

**APOYO AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE MARVAL S.A.  
EN LOS PROCESOS DE REVISIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL.**

**GUILLERMO ANDRÉS ORTIZ POSADA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
2017**

**APOYO AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE MARVAL S.A.  
EN LOS PROCESOS DE REVISIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL.**

**GUILLERMO ANDRÉS ORTIZ POSADA  
ID: 000232905**

**Práctica Empresarial como requisito para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director de Práctica Empresarial:  
PhD. Emilio German Moreno González  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
2017**

Escuela de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería Civil  
Coordinación de Prácticas Empresariales

**Programa de Pregrado  
Seguimiento de práctica**

Informe de Avance número: 3  
Bucaramanga, 10 de abril del 2017 (10/03/2017)

Nombre(s): Guillermo Andrés                      Apellidos: Ortiz Posada  
ID: 000232905  
E-Mail: guillermo.ortiz@upbbga.edu.co                      N° de teléfono: 3183123530

Docente Supervisor: PhD. Emilio German Moreno González

Empresa (Institución): MARVAL S.A  
Supervisor: Ing. Sergio Alfredo Jerez Téllez.  
E-Mail: sjerez@marval.com.co                      N° de telefono: 6333987 Ext. 1195  
3134918333

## PÁGINA DE ACEPTACIÓN

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

## DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, que con su apoyo, dedicación y constante ejemplo me motivaron para seguir esforzándome cada día más, con el fin de lograr muy buenos resultados y formarme profesionalmente para así lograr mí proyecto de vida

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pontificia Bolivariana por permitirme efectuar mi proceso de aprendizaje como profesional y en una formación integral como persona, gracias a su enfoque de formas profesionales con liderazgo ético, científico, empresarial y social al servicio del país.

A MARVAL S.A por permitirme realizar la Práctica empresarial en esta gran compañía y permitirme pertenecer al excelente grupo de trabajo del Departamento estructural, el cual contribuyo a mi crecimiento como profesional gracias a todos los conocimientos que ellos y la experiencia me aportaron

A cada uno de los integrantes del departamento estructural de MARVAL S.A por recibirme y apoyarme durante los 4 meses que trabaje con ellos

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	11
<b>2. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO CUMPLIDO A LA FECHA: .....</b>	<b>12</b>
2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRIMERA ETAPA DE LA PRÁCTICA.....	12
2.1.1. Cumplimento de las actividades propuestas en el cronograma Semanal según la metodología Lean Office.....	12
2.1.2 Conformación de información base para listas de chequeo: Protección al concreto .....	14
2.1.4 Configuración de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en vigas con Optimización de consumo en kilogramo por metro lineal (kg/m).....	22
2.1.5 Evaluación de la longitud de desarrollo de barras a tracción $L_{dh}$ para el dimensionamiento de vigas y Columnas .....	29
2.2 ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA SEGUNDA ETAPA DE LA PRÁCTICA.....	32
2.2.1. Conformación de información base para listas de chequeo: Datos generales de vigas y columnas .....	32
2.2.2. Longitudes de desarrollo del refuerzo en placas macizas y muros estructurales.....	41
2.2.3. Espesores Vs Luces en placas Macizas.....	43
2.2.4. Configuración de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en Columnas con Optimización de consumo en kilogramo en DES y DMO (kg) .....	48
2.2.5. Lista de chequeo de Planos .....	52
2.3 ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA TERCERA ETAPA DE LA PRÁCTICA .....	61
2.3.1. Corrección y modificación de la lista de chequeo para los diferentes planos manejados por la empresa .....	61
<b>3. APORTE AL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>73</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** APOYO AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE MARVAL S.A. EN LOS PROCESOS DE REVISIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

**AUTOR(ES):** Guillermo Andrés Ortiz Posada

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Ph.D. Emilio German Moreno González

### RESUMEN

Este documento es el informe final del trabajo de grado modalidad práctica empresarial, como requisito para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana. El principal objetivo de la práctica empresarial es brindar apoyo al departamento estructural de MARVAL S.A en los procesos de revisión de diseños estructurales a través de los diferentes conocimientos adquiridos en el programa de pre grado de ingeniería civil y cumpliendo con la Norma Sismo-Resistente Colombiana NSR-10. Se realizará la práctica en la empresa MARVAL S.A con una duración de 4 meses a partir del primero de Marzo del 2017 y finalizará el 30 de junio del 2017. Se llevaran a cabo diferentes actividades con el fin de crear una lista de chequeo de planos estructurales buscando realizar una revisión detallada a estos antes de enviarlos a la curaduría o a la obra pertinente. Con este objetivo mis funciones principales serán la revisión de planos existentes de proyectos nuevos y viejos, buscando todos los detalles que ya se han aplicado y aquellos que sean obsoletos o falten, para estos se realizara una biblioteca de archivos para la empresa donde se encuentren los planos y detalles de los proyectos más representativos. Otra de mis funciones será la creación y revisión de diferentes modelos estructurales en software como SAP 2000 y ETABS, con el propósito de tener claro, los requerimientos de los diferentes elementos de una estructura y por último se realizaran diferentes hojas de cálculo que hagan falta en la red del departamento estructural, con el propósito de facilitar algunos procesos de la oficina y comprobar los datos obtenidos de los diseños realizados en determinado programa.

### PALABRAS CLAVES:

listas de chequeo, estructural, planos, Marval, elementos estructurales

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** SUPPORT FOR THE DEPARTMENT OF STRUCTURAL DESIGN OF MARVAL S.A. IN THE STRUCTURAL DESIGN REVISION PROCESSES.

**AUTHOR(S):** Guillermo Andrés Ortiz Posada

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** PhD. Emilio German Moreno González

### ABSTRACT

This document is the final report of the degree work practical business, as a requirement to obtain the degree of Civil Engineer of the Universidad Pontificia Bolivariana. The main objective of the business practice is to provide support to the structural department of MARVAL SA in the processes of reviewing structural designs through the different knowledge acquired in the civil engineering pre-degree program and complying with the Norma Sismo Resistente Colombiana NSR -10. The practice will be carried out in the company MARVAL SA with duration of 4 months from the first of March of 2017 and will end on June 30, 2017. Different activities will be carried out in order to create a checklist of structural plans looking for a detailed review of these before sending them to the curatorship or the building site building site. With this objective my main functions will be the revision of existing plans of new and old projects, looking for all the details that have already been applied and those that are obsolete or missing, for these will be realized a library of archives for the company where the Plans and details of the most representative projects. Another of my functions will be the creation and revision of different structural models in software such as SAP 2000 or ETABS, in order to be clear, the requirements of the different elements of a structure and finally different spreadsheets are made that are needed in The network of the structural department, with the purpose of facilitating some office processes and checking the data obtained from the designs made in a particular program.

### KEYWORDS:

Checklists, structural, plans, Marval, structural elements

## INTRODUCCIÓN

La práctica empresarial descrita en este documento consiste en el apoyo al departamento estructural de MARVAL S.A en los procesos de revisión de diseño estructural, el cual consta o se basa en la creación de unas listas de chequeo para realizar una revisión detallada bajo los lineamientos de la Norma Sismo-Resistente del 2010, NSR-10, a elementos estructurales tales como vigas, viguetas, columnas en el caso de sistemas aporticados, y losas macizas en sistemas industrializados tipo Túnel.

MARVAL S.A es una empresa que se dedica a la Construcción de proyectos de vivienda, centros de negocios y grandes obras de ingeniería en diferentes zonas de país como Bucaramanga, Bogotá, Barranquilla, Santa Marta, entre otras. Buscando contribuir con el desarrollo económico y social de nuestro país.

La mayoría de obras de empresa son proyectos de vivienda donde se manejan estructuras como edificios de parqueo, torres residenciales, piscinas, salones sociales y algunas otras según lo requiera. Para la realización de estas el departamento estructural maneja dos sistemas constructivos, el tradicional o aporticado y el sistema industrializado tipo Túnel, que en la fabricación de viviendas genera elevados rendimientos en obra y un mejor aprovechamiento de los recursos.

En este tercer informe de avance se expone las actividades desarrolladas durante el periodo de práctica en la empresa correspondiente del primero de marzo (01/03/2017) al treinta de junio (30/06/2017) donde se desempeñó el cargo de practicante lo que me permitió adquirir experiencia y conocimiento en el área estructural de la Ingeniería Civil, manejando diferentes herramientas de diseño como software como SAFE, ETABS, AUTOCAD y hojas de cálculo, unas creadas por mí y otras proporcionadas por la oficina, con el fin de apoyar en la revisión y optimización de las labores de la empresa.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar Trabajo de grado II, en la modalidad de práctica empresarial en la empresa MARVAL S.A, como ingeniero de apoyo al departamento estructural en los procesos de revisión de diseños estructurales cumpliendo con la Norma Sismo-Resistente Colombiana NSR-10

### 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para desempeñar mis labores como Ingeniero de apoyo fue necesario el uso de diferentes herramientas de diseño y llevar a cabo un control de actividades basado en la metodología de Lean Office. Los objetivos Específicos estuvieron directamente ligados con esas actividades, los cuales fueron:

- Entrega de lista de chequeo de columnas.
- Entrega de lista de chequeo de vigas.
- Entrega de lista de chequeo de losas macizas
- Cumplimiento de las actividades propuestas en el cronograma Semanal (Lean Office)
- Utilización de software SAFE V.12 para el análisis de placas macizas en el sistema industrializado tipo Túnel.
- Creación de Hojas de cálculo para la revisión de elementos estructurales controlando los mínimos de norma NSR-10.
- Conformación de información base para listas de chequeo: Datos generales de vigas y columnas

## **2. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO CUMPLIDO A LA FECHA:**

Se explicara detalladamente lo realizado en la Empresa, que partes del plan de trabajo se cumplieron y la metodología empleada para lograr los objetivos propuestos dentro de este plan

### **2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRIMERA ETAPA DE LA PRÁCTICA**

Las actividades desarrolladas durante el periodo del primero de marzo (01/03/2017) al diez de Abril (10/04/2017) se desarrollaron de la siguiente forma

#### **2.1.1. Cumplimento de las actividades propuestas en el cronograma Semanal según la metodología Lean Office**

Lean Office es una metodología de trabajo aplicable en la parte administrativa de las empresas, que se enfoca en la creación de herramientas que generen valor a las actividades desarrolladas, entendiendo como valor la eliminación de todo lo que produzca perdidas en la ejecución de las mismas. En otras palabras es mejorar los procesos y reducir las ineficiencias, consiguiendo una organización en el sistema de trabajo para lograr mejores resultados con los mismos recursos.

En el Departamento de Diseño Estructural se empezó a manejar esta metodología construyendo una matriz (Matriz RACI) o cronograma semanal, donde se exponen todos los integrantes del equipo de trabajo y todas las actividades a realizar diariamente.

Para esto se realizan reuniones cortas al inicio de cada jornada de trabajo donde debatimos y consultamos como va nuestro progreso tanto individual como grupal para lograr una optimización en los tiempos de trabajo y lograr alcanzar las metas propuestas.

El coordinador toma la tarea de asignarle a cada uno sus objetivos semanales y repartir estos en los días de la semana, incluyendo tanto las labores normales como reuniones diarias dichas por la metodología Lean. Logrando así un control detallado que nos permite medirnos en nuestras capacidades además de presionarnos a ser cada día más eficientes.

Es así como he llevado cada día un control de lo que he realizado, en qué porcentaje he avanzado al final de la jornada, y que metas he alcanzado a fin de semana, con el fin de no tener atrasos y alcanzar los objetivos planteados inicialmente en mi experiencia en MARVAL S.A.

## 2.1.2 Conformación de información base para listas de chequeo: Protección al concreto

En la Recolección de información Base para la creación de las lista de chequeo de los diferentes elementos estructurales manejados por la empresa se consultó la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10, se empezó por el análisis de Protección al concreto o Recubrimientos mínimos exigidos por el título C para casos estándar, y el título J que habla de los requisitos especiales de protección contra el fuego según el tipo de estructura.

Primero se comenzó consultando el Capítulo C.7 Detalles del Refuerzo que exactamente en la sección C.7.7.1 habla de los requerimientos para el concreto construido en sitio no pre esforzado, ya que este es el que maneja la empresa en la mayoría de sus obras. En este se habla de que se no se deben utilizar recubrimientos menores a los expuestos en esta sección a menos que el concreto se encuentre en ambientes corrosivos, en condiciones severas de exposición o necesite aumentar esta dimensión por el tema de protección contra el fuego.

**Figura 1.** Protección al concreto construido en Sitio no Pre esforzado

**C.7.7.1 — Concreto construido en sitio (no preesforzado)**

A menos que en C.7.7.6 ó C.7.7.8 se exija un recubrimiento mayor de concreto, el recubrimiento especificado para el refuerzo no debe ser menor que lo siguiente:

	Recubrimiento de concreto, mm
(a) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él .....	75
(b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie: Barras No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) a No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) .....	50
Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambre MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro) y menores .....	40
(c) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
Losas, muros, viguetas: Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) .....	40
Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores .....	20
Vigas, columnas: Armadura principal, estribos, espirales .....	40
Cáscaras y placas plegadas: Barra No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) y mayores .....	20
Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambres MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro) y menores .....	13

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana NSR- 10

De esta información se realizó la siguiente tabla de información:

**Tabla 1.** Recubrimiento según C.7.7.1 y C.23-C.7.7.1

Recubrimiento [mm]				
NSR 10	C.7.7.1		C.23-C.7.7.1	
Elementos	Edificaciones		Tanques y Estructuras Ambientales	
Viga	40		Estribos	50
			Refuerzo Principal	65
Columna	40		Estribos	50
			Refuerzo Principal	65
Vigueta	No. 14 y No.18	40	No. 14 y No.18	40
	No. 11 y Menores	20	No. 11 y Menores	20
Losa Área	No. 14 y No.18	40	No. 14 y No.18	40
	No. 11 y Menores	20	No. 11 y Menores	20
Muro	No. 14 y No.18	40	50	
	No. 11 y Menores	20		
Zapatatas	75		Inferior	75
			superior	50
Viga De Cimentación	Inferior	75	Estribos	50
	Laterales	75	Refuerzo Principal	65
	Superior	50		
Losa Cimentación	Inferior	75	50	
	Superior	50		

Inmediatamente después a esto se consultó el capítulo C.23 Tanques y estructuras de Ingeniería Ambiental de Concreto, ya que cuando se diseñan estructuras de esta índole se sustituyen los requisitos mencionados anteriormente del capítulo C.7 por los recubrimientos establecidos en la tabla C.23-C.7.7.1

**Figura 2. Protección al concreto para refuerzo en estructuras ambientales**
**TABLA C.23-C.7.7.1 — PROTECCIÓN DE CONCRETO PARA EL REFUERZO EN ESTRUCTURAS AMBIENTALES**

Condición		Concreto construido en sitio	Concreto prefabricado <sup>Nota-1</sup>	Concreto preesforzado vaciado en sitio
(a) Concreto vaciado contra la tierra y en permanente contacto con ella		75 mm	No aplica	75 mm
(b) Concreto expuesto a la tierra, líquidos, intemperie, o en losas que sostienen rellenos de tierra	Losas y viguetas		50 mm	40 mm
	Vigas y columnas	Estribos y espirales	50 mm	40 mm
		Refuerzo principal	65 mm	50 mm
	Muros		50 mm	40 mm
	Zapatillas y losas de base	Superficies vaciadas contra formaleta	50 mm	No aplica
		Superficie superior de zapatas y losas de base	50 mm	No aplica
(c) Condiciones no cubiertas en (a) o (b)	Cascares y losas plegadas		40 mm	25 mm
	Losas y viguetas	Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	20 mm	20 mm <sup>Nota-2</sup>
		Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm)	40 mm	40 mm <sup>Nota-3</sup>
	Vigas y columnas	Estribos y espirales	40 mm	25 mm
		Refuerzo principal	50 mm	40 mm
	Muros	Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	20 mm	20 mm <sup>Nota-2</sup>
		Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	40 mm	40 mm <sup>Nota-3</sup>
	Cascares y losas plegadas	Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambre MW30 o MD30 (6.2 mm de diámetro), o menores	13 mm	20 mm
		Barras No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) y mayores	20 mm	25 mm

Nota-1 – Construido bajo condiciones de control en planta de prefabricación  
 Nota-2 – Incluye ductos de preesforzado menores de 40 mm de diámetro  
 Nota-3 – Incluye ductos de preesforzado mayores o iguales a 40 mm de diámetro

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana NSR- 10

**Tabla 2. Protección Contra el fuego**

Protección contra el fuego-Recubrimiento [mm]						
NSR 10		J.3.4-3 , J.3.4-4 y J.3.5				
Categoría		R1 y R2			R3	
# de Pisos	Elementos	Edificio Muros	Edificio Aporticado	Muros de Escaleras	Hoteles	Muros de Escaleras
1 a 6	Columna	-	40	-	40	-
	Vigas	-	40	-	40	-
	Muros	20	-	20	20	25
	Muros No Portantes	20	-	-	20	-
	Viguetas y losas macizas	20	20	-	20	-
≥7	Columna	-	40	-	40	-
	Vigas	-	40	-	40	-
	Muros No Portantes	20	-	-	20	-
	Muros	20	-	20	20	25
	Viguetas y losas macizas	20	20	-	25	-

En la anterior tabla se puede detallar que se ha dividido los datos en dos, buscando una adecuación a los proyectos que maneja la empresa que por lo general están dentro de estos rangos, edificios residenciales de 5 o 6 pisos y edificios de 10 pisos o más. Además se tuvo en cuenta la clasificación que brinda la NSR-10 en el Título K Clasificación de las edificaciones por grupos de ocupación, en la sección K.2 donde se especifica que R1 corresponde al subgrupo de ocupación residencial unifamiliar y Familiar, R-2 Al subgrupo ocupacional Multifamiliar y R-3 para el subgrupo de hoteles, pensiones, aparta hoteles, moteles y hospederías.

De lo cual depondrán los recubrimientos mínimos, porque según se use la estructura se debe garantizar una mayor o menor protección al fuego, como se puede ver en las Tres siguientes tablas:

**Figura 3.** Protección al concreto contra el fuego en todos los grupos de ocupación menos en R1 y R2

**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	½	¼	-
Elementos estructurales de los materiales cubiertos por los Títulos C a G del Reglamento NSR-10	2	1	1
Cubiertas	1	1	½
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.

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana NSR- 10

**Figura 4. Protección al concreto contra el fuego en R1 y R2**

**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	½	¼	-
Elementos estructurales de los materiales cubiertos por los Títulos C a G del Reglamento NSR-10	1	1	1
Cubiertas	1	1	½
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.

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana NSR- 10

En la siguiente tabla tomada del título j de la NSR-10 asigna a cada subgrupo de ocupación según su área en metros cuadrados y número de pisos una categoría de III, II o I las cuales quieren decir que ese tipo de estructura debe garantizar que la estructura resista cierta cantidad de horas en caso de incendio. La cantidad de horas dependerán de las tablas J.3.4.3 y J.3.4.

**Figura 5. Categorización de las estructuras para efectos de resistencia contra el fuego**

**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 <sup>2</sup>	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
	$A_T < 500$	III	III	III	II	II	II	I
(I-3)	$A_T > 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 1000$		III	II	II	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	$A_T > 1000$	II	I	I	I	I	I	I
	$500 < A_T < 1000$	II	II	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	$A_T < 500$	III	III	II	II	I	I	I
	Unidades $> 140$ m <sup>2</sup>				II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades $\leq 140$ m <sup>2</sup>				III	II	II	I
	$A_T > 5000$	III	II	I	I	I	I	I
(R-3)	$A_T < 5000$	III	II	II	II	I	I	I

Notas: (1). En edificios para vivienda, el límite de 140 m<sup>2</sup> por unidad corresponde al promedio aritmético de las áreas de todas las unidades, sin tener en cuenta las zonas comunes.

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana NSR- 10

Recopilando la información para su posterior análisis se creó la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Protección al concreto

Tipo de Estructura		Vigas		Viguetas		Losas Macizas		Columnas		Muros	
		Estribos	Refuerzo Principal	No. 14 y No.18	No. 11 y Menores	No. 14 y No.18	No. 11 y Menores	Estribos	Refuerzo Principal	No. 14 y No.18	No. 11 y Menores
<b>Edificaciones</b>		40 mm		40 mm	20 mm	40 mm	20 mm	40 mm		40 mm	20 mm
<b>Estructuras ambientales(Tanques)</b>		50 mm	65 mm	40 mm	20 mm	40 mm	20 mm	50 mm	65 mm	50 mm	
<b>Protección Contra el Fuego</b>	1 a 6 pisos	40 mm		20 mm		20 mm		40 mm		20 mm	
	≥7 pisos	40 mm		20 mm		20 mm		40 mm		20 mm	
	Hoteles	40 mm		20 mm 1 a 6 pisos 25 mm ≥7 pisos		20 mm 1 a 6 pisos 25 mm ≥7 pisos		40 mm		20 mm	
Tipo de Estructura		Zapatas		Viga de cimentación		losas de cimentación		Muros de escaleras			
		Inferior	Superior	Inferior y laterales	Superior	Inferior	Superior				
<b>Edificaciones</b>		75 mm	-	75 mm	75 mm	75 mm	50 mm	-			
<b>Estructuras ambientales(Tanques)</b>		75 mm	50 mm	Estribos 50 mm	Refuerzo Principal 65 mm	50 mm		-			
<b>Protección Contra el Fuego</b>	1 a 6 pisos	-		-		-		-			
	≥7 pisos	-		-		-		-			
	Hoteles	-		-		-		25			

### 2.1.3 Análisis de Traslapos mínimos en mallas

Con el fin de crear una tabla de información donde se pueda consultar rápidamente la longitud de desarrollo necesaria para las mallas de refuerzo en losas y muros según su espesor y diámetro del acero.

Para esto se utilizó las formulas brindadas por la NSR 10 en el capítulo C.12 Desarrollo de barras corrugadas y alambre corrugados a tracción, primero con la ayuda de la hoja de cálculo brindada por el Ing. Sergio Jerez, pero modificándola para que calculara traslapos en mallas de grafiles de 6, 6.5, 7,7.5, 8 y 8.5 milímetros, que son los que se utilizan para reforzar las placas y muros en la mayoría de casos

**Figura 6.** Categorización de las estructuras para efectos de resistencia contra el fuego

LONGITUD DE DESARROLLO C.12.2.2						
C.12.2.1 - La longitud de desarrollo $l_d$ , en terminos de $d_b$ para barras corrugadas y alambres corrugados a atraccion, debe calcularse como indica C.12.2.2 o C.12.2.3, pero $l_d$ no puede ser menor que 300 mm						
LONGITUD DE DESARROLLO BARRAS RECTAS A TRACCION						
$\Psi_t =$	1.0					
$\Psi_e =$	1.0					
$\lambda =$	1.0					
$F_y(\text{kg/cm}^2) =$	4200					
$F'_c(\text{kg/cm}^2) =$	210					
Grafil	$l_d$ (m)	$l_d$ según traslapo		$l_d$ muros (DES)		
$d_b$ en cm		CLASE A	CLASE B	CLASE A	CLASE B	
0.60	0.27	0.27	0.35	0.34	0.44	
0.65	0.29	0.29	0.38	0.36	0.47	
0.70	0.31	0.31	0.40	0.39	0.50	
0.75	0.33	0.33	0.43	0.41	0.54	
0.80	0.44	0.44	0.57	0.55	0.72	
0.85	0.47	0.47	0.61	0.59	0.76	

$$l_d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{6.6 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$$

$$l_d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{5.3 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$$

Para el cálculo de estas longitudes se utilizó la siguiente fórmula:

$$\ell_d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2.1 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$$

Ya que esta fórmula es la correspondiente para barras numero 6 (3/4') o 20 mm y menores, pero para su correcta utilización en esta hoja de cálculo se realiza la conversión de unidades, pasándola del Sistema internacional que maneja la norma utilizando datos de esfuerzo en Mega pascales (MPa), al sistema mks donde el esfuerzo esta dado en Kgf/cm<sup>2</sup>. Donde la Nueva fórmula es la siguiente:

$$\ell_d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{6.6 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$$

A partir de la figura 9 se tomaron los datos correspondientes a los grafiles utilizados para los espesores de placas y muros más utilizados en la empresa, dando como resultado las siguientes tablas:

**Figura 7.** Longitudes de desarrollo para losas macizas

e[cm]	Placas					
	As [cm <sup>2</sup> ]	Refuerzo[m]	S[cm]	As Proporcionado [cm <sup>2</sup> ]	Ld Calculada[cm]	Ld Redondeada[cm]
10	2.25	6.5	15	2.21	29	30
12	2.70	7.5	15	2.95	33	35
15	3.38	8.5	15	3.78	38	40

**Figura 8.** Longitudes de desarrollo para Muros

e[cm]	Muros									
	As [cm <sup>2</sup> ]	Capas	As/Capas [cm <sup>2</sup> ]	Refuerzo[mm]	S[cm]	As Proporcionado [cm <sup>2</sup> ]	Ld Horizontal Calculada [cm]	Ld Horizontal Redondeada [cm]	Ld vertical Calculada [cm]	Ld vertical Redondeada [cm]
10	2.50	1	-	7	15	2.57	31	35	50	50
12	3.00	1	-	8	15	3.35	36	40	59	60
15	3.75	2	1.88	6	15	1.88	27	30	44	45
20	5.00	2	2.50	7	15	2.57	31	35	50	50
25	6.25	2	3.13	8	15	3.35	36	40	59	60

A la hora de utilizar estos datos se debe tener en cuenta que estos fueron calculados para una resistencia del concreto a compresión de 21 MPa o 210 Kgf/cm<sup>2</sup>.

#### **2.1.4 Configuración de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en vigas con Optimización de consumo en kilogramo por metro lineal (kg/m)**

Con el fin de tener una Biblioteca de secciones bases para vigas controladas por los mínimos requisitos expuestos en la NSR-10, se realizó una hoja de cálculo en Excel que funciona introduciéndole las dimensiones de la viga y el arreglo de refuerzo, es decir colocando las dimensiones de la sección transversal del elemento en cuestión,  $b$  siendo la Base y  $h$  siendo la altura. En la casilla Refuerzo longitudinal estará dividida en dos, en caso de que la viga tenga barras de acero de dos diámetros diferentes, se especificó claramente en cual se debe colocar la barra de menor diámetro, ya que esto es fundamental para el posterior cálculo de separaciones de estribos en la zona confinada de la viga y la longitud  $d$ .

Introduciendo las variables correctamente, en la columna verificaciones aparecerá un "OK", lo que significa que ese arreglo de acero es suficiente para la sección en análisis, de lo contrario saldrá una advertencia indicando que se debe aumentar el refuerzo, además de esto aparece una relación entre el  $A_s$  calculado o necesario por la sección y el  $A_s$  suministrado, entiéndase por  $A_s$ , el Área de acero mínima necesaria por una viga para resistir esfuerzos a flexión. Esta relación es un dato inicial que nos puede indicar Rápidamente que arreglo puede ser más Óptimo para la viga cuando este sea más cercano a 1, sin embargo es necesario realizar los cálculos siguientes para obtener la certeza que estamos buscando.

El último paso es ingresar el diámetro del Refuerzo de los estribos a utilizar, por lo general siempre se utilizan estribos número 3, sin embargo se dejó como un dato de entrada, porque pueden haber casos donde el análisis de la viga por cortante nos exija aumentarlo.

En la tabla se dejaron únicamente las dos mejores opciones para cada sección debido a que hay varias posibilidades de construir una misma viga. Se debe tener en cuenta que estas son las mejores opciones pensando en las solicitudes de la empresa y la forma de trabajar de esta, ya que pueden haber arreglos más económicos que cumplen con la norma, pero por aspectos de facilidad constructiva y experiencia de los Diseñadores estructurales del Departamento de diseño de MARVAL S.A estos no se tuvieron en cuenta a la hora de comparar y elegir la mejor opción.

Figura 9.1 Análisis comparativo de diferentes opciones de vigas para determinar el arreglo optimo controlado por el mínimo

b	h	d	As Calculado	Refuerzo Longitudinal				As Suministrado	Verificación		Refuerzo Transversa l	Ramas Adicionales	Separación Zona confinada [cm]				Separación Zona No confinada [cm]			Refuerzo Zona confinada	Refuerzo Zona No confinada Kg/m	Refuerzo Longitudinal Kg/m	Total Kg/m
				Menor db Cant	#	Mayor db Cant	#		As	Relación			d/4	6°db	150 mm	S[cm]	d/2	2°sb	se				
30	30	24.41	2.4164	2	#4	0	#5	2.5465	OK	0.95	#3	NO	6.10	7.64	15	6	12.20	12.00	12	9.38	4.69	4	27.438
30	30	24.25	2.4007	2	#5	0	#5	3.9789	OK	0.60	#3	NO	6.06	9.55	15	6	12.12	12.00	12	9.38	4.69	6.25	29.688
30	35	29.41	2.9114	3	#4	0	#4	3.8197	OK	0.76	#3	NO	7.35	7.64	15	7	14.70	14.00	14	8.04	4.02	6	26.089
30	35	29.25	2.8957	2	#5	0	#5	3.9789	OK	0.73	#3	NO	7.31	9.55	15	7	14.62	14.00	14	8.04	4.02	6.25	26.339
30	40	34.41	3.4064	3	#4	0	#4	3.8197	OK	0.89	#3	NO	8.60	7.64	15	7	17.20	14.00	14	8.04	4.02	6	26.089
30	40	34.25	3.3907	2	#5	0	#5	3.9789	OK	0.85	#3	NO	8.56	9.55	15	8	17.12	16.00	16	7.03	3.52	6.25	23.828
30	45	39.25	3.8857	2	#5	0	#5	3.9789	OK	0.98	#3	NO	9.81	9.55	15	9	19.62	18.00	18	6.25	3.13	6.25	21.875
30	45	39.25	3.8857	2	#4	1	#5	4.5359	OK	0.86	#3	NO	9.81	7.64	15	7	19.62	14.00	14	8.04	4.02	7.125	27.214
30	50	44.41	4.3964	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.84	#3	NO	11.10	9.55	15	9	22.20	18.00	18	6.25	3.13	8.25	23.875
30	50	44.25	4.3807	3	#5	0	#5	5.9683	OK	0.73	#3	NO	11.06	9.55	15	9	22.12	18.00	18	6.25	3.13	9.375	25.000
30	55	49.41	4.8914	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.93	#3	NO	12.35	9.55	15	9	24.70	18.00	18	6.25	3.13	8.25	23.875
30	55	49.09	4.8599	2	#6	0	#5	5.7296	OK	0.85	#3	NO	12.27	11.46	15	11	24.55	22.00	22	5.11	2.56	9	21.784
30	60	54.25	5.3707	3	#5	0	#6	5.9683	OK	0.90	#3	NO	13.56	9.55	15	9	27.12	18.00	18	6.25	3.13	9.375	25.000
30	60	54.09	5.3549	2	#6	0	#5	5.7296	OK	0.93	#3	NO	13.52	11.46	15	11	27.05	22.00	22	5.11	2.56	9	21.784
35	30	24.41	2.8192	3	#4	0	#5	3.8197	OK	0.74	#3	NO	6.10	7.64	15	6	12.20	12.00	12	9.38	4.69	6	29.438
35	30	24.25	2.8008	2	#5	0	#5	3.9789	OK	0.70	#3	NO	6.06	9.55	15	6	12.12	12.00	12	9.38	4.69	6.25	29.688
35	35	29.41	3.3967	3	#4	0	#5	3.8197	OK	0.89	#3	NO	7.35	7.64	15	7	14.70	14.00	14	8.04	4.02	6	26.089
35	35	29.25	3.3783	2	#5	0	#5	3.9789	OK	0.85	#3	NO	7.31	9.55	15	7	14.62	14.00	14	8.04	4.02	6.25	26.339
35	40	34.25	3.9558	2	#5	0	#6	3.9789	OK	0.99	#3	NO	8.56	9.55	15	8	17.12	16.00	16	7.03	3.52	6.25	23.828
35	40	34.09	3.9374	2	#6	0	#6	5.7296	OK	0.69	#3	NO	8.52	11.46	15	8	17.05	16.00	16	7.03	3.52	9	26.578
35	45	39.41	4.5517	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.87	#3	NO	9.85	9.55	15	9	19.70	18.00	18	6.25	3.13	8.25	23.875
35	45	39.09	4.5149	2	#6	0	#5	5.7296	OK	0.79	#3	NO	9.77	11.46	15	9	19.55	18.00	18	6.25	3.13	9	24.625
35	50	44.41	5.1292	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.98	#3	NO	11.10	9.55	15	9	22.20	18.00	18	6.25	3.13	8.25	23.875
35	50	44.09	5.0924	2	#6	0	#5	5.7296	OK	0.89	#3	NO	11.02	11.46	15	11	22.05	22.00	22	5.11	2.56	9	21.784
35	55	49.09	5.6699	2	#6	0	#5	5.7296	OK	0.99	#3	NO	12.27	11.46	15	11	24.55	22.00	22	5.11	2.56	9	21.784
35	55	49.25	5.6883	3	#5	0	#5	5.9683	OK	0.95	#3	NO	12.31	9.55	15	9	24.62	18.00	18	6.25	3.13	9.375	25.000
35	60	54.25	6.2658	4	#5	0	#6	7.9577	OK	0.79	#3	NO	13.56	9.55	15	9	27.12	18.00	18	6.25	3.13	12.5	28.125
35	60	53.93	6.2290	2	#7	0	#6	7.7986	OK	0.80	#3	NO	13.48	13.37	15	13	26.97	26.00	26	4.33	2.16	12.25	23.067
40	30	24.41	3.2219	3	#4	0	#5	3.8197	OK	0.84	#3	NO	6.10	7.64	15	6	12.20	12.00	12	9.38	4.69	6	29.438
40	30	24.25	3.2009	2	#5	0	#6	3.9789	OK	0.80	#3	NO	6.06	9.55	15	6	12.12	12.00	12	9.38	4.69	6.25	29.688
40	35	29.25	3.8609	2	#5	0	#6	3.9789	OK	0.97	#3	NO	7.31	9.55	15	7	14.62	14.00	14	8.04	4.02	6.25	26.339
40	35	29.25	3.8609	2	#4	1	#5	4.5359	OK	0.85	#3	NO	7.31	7.64	15	7	14.62	14.00	14	8.04	4.02	7.125	27.214
40	40	34.41	4.5419	2	#5	2	#4	6.5254	OK	0.70	#3	NO	8.60	9.55	15	8	17.20	16.00	16	7.03	3.52	10.25	27.828
40	40	34.41	4.5419	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.86	#3	NO	8.60	9.55	15	8	17.20	16.00	16	7.03	3.52	8.25	25.828
40	45	39.41	5.2019	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.99	#3	NO	9.85	9.55	15	9	19.70	18.00	18	6.25	3.13	8.25	23.875
40	45	39.41	5.2019	2	#5	2	#4	6.5254	OK	0.80	#3	NO	9.85	9.55	15	9	19.70	18.00	18	6.25	3.13	10.25	25.875
40	50	44.41	5.8619	2	#5	2	#4	6.5254	OK	0.90	#3	NO	11.10	9.55	15	9	22.20	18.00	18	6.25	3.13	10.25	25.875
40	50	44.25	5.8409	3	#5	0	#4	5.9683	OK	0.98	#3	NO	11.06	9.55	15	9	22.12	18.00	18	6.25	3.13	9.375	25.000
40	55	48.93	6.4589	2	#7	0	#6	7.7986	OK	0.83	#3	NO	12.23	13.37	15	12	24.47	24.00	24	4.69	2.34	12.25	23.969
40	55	49.41	6.5219	2	#5	2	#4	6.5254	OK	1.00	#3	NO	12.35	9.55	15	9	24.70	18.00	18	6.25	3.13	10.25	25.875
40	60	54.25	7.1609	4	#5	0	#4	7.9577	OK	0.90	#3	NO	13.56	9.55	15	9	27.12	18.00	18	6.25	3.13	12.5	28.125
40	60	53.93	7.1189	2	#7	0	#5	7.7986	OK	0.91	#3	NO	13.48	13.37	15	13	26.97	26.00	26	4.33	2.16	12.25	23.067

Figura 9.2. Análisis comparativo de diferentes opciones de vigas para determinar el arreglo optimo controlado por el mínimo

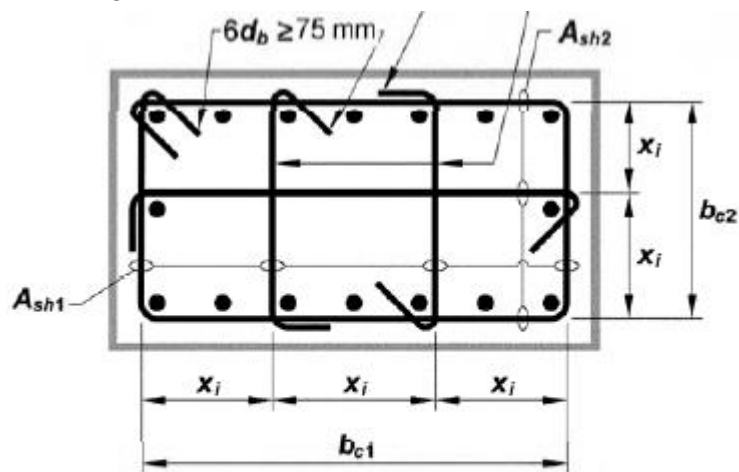
b	h	d	As Calculado	Refuerzo Longitudinal				As Suministrado	Verificación		Refuerzo Transversal	Ramas Adicionales	Separación Zona confinada [cm]				Separación Zona No confinada [cm]			Refuerzo Zona confinada Kg/m	Refuerzo Zona No confinada Kg/m	Refuerzo Longitudinal Kg/m	Total Kg/m
				Menor db		Mayor db			As	Relación			d/4	6°db	150 mm	S[cm]	d/2	2°sb	se				
				Cant	#	Cant	#																
45	30	24.41	3.6247	3	#4	0	#5	3.8197	OK	0.95	#3	SI	6.10	7.64	15	6	12.20	12.00	12	12.47	6.23	6	37.172
45	30	24.41	3.6247	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.69	#3	SI	6.10	9.55	15	6	12.20	12.00	12	12.47	6.23	8.25	39.422
45	35	29.25	4.3435	2	#4	1	#5	4.5359	OK	0.96	#3	SI	7.31	7.64	15	7	14.62	14.00	14	10.69	5.34	7.125	33.844
45	35	29.41	4.3672	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.83	#3	SI	7.35	9.55	15	7	14.70	14.00	14	10.69	5.34	8.25	34.969
45	40	34.41	5.1097	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.97	#3	SI	8.60	9.55	15	8	17.20	16.00	16	9.35	4.68	8.25	31.629
45	40	34.09	5.0624	2	#6	0	#6	5.7296	OK	0.88	#3	SI	8.52	11.46	15	8	17.05	16.00	16	9.35	4.68	9	32.379
45	45	39.25	5.8285	3	#5	0	#5	5.9683	OK	0.98	#3	SI	9.81	9.55	15	9	19.62	18.00	18	8.31	4.16	9.375	30.156
45	45	39.41	5.8522	2	#5	2	#4	6.5254	OK	0.90	#3	SI	9.85	9.55	15	9	19.70	18.00	18	8.31	4.16	10.25	31.031
45	50	44.09	6.5474	3	#6	0	#6	8.5944	OK	0.76	#3	SI	11.02	11.46	15	11	22.05	22.00	22	6.80	3.40	13.5	30.503
45	50	44.25	6.5710	4	#5	0	#7	7.9577	OK	0.83	#3	SI	11.06	9.55	15	9	22.12	18.00	18	8.31	4.16	12.5	33.281
45	55	49.25	7.3135	4	#5	0	#6	7.9577	OK	0.92	#3	SI	12.31	9.55	15	9	24.62	18.00	18	8.31	4.16	12.5	33.281
45	55	48.93	7.2663	2	#7	0	#7	7.7986	OK	0.93	#3	SI	12.23	13.37	15	12	24.47	24.00	24	6.23	3.12	12.25	27.836
45	60	54.09	8.0324	2	#5	2	#6	9.7085	OK	0.83	#3	SI	13.52	9.55	15	9	27.05	18.00	18	8.31	4.16	15.25	36.031
45	60	54.25	8.0560	2	#7	1	#5	9.7880	OK	0.82	#3	SI	13.56	13.37	15	13	27.12	26.00	26	5.75	2.88	15.375	29.762
50	30	24.25	4.0011	2	#4	1	#5	4.5359	OK	0.88	#3	SI	6.06	7.64	15	6	12.12	12.00	12	12.47	6.23	7.125	38.297
50	30	24.41	4.0274	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.77	#3	SI	6.10	9.55	15	6	12.20	12.00	12	12.47	6.23	8.25	39.422
50	35	29.41	4.8524	4	#4	0	#5	5.0930	OK	0.95	#3	SI	7.35	7.64	15	7	14.70	14.00	14	10.69	5.34	8	34.719
50	35	29.41	4.8524	2	#5	2	#4	6.5254	OK	0.74	#3	SI	7.35	9.55	15	7	14.70	14.00	14	10.69	5.34	10.25	36.969
50	40	34.09	5.6249	2	#6	0	#6	5.7296	OK	0.98	#3	SI	8.52	11.46	15	8	17.05	16.00	16	9.35	4.68	9	32.379
50	40	34.25	5.6511	3	#5	0	#5	5.9683	OK	0.95	#3	SI	8.56	9.55	15	8	17.12	16.00	16	9.35	4.68	9.375	32.754
50	45	39.09	6.4499	1	#5	2	#6	7.7190	OK	0.84	#3	SI	9.77	9.55	15	9	19.55	18.00	18	8.31	4.16	12.125	32.906
50	45	39.41	6.5024	2	#5	2	#4	6.5254	OK	1.00	#3	SI	9.85	9.55	15	9	19.70	18.00	18	8.31	4.16	10.25	31.031
50	50	44.09	7.2749	3	#6	0	#6	8.5944	OK	0.85	#3	SI	11.02	11.46	15	11	22.05	22.00	22	6.80	3.40	13.5	30.503
50	50	44.25	7.3011	4	#5	0	#7	7.9577	OK	0.92	#3	SI	11.06	9.55	15	9	22.12	18.00	18	8.31	4.16	12.5	33.281
50	55	49.09	8.0999	3	#6	0	#6	8.5944	OK	0.94	#3	SI	12.27	11.46	15	11	24.55	22.00	22	6.80	3.40	13.5	30.503
50	55	49.09	8.0999	2	#5	2	#6	9.7085	OK	0.83	#3	SI	12.27	9.55	15	9	24.55	18.00	18	8.31	4.16	15.25	36.031
50	60	54.25	8.9511	2	#7	1	#5	9.7880	OK	0.91	#3	SI	13.56	13.37	15	13	27.12	26.00	26	5.75	2.88	15.375	29.762
50	60	54.09	8.9249	2	#5	2	#6	9.7085	OK	0.92	#3	SI	13.52	9.55	15	9	27.05	18.00	18	8.31	4.16	15.25	36.031
55	30	24.25	4.4012	2	#4	1	#5	4.5359	OK	0.97	#3	SI	6.06	7.64	15	6	12.12	12.00	12	12.47	6.23	7.125	38.297
55	30	24.41	4.4301	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.84	#3	SI	6.10	9.55	15	6	12.20	12.00	12	12.47	6.23	8.25	39.422
55	35	29.09	5.2799	2	#6	0	#6	5.7296	OK	0.92	#3	SI	7.27	11.46	15	7	14.55	14.00	14	10.69	5.34	9	35.719
55	35	29.25	5.3087	3	#5	0	#5	5.9683	OK	0.89	#3	SI	7.31	9.55	15	7	14.62	14.00	14	10.69	5.34	9.375	36.094
55	40	34.09	6.1874	1	#5	2	#6	7.7190	OK	0.80	#3	SI	8.52	9.55	15	8	17.05	16.00	16	9.35	4.68	12.125	35.504
55	40	34.41	6.2451	2	#5	2	#4	6.5254	OK	0.96	#3	SI	8.60	9.55	15	8	17.20	16.00	16	9.35	4.68	10.25	33.629
55	45	39.09	7.0949	1	#5	2	#6	7.7190	OK	0.92	#3	SI	9.77	9.55	15	9	19.55	18.00	18	8.31	4.16	12.125	32.906
55	45	39.25	7.1237	4	#5	0	#7	7.9577	OK	0.90	#3	SI	9.81	9.55	15	9	19.62	18.00	18	8.31	4.16	12.5	33.281
55	50	44.09	8.0024	3	#6	0	#6	8.5944	OK	0.93	#3	SI	11.02	11.46	15	11	22.05	22.00	22	6.80	3.40	13.5	30.503
55	50	44.09	8.0024	2	#5	2	#6	9.7085	OK	0.82	#3	SI	11.02	9.55	15	9	22.05	18.00	18	8.31	4.16	15.25	36.031
55	55	49.09	8.9099	2	#5	2	#6	9.7085	OK	0.92	#3	SI	12.27	9.55	15	9	24.55	18.00	18	8.31	4.16	15.25	36.031
55	55	49.41	8.9676	2	#7	1	#4	9.0718	OK	0.99	#3	SI	12.35	13.37	15	12	24.70	24.00	24	6.23	3.12	14.25	29.836
55	60	54.09	9.8174	4	#6	0	#6	11.4592	OK	0.86	#3	SI	13.52	11.46	15	11	27.05	22.00	22	6.80	3.40	18	35.003
55	60	53.77	9.7596	2	#8	0	#8	10.1859	OK	0.96	#3	SI	13.44	15.28	15	13	26.89	26.00	26	5.75	2.88	16	30.387

**Figura 9.3.** Análisis comparativo de diferentes opciones de vigas para determinar el arreglo óptimo controlado por el mínimo

b	h	d	As Calculado	Refuerzo Longitudinal				As Suministrado	Verificación		Refuerzo Transversal	Ramas Adicionales	Separación Zona confinada [cm]				Separación Zona No confinada [cm]			Refuerzo Zona confinada Kg/m	Refuerzo Zona No confinada Kg/m	Refuerzo Longitudinal Kg/m	Total Kg/m
				Menor db		Mayor db			As	Relación			d/4	6*db	150 mm	S[cm]	d/2	2*sb	se				
				Cant	#	Cant	#																
60	30	24.41	4.8329	4	#4	0	#5	5.0930	OK	0.95	#3	SI	6.10	7.64	15	6	12.20	12.00	12	12.47	6.23	8	39.172
60	30	24.41	4.8329	2	#5	1	#4	5.2521	OK	0.92	#3	SI	6.10	9.55	15	6	12.20	12.00	12	12.47	6.23	8.25	39.422
60	35	29.25	5.7914	3	#5	0	#6	5.9683	OK	0.97	#3	SI	7.31	9.55	15	7	14.62	14.00	14	10.69	5.34	9.375	36.094
60	35	29.41	5.8229	5	#4	0	#5	6.3662	OK	0.91	#3	SI	7.35	7.64	15	7	14.70	14.00	14	10.69	5.34	10	36.719
60	40	34.09	6.7498	1	#5	2	#6	7.7190	OK	0.87	#3	SI	8.52	9.55	15	8	17.05	16.00	16	9.35	4.68	12.125	35.504
60	40	34.25	6.7814	4	#5	0	#6	7.9577	OK	0.85	#3	SI	8.56	9.55	15	8	17.12	16.00	16	9.35	4.68	12.5	35.879
60	45	38.93	7.7083	2	#7	0	#7	7.7986	OK	0.99	#3	SI	9.73	13.37	15	9	19.47	18.00	18	8.31	4.16	12.25	33.031
60	45	39.25	7.7714	4	#5	0	#6	7.9577	OK	0.98	#3	SI	9.81	9.55	15	9	19.62	18.00	18	8.31	4.16	12.5	33.281
60	50	44.41	8.7929	2	#7	1	#4	9.0718	OK	0.97	#3	SI	11.10	13.37	15	11	22.20	22.00	22	6.80	3.40	14.25	31.253
60	50	44.09	8.7298	2	#5	2	#6	9.7085	OK	0.90	#3	SI	11.02	9.55	15	9	22.05	18.00	18	8.31	4.16	15.25	36.031
60	55	49.25	9.7514	2	#7	1	#5	9.7880	OK	1.00	#3	SI	12.31	13.37	15	12	24.62	24.00	24	6.23	3.12	15.375	30.961
60	55	49.09	9.7198	4	#6	0	#6	11.4592	OK	0.85	#3	SI	12.27	11.46	15	11	24.55	22.00	22	6.80	3.40	18	35.003
60	60	54.09	10.7098	4	#6	0	#5	11.4592	OK	0.93	#3	SI	13.52	11.46	15	11	27.05	22.00	22	6.80	3.40	18	35.003
60	60	54.09	10.7098	1	#8	2	#6	10.8225	OK	0.99	#3	SI	13.52	15.28	15	13	27.05	26.00	26	5.75	2.88	17	31.387

Como se puede ver en las tablas lo que hace la hoja de Excel es calcular cuánto pesa el acero en cada arreglo digitado, teniendo en cuenta diferentes requisitos de la norma como la separación mínima de los estribos en la zona confinada y no confinada de la viga y la separación máxima de 35 cm de las ramas de estribos, es decir que en vigas donde su base se mayor o igual a 45 cm se necesitaría una tercera rama ya que la separación si se dejara con dos sería igual a:  $45 - 2 * Rec$ , es decir 45 cm menos 8 (utilizando un recubrimiento mínimo de 4 cm) que sería 37 cm lo cual supera el máximo exigido por la norma, obligándonos a poner una rama adicional lo cual aumentara el peso de la viga considerablemente

Figura 13. Separación máxima entre ramas



La dimensión  $x_i$  centro a centro entre las ramas de estribo no debe exceder 350 mm. El término  $h_x$  usado en la ecuación (21-2) se toma como el mayor valor de  $x_i$ .

Por último se procedió a comparar los datos de cuantos kilogramos por metro lineal necesitaba cada opción y se eligió el que menos pesara, en algunos casos se escogió el segundo mejor arreglo ya que el primero era todo con barras número 4 y por lo ya mencionado antes se busca evitar estos arreglos en Estructuras con capacidad de disipación de energía especial DES, y utilizar como mínimo barras número 5.

Estos cálculos son solo para DES, la hoja de cálculo para DMO (capacidad de disipación moderada) ya está diseñada pero aún no se han elegido los mejores arreglos.

Por último se Recopilaron los mejores Arreglos para cada sección para dejar una Biblioteca de secciones diseñadas por el mínimo, con dos finalidades, la primera poder mirar cual es el mínimo de cierta viga a la hora de pasar la lista de chequeo por un diseño y despiece de vigas, y segundo que el diseñador a la hora de empezar a elaborar su estructura pueda saber cuáles serán los mínimos que controlen sus elementos.

**Figura 10. Biblioteca de Secciones de vigas controladas por el mínimo**

Dimensiones Viga		Refuerzo						Observaciones	
b	h	As Calculado	Cant	#	+	Cant	#		As Suministrado
30	30	2.4007	2	#5	+	0	#5	3.9789	
30	35	2.8957	2	#5	+	0	#4	3.9789	
30	40	3.3907	2	#5	+	0	#5	3.9789	
30	45	3.8857	2	#5	+	0	#5	3.9789	
30	50	4.3807	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
30	55	4.8757	2	#5	+	1	#5	5.9683	
30	60	5.3707	3	#5	+	0	#5	5.9683	2#6
35	30	2.8008	2	#5	+	0	#5	3.9789	
35	35	3.3783	2	#5	+	0	#5	3.9789	
35	40	3.9558	2	#5	+	0	#6	3.9789	
35	45	4.5333	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
35	50	5.1108	2	#5	+	1	#4	5.2521	
35	55	5.6883	3	#5	+	0	#5	5.9683	
35	60	6.2658	4	#5	+	0	#7	7.9577	
40	30	3.2009	2	#5	+	0	#5	3.9789	
40	35	3.8609	2	#5	+	0	#6	3.9789	
40	40	4.5209	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
40	45	5.1809	2	#5	+	1	#4	5.2521	
40	50	5.8409	2	#5	+	2	#4	6.5254	
40	55	6.5009	2	#5	+	2	#4	6.5254	
40	60	7.1609	4	#5	+	0	#5	7.9577	
45	30	3.6010	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
45	35	4.3435	2	#5	+	1	#4	5.2521	
45	40	5.0860	2	#5	+	1	#4	5.2521	
45	45	5.8285	3	#5	+	0	#5	5.9683	
45	50	6.5710	4	#5	+	0	#6	7.9577	
45	55	7.3135	4	#5	+	0	#6	7.9577	
45	60	8.0560	2	#5	+	2	#6	9.7085	
50	30	4.0011	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
50	35	4.8261	2	#5	+	1	#4	5.2521	
50	40	5.6511	3	#5	+	0	#6	5.9683	
50	45	6.4761	2	#5	+	2	#4	6.5254	
50	50	7.3011	4	#5	+	0	#6	7.9577	
50	55	8.1261	2	#5	+	2	#6	9.7085	
50	60	8.9511	2	#5	+	2	#6	9.7085	
55	30	4.4012	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
55	35	5.3087	3	#5	+	0	#6	5.9683	
55	40	6.2162	2	#5	+	2	#4	6.5254	
55	45	7.1237	4	#5	+	0	#6	7.9577	
55	50	8.0312	2	#5	+	2	#6	9.7085	
55	55	8.9387	2	#5	+	2	#6	9.7085	
55	60	9.8462	4	#6	+	0	#8	11.4592	
60	30	4.8014	2	#5	+	1	#4	5.2521	2#5 + 2#4
60	35	5.7914	3	#5	+	0	#6	5.9683	
60	40	6.7814	4	#5	+	0	#6	7.9577	
60	45	7.7714	4	#5	+	0	#6	7.9577	
60	50	8.7614	2	#5	+	2	#6	9.7085	
60	55	9.7514	4	#6	+	0	#5	11.4592	
60	60	10.7414	4	#6	+	0	#5	11.4592	

En caso que se quiera evitar utilizar traslapo clase B cuando hay arreglos de 3 barras longitudinales, se debe utilizar el arreglo de la casilla observaciones.

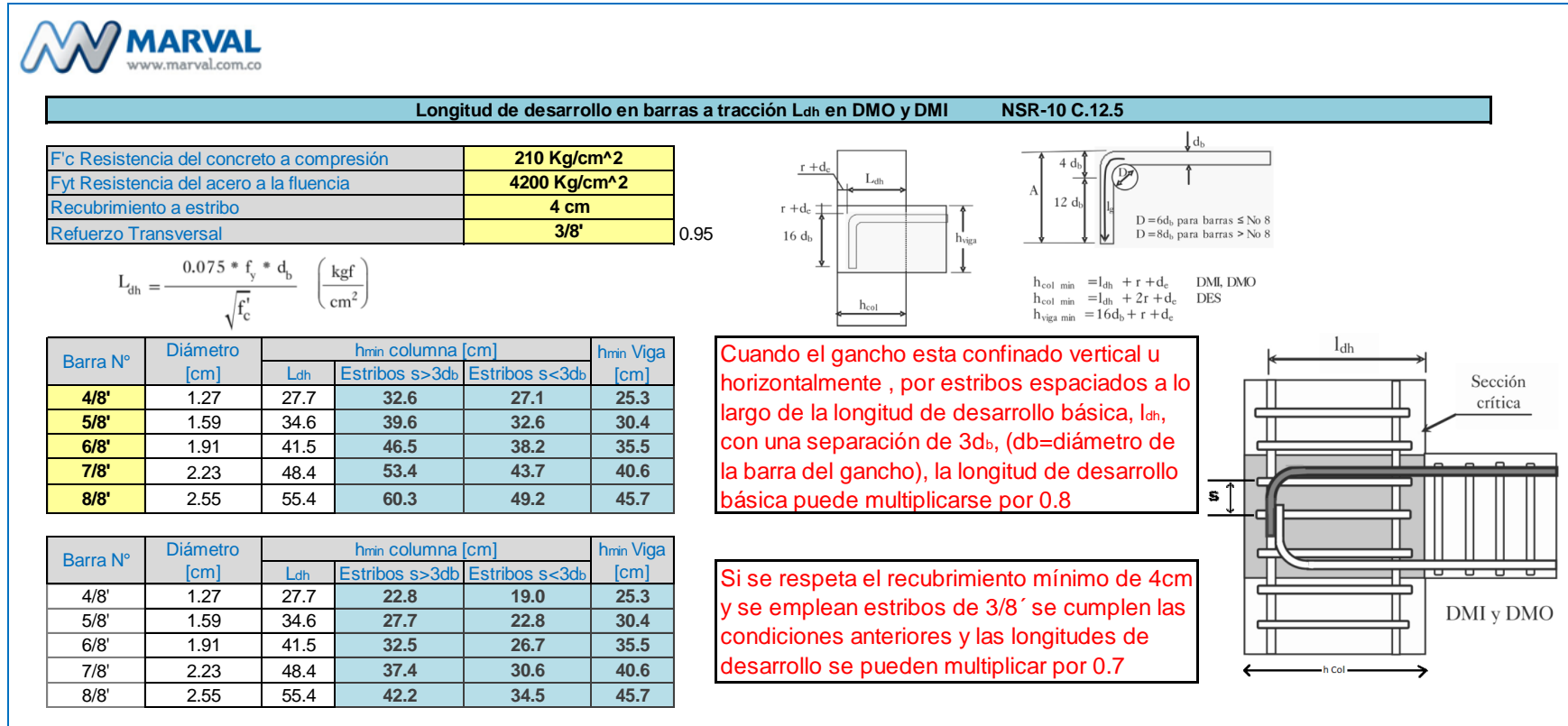
### 2.1.5 Evaluación de la longitud de desarrollo de barras a tracción $L_{dh}$ para el dimensionamiento de vigas y Columnas

En el momento de dimensionar las vigas y columnas de un pórtico se debe tener en cuenta cuando estos dos objetos están relacionados directamente, es decir en los nodos, cuando una viga sale o llega a una columna.

El refuerzo que viene de la viga necesita desarrollarse en la columna en forma de gancho, dictando así una dimensión mínima para la columna denominada  $H_{min}$  Col y una para la viga llamada  $h_{min}$  Viga.

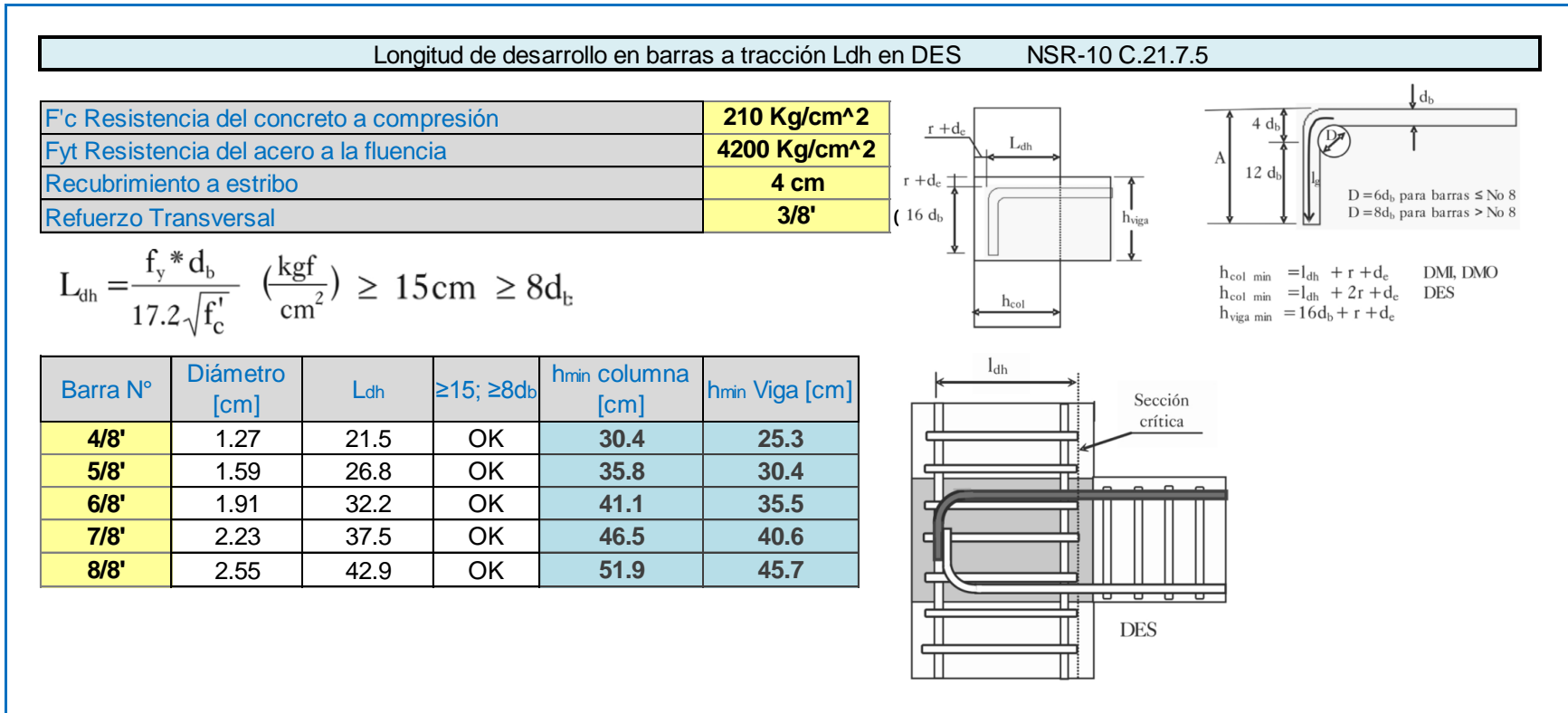
Se realizaron dos hojas de cálculo en Excel, una para DMO y DMI y otra para DES, ya que sus fórmulas y condiciones varían según esto, por ejemplo en DMO las formulas no incluyen los factores de reducción que se pueden aplicar en ciertos casos, al contrario de DES que las formulas ya los tienen incluidos, dándonos una única Longitud de desarrollo posible.

Figura 11. Longitud de desarrollo de barras a tracción en DMO y DMI Según NSR-10 C.12.5



En esta se deja claramente especificado en qué casos se pueden aplicar los factores de reducción de 0.8 y 0.7 respectivamente, y queda ya calculada la longitud. Estos factores son únicamente para el h mínimo de la columna, la altura de la viga si se debe dejar como o lo dictamina la formula.

**Figura 12.** Longitud de desarrollo de barras a tracción en DES Según NSR-10 C.21.7.5



## **2.2 ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA SEGUNDA ETAPA DE LA PRÁCTICA**

Las actividades desarrolladas durante el periodo del once de Abril (11/04/2017) al veinte de Mayo (20/05/2017) se desarrollaron de la siguiente forma

### **2.2.1. Conformación de información base para listas de chequeo: Datos generales de vigas y columnas**

Continuando la conformación de una fuente de información a partir de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10, para la creación de las lista de chequeo de los diferentes elementos estructurales manejados por la empresa, se creó un documento que organiza los requisitos solicitados por la norma de acuerdo al tipo de estructura y su capacidad de disipación de energía, vale aclarar que acá no se encuentra todo lo presentado en la NSR-10. Los datos se encuentran organizados de tal forma que se puedan comparar los requisitos para DES, contra los de DMO y DMI.

El titulo C de la NSR-10 en el capítulo C.21 contiene disposiciones para el diseño y la construcción de los elementos de concreto reforzado de una estructura con base en la disipación de energía.

Cada ítem mencionado en las tablas está relacionado con su ubicación en la norma, ya que no todos se encuentran copiados tal cual aparece en la norma, haciendo así más fácil su búsqueda para un tercero en caso de necesitarla.

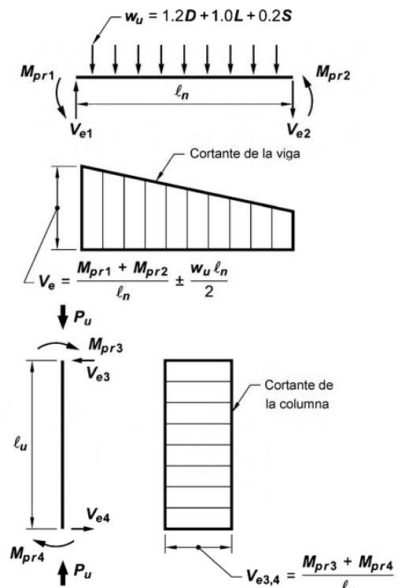
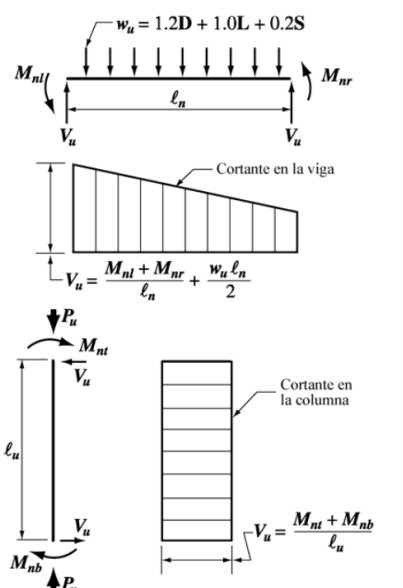
En esta falta añadir la información base sobre las uniones viga-columna (nudos), y con esta ya se tendría los datos suficientes para entrar a crear la lista de chequeo de pórticos. Esta actividad está programada para el tercer periodo de la práctica empresarial.

Requisitos Geométricos Para VIGAS		
Capacidad Especial de Disipación de Energía <b>DES</b>	Capacidad Moderada de Disipación de Energía <b>DMO</b>	Capacidad De Disipación De Energía Mínima <b>DMI</b>
1. *DMI:1	1. *DMI →1	1. La Separación entre los apoyos laterales de una viga no debe exceder de 50 veces el menor ancho b de la ala o cara de compresión. $L_{\text{libre}} \leq 50b$ <b>NSR-10, C.10.4.1</b>
2. La fuerza mayorada de compresión axial en el elemento, $P_u$ , no debe exceder $A_g f'_c / 10$ . <b>NSR-10, C.21.5.1.1</b>	2. La fuerza mayorada de compresión axial en el elemento, $P_u$ , no debe exceder $A_g f'_c / 10$ <b>NSR-10, C.21.3.2</b>	2. No hay requisito especial
3. La Luz libre del elemento $L_n$ , no debe ser menor que 4 veces su altura Útil <b>NSR-10, C.21.5.1.2</b>	3. No hay requisito especial	3. La luz libre del elemento $L_n$ , no debe ser menor ni igual a 4 veces la altura total del elemento h (Si $L_n \leq 4h$ se consideraría una Viga de gran Altura) <b>NSR-10, C.10.7.1</b>
4. El ancho del elemento $b_w$ , no debe ser menor que el mayor valor entre 0.3h y 250 mm. ( $b_w \geq 0.3h$ ) ( $b_w \geq 250$ mm) <b>NSR-10, C.21.5.1.3</b>	4. El ancho del elemento $b_w$ , no debe ser menor que 200mm. ( $b_w \geq 200$ mm) <b>NSR-10, C.21.3.4.1</b>	4. No hay requisito especial
5. El ancho del elemento $b_w$ , no debe exceder el ancho del elemento de apoyo $C_2$ , mas una distancia a cada lado del elemento de apoyo que sea igual al menor de entre (a) y (b): (a) Ancho del elemento de apoyo, $C_2$ (b) 0.75 veces la dimensión total del elemento $C_1$ . <b>NSR-10, C.21.5.1.4</b>	5. No hay requisito especial	5. No hay requisito especial
6. *DMO → 6 <b>NSR-98, C.21.3.1.f</b>	6. La excentricidad respecto a la columna que le da apoyo no puede ser mayor que el 25% del ancho del apoyo medido en la dirección perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la viga. <b>NSR-10, C.21.3.4.2</b>	6. No hay requisito especial

Refuerzo Longitudinal Para VIGAS		
Capacidad Especial de Disipación de Energía <b>DES</b>	Capacidad Moderada de Disipación de Energía <b>DMO</b>	Capacidad De Disipación De Energía Mínima <b>DMI</b>
<p>1. En cualquier sección de un elemento a flexión, excepto por lo dispuesto en C.10.5.3 para el refuerzo superior como inferior, el área de refuerzo no debe ser menor que la dada por la ecuación (C.10-3)</p> $A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$ <p>Ni debe ser menor que: <math>1.4b_w d/f_y</math></p> <p>y la cuantía de refuerzo <math>\rho</math>, no debe exceder 0.025. Al menos dos barras deben disponerse en forma continua tanto en la parte superior como inferior. <b>NSR-10, C.21.5.2.1</b></p>	<p>1. En cualquier sección de la viga el refuerzo superior e inferior no debe tener una cuantía <math>\rho</math>, inferior a la que se obtiene con la ecuación (C.10-3)</p> $A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$ <p>Ni debe exceder 0.025. Debe haber al menos dos barras continuas con diámetro igual o superior a N°4 (1/2") ó 12M(12 mm), tanto arriba como abajo. <b>NSR-10, C.21.3.4.3</b></p>	<p>1. Las vigas deben tener al menos dos barras longitudinales continuas colocadas a lo largo de ambas caras superior e inferior. Estas barras deben desarrollarse en la cara de apoyo. <b>NSR-10, C.21.2.2</b></p>
<p>2. La resistencia al momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor que un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos. <b>NSR-10, C.21.5.2.2</b></p>	<p>2. La resistencia a Momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que un tercio de la resistencia a momento positivo proporcionada en esa misma cara del nudo. La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor de un quinto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos. <b>NSR-10, C.21.3.4.4</b></p>	<p>2. No hay requisito especial</p>
<p>3. Solo se permiten empalmes por traslape de refuerzo de flexión cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslape. El espaciamiento del refuerzo transversal que confina las barras traslapadas no debe exceder al menor entre <math>d/4</math> y 100 mm. No deben usarse empalmes por traslape:</p> <p>(a) Dentro de los Nudos (b) En una distancia de dos veces la altura del elemento medida desde la cara del nudo (c) Donde el análisis indique fluencia por flexión causada por desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. <b>NSR-10, C.215.2.3</b></p>	<p>3. No se permiten empalmes por traslape dentro de los nudos. <b>NSR-10, C.21.3.4.5</b></p>	<p>3. No hay requisito especial</p>
<p>4. Los empalmes mecánicos deben cumplir con C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir con C.21.1.7. <b>NSR-10, C.21.5.2.4</b></p>	<p>4. No hay requisito especial</p>	<p>4. No hay requisito especial</p>

Refuerzo Transversal Para **VIGAS**

Capacidad Especial de Disipación de Energía <b>DES</b>	Capacidad Moderada de Disipación de Energía <b>DMO</b>	Capacidad De Disipación De Energía Mínima <b>DMI</b>
<p>1. Deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en las siguientes regiones de los elementos pertenecientes a pórticos</p> <p>(a) En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.</p> <p>(b) En longitudes iguales a dos veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.3.1</b></p>	<p>1. En ambos extremos del elemento, deben disponerse estribos cerrados de confinamiento al menos N°3 por longitudes iguales a 2h, medidas desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.4.6</b></p>	<p>1. No hay requisito especial</p>
<p>2. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no mas de 50 mm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor valor de:</p> <p>(a) d/4</p> <p>(b) 6d<sub>b</sub> de la barra longitudinal mas pequeña</p> <p>(c) 150 mm</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.3.2</b></p>	<p>2. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no mas de 50 mm de la cara del elemento del apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor a,b,c y d:</p> <p>(a) d/4</p> <p>(b) 8d<sub>b</sub> de la barra longitudinal confinada más pequeña.</p> <p>(c) 24d<sub>e</sub> de la barra del estribo cerrado de confinamiento</p> <p>(d) 300 mm</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.4.6</b></p>	<p>2. No hay requisito especial</p>
<p>3. Cuando se requieran estribos cerrados de confinamiento, las barras longitudinales para flexión mas cercanas a las caras de tracción y compresión deben tener soporte lateral conforme a C.7.10.5.3 o C.7.10.5.4. El espaciamiento entre barras longitudinales con soporte lateral no debe exceder 350 mm. No hay necesidad de dar soporte lateral al refuerzo superficial requerido por C.10.6.7.</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.3.3.</b></p>	<p>3. Donde se requieran estribos cerrados de confinamiento, las barras longitudinales del perímetro deben tener soporte lateral conforme a C.7.10.5.3</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.4.7</b></p>	<p>3. No hay requisito especial</p>
<p>4. Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no mas de d/2 en toda la longitud del elemento.</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.3.4</b></p>	<p>4. Deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos espaciados a no mas de d/2 en toda la longitud del elemento.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.4.8</b></p>	<p>4. El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder de d/2 en elementos de concreto no pre esforzado.</p> <p><b>NSR-10, C.11.4.5.1</b></p>
<p>5. Los estribos que se requieran para resistir cortante deben ser estribos cerrados de confinamiento colocados en los lugares dentro de los elementos descritos en C.21.5.3.1</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.3.5</b></p>	<p>5. No hay requisito especial</p>	<p>5. Donde V<sub>s</sub> sobrepase <math>0.33\sqrt{f'_c}b_wd</math> la separación máxima de los estribos no debe exceder d/4.</p> <p><b>NSR-10, C.11.4.5.3</b></p>

Tensiones Cortantes en VIGAS		
Capacidad Especial de Disipación de Energía <b>DES</b>	Capacidad Moderada de Disipación de Energía <b>DMO</b>	Capacidad De Disipación De Energía Mínima <b>DMI</b>
<p>1. La fuerza cortante de diseño, <math>V_c</math>, se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas en la parte del elemento comprendida entre las caras del nudo. Se debe suponer que en las caras de los nudos actúan momentos de signo opuesto correspondientes a la resistencia probable, <math>M_{pr}</math>, y que el elemento está además cargado con cargas aferentes gravitacionales mayoradas a lo largo de la luz.</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.4.1</b></p>	<p>1. El <math>\Phi V_n</math> de vigas que resisten efectos sísmicos ,E, no debe ser menor que el menor valor de (a) y(b):</p> <p>(a) La suma del cortante debido a flexión, en curvatura inversa, asociado con el desarrollo de los momentos nominales de la viga <math>M_n</math>, en cada extremo restringido de la luz libre y el cortante calculado para las cargas gravitacionales mayoradas.</p> <p>(b) El cortante máximo obtenido de las combinaciones de cargas de diseño que incluyan, E, considerando E como el doble del prescrito por el título A de la NSR.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.3.1</b></p>	<p>1. No hay requisito especial</p>
<p>2. El refuerzo transversal identificado en C.21.5.3.1 debe diseñarse para resistir cortante suponiendo <math>V_c=0</math> cuando se produzcan simultáneamente a y b:</p> <p>(a) La fuerza cortante inducida por el sismo calculada de acuerdo con C.21.5.4.1 representa la mitad o más de la resistencia máxima a cortante requerida en esas zonas.</p> <p>(b) La fuerza axial de compresión mayorada, incluyendo los efectos sísmicos es menor que: <math>0.05 f'_c A_g</math>.</p> <p><b>NSR-10, C.21.5.4.2</b></p>	<p>2. No hay requisito especial</p>	<p>2. No hay requisito especial</p>
 <p><math>w_u = 1.2D + 1.0L + 0.2S</math></p> <p><math>V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{\ell_n} \pm \frac{w_u \ell_n}{2}</math></p> <p><math>V_{e3,4} = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{\ell_u}</math></p>	 <p><math>w_u = 1.2D + 1.0L + 0.2S</math></p> <p><math>V_u = \frac{M_{nl} + M_{nr}}{\ell_n} + \frac{w_u \ell_n}{2}</math></p> <p><math>V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{\ell_u}</math></p>	

Requisitos Geométricos Para Columnas		
Capacidad Especial de Disipación de Energía DES	Capacidad Moderada de Disipación de Energía DMO	DMI
<p>1. La fuerza mayorada de compresión axial en el elemento, <math>P_u</math>, es mayor que <math>A_g * F'_c / 10</math>. <b>NSR-10, C.21.6.1</b></p>	<p>1. La fuerza mayorada de compresión axial en el elemento, <math>P_u</math>, es mayor que <math>A_g * F'_c / 10</math>. <b>NSR-10, C.21.3.2</b></p>	<p>1. No hay requisito especial</p>
<p>2. La dimensión menor de la sección transversal medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométricos, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m<sup>2</sup>. <b>NSR-10, C.21.6.1.1</b></p>	<p>2. La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa por el centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.20m pero su área no puede ser menor de 0.0625 m<sup>2</sup>. <b>NSR-10, C.21.3.5.1</b></p>	<p>2. No hay requisito especial</p>
<p>3. La relación entre la dimensión menor de la sección del elemento y la dimensión perpendicular no debe ser menor de: (a) 0.35 cuando la dimensión menor es <math>\leq 300</math> cm (b) 0.25 cuando la dimensión menor es <math>&gt;30</math> cm y <math>\leq 50</math> cm (c) 0.20 cuando la dimensión menor es <math>&gt;50</math> cm <b>NSR-10, C.21.6.1.2</b></p>	<p>3. No hay requisito especial</p>	<p>3. No hay requisito especial</p>
<p>4. En columnas con estribos de confinamiento circulares, el mínimo numero de barras longitudinales es 6. <b>NSR-10, C.21.6.3.2</b></p>	<p>4. No hay requisito especial</p>	<p>4. Numero mínimo de barras longitudinales debe ser 4 en estribos circulares o rectangulares, 3 para barras dentro de estribos triangulares y 6 para barras rodeadas por espirales. <b>NSR-10,</b></p>
Resistencia mínima a la flexión de las Columnas		
<p>1. Las columnas deben satisfacer uno de los siguientes requisitos: (a) La resistencia a la flexión de la columna debe satisfacer la siguiente ecuación: <math>\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}</math> (C.21-4) <math>\sum M_{nc}</math>= Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión mas baja. <math>\sum M_{nb}</math>= Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en la cara del nudo. Las resistencias a la flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de la viga. Debe satisfacerse la ecuación C.21-4 para momentos de vigas que actúen en ambas direcciones en el plano vertical del pórtico que se considera. <b>NSR-10, C.21.6.2.2</b></p>	<p>1. Las columnas deben satisfacer uno de los siguientes requisitos: (a) La resistencia a la flexión de la columna debe satisfacer la siguiente ecuación: <math>\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}</math> (C.21-4) <math>\sum M_{nc}</math>= Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión mas baja. <math>\sum M_{nb}</math>= Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en la cara del nudo. Las resistencias a la flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de la viga. Debe satisfacerse la ecuación C.21-4 para momentos de vigas que actúen en ambas direcciones en el plano vertical del pórtico que se considera. <b>NSR-10, C.21.3.6.2</b></p>	<p>1. No hay requisito especial</p>
<p>2. (b) Cuando no se satisface lo anterior en un nudo, la resistencia lateral y la rigidez de las columnas que soportan las reacciones provenientes de dicho nudo deben ser ignoradas al determinar la resistencia y la rigidez calculadas para la estructura. Estas columnas deben satisfacer C.21.13 <b>NSR-10, C.21.6.2.3</b></p>	<p>2. (b) Cuando no se satisface lo anterior en un nudo, la resistencia lateral y la rigidez de las columnas que soportan las reacciones provenientes de dicho nudo deben ser ignoradas al determinar la resistencia y la rigidez de la estructura. Estas columnas deben tener el refuerzo de confinamiento en toda su longitud, desde el nudo donde no se satisface hasta la cimentación. El incumplimiento de este requisito solo se permite hasta en un 10% de las columnas de un mismo piso. <b>NSR-10, C.21.3.6.3</b></p>	<p>2. No hay requisito especial</p>

Refuerzo longitudinal en <b>Columnas</b>		
Capacidad Especial de Disipación de Energía <b>DES</b>	Capacidad Moderada de Disipación de Energía <b>DMO</b>	Capacidad De Disipación De Energía Mínima <b>DMI</b>
<p>1. El área de refuerzo longitudinal, <math>A_{st}</math>, no debe ser menor que <math>0.01A_g</math> ni mayor a <math>0.04A_g</math>. <b>NSR-10, C.21.6.3.1</b></p> <p>2. Los empalmes por traslapo se permiten solo dentro de la mitad central de la longitud del elemento, deben diseñarse como empalmes por traslapo de tracción y deben estar confinados dentro del refuerzo transversal de acuerdo a C.21.6.4.2 y C.21.6.4.3 <b>NSR-10, C.21.6.3.3</b></p>	<p>1. El área de refuerzo longitudinal, <math>A_{st}</math>, no debe ser menor que <math>0.01A_g</math> ni mayor a <math>0.04A_g</math>. <b>NSR-10, C.21.3.5.2</b></p> <p>2. Los empalmes por traslapo se permiten únicamente en la mitad central de la longitud y deben diseñarse como empalmes en tracción. <b>NSR-10, C.21.3.5.3</b></p>	<p>1. El área de refuerzo longitudinal, <math>A_{st}</math>, no debe ser menor que <math>0.01A_g</math> ni mayor a <math>0.04A_g</math>.</p> <p>2. No hay requisito especial</p>
Refuerzo Transversal en <b>Columnas</b>		
<p>1. El refuerzo transversal debe disponerse mediante espirales sencillas o traslapadas, que cumplan con C.7.10.4, estribos cerrados de confinamiento circulares o estribos cerrados de confinamiento rectilíneos con o sin ganchos suplementarios. Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra o con un diámetro menor y el mismo espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento. cada extremo del gancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos, <math>h_x</math>, dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro. <b>NSR-10, C.21.6.4.2</b></p> <p>2. El refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud <math>L_0</math> medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud <math>L_0</math> no debe ser menor que la mayor de: (a) La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión. (b) Un Sexto de la luz libre del elemento (c) 450 mm <b>NSR-10, C.21.6.4.1</b></p> <p>3. La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder el menor valor de: (a) la cuarta parte de la dimensión mínima del elemento. (b) 6 veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor (c) <math>(100 + ((350 - h_x) / 3))</math> El valor <math>s_o</math> no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100 mm <b>NSR-10, C.21.6.4.3</b></p>	<p>1. Debe utilizarse refuerzo en espiral, o estribos de confinamiento, como se indica a continuación, a menos que se requieran cantidades mayores por esfuerzos cortantes. Cuando se utilice refuerzo en espiral debe cumplirse con C.21.3.5.5. Cuando se utilicen estribos de confinamiento se debe cumplir con C.21.3.5.6 a C.21.3.5.11. La sección C.21.3.5.12 se aplica a todas las columnas, y C.21.3.5.13 se aplica a todas las columnas que soportan elementos rígidos discontinuos. <b>NSR-10, C.21.3.5.4</b></p> <p>2. La longitud <math>L_0</math> no debe ser menor que la mayor entre: (a) Una sexta parte de la luz libre de la columna (b) La mayor dimensión de la sección transversal de la columna (c) 500 mm <b>NSR-10, C.21.3.5.6</b></p> <p>3. En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento <math>S_o</math>. El espaciamiento <math>S_o</math> no debe exceder el menor valor de: (a) 8 Veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro. (b) 16 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento (c) 1/3 de la menor dimensión de la sección transversal (d) 150 mm <b>NSR-10, C.21.3.5.6</b></p>	<p>1. No hay requisito especial</p> <p>2. No hay requisito especial</p> <p>3. El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder 16 diámetros de barra longitudinal, 48 diámetros de barra o alambre de los estribos, o la menor dimensión del elemento sometido a compresión. <b>NSR-10, C.10.7.5.2</b></p>

Refuerzo Transversal en Columnas		
Capacidad Especial de Disipación de Energía <b>DES</b>	Capacidad Moderada de Disipación de Energía <b>DMO</b>	<b>DMI</b>
<p>4. Debe proporcionarse refuerzo transversal en las cantidades que se especifican de (a) o (b), a menos que en C.21.6.5 se exija mayor cantidad.</p> <p>(a) La cuantía volumétrica de refuerzo en espiral o de estribos cerrados de confinamiento circulares, <math>\rho_s</math>, no debe ser menor que la requerida por la ecuación C.21-6:</p> $\rho_s = 0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ <p>y no debe ser menor que la requerida por la ecuación (C.10-5).</p> $\rho_s = 0.45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ <p><b>NSR-10, C.21.6.4.4</b></p>	<p>4. La cuantía volumétrica de refuerzo en espiral o de estribos cerrados de confinamiento circulares, <math>\rho_s</math>, no debe ser menor que la requerida por la ecuación (C.10-5):</p> $\rho_s = 0.08 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ <p>y no debe ser menor que la requerida por la ecuación (C.10-5).</p> $\rho_s = 0.45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ <p><b>NSR-10, C.21.3.5.5</b></p>	<p>4. No hay requisito especial</p>
<p>5. (b) El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, <math>A_{sh}</math>, no debe ser menor que la requerida por las ecuaciones (C.21-7) y (C.21-8).</p> $A_{sh} = 0.3 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$ $A_{sh} = 0.09 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}}$ <p><b>NSR-10, C.21.6.4.4</b></p>	<p>5. El área total de la sección de refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, <math>A_{sh}</math>, colocados en la longitud <math>L_o</math> no debe ser menor que la requerida por las ecuaciones (C.21-2) y (C.21-3).</p> $A_{sh} = 0.2 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$ $A_{sh} = 0.06 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}}$ <p><b>NSR-10, C.21.3.5.7</b></p>	<p>5. No hay requisito especial</p>
<p>6. Mas allá de la longitud <math>L_o</math>, el resto de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento, que cumpla con C.7.10, con un espaciamiento, <math>s</math>, medido centro a centro que no exceda al menor de 6 veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna o 150 mm, a menos que se requieran mayores cantidades por confinamiento.</p> <p><b>NSR-10, C.21.6.4.5</b></p>	<p>6. Fuera de la longitud <math>L_o</math>, deben colocarse estribos de confinamiento con la misma disposición, diámetro de barra y resistencia a la fluencia, <math>F_{yt}</math>, con un espaciamiento centro a centro que no debe ser mayor que 2 veces el espaciamiento utilizado en la longitud <math>L_o</math>.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.5.11</b></p>	<p>6. No hay requisito especial</p>
<p>7. Las columnas que soportan reacciones de elementos rígidos discontinuos, como muros, deben satisfacer (a) y (b):</p> <p>(a) El refuerzo transversal como se especifica en C.21.6.4.2 a C.21.6.4.4, debe proporcionarse en su altura total, en todos los niveles, debajo del nivel en el cual ocurre la discontinuidad, cuando la fuerza mayorada de compresión axial en estos elementos, relacionada con el efecto sísmico, excede <math>A_g f'_c / 10</math>. Donde se hayan magnificado las fuerzas de diseño para calcular la sobre resistencia de los elementos verticales del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas <math>A_g f'_c / 10</math>, de <math>A_g f'_c / 10</math>, de <math>A_g f'_c / 4</math> se a</p> <p><b>NSR-10, C.21.6.4.6</b></p>	<p>7. EL refuerzo transversal debe disponerse mediante estribos cerrados de confinamiento rectilíneos, como mínimo de diámetro N°3, con o sin ganchos suplementarios. Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra con el mismo espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento. Cada extremo del gancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro en la dirección perpendicular al eje longitudinal del elemento estructural.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.5.8</b></p>	<p>7. Todas las barras deben confinarse por estribos transversales de diámetro N°3 para barras longitudinales menores o iguales a la N°11. Se permiten estribos de barras N°2 cuando las columnas soporten únicamente uno o dos pisos.</p> <p><b>NSR-10, C.7.10.5.1</b></p>

Refuerzo Transversal en Columnas		
Capacidad Especial de Disipación de Energía DES	Capacidad Moderada de Disipación de Energía DMO	Capacidad De Disipación De Energía Mínima DMI
<p>8. (b) El refuerzo transversal, debe extenderse por lo menos <math>L_d</math> de la barra longitudinal mayor, dentro del elemento discontinuo, donde <math>L_d</math> se determina para la barra longitudinal mayor de la columna de acuerdo con C.21.7.5. Si el extremo inferior de la columna termina en un muro, el refuerzo transversal requerido debe extenderse dentro del muro por lo menos <math>L_d</math> de la mayor barra longitudinal de la columna en el punto en que termina. Si la columna termina en una zapata o en una losa de cimentación, el refuerzo transversal requerido debe extenderse por lo menos 300 mm en la zapata o losa de cimentación.</p> <p><b>NSR-10, C.21.6.4.6</b></p>	<p>8. Alternativamente a lo indicado en C.21.3.5.7 y C.21.3.5.8 pueden colocarse estribos de confinamiento N°3 con <math>F_{yt}</math> de 420 MPa, con una separación <math>s</math> de 100 mm. Si la distancia horizontal entre dos ramas paralelas de estribo es mayor que la mitad de la menor dimensión de la sección de la columna o 200 mm, Deben Utilizarse cuantos estribos suplementarios de diámetro N°3 con <math>F_{yt}</math> de 420 MPa, sean necesarios para que esta separación entre ramas paralelas no exceda la mitad de la dimensión menor de la sección de la columna o 200 mm. Este procedimiento alterno solo puede emplearse en columnas cuyo concreto tenga <math>f'c</math> menor o igual a 35 MPa.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.5.9</b></p>	<p>8. No hay requisito especial</p>
<p>9. No hay requisito especial</p>	<p>9. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no mas de <math>S_o/2</math> de la cara del nudo.</p> <p><b>NSR-10, C.21.3.5.10</b></p>	<p>9. Cuando vigas o ménsulas concurren a una columna desde cuatro direcciones, se permite colocar el ultimo estribo a no mas de 75 mm debajo del refuerzo mas bajo de la viga o ménsula de menor altura. <b>NSR-10, C.7.10.5.6</b></p>
Requisitos para refuerzo a cortante en Columnas		
Capacidad Especial de Disipación de Energía DES	Capacidad Moderada de Disipación de Energía DMO	DMI
<p>1. La fuerza de cortante de diseño , <math>V_e</math> se debe determinar considerando las máximas fuerzas que se puedan generar en las caras de los nudos en cada extremo del elemento. Estas fuerzas en el nudo se deben determinar usando las resistencias a flexión máximas probable <math>M_{pr}</math> en cada extremo del elemento, correspondientes al rango de cargas axiales mayoradas, <math>P_u</math>, que actúan en el. No es necesario que las fuerzas cortantes en el elemento sean mayores que aquellas determinadas a partir de la resistencia de los nudos, basada en <math>M_{pr}</math> de los elementos transversales que llegan al nudo. En ningún caso <math>V_e</math> debe ser menor que el cortante mayorado a partir del análisis de la estructura.</p> <p><b>NSR-10, C.21.6.5.1</b></p>	<p>1. El <math>\Phi V_n</math> de columnas que resistan efectos sísmicos, E, no debe ser menor que el menor de (a) y (b):</p> <p>(a) La suma de cortante debido a la flexión en curvatura inversa asociado con el desarrollo de los momentos nominales de la columna en cada extremo restringido de la longitud libre. La resistencia a flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, consistente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que resulte en el mayor valor de la resistencia a flexión.</p> <p>(b) El cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño que incluyan E, con E incrementado por medio de <math>\Omega_0</math>.</p> <p><b>NSR-10,</b></p>	<p>1. No hay requisito especial</p>
<p>2. El refuerzo Transversal en la longitud <math>L_o</math>, identificada en C.21.6.4.1, debe diseñarse para resistir el cortante suponiendo <math>V_c=0</math> cuando (a) y (b) ocurran simultáneamente:</p> <p>(a) El esfuerzo de cortante inducido por sismo, calculado de acuerdo con C.21.6.5.1 representa la mitad o mas de la resistencia máxima al cortante requerida dentro de <math>L_o</math>.</p> <p>(b) La fuerza axial de compresión mayorada <math>P_u</math>, incluyendo el efecto sísmico es menor que <math>A_g f'_c / 20</math></p> <p><b>NSR-10, C.21.6.5.2</b></p>	<p>2. No hay requisito especial</p>	<p>2. No hay requisito especial</p>

## 2.2.2. Longitudes de desarrollo del refuerzo en placas macizas y muros estructurales

Se realizó una hoja de cálculo en Microsoft Excel que muestra las longitudes de desarrollo en placas macizas y muros estructurales cuando se trabaja con un concreto de 21 MPa. Los datos que aparecen en esta, son únicamente para el tipo de grafil o mallas que se utilizan en el departamento estructural de Marval, por lo cual la separación y el diámetro del acero son datos de entrada.

En el caso de los Placas macizas se realizaron los cálculos correspondientes a los refuerzos típicos utilizados en losas de 10 cm, 12 cm y 15 cm. 6.5mm cada 15 cm, 7.5 mm cada 15cm y 8.5 cada 15 cm respectivamente, ya que estos son los arreglos que mejor se acomodan a las solicitaciones necesarias como lo es el  $A_s$  mínimo. Los datos de salida en esta tabla son el área de refuerzo proporcionada por el arreglo y la longitud de traslapo que fue aproximada al múltiplo de 5 más cercano para facilitar procesos constructivos.

**Tabla 9.** Longitud de desarrollo de barras de refuerzo en Placas macizas de  $F'c=21\text{MPa}$

e[cm]	Placas					
	As min [cm <sup>2</sup> ]	Refuerzo[mm]	S[cm]	As Proporcionado [cm <sup>2</sup> ]	Ld Calculada[cm]	Ld Redondeada[cm]
10	2.25	6.5	15	2.21	29	30
12	2.70	7.5	15	2.95	33	35
15	3.38	8.5	15	3.78	38	40

Para los muros es necesario calcular dos longitudes, la horizontal y la vertical. Se tomaron los mismos espesores que se manejaron para placas, solo que en este caso se agregaron los datos correspondientes a 20 cm y 25 cm y se debe tener en cuenta que en muros de 15, 20 y 25 cm se manejan dos capas de refuerzo.

**Tabla 10.** Longitud de desarrollo de barras de refuerzo en muros estructurales de  $F'c=21\text{MPa}$

e[cm]	Muros									
	As [cm <sup>2</sup> ]	Capas	As/Capas [cm <sup>2</sup> ]	Refuerzo [mm]	S[cm]	As Proporcionado [cm <sup>2</sup> ]	Ld Horizontal Calculada [cm]	Ld Horizontal Redondeada [cm]	Ld vertical Calculada [cm]	Ld vertical Redondeada [cm]
10	2.50	1	-	7	15	2.57	31	30	50	50
12	3.00	1	-	8	15	3.35	36	35	59	60
15	3.75	2	1.88	6	15	1.88	27	25	44	45
20	5.00	2	2.50	7	15	2.57	31	30	50	50
25	6.25	2	3.13	8	15	3.35	36	35	59	60

### 2.2.3. Espesores Vs luces en placas Macizas

Se realizó un libro con 4 hojas de cálculo en el software Microsoft Excel. Cada hoja contiene las secciones de losas típicas correspondientes a espesores de 10 cm, 12 cm, 15 cm, 17 cm, y 20 cm. La variación entre las diferentes hojas es la cantidad de luces o apoyos de las placas.

Cada cuadro de cálculo tiene unos avalúos de cargas predeterminados o calculados por el software, la única carga que hay que ingresar es la de los muros divisorios ya que esta siempre varía bastante entre proyectos.

Los siguientes datos de entrada son las propiedades de los materiales, el  $F_c$  y  $F_y$  del concreto y el acero respectivamente, además de esto se tiene que ingresar el factor de fisuración y el control de deflexiones a largo plazo, este último se maneja así ya que si no se maneja mampostería este valor se puede reducir a 240, haciendo más permisivas las deflexiones. Por último están los datos geométricos de la losa, el espesor, el  $d'$  y el  $b$  que se deja de 1 metro para hacer el análisis más práctico.

Ingresando los datos correctamente la hoja calcula unas combinaciones de carga, la inercia de la sección y los momentos máximos presentados en cada uno de los casos ya mencionados anteriormente.

En la columna Check validará si la deflexión máxima generada es menor que la deflexión a largo plazo admisible dándole un resultado de "OK" o de "NO CUMPLE" en caso de que sea mayor, logrando así el objetivo de este que es definir que espesores de losas se pueden utilizar en determinado proyecto dependiente de la cantidad de apoyos que se le brinden a la losa. Por ejemplo una losa de 10 cm trabajando a dos luces solo cumple con la norma si esta tiene una luz máxima de 2.95 metros, debido a que con 3 metros tendría una Deflexión de 0.637 cm superando la máxima admitida por la norma en este caso de  $(300 \text{ cm}/480) = 0.625$  cm.

**Figura 13.** Espesores Vs luces en Losas e=10cm (1 Luz)

e = 10 cm																		
Cargas			Materiales			Sección												
PP	240	(Kg/m <sup>2</sup> )	F'c	210	Kgf/cm <sup>2</sup>	e	0.1 m											
WL	180	(Kg/m <sup>2</sup> )	fy	4200	Kgf/cm <sup>2</sup>	b	1 m											
Muros divisorios	180	(Kg/m <sup>2</sup> )	E	181142.2093	Kgf/cm <sup>2</sup>	d'	0.02 m											
WD	300	(Kg/m <sup>2</sup> )	Factor de fisuración	1.25		d	0.08 m											
ρ min	0.0018		Control de deflexión	480		I	8333.33333 cm <sup>4</sup>											
<table border="1"> <tr> <td>Wu</td> <td>936</td> <td>(Kg/m<sup>2</sup>)</td> </tr> <tr> <td>Wserv Lp [kg/m]</td> <td>2196</td> <td>(Kg/m<sup>2</sup>)</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>1380</td> <td>(Kg/m<sup>2</sup>)</td> </tr> </table>			Wu	936	(Kg/m <sup>2</sup> )	Wserv Lp [kg/m]	2196	(Kg/m <sup>2</sup> )	W	1380	(Kg/m <sup>2</sup> )							
Wu	936	(Kg/m <sup>2</sup> )																
Wserv Lp [kg/m]	2196	(Kg/m <sup>2</sup> )																
W	1380	(Kg/m <sup>2</sup> )																
L [m]	Mu Max [Kg-m]	Deflexión ρ [cm]	deflexión ρ Max [cm]	check	ρ	As [cm <sup>2</sup> ]	As min por Retracción y temperatura [cm <sup>2</sup> ]											
2.60	790.92	0.866	0.54	NO cumple	0.0034	2.73	2.25											
2.70	852.93	1.007	0.56	NO cumple	0.0037	2.96	2.25											
2.80	917.28	1.164	0.58	NO cumple	0.0040	3.19	2.25											
2.90	983.97	1.340	0.60	NO cumple	0.0043	3.43	2.25											
3.00	1053.00	1.534	0.63	NO cumple	0.0046	3.69	2.25											
3.10	1124.37	1.749	0.65	NO cumple	0.0049	3.96	2.25											
3.20	1198.08	1.986	0.67	NO cumple	0.0053	4.23	2.25											





**Figura 16. Espesores Vs luces en Losas e=10cm (4 luces)**

e = 10 cm											
Cargas			Materiales			Sección					
PP	240	(Kg/m <sup>2</sup> )	F'c	210	Kgf/cm <sup>2</sup>	e	0.1	m			
WL	180	(Kg/m <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub>	4200	Kgf/cm <sup>2</sup>	b	1	m			
Muros divisorios	180	(Kg/m <sup>2</sup> )	E	181142.2093	Kgf/cm <sup>2</sup>	d'	0.02	m			
WD	300	(Kg/m <sup>2</sup> )				d	0.08	m			
ρ min	0.0018					I	8333.333333	cm <sup>4</sup>			
			Factor de fisuración			1.25					
			Control de deflexión			480					
W <sub>u</sub>			936			(Kg/m <sup>2</sup> )					
W <sub>serv Lp</sub> [kg/m]			2196			(Kg/m <sup>2</sup> )					
W			1380			(Kg/m <sup>2</sup> )					
Vano Externo		Vano Interno		Vano Externo		Vano interno					
Demanda Ref. Inf		Demanda Ref. Inf		Demanda Ref. Sup		Demanda Ref. Sup					
L [m]	Mu1 Max [Kg-m]	Mu2 Max [Kg-m]	Mu3 Max [Kg-m]	Mu4 Max [Kg-m]	Deflexión I <sub>p</sub> [cm]	deflexión I <sub>p</sub> Max [cm]	check	ρ	As [cm <sup>2</sup> ]	As min por Retracción y temperatura [cm <sup>2</sup> ]	
2.70	531.55	248.37	730.79	487.19	0.53	0.56	OK	0.0023	1.81	2.25	
2.80	571.65	267.11	785.93	523.95	0.62	0.58	NO cumple	0.0024	1.95	2.25	
2.90	613.21	286.53	843.07	562.04	0.71	0.60	NO cumple	0.0026	2.10	2.25	
3.00	656.23	306.63	902.21	601.47	0.81	0.63	NO cumple	0.0028	2.25	2.25	
3.10	700.71	327.42	963.36	642.24	0.93	0.65	NO cumple	0.0030	2.41	2.25	
3.20	746.64	348.88	1026.51	684.34	1.05	0.67	NO cumple	0.0032	2.57	2.25	
3.30	794.04	371.03	1091.67	727.78	1.19	0.69	NO cumple	0.0034	2.74	2.25	

## 2.2.4. Configuración de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en Columnas con Optimización de consumo en kilogramo en DES y DMO (kg)

Se creó una hoja de cálculo en Microsoft Excel para obtener el diseño por mínimos más óptimo para determinada sección de columna, y con base en esta tener un criterio a la hora de pasar la lista de chequeo, siendo así mucho más fácil identificar si alguna columna no cumple con los mínimos requerimientos exigidos por la norma Colombiana de construcción Sismo resistente NSR-10, ya que el elemento evaluado debe ser por lo menos igual o superior a calculado acá.

La hoja de cálculo está dispuesta de tal forma que cuando se vaya a utilizar se puedan manipular las variables para ajustarla a un proyecto en específico, es decir, la resistencia a la compresión del concreto  $F'c$ , la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo  $Fy$ , el recubrimiento medido hasta el estribo, el diámetro de los estribos o acero transversal, la luz libre de la columna, el porcentaje de admisión y el porcentaje del área de refuerzo longitudinal  $A_{st}$  son los datos que el programa pide al inicio, debido a que con base en estos realizara los cálculos necesarios para hallar el peso de cada elemento evaluado.

El siguiente paso es ingresar las dimensiones de la sección transversal de la columna ( $bc1$  y  $bc2$ ) y con estos datos en la columna E del programa llamada  $A_s$ , se mostrara el área de refuerzo longitudinal mínima que se necesita. Seguido a esto se debe ingresar una configuración de acero suficiente para satisfacer dicha Área. En caso de que no sea suficiente en la columna “verificación  $A_s$ ” saldrá un mensaje de alerta indicando que se debe aumentar el refuerzo o “OK” cuando este Cumple con el área mínima.

Sección de la Columna		As C.21.6.3.1	Arreglos del Refuerzo Longitudinal				As Suministrado	Verificación As
			Menor Db		Mayor Db			
bc1	bc2		Cant	#	Cant	#		
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	8	# 5			15.92 cm <sup>2</sup>	OK
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	4	# 5			7.96 cm <sup>2</sup>	Aumentar Refuerzo

Como se puede observar en el ejemplo para una columna de 30 cm x30 cm es necesaria un área mínima de 9 cm<sup>2</sup>, con la opción de 4 barras de refuerzo N°5 no es suficiente y se muestra en mensaje de alerta, y en la otra opción que se utilizan 8 barras N°5, como el As suministrado es mayor al solicitado por el capítulo C.21 de la NSR-10, el mensaje es un “OK” indicando que se puede seguir con el cálculo.

Se debe tener en cuenta que a la hora de ingresar las diferentes configuraciones de barras, se debe guardar una simetría en la sección transversal para garantizar el correcto funcionamiento de la columna dentro la estructura.

Por último se debe ingresar la separación de los estribos en la zona confinada del elemento. Para esto se debe tener en cuenta el valor arrojado por la columna So Max, que corresponde al distanciamiento máximo permitido por el título C.21. En la sección C.21.6.4.3 para DES y C.21.2.5.6 para DMO

S asumida nunca tiene que ser mayor que So Max, además de esto se debe verificar que en la columna “Xi, hx≤35cm” que cumpla con lo dicho en la sección CR.21.6 para DES y C.21.3.5.8 para DMO, la cual indica que la separación máxima entre ramas o ganchos suplementarios con estribos de confinamiento no debe exceder los 350 mm.

So Separación mínima en zona confinada C.21.6.4.3		
Xi, hx≤35cm CR21.6.3	So Max	S Asumida
OK	7.5 cm	7.5 cm

No siempre al utilizar el espaciamiento máximo permitido lograremos obtener el elemento más liviano, ya que al disminuir el distanciamiento entre estribos, también reduciremos el número de ramas la cual significan un buen porcentaje del peso de la columna

Por último se debe revisar que la verificación de barras longitudinales versus el número de ramas sea correcto, ya que en algunos casos por este factor deberemos aumentar el número de barras longitudinales, ya que cada rama transversal debe enlazar una barra del refuerzo longitudinal.

Sección de la Columna		As C.21.6.3.1	Arreglos del Refuerzo Longitudinal				Verificación As	Verificación Barras longitudinales VS Ramas	Cantidad mínima de refuerzo Longitudinal
			Menor Db		Mayor Db				
bc1	bc2		Cant	#	Cant	#			
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	6	# 5			OK	Aumentar cantidad de Barras	8

Ramas		So Separación mínima en zona confinada C.21.6.4.3		
Paralelas a bc1	Paralelas a bc2	Xi, hx ≤ 35cm CR21.6.3	So Max	S Asumida
3	3	OK	7.5 cm	7.5 cm

En este ejemplo se puede evidenciar que aunque las 6 barras N°5 son suficientes para satisfacer el área de refuerzo mínimo, el arreglo pide mínimo 8 barras ya que al trabajar con una separación de 7.5 exige 3 ramas en ambos sentidos.

Si en vez de trabajar con una separación de 7.5 cm, se trabaja con 5.0 cm, por norma solo solicitaría 2 ramas en ambos sentidos, y por lo tanto 4 barras longitudinales y con 4 barras N°6 se estarían cumpliendo todos los requisitos y así logrando la configuración más liviana para una columna de 30 x30 en DES

**Figura 17.** Análisis de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en una columna de 30x30 cm en DES

Sección de la Columna		As C.21.6.3.	Arreglos del Refuerzo Longitudinal				Verificación As	Verificación Barras longitudinales VS Ramas	Cantidad mínima de refuerzo Longitudinal	Ramas		So Separación mínima en zona confinada C.21.6.4.3			(Lo) Longitud zona confinada C.21.6.4.1	Separación en zona No confinada C.21.6.4.5	Estribos paralelos a bc2 C.21.6.4.4				Estribos paralelos a bc1 C.21.6.4.4				Peso total del Refuerzo de la Columna	
			bc1	bc2	1	Menor Db				Mayor Db	As Suministrado	Paralelas a bc1	Paralelas a bc2	Xi, hxs35cm CR21.6.3			So Max	S Asumida	Lo	Ash C.21-7	# ramas	Ash C.21-8	# ramas	Ash C.21-7		# ramas
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	8	#5			15,92 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	7.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3,545	3	1,238	1	3,545	3	1,238	1	85.890
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	6	#5	2	#6	17,67 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	7.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3,545	3	1,238	1	3,545	3	1,238	1	89.190
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	6	#5			11,94 cm <sup>2</sup>	OK	OK	4	2	2	OK	7.5 cm	5.0 cm	45.00 cm	9.5 cm	2,364	2	0,825	1	2,364	2	0,825	1	59.790
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	4	#6			11,46 cm <sup>2</sup>	OK	OK	4	2	2	OK	7.5 cm	5.0 cm	45.00 cm	11.5 cm	2,364	2	0,825	1	2,364	2	0,825	1	56.630

En el momento de realizar la comparación se debe verificar que las 3 casillas de chequeo se encuentren en “OK”, después de esto solo es dirigirse a la última columna y escoger el arreglo con el valor menor, siendo así la esa la configuración mínima para la unidad en cuestión y la cual se utilizaría para chequear que en un proyecto ninguna columna este diseñada con menos que esto, o llegado el caso si el elemento está controlado por mínimos y tiene una configuración más costosa en cuanto al peso del acero, se podría remplazar por la calcula en la hoja de Excel logrando así evitar el desperdicio de material en cuanto a refuerzo en Exceso.

A partir de esta hoja se creara una lista de secciones transversales básicas diseñadas por el mínimo exigido por la norma, con el fin de tener mayor facilidad a la hora de diseñar y revisar con las lista de chequeo.

## 2.2.5. Lista de chequeo de Planos

Se realizó una lista de chequeo para revisar los planos estructurales y verificar que contengan todas las notas y detalles necesarios, con el objetivo de que el que vaya utilizarlos a la hora de construir los comprenda totalmente y no omita ningún dato. Por otro lado con esta también se chequea que los planos tengan todo lo que solicita la norma de construcción Colombiana sismo resisten NSR-10

La lista de chequeo presentada a continuación es un preliminar, ya que aún le faltan elementos que se están agregando a medida que esta se va implementando.

La meta es nutrir esta lista de tal forma que quede una lista de chequeo de planos de cada tipo de estructura, es decir que se especifique cada ítem que debe de tener cada uno de los diferentes planos , por ejemplo todas las notas del plano general, o los detalles de un plano de cimentaciones de muros estructurales, etc.

Para la obtención de los diferentes ítems se han revisado planos de diferentes proyectos, recolectando todas las notas y detalles que se han empleado en el departamento de diseño, y el transcurso del mismo ejercicio se corrigieron algunas de las ya existentes y se crearon otras. EL documento se subió a la Red del departamento estructural de MARVAL, con el fin de que sea de fácil acceso para los revisores.

<b>TODOS LOS PLANOS</b>
NUMERACIÓN Y NOMENCLATURA DE PLANOS
LOGOS VS ARQUITECTURA
NOMBRE DEL PROYECTO VS ARQUITECTURA
NOMBRE CONTENIDO PLANOS
INGENIERO DISEÑADOR Y MATRICULA
INGENIERO REVISOR Y MATRICULA
INGENIEROS QUE ELABORAN EL PROYECTO Y MATRICULAS
NOMBRE DELINEANTE
CÓDIGO DEL PROYECTO VS RED
NOMBRE DEL ARCHIVO DWG.
RUTA_UBICACIÓN ARCHIVO DEL QUE SE GENERA PDF_(DEBE ESTAR EN RED ESTRUCTURA)
FECHA Y VERSIÓN PLANOS
INGENIERO RESPONSABLE CONTROL DE CAMBIOS (SIGLAS)
GROSORES DE LÍNEAS PARA IMPRESIÓN

<b>ESPECIFICACIONES</b>	
REGLAMENTO DE DISEÑO	
CONCRETO DE TODOS LOS ELEMENTOS (ACLARAR VARIACIÓN_ ALTURA): Cimentación, Loseta de antepiso, Muros estructurales, Placas, Solado de limpieza, Zapatas, Escaleras, Rampas, Columnas, Machones, Pantallas, Muros de contención, Ciclópeo, Pilotes, Dados.	
CONCRETO TANQUE Y PISCINA (ACLARAR ESPE_ ESPECIALES): PERMEABILIDAD O IMPERMEABILIZADO.	BAJA
ACERO DE REFUERZO CORRUGADO (NTC 2289)	
ACERO DE REFUERZO MALLA ELECTROSOLADA (NTC 5806)	
ESTRUCTURA METALICA Y PERNOS	
MAMPOSTERÍA CONFINADA (REVISAR NORMATIVA D.10.1 A D.10.6 NSR-10 Y NTC 4205)	
MORTERO DE PEGA (REVISAR NORMATIVA)	
MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA (REVISAR NORMATIVA)	
MAMPOSTERÍA REFORZADA (REVISAR NORMATIVA)	
CARGAS MUERTAS SOBRE IMPUESTAS (REV. AVALÚOS EN MEMORIAS): ACABADOS, MUROS, PENDIENTADO Y OTROS.	
CARGAS VIVAS_ (REV. AVALÚOS EN MEMORIAS): VIVIENDA, ESCALERAS. BALCONES, CUBIERTA, CUBIERTA TRANSITABLE PARQUEADERO, ZONAS SOCIALES.	
PARÁMETROS SÍSMICOS_ VS ESTUDIO DE SUELOS	
UBICACIÓN Y ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA Y COEFICIENTE DE VELOCIDAD (Aa Y Av)	
SISTEMA ESTRUCTURAL	
R DISEÑO MEMORIA vs PLANOS (INCLUIR IRREGULARIDADES) ( $\phi_a$ , $\phi_p$ , $\phi_r$ )	
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (DES_ DMO_ DMI)	
LOCALIZACIÓN URBANÍSTICA	
<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	
CONSULTOR	
FECHA ESTUDIO DE SUELOS Y RESPECTIVOS ADENDOS	
INGENIERO GEOTECNISTA	
PERFIL DE SUELO	
TIPO DE CIMENTACIÓN	
CAPACIDAD PORTANTE	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	
ZONA MICROZONIFICACIÓN	
RECOMENDACIONES ESPECIALES ESTUDIO DE SUELOS	

	<b>NOTAS EN PLANO GENERAL</b>
	ACEPTACIÓN DEL CONCRETO
	CUADRO DE NIVELES DE ENTREPISO
	CURADO DEL CONCRETO
	DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES
	EMBEBIDOS EN EL CONCRETO
	ESPECIFICACIONES PERNOS
	INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA
	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN
	LISTADO DE PLANOS Y VERSIONES EN PLANO GENERAL
	LONGITUDES DE DESARROLLO Y TRASLAPOS
	LUCES LARGAS EN PLACAS
	MAMPOSTERÍA CONFINADA
	PASES DE TUBERÍAS EN LOSA DE CIMENTACIÓN
	PASES DE TUBERÍAS EN VIGAS DE CIMENTACIÓN
	PERFILES DE LAMINA DELGADA
	PLANTA DE LOCALIZACIÓN EN URBANISMO
	RECOMENDACIONES ESPECIALES EN PLACA DE CUBIERTA
	RECUBRIMIENTO MÍNIMOS
	RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN PLACAS
	SUPERVISIÓN TÉCNICA
	TABLA DE GANCHOS ESTÁNDAR
	TABLA DE GANCHOS Y ESTRIBOS
	TOLERANCIAS EN CONSTRUCCIÓN
	ENSAYOS RECOMENDADOS

<b>PLANTAS</b>
EJES
NOMBRE MUROS
LONGITUD Y ESPESOR MUROS
BORDE DE PLACA vs ARQUITECTÓNICO
ACOTADO BORDES DE PLACA
V. MURO EN PLANTA
DETALLES V.MURO
DINTELES Y VIGAS DESCOLGADAS EN PLANTA
DESPIECE DINTELES Y VIGAS DESCOLGADAS
DUCTOS EN PLANTA- ACOTADOS-DUCTOS VS ARQUITECTÓNICO
EFFECTO DE DUCTOS EN FLEXIÓN DE LA PLACA - ANALIZAR
DETALLE TÍPICO DE LOSA_RECUBRIMIENTOS
ESPEJOR LOSA
DETALLE GENÉRICO MALLAS DE PLACA - NOTA TRASLAPO
DETALLE DIRECCIÓN DE ARMADO EN MALLAS SUPERIORES
DISTRIBUCIÓN DE MALLAS INFERIORES
REFUERZO ADICIONAL INFERIOR
DISTRIBUCIÓN DE MALLAS SUPERIORES
REFUERZO ADICIONAL SUPERIOR
CUADRO DE MALLAS SUPERIORES - REVISIÓN vs DISEÑO
CUADRO DE MALLAS INFERIORES - REVISIÓN vs DISEÑO
GEOMETRÍA MALLAS INFERIORES vs CUADRO DE MALLAS
GEOMETRÍA MALLAS SUPERIORES vs CUADRO DE MALLAS
MALLAS SUPERIORES EN CUBIERTA EN TODA EL ÁREA
CUADRO DE MALLAS SUP DE CUBIERTA. REF MÍNIMO EN AMBAS DIRECCIONES
PLANTA Y NIVEL CUARTO DE MÁQUINAS
PLANTA Y NIVEL CUBIERTA CUARTO DE MÁQUINAS
ESPEJOR CUARTO MÁQUINAS Y CUBIERTA CUARTO DE MÁQUINAS
CORTES Y DESPIECES MÁQUINAS Y CUBIERTA MÁQUINAS
<b>NOTAS EN PLANTAS</b>
NO SE PERMITEN ANTEPECHOS PARA LAS ESCALERAS
TRASLAPO MÍNIMO PARA PLACAS
VALIDACIÓN GEOMETRÍA Y CONFIGURACIÓN DEL FOSO Y CUARTO DE MAQUINAS
PROCEDIMIENTO DE CURADO(MINIMIZAR FISURACIÓN)
BUITRONES EN SUPERBOARD
PREVER DESAGÜES DEL FOSO DEL ASCENSOR
ALCANCE DE DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES
SOLUCIÓN PROPUESTA VALIDADA POR EL CONSTRUCTOR SEGÚN A.1.3.6.5
RECOMENDACIONES PARA IMPERMEABILIZAR PLANTA CUBIERTA
UBICACIÓN DE TRASLAPOS PARA BARRAS DE REFUERZO SUPERIOR E INFERIOR
VIGAS DE CUBIERTA REALZADAS
ALTERNAR SENTIDO DE GANCHOS EN ALTURA

	<b>LOCALIZACIÓN</b>
	LOCALIZACIÓN MUROS Y COLUMNAS vs EJES
	EJES, NOMBRES Y DISTANCIAS
	INTERSECCIONES EN PLANTA
	COINCIDENCIA COLUMNAS Y MUROS vs ARQUITECTÓNICO
	NOMENCLATURA DE MUROS Y COLUMNAS
	MUROS Y COLUMNAS, DIMENSIONES
	PLANTA FOSO DE ASCENSOR
	PROFUNDIDAD Y DIMENSIONES DE FOSO

	<b>NOTAS EN PARQUEADEROS</b>
	RECOMENDACIONES PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN
	DISPONER DE UN SISTEMA DE FILTROS(GEOTECNISTA)
	MEDIDAS PARA EL DESAGÜE Y LIMPIEZA EN LA SEPARACIÓN SÍSMICA
	RECOMENDACIONES PARA LOS DUCTOS PARA PASE DE TUBERÍAS
	LONGITUD DE TRASLAPOS #3 MAYOR A 0.5M
	EMPALMES PARA BARRAS DE REFUERZO SUPERIOR E INFERIOR
	COLOCACIÓN Y ASEGURAMIENTO DEL REFUERZO PARA GARANTIZAR RECUBRIMIENTOS
	COLUMNAS Y MUROS SE DEBEN FUNDIR MONOLÍTICAMENTE
	LAS VIGAS CON SUFIJO * QUE SE ENCUENTRAN EN UN NIVEL DIFERENTE O INCLINADAS
	NO SE PERMITE APOYAR EL REFUERZO SUPERIOR DE LA LOSA SOBRE LOS ESTRIBOS DE VIGAS
	TOLERANCIA MÁXIMA EN ARRANQUES

	<b>CIMENTACIÓN</b>
	COINCIDENCIA DIMENSIONES PLANTA VS DETALLES
	NIVEL ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN, CORTES.
	DETALLE LOSETA DE PISO
	DESPIECE DE VIGAS ESPECIALES
	<b>PILOTES</b>
	CUADRO DE PILOTES
	SECCIÓN Y DESPIECE PILOTES
	DIÁMETRO, PROFUNDIDAD Y TIPO DADO EN PLANTA
	DETALLES DE DADOS
	ESPECIFICAR CONCRETO PILOTES, DADOS Y VIGAS DE CIMENTACIÓN

	<b>ZAPATAS</b>
	CUADRO DE ZAPATAS - REVISIÓN SEGÚN DISEÑO Y PLANTA
	VIGAS DE AMARRE - SECCIÓN O DESPIECE
	VIGAS DE ENLACE - DESPIECE, DIMENSIONES
	VIGAS DE ENLACE EN PLANTA DIMENSIONES vs DESPIECE

	<b>CIMIENTOS CORRIDOS</b>
	SECCIONES SEGÚN TIPOLOGÍAS
	ESPESORES
	DESPIECES

	<b>NOTAS EN CIMENTACIONES</b>
	COLOCACIÓN Y ASEGURAMIENTO DEL REFUERZO PARA GARANTIZAR RECUBRIMIENTOS
	USO DE DISTANCIADORES
	PROFUNDIDAD DEL PILOTE VS REFUERZO LONGITUDINAL
	CONTROL DE LA LOCALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE PILOTES
	PRECISIÓN EN LA COLOCACIÓN DEL REFUERZO EN ARRANQUE DE MUROS
	RECOMENDACIONES PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN
	EXTREMOS DE ESPIRALES
	ARRANQUE DE MALLAS EN MUROS NO ES NECESARIO EN ELEMENTOS DE BORDE
	REFUERZO HORIZONTAL DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN DENTRO DE LAS COLUMNAS
	DISPOSICIÓN DEL REFUERZO SUPERIOR EN LOSA
	DISPOSICIÓN DEL REFUERZO INFERIOR EN LOSA
	PROFUNDIDAD DEL DESPLANTE Df

	<b>INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA</b>
	NUMERO DE UNIDADES DE VIVIENDA
	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA
	TIPO DE INSTRUMENTACIÓN
	APROBACIÓN DEL INSTRUMENTO
	ÁREA MÍNIMA DEL ESPACIO DE COLOCACIÓN
	DIMENSIÓN MÍNIMA DE PLANTA
	ALTURA LIBRE
	NOTAS

	<b>NOTAS EN TANQUES</b>
	ESPESOR MÍNIMO EN LA LOSETA DE ZONA DE JUNTA
	SEGUIR RECOMENDACIONES DEL CONCRETO DE BAJA PERMEABILIDAD
	VALIDACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL POZO EYECTOR
	GARANTIZAR ESTABILIDAD DEL SUELO DURANTE EXCAVACIÓN (CONSTRUCTOR)
	CONSTRUIR PRIMERO EL TANQUE

	<b>NOTAS EN SUBESTACIONES</b>
	COLOCACIÓN Y ASEGURAMIENTO DEL REFUERZO PARA GARANTIZAR RECUBRIMIENTOS
	USO DE SEPARADORES PLÁSTICOS PARA ASEGURAR LAS MALLAS
	MALLA ADICIONAL EN LA PARTE SUPERIOR DE CADA MURO
	MARCACIÓN DE DILATACIÓN SIN EQUIPO DE CORTE

<b>MUROS ESTRUCTURALES</b>
TODOS LOS MUROS ESTÁN DESPIEZADOS
ESPEJOR MUROS
LONGITUD MUROS
SILUETA DE MUROS, NIVELES, CUCHILLAS
EJES EN SILUETAS, DISTANCIAS A BORDE DE MUROS
DETALLE DE MALLAS EN MUROS ESTRUCTURALES
DETALLE MALLAS CON REFUERZO CORRUGADO
SECCIÓN TÍPICA MUROS - 1 Y 2 MALLAS
DETALLE DOBLE MALLA EN REMATE MURO EN CUBIERTA EN CONCRETO
CUADRO DE MALLAS
TIPO DE MALLAS Y CANTIDAD SEGÚN DISEÑO
LONG. E.B. SEGÚN DISEÑO
DESPIECE E.B. REF. LONGITUDINAL Y ESTRIBOS
REVISAR CUADRO ELEMENTOS DE BORDE SEGÚN E.B. EXISTENTES
REVISIÓN EB vs DISEÑO
MARCAR TIPO DE INTERSECCIÓN EN ALZADOS
SECCIONES Y DESPIECES DE INTERSECCIONES
DETALLE DE ARRANQUE DE MUROS
ARRANQUE DE MUROS CUANDO LA MALLA ES CORRUGADA
CUANTÍA VERTICAL DE EB MAYOR A CUANTÍA VERTICAL DE MALLAS

<b>NOTAS EN MUROS</b>
USO DE SEPARADORES PLÁSTICOS PARA ASEGURAR LAS MALLAS (MUROS)
RECORTE DE MALLA DE REFUERZO DEL MURO EN LA ZONA DE LA VENTANA
ELEMENTO DE BORDE PRINCIPAL CONFORMADO POR DOS ESTRIBOS
MALLA ADICIONAL EN EL ÚLTIMO NIVEL DE CADA MURO
COLOCACIÓN Y ASEGURAMIENTO DEL REFUERZO PARA GARANTIZAR RECUBRIMIENTOS

<b>ESCALERAS</b>
IDENTIFICAR TODAS LAS TIPOLOGÍAS DE ESCALERAS
CORTES MARCADOS EN LAS PLANTAS
ESPEJOR ESCALERA EN TODAS LAS SECCIONES
DIMENSIONES
ANCLAJES EPÓXICOS. LONG ANCLAJE vs ESPECIFICACIÓN DEL FABRICANTE
ESPECIFICACIONES JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN APOYO EN SEGUNDA ETAPA
DETALLE RECUBRIMIENTO ESCALERA
ESPEJOR VS DEFLEXIONES
ESPEJOR vs CUANTÍA
REFUERZO vs DISEÑO
DESPIECE VIGA ESCALERA
SECCIÓN ESCALERA EN ARRANQUE CIMENTACIÓN
PLANTA ESCALERAS VS ARQUITECTURA

La lista cuenta con un formato que debe diligenciar el revisor, correspondientes a el nombre del proyecto, el sub proyecto (Modulo), Fecha y el Nombre del ingeniero responsable del mismo.

### REVISIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES

PROYECTO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

SUB- PROYECTO \_\_\_\_\_

INGENIERO RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

## **2.3 ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA TERCERA ETAPA DE LA PRÁCTICA**

Las actividades desarrolladas durante el periodo del veinte de mayo (20/05/2017) al treinta de junio (30/06/2017) se desarrollaron de la siguiente forma

### **2.3.1. Corrección y modificación de la lista de chequeo para los diferentes planos manejados por la empresa**

Este último periodo de la práctica se tuvo como prioridad realizar la lista de chequeo definitiva para todos los tipos de estructuras manejadas por el departamento estructural de MARVAL, para esto se utilizaron pequeñas listas creadas en los meses anteriores de algunos elementos y se evaluaron las estructuras faltantes, con el fin de tener un documento definitivo con el que se pudiera evaluar cualquier tipo de plano producido por la oficina.

Se analizaron diferentes planos de proyectos de MARVAL con el fin de recopilar todos los detalles posibles que se pueden incluir en estos. Se buscó una o más estructuras de cada sistema constructivo y se revisó plano por plano para no omitir ningún detalle.

Los proyectos analizados fueron:

1. Brisas del Jardín: Cartagena, Bolívar.  
En este proyecto se revisó el modulo B, con un total de 11 planos, enfocado en la obtención de datos sobre el pilotaje, muros estructurales y losas de entrepiso
2. La Bahía: Barranquilla, Atlántico.  
En este proyecto se revisó el modulo B, con un total de 11 planos, enfocado en la obtención de datos sobre la cimentación aligerada y Muros Estructurales
3. La Isla: Barranquilla, Atlántico.  
En este proyecto se revisó el modulo B y el modulo C, con un total de 23 planos, enfocado en la obtención de datos sobre la cimentación con losa maciza, pilotaje y Muros Estructurales

4. Colina del ható: Piedecuesta, Santander.  
En colina del Hato se analizó el edificio de parqueaderos con un total de 17 planos, de los cual se extrajo información acerca de la cimentación (Zapatatas aisladas unidas con vigas de amarre), del sistema de entrepiso (Steel Deck), de las vigas y de las columnas.
  
5. Caminos de la Loma: Piedecuesta, Santander.  
Se analizó la zonal social del proyecto, es decir el Club House con un total de 6 planos para analizar el sistema de entrepiso (Placa Aligerada)
  
6. Oporto: Barranquilla, Atlántico.  
De este proyecto se revisaron los 3 planos pertenecientes a la estructura del tanque

A partir de la lista de chequeo preliminar creada en el segundo periodo de la práctica se empezó a trabajar, mejorando la redacción de los ítems existentes e incluyendo todo los encontrados en los diferentes planos estructurales.

A continuación se presenta la lista de chequeo cuadro por cuadro, con un total de 336 ítems, cada cuadro tiene adicional 2 o 3 líneas más, por si en el momento de la revisión el profesional encargado encuentre algún detalle especial este lo incluya y quede registrado:

PLANO GENERAL
VERIFICACIONES DE COINCIDENCIA DE ESTRUCTURA VS ARQUITECTURA.
LOCALIZACIÓN EN URBANISMO DEL SUBPROYECTO_ACTUALIZADO
PLANTA ARQUITECTÓNICA TIPO._ACTUALIZADA
ALZADA ARQUITECTÓNICA CON NIVELES ESTRUCTURALES._ACTUALIZADA
NOTA_REFERENCIA DEL PROYECTO_NOMBRE_VERSION_FECHA
LISTADO DE PLANOS (IMPLEMENTAR CÓDIGOS) Y VERSIONES_SEGUN RÓTULOS.
CONVENCIONES GENERALES DE PLANOS.(SOLO LAS QUE APLICAN).

<b>ESPECIFICACIONES</b>	
	REGLAMENTO DE DISEÑO
	CONCRETO DE TODOS LOS ELEMENTOS (ACLARAR VARIACIÓN_ ALTURA): Cimentación, Loseta de antepiso, Muros estructurales, Placas, Solado de limpieza, Zapatas, Escaleras, Rampas, Columnas, Machones, Pantallas, Muros de contención, Ciclópeo, Pilotes, Dados.
	CONCRETO TANQUE Y PISCINA (ACLARAR ESPECIFICACIONES ESPECIALES): BAJA PERMEABILIDAD O IMPERMEABILIZADO.
	ACERO DE REFUERZO CORRUGADO (NTC 2289)
	ACERO DE REFUERZO MALLA ELECTRO SOLDADA (NTC 5806)
	ESTRUCTURA METÁLICA, LAMINA DELGADA. SOLDADURA Y PERNOS
	MAMPOSTERÍA CONF. (REVISAR NORMA D.10.1 A D.10.6 NSR-10 Y NTC 4205)
	MORTERO DE PEGA (REVISAR NORMATIVA)
	MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA (REVISAR NORMATIVA)
	MAMPOSTERÍA REFORZADA (REVISAR NORMATIVA)

<b>PARÁMETROS SÍSMICOS</b>	
	PARÁMETROS SÍSMICOS_VS ESTUDIO DE SUELOS
	UBICACIÓN Y ZONA DE AMENAZA SÍSMICA
	GRUPO DE USO y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I)
	ESPECTRO DE DISEÑO (NSR-10 o Microzonificación Sísmica)
	ACELERACIÓN PICO EFECTIVA Y COEFICIENTE DE VELOCIDAD (Aa Y Av)
	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DE ACELERACIÓN Y VELOCIDAD (Fa y Fv)
	PERIODOS DE VIBRACIÓN (Tc, TL)
	SISTEMA ESTRUCTURAL
	R DISEÑO MEMORIA vs PLANOS (INCLUIR IRREGULARIDADES) ( $\phi_a$ , $\phi_p$ , $\phi_r$ )
	CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (DES_DMO_DMI)

<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	
	CONSULTOR
	FECHA ESTUDIO DE SUELOS Y RESPECTIVOS ADENDOS
	INGENIERO GEOTECNISTA
	PERFIL DE SUELO
	TIPO DE CIMENTACIÓN
	CAPACIDAD PORTANTE
	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN
	RECOMENDACIONES ESPECIALES ESTUDIO DE SUELOS

<b>CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ENTREPISO</b>	
	PLACA DE ENTREPISO
	PLACA DE CUBIERTA
<b>CARGAS</b>	
	CARGAS MUERTAS SOBRE IMPUESTAS (REV. AVALÚOS EN MEMORIAS): ACABADOS , MUROS, PENDIENTADO Y OTROS.
	CARGAS VIVAS_(REV. AVALÚOS EN MEMORIAS): VIVIENDA, ESCALERAS. BALCONES, CUBIERTA, CUBIERTA TRANSITABLE PARQUEADERO, ZONAS SOCIALES.
<b>NOTAS Y DETALLES GENERALES</b>	
	ACEPTACIÓN DEL CONCRETO
	CURADO DEL CONCRETO
	DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES
	EMBEBIDOS EN EL CONCRETO
	INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA
	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN
	JUNTAS DE DILATACIÓN.
	LUCES LARGAS EN PLACAS
	PASES DE TUBERÍAS EN LOSA DE CIMENTACIÓN
	PASES DE TUBERÍAS EN VIGAS DE CIMENTACIÓN
	PLANTA DE LOCALIZACIÓN EN URBANISMO
	SISTEMAS DE FORMALETAS Y APUNTALAMIENTO
	NOTA VoBo DEL CONSTRUCTOR
	NOTA VoBo DEL ING. SUELOS
	RECOMENDACIONES ESPECIALES EN PLACA DE CUBIERTA
	LONGITUDES DE DESARROLLO Y TRASLAPOS
	TABLA DE GANCHOS ESTÁNDAR
	TABLA DE GANCHOS EN ESTRIBOS
	RETRACCIÓN DEL CONCRETO EN PLACAS
	SUPERVISIÓN TÉCNICA
	TOLERANCIAS EN CONSTRUCCIÓN
	ENSAYOS RECOMENDADOS

<b>DETALLES TÍPICOS QUE APLIQUEN</b>	
	RECUBRIMIENTO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN
	RECUBRIMIENTO EN LOSAS DE CIMENTACIÓN
	RECUBRIMIENTO DE VIGAS Y VIGUETAS AÉREAS
	RECUBRIMIENTOS DE COLUMNAS
	RECUBRIMIENTO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y PANTALLAS
	RECUBRIMIENTO DE PLACAS MACIZAS
	RECUBRIMIENTO DE PLACAS ALIGERADAS
	INTERSECCIÓN VIGA-VIGA
	INTERSECCIÓN VIGA COLUMNA
	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LOSAS MACIZAS
	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN VIGAS
	PASES EN VIGAS Y VIGUETAS
	FLEJES ADICIONALES EN NUDOS COLUMNAS CON VIGAS MAS ANCHA.
<b>LOCALIZACIÓN DE EJES, MUROS, COLUMNAS</b>	
	LOCALIZACIÓN MUROS Y COLUMNAS vs EJES
	EJES, NOMBRES Y DISTANCIAS
	TODAS LAS COL Y MUROS DEBEN TENER EJES.
	LONGITUD Y ESPESOR DE MUROS Y COLUMNAS
	REFERENCIAS DE MUROS Y COLUMNAS A EJES (Muros y col_no Centrados a Ejes)
	INTERSECCIONES EN PLANTA
	NOMENCLATURA DE MUROS Y COLUMNAS
	JUNTAS DE DILATACIÓN EN MUROS Y DETALLE
	REVISIÓN DE PRECISIÓN DE ACOTADO.
	NOTA ACLARATORIA (Dimensiones de Muros se deben Verificar con Planos Arq.)
	NOMBRE DE PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE EJES , MUROS Y/O COLUMNAS
	IDENTIFICACIÓN DE MÓDULOS POR JUNTAS ESTRUCTURALES.

<b>CIMENTACION_ZAPATAS_PLACA ALIGERADA/MACIZA_PILOTES_GEOMETRIA</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	
	NOMBRE DE PLANTA DE CIMENTACION_NIVEL Y ESPESOR SEGÚN APLIQUE
	LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES
	INDICAR CORTES_INTERACCION CON ESTRUCTURAS ADYACENTES
	INDICAR JUNTAS DE DILATACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN
	NOMBRE DE VIGAS VS DIMENSIONES Y EJES
	NOMENCLATURA DE MUROS Y /O COLUMNAS
	NOMENCLATURA DE MUROS DE CONTENCIÓN INDICADOS EN PLANTA (Rev. Hasta que Nivel aplica).
	INDICAR CORTES FOSO EN PLANTA
	INDICAR CORTES ARRANQUE ESCALERA EN PLANTA.
	ACOTADO INTERNO DE FOSO
	PROYECCIÓN MURO DE CONTENCIÓN FOSO
	ESQUEMA BÁSICO DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIE_ING. SUELOS
	DESPIECE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN-VERIFICAR SECCIONES EN PLANTA.
	SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DE VIGAS DE CIMENTACIÓN.
<b>CIMIENTOS AISLADOS</b>	
	ACOTADOS DE ZAPATAS CENTRICAS,EXCENRICAS Y/O COMBINADAS_REF. A EJES
	NOMENCLATURA DE CIMIENTOS
	CICLÓPEOS ESPECIALES
	ESTUDIO DE NIVELES DE CIMENTACIÓN VIGAS VS CIMIENTOS
	REVISAR ELEMENTOS MONOLÍTICOS (TRIM)
	TABLAS Y DETALLES DE CIMIENTOS CÉNTRICOS Y EXCÉNTRICOS
	DESPIECES DE CIMIENTOS COMBINADOS
<b>LOSA DE CIMENTACIÓN ALIGERADA Y/O MACIZA</b>	
	ACOTADOS BORDES DE PLACA
	ACOTADOS LIBRES ENTRE VIGAS (casetones y/o vacíos).
	SECCIÓN TÍPICA DE LOSA (ALIGERADA O MACIZA)_Indicar recubrimientos
	COTAS DE REFERENCIA ENTRE MUROS Y VIGAS DESCENTRADOS
	PLANTAS DE REFUERZO INFERIOR EN CADA DIRECCIÓN
	PLANTAS DE REFUERZO SUPERIOR EN CADA DIRECCIÓN
	PLANTAS DE REFUERZO ADICIONAL EN CADA DIRECCIÓN
	PLANTA DE CONFINAMIENTO ESPECIAL EN VIGAS_CON DETALLADO
<b>PILOTES</b>	
	PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE PILOTES_COTAS REFERENCIA
	NOMENCLATURA DE PILOTES_DIAMETRO Y LONGITUD
	INDICAR VIGAS ESPECIALES EN PLANTA (PUENTERAS)
	PLANTAS ACLARATORIAS_PILOTES ZONAS DE JUNTA CON OTRAS EST.
	TABLA DE PILOTES_CONVENCION_DIAMETRO_LONG. Y CAPACIDAD
	DESPIECE DE CABEZALES
	SECCIÓN TRANSVERSAL DE PILOTES
	DESPIECE PILOTES, NOTAS ACLARATORIAS CAPACIDAD Y APROBACION_GEOTECNISTA
<b>DETALLES-CIMENTACIÓN</b>	
	ARRANQUE DE MUROS
	SECCIÓN Y REFUERZO LOSETA DE ANTEPISO
	RECUBRIMIENTO VIGAS DE CIMENTACIÓN
	DETALLE JUNTAS DE DILATACIÓN
	SECCIONES TRANSVERSALES DE TIPOLOGÍAS DE MUROS DE CONTENCIÓN.
	VERIFICAR ACOTADO INTERNO FOSO ASCENSOR VS PLANTAS CIM Y TIPO
	PLANTAS,CORTES,NIVELES (Rev. Arq.) Y NOTAS_FOSO ASCENSOR
	DETALLES DE JUNTAS ENTRE ESTRUCTURAS ADYACENTES

<b>PLACAS AEREAS_LOSAS MACIZAS TUNEL_ALIGERADAS_STELL DECK</b>	
	<b>GENERALIDADES</b>
	VERIFICACIÓN DE BORDES DE PLACA CON PLANOS ARQUITECTONICOS_REV EJES
	NOMBRE DE PLANTAS SEGÚN NIVEL
	ACOTADOS Y NOMENCLATURA DE MUROS
	ACOTADOS BORDES DE PLACA Y/O VACÍOS
	ACOTADOS DE REFERENCIA ESPECIAL
	ACOTADOS DE ALIGERAMIENTO O VIGUETERIA , PERLINERIA
	ACOTADOS DE DUCTOS Y/O BUITRONES
	ACOTADOS INTERNOS FOSO ASCENSOR
	INDICAR JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y/O DILATACIÓN
	IDENTIFICACIÓN DE ESPESORES DE LOSAS DIFERENTES
	REVISAR MAMPOSTERÍAS DE APOYO ESCALERAS
	REVISAR SENTIDO ASENSO ESCALERAS
	PLANTAS DE CUARTOS DE MAQUINAS Y CUBIERTA FOSO ASCENSOR_REVISAR NOTAS
	DETALLES Y/O CORTES DE LOSAS EN VOLADIZO (Requerimiento arquitectonico_Volumetria).
	NOTAS DE ELEMENTOS DE VOLUMETRÍA EN FACHADA
	DETALLE DE TOPE LLANTA Y ANTEPECHO EN PARQUEADEROS.
	DETALLE GANCHO DE IZAGE
	NOTAS DE BUITRONES EXTERNOS_ESTRUCTURA LIVIANA
	DETALLADO DE SOPORTE BUITRONES EXTERNOS
	<b>PLACAS MACIZAS</b>
	PLANTA GEOMÉTRICA CON TRAZADO Y NOMENCLADO DE VIGAS EMBEBIDAS.
	SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS EMBEBIDAS Y DE BORDE ( Verificar Recubrimientos).
	CORTE TÍPICO DE CAMBIO DE SECCIÓN EN PLACA
	SECCIÓN TÍPICA DE LOSA (Recubrimientos)
	DETALLADO DE DUCTOS Y/O PASES (VERIFICAR CON ARQ.)
	PLANTAS DE MALLAS DE REFUERZO _SUPERIOR_POR TIPO DE PLACA_Acotado Traslapos
	PLANTAS DE MALLAS DE REFUERZO _INFERIOR_POR TIPO DE PLACA_Acotado Traslapos
	VERIFICAR REF. INFERIOR EN CAMBIO DE SECCIÓN
	REVISAR MALLA SUPERIOR EN VOLADIZOS
	PLANTAS DE REFUERZO ADICIONAL_POR TIPO DE PLACA
	DETALLE TÍPICO DE NOMENCLATURA MALLAS_VER NOTA TRASLAPOS
	TABLA DE MALLAS DE REFUERZO
	GEOMETRÍA DE MALLAS DE REFUERZO
	DETALLES DE REFUERZO EN ZONAS DE ESQUINA
	DETALLES DE REFUERZO MURO PLACA
	DETALLES DE REFUERZO EN REMATE MUROS
	DETALLE ACLARATORIO DE BORDE DE PLACA CON RETROCESO EN FACHADA
	DESPIECE DE VIGAS DESCOLGADAS
	DETALLE VIGAS VOLADIZO Y/O REALZADAS SOPORTADA EN MUROS
	<b>PLACAS ALIGERADAS</b>
	NOMENCLATURA DE VIGUETERIA
	SECCIONES DE RIOSTRAS
	SECCIONES DE VIGAS DE BORDE
	SECCIONES TRANSVERSALES DE LOSA SEGÚN APLIQUE
	DESPIECE DE VIGUETAS
	DETALLE RECUBRIMIENTO VIGUETA vs RECUBRIMIENTO VIGA

<b>PLACAS EN STEEL DECK</b>	
	DISTRIBUCIÓN DE PERLINERIA (AFERENCIAS VS DISEÑO)
	SECCIÓN TÍPICA DE STEEL DECK (1.5" _2.0" _3.0" SEGÚN APLIQUE) Y REFUERZO DISTRIBUCIÓN.
	SECCIONES TRANSVERSALES VIGAS DE BORDE Y/O SECUNDARIAS
	VERIFICACIÓN DE NOMENCLATURA DE PERLINERIA Y RIOSTRAS VS SECCIONES TRANSVERSALES
	VERIFICACIÓN DE CABIDA DE PERLINERIA EN VIGAS DE CONCRETO (H perlin vs H viga)
	VERIFICACIÓN DE REFUERZO ADICIONAL EN APOYOS SEGÚN DISEÑO
	DETALLES DE PEDESTAL PARA ARRANQUE DE CUBIERTAS METÁLICAS EN ULTIMO NIVEL.
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS STEEL DECK
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES DE COLOCACIÓN DE VARILLAS DE ANCLAJE EN EXTREMOS
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES APUNTALAMIENTO TEMPORAL
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES DE ANCLAJE A VIGAS DE CONCRETO
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES DE PATRÓN DE SOLDADURA TIPO EN PERLIN
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES CONECTORES DE CORTANTE + NOTA ACLARATORIA
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES DE ARMADO TÍPICO STEEL DECK
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES DE REFUERZO ADICIONAL EN APOYOS
	DET. CONSTRUCTIVOS _DETALLES DE FUNDIDA POR ETAPAS
	DET. CONSTRUCTIVOS _CORTE ESQUEMÁTICO DE STEEL DECK Y VIGAS DE CONCRETO TÍPICO.
	DET. CONSTRUCTIVOS _SECCION TÍPICA STEEL DECK + DETALLE LAMINA +DETALLE 3D LAMINA
	DET. CONSTRUCTIVOS _SECCIONES TRANSVERSALES PERLINES
	DET. CONSTRUCTIVOS _SECCIONES TRANSVERSALES RIOSTRAS

<b>ESCALERAS</b>	
	PLANTAS TIPO Y DE ARRANQUE AMPLIADA CON ACOTADOS DE REFERENCIA _REV EJES
	REVISIÓN DE OJO ESCALERAS (BARANDA Y /O MAMPOSTERÍA)_SEGÚN DISEÑO
	LOCALIZACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MAMPOSTERÍAS DE APOYO.
	INDICAR CORTES DE ESCALERA EN PLANTA
	VERIFICAR NOMENCLATURA Y SENTIDO CORTES EN PLANTA VS CORTES MOSTRADOS.
	CORTE TÍPICO DE ARRANQUE ESCALERA
	REVISAR ESPESOR ESCALERA VS ESPESOR DE LOSA DE APOYO.
	ACOTADOS DE HUELLA Y CONTRAHUELLA (REVISAR LIMITES NSR10)
	REVISIÓN DE REFUERZO VS DISEÑO
	REVISIÓN LOCALIZACIÓN DE TRASLAPOS M+ Y M-
	REVISIÓN DE LONGITUDES TOTALES DE REFUERZO
	REVISIÓN DE REFUERZO DE DISTRIBUCIÓN
	REVISIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE REFUERZOS EN PUNTOS DE INFLEXIÓN.
	DETALLE RECUBRIMIENTO ESCALERA
	DETALLE ANCLAJE DE REFUERZO (REVISAR DIÁMETRO BARRA VS ESPESOR DEL APOYO DE CONCRETO).
	SECCIONES TRANSVERSALES D V.CINTA Y COLUMNETA, DE LA MAMPOSTERÍA DE APOYO.

<b>DESPIECE DE VIGAS AÉREAS</b>	
	GEOMETRÍA. EJES / VANOS / APOYOS (VERIFICAR ACOTADO).
	SECCIÓN DE DESPIECE VS SECCIÓN EN PLANTA. (DEBEN SER IGUALES)
	VERIFICAR NIVELES
	VERIFICAR CANTIDAD DE VIGAS
	MARCAR CAMBIOS DE NIVEL
	LONGITUD DE TRASLAPO
	LONGITUD DE BARRAS < 12M / PREFERIBLEMENTE USAR LONGITUDES QUE MINIMICEN DESPERDICIOS
	VALIDAR LONGITUD DE BARRAS CON DOBLE GANCHO
	REVISIÓN DE CABIDA DE REFUERZO EN SECCIÓN.
	REVISAR ARMADO EN CAMBIOS DE SECCIÓN
	COMPARAR CAMBIOS DE SECCIÓN EN DESPIECE VS. PLANTA
	REFUERZO EN DOBLE FILA, SEPARACIÓN MÍNIMA 25 MM_ INCLIUR DETALLE
	COSTILLARES EN VIGAS ALTAS H > 0.90M (SEPARACIÓN) NSR-98 / NSR-10
	REVISIÓN DE REFUERZO INFERIOR EN EXTREMOS DE VIGAS VS REF. SUPERIOR (50%DES Y 33.3% DMO)
	LONGITUDES DE CONFINAMIENTO ROTULA PLÁSTICA
	SEPARACIÓN DE ESTRIBOS EN ZONA CONFINADA / NO CONFINADA
	NUMERO DE RAMAS VS NUMERO DE BARRAS LONGITUDINALES
	ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE GANCHOS SUPLEMENTARIOS O RAMAS CON ESTRIBOS: 35 CM
	RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS
	NOTA SOBRE ALTERNAR POSICIÓN DE GANCHOS EN VIGAS CON REFUERZO NO MÚLTIPLO DE RAMAS
	ESTRIBOS EN INTERSECCIÓN VIGA - VIGA
	VERIFICAR QUE TODAS LAS VIGAS ESTÉN DESPIEZADAS
	ACHURADOS EN MUROS
	VALIDAR LONGITUD DE LOS ESTRIBOS, DE RAMAS Y GANCHOS
	VERIFICAR POSICIÓN DE TRASLAPOS
	REVISAR ORTOGRAFÍA Y NOMENCLATURA
	VALIDAR ESCALAS

DESPIECE COLUMNAS	
	GEOMETRÍA. DIMENSIONES DE SECCIÓN / ALTURA DE ENTREPISO / ALTURA DE CIMENTACIÓN
	CONFIGURACIÓN DE SECCIÓN DE DESPIECE VS SECCIÓN EN PLANTA. (DEBEN SER IGUALES)
	VERIFICAR NIVELES
	CUMPLIMIENTO DE RESISTENCIA DE CONCRETOS VIGAS VS COLUMNAS
	DETALLE DEL CAMBIO DEL F'C VIGAS VS COLUMNAS
	REFUERZO LONGITUDINAL MÍNIMO / NUMERO MÍNIMO DE BARRAS LONGITUDINALES
	LONGITUD DE TRASLAPOS Y UBICACIÓN
	LONGITUD DE BARRAS < 9M / PREFERIBLEMENTE USAR LONGITUDES QUE MINIMICEN DESPERDICIOS
	VALIDAR LONGITUD DE BARRAS CON DOBLE GANCHO
	VALIDAR LONGITUD DE ESTRIBOS
	REVISAR ARMADO EN CAMBIOS DE SECCIÓN
	DETALLE DE CAMBIO DE SECCIÓN (CUMPLIR PENDIENTE MÁXIMA DE 1/6)
	LONGITUDES DE CONFINAMIENTO ROTULA PLÁSTICA
	SEPARACIÓN DE ESTRIBOS EN ZONA CONFINADA / NO CONFINADA
	ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS DE CONFINAMIENTO CIRCULARES
	NUMERO DE RAMAS VS NUMERO DE BARRAS LONGITUDINALES
	REQUISITOS MÍNIMOS DE NUMERO DE RAMAS (CUANTÍAS VOLUMÉTRICAS).
	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE RAMAS
	RECUBRIMIENTOS Y GANCHOS
	NOTA SOBRE ALTERNAR POSICIÓN DE GANCHOS EN SECCIONES CON REFUERZO NO MÚLTIPLO DE RAMAS
	VERIFICAR QUE TODAS LAS COLUMNAS ESTÉN DESPIEZADAS
	CANTIDAD DE COLUMNAS EN TITULO IGUAL A CANTIDAD EN CAJÓN
	REVISIÓN RELACIÓN BEAM/COLUMN (6/5)
	VERIFICAR DIMENSIONES MÁXIMAS LIMITADAS POR EL LDH
	CORTANTE EN EL NODO (JOIN SHEAR)
	VERIFICAR CANTIDAD DE ESTRIBOS EN EL DETALLE
	VERIFICAR LA SIMBOLOGÍA UTILIZADA PARA LOS DIFERENTES DIÁMETROS DE REFUERZO
	ACHURADOS DE VIGAS
	REVISAR ESCALAS





### 3. APOORTE AL CONOCIMIENTO

La optimización y eficiencia de los diseños estructurales son sumamente importantes a la hora de elaborar un proyecto, pero siempre teniendo en cuenta y como <sup>1</sup>prioridad la seguridad de la estructura, ya que de esta dependerá directamente la vida de las personas que la habiten o la usen. Debido a esto la fase de revisión de planos, modelos y memorias de un proyecto es vital.

Si se garantiza que los diseños cumplen con todos los requerimientos solicitados por la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 se podrá tener mayor certeza en que el proyecto que se le está entregando a la sociedad no pondrá en riesgo la vida de los usuarios, sino que al revés les brinda protección, por esto es de gran relevancia que a la hora de revisar los planos o modelos no se omita ningún detalle, ya que en casos donde los diseños están controlados por el mínimo debido al factor económico, un pequeño error, ya sea de cálculo o dejar pasar algo puede significar la integridad de la estructura.

“La seguridad de una edificación es el factor más importante, y está relacionado con la capacidad de la estructura para resistir las cargas o sollicitaciones máximas posibles que puedan ocurrir durante su vida útil, sin incurrir en daños excesivos o en colapso parcial o total de la edificación.”<sup>1</sup>

La anterior frase describe muy bien lo primero se debe tener en cuenta a la hora de diseñar una estructura, la seguridad, toda estructura se debe elaborar pensando que en el momento que ocurra un evento agresivo para la misma como un sismo, esta debe resistir, ya sea un tiempo suficiente para su evacuación en casos de sismo de gran magnitud, o simplemente que supere el evento sin sufrir daños en sus elementos estructurales. Por esto se debe llegar a un balance entre la seguridad y el factor económico de la estructura, donde uno no ponga en riesgo la viabilidad del otro.

---

<sup>1</sup> ROCHEL AWAD, Roberto. Análisis y diseño sísmico de edificios. Segunda Edición. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2012. p.25

#### 4. CONCLUSIONES

1. A la hora de diseñar vigas, columnas, losas, viguetas y demás elementos estructurales que son de vital importancia para una edificación se debe tener muy presente la protección al concreto a emplear, ya que esta tiene algunas variaciones dependiendo en que estructura se vaya a utilizar, de su exposición a la intemperie o algún otro ambiente corrosivo o si es una estructura especial, por ejemplo en estructuras ambientales y subestaciones eléctricas el recubrimiento del concreto aumenta considerablemente.
2. En estructuras pertenecientes a Vivienda de interés Social (VIS) donde prima el presupuesto del proyecto, se debe buscar que el diseño este controlado por los mínimos requerimientos exigidos por la NSR-10 para que los costos de construcción sean los más económicos posibles.
3. La creación e implementación de hojas de cálculo adecuadas como algunas de las que desarrolle a lo largo de la práctica empresarial, ayudan a obtener ciertos datos de entrada para el diferente software de diseño estructural, además de que también son una herramienta fácil y rápida para corroborar los datos de salida.
4. En los procesos de diseño estructural constantemente se recurre a la norma sismo resistente para consultar las diferentes exigencias que aplican a determinada estructura, es ahí donde un resumen organizado de esta y una buena lista de chequeo que la rectifique optimizan los tiempos de revisión de un proyecto.
5. Tener la oportunidad de trabajar a lado de Ingenieros civiles con gran experiencia en el campo de diseño estructural me ha mostrado que esta área es muy interesante y una de las que mayor responsabilidad tiene a la hora de elaborar un proyecto, se debe tener cuidado en no omitir ningún detalle, ya que la más mínima variación por insignificante que sea, en proyectos como los que manejan este tipo de empresas puede tener grandes repercusiones, tanto económicas como estructurales. Es por esto la importancia que tienen las listas de chequeo con las cual llevar un control y evaluar los diferentes diseños para estar seguro que los planos contienen la información completa y correcta antes de enviarlos a la curaduría o a obra.

6. Pertenecer a un gran equipo de trabajo como el del departamento de diseño estructural de MARVAL S. A. fue una experiencia muy enriquecedora, aprendí sobre los diferentes procesos que se deben llevar para lograr realizar a tiempo los diseños estructurales y pude profundizar en temas vistos en el pregrado, conjuntamente mis compañeros de trabajo me dejaron un gran agrado hacia el Diseño estructural, haciendo que disfrute realizar trabajos de este ámbito y querer en un futuro enfocar mis estudios de postgrado en esta rama de la ingeniería civil.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.Tomo 1-Titulo A, Bogotá D.C.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Abril del 2012.

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.Tomo 2-Titulo C, Bogotá D.C.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Abril del 2012.

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.Titulos J-K, Bogotá D.C.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Abril del 2012.

MCCORMAC, Jack C. Design of Reinforced Concrete. Cuarta Edición. Versión en Español: Ing. José de la Cera Alonso, México D.F.: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, 2002.

NILSON, Arthur H. Diseño de Estructuras de Concreto. Duodécima Edición. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A, 1999.

ROCHEL AWAD, Roberto. Análisis y diseño sísmico de edificios. Segunda Edición. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2012.

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS, Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC).

## 6. ANEXOS

Configuración de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en Columnas con Optimización de consumo en kilogramo en DES

Sección de la Columna		Arreglos del Refuerzo Longitudinal						Verificación Barras longitudinales VS Ramas	Cantidad mínima de refuerzo Longitudinal	Ramas		So Separación mínima en zona confinada C.21.6.4.3			(Lo) Longitud zona confinada C.21.6.4.1	Separación en zona No confinada C.21.6.4.5	Estribos paralelos a bc2 C.21.6.4.4				Estribos paralelos a bc1 C.21.6.4.4				Peso total del Refuerzo de la Columna
bc1	bc2	As C.21.6.3.1		Mayor Db		As Suministrado	Verificación As			Paralelas a bc1	Paralelas a bc2	Xi,hx53cm CR21.6.3	So Max	S Asumida	Lo		Ash C.21-7	# ramas	Ash C.21-8	# ramas	Ash C.21-7	# ramas	Ash C.21-8	# ramas	
		Cant	#	Cant	#																				
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	8	# 5		15.92 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	7.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3.545	3	1.238	1	3.545	3	1.238	1	85.890
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	6	# 5	2 # 6	17.67 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	7.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3.545	3	1.238	1	3.545	3	1.238	1	89.190
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	6	# 5		11.94 cm <sup>2</sup>	OK	OK	4	2	2	OK	7.5 cm	5.0 cm	45.00 cm	9.5 cm	2.364	2	0.825	1	2.364	2	0.825	1	59.790
30 cm	30 cm	9 cm <sup>2</sup>	4	# 6		11.46 cm <sup>2</sup>	OK	OK	4	2	2	OK	7.5 cm	5.0 cm	45.00 cm	11.5 cm	2.364	2	0.825	1	2.364	2	0.825	1	56.630
30 cm	35 cm	11 cm <sup>2</sup>	10	# 5		19.89 cm <sup>2</sup>	OK	OK	10	4	3	OK	7.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3.167	3	1.238	1	3.886	4	1.519	2	110.130
30 cm	35 cm	11 cm <sup>2</sup>	8	# 5		15.92 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	7.5 cm	6.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	2.744	3	1.073	1	3.368	3	1.316	2	94.380
30 cm	35 cm	11 cm <sup>2</sup>	6	# 5		11.94 cm <sup>2</sup>	OK	OK	6	3	2	OK	7.5 cm	5.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	2.322	2	0.908	1	2.850	3	1.114	1	75.200
30 cm	35 cm	11 cm <sup>2</sup>	4	# 6		11.46 cm <sup>2</sup>	OK	OK	4	2	2	OK	7.5 cm	4.5 cm	45.00 cm	11.5 cm	1.900	2	0.743	1	2.332	2	0.911	1	62.190
30 cm	40 cm	12 cm <sup>2</sup>	10	# 5		19.89 cm <sup>2</sup>	OK	OK	10	4	3	OK	7.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	2.906	3	1.238	1	4.227	4	1.800	2	114.180
30 cm	40 cm	12 cm <sup>2</sup>	4	# 5	2 # 6	13.69 cm <sup>2</sup>	OK	OK	6	3	2	OK	7.5 cm	6.0 cm	45.00 cm	9.5 cm	2.325	2	0.990	1	3.382	3	1.440	2	78.000
30 cm	40 cm	12 cm <sup>2</sup>	8	# 5		15.92 cm <sup>2</sup>	OK	OK	6	3	2	OK	7.5 cm	6.0 cm	45.00 cm	9.5 cm	2.325	2	0.990	1	3.382	3	1.440	2	82.200
30 cm	40 cm	12 cm <sup>2</sup>	4	# 5	2 # 6	13.69 cm <sup>2</sup>	OK	OK	4	2	2	OK	7.5 cm	4.0 cm	45.00 cm	9.5 cm	1.550	2	0.660	1	2.255	2	0.960	1	75.010
40 cm	40 cm	16 cm <sup>2</sup>	12	# 5		23.87 cm <sup>2</sup>	OK	OK	12	4	4	OK	9.5 cm	9.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	4.275	4	2.280	2	4.275	4	2.280	2	140.250
40 cm	40 cm	16 cm <sup>2</sup>	6	# 5	2 # 6	17.67 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	9.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3.375	3	1.800	2	3.375	3	1.800	2	105.390
40 cm	40 cm	16 cm <sup>2</sup>	10	# 5		19.89 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	9.5 cm	7.5 cm	45.00 cm	9.5 cm	3.375	3	1.800	2	3.375	3	1.800	2	109.590
40 cm	40 cm	16 cm <sup>2</sup>	8	# 6		22.92 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	10.0 cm	7.5 cm	45.00 cm	11.5 cm	3.375	3	1.800	2	3.375	3	1.800	2	109.950
60 cm	60 cm	36 cm <sup>2</sup>	18	# 5		35.81 cm <sup>2</sup>	Aumentar Refuerzo	OK	12	4	4	OK	9.5 cm	9.5 cm	60.00 cm	9.5 cm	4.092	4	3.705	3	4.092	4	3.705	3	197.340
60 cm	60 cm	36 cm <sup>2</sup>	14	# 6		40.11 cm <sup>2</sup>	OK	OK	12	4	4	OK	11.5 cm	11.0 cm	60.00 cm	11.5 cm	4.738	4	4.290	4	4.738	4	4.290	4	183.800
60 cm	60 cm	36 cm <sup>2</sup>	14	# 6		40.11 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	11.5 cm	8.0 cm	60.00 cm	11.5 cm	3.446	3	3.120	3	3.446	3	3.120	3	168.480
60 cm	60 cm	36 cm <sup>2</sup>	18	# 5		35.81 cm <sup>2</sup>	Aumentar Refuerzo	OK	8	3	3	OK	9.5 cm	8.0 cm	60.00 cm	9.5 cm	3.446	3	3.120	3	3.446	3	3.120	3	168.120
45 cm	45 cm	20 cm <sup>2</sup>	12	# 5		23.87 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	9.5 cm	8.0 cm	45.00 cm	9.5 cm	3.546	3	2.220	2	3.546	3	2.220	2	125.190
45 cm	45 cm	20 cm <sup>2</sup>	8	# 6		22.92 cm <sup>2</sup>	OK	OK	8	3	3	OK	11.3 cm	8.0 cm	45.00 cm	11.5 cm	3.546	3	2.220	2	3.546	3	2.220	2	117.450

## Configuración de distribución de refuerzo para cuantías mínimas en Columnas con Optimización de consumo en kilogramo en DMO

Sección de la Columna		As	Arreglos del Refuerzo Longitudinal				Verificación Barras longitudinales VS Ramas	Cantidad mínima de refuerzo Longitudinal	Ramas		So Separación mínima en zona confinada C.21.2.5.6			(Lo) Longitud zona confinada	Separación en zona No confinada C.21.6.4.5	Estribos paralelos a bc2 C.21.3.5.7		Estribos paralelos a bc1 C.21.3.5.7		Peso total del Refuerzo de la Columna		
bc1	bc2		Menor Db	Mayor Db	As Suministrado	Verificación As			Paralelas a bc1	Paralelas a bc2	Xi,hxS35cm C.21.3.5.8	So	S Asumida			# ramas	# ramas	# ramas	# ramas			
30 cm	30 cm	9 cm	8	# 5		15.92	OK	OK	8	3	3	OK	10.0 cm	10.0 cm	50.00 cm	20.0 cm	3	1	3	1	48.360	
30 cm	30 cm	9 cm	6	# 5		11.94	OK	Aumentar cantidad de Barras	8	3	3	OK	10.0 cm	10.0 cm	50.00 cm	20.0 cm	3	1	3	1	40.860	
30 cm	30 cm	9 cm	8	# 5		15.92	OK	OK	4	2	2	OK	10.0 cm	7.5 cm	50.00 cm	15.0 cm	2	1	2	1	43.973	
30 cm	30 cm	9 cm	6	# 5		11.94	OK	OK	4	2	2	OK	10.0 cm	7.5 cm	50.00 cm	15.0 cm	2	1	2	1	36.473	
45 cm	45 cm	20 cm	2	# 5	6	# 6	21.17	OK	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	12.0 cm	50.00 cm	24.0 cm	3	2	3	2	60.521
45 cm	45 cm	20 cm	12	# 5		23.87	OK	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	12.0 cm	50.00 cm	24.0 cm	3	2	3	2	65.621	
45 cm	45 cm	20 cm	8	# 6		22.92	OK	OK	8	3	3	OK	15.0 cm	12.0 cm	50.00 cm	24.0 cm	3	2	3	2	63.821	
45 cm	45 cm	20 cm	8	# 6		22.92	OK	OK	8	3	3	OK	15.0 cm	12.0 cm	50.00 cm	24.0 cm	3	2	3	2	63.821	
40 cm	40 cm	16 cm	10	# 5		19.89	OK	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	11.5 cm	50.00 cm	23.0 cm	3	2	3	2	57.345	
40 cm	40 cm	16 cm	8	# 6		22.92	OK	OK	8	3	3	OK	13.3 cm	11.5 cm	50.00 cm	23.0 cm	3	2	3	2	63.045	
40 cm	40 cm	16 cm	4	# 5	4	# 6	19.42	OK	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	11.5 cm	50.00 cm	23.0 cm	3	2	3	2	56.445
		0 cm				0.00	OK	OK	-4	0	0	OK	0.0 cm		50.00 cm	0.0 cm	0	0	0	0	#DIV/0!	
50 cm	50 cm	25 cm	14	# 5		27.85	OK	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	12.0 cm	50.00 cm	24.0 cm	3	3	3	3	75.315	
50 cm	50 cm	25 cm	14	# 5		27.85	OK	OK	12	4	4	OK	12.7 cm	12.5 cm	50.00 cm	25.0 cm	4	3	4	3	84.383	
50 cm	50 cm	25 cm	10	# 6		28.65	OK	OK	8	3	3	OK	15.0 cm	12.0 cm	50.00 cm	24.0 cm	3	3	3	3	76.815	
		0 cm				0.00	OK	OK	-4	0	0	OK	0.0 cm		50.00 cm	0.0 cm	0	0	0	0	#DIV/0!	
60 cm	60 cm	36 cm	18	# 5		35.81	AumentarRefuerzo	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	12.0 cm	60.00 cm	24.0 cm	3	3	3	3	98.888	
60 cm	60 cm	36 cm	14	# 6		40.11	OK	OK	12	4	4	OK	15.0 cm	15.0 cm	60.00 cm	30.0 cm	4	4	4	4	110.430	
60 cm	60 cm	36 cm	14	# 6		40.11	OK	OK	8	3	3	OK	15.0 cm	12.0 cm	60.00 cm	24.0 cm	3	3	3	3	106.988	
60 cm	60 cm	36 cm	20	# 5		39.79	OK	OK	8	3	3	OK	12.7 cm	12.0 cm	60.00 cm	24.0 cm	3	3	3	3	106.388	