

XXI Semana de la Facultad de *Arquitectura e Ingeniería*

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO PARA ARQUITECTOS

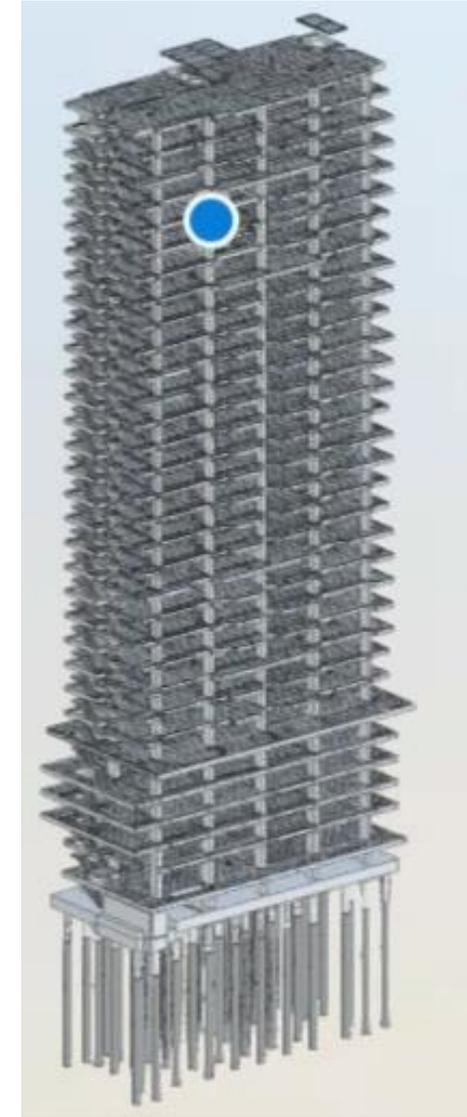
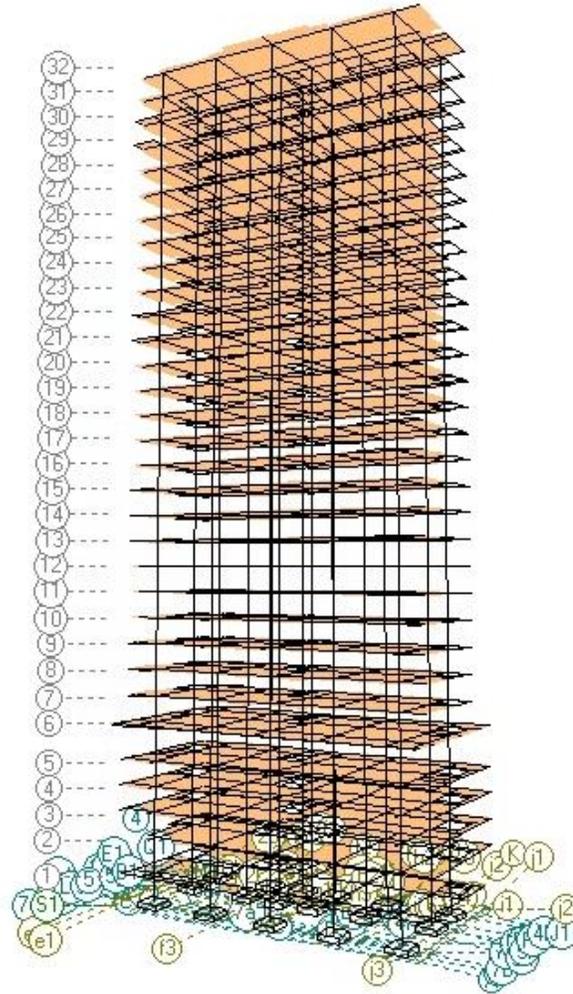
¿QUE CONSIDERACIONES DEBO TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO,
PARA PREVEER LAS DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA?

CONTENIDO:

- TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS APLICABLES EN COLOMBIA (NSR-10)
- ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA EN COLOMBIA
- REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA
- DIMENSIONES MÍNIMAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGÚN ZONA DE AMENAZA SISMICA.
- CONTROL DE DEFLEXIONES VERTICALES EN SISTEMAS DE LOSAS
- SEPARACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS VECINAS O COLINDANTES
- CARGAS A CONSIDERAR EN EL DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS
- ¿COMO SE SUGIERE QUE SEA EL PROCESO DE INTERACCIÓN ARQUITECTURA-ESTRUCTURA?
- EJEMPLO DE DIMENSIONAMIENTO INICIAL DE UNA ESTRUCTURA EN PORTICOS DE CONCRETO EN ETAPA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO.
- CONCLUSIONES

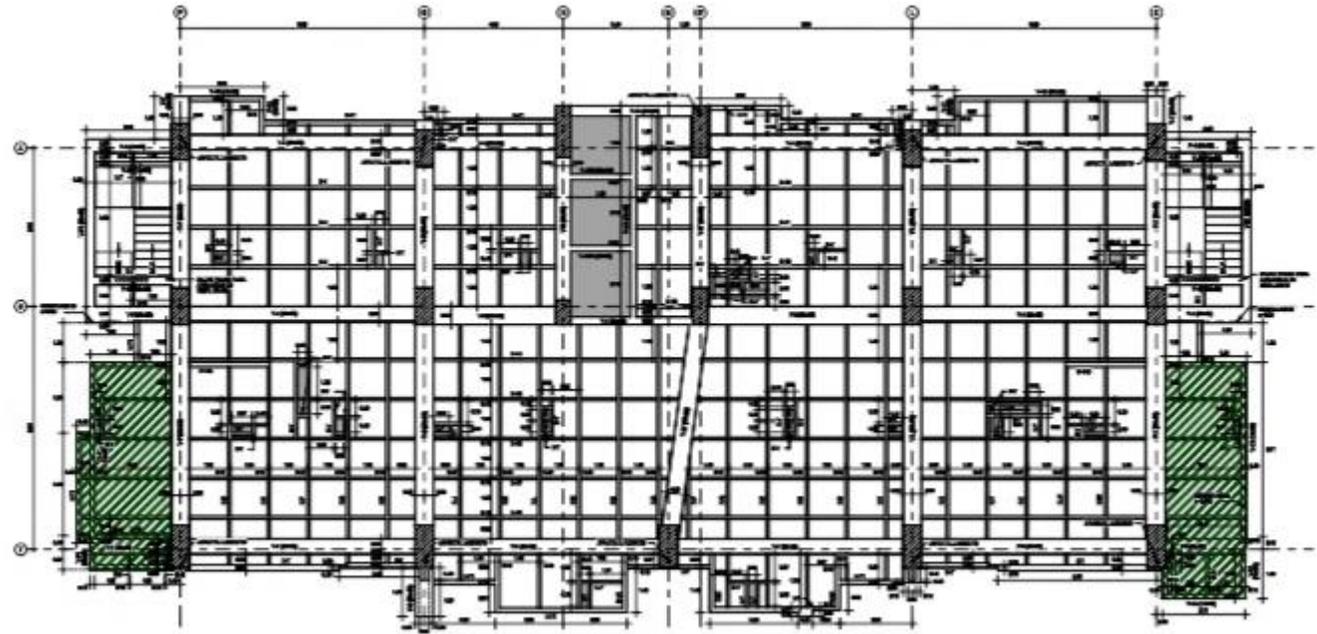
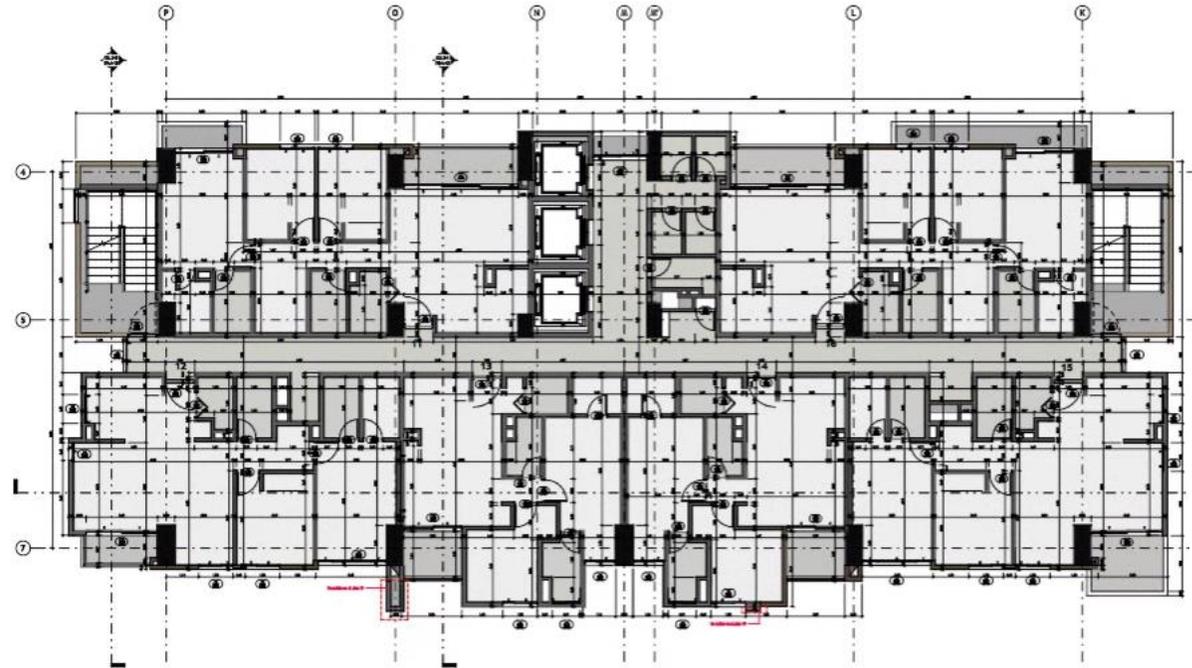
TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS APLICABLES EN COLOMBIA (NSR-10)

- SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICOS



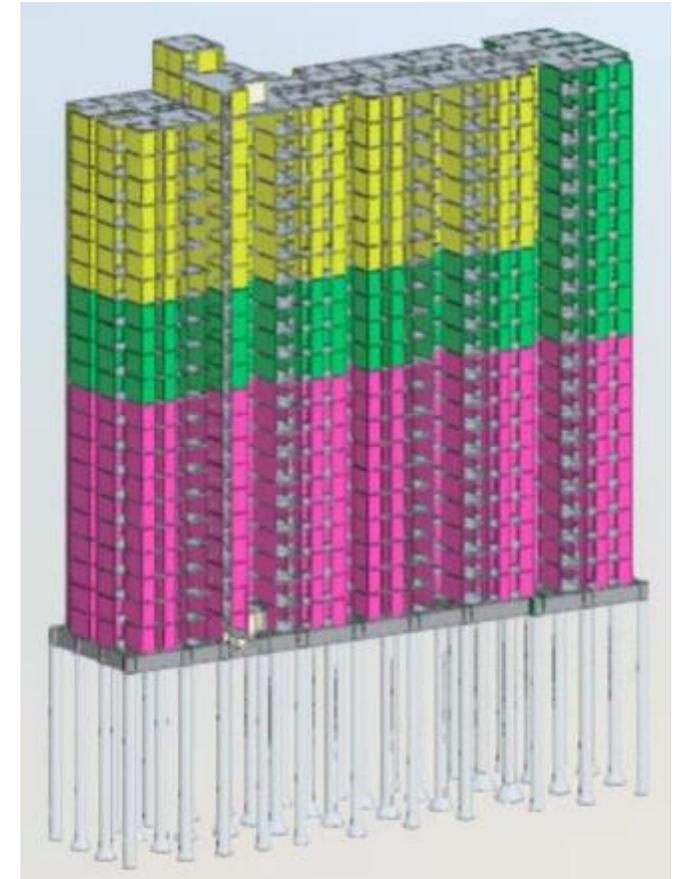
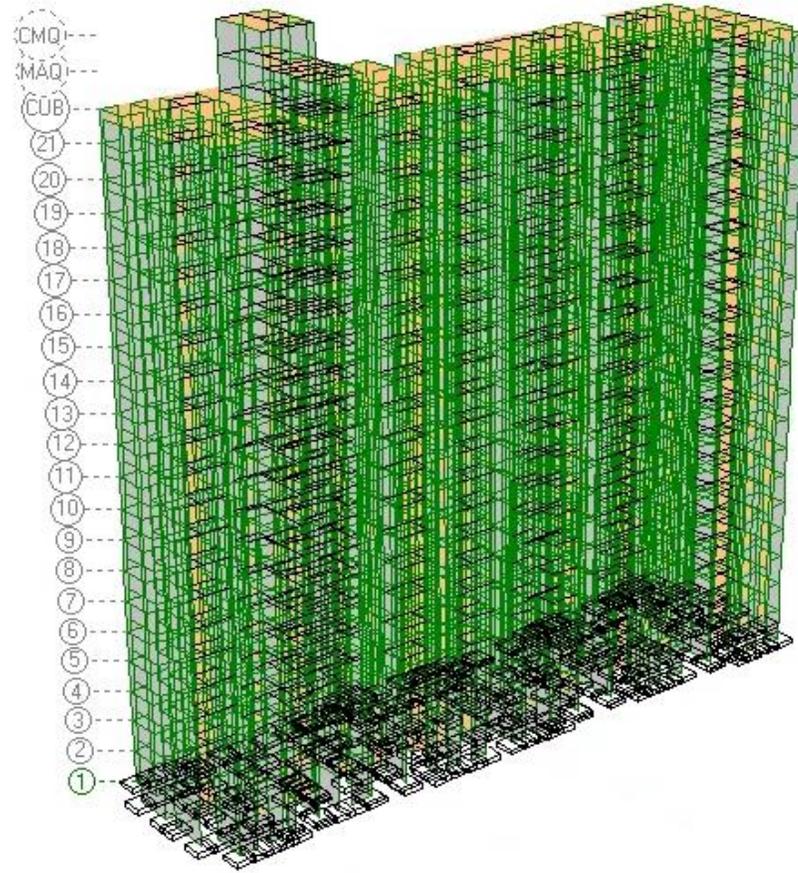
TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS APLICABLES EN COLOMBIA (NSR-10)

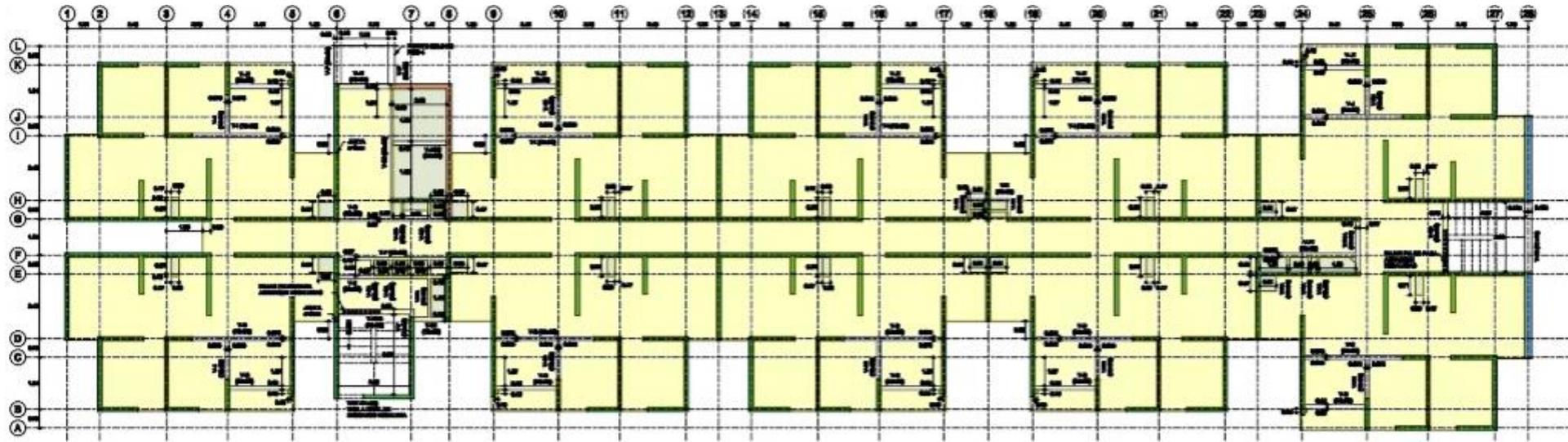
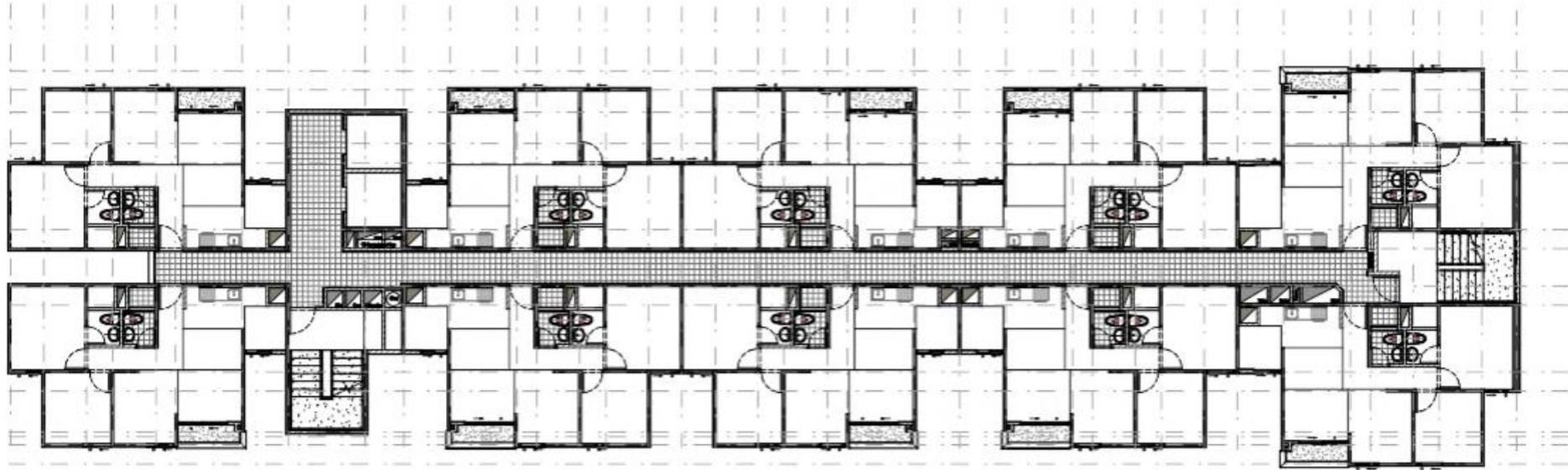
- SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICOS



TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS APLICABLES EN COLOMBIA (NSR-10)

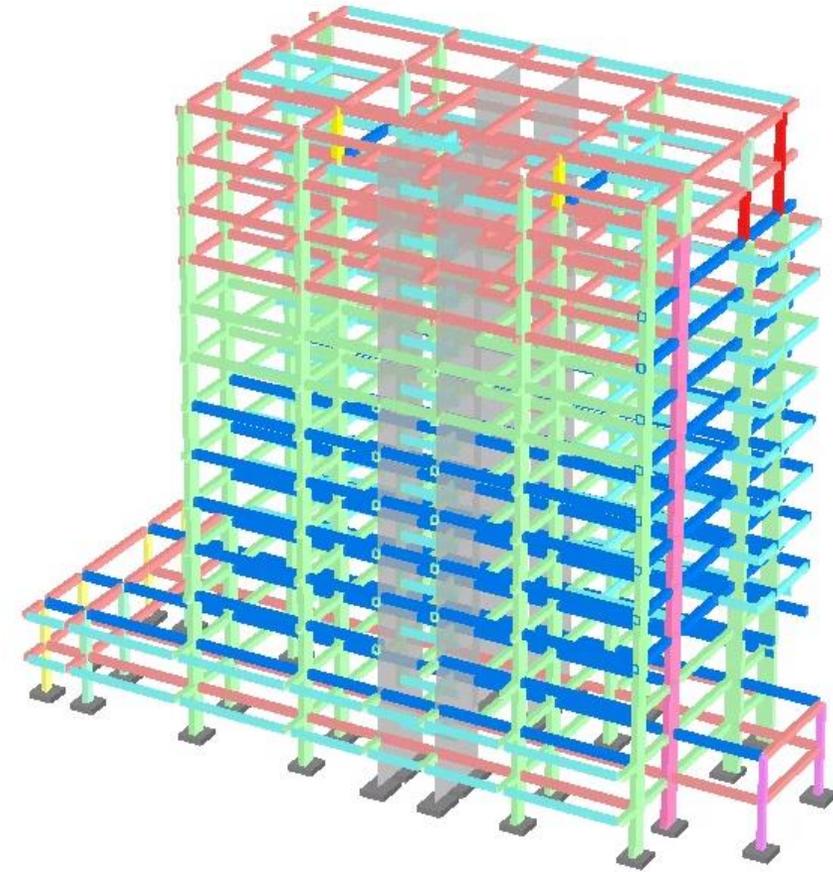
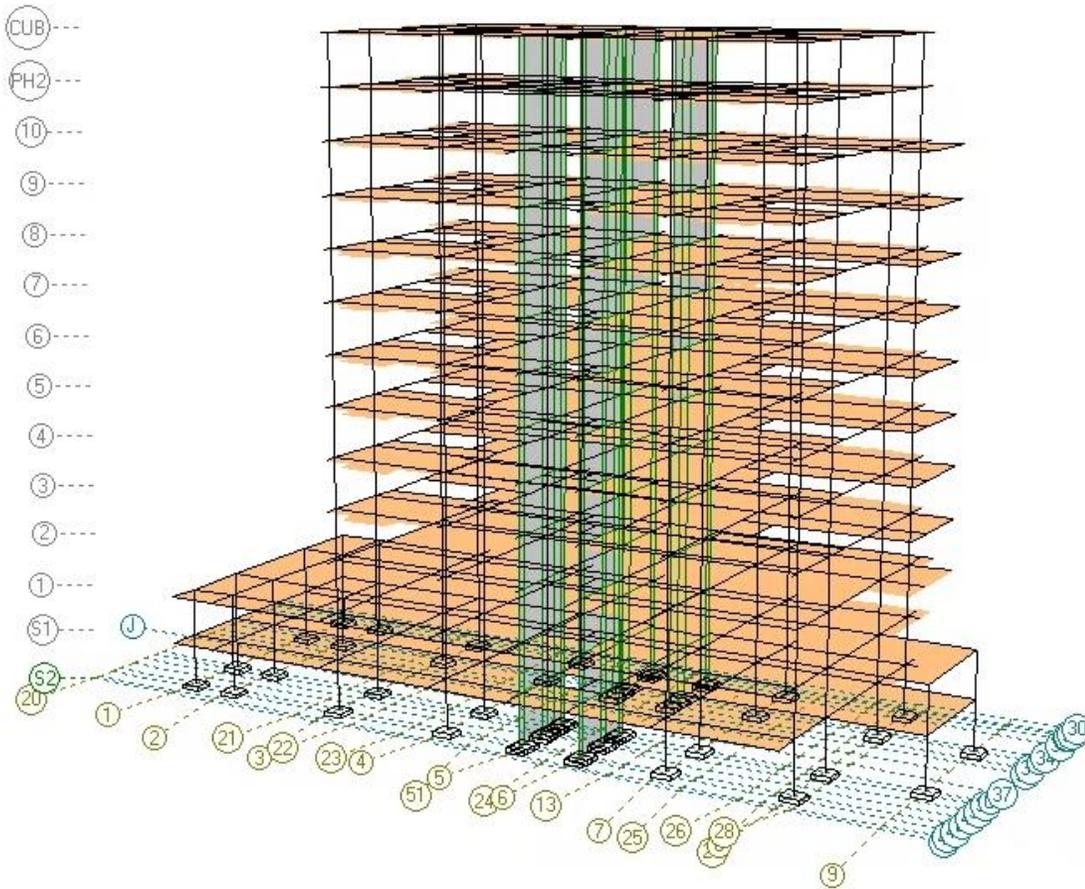
- SISTEMA ESTRUCTURAL DE MUROS





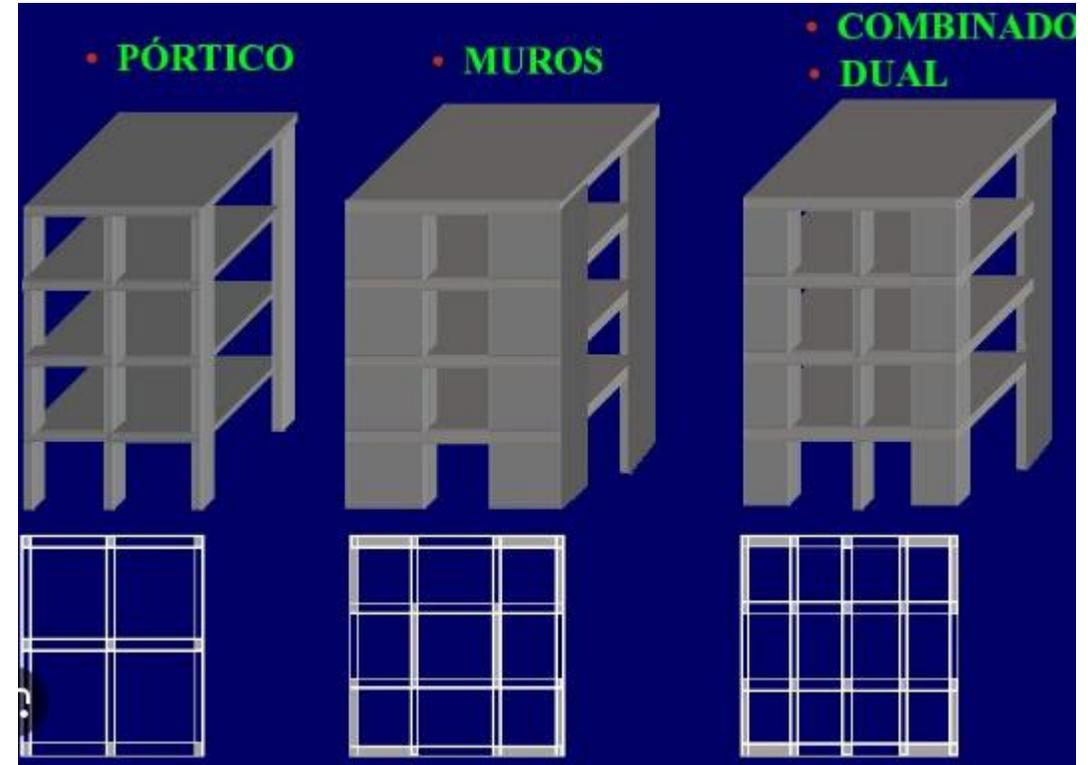
TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS APLICABLES EN COLOMBIA (NSR-10)

- SISTEMA ESTRUCTURAL COMBINADO



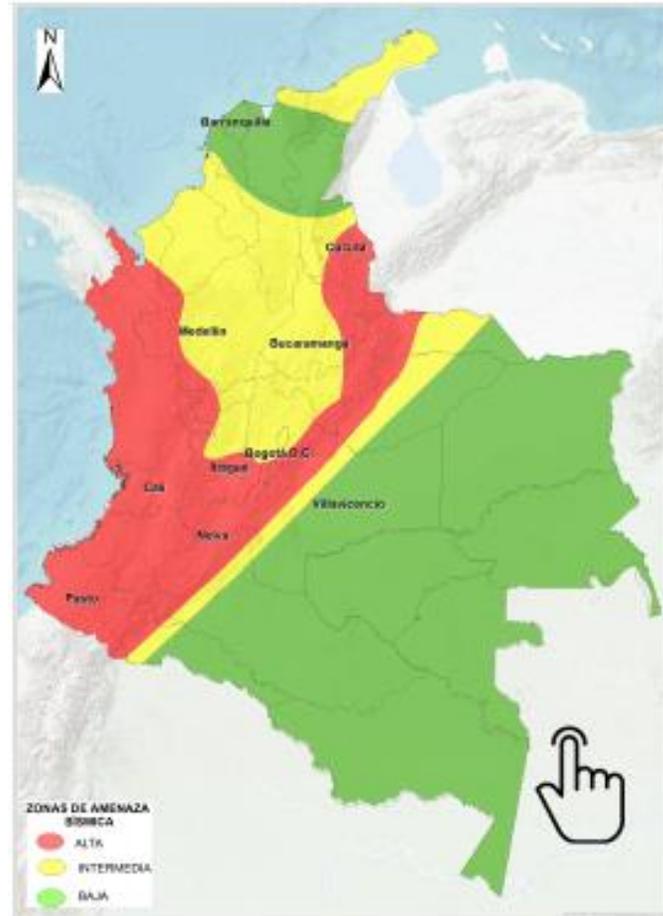
TIPOLOGIAS DE ESTRUCTURAS APLICABLES EN COLOMBIA (NSR-10)

- SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL (NO ES MUY APLICADO EN COLOMBIA)



ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA EN COLOMBIA

- **Zona Amenaza Sísmica Alta:** Bucaramanga, Cali, Cúcuta, Armenia, Pereira, Manizales, **la Estrella (Ant.), Salgar (Ant.)**
- **Zona Amenaza Sísmica Intermedia:** Medellín, Bogotá, Tunja, Ibagué, Montería, Santa Marta, Riohacha....
- **Zona de Amenaza Sísmica Baja:** Barranquilla, Cartagena, Valledupar, Mitú, Puerto Inírida....



Terremoto en Popayán en 1.983

El 31 de marzo de 1.983 un terremoto de magnitud 5.5 grados sacudió la ciudad de Popayán, tuvo una profundidad de 16.5 km y una duración de 18 segundos. Además de la ciudad de Popayán, los municipios de Cajibío y Timbo también se vieron afectados. Se estima que la cifra de fallecidos fue 300 y al menos 10.000 damnificados; 2.470 viviendas quedaron destruidas y otras 6.680 sufrieron daños considerables.

Terremoto en Tumaco en 1.979

A 75km de la costa de la ciudad de Tumaco, el 12 de diciembre de 1.979 se sintió el terremoto de 7.9 grados en la escala de Richter. Este movimiento produjo un tsunami que afectó a los departamentos de Cauca y Nariño en sus costas. De acuerdo a cifras de la Defensa Civil, al menos 454 personas murieron, cerca de 1.000 quedaron heridas, 3.000 casa quedaron destruidas y 2.000 afectadas.

Terremoto del Eje Cafetero en 1.999

El 25 de enero de 1.999 los departamentos de Risaralda y Quindío sintieron un temblor que alcanzó los 7.1 grados, con al menos 14 réplicas de máximo 5.4 grados. Este terremoto dejó 1.185 víctimas mortales, al menos 4mil heridos y muchos edificios destruidos; entre los que se encontraban entidades de ayuda y control como la estación de bomberos, la estación de la policía, la oficina de la Defensa Civil y Medicina Legal.

Terremoto en Páez en 1.994

El 6 de junio de 1.994 el municipio de Páez, en el departamento del Cauca sintió un terremoto de 6.4 grados ocasionando la pérdida de 800 vidas; aunque las cifras pueden ascender a los 1.100, principalmente habitantes de los asentamientos del río Páez.

NIVELES DE DETALLADO ESTRUCTURAL (CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA DE LAS ESTRUCTURAS)

- **Zona Amenaza Sísmica Alta:**

SE RELACIONA COMUNMENTE CON DETALLADO ESPECIAL (DES- CAPACIDAD DE DISIPACIÓN ESPECIAL DE ENERGÍA)

- **Zona Amenaza Sísmica Intermedia:**

SE RELACIONA COMUNMENTE CON DETALLADO MODERADO (DMO- CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MODERADA DE ENERGÍA)

- **Zona de Amenaza Sísmica Baja:**

SE RELACIONA COMUNMENTE CON DETALLADO MÍNIMO (DMI- CAPACIDAD DE DISIPACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA)

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

- LAS EDIFICACIONES SEGÚN SU USO DEBEN CLASIFICARSE PARA PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO EN GRUPOS DE OCUPACIÓN SEGÚN EL TITULO K DE LA NSR-10 Y SE DEFINE SU CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DEL TITULO J DE LA NSR-10.

Tabla J.1.1-1
Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	ALMACENAMIENTO	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	COMERCIAL	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	ESPECIALES	K.2.4
F	FABRIL E INDUSTRIAL	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	INSTITUCIONAL	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
→ I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Tabla J.1.1-1 (Continuación)
Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
L	LUGARES DE REUNIÓN	K.2.7
L-1	Deportivos	
→ L-2	Culturales y teatros	
→ L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	MIXTO Y OTROS	K.2.8
P	ALTA PELIGROSIDAD	K.2.9
R	RESIDENCIAL	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	TEMPORAL	K.2.11

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

Tabla J.3.3-1
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, área construida, y número de pisos.

Grupos y subgrupos de ocupación	Área total construida, A_T m ²	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	≥ 7
(C-1)	$A_T > 1500$	III	III	II	II	II	I	I
	$A_T < 1500$	III	III	III	II	II	II	I
(C-2)	$A_T > 500$	II	I	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$			II	I	I	I	I
(E)	Sin límite	III	III	III	II	II	II	I
(I-2), (I-4)	$A_T > 1000$	III	II	II	I	I	I	I
	$500 < A_T < 1000$	III	III	II	II	I	I	I
(I-3)	$A_T < 500$	III	III	III	II	II	II	I
	$A_T > 1000$	II	II	I	I	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	$A_T < 1000$		III	II	II	I	I	I
	$A_T > 1000$	II	I	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	$500 < A_T < 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	II	II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades > 140 m ²					II	I	I
	Unidades ≤ 140 m ²					III	II	II
(R-3)	$A_T > 5000$	III	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 5000$	III	II	II	II	I	I	I

Notas: (1). En edificios para vivienda, el límite de 140 m² por unidad corresponde al promedio aritmético de las áreas de todas las unidades, sin tener en cuenta las zonas comunes.

Tabla J.3.3-2
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, densidad de carga combustible y el número de pisos

Grupos de ocupación de las edificaciones	Potencial combustible C_c (MJ / m ²)	Requieren protección				
		Número de pisos				
		1	2	3	4	≥ 5
(A-1), (A-2)	$C_c > 8000$	II	II	I	I	I
	$4000 < C_c < 8000$	III	II	II	I	I
	$C_c < 4000$	III	III	III	II	I
(F-1), (F-2)	$C_c > 8000$	I	I	I	I	I
	$4000 < C_c < 8000$	II	II	I	I	I
	$2000 < C_c < 4000$	III	II	II	I	I
	$C_c < 2000$	III	III	II	II	I
(P)	$C_c > 8000$	I	I	I	I	I
	$4000 < C_c < 8000$	II	I	I	I	I
	$C_c < 4000$	III	II	II	I	I

NOTA: 1 MJ = 0,28 kW/h = 0,239 Mcal

- **POR EJEMPLO UNA EDIFICIO DESTINADO A USO RESIDENCIAL SE CLASIFICA EN EL SUBGRUPO DE OCUPACIÓN RESIDENCIAL "R2" (SEGÚN TÍTULO K DE NSR-10), Y EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PISOS SE PUEDE CLASIFICAR EN LA CATEGORÍA DE RIESGO "I" QUE ES LA CATEGORÍA MAS ALTA.**

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

- LA RESISTENCIA AL FUEGO SE DEFINE EN FUNCIÓN DE HORAS DE EXPOSICIÓN QUE DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR DETERMINADO ELEMENTO Y DE SU CATEGORÍA DE RIESGO, POR EJEMPLO, PARA UNA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL R-2 LA ESTRUCTURA DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR 1 HORA

Tabla J.3.4-3
Resistencia requerida al fuego normalizado NTC 1480 (ISO 834), en horas, de elementos de una edificación de todos los grupos de ocupación excepto R-1 y R-2. (Véase Nota 1)

Elementos de la construcción	Categoría según la clasificación dada en J.3.3.1		
	I	II	III
Muros Cortafuego	3	2	1
Muros de cerramiento de escaleras, ascensores, buitrones, ductos para basuras y corredores de evacuación protegidos	2	2	1
Muros divisorios entre unidades	1	1	1
Muros interiores no portantes	1/2	1/4	-
Elementos estructurales de los materiales cubiertos por los Títulos C a G del Reglamento NSR-10	2	1	1
Cubiertas	1	1	1/2
Escaleras interiores no encerradas con muros	2	1	1

Nota 1. En la sección J.3.3.3 se indican los grupos de ocupación que están exentos de cuantificación de resistencia contra el fuego y para los cuales no hay necesidad de aplicar la presente tabla.

Tabla J.3.4-4
Resistencia requerida al fuego normalizado NTC 1480 (ISO 834), en horas, de elementos de una edificación de los grupos de ocupación R-1 y R-2. (Véase Notas 1 y 2)

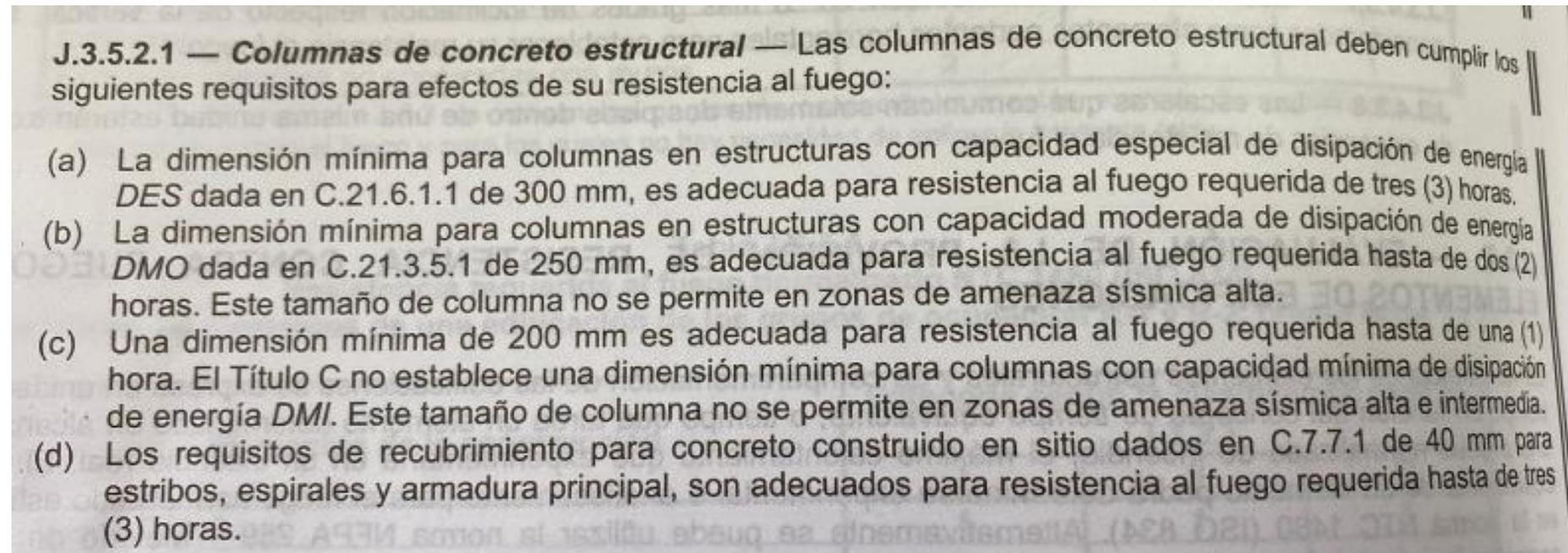
Elementos de la construcción	Categoría según la clasificación dada en J.3.3.1		
	I	II	III
Muros Cortafuego	1	1	1
Muros de cerramiento de escaleras, ascensores, buitrones, ductos para basuras y corredores de evacuación protegidos	1	1	1
Muros divisorios entre unidades	1	1	1
Muros interiores no portantes	1/2	1/4	-
Elementos estructurales de los materiales cubiertos por los Títulos C a G del Reglamento NSR-10	1	1	1
Cubiertas	1	1	1/2
Escaleras interiores no encerradas con muros	1	1	1

Nota 1. En la sección J.3.3.3 se indican los grupos de ocupación que están exentos de cuantificación de resistencia contra el fuego y para los cuales no hay necesidad de aplicar la presente tabla.

Nota 2. En el caso de edificios de uso mixto dentro de los cuales existan zonas de los grupos de ocupación R-1 ó R-2, la resistencia al fuego de una hora solo se permite en elementos que estén totalmente contenidos dentro de las zonas de los grupos de ocupación R-1 ó R-2. En este caso no hay necesidad de cumplir en las zonas de los grupos de ocupación R-1 ó R-2 lo indicado en el literal (b) de J.3.3.3.13.

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

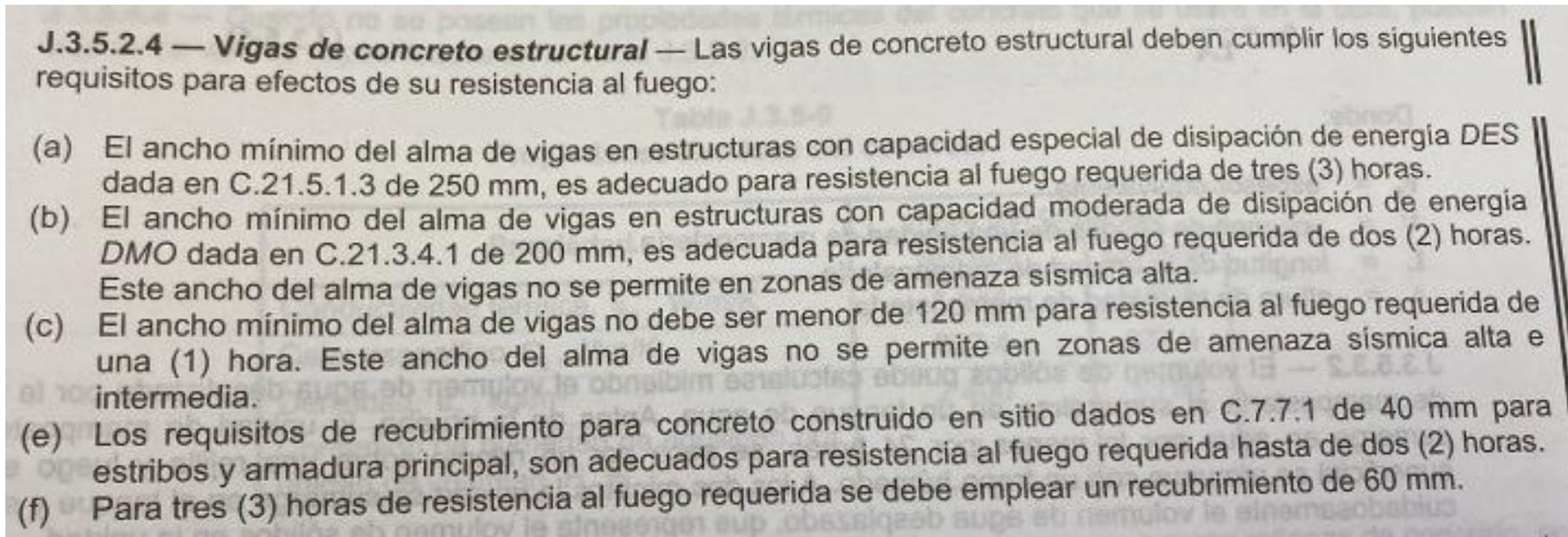
- POR LO TANTO, AQUÍ SE TIENEN UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ESTRUCTURA DADAS POR LOS LITERALES J.3 Y LAS CAPACIDADES DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (DES, DMO Y DMI) QUE VIMOS EN LAS DIAPOSITIVAS ANTERIORES.



- POR EJEMPLO, PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL R2, UBICADO EN MEDELLIN, DISEÑADO BAJO REQUISITOS DMO, SE REQUIERE UN ANCHO MÍNIMO DE COLUMNA DE 25cm POR PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO.

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

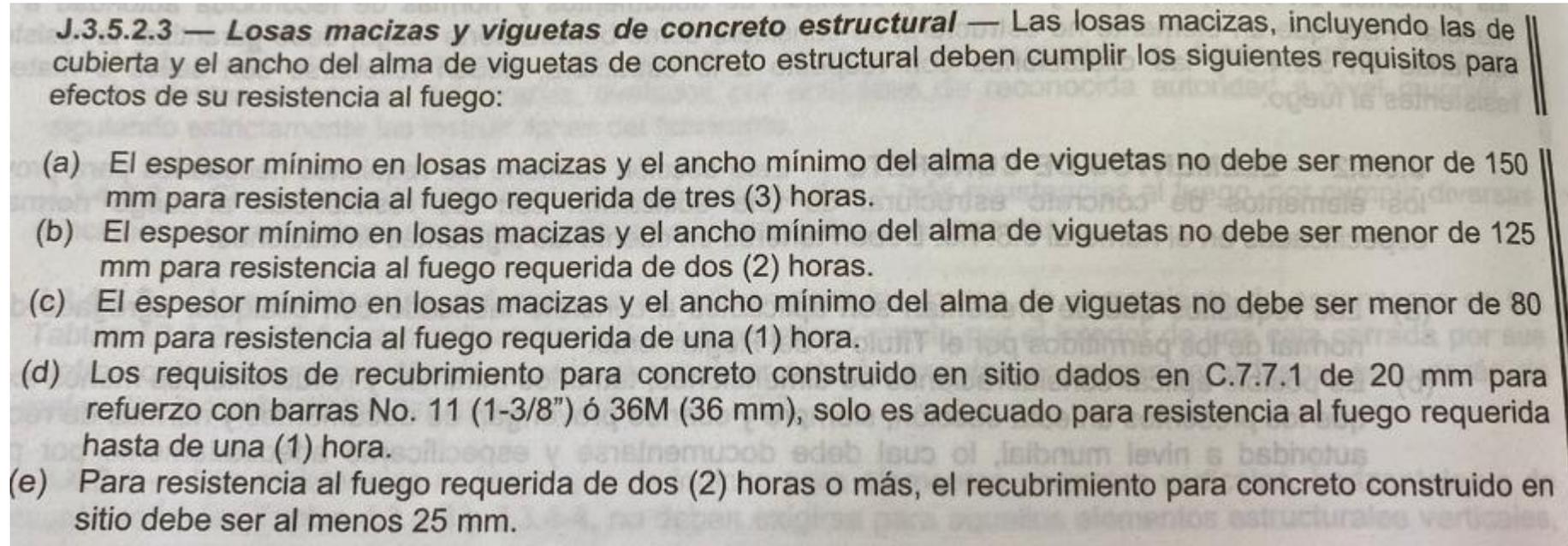
- POR LO TANTO, AQUÍ SE TIENEN UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ESTRUCTURA DADAS POR LOS LITERALES J.3 Y LAS CAPACIDADES DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (DES, DMO Y DMI) QUE VIMOS EN LAS DIAPOSITIVAS ANTERIORES.



- POR EJEMPLO, PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL R2, UBICADO EN MEDELLIN, DISEÑADO BAJO REQUISITOS DMO, SE REQUIERE UN ANCHO MÍNIMO DE VIGA DE 20cm POR PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO.

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

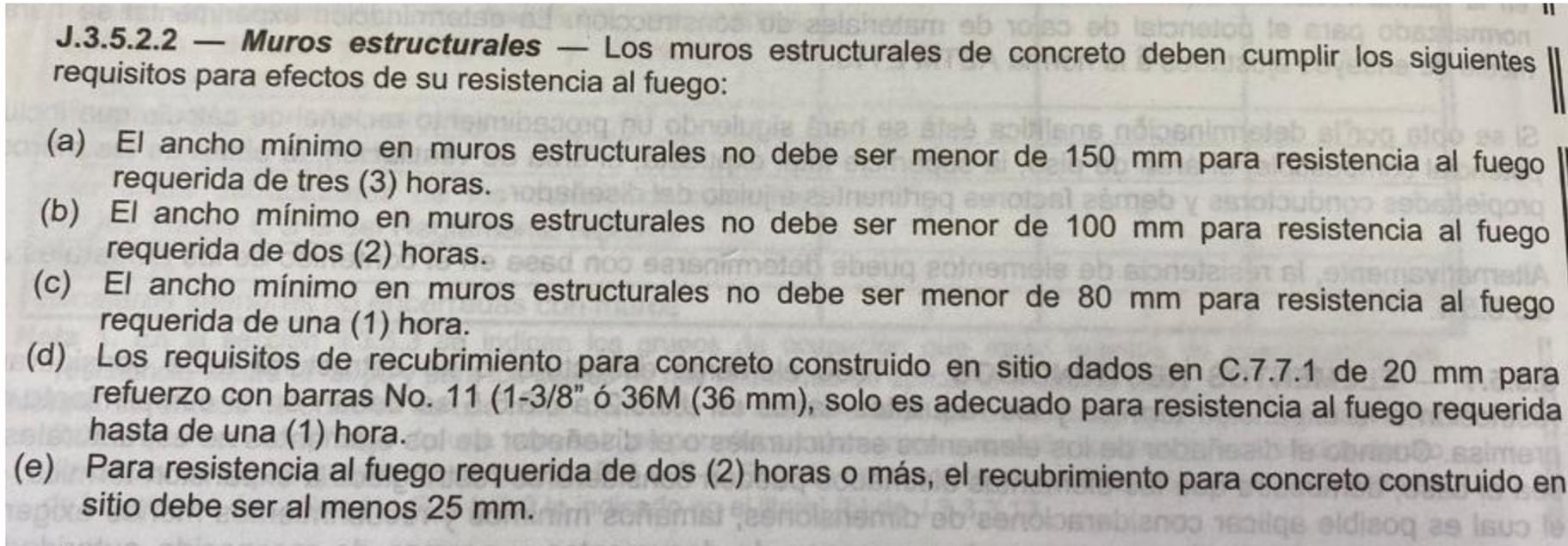
- POR LO TANTO, AQUÍ SE TIENEN UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ESTRUCTURA DADAS POR LOS LITERALES J.3 Y LAS CAPACIDADES DE DISIPACIÓN DE ENERGIA (DES, DMO Y DMI) QUE VIMOS EN LAS DIAPOSITIVAS ANTERIORES.



- POR EJEMPLO, PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL R2, UBICADO EN MEDELLIN, SE REQUIERE UN ESPESOR DE LOSA MACIZA MÍNIMO DE 8cm POR PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO.

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

- POR LO TANTO, AQUÍ SE TIENEN UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ESTRUCTURA DADAS POR LOS LITERALES J.3 Y LAS CAPACIDADES DE DISIPACIÓN DE ENERGIA (DES, DMO Y DMI) QUE VIMOS EN LAS DIAPOSITIVAS ANTERIORES.



- POR EJEMPLO, PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL R2, UBICADO EN MEDELLIN, SE REQUIERE UN ESPESOR DE MUROS ESTRUCTURALES DE MÍNIMO DE 8cm POR PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO.

REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO APLICABLES A LA ESTRUCTURA

- POR LO TANTO, AQUÍ SE TIENEN UNAS DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ESTRUCTURA DADAS POR LOS LITERALES J.3 Y LAS CAPACIDADES DE DISIPACIÓN DE ENERGIA (DES, DMO Y DMI) QUE VIMOS EN LAS DIAPOSITIVAS ANTERIORES.

Tabla J.3.5-1
Espesor mínimo equivalente, e_E , de muros de mampostería de arcilla, en mm, en función de la resistencia al fuego en horas. Véase la Nota-1

Tipo de unidad	Resistencia al fuego en horas		
	1 ^{Nota-2}	2	3
Maciza	60	90	110
De perforación vertical	50	80	100
De perforación horizontal	45	65	90

Nota-1: Las unidades de mampostería de arcilla deben cumplir los requisitos dados en D.3.6 respecto a propiedades y normas técnicas.

Nota-2: La resistencia al fuego de 1 hora se considera que se cumple implícitamente en las siguientes unidades de arcilla:

- Para unidades macizas hasta con 25% de vacíos, 1 hora de resistencia al fuego se cumple con unidades de ancho nominal de 100 mm.
- Para unidades de perforación vertical hasta con 65% de vacíos (máximo porcentaje de vacíos permitido por D.3.6.4.1) y con sus celdas para alojar refuerzo vertical con o sin mortero de relleno, 1 hora de resistencia al fuego se cumple con unidades con ancho nominal de 120 mm.
- Para unidades de perforación horizontal que cumplan con los espesores mínimos de pared establecidos en la norma NTC 4205, 1 hora de resistencia al fuego se cumple con unidades con ancho nominal de 100 mm.

Tabla J.3.5-2
Espesor mínimo equivalente, e_E , de muros de mampostería de concreto, en mm, en función de la resistencia al fuego en horas.

Tipo de agregado	Resistencia al fuego en horas		
	1	2	3
Pómez o escoria expandida	50	80	100
Arcilla, lutita o pizarra expandidas	70	90	110
Caliza, ceniza, o escoria enfriada en aire	70	100	130
Grava silíceo o calcárea	70	110	130

- POR EJEMPLO, PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL R2, UBICADO EN MEDELLIN, SE REQUIERE MUROS EN MAMPOSTERIA INTERIORES DE MINIMO 10cm DE ESPESOR NOMINAL.

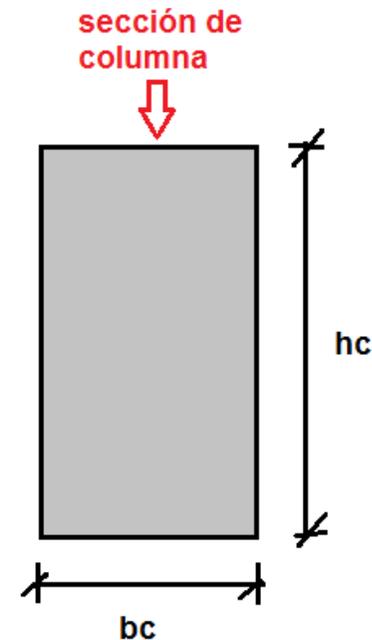
DIMENSIONES MÍNIMAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGÚN CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍO (DES, DMO Y DMI).

DES-(Zona Amenaza Sísmica Alta)

- Columnas: 30cm (Dimensión mínima), Secciones en forma de T, C o L espesor mínimo 0.25m, pero el área transversal no puede ser menor de 0.09m², también se limita la relación entre el ancho y el largo de la columna.
- Vigas: el ancho no debe ser menor que 0.3h ni 25cm, no se pueden tener luces libres entre apoyos menores de 4h
- Muros estructurales: espesores mayores a 20cm (no esta indicado en la NSR-10, es mas una recomendación basada en la experiencia e investigaciones)

C.21.6.1.2 — La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que:

- 0.35 para secciones transversales cuya menor dimensión es menor o igual a 300 mm,
- 0.25 para secciones transversales cuya menor dimensión es mayor de 300 mm y menor o igual a 500 mm, y
- 0.20 para secciones transversales cuya menor dimensión es mayor de 500 mm.



ejemplo:

$$\frac{bc}{hc} \geq 0.35 \text{ para } bc \leq 0.30\text{m}$$

$$hc \leq 0.86\text{m para } bc = 0.30\text{m}$$

Lo que se busca es tener secciones compactas, no muy largas y angostas.

DIMENSIONES MÍNIMAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGÚN CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍO (DES, DMO Y DMI).

DMO-(Zona Amenaza Sísmica Intermedia)

- Columnas: 25cm (Dimensión mínima), Secciones en forma de T, C o L espesor mínimo 0.20m, pero el área transversal no puede ser menor de 0.0625m^2 , aquí no hay limitación a la relación entre el ancho y el largo de la columna.
- Vigas: el ancho no debe ser menor 20cm, la excentricidad respecto a la columna que da apoyo a la viga no puede ser mayor del 25% de la dimensión perpendicular de la columna que da apoyo (excentricidad es la distancia que hay entre el eje central de la columna y el eje central de la viga)
- Muros estructurales: espesores mayores a 15cm (no esta indicado en la NSR-10, es mas una recomendación basada en la experiencia e investigaciones)

DIMENSIONES MÍNIMAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SEGÚN CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍO (DES, DMO Y DMI).

DMI-(Zona Amenaza Sísmica Baja)

- Columnas: no hay especificaciones mínimas, se puede partir de las indicadas en DMO
- Vigas: no hay especificaciones mínimas, se puede partir de las indicadas en DMO
- Muros estructurales: no hay especificaciones mínimas, se puede partir de las indicadas en DMO

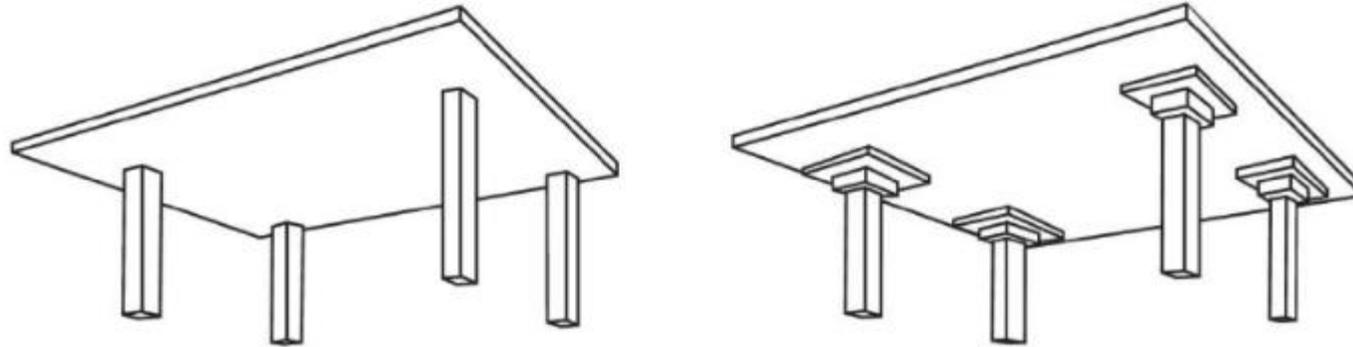
CONTROL DE DEFLEXIONES VERTICALES EN SISTEMAS DE LOSAS

LAS DEFLEXIONES VERTICALES DE UNA LOSA, ESTAN CONTROLADAS POR LA ALTURA DE LA LOSA Y LOS ELEMENTOS QUE LA COMPONEN, ES MUY IMPORTANTE CONTROLAR LAS DEFLEXIONES DE LAS LOSAS, DADO QUE GENERAN MUCHAS AFECTACIONES TANTO ESTETICAS COMO FUNCIONALES.

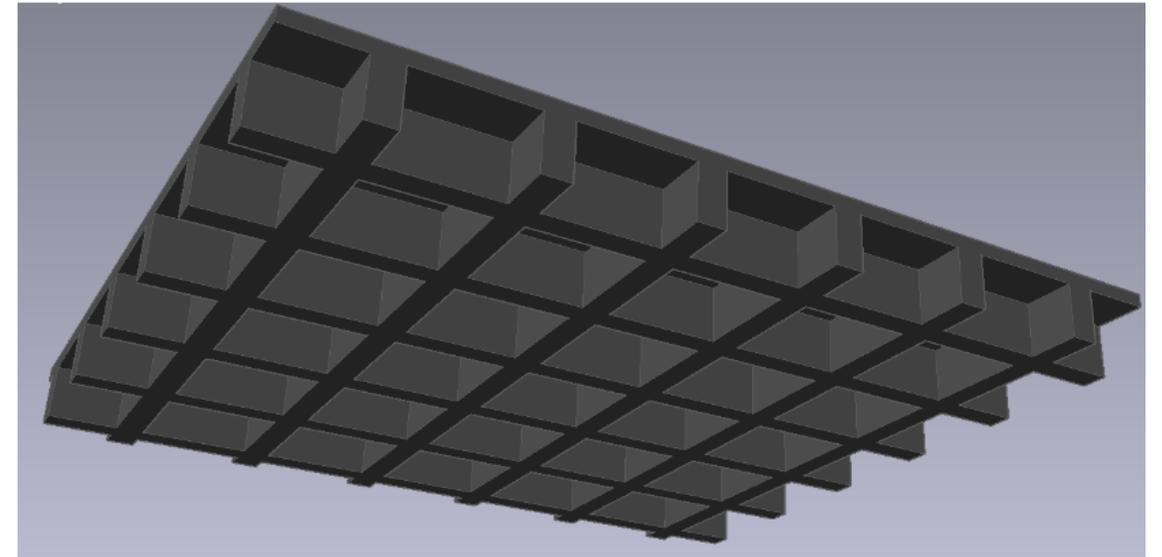
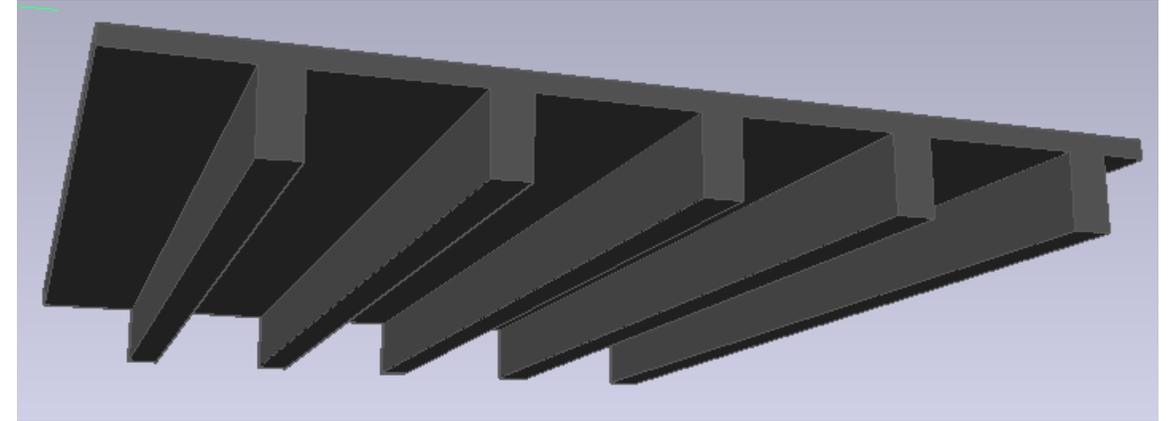
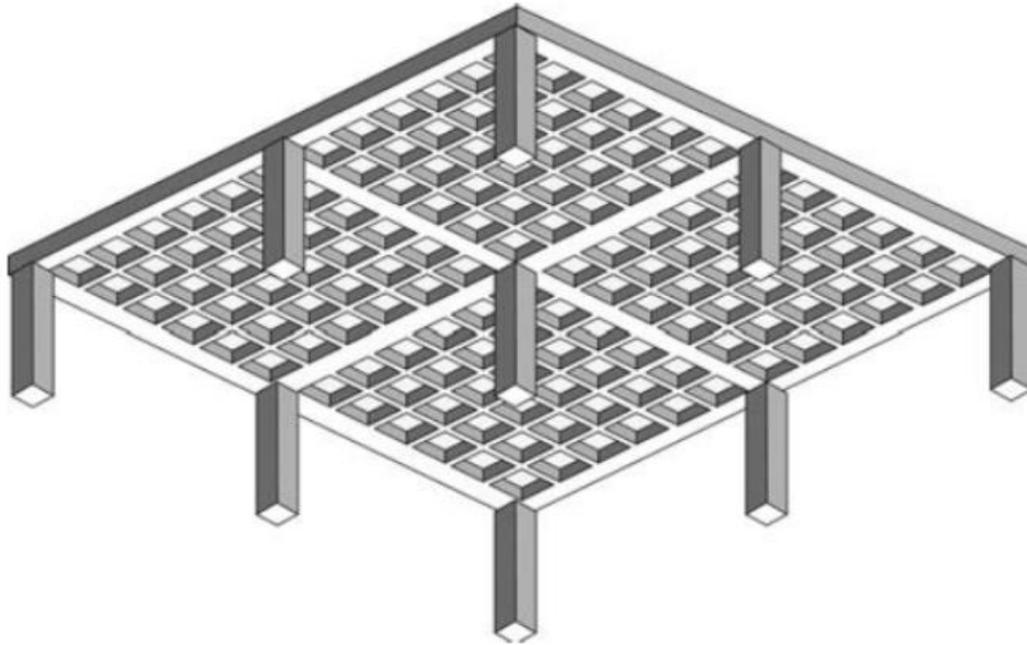
ALGUNOS TIPOS DE LOSAS QUE SE TRABAJAN EN EL MEDIO:

- Losas macizas (Por lo general en edificios de muros vaciados y algunos proyectos de proyectos de pórticos)
- Losas Aligeradas con viguetas unidireccionales ó bidireccionales)

- Losas macizas (Por lo general en edificios de muros vaciados y algunos proyectos de proyectos de pórticos)



- Losas Aligeradas con viguetas unidireccionales ó bidireccionales)



CONTROL DE DEFLEXIONES VERTICALES EN SISTEMAS DE LOSAS

LA NSR-10 PRESENTA UN PAR DE TABLAS DE AYUDA PARA OBTENER LA ALTURA MÍNIMA DE LAS VIGAS, VIGUETAS Y LOSAS MACIZAS EN FUNCIÓN DE LA LUZ O DISTANCIA ENTRE APOYOS:

TABLA C.9.5(a) — Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

Elementos	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.				
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

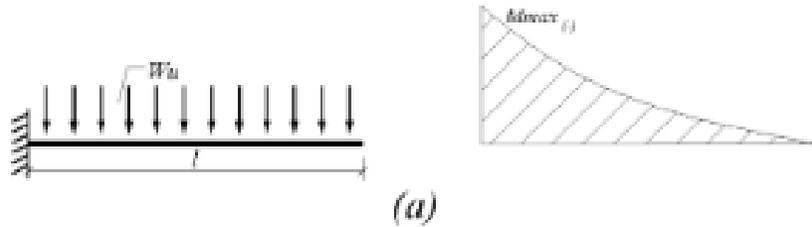
NOTAS:

Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue:

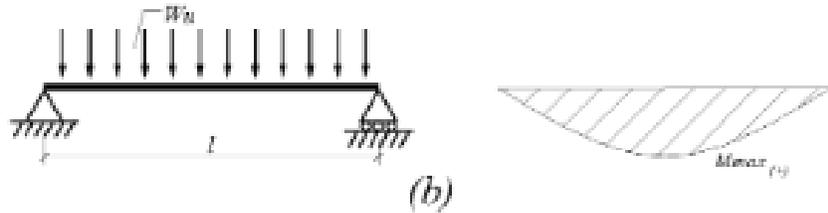
TABLA CR.9.5 — Alturas o espesores mínimos recomendados para vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes, a menos que se calculen las deflexiones

Elementos	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos que soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.				
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{14}$	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{19}$	$\frac{l}{7}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{11}$	$\frac{l}{12}$	$\frac{l}{14}$	$\frac{l}{5}$

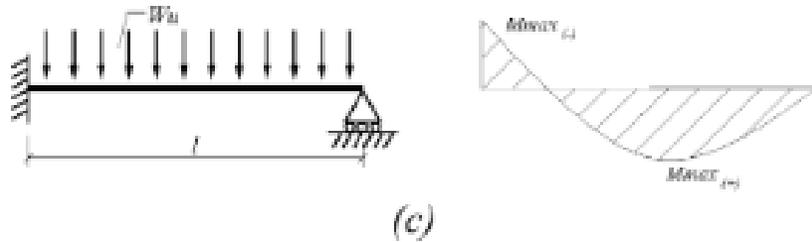
La Notas son las mismas de la Tabla C.9.5(a) del Reglamento.:



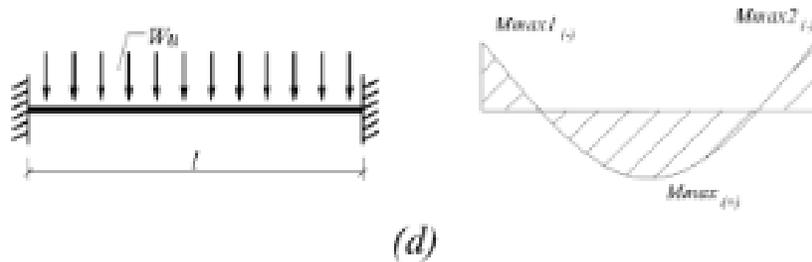
VIGA EN VOLADIZO



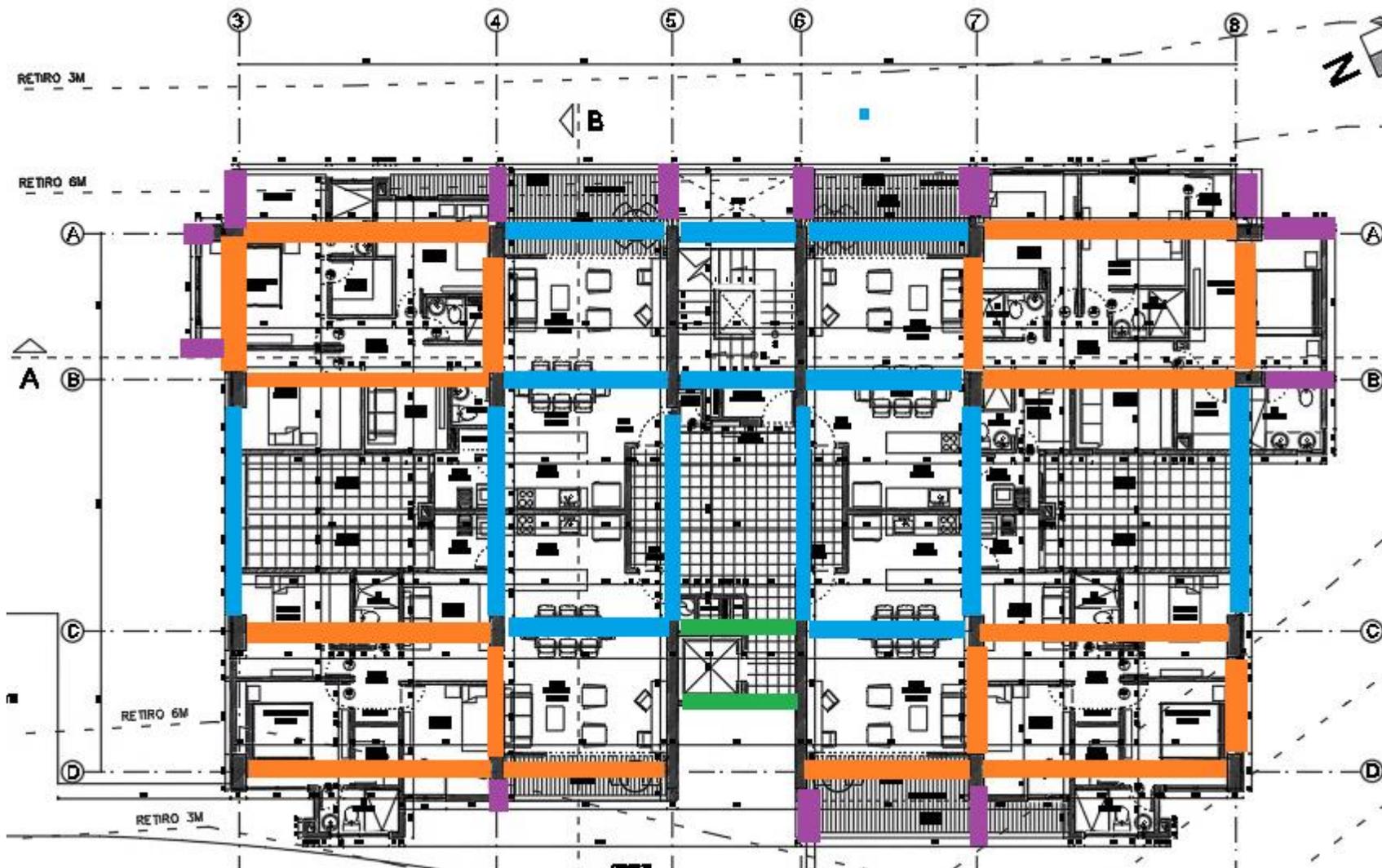
VIGA SIMPLEMENTE APOYADA



VIGA CON EXTREMO CONTINUO



VIGA CON AMBOS EXTREMOS CONTINUOS



-  VIGA CON UN EXTREMO CONTINUO
-  VIGA CON AMBOS EXTREMOS CONTINUOS
-  VIGA SIMPLEMENTE APOYADA
-  VIGA EN VOLADIZO

CONTROL DE DEFLEXIONES VERTICALES EN SISTEMAS DE LOSAS

LA NSR-10 PRESENTA UN PAR DE TABLAS DE AYUDA PARA OBTENER LA ALTURA MÍNIMA DE LAS VIGAS, VIGUETAS Y LOSAS MACIZAS EN FUNCIÓN DE LA LUZ O DISTANCIA ENTRE APOYOS:

TABLA C.9.5(c) — Espesores mínimos de losas sin vigas interiores*

f_y , MPa †	Sin ábacos ‡			Con ábacos ‡		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde§		Sin vigas de borde	Con vigas de borde§	
280	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{36}$	$\frac{l_n}{36}$	$\frac{l_n}{36}$	$\frac{l_n}{40}$	$\frac{l_n}{40}$
420	$\frac{l_n}{30}$	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{36}$	$\frac{l_n}{36}$
520	$\frac{l_n}{28}$	$\frac{l_n}{31}$	$\frac{l_n}{31}$	$\frac{l_n}{31}$	$\frac{l_n}{34}$	$\frac{l_n}{34}$

* Para construcción en dos direcciones, l_n , es la luz libre en la dirección larga, medida entre caras de los apoyos en losas sin vigas y entre caras de las vigas, para losas con vigas u otros apoyos en otros casos.

TABLA C.9.5(b) — Deflexión máxima admisible calculada

Tipo de elemento	Deflexión considerada	Límite de deflexión
Cubiertas planas que no soporten ni estén ligadas a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, L	$l/180$
Entrepisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, L	$l/360$
Sistema de entrepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional)†	$l/480$ ‡
Sistema de entrepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240$ §

* Este límite no tiene por objeto constituirse en un resguardo contra el empozamiento de aguas. Este último se debe verificar mediante cálculos de deflexiones adecuados, incluyendo las deflexiones debidas al agua estancada, y considerando los efectos a largo plazo de todas las cargas permanentes, la contraflecha, las tolerancias de construcción y la confiabilidad en las medidas tomadas para el drenaje.
 † Las deflexiones a largo plazo deben determinarse de acuerdo con C.9.5.2.5 ó C.9.5.4.3, pero se pueden reducir en la cantidad de deflexión calculada que ocurra antes de unir los elementos no estructurales. Esta cantidad se determina basándose en datos de ingeniería aceptables correspondiente a las características tiempo-deflexión de elementos similares a los que se están considerando.
 ‡ Este límite se puede exceder si se toman medidas adecuadas para prevenir daños en elementos apoyados o unidos.
 § Pero no mayor que la tolerancia establecida para los elementos no estructurales. Este límite se puede exceder si se proporciona una contraflecha de modo que la deflexión total menos la contraflecha no exceda dicho límite.

SEPARACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS VECINAS O COLINDANTES

ES MUY IMPORTANTE DEJAR UNA SEPARACIÓN LIBRE CONTRA LOS EDIFICIOS VECINOS QUE ESTEN CONSTRUIDOS O NO, PARA EVITAR COLISIONES DE LOS EDIFICIOS DURANTE UN SISMO.

LA NSR-10 PRESENTA EL SIGUIENTE ESQUEMA PARA DEFINIR LA SEPARACIÓN LIBRE A DEJAR.

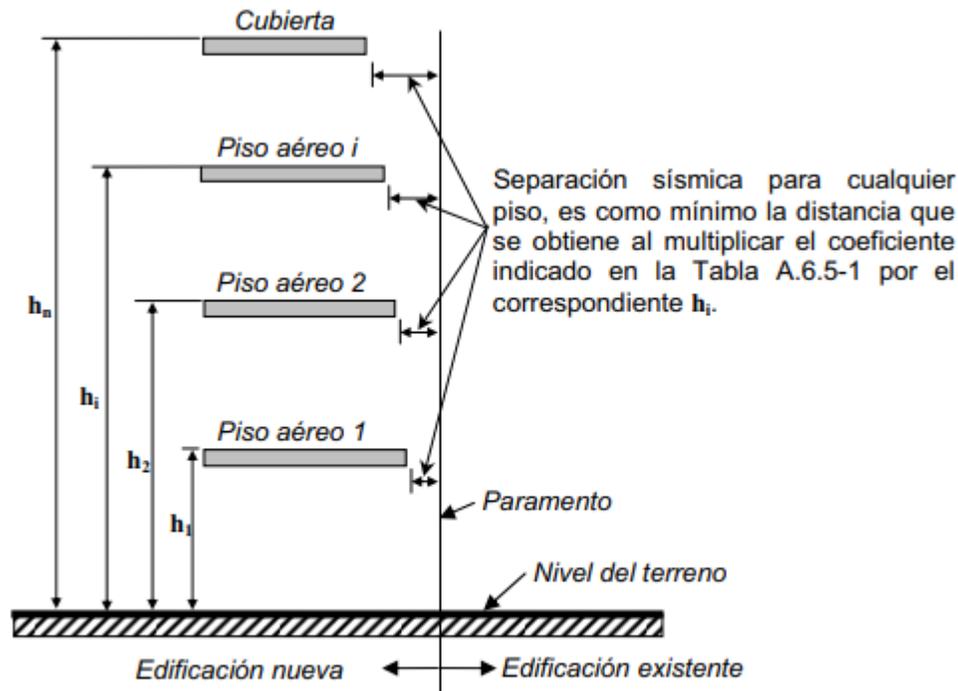


Figura A.6.5-1 — Medición de la separación sísmica (vista en elevación)

Tabla A.6.5-1
Separación sísmica mínima en la cubierta entre edificaciones colindantes que no hagan parte de la misma construcción

Altura de la edificación nueva	Tipo de Colindancia		
	Existe edificación vecina que no ha dejado la separación sísmica requerida		No existe edificación vecina o la que existe ha dejado la separación sísmica requerida
	Coinciden las losas de entrepiso	No coinciden las losas de entrepiso	
1 y 2 pisos	no requiere separación	no requiere separación	no requiere separación
3 pisos	no requiere separación	0.01 veces la altura de la edificación nueva (1% de h_n)	no requiere separación
Más de 3 pisos	0.02 veces la altura de la edificación nueva (2% de h_n)	0.03 veces la altura de la edificación nueva (3% de h_n)	0.01 veces la altura de la edificación nueva (1% de h_n)

Notas:

1. Para obtener la separación sísmica en pisos diferentes a la cubierta se aplicará el coeficiente indicado en la Tabla multiplicado por la altura sobre el terreno del piso en particular.
2. Cuando el terreno en la colindancia sea inclinado en el sentido del paramento, o haya diferentes alturas de piso o diferentes números de pisos aéreos en la colindancia, se tomará en la edificación nueva la altura de piso, o el número de pisos aéreos que conduzca a la mayor separación sísmica.

CARGAS A CONSIDERAR EN EL DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS:

- **CARGAS MUERTAS**: Peso propio de la estructura, los acabados, las particiones, equipos y elementos permanentes en la estructura (ascensores, tanques, piscinas, jardineras...)
- **CARGAS VIVAS**: Se definen según el uso de la estructura (residencial, recreativo, de reunión, parqueaderos, oficinas, circulaciones)
- **CARGAS SÍSMICAS**: Dependen de la ubicación de la estructura en la zona de amenaza sísmica, de la geometría de la edificación y de las características del sitio y el suelo donde se ubica la edificación
- **CARGAS DE VIENTO**: Depende la ubicación de la edificación en el mapa eólico colombiano y su geometría tanto en planta como en altura.
- **CARGA DE EMPUJES DE SUELOS**: Cuando se tienen edificios o casas con sótanos enterrados

POR LO GENERAL EN COLOMBIA LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES DE LOS EDIFICIOS Y SUS DIMENSIONES ESTAN DOMINADOS POR EL DISEÑO ANTE CARGAS SÍSMICAS...

POR LO GENERAL LA CARGA POR m^2 DE LOSA DEBIDO A LA CARGA MUERTA MAS LA CARGA VIVA EN UN EDIFICIO ESTA ENTRE $1.0\text{Ton}/m^2$ y $1.3\text{Ton}/m^2$

¿COMO SE SUGIERE QUE SEA EL PROCESO DE INTERACCIÓN ARQUITECTURA-ESTRUCTURA?

- Todo proyecto antes de empezar debe comenzar con un grupo interdisciplinario de muy buena calidad (arquitecto, ingeniero geotecnista, ingeniero estructural, hidrosanitario, seguridad humana, eléctrico y gas, diseño de vías)
- Es muy importante contar con el acompañamiento de un Ingeniero Estructural desde las primeras etapas de un anteproyecto arquitectónico, que haga sugerencias de ubicación de apoyos, configuración y tipo de estructura.
- Antes de salir a ventas de algún proyecto inmobiliario, es muy importante contar con el pre-dimensionamiento estructural de la edificación.
- Debe existir una comunicación constante y fluida entre el diseño arquitectónico y el diseño estructural, durante todas las etapas del proyecto, desde el anteproyecto, hasta que el proyecto se vuelva una realidad.
- Compartir experiencias entre el grupo interdisciplinario que ayude a mejorar procesos.

¿COMO SE SUGIERE QUE SEA EL PROCESO DE INTERACCIÓN ARQUITECTURA-ESTRUCTURA?

- Los planos estructurales y arquitectónicos deben ser muy bien detallados, que no den paso a suposiciones.
- En las dimensiones de la estructura propuestas preliminarmente por el arquitecto en el anteproyecto, se deben tener tolerancias en los espacios, para que luego cuando se definan las dimensiones finales de la estructura, no se tengan problemas con las áreas vendidas, las circulaciones y el mobiliario.
- Evitar disponer buitrones y desagües de baños, que se crucen con posibles trazados de vigas, columnas y muros.
- Disponer del plenum necesarios para la disposición de las tuberías y ductos que van descolgados de las losas. Evitar al máximo la necesidad de pases en la estructura.
- Al dibujar los planos, definir muy bien los layers de cada elemento a representar en planta, para que sea fácil identificar cada elementos en el plano.

¿COMO SE SUGIERE QUE SEA EL PROCESO DE INTERACCIÓN ARQUITECTURA-ESTRUCTURA?

- En los planos de parqueaderos, dejar holguras en las columnas o muros que quedan entre parqueaderos, por lo general las columnas de los pisos mas bajos son mas grandes que las columnas de los pisos mas altos.



- En lo posible disponer apoyos (columnas o muros estructurales) de forma simétrica en planta, evitando disponer ascensores en extremos o bordes de plantas. Buscar que en planta la edificación sea lo mas regular posible, esto ayuda a disminuir los costos de las edificaciones y mejora sustancialmente el comportamiento de las estructuras (Recordar que estamos ubicados en zonas de amenaza sísmica)

EJEMPLO DE DIMENSIONAMIENTO INICIAL DE UNA ESTRUCTURA EN PORTICOS DE CONCRETO EN ETAPA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: MEDELLIN

USO DEL PROYECTO: OFICINAS

CANTIDAD DE PISOS 13 PISOS

OBJETIVO: Dimensionar de forma preliminar:

- Columna central eje 2-B del piso mas bajo
- Columna de esquina ejes 1-A del piso mas bajo
- Viga en voladizo del piso típico
- Viga con un extremo continuo del piso típico

Considere que el concreto de todos los elementos tiene una resistencia de 280 kg/cm^2 y que la carga por metro cuadrado de losa para carga muerta + carga viva es de 1.1 Ton/m^3

CONCEPTOS A TENER EN CUENTA PARA EL EJERCICIO

Área aferente a la columna:

$A_{af} = \text{Área af del piso} \times n$

$n = \text{numero de pisos}$

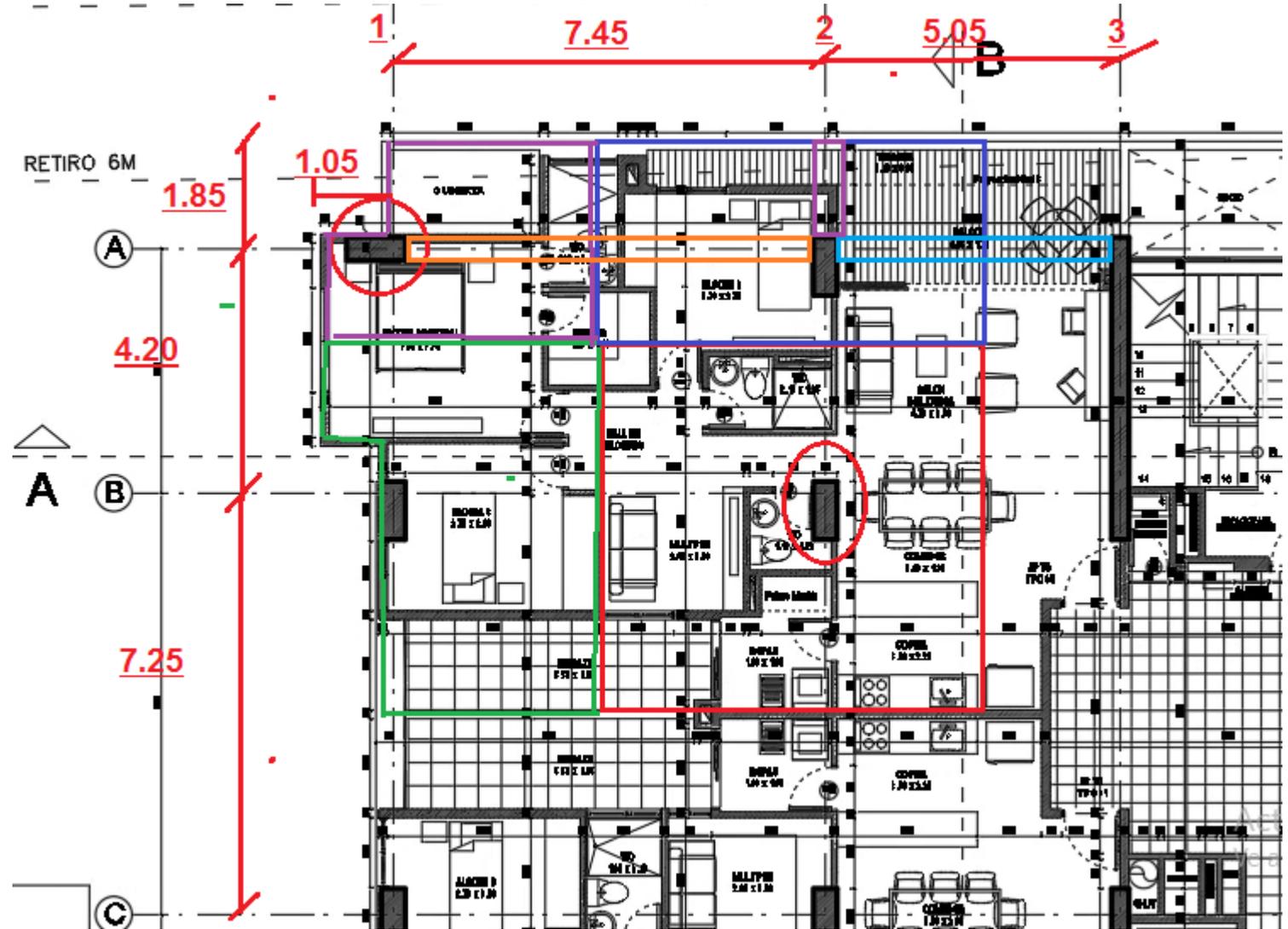
Carga vertical sobre una columna:

$P_u = \text{Carga (Ton/m}^2\text{)} \times A_{af} \times 1.3$

Capacidad de carga de una columna:

$P_n = 0.41 \times f'_c \times b_c \times h_c$

$h_c = (P_u) / (0.41 \times f'_c \times b_c)$



CONCLUSIONES:

LAS CONSTRUIMOS ENTRE TODOS