

PRACTICA EMPRESARIAL PARA EL APOYO EN EL DISEÑO DE  
HERRAMIENTAS QUE FACILITEN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS  
NO ESTRUCTURALES

JHON ANDERSON PARRA PÁEZ  
AUTOR

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA

2017

PRACTICA EMPRESARIAL PARA EL APOYO EN EL DISEÑO DE  
HERRAMIENTAS QUE FACILITEN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS  
NO ESTRUCTURALES

Autor:

JHON ANDERSON PARRA PÁEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito  
para optar por el Título de Ingeniero Civil

Director:

MSc. MIGUEL ANTONIO PERALTA HENÁNDEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2017

# Dedicatoria

*El presente proyecto de grado va dedicado a mis padres, mi abuela y hermanos, porque en medio de grandes sacrificios y esfuerzos han hecho que sea cada día una mejor persona.*

# Agradecimientos

En este instante de tiempo, cuando estoy a punto de completar uno de los más grandes objetivos de mi vida, es complicado poder resumir lo agradecido que estoy con la vida por permitirme estar acá.

Lo único que si tengo claro es que agradezco a Dios por ser mi guía espiritual en este viaje; a mi madre porque ha sido la guerrera y el ejemplo a seguir más grande en mi vida, quien ha sacrificado muchas cosas con el fin de brindar un futuro a sus hijos; a mi padre quien en medio de las dificultades ha hecho hasta lo imposible por dar una estabilidad a su familia; a mi abuela que día a día me enseña el verdadero significado de la humildad (la vejez es sinónimo de sabiduría); a mis hermanos Jorge, Cristian y Steven, quienes a pesar de los problemas encontramos la forma de permanecer unidos; a Dianita González (mi hermana) quien fue el ejemplo a seguir para iniciar y terminar esta carrera universitaria; a mis amigos de infancia Rafael, María Helena, Rocío, Freddy, Mayer, Milena y Viviana por seguir presentes en estos momentos; a mis amigos de la universidad Chuy, Jonás, Andrés, David, Yenny, Lore, Aleja, Laura, Nancy quienes fueron testigos de todo mi proceso de formación profesional, por último agradezco a todo el equipo de trabajo de la empresa Peralta Ingeniería por ser de gran ayuda en mi etapa de práctica empresarial.

Nuevamente infinitas gracias a todos.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>2. EMPRESA PERALTA INGENIERÍA S.A.S.</b>	<b>15</b>
<b>3. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE ACTIVIDADES</b>	<b>16</b>
3.1. RECOLECCIÓN Y ESTUDIO DE INFORMACIÓN EXISTENTE	16
3.2. CONCEPTOS GENERALES	16
3.3. PLANTEAMIENTO DE LOS PROCESOS MATEMÁTICOS Y DE DISEÑO	17
3.4. DISEÑO DE LOS PLANOS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO	22
3.5. ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	24
<b>4. RESUMEN GENERAL DEL PROCESO DE DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES HECHO EN EL INSTRUCTIVO PARA LA EMPRESA</b>	<b>25</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>33</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de muro divisorio biapoyado. ....	18
Figura 2. Modelo de muro divisorio en voladizo.....	19
Figura 3. Modelo de tubería hidrosanitaria con soporte tipo pera.....	19
Figura 4. Modelo de una baranda tipo. ....	20
Figura 5. Modelo en AutoCAD de un edificio residencial de diez pisos. ....	21
Figura 6. Detalle en AutoCAD para muros divisorios que limitan con un elemento estructural vertical.....	23
Figura 7. Detalle en AutoCAD de remate de anclajes para muros biapoyados en la parte superior.....	23
Figura 8. Detalle en AutoCAD de un soporte para tuberías suspendidas tipo pera. ....	24
Figura 9. Detalles verticales de un edificio residencial.....	25
Figura 10. Detalle de un muro divisorio aislado lateral y superiormente de la estructura.....	26
Figura 11. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como Fracción de la Gravedad.....	27
Figura 12. Modos de falla por tracción y cortante para anclajes al concreto. ....	30

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de importancia según el grupo de uso. ....	26
Tabla 2. Grado de Desempeño Mínimo Requerido.....	28
Tabla 3. Valor de $R_p$ según el tipo de anclaje a usar en el ENE. ....	29

## RESUMEN

**TITULO:** PRACTICA EMPRESARIAL PARA EL APOYO EN EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS QUE FACILITEN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.\*

**AUTOR:** JHON ANDERSON PARRA PÁEZ \*\*

**PALABRAS CLAVE:** Práctica Empresarial, Elementos No Estructurales, instructivo, fuerzas actuantes, interacción.

### DESCRIPCIÓN:

El presente documento está relacionado con la descripción de los procesos llevados a cabo durante la práctica en la empresa Peralta Ingeniería S.A.S, enfocado al análisis y diseño de Elementos No Estructurales (ENE). El objetivo principal de la práctica, fue el apoyo en la creación de un instructivo que sirva, a los profesionales de la empresa, como guía para el adecuado proceso de diseño de estos elementos, respetando las normas existentes en Colombia, además, de aplicar dicho instructivo en proyectos en los cuales tiene participación la empresa. Para llevar a cabo el análisis y diseño de ENE, se parte de la necesidad de dar más importancia al comportamiento de estos elementos ante las fuerzas que pueden actuar en ellos, tales como: su peso propio, las fuerzas sísmicas horizontales y las fuerzas de viento, al mismo tiempo, se debe tener en cuenta la interacción entre los ENE y el sistema estructural de la edificación, respetando el criterio de diseño del ENE, buscando que los ENE se comporten de manera independiente en la edificación. De esta forma se da cumplimiento a uno de los objetivos de la modalidad de práctica empresarial, el cual es enfrentar al futuro egresado a un ambiente laboral, con el fin, de aplicar en situaciones reales los conocimientos adquiridos en el proceso de formación académica en la universidad.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: MSc Miguel Antonio Peralta Hernández, Ingeniero Civil.

## ABSTRACT

**TITLE:** PRACTICA EMPRESARIAL PARA EL APOYO EN EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS QUE FACILITEN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.\*

**AUTHOR:** JHON ANDERSON PARRA PÁEZ \*\*

**KEYWORDS:** Business Practice, Non-Structural Elements, Instructive, Acting Forces, Interaction.

### DESCRIPTION:

This document is related to the description of the processes carried out during the practice at the company Peralta Ingeniería S.A.S, focused on the analysis and design of Non-Structural Elements (ENE). The main objective of the practice was the support in the creation of an instructive that serves, to the professionals of the company, as guide for the proper process of design of these elements, respecting the existing norms in Colombia, in addition, to apply said Instructive in projects in which the company has participation. In order to carry out the analysis and design of ENE, it is necessary to give more importance to the behavior of these elements before the forces that can act on them, such as their own weight, horizontal seismic forces and wind forces, At the same time, that it should be taken into account that there is no interaction between the ENE and the structural system of the building, respecting the design criteria of the ENE, seeking that the ENE behave independently in the building. In this way, one of the objectives of the business practice modality is met, which is to face the future graduated to a work environment, with the purpose of applying in real situations the knowledge acquired in the process of academic formation in the University.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. Civil Engineering School. Director: MSc Miguel Antonio Peralta Hernández, Civil Engineer.

## INTRODUCCIÓN

Por medio de la modalidad de práctica empresarial la Universidad Industrial de Santander junto con las empresas en convenio, se permite, a los estudiantes, ejercer y fortalecer los conocimientos adquiridos durante su formación académica, y de forma paralela enfrentarlos con un ambiente laboral.

Actualmente, la universidad cuenta con un convenio con la empresa Peralta Ingeniería S.A.S, el cual, admite la vinculación de estudiantes de últimos semestres cuyo objetivo se centra en reforzar el equipo de trabajo, y de esta forma, aportar nuevas experiencias a los futuros profesionales en situaciones reales de trabajo.

Durante el periodo que comprende la práctica empresarial (16 semanas), se desarrolló un instructivo que permita el correcto análisis, diseño e interpretación en la construcción, de los Elementos No Estructurales (ENE) más comunes en edificaciones junto con sus sistemas de conexión a la estructura. El objetivo principal de la creación del manual, nace de la necesidad de dar importancia al comportamiento de los ENE ante fuerzas las actuantes sobre ellos, principalmente, que sean capaces de soportar los esfuerzos que se puedan generar durante un sismo sin que se vean afectadas las vidas humanas.

El conjunto de actividades que se tuvo en cuenta para el desarrollo del manual, inicia, con una investigación previa de conceptos generales relacionados con ENE, seguido de los lineamientos que establece el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) para su diseño; el siguiente paso se enfocó en entender los procesos matemáticos que entran en el diseño de los elementos; en tercer lugar, se redacta el instructivo, complementándolo con modelos detallados de planos para la adecuada interpretación al momento de construir un ENE; finalmente, se pone en práctica la información consultada,

analizando y diseñando diferentes proyectos en la ciudad de Bucaramanga en los cuales la empresa tiene participación.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar al equipo de trabajo en el análisis y diseño de elementos no estructurales usados en edificaciones, por medio de la creación de material bibliográfico e ilustrativo y siguiendo la normativa colombiana existente NSR-10.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1. Apoyar en la creación de material bibliográfico propio de la empresa en el cual se indiquen los procedimientos para el análisis y diseño de elementos no estructurales en edificaciones tales como: muros divisorios, anclajes para instalaciones hidrosanitarias y redes contra incendios.

1.2.2. Apoyar en el desarrollo y creación de herramientas de dibujo en las cuales se tengan en cuenta los resultados de los diseños de elementos no estructurales, y se facilite la presentación e interpretación de los mismos en los planos de construcción.

## 2. EMPRESA PERALTA INGENIERÍA S.A.S.

Peralta Ingeniería S.A.S. es una empresa Santandereana dedicada al diseño y construcción de estructuras en concreto reforzado y acero, estudios de vulnerabilidad y rehabilitación sísmica, supervisión técnica e interventoría de obras civiles.

La empresa cuenta con más de seis años de experiencia en la construcción de estructuras en concreto y acero, cumpliendo con los estándares de calidad adecuados para el desarrollo y ejecución de obras civiles.

Cuenta con un equipo de trabajo el cual se mantiene en constante capacitación con los diferentes procesos que permitan la adecuada construcción de obras civiles, implementado en sus proyectos herramientas innovadoras.

### 3. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE ACTIVIDADES

#### 3.1. RECOLECCIÓN Y ESTUDIO DE INFORMACIÓN EXISTENTE

La práctica empresarial inició con la consulta de material bibliográfico que permitió unir todos los conceptos de diseño de ENE en un solo documento guía para los profesionales de la empresa. Por otro lado, se hace una lectura de las normativas existentes relacionadas con el tema de ENE, sus conexiones al sistema estructural y sus requisitos mínimos de diseño para que soporten los esfuerzos que actúan sobre el elemento.

#### 3.2. CONCEPTOS GENERALES

En esta etapa de la práctica se definió el concepto de Elemento No Estructural y su clasificación según el Capítulo A.9 de la NSR-10.

3.2.1. Elemento No Estructural: Son todos aquellos elementos de construcción que no hacen parte del sistema de soporte de la estructura, es decir, únicamente deben resistir su propio peso, las fuerzas sísmicas horizontales y las cargas de viento en elementos que hacen parte de la fachada en un edificio.

3.2.2. Tipos de elementos no estructurales: La sección A.9.1.2 de la NSR-10 clasifica a los ENE que se deben diseñar sísmicamente de la siguiente manera:

- a. Elementos arquitectónicos: Son elementos cuya función es la división de espacios ya sea interior o exteriormente, además de la protección de ambientes exteriores en elementos que conforman la fachada de una edificación.
- b. Instalaciones hidráulicas y sanitarias, incluidos los sistemas hidráulicos de extinción de incendios: Su función principal es la distribución de agua

potable a los diferentes espacios que conforman una edificación, también, se encargan de la recolección y disposición de aguas lluvias y aguas negras.

- c. Instalaciones eléctricas, incluidos los sistemas de detección de incendios: Es el conjunto de elementos que conforman la red de distribución del cableado y equipos para la generación de energía eléctrica al interior del edificio.
- d. Instalaciones de gas: El diseño de estos elementos se debe a la implementación de gas natural en el país para uso residencial, el objetivo principal es evitar el daño de las tuberías debido al potencial riesgo de incendio que esto podría generar.
- e. Equipos mecánicos: Va enfocado a los sistemas relacionados a ascensores, equipos de aire acondicionado, escaleras eléctricas, etc., se puede decir que son los equipos que requieren de la instalación de motores para su funcionamiento.
- f. Estanterías: Son todos los elementos que cumplen la función de almacenar objetos de manera vertical, como es el caso de libros en bibliotecas.
- g. Instalaciones especiales: Va enfocado a elementos como salas de quirófanos, salas de radiación y electromagnetismo en hospitales, sistemas de luz y sonido en teatros o estadios.

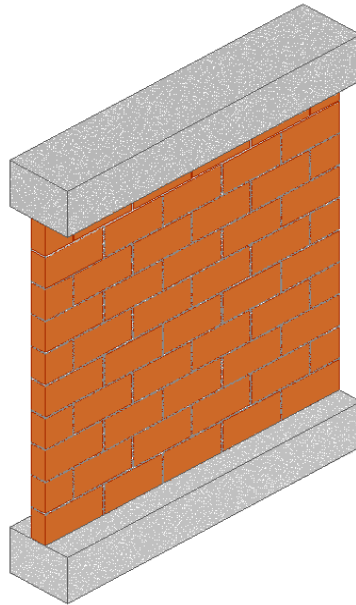
### 3.3. PLANTEAMIENTO DE LOS PROCESOS MATEMÁTICOS Y DE DISEÑO

Una vez unificada toda la información se redactó un documento que especifica los pasos a seguir para el diseño de los ENE más comunes en las edificaciones.

Los ENE a los cuales se les hizo el análisis y diseño y que se incluyeron en el instructivo fueron:

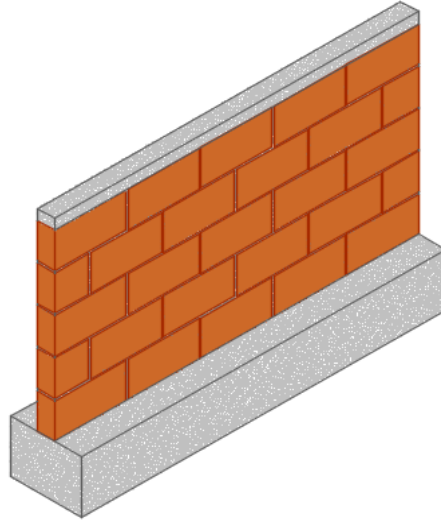
- a. Muros divisorios de mampostería anclados arriba y abajo: El análisis y diseño se hace para que el muro soporte los esfuerzos perpendiculares a la cara del muro, y estos esfuerzos se transfieran al sistema estructural por medio de conexiones ancladas arriba y abajo a las losas de concreto en cada entrepiso.

Figura 1. Modelo de muro divisorio biapoyado.



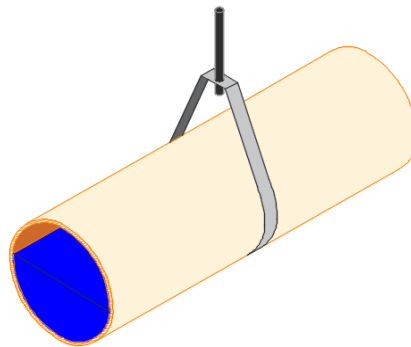
- b. Muros divisorios de mampostería en voladizo: El análisis y diseño se hace para que el muro soporte los esfuerzos perpendiculares a la cara del muro, y estos esfuerzos se transfieran al sistema estructural por medio de anclajes apoyados de la base del elemento a la placa de entrepiso.

Figura 2. Modelo de muro divisorio en voladizo.



- c. Diseño de anclajes para sistemas de tuberías hidrosanitarias: El análisis se hace únicamente a los anclajes apoyados al concreto que cumplen la función de transferir los esfuerzos a tracción y cortante actuante en los soportes de las tuberías, generalmente estos elementos se suspenden a las losas de concreto de la estructura.

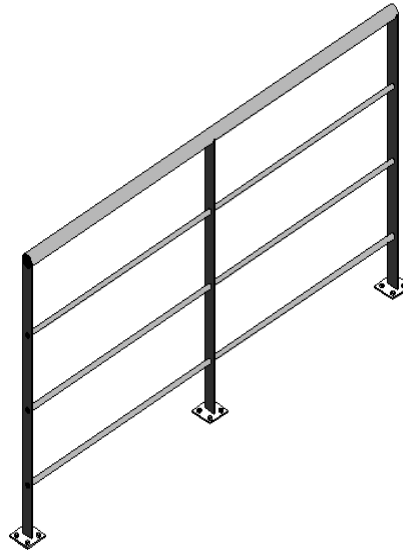
Figura 3. Modelo de tubería hidrosanitaria con soporte tipo pera.



- d. Barandas: Cumplen la función de evitar la caída al vacío de personas desde niveles altos en una edificación, el análisis va enfocado a los esfuerzos que

deben soportar las configuraciones de anclajes en los soportes de las barandas.

Figura 4. Modelo de una baranda tipo.



3.3.1. Diseño de los Elementos No Estructurales: Para el análisis de cargas de los ENE se deben seguir las condiciones dadas en el Capítulo A.9 de la NSR-10.

Para diseño de muros divisorios de mampostería se deben considerar los requisitos indicados en el Apéndice D-1 de la NSR-10.

Para el caso de sistemas vidriados el diseño dependerá de los parámetros que aparecen en el Capítulo K.4 de la NSR-10.

Las mamposterías, barandas y sistemas de vidrios para fachadas, deben tener análisis de fuerzas sísmicas y de viento que puedan actuar en el elemento.

3.3.2. Diseño de Conexiones de los Elementos No Estructurales con la Estructura

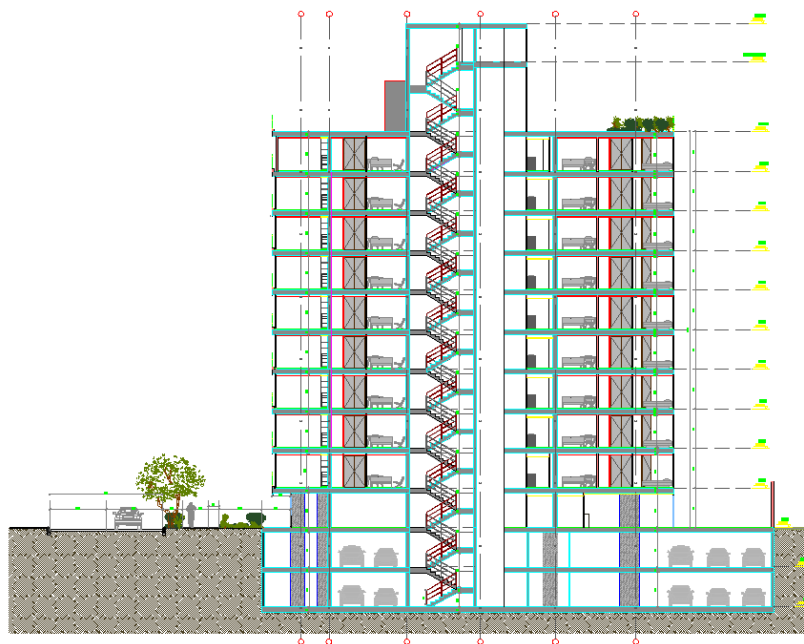
Corresponde al diseño de los anclajes que conectan a los ENE con el sistema estructural.

Para todos los ENE, se hace el diseño a los anclajes que se usan para fijar el elemento a la estructura, los cuales deben soportar el peso propio del elemento y las fuerzas que pueden surgir ante un sismo, además de transferir las cargas al sistema estructural.

Los diseños de las conexiones de anclajes al concreto estructural, se hacen siguiendo las condiciones dadas en el Apéndice C-D de la NSR-10 y el Capítulo 17 del Código ACI 318S-14, el cual, sirve como complemento de la norma, pues en este se incluye el análisis para anclajes adheridos.

3.3.3. Ejemplo de Diseño de Elementos No Estructurales: Para entender el instructivo hecho para la empresa, se realizó un ejemplo de diseño de los ENE anteriormente mencionados.

Figura 5. Modelo en AutoCAD de un edificio residencial de diez pisos.



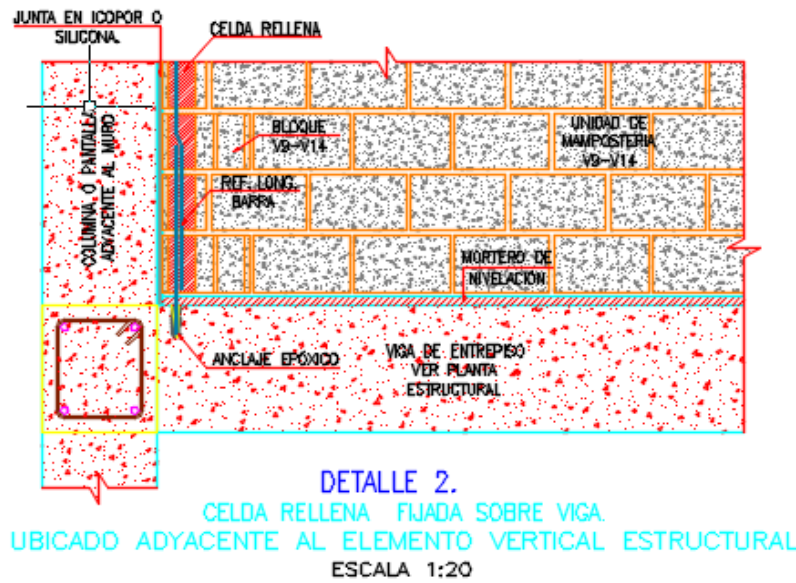
Fuente: Peralta Ingeniería S.A.S.

Este ejemplo se realizó para un edificio ubicado en la ciudad de Bucaramanga de uso residencial de 10 niveles de apartamentos, dos niveles de sótanos y un nivel de terraza para uso social descubierto. El edificio cuenta con un sistema estructural de pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado, el cual estará encargado de soportar las solicitaciones sísmicas y las cargas gravitacionales. El diseño, deberá resistir además de las fuerzas que le impone su uso, temblores de poca intensidad sin daños; temblores moderados sin daño estructural, pero con posibles daños en los ENE; y temblores fuertes con daños en elementos estructurales y no estructurales, pero sin colapso.

#### 3.4. DISEÑO DE LOS PLANOS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

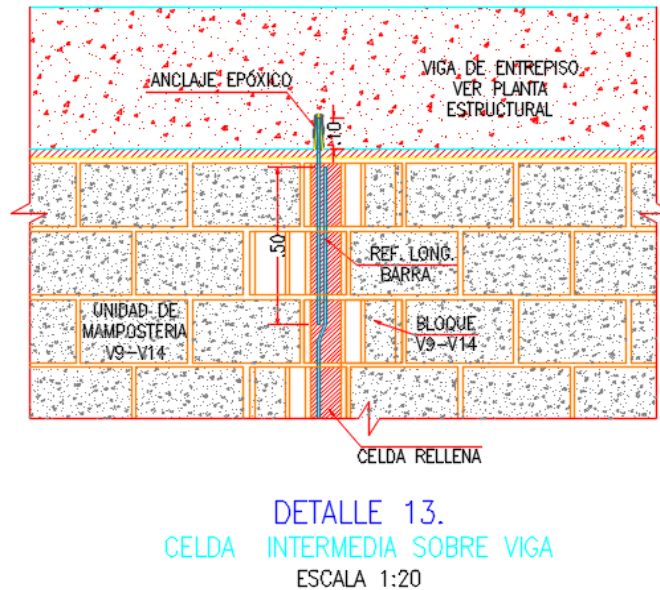
Con el fin de guiar a los profesionales sobre la adecuada construcción de los ENE, se realizaron modelos con el software AutoCAD y se compararon con el registro fotográfico obtenido en las visitas hechas a la obra en la cual la empresa tiene participación.

Figura 6. Detalle en AutoCAD para muros divisorios que limitan con un elemento estructural vertical.



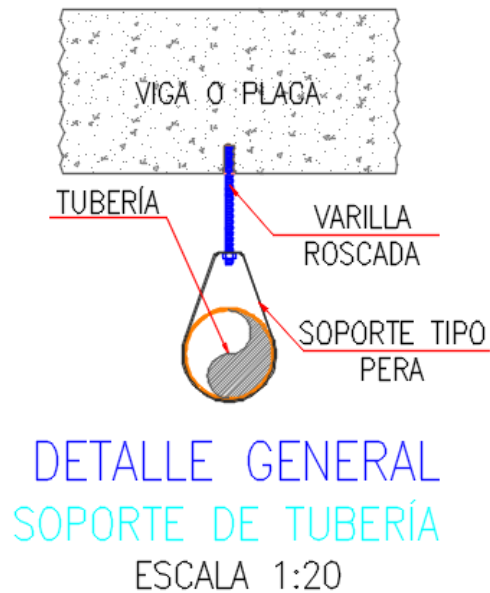
Fuente: Pealta Ingeniería S.A.S.

Figura 7. Detalle en AutoCAD de remate de anclajes para muros biapoyados en la parte superior.



Fuente: Peralta Ingeniería S.A.S.

Figura 8. Detalle en AutoCAD de un soporte para tuberías suspendidas tipo pera.



Fuente: Peralta Ingeniería S.A.S.

### 3.5. ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

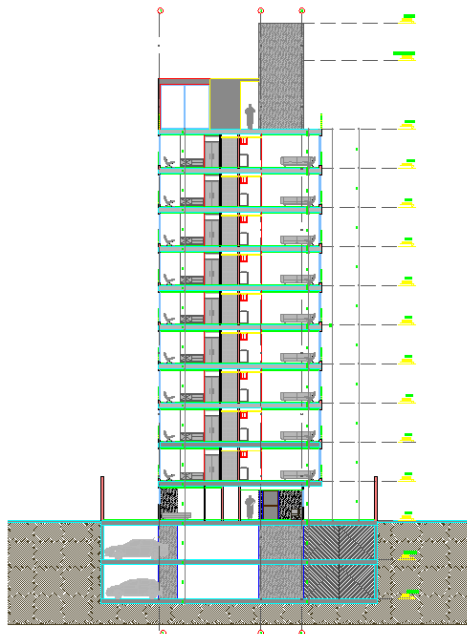
Finalmente se ayudó en el proceso de análisis y diseño de ENE en cuatro diferentes proyectos hechos en la empresa, los cuales permitieron poner en práctica los conocimientos adquiridos por parte del estudiante en la empresa.

#### 4. RESUMEN GENERAL DEL PROCESO DE DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES HECHO EN EL INSTRUCTIVO PARA LA EMPRESA

A continuación, se numeran los pasos de los requisitos generales de diseño de los ENE.

- a. Establecer la ubicación y alturas de cada nivel en la edificación donde exista un ENE.

Figura 9. Detalles verticales de un edificio residencial.

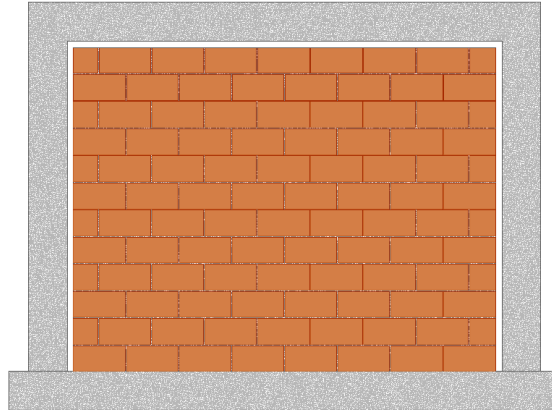


Fuente: Peralta Ingeniería S.A.S.

- b. Definir el criterio de diseño especificando la estrategia usada según el Capítulo A.9 de la NSR-10.

Todos los elementos se diseñan por recomendación, con el criterio que consiste en aislar lateralmente los ENE, permitiendo que la estructura se deforme sin que estos se vean afectados, básicamente, el ENE se apoya de la base o se cuelga en la estructura.

Figura 10. Detalle de un muro divisorio aislado lateral y superiormente de la estructura.



Fuente: Propia.

- c. Se calcula el periodo fundamental ( $T_a$ ) de la edificación según la sección A.4.2.2 de la NSR.10.

$$T_a = C_t h^\alpha \quad (1)$$

- d. Se determina el coeficiente de importancia según el grupo de uso del edificio, este coeficiente se obtiene de la Tabla 1.

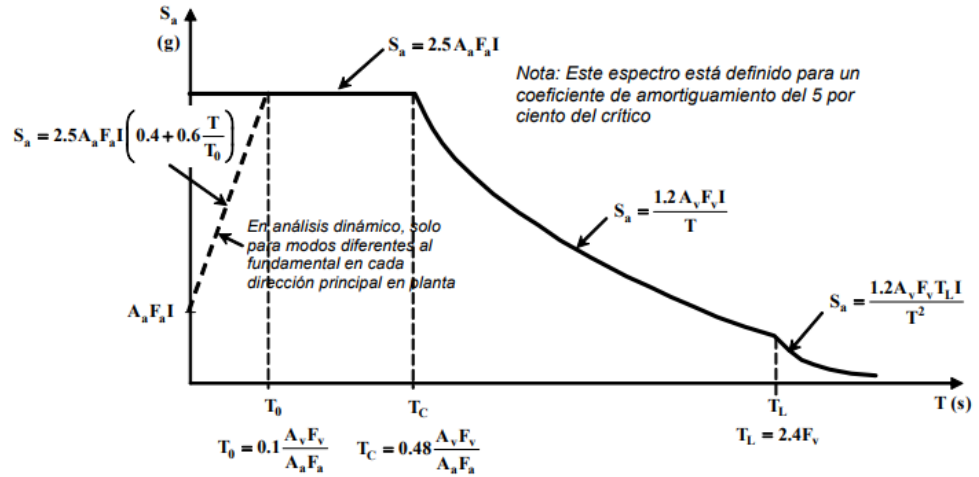
Tabla 1. Coeficiente de importancia según el grupo de uso.

<b>Grupo de Uso</b>	<b>Coeficiente de Importancia, I</b>
<b>IV</b>	1.50
<b>III</b>	1.25
<b>II</b>	1.10
<b>I</b>	1.00

Fuente: Numeral A.2.5.2 de la NSR-10.

- e. Diseñar el espectro de aceleraciones según lo indica el literal A.2.6 de la NSR-10 con el fin de obtener el valor de  $S_a$  para el  $T_a$  calculado.

Figura 11. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como Fracción de la Gravedad



Fuente: Numeral A.2.6 de la NSR-10.

- f. Calcular el máximo valor del espectro de aceleraciones ( $A_s$ ), para un periodo de vibración igual a cero.

$$A_s = S_{a,max} = 2.5 A_a F_a I \quad (2)$$

- g. Calcular la aceleración horizontal ( $a_x$ ) que actúa sobre el ENE dependiendo de su ubicación en el edificio.

$$a_x = A_s + \frac{(S_a - A_s) h_x}{h_{eq}} \text{ si } h_x \leq h_{eq} \quad (3)$$

$$a_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}} \text{ si } h_x > h_{eq} \quad (4)$$

$$a_x = A_d I \quad (5)$$

Nota: La condición dada en la ecuación (5) aplica para ENE ubicados en la base del edificio o por debajo de ella.

- h. Definir el material y calcular la masa del ENE ( $M_p$ ). cuando no está definido el material del ENE, se puede tener en cuenta las cargas muertas de diseño para ENE indicadas en el literal B.3.4 de la NSR-10.
- i. Establecer el grado de desempeño del ENE para el grupo de uso de la edificación, ver Tabla 2.

Tabla 2. Grado de Desempeño Mínimo Requerido.

Grupo de Uso	Grado de desempeño
IV	Superior
III	Superior
II	Bueno
I	Bajo

Fuente: Numeral A.9.2.3 de la NSR-10.

- j. Determinar los valores del coeficiente de amplificación dinámica ( $a_p$ ) y el coeficiente de capacidad de disipación de energía ( $R_p$ ) del ENE, los datos dependen del tipo de anclaje descrito en el Capítulo A.9 de la NSR-10.

Tabla 3. Valor de  $R_p$  según el tipo de anclaje a usar en el ENE.

Tipo de Anclaje	$R_p$
Especiales	6
Dúctiles	3
No Dúctiles	1.5
Húmedos	0.5

Fuente: Numeral A.9.4.2.3 de la NSR-10.

Los valores de  $a_p$  dependen de la condición de apoyo del ENE. Para ENE apoyados arriba y abajo el valor de  $a_p$  es igual a 1.00, y para ENE apoyados en su base o suspendidos a la estructura  $a_p$  es igual a 2.5.

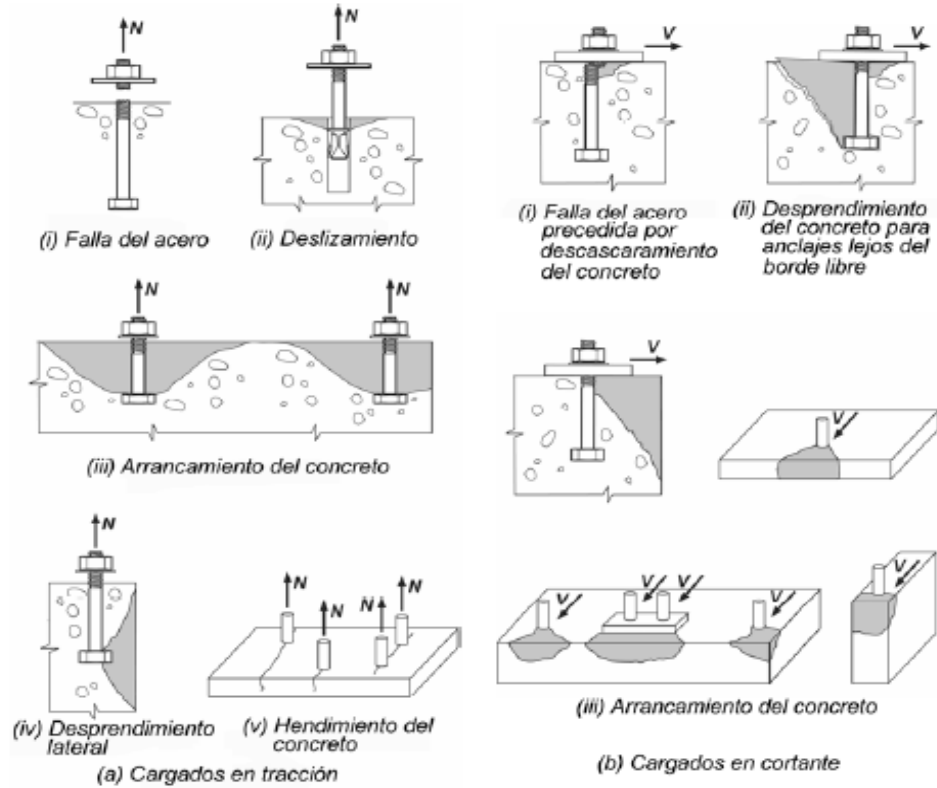
- k. Calcular el valor de la fuerza sísmica horizontal que actúa en el ENE, tomando como referencia la ecuación (6).

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} g M_p \geq \frac{A_a I}{2} g M_p \quad (6)$$

- l. Para elementos correspondientes a los elementos de fachada, se deben analizar las fuerzas de viento que soporta el ENE, hay que tener en cuenta las condiciones establecidas en el Capítulo A.9 de la NSR-10.
- m. Una vez calculadas las fuerzas que actúan en el ENE, se hace su dimensionamiento, ya sea para el ENE junto con sus conexiones y anclajes, o simplemente las conexiones y anclajes, según lo requiera cada caso.

Para el diseño de los anclajes se deben analizar las diferentes posibilidades de falla del anclaje y del concreto al momento de recibir las cargas impuestas por parte del ENE.

Figura 12. Modos de falla por tracción y cortante para anclajes al concreto.



Fuente: Apéndice C-D de la NSR-10.

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ Por medio de la modalidad de práctica empresarial, se permite al estudiante, demostrar y complementar los conocimientos adquiridos durante su periodo de formación académica, comprobando de esta manera, que el estudiante tiene las capacidades y aptitudes para enfrentarse a un ambiente laboral.
- ✓ El periodo de práctica empresarial también permitió observar que los profesionales y estudiantes de ingeniería civil deben adaptarse constantemente ante la aparición y actualización de normativas enfocadas al diseño de obras civiles. Para el caso de los ENE se recomienda hacer el análisis de los apoyos de los anclajes de acuerdo al código ACI 318S-14, esto debido a que, al comparar el Apéndice C-D de la NSR-10 con el Código, este incluye el diseño para anclajes adheridos.
- ✓ El constante cambio en la implementación de nuevas tecnologías obliga a los profesionales a estar en constante capacitación, con el objetivo de facilitar el estudio, análisis, diseño y comprensión de los elementos que hacen parte de un proyecto.
- ✓ Con el desarrollo de la practica en la empresa, se observó que hay temas que faltan por ser incluidos en el plan de estudios de ingeniería civil, como es el caso de los elementos no estructurales, los cuales pasan a un segundo plano al momento de diseñar una edificación. Se pudo concluir que los antecedentes indican que, luego de la ocurrencia de un sismo, los costos en reparaciones de los elementos no estructurales por colapso de los mismos son elevados y además representan un alto nivel de peligrosidad para las vidas humana. Los daños de los ENE ante un sismo se pueden reducir si se hace un adecuado análisis y diseño.

- ✓ Se recomienda a la empresa complementar el material hecho, con los elementos no estructurales que faltan por analizar y diseñar, como los equipos mecánicos e instalaciones especiales, los cuales en la mayoría de casos se construyen en edificaciones de grupo de uso III y IV según A.2.5.1 de la NSR-10.
  
- ✓ El desarrollo del instructivo de diseño ha dejado una ventana hacia la posibilidad de estudiar el comportamiento de los muros con configuraciones en L, T, Z y C, lo cual puede ser un motivo para reducir el diseño de estos elementos.

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). Farmington Hills, Michigan, USA: 2014, Capítulo 17, p. 233 – 278.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá D.C.: 2010. Capítulo A.9.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá D.C.: 2010, Apéndice C-D p. C-491 – C-524.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Boletín Técnico N° 58. Bogotá D.C.: 2002.