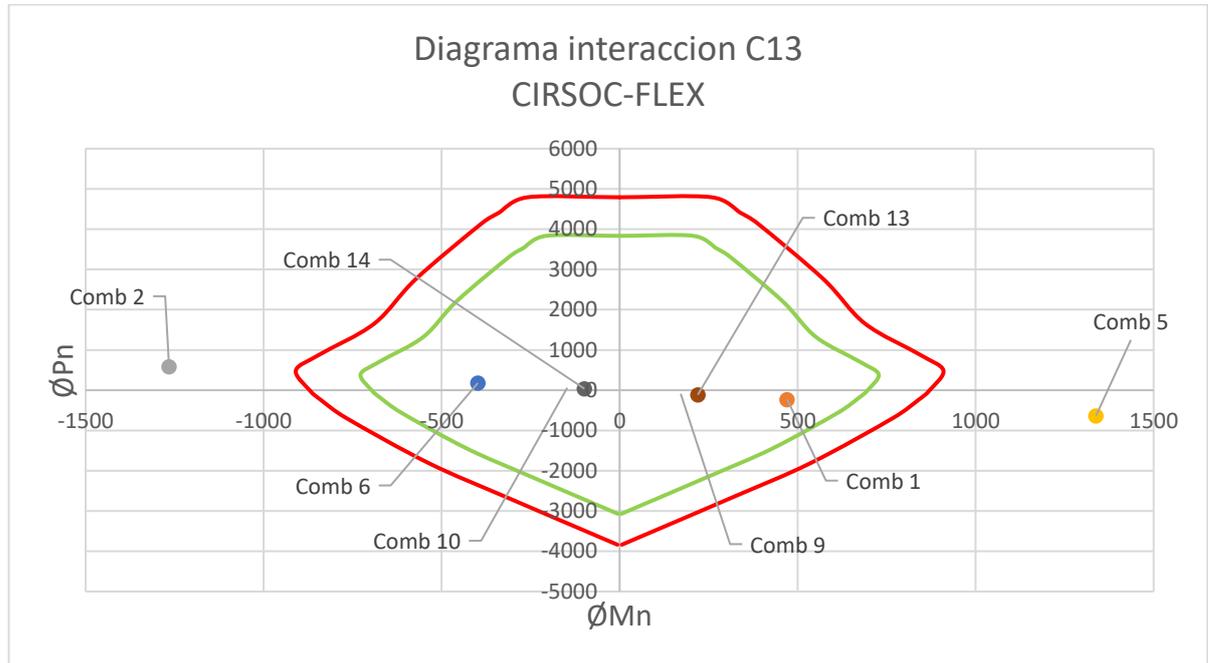
### 12.2.2 Sección tipo Columnas C13, C14, C26 y C27



Columna	Geometría			Armadura					
	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Ag [mm <sup>2</sup> ]	Armadura en "h"		Armadura en "b"		Ast [mm <sup>2</sup> ]	ρ
				n°	∅ [mm]	n°	∅ [mm]		
C13	600	400	240000	4	25	3	25	8128,87	0,034
C14									
C26									
C27				2	20				

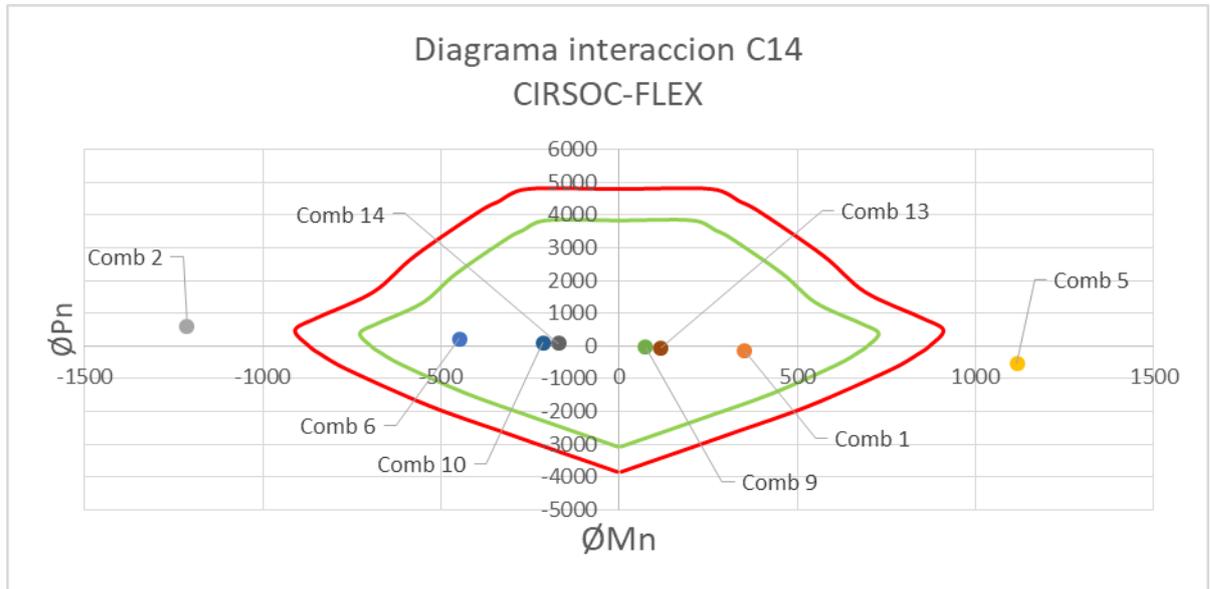
#### 12.2.2.1 Columna C13

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	-229,5	470,63
Comb 2	584,33	-1265,61
Comb 5	-634,55	1338,1
Comb 6	179,27	-398,13
Comb 9	-88,83	171,56
Comb 10	60,5	-147,2
Comb 13	-110,72	219,69
Comb 14	38,6	-99,06



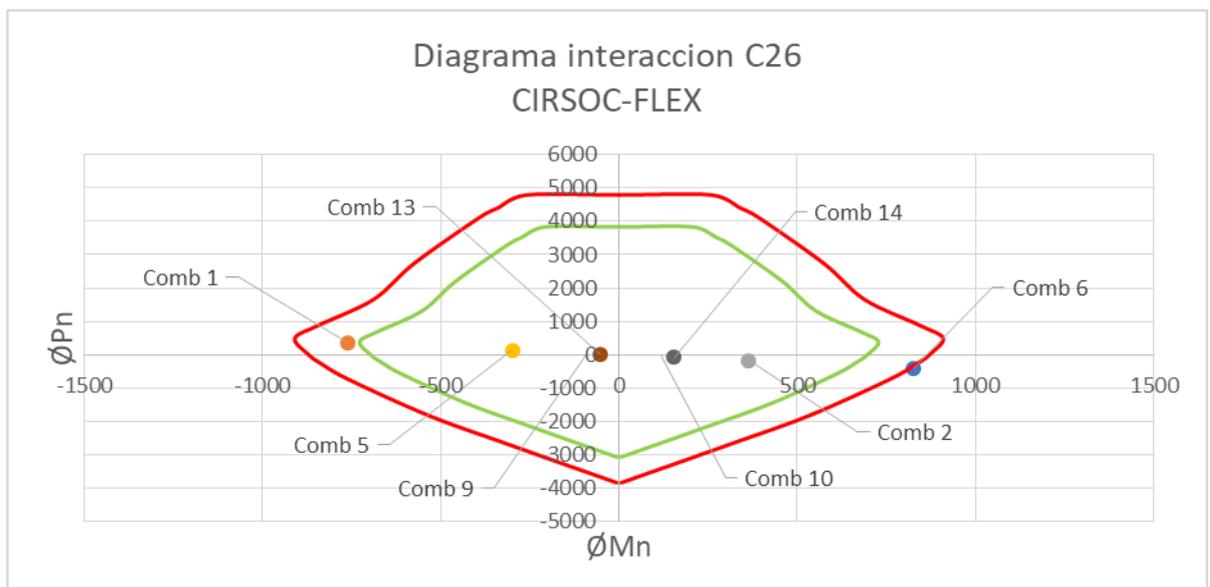
### 12.2.2.2 Columna C14

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	-161,54	352,39
Comb 2	584,47	-1212,66
Comb 5	-525,62	1116,56
Comb 6	220,39	-448,48
Comb 9	-29,24	74,52
Comb 10	107,66	-212,87
Comb 13	-48,81	116,78
Comb 14	88,1	-170,62



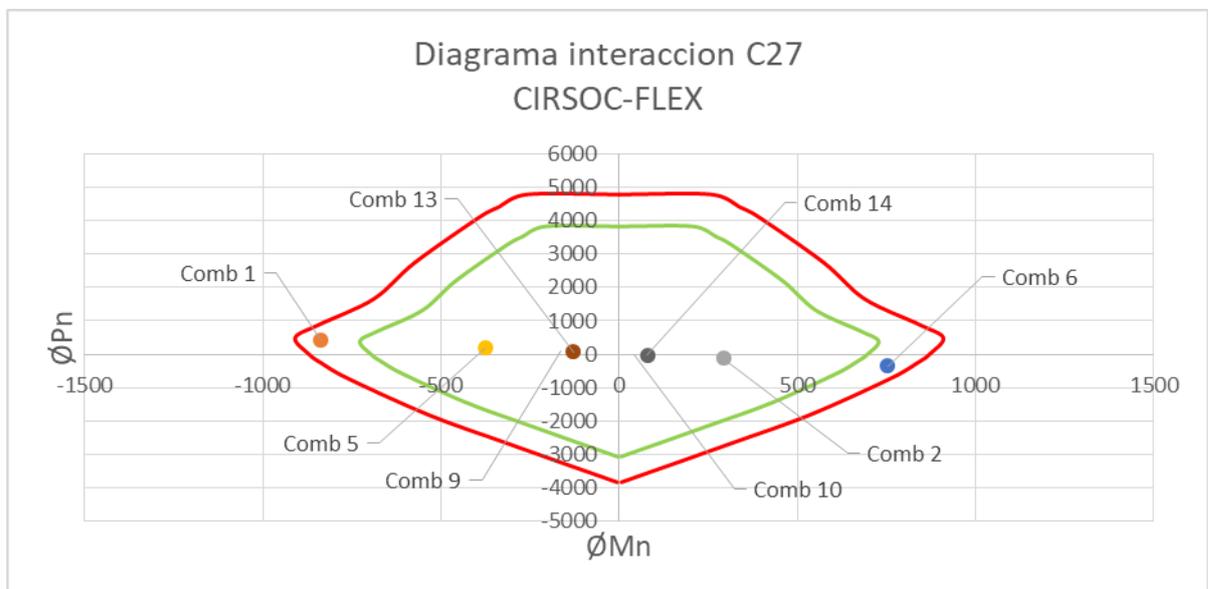
#### 12.2.2.3 Columna C26

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	360,56	-762,13
Comb 2	-177,76	364,52
Comb 5	130,87	-299,93
Comb 6	-407,45	826,71
Comb 9	34,86	-89,29
Comb 10	-64,28	118,09
Comb 13	17,39	-53,5
Comb 14	-81,74	153,88

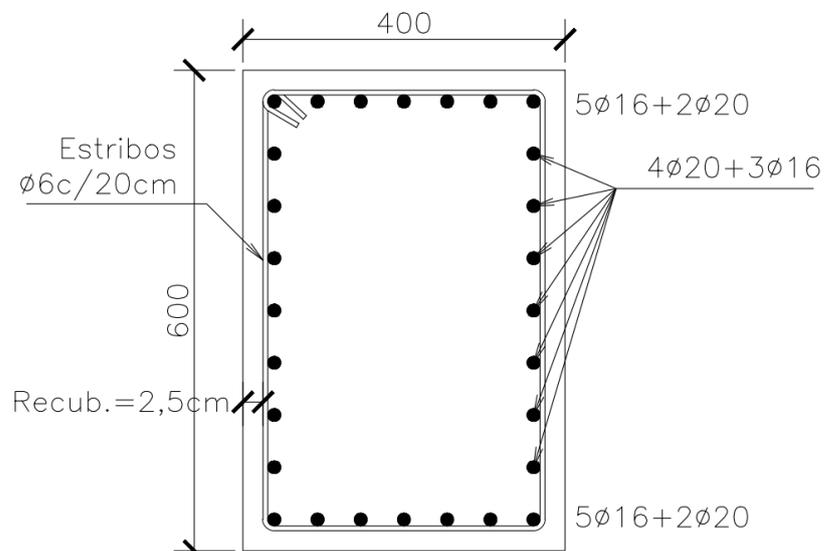


### 12.2.2.4 Columna C27

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	411,6	-837,3
Comb 2	-127,7	291,69
Comb 5	182,14	-376,27
Comb 6	-357,16	752,71
Comb 9	85,51	-163,95
Comb 10	-13,8	43,85
Comb 13	68,24	-128,43
Comb 14	-31,07	79,37



### 12.2.3 Sección tipo Columnas C18, C19, C22 y C23

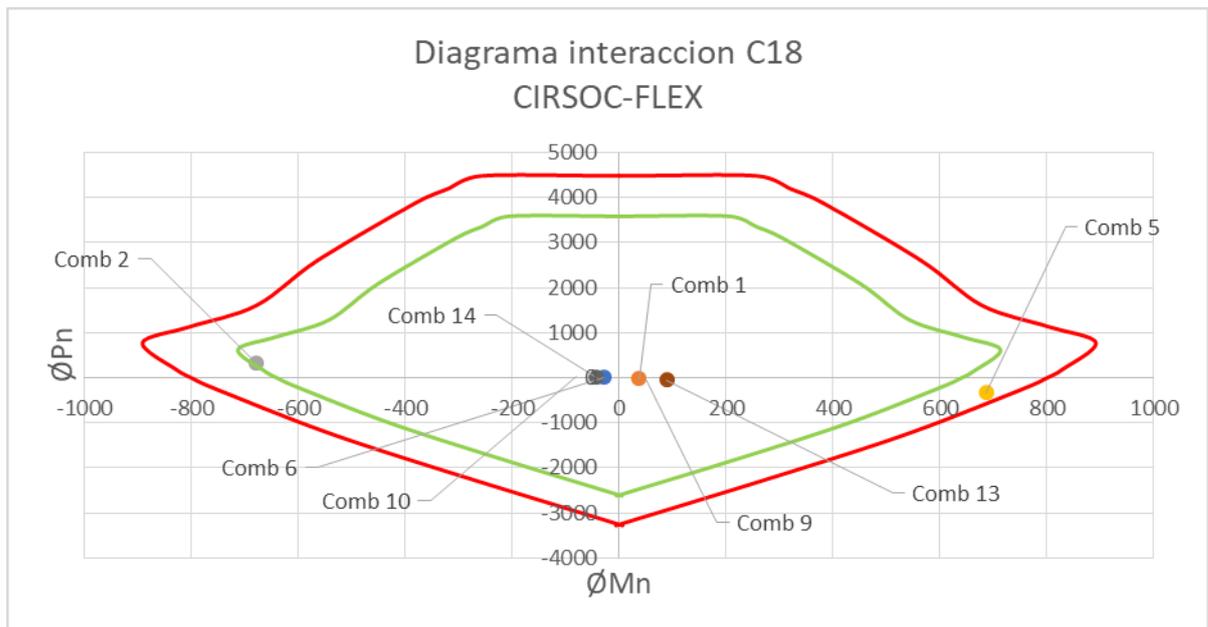


<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Columna	Geometria			Armadura					
	Altura h [mm]	Ancho b [mm]	Ag [mm <sup>2</sup> ]	Armadura en "h"		Armadura en "b"		Ast [mm <sup>2</sup> ]	ρ
				n°	∅ [mm]	n°	∅ [mm]		
C18	600	400	240000	3	25	5	20	7343,47	0,031
C19									
C22									
C23									

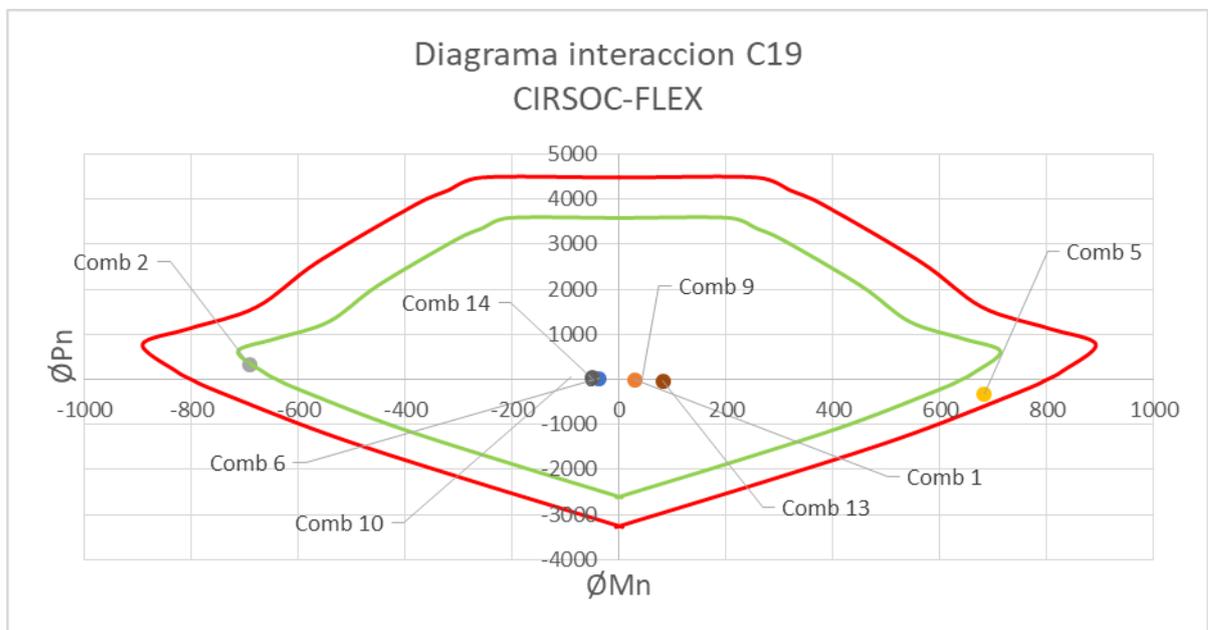
### 12.2.3.1 Columna C18

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	-20,71	37,3
Comb 2	315,82	-678,09
Comb 5	-333,51	686,48
Comb 6	3,01	-28,92
Comb 9	-30,56	50,49
Comb 10	31,13	-80,83
Comb 13	-48,82	89,21
Comb 14	12,87	-42,1



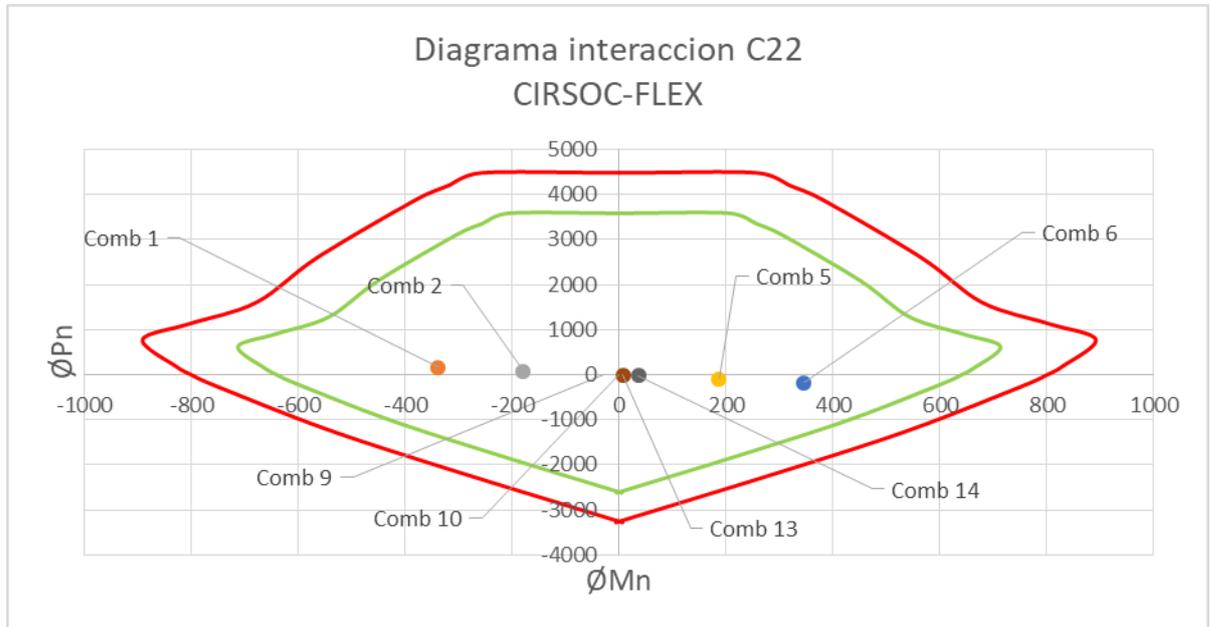
### 12.2.3.2 Columna C19

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	-3,69	28,24
Comb 2	337,24	-692,14
Comb 5	-320,36	683,33
Comb 6	20,57	-37,05
Comb 9	-13,37	42,04
Comb 10	49,11	-90,15
Comb 13	-32,23	81,33
Comb 14	30,25	-50,86



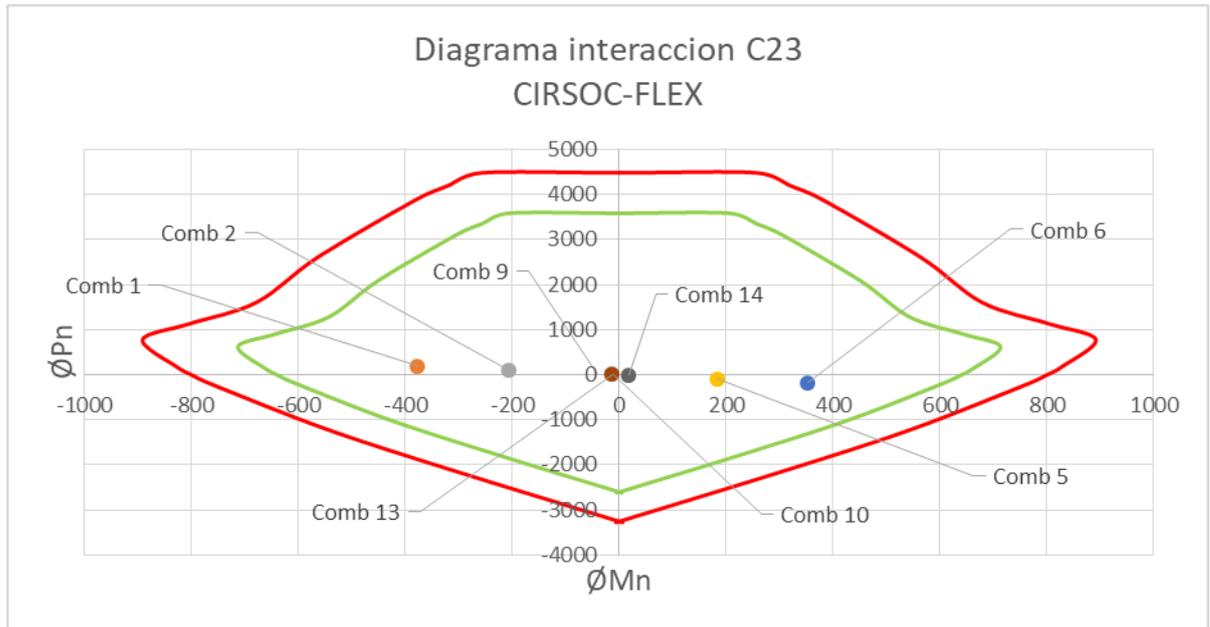
### 12.2.3.3 Columna C22

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	160,82	-338,1
Comb 2	79,63	-179,59
Comb 5	-96,51	186,77
Comb 6	-177,7	345,28
Comb 9	7,88	-28,81
Comb 10	-7,17	0,43
Comb 13	-9,71	6,75
Comb 14	-24,76	35,99



#### 12.2.3.4 Columna C23

Robot Structural		
Combinacion	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
Comb 1	198,35	-377,29
Comb 2	109,02	-207,18
Comb 5	-87,5	183,22
Comb 6	-176,83	353,33
Comb 9	24,15	-41,38
Comb 10	7,68	-10,11
Comb 13	13,84	-13,85
Comb 14	-2,63	17,42



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

## 12.3 Tabiques

### 12.3.1 Esfuerzo de Corte

Den.	Nivel	Pie / Cabeza	COMB.	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	∅v=0,9
															Relación Vd / Vu
T1X	SS	1	2	820,6	1643,66	3542,51	15.900,00	200,00	3.400.552,74	2.685.383,13	6.085.935,88	<b>6085,94</b>	<b>820,60</b>	Verifica	<b>6,67</b>
		2	2	817,37	1219,6	2841,82	15.900,00	200,00	3.315.740,74	2.685.383,13	6.001.123,88	<b>6001,12</b>	<b>817,37</b>	Verifica	<b>6,61</b>
T8X	SS	1	6	306,34	1425,21	204,38	4.200,00	200,00	1.096.466,35	709.346,49	1.805.812,84	<b>1805,81</b>	<b>306,34</b>	Verifica	<b>5,31</b>
		2	6	324,05	1389,88	368,19	4.200,00	200,00	1.089.400,35	709.346,49	1.798.746,84	<b>1798,75</b>	<b>324,05</b>	Verifica	<b>5,00</b>
	PB	1	1	2828,56	585,74	1211,87	4.200,00	200,00	928.572,35	399.007,40	1.327.579,75	<b>1327,58</b>	<b>2828,56</b>	No Verifica	<b>0,42</b>
		2	6	2830,24	1476,64	299,89	4.200,00	200,00	1.106.752,35	399.007,40	1.505.759,75	<b>1505,76</b>	<b>2830,24</b>	No Verifica	<b>0,48</b>
	1°P	1	6	3876,42	959,4	1226,09	4.200,00	200,00	1.003.304,35	399.007,40	1.402.311,75	<b>1402,31</b>	<b>3876,42</b>	No Verifica	<b>0,33</b>
		2	6	3883,91	1068,45	999,41	4.200,00	200,00	1.025.114,35	399.007,40	1.424.121,75	<b>1424,12</b>	<b>3883,91</b>	No Verifica	<b>0,33</b>
	2°P	1	1	3776,85	384,75	736,19	4.200,00	200,00	888.374,35	399.007,40	1.287.381,75	<b>1287,38</b>	<b>3776,85</b>	No Verifica	<b>0,31</b>
		2	6	3751,08	793,7	3622,61	4.200,00	200,00	970.164,35	399.007,40	1.369.171,75	<b>1369,17</b>	<b>3751,08</b>	No Verifica	<b>0,33</b>
T9X	SS	1	5	3810,66	5365,61	16243,83	19.900,00	200,00	4.917.727,84	3.360.951,22	8.278.679,06	<b>8278,68</b>	<b>3810,66</b>	Verifica	<b>1,96</b>
		2	5	3816,41	5108,83	10250,29	19.900,00	200,00	4.866.371,84	3.360.951,22	8.227.323,06	<b>8227,32</b>	<b>3816,41</b>	Verifica	<b>1,94</b>
	PB	1	2	5558,04	4770,72	16963,91	11.600,00	200,00	3.195.220,77	1.102.020,44	4.297.241,21	<b>4297,24</b>	<b>5558,04</b>	No Verifica	<b>0,70</b>
		2	2	5566,29	4638,18	5577,9	11.600,00	200,00	3.168.712,77	1.102.020,44	4.270.733,21	<b>4270,73</b>	<b>5566,29</b>	No Verifica	<b>0,69</b>
	1°P	1	2	5715,89	4138,35	12272,67	11.600,00	200,00	3.068.746,77	1.102.020,44	4.170.767,21	<b>4170,77</b>	<b>5715,89</b>	No Verifica	<b>0,66</b>
		2	1	5613,49	4377,41	4582,08	11.600,00	200,00	3.116.558,77	1.102.020,44	4.218.579,21	<b>4218,58</b>	<b>5613,49</b>	No Verifica	<b>0,68</b>
	2°P	1	2	6338,15	2511,69	6034,01	11.600,00	200,00	2.743.414,77	1.102.020,44	3.845.435,21	<b>3845,44</b>	<b>6338,15</b>	No Verifica	<b>0,55</b>
		2	2	6334,86	2363,71	6465,9	11.600,00	200,00	2.713.818,77	1.102.020,44	3.815.839,21	<b>3815,84</b>	<b>6334,86</b>	No Verifica	<b>0,54</b>
T1Y	SS	1	6	3572,33	9138,55	6935,51	31.970,00	200,00	8.004.194,86	5.399.477,91	13.403.672,77	<b>13403,67</b>	<b>3572,33</b>	Verifica	<b>3,38</b>
		2	6	3577,9	8937,28	3352,93	31.970,00	200,00	7.963.940,86	5.399.477,91	13.363.418,77	<b>13363,42</b>	<b>3577,90</b>	Verifica	<b>3,36</b>
	PB	1	6	8491,11	7291,94	10339,69	31.970,00	200,00	7.634.872,86	3.037.206,33	10.672.079,18	<b>10672,08</b>	<b>8491,11</b>	Verifica	<b>1,13</b>
		2	6	8497,76	8066,97	9553,39	31.970,00	200,00	7.789.878,86	3.037.206,33	10.827.085,18	<b>10827,09</b>	<b>8497,76</b>	Verifica	<b>1,15</b>
	1°P	1	1	9433,09	4834,3	16994,2	31.970,00	200,00	7.143.344,86	3.037.206,33	10.180.551,18	<b>10180,55</b>	<b>9433,09</b>	Verifica	<b>0,97</b>
		2	1	9431,76	2987,23	13748,38	31.970,00	200,00	6.773.930,86	3.037.206,33	9.811.137,18	<b>9811,14</b>	<b>9431,76</b>	Verifica	<b>0,94</b>
	2°P	1	1	7850,03	3264,86	11447,15	31.970,00	200,00	6.829.456,86	3.037.206,33	9.866.663,18	<b>9866,66</b>	<b>7850,03</b>	Verifica	<b>1,13</b>
		2	1	7846,1	1947,65	13186,67	31.970,00	200,00	6.566.014,86	3.037.206,33	9.603.221,18	<b>9603,22</b>	<b>7846,10</b>	Verifica	<b>1,10</b>
T2Y	SS	1	6	1077,95	3821,54	9793,51	17.500,00	200,00	4.145.242,78	2.955.610,37	7.100.853,15	<b>7100,85</b>	<b>1077,95</b>	Verifica	<b>5,93</b>
		2	6	1081,43	3492,45	9731,97	17.500,00	200,00	4.079.424,78	2.955.610,37	7.035.035,15	<b>7035,04</b>	<b>1081,43</b>	Verifica	<b>5,85</b>
	PB	1	6	1873,44	2866,19	842,65	4.480,00	200,00	1.438.757,30	425.607,89	1.864.365,20	<b>1864,37</b>	<b>1873,44</b>	No Verifica	<b>0,90</b>
		2	6	1876,29	1557,28	464,77	4.480,00	200,00	1.176.975,30	425.607,89	1.602.583,20	<b>1602,58</b>	<b>1876,29</b>	No Verifica	<b>0,77</b>
	1°P	1	6	2232,93	2189,52	597,29	4.480,00	200,00	1.303.423,30	425.607,89	1.729.031,20	<b>1729,03</b>	<b>2232,93</b>	No Verifica	<b>0,70</b>
		2	1	2239,8	1104,6	670,22	4.480,00	200,00	1.086.439,30	425.607,89	1.512.047,20	<b>1512,05</b>	<b>2239,80</b>	No Verifica	<b>0,61</b>
	2°P	1	6	2231,03	1440,14	168,39	4.480,00	200,00	1.153.547,30	425.607,89	1.579.155,20	<b>1579,16</b>	<b>2231,03</b>	No Verifica	<b>0,64</b>
		2	1	2227,31	664,61	2434,03	4.480,00	200,00	998.441,30	425.607,89	1.424.049,20	<b>1424,05</b>	<b>2227,31</b>	No Verifica	<b>0,58</b>
T13Y	SS	1	1	4341,83	20313,15	92175,57	49.120,00	200,00	13.552.430,94	8.295.976,07	21.848.407,02	<b>21848,41</b>	<b>4341,83</b>	Verifica	<b>4,53</b>
		2	1	4353,2	19983,23	100663,07	49.120,00	200,00	13.486.446,94	8.295.976,07	21.782.423,02	<b>21782,42</b>	<b>4353,20</b>	Verifica	<b>4,50</b>
	PB	1	1	10444,37	17257,59	28744,76	30.400,00	200,00	9.324.684,71	2.888.053,56	12.212.738,27	<b>12212,74</b>	<b>10444,37</b>	Verifica	<b>1,05</b>
		2	1	10444,98	16845,09	5404,84	30.400,00	200,00	9.242.184,71	2.888.053,56	12.130.238,27	<b>12130,24</b>	<b>10444,98</b>	Verifica	<b>1,05</b>
	1°P	1	1	11716,18	15651,56	6730,21	30.400,00	200,00	9.003.478,71	2.888.053,56	11.891.532,27	<b>11891,53</b>	<b>11716,18</b>	Verifica	<b>0,91</b>
		2	1	11716,73	15252,98	20037,98	30.400,00	200,00	8.923.762,71	2.888.053,56	11.811.816,27	<b>11811,82</b>	<b>11716,73</b>	Verifica	<b>0,91</b>
	2°P	1	1	10139,49	11314,36	6153,77	30.400,00	200,00	8.136.038,71	2.888.053,56	11.024.092,27	<b>11024,09</b>	<b>10139,49</b>	Verifica	<b>0,98</b>
		2	1	10142,79	10878,92	17701,61	30.400,00	200,00	8.048.950,71	2.888.053,56	10.937.004,27	<b>10937,00</b>	<b>10142,79</b>	Verifica	<b>0,97</b>

Tabla 6.7. Planilla de cálculo tabiques basamento

Den.	Nivel	Pie / Cabeza	COMB.	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	ϕv=0,9	
															Relación Vd / Vu	
T2X	SS	1	6	186,1	1130,57	35,26	1.580,00	100,00	378.739,06	266.849,39	645.588,45	<b>645,59</b>	<b>186,10</b>	Verifica	<b>3,12</b>	
		2	6	185,86	1053,53	155,62	1.580,00	100,00	363.331,06	266.849,39	630.180,45	<b>630,18</b>	<b>185,86</b>	Verifica	<b>3,05</b>	
	PB	1	5	100,93	565,75	21,65	1.580,00	100,00	265.775,06	150.102,78	415.877,84	<b>415,88</b>	<b>100,93</b>	Verifica	<b>3,71</b>	
		2	5	100,16	425,73	48,36	1.580,00	100,00	237.771,06	150.102,78	387.873,84	<b>387,87</b>	<b>100,16</b>	Verifica	<b>3,49</b>	
	1°P	1	6	153,16	526,98	53,09	1.580,00	100,00	258.021,06	150.102,78	408.123,84	<b>408,12</b>	<b>153,16</b>	Verifica	<b>2,40</b>	
		2	6	155,06	236,37	54,91	1.580,00	100,00	199.899,06	150.102,78	350.001,84	<b>350,00</b>	<b>155,06</b>	Verifica	<b>2,03</b>	
	2°P	1	1	99,27	63,76	63,71	1.580,00	100,00	165.377,06	150.102,78	315.479,84	<b>315,48</b>	<b>99,27</b>	Verifica	<b>2,86</b>	
		2	1	84,21	16,05	72,66	1.580,00	100,00	155.835,06	150.102,78	305.937,84	<b>305,94</b>	<b>84,21</b>	Verifica	<b>3,27</b>	
	T3X	SS	1	1	759,51	2283,33	2050,69	4.820,00	100,00	922.269,02	814.059,54	1.736.328,56	<b>1736,33</b>	<b>759,51</b>	Verifica	<b>2,06</b>
			2	1	810,4	2328,55	3535,51	4.820,00	100,00	931.313,02	814.059,54	1.745.372,56	<b>1745,37</b>	<b>810,40</b>	Verifica	<b>1,94</b>
PB		1	5	537,77	2260,04	1189,84	4.820,00	100,00	917.611,02	457.908,49	1.375.519,51	<b>1375,52</b>	<b>537,77</b>	Verifica	<b>2,30</b>	
		2	5	633,25	2665,38	1912,09	4.820,00	100,00	998.679,02	457.908,49	1.456.587,51	<b>1456,59</b>	<b>633,25</b>	Verifica	<b>2,07</b>	
1°P		1	5	855,98	3079,26	1519,68	4.820,00	100,00	1.081.455,02	457.908,49	1.539.363,51	<b>1539,36</b>	<b>855,98</b>	Verifica	<b>1,62</b>	
		2	5	864,17	3309,12	3601,33	4.820,00	100,00	1.127.427,02	457.908,49	1.585.335,51	<b>1585,34</b>	<b>864,17</b>	Verifica	<b>1,65</b>	
2°P		1	5	932,15	3844,7	3270,79	4.820,00	100,00	1.234.543,02	457.908,49	1.692.451,51	<b>1692,45</b>	<b>932,15</b>	Verifica	<b>1,63</b>	
		2	5	732,48	4291,48	5740,02	4.820,00	100,00	849.300,09	457.908,49	1.307.208,58	<b>1307,21</b>	<b>732,48</b>	Verifica	<b>1,61</b>	
3°P		1	6	2701,5	5355,71	11807,44	4.820,00	100,00	1.536.745,02	228.954,25	1.765.699,26	<b>1765,70</b>	<b>2701,50</b>	No Verifica	<b>0,59</b>	
		2	6	2972,65	6329,77	4411,98	4.820,00	100,00	1.731.557,02	228.954,25	1.960.511,26	<b>1960,51</b>	<b>2972,65</b>	No Verifica	<b>0,59</b>	
4°P		1	6	3085,6	4058,57	7119,06	4.820,00	100,00	1.277.317,02	228.954,25	1.506.271,26	<b>1506,27</b>	<b>3085,60</b>	No Verifica	<b>0,44</b>	
		2	6	3088,92	4759,28	521,83	4.820,00	100,00	1.417.459,02	228.954,25	1.646.413,26	<b>1646,41</b>	<b>3088,92</b>	No Verifica	<b>0,48</b>	
5°P		1	6	2358,31	3033,63	2766,11	4.820,00	100,00	1.072.329,02	228.954,25	1.301.283,26	<b>1301,28</b>	<b>2358,31</b>	No Verifica	<b>0,50</b>	
		2	6	2317,49	2423,45	466,74	4.820,00	100,00	950.293,02	228.954,25	1.179.247,26	<b>1179,25</b>	<b>2317,49</b>	No Verifica	<b>0,46</b>	
6°P		1	6	1565,53	1183,44	2159,2	4.820,00	100,00	702.291,02	228.954,25	931.245,26	<b>931,25</b>	<b>1565,53</b>	No Verifica	<b>0,54</b>	
		2	6	1561,34	1571,46	1078,69	4.820,00	100,00	779.895,02	228.954,25	1.008.849,26	<b>1008,85</b>	<b>1561,34</b>	No Verifica	<b>0,58</b>	
7°P		1	5	879,66	662,1	998,77	4.820,00	100,00	598.023,02	228.954,25	826.977,26	<b>826,98</b>	<b>879,66</b>	No Verifica	<b>0,85</b>	
		2	6	993,69	773,33	1555,43	4.820,00	100,00	620.269,02	228.954,25	849.223,26	<b>849,22</b>	<b>993,69</b>	No Verifica	<b>0,77</b>	
8°P		1	5	470,73	270,77	91,15	4.820,00	100,00	519.757,02	228.954,25	748.711,26	<b>748,71</b>	<b>470,73</b>	Verifica	<b>1,43</b>	
		2	5	480,27	346,15	903,72	4.820,00	100,00	534.833,02	228.954,25	763.787,26	<b>763,79</b>	<b>480,27</b>	Verifica	<b>1,43</b>	
Terraza	1	1	656,92	517,11	556,45	4.820,00	100,00	569.025,02	228.954,25	797.979,26	<b>797,98</b>	<b>656,92</b>	Verifica	<b>1,09</b>		
	2	1	662,95	440,28	734,03	4.820,00	100,00	553.659,02	228.954,25	782.613,26	<b>782,61</b>	<b>662,95</b>	Verifica	<b>1,06</b>		
T4X	SS	1	6	35,85	1225,66	257,36	2.330,00	100,00	149.957,31	393.518,41	543.475,72	<b>543,48</b>	<b>35,85</b>	Verifica	<b>13,64</b>	
		2	6	40,96	1187,87	210,51	2.330,00	100,00	201.973,05	393.518,41	595.491,46	<b>595,49</b>	<b>40,96</b>	Verifica	<b>13,08</b>	
	PB	1	6	36,81	1168,79	213,57	2.330,00	100,00	177.535,63	221.354,11	398.889,73	<b>398,89</b>	<b>36,81</b>	Verifica	<b>9,75</b>	
		2	6	38,11	1142,58	168,6	2.330,00	100,00	231.977,10	221.354,11	453.331,21	<b>453,33</b>	<b>38,11</b>	Verifica	<b>10,71</b>	
	1°P	1	6	36,56	1123,12	167,47	2.330,00	100,00	221.125,60	221.354,11	442.479,71	<b>442,48</b>	<b>36,56</b>	Verifica	<b>10,89</b>	
		2	6	40,21	1050,55	163,61	2.330,00	100,00	243.435,75	221.354,11	464.789,85	<b>464,79</b>	<b>40,21</b>	Verifica	<b>10,40</b>	
	2°P	1	6	44,71	1031,81	167,29	2.330,00	100,00	266.345,99	221.354,11	487.700,10	<b>487,70</b>	<b>44,71</b>	Verifica	<b>9,82</b>	
		2	6	61,41	923,25	170,2	2.330,00	100,00	376.822,48	221.354,11	598.176,59	<b>598,18</b>	<b>61,41</b>	Verifica	<b>8,77</b>	
	3°P	1	6	71,49	901,41	166,94	2.330,00	100,00	405.355,66	110.677,05	516.032,71	<b>516,03</b>	<b>71,49</b>	Verifica	<b>6,50</b>	
		2	6	85,13	797,04	122,44	2.330,00	100,00	384.481,66	110.677,05	495.158,71	<b>495,16</b>	<b>85,13</b>	Verifica	<b>5,23</b>	
	4°P	1	6	86,63	747,39	123,46	2.330,00	100,00	374.551,66	110.677,05	485.228,71	<b>485,23</b>	<b>86,63</b>	Verifica	<b>5,04</b>	
		2	6	90,15	622,84	88,96	2.330,00	100,00	349.641,66	110.677,05	460.318,71	<b>460,32</b>	<b>90,15</b>	Verifica	<b>4,60</b>	
	5°P	1	6	92,02	570,14	87,79	2.330,00	100,00	339.101,66	110.677,05	449.778,71	<b>449,78</b>	<b>92,02</b>	Verifica	<b>4,40</b>	
		2	6	86,32	445,15	54,92	2.330,00	100,00	314.103,66	110.677,05	424.780,71	<b>424,78</b>	<b>86,32</b>	Verifica	<b>4,43</b>	
	6°P	1	6	84,42	395,05	50,55	2.330,00	100,00	304.083,66	110.677,05	414.760,71	<b>414,76</b>	<b>84,42</b>	Verifica	<b>4,42</b>	
		2	6	71,18	282,07	23,9	2.330,00	100,00	281.487,66	110.677,05	392.164,71	<b>392,16</b>	<b>71,18</b>	Verifica	<b>4,96</b>	
	7°P	1	6	65,27	238,79	16,89	2.330,00	100,00	272.831,66	110.677,05	383.508,71	<b>383,51</b>	<b>65,27</b>	Verifica	<b>5,29</b>	
		2	6	45,66	147,12	3,04	2.330,00	100,00	254.497,66	110.677,05	365.174,71	<b>365,17</b>	<b>45,66</b>	Verifica	<b>7,20</b>	
	8°P	1	6	39,4	114,69	10,13	2.330,00	100,00	248.011,66	110.677,05	358.688,71	<b>358,69</b>	<b>39,40</b>	Verifica	<b>8,19</b>	
		2	6	15,88	57,61	18,41	2.330,00	100,00	236.595,66	110.677,05	347.272,71	<b>347,27</b>	<b>15,88</b>	Verifica	<b>19,68</b>	
Terraza	1	6	9,69	41,47	20,79	2.330,00	100,00	233.367,66	110.677,05	344.044,71	<b>344,04</b>	<b>9,69</b>	Verifica	<b>31,95</b>		
	2	1	2,8	5,69	2,68	2.330,00	100,00	226.211,66	110.677,05	336.888,71	<b>336,89</b>	<b>2,80</b>	Verifica	<b>108,29</b>		

Den.	Nivel	Pie / Cabeza	COMB.	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	ϕv=0,9	
															Relación Vd / Vu	
Circulación Vertical	SS	1	9	86,78	1045,83	156,86	3.470,00	100,00	544.361,53	586.055,31	1.130.416,85	<b>1130,42</b>	<b>86,78</b>	Verifica	<b>11,72</b>	
		2	1	43,51	1107,61	421,77	3.470,00	100,00	193.469,35	586.055,31	779.524,66	<b>779,52</b>	<b>43,51</b>	Verifica	<b>16,12</b>	
	PB	1	9	91,32	1104,32	102,51	3.470,00	100,00	556.059,53	329.656,11	885.715,65	<b>885,72</b>	<b>91,32</b>	Verifica	<b>8,73</b>	
		2	1	671,98	1162	551,06	3.470,00	100,00	567.595,53	329.656,11	897.251,65	<b>897,25</b>	<b>671,98</b>	Verifica	<b>1,20</b>	
	1°P	1	9	62,98	1402,36	464,36	3.470,00	100,00	276.573,03	329.656,11	606.229,15	<b>606,23</b>	<b>62,98</b>	Verifica	<b>8,66</b>	
		2	9	67,21	1280,12	409,45	3.470,00	100,00	324.061,98	329.656,11	653.718,10	<b>653,72</b>	<b>67,21</b>	Verifica	<b>8,75</b>	
	2°P	1	9	62,77	1217,03	330,18	3.470,00	100,00	375.955,34	329.656,11	705.611,46	<b>705,61</b>	<b>62,77</b>	Verifica	<b>10,12</b>	
		2	9	55,47	1071,7	280,94	3.470,00	100,00	370.146,08	329.656,11	699.802,19	<b>699,80</b>	<b>55,47</b>	Verifica	<b>11,35</b>	
	3°P	1	9	51,48	1005,72	217	3.470,00	100,00	460.892,87	164.828,06	625.720,93	<b>625,72</b>	<b>51,48</b>	Verifica	<b>10,94</b>	
		2	9	43,77	852,57	203,46	3.470,00	100,00	337.239,23	164.828,06	537.239,23	<b>537,24</b>	<b>43,77</b>	Verifica	<b>11,05</b>	
	4°P	1	9	39,6	787,27	152,92	3.470,00	100,00	470.177,28	164.828,06	635.005,34	<b>635,01</b>	<b>39,60</b>	Verifica	<b>14,43</b>	
		2	9	32,35	651,28	154,58	3.470,00	100,00	322.436,32	164.828,06	487.264,37	<b>487,26</b>	<b>32,35</b>	Verifica	<b>13,56</b>	
	5°P	1	9	28,78	601,64	106,3	3.470,00	100,00	452.578,40	164.828,06	617.406,46	<b>617,41</b>	<b>28,78</b>	Verifica	<b>19,31</b>	
		2	9	24,49	487,22	114,91	3.470,00	100,00	299.227,32	164.828,06	464.055,38	<b>464,06</b>	<b>24,49</b>	Verifica	<b>17,05</b>	
	6°P	1	9	22,78	442,3	70,88	3.470,00	100,00	423.655,53	164.828,06	588.483,59	<b>588,48</b>	<b>22,78</b>	Verifica	<b>23,25</b>	
		2	9	19,14	340,46	84,3	3.470,00	100,00	294.265,63	164.828,06	459.093,69	<b>459,09</b>	<b>19,14</b>	Verifica	<b>21,59</b>	
	7°P	1	9	17,28	300,12	43,32	3.470,00	100,00	395.219,53	164.828,06	560.047,59	<b>560,05</b>	<b>17,28</b>	Verifica	<b>29,17</b>	
		2	9	14,28	209,73	60,56	3.470,00	100,00	280.450,37	164.828,06	445.278,42	<b>445,28</b>	<b>14,28</b>	Verifica	<b>28,06</b>	
	8°P	1	9	12,41	174,97	21,49	3.470,00	100,00	370.189,53	164.828,06	535.017,59	<b>535,02</b>	<b>12,41</b>	Verifica	<b>38,80</b>	
		2	9	8,87	99,93	40,73	3.470,00	100,00	232.283,06	164.828,06	397.111,11	<b>397,11</b>	<b>8,87</b>	Verifica	<b>40,29</b>	
	Terraza	1	9	6,6	72,14	3,12	3.470,00	100,00	349.623,53	164.828,06	514.451,59	<b>514,45</b>	<b>6,60</b>	Verifica	<b>70,15</b>	
		2	1	3,09	26,11	32,86	3.470,00	100,00	112.109,14	164.828,06	276.937,19	<b>276,94</b>	<b>3,09</b>	Verifica	<b>80,66</b>	
	Circulación Vertical	SS	1	2	71,04	639,53	202,54	3.470,00	100,00	463.101,53	586.055,31	1.049.156,85	<b>1049,16</b>	<b>71,04</b>	Verifica	<b>13,29</b>
			2	2	99,54	637,92	60,8	3.470,00	100,00	462.779,53	586.055,31	1.048.834,85	<b>1048,83</b>	<b>99,54</b>	Verifica	<b>9,48</b>
		PB	1	1	585,28	726,95	467,33	3.470,00	100,00	480.585,53	329.656,11	810.241,65	<b>810,24</b>	<b>585,28</b>	Verifica	<b>1,25</b>
			2	1	715,22	848,42	745,46	3.470,00	100,00	504.879,53	329.656,11	834.535,65	<b>834,54</b>	<b>715,22</b>	Verifica	<b>1,05</b>
		1°P	1	1	14,65	473,68	343,25	3.470,00	100,00	94.051,78	329.656,11	423.707,90	<b>423,71</b>	<b>14,65</b>	Verifica	<b>26,03</b>
			2	14	9,72	570,47	204,76	3.470,00	100,00	100.742,71	329.656,11	430.398,82	<b>430,40</b>	<b>9,72</b>	Verifica	<b>39,85</b>
		2°P	1	1	15,76	505,07	277,58	3.470,00	100,00	106.865,14	329.656,11	436.521,26	<b>436,52</b>	<b>15,76</b>	Verifica	<b>24,93</b>
			2	1	10,29	577,24	238,5	3.470,00	100,00	97.109,27	329.656,11	426.765,39	<b>426,77</b>	<b>10,29</b>	Verifica	<b>37,33</b>
		3°P	1	1	29,22	576,74	198,26	3.470,00	100,00	210.782,69	164.828,06	375.610,74	<b>375,61</b>	<b>29,22</b>	Verifica	<b>11,57</b>
			2	6	2,97	535,74	58,49	3.470,00	100,00	102.623,80	164.828,06	267.451,85	<b>267,45</b>	<b>2,97</b>	Verifica	<b>81,05</b>
		4°P	1	1	27,59	501,93	153,64	3.470,00	100,00	247.132,79	164.828,06	411.960,85	<b>411,96</b>	<b>27,59</b>	Verifica	<b>13,44</b>
			2	1	1,15	457,04	157,38	3.470,00	100,00	67.139,49	164.828,06	231.967,55	<b>231,97</b>	<b>1,15</b>	Verifica	<b>181,54</b>
		5°P	1	1	24,88	418,91	116,2	3.470,00	100,00	288.060,54	164.828,06	452.888,60	<b>452,89</b>	<b>24,88</b>	Verifica	<b>16,38</b>
			2	1	1,31	370,28	121,23	3.470,00	100,00	69.081,16	164.828,06	233.909,22	<b>233,91</b>	<b>1,31</b>	Verifica	<b>160,70</b>
6°P		1	1	21,36	335,83	82,7	3.470,00	100,00	350.946,07	164.828,06	515.774,12	<b>515,77</b>	<b>21,36</b>	Verifica	<b>21,73</b>	
		2	1	1,49	283,61	90,12	3.470,00	100,00	72.086,29	164.828,06	236.914,35	<b>236,91</b>	<b>1,49</b>	Verifica	<b>143,10</b>	
7°P		1	1	16,42	259,6	46,52	3.470,00	100,00	387.115,53	164.828,06	551.943,59	<b>551,94</b>	<b>16,42</b>	Verifica	<b>30,25</b>	
		2	1	0,4	198,9	62,06	3.470,00	100,00	65.601,05	164.828,06	230.429,11	<b>230,43</b>	<b>0,40</b>	Verifica	<b>518,47</b>	
8°P		1	1	11,74	174,88	26,42	3.470,00	100,00	370.171,53	164.828,06	534.999,59	<b>535,00</b>	<b>11,74</b>	Verifica	<b>41,01</b>	
		2	1	0,06	112,17	44,48	3.470,00	100,00	62.739,91	164.828,06	227.567,97	<b>227,57</b>	<b>0,06</b>	Verifica	<b>3413,52</b>	
Terraza		1	1	6,2	85,7	17,79	3.470,00	100,00	352.335,53	164.828,06	517.163,59	<b>517,16</b>	<b>6,20</b>	Verifica	<b>75,07</b>	
		2	5	1,24	22,92	37,41	3.470,00	100,00	77.671,05	164.828,06	242.499,11	<b>242,50</b>	<b>1,24</b>	Verifica	<b>176,01</b>	
Circulación Vertical		SS	1	1	75,54	332,32	1,66	1.480,00	100,00	209.429,24	249.960,19	459.389,43	<b>459,39</b>	<b>75,54</b>	Verifica	<b>5,47</b>
			2	1	76,1	267,71	77,88	1.480,00	100,00	196.507,24	249.960,19	446.467,43	<b>446,47</b>	<b>76,10</b>	Verifica	<b>5,28</b>
		PB	1	1	137,52	212,82	109,58	1.480,00	100,00	185.529,24	140.602,61	326.131,85	<b>326,13</b>	<b>137,52</b>	Verifica	<b>2,13</b>
			2	1	136,2	161,38	13,26	1.480,00	100,00	175.241,24	140.602,61	315.843,85	<b>315,84</b>	<b>136,20</b>	Verifica	<b>2,09</b>
		1°P	1	1	80,02	130,11	62,24	1.480,00	100,00	168.987,24	140.602,61	309.589,85	<b>309,59</b>	<b>80,02</b>	Verifica	<b>3,48</b>
			2	1	79,51	81,97	11,71	1.480,00	100,00	159.359,24	140.602,61	299.961,85	<b>299,96</b>	<b>79,51</b>	Verifica	<b>3,40</b>
		2°P	1	1	132,84	63,24	74,45	1.480,00	100,00	155.613,24	140.602,61	296.215,85	<b>296,22</b>	<b>132,84</b>	Verifica	<b>2,01</b>
			2	1	135,91	36,67	57,57	1.480,00	100,00	150.299,24	140.602,61	290.901,85	<b>290,90</b>	<b>135,91</b>	Verifica	<b>1,93</b>

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Den.	Nivel	Pie / Cabeza	COMB.	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	∅v=0,9	
															Relación Vd / Vu	
T3Y	SS	1	6	20,32	523,48	1,02	400,00	100,00	143.335,25	67.556,81	210.892,06	<b>210,89</b>	<b>20,32</b>	Verifica	<b>9,34</b>	
		2	6	20,57	743,78	4,25	400,00	100,00	187.395,25	67.556,81	254.952,06	<b>254,95</b>	<b>20,57</b>	Verifica	<b>11,15</b>	
	PB	1	6	8,24	793,36	6,2	400,00	100,00	109.430,21	38.000,70	147.430,91	<b>147,43</b>	<b>8,24</b>	Verifica	<b>16,10</b>	
		2	5	5,77	464,42	4,4	400,00	100,00	70.165,41	38.000,70	108.166,11	<b>108,17</b>	<b>5,77</b>	Verifica	<b>16,87</b>	
	1°P	1	1	7,05	786,01	9,81	400,00	100,00	54.179,74	38.000,70	92.180,44	<b>92,18</b>	<b>7,05</b>	Verifica	<b>11,77</b>	
		2	5	4,34	608,04	0,48	400,00	100,00	160.247,25	38.000,70	198.247,96	<b>198,25</b>	<b>4,34</b>	Verifica	<b>41,11</b>	
	2°P	1	6	1,37	1030,11	6,58	400,00	100,00	22.721,92	38.000,70	60.722,63	<b>60,72</b>	<b>1,37</b>	Verifica	<b>39,89</b>	
		2	6	16,19	1108,07	17,4	400,00	100,00	94.771,20	38.000,70	132.771,91	<b>132,77</b>	<b>16,19</b>	Verifica	<b>7,38</b>	
	3°P	1	6	1,6	1060,64	25,96	400,00	100,00	11.748,57	19.000,35	30.748,92	<b>30,75</b>	<b>1,60</b>	Verifica	<b>17,30</b>	
		2	5	4,59	676	7,32	400,00	100,00	42.278,26	19.000,35	61.278,61	<b>61,28</b>	<b>4,59</b>	Verifica	<b>12,02</b>	
	4°P	1	6	13,16	848,84	5,33	400,00	100,00	208.407,25	19.000,35	227.407,61	<b>227,41</b>	<b>13,16</b>	Verifica	<b>15,55</b>	
		2	1	20,25	562,9	1,12	400,00	100,00	151.219,25	19.000,35	170.219,61	<b>170,22</b>	<b>20,25</b>	Verifica	<b>7,57</b>	
	5°P	1	1	17,29	481,49	6,43	400,00	100,00	134.937,25	19.000,35	153.937,61	<b>153,94</b>	<b>17,29</b>	Verifica	<b>8,01</b>	
		2	1	21,06	279,38	2,24	400,00	100,00	94.515,25	19.000,35	113.515,61	<b>113,52</b>	<b>21,06</b>	Verifica	<b>4,85</b>	
	6°P	1	1	14,93	222,15	5,01	400,00	100,00	83.069,25	19.000,35	102.069,61	<b>102,07</b>	<b>14,93</b>	Verifica	<b>6,15</b>	
		2	6	14,41	121,51	1,86	400,00	100,00	62.941,25	19.000,35	81.941,61	<b>81,94</b>	<b>14,41</b>	Verifica	<b>5,12</b>	
	7°P	1	6	8,11	82,41	4,41	400,00	100,00	39.149,12	19.000,35	58.149,47	<b>58,15</b>	<b>8,11</b>	Verifica	<b>6,45</b>	
		2	1	8,59	71,36	1,24	400,00	100,00	52.911,25	19.000,35	71.911,61	<b>71,91</b>	<b>8,59</b>	Verifica	<b>7,53</b>	
	8°P	1	1	3,73	86,01	2,44	400,00	100,00	31.880,37	19.000,35	50.880,72	<b>50,88</b>	<b>3,73</b>	Verifica	<b>12,28</b>	
		2	2	2,2	66,88	0,31	400,00	100,00	52.015,25	19.000,35	71.015,61	<b>71,02</b>	<b>2,20</b>	Verifica	<b>29,05</b>	
	Terraza	1	6	5,14	3,78	6,31	400,00	100,00	12.961,28	19.000,35	31.961,63	<b>31,96</b>	<b>5,14</b>	Verifica	<b>5,60</b>	
		2	6	15,67	20,29	5,72	400,00	100,00	42.697,25	19.000,35	61.697,61	<b>61,70</b>	<b>15,67</b>	Verifica	<b>3,54</b>	
	T4Y	SS	1	6	1,14	315,1	0,54	400,00	100,00	101.659,25	67.556,81	169.216,06	<b>169,22</b>	<b>1,14</b>	Verifica	<b>133,59</b>
			2	6	1,09	298,24	0,02	400,00	100,00	98.287,25	67.556,81	165.844,06	<b>165,84</b>	<b>1,09</b>	Verifica	<b>136,94</b>
PB		1	6	1,21	290,23	0,14	400,00	100,00	96.685,25	38.000,70	134.685,96	<b>134,69</b>	<b>1,21</b>	Verifica	<b>100,18</b>	
		2	6	1,22	272,27	0,06	400,00	100,00	93.093,25	38.000,70	131.093,96	<b>131,09</b>	<b>1,22</b>	Verifica	<b>96,71</b>	
1°P		1	6	1,36	263,94	0,2	400,00	100,00	91.427,25	38.000,70	129.427,96	<b>129,43</b>	<b>1,36</b>	Verifica	<b>85,65</b>	
		2	6	1,17	247,46	0,32	400,00	100,00	88.131,25	38.000,70	126.131,96	<b>126,13</b>	<b>1,17</b>	Verifica	<b>97,02</b>	
2°P		1	6	1,47	238,97	0,87	400,00	100,00	60.796,16	38.000,70	98.796,87	<b>98,80</b>	<b>1,47</b>	Verifica	<b>60,49</b>	
		2	6	0,71	220,98	0,74	400,00	100,00	30.743,39	38.000,70	68.744,10	<b>68,74</b>	<b>0,71</b>	Verifica	<b>87,14</b>	
3°P		1	6	1,34	211,81	1,17	400,00	100,00	35.797,80	19.000,35	54.798,16	<b>54,80</b>	<b>1,34</b>	Verifica	<b>36,80</b>	
		2	6	1,1	188,56	0,14	400,00	100,00	76.351,25	19.000,35	95.351,61	<b>95,35</b>	<b>1,10</b>	Verifica	<b>78,01</b>	
4°P		1	6	1,61	178,77	0,28	400,00	100,00	74.393,25	19.000,35	93.393,61	<b>93,39</b>	<b>1,61</b>	Verifica	<b>52,21</b>	
		2	6	1,73	152,29	0,39	400,00	100,00	69.097,25	19.000,35	88.097,61	<b>88,10</b>	<b>1,73</b>	Verifica	<b>45,83</b>	
5°P		1	6	1,75	141,84	0,36	400,00	100,00	67.007,25	19.000,35	86.007,61	<b>86,01</b>	<b>1,75</b>	Verifica	<b>44,23</b>	
		2	6	1,85	115,46	0,91	400,00	100,00	52.082,24	19.000,35	71.082,59	<b>71,08</b>	<b>1,85</b>	Verifica	<b>34,58</b>	
6°P		1	6	1,42	106,36	1,12	400,00	100,00	28.440,77	19.000,35	47.441,12	<b>47,44</b>	<b>1,42</b>	Verifica	<b>30,07</b>	
		2	6	1,72	84,53	1,53	400,00	100,00	23.302,90	19.000,35	42.303,25	<b>42,30</b>	<b>1,72</b>	Verifica	<b>22,14</b>	
7°P		1	6	0,74	78,26	2,1	400,00	100,00	11.224,27	19.000,35	30.224,62	<b>30,22</b>	<b>0,74</b>	Verifica	<b>36,76</b>	
		2	6	1,59	64,4	2,32	400,00	100,00	14.975,12	19.000,35	33.975,47	<b>33,98</b>	<b>1,59</b>	Verifica	<b>19,23</b>	
8°P		1	2	2,02	18,84	0,53	400,00	100,00	42.407,25	19.000,35	61.407,61	<b>61,41</b>	<b>2,02</b>	Verifica	<b>27,36</b>	
		2	6	2,18	56,55	2,97	400,00	100,00	15.193,66	19.000,35	34.194,01	<b>34,19</b>	<b>2,18</b>	Verifica	<b>14,12</b>	
Terraza		1	2	2,6	39,68	2,24	400,00	100,00	19.647,29	19.000,35	38.647,64	<b>38,65</b>	<b>2,60</b>	Verifica	<b>13,38</b>	
		2	1	11,35	37,53	3,3	400,00	100,00	46.145,25	19.000,35	65.145,61	<b>65,15</b>	<b>11,35</b>	Verifica	<b>5,17</b>	
T5Y		SS	1	6	73,17	1908,6	18,39	2.200,00	100,00	594.235,90	371.562,45	965.798,35	<b>965,80</b>	<b>73,17</b>	Verifica	<b>11,88</b>
			2	6	80,55	2125,88	104,67	2.200,00	100,00	637.691,90	371.562,45	1.009.254,35	<b>1009,25</b>	<b>80,55</b>	Verifica	<b>11,28</b>
	PB	1	6	393,06	2085,18	57,23	2.200,00	100,00	629.551,90	209.003,88	838.555,78	<b>838,56</b>	<b>393,06</b>	Verifica	<b>1,92</b>	
		2	6	415,03	1853,17	174,5	2.200,00	100,00	583.149,90	209.003,88	792.153,78	<b>792,15</b>	<b>415,03</b>	Verifica	<b>1,72</b>	
	1°P	1	6	467,38	1787,56	237,36	2.200,00	100,00	570.027,90	209.003,88	779.031,78	<b>779,03</b>	<b>467,38</b>	Verifica	<b>1,50</b>	
		2	6	492,58	1679,97	403,63	2.200,00	100,00	548.509,90	209.003,88	757.513,78	<b>757,51</b>	<b>492,58</b>	Verifica	<b>1,38</b>	
	2°P	1	6	491,3	1563,77	481,08	2.200,00	100,00	525.269,90	209.003,88	734.273,78	<b>734,27</b>	<b>491,30</b>	Verifica	<b>1,35</b>	
		2	6	301,66	468,23	428,65	2.200,00	100,00	306.161,90	209.003,88	515.165,78	<b>515,17</b>	<b>301,66</b>	Verifica	<b>1,54</b>	

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Den.	Nivel	Pie / Cabeza	COMB.	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	ϕv=0,9	
															Relación Vd / Vu	
T6Y	SS	1	6	384,65	1659,68	433,49	3.300,00	100,00	650.709,85	557.343,67	1.208.053,52	<b>1208,05</b>	<b>384,65</b>	Verifica	<b>2,83</b>	
		2	6	422,12	1787,28	479,74	3.300,00	100,00	676.229,85	557.343,67	1.233.573,52	<b>1233,57</b>	<b>422,12</b>	Verifica	<b>2,63</b>	
	PB	1	6	361,89	1822,45	495,47	3.300,00	100,00	683.263,85	313.505,81	996.769,66	<b>996,77</b>	<b>361,89</b>	Verifica	<b>2,48</b>	
		2	6	389,35	2024,77	556,09	3.300,00	100,00	723.727,85	313.505,81	1.037.233,66	<b>1037,23</b>	<b>389,35</b>	Verifica	<b>2,40</b>	
	1°P	1	6	427,6	2085,91	572,94	3.300,00	100,00	735.955,85	313.505,81	1.049.461,66	<b>1049,46</b>	<b>427,60</b>	Verifica	<b>2,21</b>	
		2	6	475,99	2320,65	743,77	3.300,00	100,00	782.903,85	313.505,81	1.096.409,66	<b>1096,41</b>	<b>475,99</b>	Verifica	<b>2,07</b>	
	2°P	1	6	476,98	2387,93	782,8	3.300,00	100,00	796.359,85	313.505,81	1.109.865,66	<b>1109,87</b>	<b>476,98</b>	Verifica	<b>2,09</b>	
		2	6	322,25	2681,92	1206,38	3.300,00	100,00	855.157,85	313.505,81	1.168.663,66	<b>1168,66</b>	<b>322,25</b>	Verifica	<b>3,26</b>	
	3°P	1	6	147,47	2716,6	1251,74	3.300,00	100,00	325.769,66	156.752,91	482.522,57	<b>482,52</b>	<b>147,47</b>	Verifica	<b>2,94</b>	
		2	6	166,41	2259,14	856,3	3.300,00	100,00	511.710,44	156.752,91	668.463,35	<b>668,46</b>	<b>166,41</b>	Verifica	<b>3,62</b>	
	4°P	1	6	169,29	2138,17	850,41	3.300,00	100,00	509.192,25	156.752,91	665.945,16	<b>665,95</b>	<b>169,29</b>	Verifica	<b>3,54</b>	
		2	6	160,54	1561,67	533,09	3.300,00	100,00	631.107,85	156.752,91	787.860,76	<b>787,86</b>	<b>160,54</b>	Verifica	<b>4,42</b>	
	5°P	1	6	154,66	1447,56	522,34	3.300,00	100,00	608.285,85	156.752,91	765.038,76	<b>765,04</b>	<b>154,66</b>	Verifica	<b>4,45</b>	
		2	6	139,52	996,23	297,51	3.300,00	100,00	518.019,85	156.752,91	674.772,76	<b>674,77</b>	<b>139,52</b>	Verifica	<b>4,35</b>	
	6°P	1	6	134,13	904,24	288,47	3.300,00	100,00	499.621,85	156.752,91	656.374,76	<b>656,37</b>	<b>134,13</b>	Verifica	<b>4,40</b>	
		2	5	114,31	547,7	120,62	3.300,00	100,00	428.313,85	156.752,91	585.066,76	<b>585,07</b>	<b>114,31</b>	Verifica	<b>4,61</b>	
	7°P	1	5	106,79	496,56	123,94	3.300,00	100,00	418.085,85	156.752,91	574.838,76	<b>574,84</b>	<b>106,79</b>	Verifica	<b>4,84</b>	
		2	13	101,98	235,49	58,99	3.300,00	100,00	365.871,85	156.752,91	522.624,76	<b>522,62</b>	<b>101,98</b>	Verifica	<b>4,61</b>	
	8°P	1	13	85,45	213,05	52,61	3.300,00	100,00	361.383,85	156.752,91	518.136,76	<b>518,14</b>	<b>85,45</b>	Verifica	<b>5,46</b>	
		2	10	67,24	157,6	14,55	3.300,00	100,00	350.293,85	156.752,91	507.046,76	<b>507,05</b>	<b>67,24</b>	Verifica	<b>6,79</b>	
	Terraza	1	10	58,06	147,04	23,72	3.300,00	100,00	348.181,85	156.752,91	504.934,76	<b>504,93</b>	<b>58,06</b>	Verifica	<b>7,83</b>	
		2	10	98,59	153,43	66,35	3.300,00	100,00	349.459,85	156.752,91	506.212,76	<b>506,21</b>	<b>98,59</b>	Verifica	<b>4,62</b>	
	T7Y	SS	1	1	127,49	226,46	13,43	1.100,00	100,00	151.549,95	185.781,22	337.331,17	<b>337,33</b>	<b>127,49</b>	Verifica	<b>2,68</b>
			2	1	140,18	266,35	22,61	1.100,00	100,00	159.527,95	185.781,22	345.309,17	<b>345,31</b>	<b>140,18</b>	Verifica	<b>2,22</b>
		PB	1	1	154,18	266,73	28,04	1.100,00	100,00	159.603,95	104.501,94	264.105,89	<b>264,11</b>	<b>154,18</b>	Verifica	<b>1,54</b>
			2	1	159,45	169,67	13,72	1.100,00	100,00	140.191,95	104.501,94	244.693,89	<b>244,69</b>	<b>159,45</b>	Verifica	<b>1,38</b>
		1°P	1	1	160,28	159,05	19,17	1.100,00	100,00	138.067,95	104.501,94	242.569,89	<b>242,57</b>	<b>160,28</b>	Verifica	<b>1,36</b>
			2	1	139,68	209,57	28,15	1.100,00	100,00	148.171,95	104.501,94	252.673,89	<b>252,67</b>	<b>139,68</b>	Verifica	<b>1,63</b>
		2°P	1	1	133,81	220,66	29,67	1.100,00	100,00	150.389,95	104.501,94	254.891,89	<b>254,89</b>	<b>133,81</b>	Verifica	<b>1,71</b>
			2	1	50,22	265,88	33,55	1.100,00	100,00	159.433,95	104.501,94	263.935,89	<b>263,94</b>	<b>50,22</b>	Verifica	<b>4,73</b>
		3°P	1	9	48,78	252,05	4,63	1.100,00	100,00	156.667,95	52.250,97	208.918,92	<b>208,92</b>	<b>48,78</b>	Verifica	<b>3,85</b>
			2	1	59,47	223,22	28,55	1.100,00	100,00	150.901,95	52.250,97	203.152,92	<b>203,15</b>	<b>59,47</b>	Verifica	<b>3,07</b>
		4°P	1	1	68,21	223,19	28,36	1.100,00	100,00	150.895,95	52.250,97	203.146,92	<b>203,15</b>	<b>68,21</b>	Verifica	<b>2,68</b>
			2	6	85,27	66,03	24,35	1.100,00	100,00	119.463,95	52.250,97	171.714,92	<b>171,71</b>	<b>85,27</b>	Verifica	<b>1,81</b>
		5°P	1	6	79,45	58,26	20,12	1.100,00	100,00	117.909,95	52.250,97	170.160,92	<b>170,16</b>	<b>79,45</b>	Verifica	<b>1,93</b>
			2	6	71,78	66,34	11,82	1.100,00	100,00	119.525,95	52.250,97	171.776,92	<b>171,78</b>	<b>71,78</b>	Verifica	<b>2,15</b>
6°P		1	6	64,89	63,2	12,01	1.100,00	100,00	118.897,95	52.250,97	171.148,92	<b>171,15</b>	<b>64,89</b>	Verifica	<b>2,37</b>	
		2	6	52,74	63,29	6,41	1.100,00	100,00	118.915,95	52.250,97	171.166,92	<b>171,17</b>	<b>52,74</b>	Verifica	<b>2,92</b>	
7°P		1	6	44,37	61,26	5,73	1.100,00	100,00	118.509,95	52.250,97	170.760,92	<b>170,76</b>	<b>44,37</b>	Verifica	<b>3,46</b>	
		2	6	30,49	51,53	3,47	1.100,00	100,00	116.563,95	52.250,97	168.814,92	<b>168,81</b>	<b>30,49</b>	Verifica	<b>4,98</b>	
8°P		1	6	25,36	50,39	2,32	1.100,00	100,00	116.335,95	52.250,97	168.586,92	<b>168,59</b>	<b>25,36</b>	Verifica	<b>5,98</b>	
		2	13	20,27	26,96	0,52	1.100,00	100,00	111.649,95	52.250,97	163.900,92	<b>163,90</b>	<b>20,27</b>	Verifica	<b>7,28</b>	
Terraza		1	13	13,08	25,91	0,55	1.100,00	100,00	111.439,95	52.250,97	163.690,92	<b>163,69</b>	<b>13,08</b>	Verifica	<b>11,26</b>	
		2	6	2,02	2,9	1,75	1.100,00	100,00	106.837,95	52.250,97	159.088,92	<b>159,09</b>	<b>2,02</b>	Verifica	<b>70,88</b>	
T8Y		SS	1	1	104,32	432,11	1,87	2.200,00	100,00	298.937,90	371.562,45	670.500,35	<b>670,50</b>	<b>104,32</b>	Verifica	<b>5,78</b>
			2	1	102,82	268,41	124,84	2.200,00	100,00	266.197,90	371.562,45	637.760,35	<b>637,76</b>	<b>102,82</b>	Verifica	<b>5,58</b>
		PB	1	1	115,66	193,71	156,23	2.200,00	100,00	251.257,90	209.003,88	460.261,78	<b>460,26</b>	<b>115,66</b>	Verifica	<b>3,58</b>
			2	1	119,23	161,67	35,19	2.200,00	100,00	244.849,90	209.003,88	453.853,78	<b>453,85</b>	<b>119,23</b>	Verifica	<b>3,43</b>
		1°P	1	1	82,84	101,48	70,32	2.200,00	100,00	232.811,90	209.003,88	441.815,78	<b>441,82</b>	<b>82,84</b>	Verifica	<b>4,80</b>
			2	1	87,72	117,51	54,52	2.200,00	100,00	236.017,90	209.003,88	445.021,78	<b>445,02</b>	<b>87,72</b>	Verifica	<b>4,57</b>
		2°P	1	1	60,77	55,71	109,23	2.200,00	100,00	223.657,90	209.003,88	432.661,78	<b>432,66</b>	<b>60,77</b>	Verifica	<b>6,41</b>
			2	1	63,36	67,38	5,41	2.200,00	100,00	225.991,90	209.003,88	434.995,78	<b>435,00</b>	<b>63,36</b>	Verifica	<b>6,18</b>

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

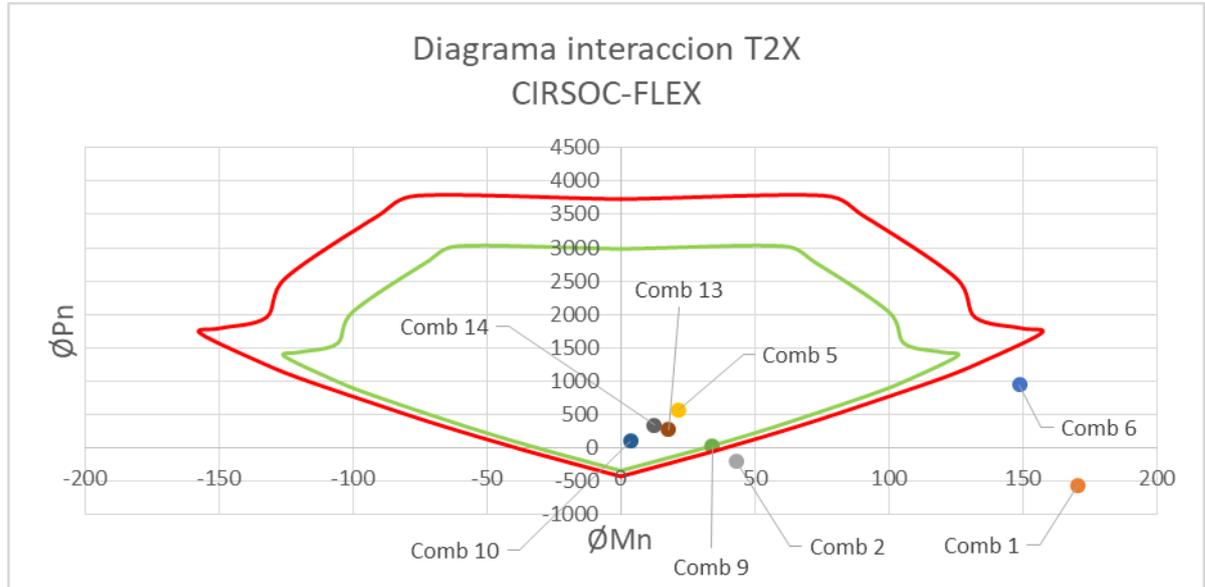
Den.	Nivel	Pie / Cabeza	COMB.	Vu [kN]	Pu [kN]	Mu [kNm]	Lw [mm]	bw [mm]	Vc [N]	Vs [N]	Vn [N]	Vn [kN]	Vu [kN]	Verificación Vn ≥ Vu	ϕv=0,9		
															Relación Vd / Vu		
Circulación Vertical	T9Y	SS	1	6	19,9	360,69	4,36	600,00	100,00	130.096,88	101.335,21	231.432,09	<b>231,43</b>	<b>19,90</b>	Verifica	<b>10,47</b>	
			2	6	19,5	195,72	0,66	600,00	100,00	97.102,88	101.335,21	198.438,09	<b>198,44</b>	<b>19,50</b>	Verifica	<b>9,16</b>	
		PB	1	5	7,33	176,38	1,01	600,00	100,00	93.234,88	57.001,06	150.235,94	<b>150,24</b>	<b>7,33</b>	Verifica	<b>18,45</b>	
			2	5	7,63	106,41	1,55	600,00	100,00	79.240,88	57.001,06	136.241,94	<b>136,24</b>	<b>7,63</b>	Verifica	<b>16,07</b>	
		1°P	1	6	9,67	142,66	1,5	600,00	100,00	86.490,88	57.001,06	143.491,94	<b>143,49</b>	<b>9,67</b>	Verifica	<b>13,35</b>	
			2	6	9,44	53,58	5,02	600,00	100,00	68.674,88	57.001,06	125.675,94	<b>125,68</b>	<b>9,44</b>	Verifica	<b>11,98</b>	
	2°P	1	6	6,74	21,16	8,66	600,00	100,00	25.873,36	57.001,06	82.874,42	<b>82,87</b>	<b>6,74</b>	Verifica	<b>11,07</b>		
		2	2	3,94	32,61	6,42	600,00	100,00	22.776,01	57.001,06	79.777,07	<b>79,78</b>	<b>3,94</b>	Verifica	<b>18,22</b>		
	Circulación Vertical	T10Y	SS	1	6	19,85	403,1	2,89	800,00	100,00	157.898,51	135.113,62	293.012,13	<b>293,01</b>	<b>19,85</b>	Verifica	<b>13,29</b>
				2	6	18,67	463,66	14,18	800,00	100,00	170.010,51	135.113,62	305.124,13	<b>305,12</b>	<b>18,67</b>	Verifica	<b>14,71</b>
PB			1	14	6,32	214,62	8,49	800,00	100,00	67.704,02	76.001,41	143.705,43	<b>143,71</b>	<b>6,32</b>	Verifica	<b>20,46</b>	
			2	6	5,62	460,37	17,71	800,00	100,00	44.051,80	76.001,41	120.053,21	<b>120,05</b>	<b>5,62</b>	Verifica	<b>19,23</b>	
1°P			1	6	12,85	441,03	14,2	800,00	100,00	126.853,54	76.001,41	202.854,95	<b>202,85</b>	<b>12,85</b>	Verifica	<b>14,21</b>	
			2	6	29,34	365,61	3,51	800,00	100,00	150.400,51	76.001,41	226.401,92	<b>226,40</b>	<b>29,34</b>	Verifica	<b>6,94</b>	
2°P		1	6	36,73	273,72	4,87	800,00	100,00	132.022,51	76.001,41	208.023,92	<b>208,02</b>	<b>36,73</b>	Verifica	<b>5,10</b>		
		2	6	32,24	173,77	47,79	800,00	100,00	56.017,44	76.001,41	132.018,85	<b>132,02</b>	<b>32,24</b>	Verifica	<b>3,69</b>		
Circulación Vertical		T11Y	SS	1	1	7,75	224,37	4,28	600,00	100,00	102.832,88	101.335,21	204.168,09	<b>204,17</b>	<b>7,75</b>	Verifica	<b>23,71</b>
				2	1	7,69	182,48	9,74	600,00	100,00	42.181,98	101.335,21	143.517,19	<b>143,52</b>	<b>7,69</b>	Verifica	<b>16,80</b>
	PB		1	1	7,53	151,73	9,48	600,00	100,00	39.353,42	57.001,06	96.354,47	<b>96,35</b>	<b>7,53</b>	Verifica	<b>11,52</b>	
			2	1	5,82	47,06	5,7	600,00	100,00	36.341,00	57.001,06	93.342,05	<b>93,34</b>	<b>5,82</b>	Verifica	<b>14,43</b>	
	1°P	1	6	0,58	74,07	10,26	600,00	100,00	11.882,69	57.001,06	68.883,74	<b>68,88</b>	<b>0,58</b>	Verifica	<b>106,89</b>		
		2	6	1,56	54,24	6,6	600,00	100,00	15.334,46	57.001,06	72.335,52	<b>72,34</b>	<b>1,56</b>	Verifica	<b>41,73</b>		
		1	6	2,16	46,33	6,88	600,00	100,00	16.738,78	57.001,06	73.739,84	<b>73,74</b>	<b>2,16</b>	Verifica	<b>30,72</b>		
		2	6	1,66	28,24	7,11	600,00	100,00	14.647,33	57.001,06	71.648,39	<b>71,65</b>	<b>1,66</b>	Verifica	<b>38,85</b>		
T12Y	SS	1	1	13,8	202,46	2,32	800,00	100,00	117.770,51	135.113,62	252.884,13	<b>252,88</b>	<b>13,80</b>	Verifica	<b>16,49</b>		
		2	1	13,85	285,46	2,14	800,00	100,00	134.370,51	135.113,62	269.484,13	<b>269,48</b>	<b>13,85</b>	Verifica	<b>17,51</b>		
	PB	1	1	13,72	300,25	7,12	800,00	100,00	137.328,51	76.001,41	213.329,92	<b>213,33</b>	<b>13,72</b>	Verifica	<b>13,99</b>		
		2	1	14,13	177,7	8,91	800,00	100,00	112.818,51	76.001,41	188.819,92	<b>188,82</b>	<b>14,13</b>	Verifica	<b>12,03</b>		
1°P	1	1	8,17	176,82	3,6	800,00	100,00	112.642,51	76.001,41	188.643,92	<b>188,64</b>	<b>8,17</b>	Verifica	<b>20,78</b>			
	2	1	7,62	106,36	4,81	800,00	100,00	98.550,51	76.001,41	174.551,92	<b>174,55</b>	<b>7,62</b>	Verifica	<b>20,62</b>			
2°P	1	1	13,61	112,64	9,61	800,00	100,00	99.806,51	76.001,41	175.807,92	<b>175,81</b>	<b>13,61</b>	Verifica	<b>11,63</b>			
	2	1	10,31	5,31	4,27	800,00	100,00	78.340,51	76.001,41	154.341,92	<b>154,34</b>	<b>10,31</b>	Verifica	<b>13,47</b>			

Tabla 6.8. Planilla de cálculo tabiques circulación vertical

### 12.3.2 Esfuerzo de Flexo Compresión

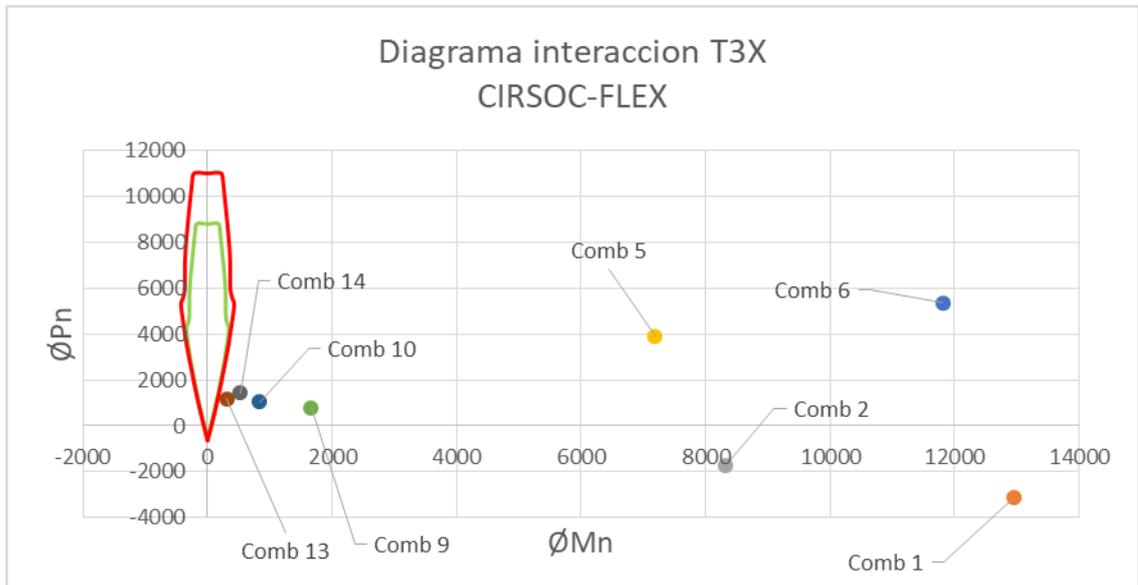
#### 12.3.2.1 Tabique T2X

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-570,69	170,5
2	-196,32	43,16
5	565,75	21,65
6	940,11	148,99
9	24,51	34,12
10	100,01	3,63
13	269,41	17,88
14	344,92	12,61



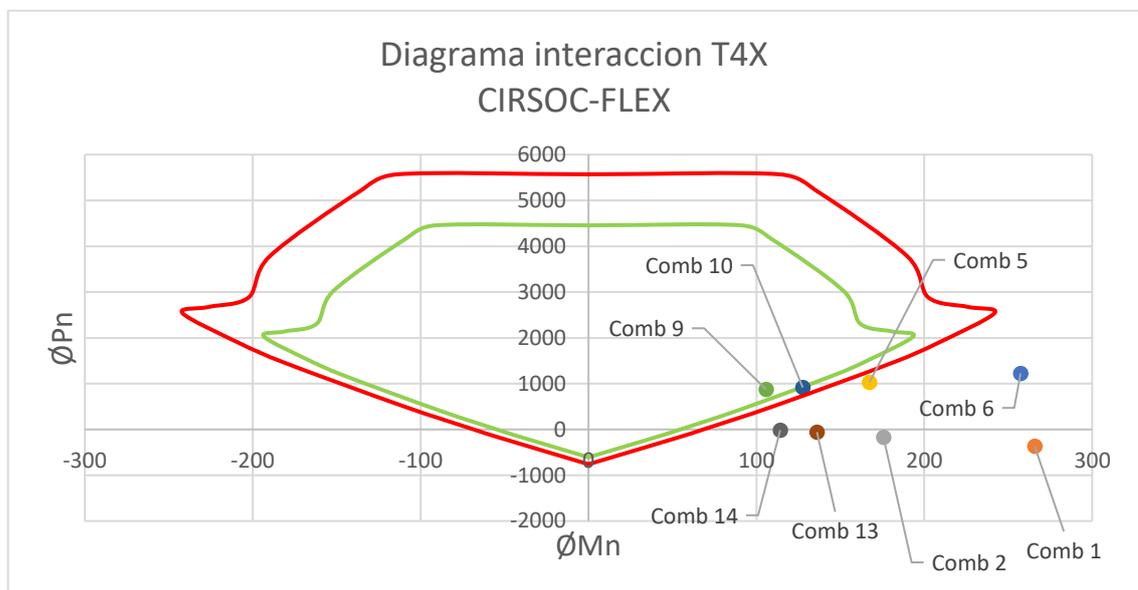
12.3.2.2 Tabique T3X

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-3136,12	12948,22
2	-1706,28	8325,25
5	3925,87	7184,47
6	5355,71	11807,44
9	781,7	1666,72
10	1043,91	834,64
13	1175,68	306,14
14	1437,89	525,94



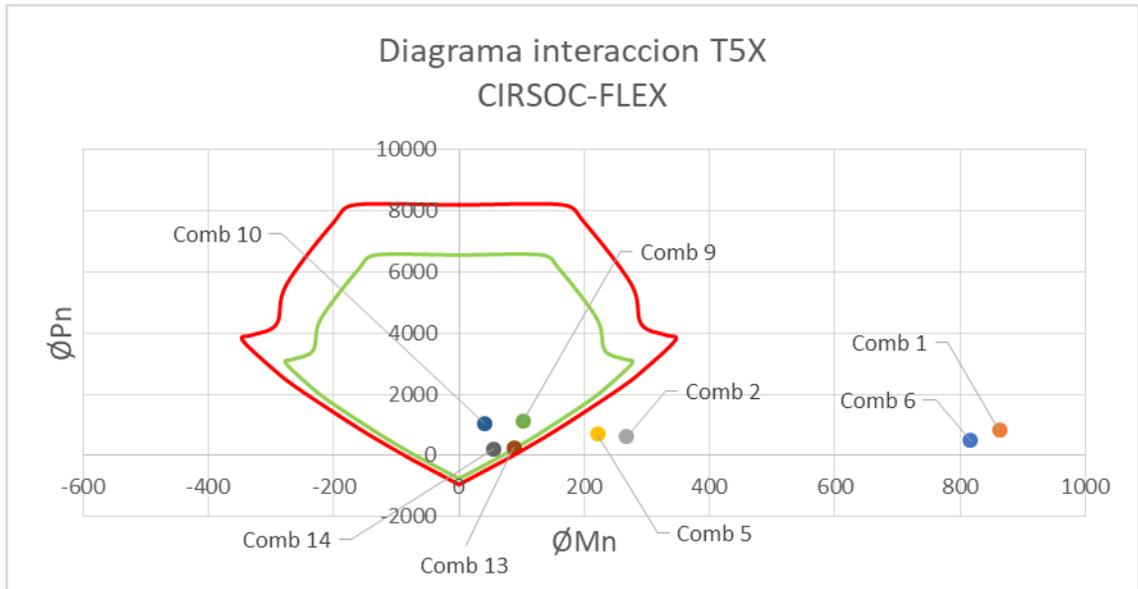
### 12.3.2.3 Tabique T4X

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-367,91	265,76
2	-172,81	175,72
5	1030,56	167,33
6	1225,66	257,36
9	873,12	105,8
10	913,97	127,64
13	-56,22	136,04
14	-15,36	114,2



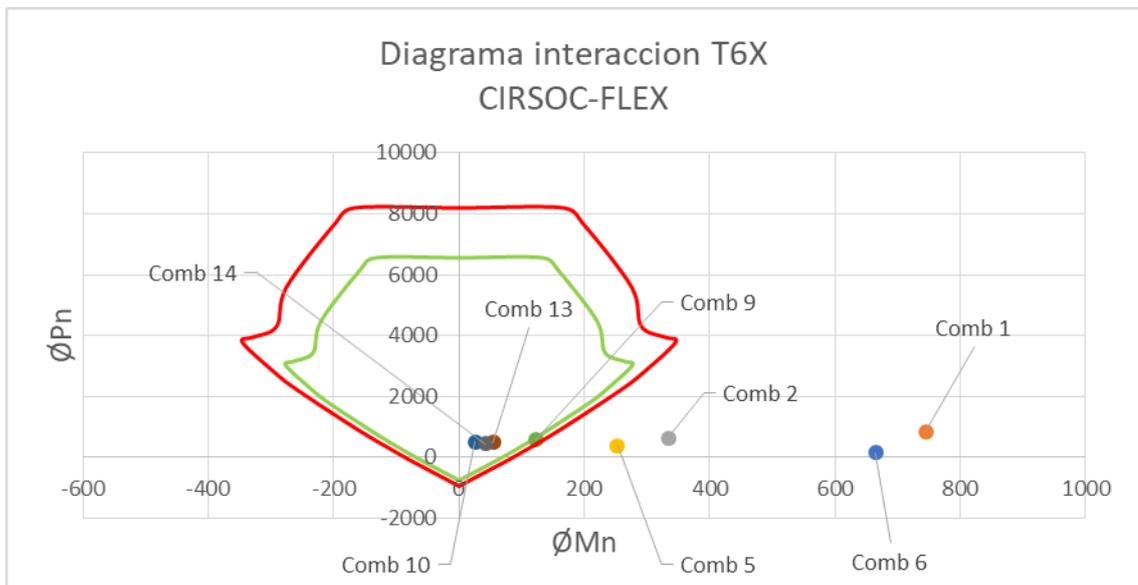
### 12.3.2.4 Tabique T5X

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	819,79	863,12
2	612,23	267,91
5	702,77	221,41
6	495,22	816,62
9	1104,32	102,51
10	1057,35	41,03
13	257,66	87,53
14	210,69	56,01



12.3.2.5 Tabique T6X

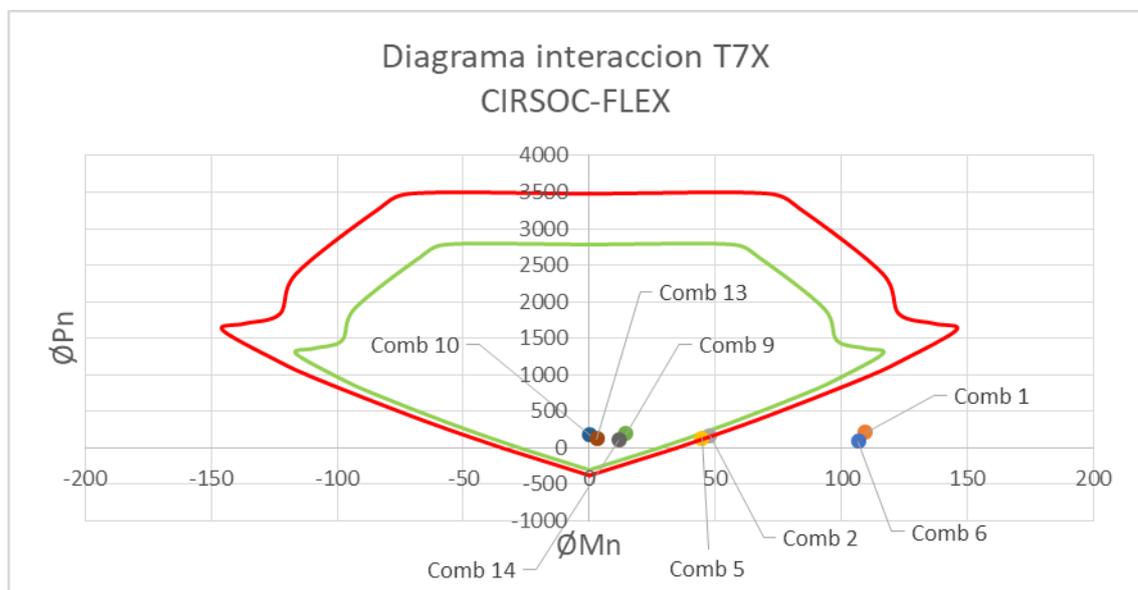
Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	848,42	745,46
2	621,72	333,71
5	376,44	253,14
6	149,74	664,9
9	561,4	122,42
10	507,71	26,2
13	490,45	54,37
14	436,76	41,85



<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

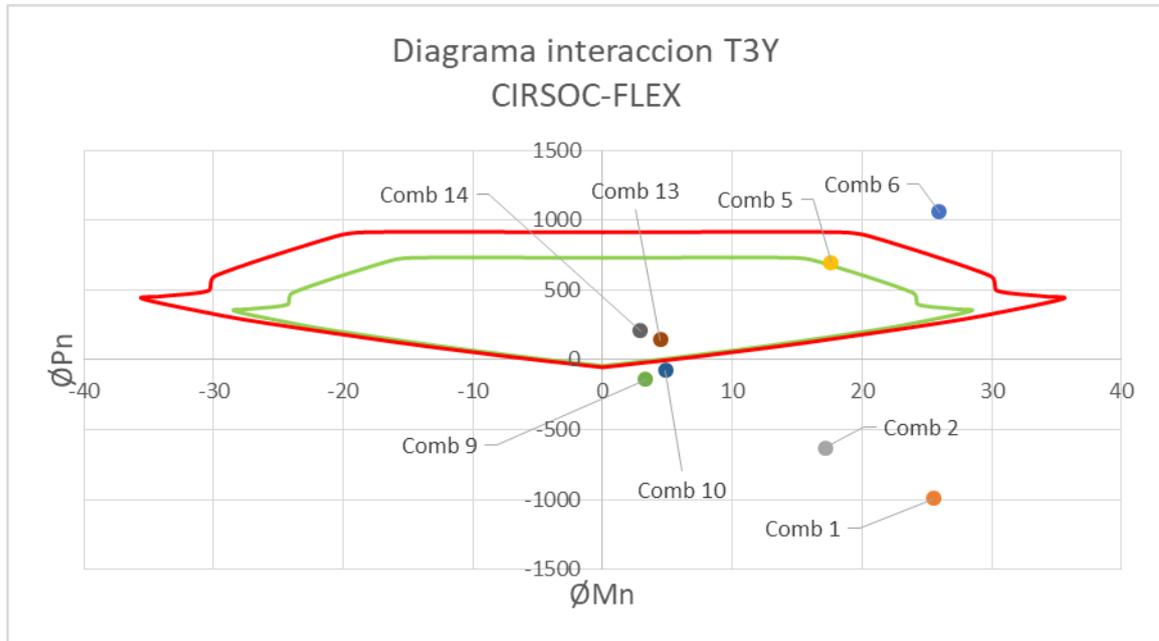
### 12.3.2.6 Tabique T7X

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	212,82	109,58
2	162,12	47,64
5	133,87	44,72
6	83,18	106,67
9	189,28	14,56
10	178,15	0,1
13	117,84	3,01
14	106,71	11,65



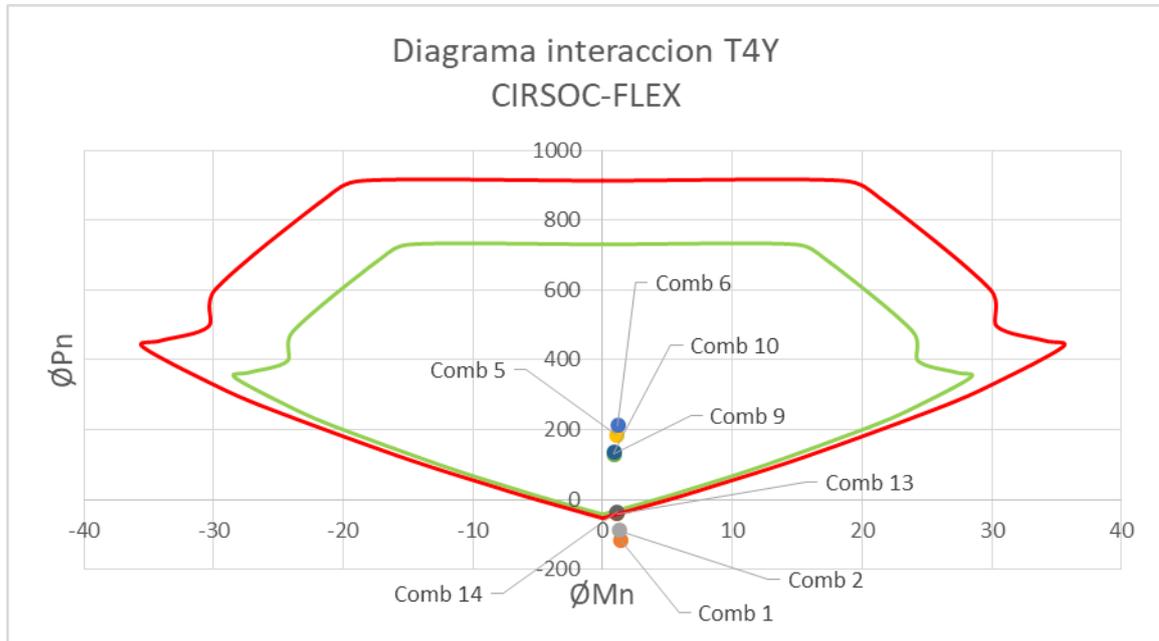
### 12.3.2.7 Tabique T3Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-993,52	25,54
2	-631,17	17,16
5	698,29	17,58
6	1060,64	25,96
9	-139,42	3,32
10	-75,55	4,86
13	142,67	4,44
14	206,53	2,91



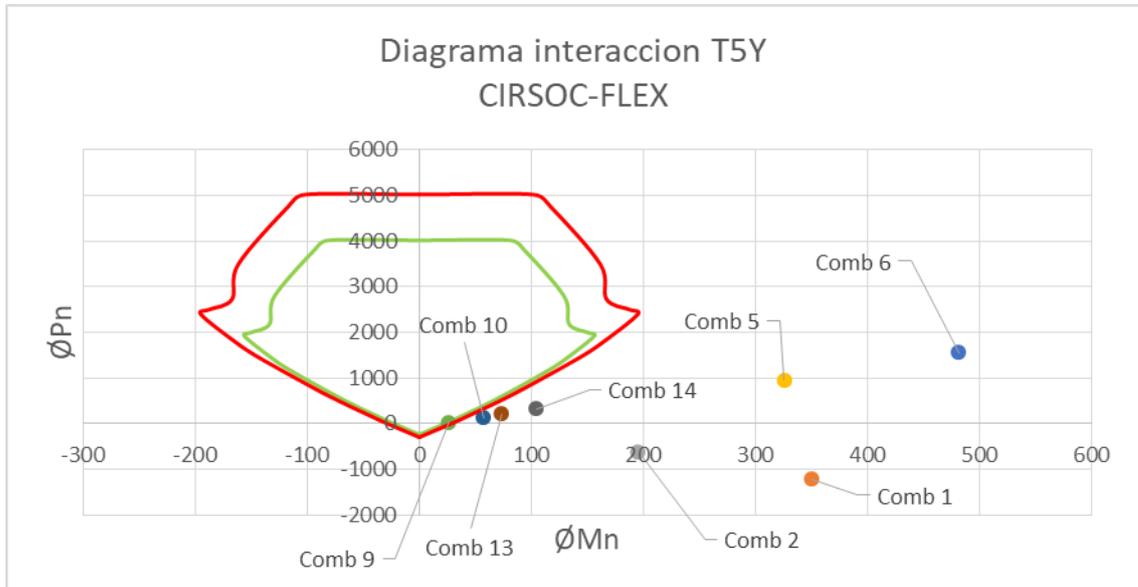
### 12.3.2.8 Tabique T4Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-117,67	1,42
2	-89,66	1,29
5	183,8	1,05
6	211,81	1,17
9	129,24	0,87
10	134,85	0,89
13	-40,7	1,14
14	-35,1	1,11



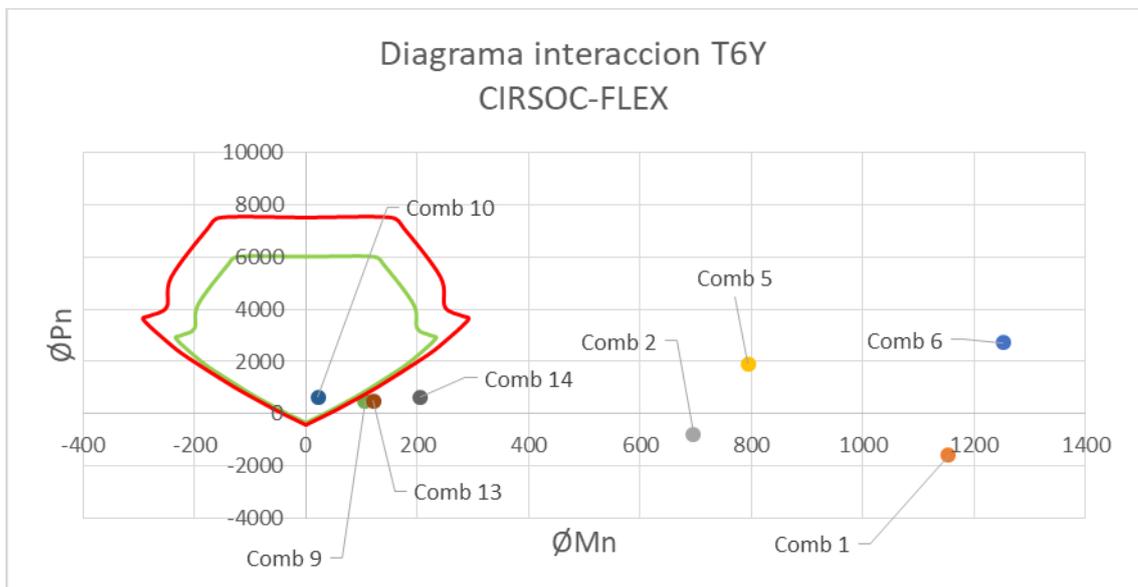
### 12.3.2.9 Tabique T5Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-1209,28	350,39
2	-610,08	195,18
5	964,57	325,87
6	1563,77	481,08
9	28,79	26,44
10	137,97	57,13
13	216,52	73,57
14	325,7	104,25



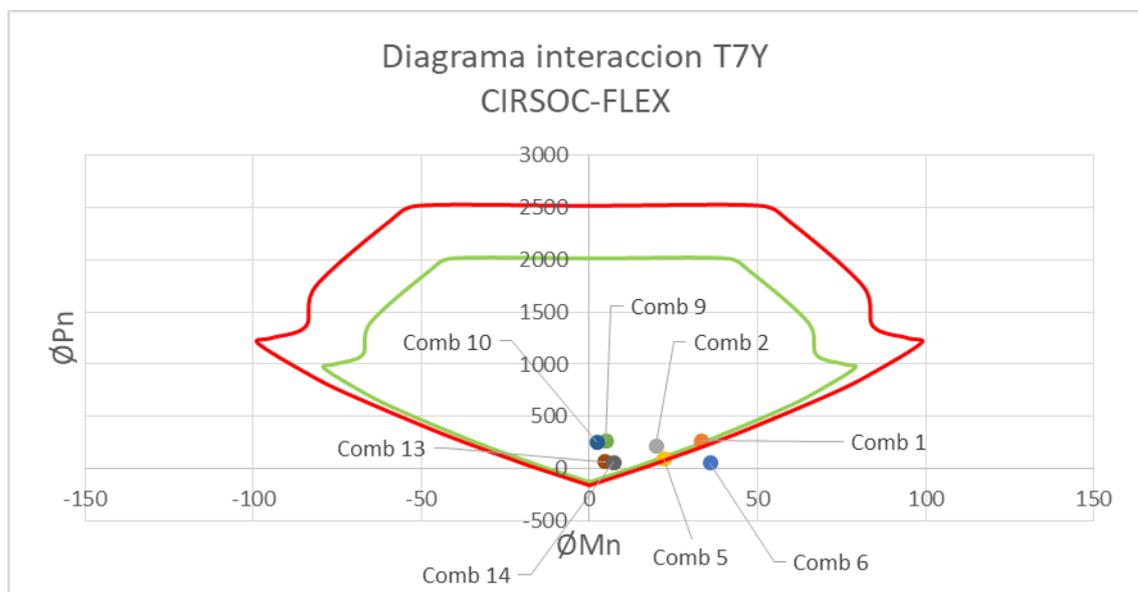
12.3.2.10 Tabique T6Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-1590,11	1153,29
2	-781,49	695,73
5	1907,98	794,18
6	2716,6	1251,74
9	494,46	106,95
10	644,85	22,47
13	481,64	120,92
14	632,03	205,4



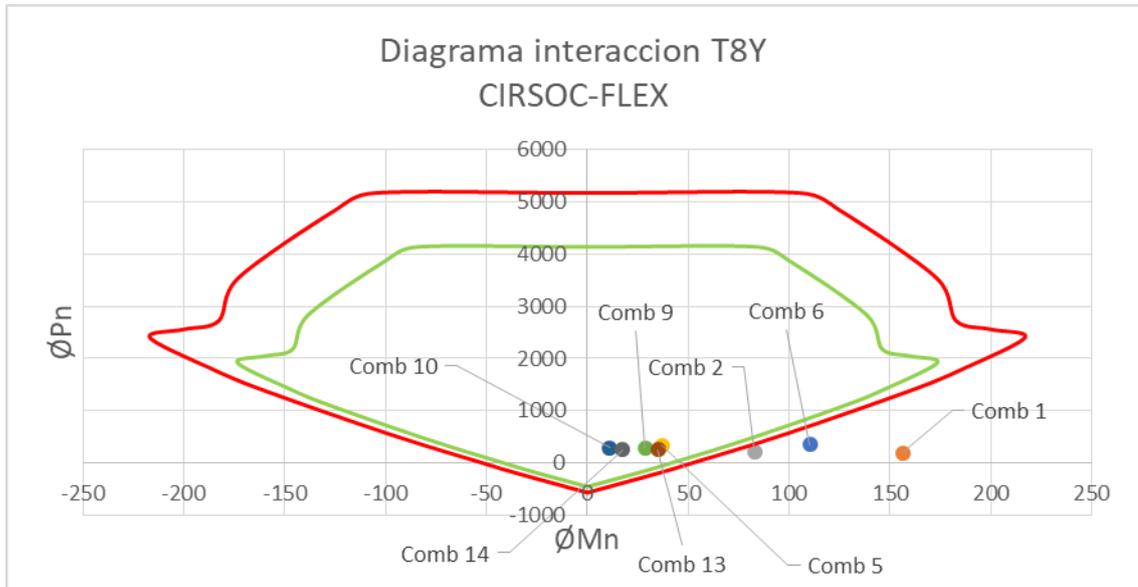
12.3.2.11 Tabique T7Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	265,88	33,55
2	220,43	19,84
5	96,83	22,22
6	51,38	35,93
9	260,83	4,9
10	252,57	2,34
13	64,69	4,72
14	56,43	7,28



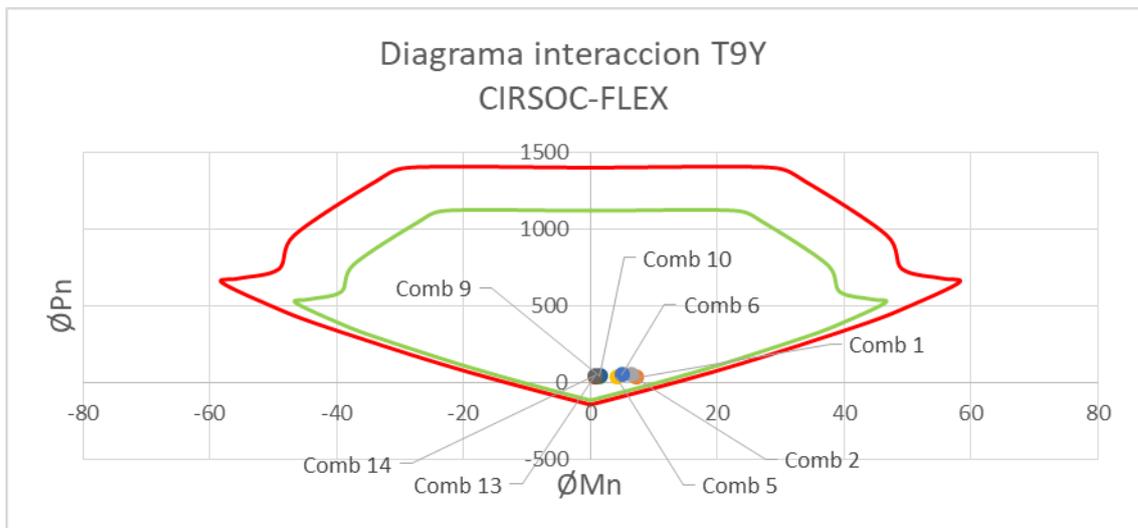
12.3.2.12 Tabique T8Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	193,71	156,23
2	210,39	83,02
5	334,78	37,06
6	351,46	110,27
9	289,03	28,57
10	293,23	10,97
13	251,95	34,99
14	256,14	17,38



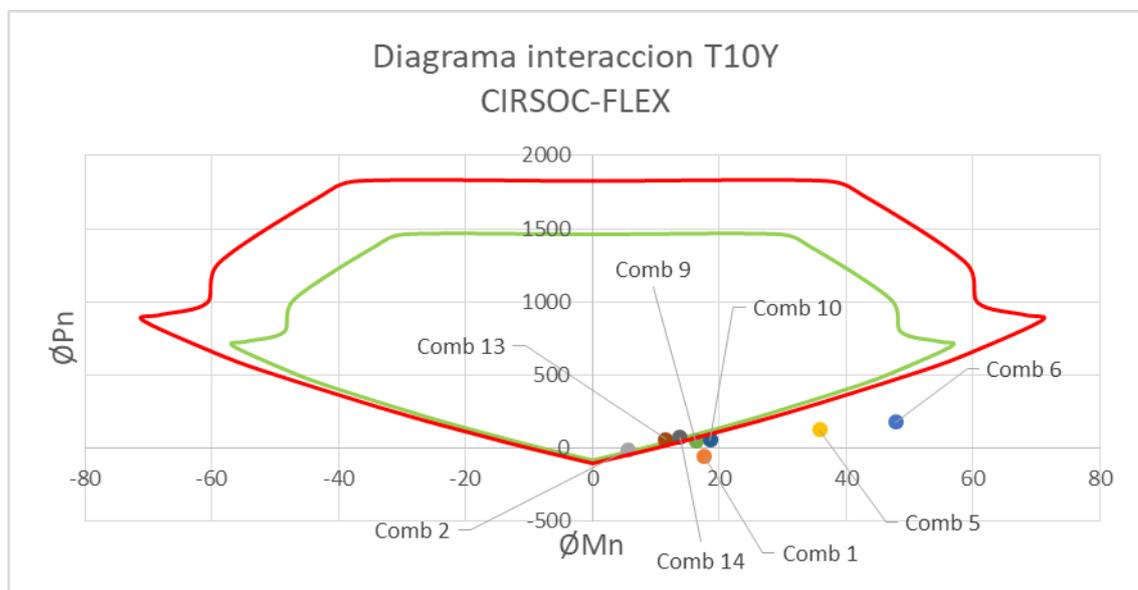
12.3.2.13 Tabique T9Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	34,58	7,27
2	53,16	6,43
5	35	4,19
6	53,58	5,02
9	40,71	1,46
10	49,24	1,51
13	38,91	0,73
14	47,45	0,78



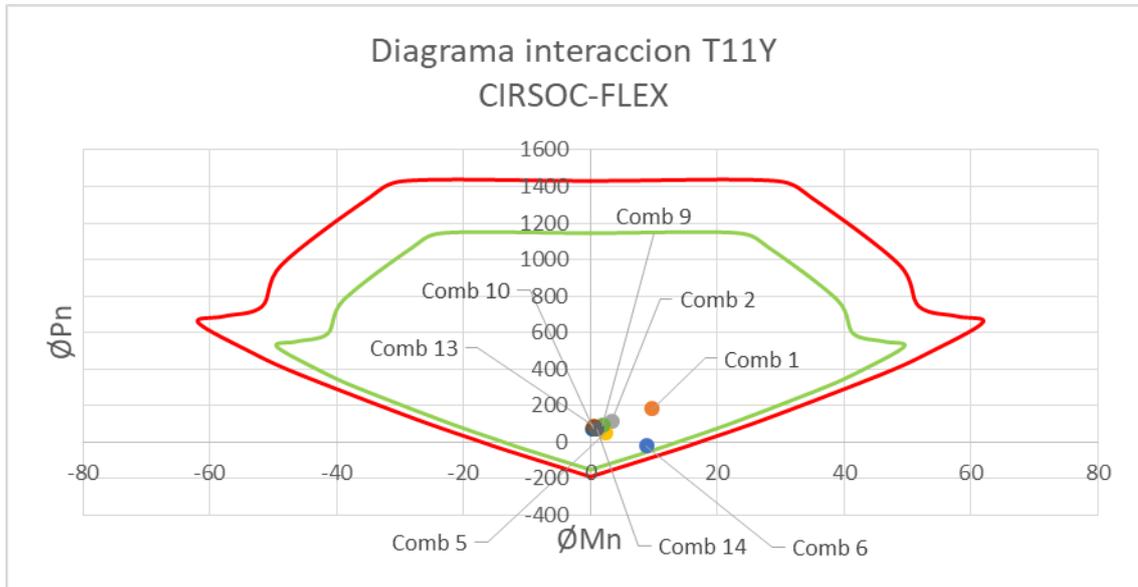
### 12.3.2.14 Tabique T10Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	-61,76	17,64
2	-11,85	5,69
5	123,87	35,84
6	173,77	47,79
9	44,26	16,34
10	53,68	18,59
13	58,34	11,56
14	67,76	13,81



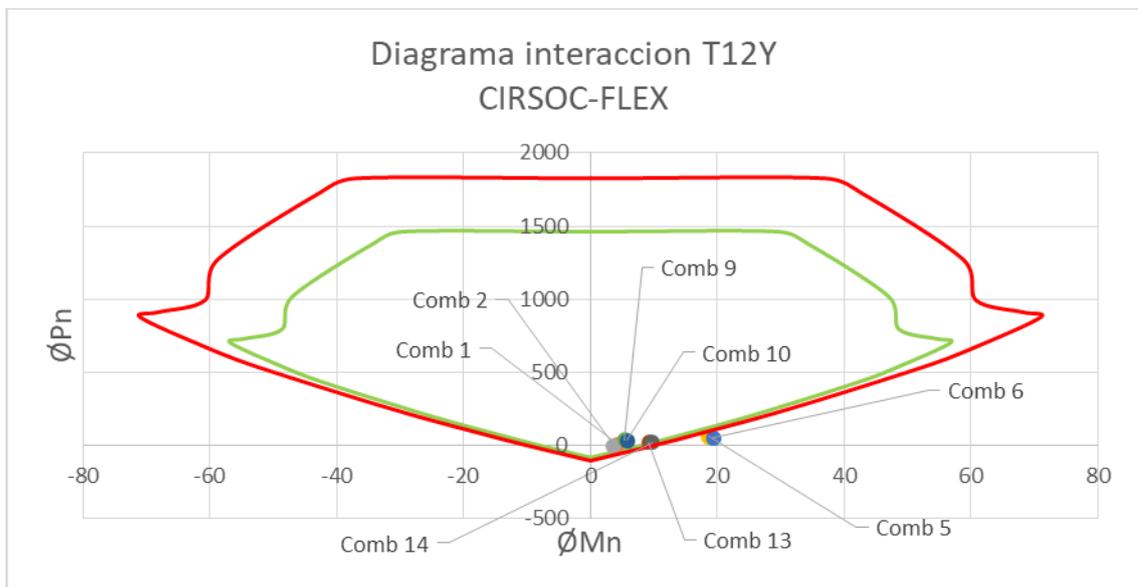
### 12.3.2.15 Tabique T11Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	182,48	9,74
2	111,27	3,3
5	49,76	2,38
6	-21,45	8,81
9	90,01	1,95
10	72,68	0,43
13	88,36	0,49
14	71,02	1,02



12.3.2.16 Tabique T12Y

Robot Structural		
Comb	Pu=Fz [kN]	Mu=My [kNm]
1	5,31	4,27
2	-4,69	3,64
5	55,69	18,72
6	45,69	19,34
9	32,85	5,37
10	32,2	5,83
13	18,81	9,25
14	18,15	9,7

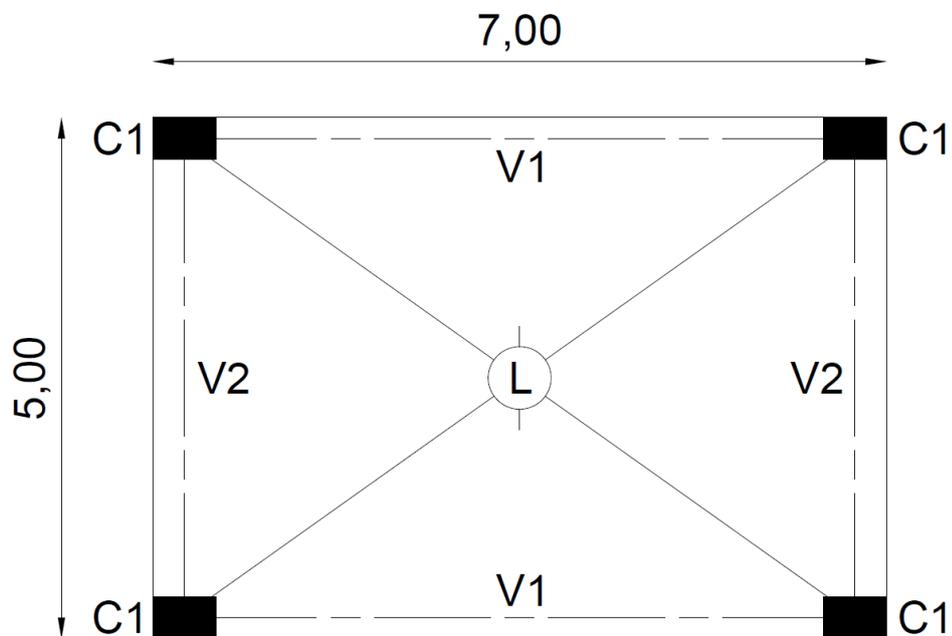


U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

## 13 ANEXO V: EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ANALISIS SISMICO

Para pulir el uso correcto del Reglamento se trabajó sobre el siguiente caso, resolviéndolo mediante el Método Estático Equivalente, con el objetivo de trabajar de la misma manera y realizar el mismo procedimiento para la estructura del edificio. Se procede a mostrar el caso propuesto y el paso a paso para resolver el mismo.

Considerando una estructura de 3 niveles y una altura total de 9,00 m, cuyo destino será de oficinas, y cuya planta estructural se observa a continuación:



*Imagen 10.1. Planta Estructural Tipo del caso*

Las dimensiones de los elementos estructurales son:

$$C1 = 40 \text{ cm} * 60 \text{ cm}$$

$$V1 = V2 = 25 \text{ cm} * 80 \text{ cm}$$

$$Losa = e = 15 \text{ cm}$$

Las cargas que se consideran actuando sobre la estructura son:

$$Carga \text{ muerta sobreimpuesta} = D_i = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$Carga \text{ viva} = L_i = 500 \text{ kg/m}^2$$

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 182 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Para determinar la carga debido a la nieve, procedemos según lo indicado por el Reglamento INPRES CIRSOC 104, el cual define que, para Mendoza Capital, la carga de nieve a nivel del terreno es de:

$$p_g = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Como en nuestro caso tenemos una cubierta plana, cuya pendiente es menor a  $5^\circ$ , podemos determinar la carga de nieve sobre la cubierta como:

$$p_t = 0,7 * C_e * C_t * I * p_g$$

Donde:

- Factor de exposición ( $C_e$ ) (Tabla 2):

Siendo un edificio con una exposición B (Apéndice A), resulta:  $C_e = 0,9$ .

- Factor térmico ( $C_t$ ) (Tabla 3):

Tenemos:  $C_t = 1,0$

- Factor de importancia ( $I$ ) (Tabla 4):

Siendo un edificio de categoría II (Apéndice B), resulta:  $I = 1,0$

Reemplazando:

$$p_t = 0,7 * 0,9 * 1,0 * 1,0 * 0,30 \text{ kN/m}^2 \rightarrow p_t = 0,189 \text{ kN/m}^2$$

El código exige que, cuando  $p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2$  :

$$p_t \geq I * p_g$$

$$I * p_g = 1,0 * 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

$$0,189 \text{ kN/m}^2 < 0,30 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{No Verifica}$$

Como vemos que no verifica, la carga de nieve sobre la cubierta será:

$$p_t = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Como habíamos dicho, el edificio estará destinado a oficinas, por lo tanto, del Reglamento INPRES CIRSOC 103 Parte I, tenemos los siguientes datos:

- Grupo B  $\rightarrow$  Factor de riesgo =  $\gamma_r = 1,0$

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 183 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

Como el edificio se encuentra ubicado en la provincia de Mendoza, podemos decir que:

- Zona 4 – Peligrosidad muy elevada.
- Sitio D ( $S_D$ ) – Tipo espectral 2.

Tipo Espectral (Sitio)	Zona Sísmica							
	4		3		2		1	
	$a_s = 0,3\xi$		$a_s = 0,2\xi$		$a_s = 0,1\xi$		$a_s = 0,0\xi$	
	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$
1 ( $S_A, S_B, S_C$ )	$0,37N_s$	$0,51N_v$	$0,29N_s$	$0,39N_v$	0,18	0,25	0,09	0,13
2 ( $S_D$ )	$0,40N_s$	$0,59N_v$	$0,32N_s$	$0,47N_v$	0,22	0,32	0,12	0,18
3 ( $S_E$ )	$0,36N_s$	$0,90N_v$	$0,35N_s$	$0,74N_v$	0,30	0,50	0,19	0,26

Tabla 10.1. Valores de  $a_s$ ,  $C_a$  y  $C_v$  para las distintas zonas sísmicas y tipos espectrales (según CIRSOC 103)

Para todas las zonas sísmicas se cumplen los siguientes valores:

- $N_a = 1,0$
- $N_v = 1,2$

Reemplazando:

$$C_a = 0,40 * N_a = 0,40 * 1,0 \rightarrow C_a = 0,40$$

$$C_v = 0,59 * N_v = 0,59 * 1,2 \rightarrow C_v = 0,708$$

Finalmente, los periodos característicos del espectro de diseño en segundos son:

$$T_2 = \frac{C_v}{2,5 * C_a} = \frac{0,708}{2,5 * 0,40} \rightarrow T_2 = 0,708 \text{ seg}$$

$$T_1 = 0,2 * T_2 = 0,2 * 0,708 \text{ seg} \rightarrow T_1 = 0,1416 \text{ seg}$$

$$T_3 = 13 \text{ seg}$$

### 13.1 Acciones gravitatorias

$$W_i = D_i + \sum f_1 * L_i + f_2 * S_i$$

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Siendo  $W_i$ , la carga gravitatoria aplicada en el centro de gravedad correspondiente a la losa del nivel  $i$ .

Donde, de Tabla 3.3, obtenemos los distintos factores de simultaneidad para sobrecargas de uso y accidentales, y en nuestro caso son:

- ✓  $f_1 = 0$  (techo)
- ✓  $f_1 = 0,25$  (oficina)
- ✓  $f_2 = 0,70$  (cubierta horizontal)

Por lo tanto, en el último nivel del edificio, la carga resulta:

$$W_i = D_i + f_2 * S_i$$

Mientras que para los niveles intermedios tenemos:

$$W_i = D_i + \sum f_1 * L_i$$

Debiendo tener en cuenta también la carga de nieve en aquellos niveles cuyas losas se encuentren expuestas a la misma.

Debido a que se trata de una estructura formada por pórticos de H° A° en ambas direcciones, tenemos:

- $R$  (factor de reduccion) = 7
- $C_d$  (factor de ampliacion de deformaciones) = 5,5
- $\Omega_o$  (factor de sobrerresistencia) = 3

### 13.2 Método estático:

En este método, el esfuerzo de corte en la base de la estructura o corte basal, se calcula como:

$$V_o = C * W$$

Donde:

- $W = \sum_{i=1}^n W_i = W_1 + W_2 + W_3$

Para comprender como sacamos los pesos de cada uno de los niveles de la estructura, se considera el siguiente esquema:

<b>Almando, Ballarini, Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 185 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

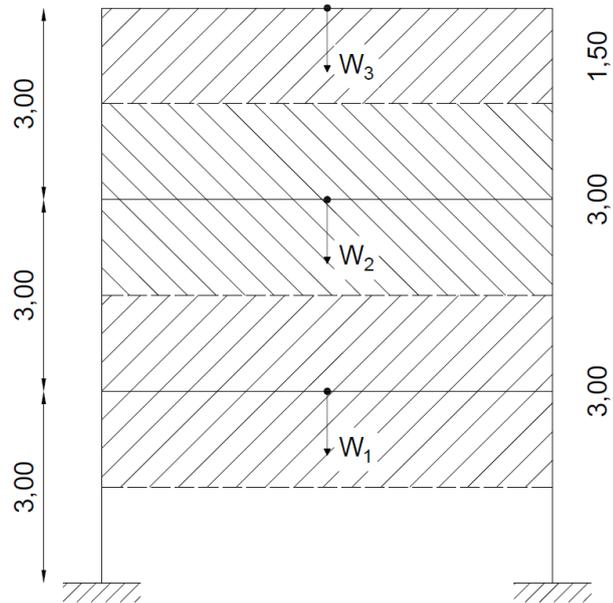


Imagen 10.2. Modelo Estructural adoptado

Calculando los pesos de cada uno de los elementos estructurales, tenemos:

$$P_{p.losa} = 5,00 \text{ m} * 7,00 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3 \rightarrow P_{p.losa} = 126 \text{ kN}$$

$$P_{p.v1} = 0,25 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 7,00 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3 \rightarrow P_{p.v1} = 33,6 \text{ kN}$$

$$P_{p.v2} = 0,25 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 5,00 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3 \rightarrow P_{p.v2} = 24 \text{ kN}$$

$$P_{p.c1} = 0,40 \text{ m} * 0,60 \text{ m} * 3,00 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3 \rightarrow P_{p.c1} = 17,28 \text{ kN}$$

Por lo tanto, el peso que actúa en el centro de gravedad de cada una de las losas es:

$$W_i = D_i + \sum f_1 * L_i + f_2 * S_i$$

$$W_1 = (126 + 2 * 33,6 + 2 * 24 + 4 * 17,28) \text{ kN} + \left(3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 35 \text{ m}^2\right) + \left(0,25 * 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 35 \text{ m}^2\right)$$

$$W_1 = 459,07 \text{ kN}$$

$$W_2 = (126 + 2 * 33,6 + 2 * 24 + 4 * 17,28) \text{ kN} + \left(3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 35 \text{ m}^2\right) + \left(0,25 * 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 35 \text{ m}^2\right)$$

$$W_2 = 459,07 \text{ kN}$$

$$W_3 = \left(126 + 2 * 33,6 + 2 * 24 + 4 * \frac{17,28}{2}\right) \text{ kN} + \left(0,70 * 0,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 35 \text{ m}^2\right)$$

$$W_3 = 283,11 \text{ kN}$$

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 186 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

Finalmente, el peso total será:

$$W = 1201,25 \text{ kN}$$

Para seguir con el cálculo del Coeficiente Sísmico “C”, debemos primero determinar el periodo fundamental de la estructura, para ello utilizamos una expresión del código, la cual nos permite conocer el valor del periodo fundamental aproximado.

$$T = T_a = C_r * (H)^x$$

Como la estructura está formada por pórticos de H° A°:

- $C_r = 0,0466$
- $x = 0,9$

Reemplazando:

$$T = 0,0466 * (9,00 \text{ m})^{0,9}$$

$$T = 0,34 \text{ seg}$$

Además, el código dice que el máximo periodo a utilizar en el análisis estructural debe ser:

$$T \leq C_u * T_a = 1,40 * 0,34 \text{ seg} \rightarrow T \leq 0,47 \text{ seg}$$

Por lo tanto, podemos calcular ahora el coeficiente sísmico, mediante las expresiones q nos brinda el Reglamento INPRES CIRSOC 103 Parte I y teniendo en cuenta que  $T < T_2$ , el coeficiente es:

$$C = \frac{2,5 * C_a * \gamma_r}{R} = \frac{2,5 * 0,40 * 1,0}{7}$$

$$C = 0,14$$

Finalmente, el corte basal será:

$$V_o = C * W = 1201,25 \text{ kN} * 0,14$$

$$V_o = 168,18 \text{ kN}$$

### 13.2.1 Distribución en altura de la fuerza sísmica:

La distribución en altura, consiste en aplicar fuerzas horizontales  $F_k$ , en el centro de gravedad de cada una de las losas de los distintos niveles  $k$  de la estructura, esta fuerza se calcula con la siguiente expresión:

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 187 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

$$F_k = \frac{W_k * h_k * V_o}{\sum_{i=1}^n W_i * h_i}$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n W_i * h_i = (W_1 * h_1) + (W_2 * h_2) + (W_3 * h_3)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i * h_i = (459,07 \text{ kN} * 3,0 \text{ m}) + (459,07 \text{ kN} * 6,0 \text{ m}) + (283,11 \text{ kN} * 9,0 \text{ m})$$

$$\sum_{i=1}^n W_i * h_i = 6679,62 \text{ kNm}$$

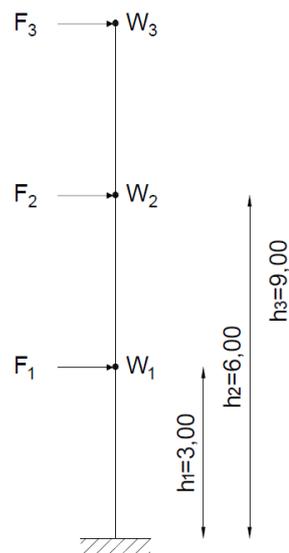


Imagen 10.3. Esquema de distribución de fuerzas en altura

Por lo tanto, cada una de las fuerzas será:

$$F_1 = \frac{459,07 \text{ kN} * 3,0 \text{ m} * 168,18 \text{ kN}}{6679,62 \text{ kNm}} \rightarrow F_1 = 34,68 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{459,07 \text{ kN} * 6,0 \text{ m} * 168,18 \text{ kN}}{6679,62 \text{ kNm}} \rightarrow F_2 = 69,35 \text{ kN}$$

$$F_3 = \frac{283,11 \text{ kN} * 9,0 \text{ m} * 168,18 \text{ kN}}{6679,62 \text{ kNm}} \rightarrow F_3 = 64,15 \text{ kN}$$

Con respecto a las **combinaciones de carga** que plantea el código, y que incluyen el efecto sísmico son;

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 188 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

- $1,20 * D \pm 1,00 * E + f_1 * L + f_2 * S$
- $0,90 * D \pm 1,00 * E$
- $E = E_H \pm E_v$

**Analizando la Adenda del reglamento** en cuestión, tenemos:

- $1,00 * D \pm 1,00 * E + f_1 * L + f_2 * S$
- $E = E_H \pm E_v$

Donde;

$$E_H = V_o = 168,18 \text{ kN}$$

$$E_v = \frac{C_a}{2} * \gamma_r * D$$

$$D = \left( 2 * 3,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 35 \text{ m}^2 \right) + (3 * 126 \text{ kN}) + (6 * 33,6 \text{ kN}) + (6 * 24 \text{ kN}) + (12 * 17,28 \text{ kN})$$

$$D = 1140,96 \text{ kN}$$

Reemplazando;

$$E_v = \frac{0,40}{2} * 1,00 * 1140,96 \text{ kN} \rightarrow E_v = 228,19 \text{ kN}$$

### 13.2.2 Torsión Accidental

**Con respecto al momento torsor, vamos a suponer que la estructura presenta una irregularidad torsional media**, por lo tanto;  $e_{ak} = \pm 5\%$ , de la dimensión del lado perpendicular a la dirección en la que se encuentra aplicada la fuerza en el nivel  $k$ .

$$e_{akx} = \pm 5\% * 7,00 \text{ m} = 0,35 \text{ m}$$

$$e_{aky} = \pm 5\% * 5,00 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$$

El momento torsor generado por la fuerza sísmica en cada nivel de la estructura se calcula mediante la siguiente expresión:

$$M_{tk} = F_k * e_k$$

Esa excentricidad  $e_k$ , se obtiene como la suma de las excentricidades tanto accidental como inherente de cada nivel.

<b>Almando, Ballarini,</b> <b>Espejo, Medrano</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Página 189 de 194</b>
--	-----------------	--------------------------

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

$$e_k = e \pm e_{ak}$$

Suponiendo que, en cada nivel, tenemos una coincidencia entre el centro de masas y el de rigidez, la excentricidad inherente será igual a cero;  $e = 0$ .

Por lo tanto, las excentricidades son;

$$e_{kx1} = 0 + 0,35 \text{ m} = 0,35 \text{ m}$$

$$e_{kx2} = 0 - 0,35 \text{ m} = -0,35 \text{ m}$$

$$e_{ky1} = 0 + 0,25 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$$

$$e_{ky2} = 0 - 0,25 \text{ m} = -0,25 \text{ m}$$

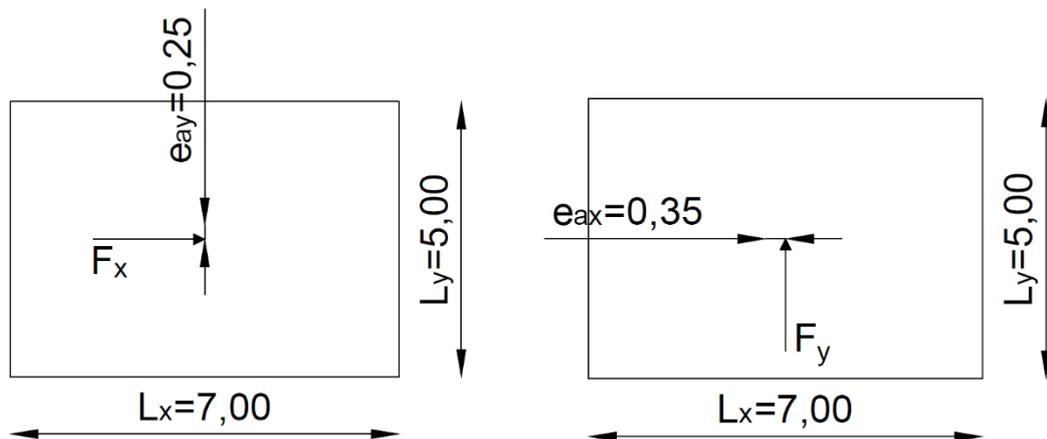


Imagen 10.4. Esquema representativo de la planta tipo y sus excentricidades

Finalmente, para el cálculo de los momentos torsores que se deben aplicar a cada nivel, utilizamos la siguiente planilla:

Nivel	$F_k$		$e_{kx}$		$e_{ky}$		$M_{tkx}$		$M_{tky}$	
	$F_{kx}$	$F_{ky}$	$e_{kx1}$	$e_{kx2}$	$e_{ky1}$	$e_{ky2}$	$M_{tkx1}$	$M_{tkx2}$	$M_{tky1}$	$M_{tky2}$
3	64,15	64,15	0,35	-0,35	0,25	-0,25	16,04	-16,04	22,45	-22,45
2	69,35	69,35					17,34	-17,34	24,27	-24,27
1	34,68	34,68					8,67	-8,67	12,14	-12,14

Las deformaciones que se producen por piso, debido a la fuerza sísmica (peine de fuerzas) que actúa sobre la estructura, se determinan mediante la siguiente expresión:

$$\theta_{sk} = \frac{(d_{ubk} - d_{ubk-1})}{h_{sk}} = \frac{\Delta_{sk}}{h_{sk}}$$

$$d_u = \frac{C_d * d_e}{\gamma_r}$$

U.T.N. F.R.M.  2020	<b>PROYECTO FINAL</b>	ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y GEÓLOGOS DE MENDOZA
--	-----------------------	---

Donde;

- $d_u$  : desplazamiento último de la estructura.
- $h_{sk} = 3,00 \text{ m}$  : altura del nivel k.
- $C_d = 5,5$  : factor de amplificación de deformaciones.
- $d_e$  : desplazamiento de diseño (de Robot).
- $\gamma_r = 1,0$  : factor de riesgo.

### 13.2.3 Distorsiones

**Para el cálculo de las deformaciones**, utilizamos los desplazamientos que se producen en la estructura debido a las cargas sísmicas que se encuentran aplicadas en el CG de cada una de las losas ( $F_1, F_2, F_3$ ) y para ello **utilizamos el software Robot Structural**, y plasmando estos valores en una planilla de Excel, que se adjunta a continuación, obtenemos las deformaciones.

Direccion X					
Nivel	$h_{sk}$ (cm)	$d_e$ (cm)	$d_u$ (cm)	$\Delta_{sk}$ (cm)	$\theta_{sk}$
3	300	0,19	1,045	0,22	0,0007
2	300	0,15	0,825	0,44	0,0015
1	300	0,07	0,385	0,385	0,0013



Imagen 10.5. Deformaciones en la dirección X

Direccion Y					
Nivel	$h_{sk}$ (cm)	$d_e$ (cm)	$d_u$ (cm)	$\Delta_{sk}$ (cm)	$\theta_{sk}$
3	300	0,32	1,76	0,33	0,0011
2	300	0,26	1,43	0,66	0,0022
1	300	0,14	0,77	0,77	0,0026

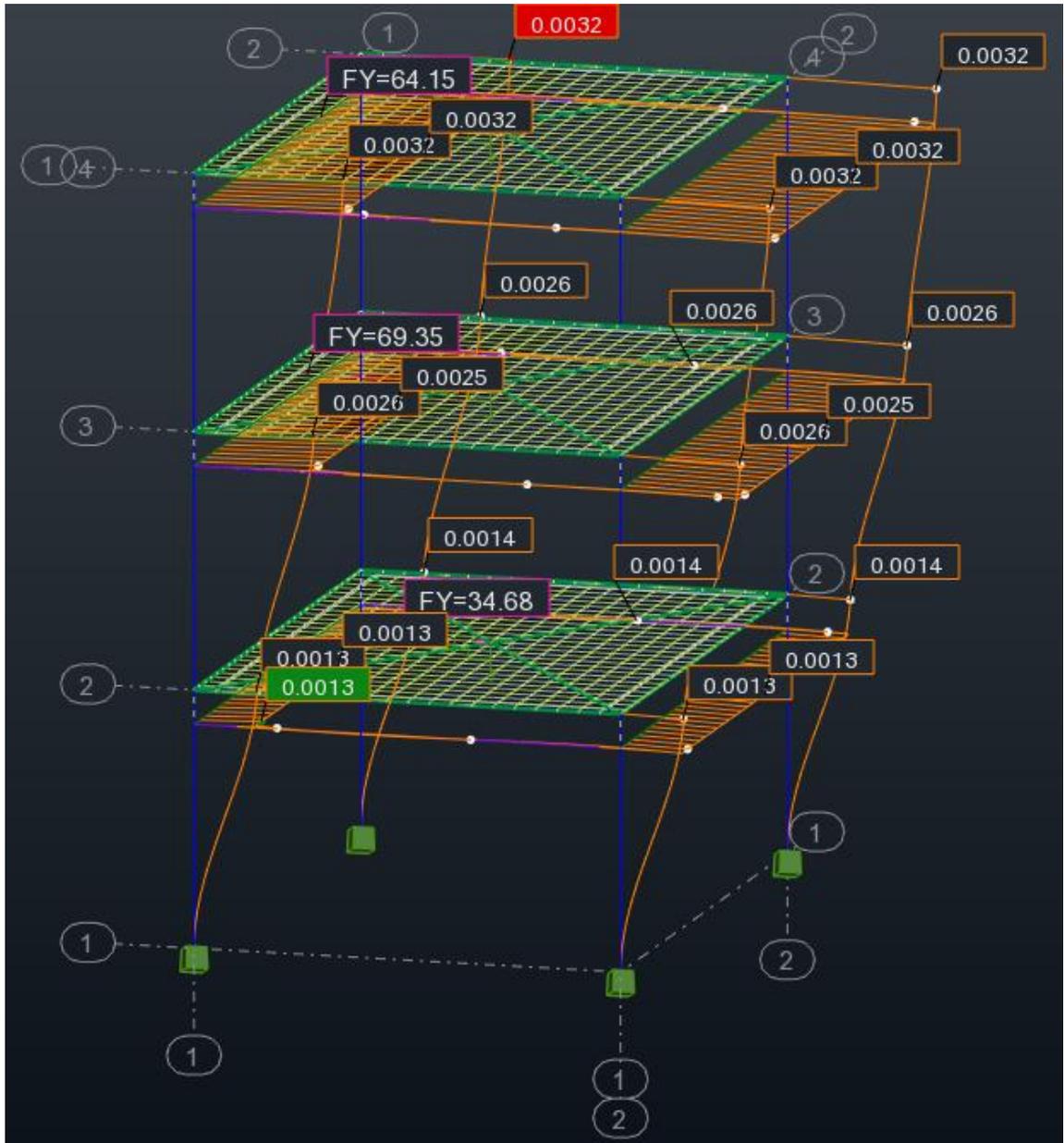


Imagen 10.6. Deformaciones en la dirección Y

Una vez obtenidas las deformaciones, tomamos la mayor para cada dirección y la comparamos con la deformación máxima que define el código, en nuestro caso:

<b>U.T.N. F.R.M.</b>  <b>2020</b>	<b>PROYECTO FINAL</b>	<b>ESTUDIO PARA REHABILITACIÓN  ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DEL CONSEJO  PROFESIONAL DE INGENIEROS Y  GEÓLOGOS DE MENDOZA</b>
--	-----------------------	--

**Condición D:** existen elementos no estructurales que pueden ser dañados por las deformaciones impuestas por la estructura.

**Condición ND:** cuando los elementos no estructurales están vinculados a la estructura de forma que no sufran daños por las deformaciones de ésta.

**Tabla 6.4. Valores limite de la distorsión horizontal de piso  $\theta_{sk}$**

Condición	Grupo de la construcción	
	A <sub>o</sub> o A	B
D	0,01	0,015
ND	0,015	0,025

*Tabla 10.2. Valores límites de la distorsión horizontal (CIRSOC 103)*

- Dirección X:  $\theta_{max-x} = 0,0015 \rightarrow$  *Verifica*
- Dirección Y:  $\theta_{max-y} = 0,0026 \rightarrow$  *Verifica*