

AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA REVISIÓN DE DISEÑOS
ESTRUCTURALES EN LA EMPRESA PERALTA INGENIERÍA S.A.S.

Wilmer Gerardo Jaimes Ortiz

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Alexis Vega Arguello

Magister en Ingeniería Estructural

Tutor Empresarial

Diana Patricia Moreno Rojas

Ingeniera civil

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A mis padres, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y su constante motivación a lo largo de mi proceso de formación profesional.

A mis profesores, por su orientación, compromiso y aportes académicos, que fueron fundamentales para el desarrollo de mis competencias como futuro ingeniero civil.

A mis amigos y futuros colegas, por el compañerismo, el apoyo mutuo y el aprendizaje compartido a lo largo del camino académico, que fortalecieron tanto mi formación profesional como personal.

Agradecimientos

A la empresa Peralta Ingeniería S.A.S., por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales y permitirme aplicar en un entorno real los conocimientos adquiridos durante mi formación académica.

Al ingeniero Miguel Antonio Peralta Hernández, por el voto de confianza depositado en mí y por la orientación brindada durante el desarrollo de la práctica empresarial.

A la profesora María Alejandra Oliveros Caicedo, por su acompañamiento, disposición y apoyo durante mi proceso de formación profesional en la carrera.

A la profesora Tatiana Constanza Guarín Corredor, por la asesoría y el apoyo brindado en la etapa inicial de este proyecto, los cuales fueron fundamentales para su correcta estructuración y desarrollo.

Tabla de Contenido

<i>Introducción</i>	12
<i>1.Marco Conceptual</i>	15
<i>1.1.Componentes Documentales de la Revisión</i>	15
<i>1.2.Coherencia y Caracterización Técnica</i>	16
<i>1.3.Validación de Parámetros Sísmicos y Control de Derivas</i>	16
<i>1.4.Metodologías de Inspección y Herramientas Modernas</i>	17
<i>2.Marco Normativo</i>	18
<i>2.1.Normativa Nacional</i>	18
<i>2.2.Normativa Internacional</i>	19
<i>2.3.Sistemas De Gestión Y Calidad</i>	19
<i>2.4.Estándares Tecnológicos y Metodológicos</i>	20
<i>3.Objetivos</i>	21
<i>3.1.Objetivo General</i>	21
<i>3.2.Objetivos Específicos</i>	21
<i>4.Desarrollo de la práctica por objetivos</i>	22
<i>4.1.Actividades Desarrolladas</i>	23
<i>4.1.1.Fase 1: Caracterización y Diagnóstico del Proceso de Revisión</i>	24
<i>4.1.2.Fase 2: Análisis y Complementación de Placas Base</i>	24

4.1.3. Fase 3: Actualización y Estandarización Normativa	25
4.2. Metodologías y Herramientas Utilizadas	26
4.2.1. Metodología de Revisión Estructural	26
4.2.2. IDEA StatiCa y Método CBFEM	27
4.2.3. Metodología de Actualización Normativa	28
4.3. Análisis técnico realizado	28
4.3.1. Análisis del Proceso de Revisión Estructural	28
4.3.2. Análisis técnico de placas base	32
4.3.3. Evaluación y optimización del diseño	33
4.3.4. Análisis de Memorias de Cálculo y Parámetros Sísmicos	33
5. Resultados	36
5.1. Caracterización del proceso de revisión estructural	36
5.1.1. Estructuración del proceso de revisión	36
5.1.2. Coherencia entre documentos técnicos	37
5.1.3. Deficiencias en detalles constructivos	37
5.1.4. Caracterización del sistema estructural	37
5.1.5. Determinación de fuerzas sísmicas	38
5.1.6. Control de desplazamientos estructurales	38
5.1.7. Impacto en la calidad del proceso de revisión	38

<i>5.1.8. Proyecto en el que se aplicó la revisión estructural.....</i>	<i>39</i>
<i>5.2. Análisis y optimización de placas base.....</i>	<i>40</i>
<i>5.2.2. Aplicación de metodologías avanzadas.....</i>	<i>41</i>
<i>5.2.4. Impacto en la eficiencia estructural.....</i>	<i>41</i>
<i>5.3. Actualización y estandarización normativa.....</i>	<i>42</i>
<i>5.3.1. Actualización de parámetros sísmicos.....</i>	<i>42</i>
<i>5.3.2. Estandarización de formatos de cálculo.....</i>	<i>42</i>
<i>5.3.3. Optimización en la selección de perfiles.....</i>	<i>43</i>
<i>5.3.4. Incorporación de llaves de corte.....</i>	<i>43</i>
<i>5.3.5. Impacto en la confiabilidad del diseño.....</i>	<i>43</i>
<i>6. Conclusiones.....</i>	<i>44</i>
<i>Referencias Bibliográficas.....</i>	<i>46</i>

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de análisis y verificación de placas base mediante la herramienta de modelación estructural IDEA statica.	27
Figura 2. Inconsistencia de niveles entre planos estructurales y memorias de cálculo en documento interno.	29
Figura 3. Omisión de detalles constructivos en planos estructurales: deficiencias en la definición de refuerzos y elementos de conexión.	30
Figura 4. Inconsistencias en la determinación de fuerzas sísmicas: aplicación incorrecta de parámetros y espectro de diseño.	31
Figura 5. Actualización de parámetros sísmicos de diseño (SDS , $SD1$, Fa , Fv) según ubicación geográfica conforme a AIS 100-24.	34
Figura 6. Diseño y verificación de llaves de corte en placas base.	35
Figura 7. Tabla de contenido del manual de revisión estructural.	36
Figura 8. Aplicación de hojas de cálculo y modelación en el análisis de placas base.	40
Figura 9. Formato para propiedades de perfiles con sección rectangular compuesta.	42

Glosario

Anclaje: Elemento mecánico, generalmente constituido por pernos embebidos en el concreto, cuya función es garantizar la correcta transferencia de cargas entre la estructura metálica y la cimentación. Los anclajes trabajan principalmente a tracción y cortante, y su adecuado diseño es fundamental para la estabilidad de la conexión.

CBFEM (Component-Based Finite Element Method): Método de análisis estructural que combina el enfoque por componentes con la modelación mediante elementos finitos. Permite evaluar de manera detallada el comportamiento de conexiones estructurales, considerando fenómenos como la plastificación del material, la redistribución de esfuerzos y los modos de falla, logrando resultados más cercanos al comportamiento real.

Coherencia documental: Condición en la cual existe correspondencia total entre los diferentes documentos del proyecto estructural, como memorias de cálculo, planos y modelos digitales. Esta coherencia es fundamental para evitar errores en la ejecución de la obra y garantizar que el diseño construido sea consistente con el diseño analizado.

Deriva: Desplazamiento relativo entre dos niveles consecutivos de una estructura, generalmente medido en dirección horizontal bajo la acción de cargas laterales como sismos o viento. El control de derivas es un criterio esencial en el diseño sísmico, ya que limita daños en elementos estructurales y no estructurales.

Diseño estructural: Proceso técnico mediante el cual se definen, dimensionan y verifican los elementos que componen una estructura, con el objetivo de garantizar su seguridad, estabilidad y funcionalidad durante su vida útil. Este proceso incluye el análisis de cargas, la selección de materiales y la aplicación de normativas vigentes.

LRFD (Load and Resistance Factor Design): Metodología de diseño estructural basada en factores de carga y resistencia, que considera la variabilidad e incertidumbre de las acciones y

capacidades de los materiales. Este enfoque permite garantizar niveles adecuados de seguridad estructural mediante la comparación entre la resistencia reducida del elemento y las cargas amplificadas.

Memoria de cálculo: Documento técnico que contiene el desarrollo detallado del análisis y diseño estructural, incluyendo la definición de cargas, modelos de análisis, combinaciones de carga, verificaciones de resistencia y resultados obtenidos. Sirve como soporte justificativo del diseño y como herramienta de revisión.

Placa base: Elemento estructural de acero ubicado en la base de columnas metálicas, encargado de transmitir las cargas provenientes de la superestructura hacia el concreto de soporte. Su diseño debe considerar la distribución de presiones, la flexión de la placa y la interacción con los pernos de anclaje.

Parámetros sísmicos: Conjunto de valores definidos por la normativa que permiten caracterizar la respuesta sísmica de una estructura, tales como los coeficientes SDS y SD1, los factores de amplificación F_a y F_v , y el tipo de suelo. Estos parámetros son fundamentales para la determinación de las fuerzas sísmicas de diseño.

Revisión estructural: Proceso técnico de evaluación y verificación del diseño estructural, cuyo objetivo es garantizar el cumplimiento de la normativa vigente, la coherencia entre documentos y la correcta aplicación de criterios de diseño. Este proceso permite identificar errores, inconsistencias y oportunidades de mejora en los proyectos.

Resumen

Título: AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA REVISIÓN DE DISEÑOS ESTRUCTURALES EN LA EMPRESA PERALTA INGENIERÍA S.A.S.*

Autor: Wilmer Gerardo Jaimes Ortiz**

Palabras Clave: Revisión estructural, placas base, diseño estructural, LRFD, normativa sísmica, optimización estructural.

Descripción: El presente trabajo de grado tiene como objetivo desarrollar habilidades técnicas en la revisión de diseños estructurales mediante la práctica empresarial realizada en la empresa Peralta Ingeniería S.A.S. El estudio se enfocó en la caracterización del proceso de revisión estructural, la implementación de herramientas complementarias para el análisis de placas base en estructuras metálicas y la actualización de memorias de cálculo conforme a la normativa vigente.

En una primera fase, se realizó un diagnóstico del proceso de revisión estructural, identificando inconsistencias en la coherencia documental, la definición de parámetros sísmicos y la especificación de detalles constructivos. Como resultado, se desarrolló un manual de revisión estructural que permite estandarizar criterios técnicos y mejorar la trazabilidad del proceso.

Posteriormente, se diseñaron herramientas complementarias, como anexos técnicos y hojas de cálculo, orientadas al análisis de placas base, permitiendo una mejor interpretación del comportamiento estructural de la conexión bajo el enfoque de diseño por resistencia (LRFD, por sus siglas en inglés).

Finalmente, se llevó a cabo la actualización y estandarización de memorias de cálculo, incorporando parámetros sísmicos y formatos optimizados para la selección de perfiles estructurales.

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de metodologías estructuradas y herramientas técnicas contribuye significativamente a mejorar la calidad, eficiencia y confiabilidad del diseño estructural, aportando soluciones aplicables al contexto profesional de la ingeniería civil.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Alexis Vega Arguello. Magister en Ingeniería Estructural. Tutora: Diana Patricia Moreno Rojas. Ingeniera Civil

Abstract

Title: Civil Engineering Assistant for the Review of Structural Designs at Peralta Ingeniería S.A.S.*

Author: Wilmer Gerardo Jaimes Ortiz **

Key Words: Structural review, foundation plates, structural design, LRFD, seismic codes, structural optimization.

Description: The objective of this thesis is to develop technical skills in the review of structural designs through an internship at Peralta Ingeniería S.A.S. The study focused on characterizing the structural review process, implementing complementary tools for the analysis of base plates in steel structures, and updating calculation reports in accordance with current regulations.

In the first phase, a diagnostic assessment of the structural review process was conducted, identifying inconsistencies in document consistency, the definition of seismic parameters, and the specification of construction details. As a result, a structural review manual was developed to standardize technical criteria and improve process traceability.

Subsequently, complementary tools—such as technical appendices and spreadsheets—were designed for the analysis of base plates, enabling a better interpretation of the structural behavior of the connection under the Load and Resistance-Factored Design (LRFD) approach.

Finally, the calculation reports were updated and standardized, incorporating seismic parameters and optimized formats for the selection of structural profiles.

The results obtained demonstrate that the implementation of structured methodologies and technical tools significantly contributes to improving the quality, efficiency, and reliability of structural design, providing solutions applicable to the professional context of civil engineering.

* Bachelor's degree

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Advisor: Alexis Vega Arguello. Master's in Structural Engineering. Mentor: Diana Patricia Moreno Rojas. Civil Engineer

Introducción

En el sector de la ingeniería civil, particularmente en el diseño estructural y la consultoría técnica, la aplicación de estándares normativos y metodológicos constituye un elemento fundamental para garantizar la seguridad, calidad y confiabilidad de los proyectos. En este contexto, el diseño estructural puede definirse como el proceso que, con base en las características y requerimientos de un proyecto, permite concebir y definir un sistema estructural completo capaz de ofrecer seguridad, estabilidad y factibilidad técnica durante toda su vida útil (Reboredo, 2021). Este proceso no solo involucra el dimensionamiento de elementos estructurales, sino también la correcta articulación entre modelos de análisis, memorias de cálculo y documentación técnica de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10, 2010), con sus modificaciones hasta el decreto 945 de 2017.

Uno de los aspectos más relevantes dentro del diseño estructural es la coherencia entre los modelos digitales, los cálculos estructurales y los planos constructivos (NSR-10, 2010). Esta coherencia permite asegurar que las estructuras cumplan con los estándares normativos y de seguridad, al tiempo que facilita la comunicación efectiva entre los diferentes actores involucrados en el desarrollo del proyecto, tales como diseñadores, revisores y constructores (Secretaría de desarrollo urbano y vivienda y secretaría de obras y servicios, 2017). Asimismo, la adecuada elaboración y revisión de memorias de cálculo en estructuras metálicas permite al ingeniero estructural establecer listas de chequeo que funcionan como una línea de tiempo para la identificación sistemática de posibles inconsistencias, errores de modelación, incumplimientos normativos y fallas potenciales en las distintas etapas del diseño, garantizando así la viabilidad técnica de las soluciones propuestas.

En este sentido, la organización y revisión sistemática de la documentación técnica adquieren un papel determinante, ya que permiten mantener la trazabilidad de los procesos de diseño, reducir inconsistencias y evitar reprocesos que pueden generar sobrecostos o retrasos en la ejecución de los proyectos (Grupo ADIPSA | Ingeniería estructural en Panamá, 2025). Estas prácticas se encuentran respaldadas por la normativa nacional vigente; en particular, el Título F de la NSR-10 establece que los planos y especificaciones de diseño estructural deben ajustarse a los requisitos definidos para estructuras metálicas, mientras que el Título A define la documentación mínima requerida en todo proyecto estructural, incluyendo planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas y certificados de materiales (NSR-10, 2010). Este marco normativo evidencia la importancia de la rigurosidad en el diseño estructural y sustenta la necesidad de fortalecer la formación técnica del ingeniero, de modo que se garantice el cumplimiento de los requisitos normativos y la adecuada articulación entre la teoría académica y la práctica profesional.

En este contexto, Peralta Ingeniería S.A.S. fundamenta su operación en un conjunto robusto de normas técnicas, tanto nacionales como internacionales, que orientan el desarrollo de sus actividades en diseño, revisión estructural y construcción (Peralta ingeniería S.A.S, 2025). Este enfoque normativo permite garantizar que las soluciones planteadas cumplan con criterios de seguridad estructural, eficiencia técnica y sostenibilidad, especialmente en un país como Colombia, donde la amenaza sísmica es determinante; además, fortalece la formación del practicante en la interpretación y aplicación de la normativa vigente, como la NSR-10 (2010).

Adicionalmente, la empresa incorpora sistemas de gestión de calidad y seguridad en el trabajo, junto con el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, lo que fortalece la trazabilidad de los proyectos y mejora la coordinación entre las diferentes disciplinas involucradas. De esta

manera, no solo se asegura el cumplimiento de la normativa vigente, sino que también se promueve la mejora continua y la competitividad en el desarrollo de sus servicios de ingeniería.

Desde su creación en 2011, Peralta Ingeniería S.A.S. ha desarrollado su actividad en diversas áreas del sector de la ingeniería civil y estructural, incluyendo la consultoría técnica, el análisis de patologías, el diseño y construcción de estructuras, la supervisión e interventoría de proyectos, así como procesos de formación académica (Peralta ingeniería S.A.S, 2025). Esta trayectoria le ha permitido consolidarse como un aliado estratégico en el desarrollo de proyectos de infraestructura, prestando sus servicios en el departamento de Santander y en otras regiones del país, ofreciendo soluciones tanto para comunidades como para el sector industrial, aprovechando las ventajas del acero estructural, destacándose por la calidad técnica de sus servicios y su enfoque en la optimización de procesos de diseño.

1. Marco Conceptual

El presente marco conceptual define los fundamentos teóricos asociados al proceso de revisión estructural, entendido como la verificación técnica de los estados límite de falla y de servicio en estructuras nuevas o existentes. Este proceso constituye una disciplina transversal esencial que contribuye a garantizar la integridad, funcionalidad y eficiencia de los sistemas estructurales, consolidándose como una etapa clave dentro del aseguramiento de la calidad. Su propósito es emitir una constancia de revisión independiente y objetiva sobre los aspectos que condicionan la seguridad y el adecuado desempeño de la edificación, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos en la NSR-10(2010), así como de las normas técnicas complementarias aplicables, tanto nacionales como internacionales.

1.1.Componentes Documentales de la Revisión

Las memorias de cálculo constituyen el soporte técnico fundamental del proyecto, ya que contienen el desarrollo analítico de las condiciones de carga, la descripción del sistema adoptado, los métodos de análisis y la verificación de que las derivas máximas no han sido excedidas. En este documento se deben detallar los principios bajo los cuales se realiza el modelo digital y los datos de entrada al procesador automático, sirviendo como registro justificativo del diseño estructural, en concordancia con lo establecido en el numeral A.1.5.3.1 del Título A de la NSR-10(2010).

Por su parte, los planos estructurales constituyen la representación gráfica del diseño adoptado, incorporando dimensiones, configuraciones y detalles constructivos necesarios para su correcta fabricación y ejecución en obra. Su revisión busca asegurar que la información presentada sea clara, completa y coherente con las memorias de cálculo, de modo que permita una adecuada interpretación y construcción del proyecto. Asimismo, deben incluir especificaciones de

materiales, ubicación de los elementos, refuerzos y detalles de conexiones estructurales, conforme a los lineamientos de documentación definidos en el numeral A.1.5.2.1 del Título A de la NSR-10(2010).

1.2.Coherencia y Caracterización Técnica

Un aspecto fundamental dentro de la revisión es la coherencia documental, la cual hace referencia a la correspondencia total entre memorias, modelos y planos estructurales, evitando discrepancias que constituyan fuentes de error o interpretaciones incorrectas durante la construcción. Asimismo, la revisión incluye la validación de la caracterización del sistema estructural, evaluando su capacidad de resistencia ante combinaciones de acciones permanentes, aleatorias y accidentales. Esta caracterización debe ser congruente con las condiciones de carga y las características del subsuelo determinadas en el estudio de suelos.

1.3.Validación de Parámetros Sísmicos y Control de Derivas

La validación de los parámetros sísmicos (como S_{DS} , S_{D1} , F_a y F_v) es un componente clave, ya que estos influyen directamente en la determinación de las fuerzas laterales de diseño según la localización geográfica del proyecto. Estos movimientos sísmicos de diseño se expresan a través de un espectro elástico de diseño que considera la amenaza sísmica regional y las características de la estratificación del suelo subyacente (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2025); a partir de este, se determina la respuesta estructural mediante el criterio de Fuerza Horizontal Equivalente (FHE), el cual permite representar los efectos del sismo como fuerzas laterales aplicadas a la estructura.

De igual manera, el control de la deriva de entrepiso, entendida como la relación entre el desplazamiento relativo de un nivel respecto al inferior y la altura de este, constituye un aspecto esencial dentro de la revisión estructural, al ser un indicador directo del nivel de daño esperado en

la edificación. Este parámetro permite evaluar el desempeño sísmico y limitar afectaciones tanto en elementos estructurales como no estructurales. En este sentido, el revisor debe verificar que dichas derivas se mantengan dentro de los límites prescriptivos establecidos, garantizando que no se excedan las holguras de separación ni los valores máximos permitidos por la normativa colombiana (NSR-10, 2010).

1.4. Metodologías de Inspección y Herramientas Modernas

La inspección estructural integra aspectos técnicos, metodológicos y de muestreo, auxiliándose de herramientas para comprobar dimensiones y verificar que las cantidades de material coincidan con la documentación de diseño aprobada, incluyendo planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo. La implementación de metodologías basadas en listas de chequeo permite documentar de manera ordenada el estado de cumplimiento de cada aspecto evaluado, contribuyendo a la generación de resultados más confiables y trazables.

2. Marco Normativo

Para el desarrollo de sus proyectos, Peralta Ingeniería S.A.S. se rige por un conjunto de normas técnicas que establecen los lineamientos obligatorios y de referencia en el ámbito estructural. Estas normas se dividen en dos categorías principales: normativas nacionales e internacionales.

2.1. Normativa Nacional

En el contexto colombiano, el diseño estructural debe cumplir obligatoriamente con los lineamientos establecidos por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), el cual define los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones para garantizar la protección de la vida humana frente a eventos sísmicos.

Dentro de este reglamento, la empresa aplica diferentes títulos según el tipo de proyecto y sistema estructural. El Título A establece los principios generales del diseño estructural, incluyendo criterios de análisis dinámicos y requisitos básicos de seguridad. Por su parte, el Título B define las metodologías para la determinación de cargas, tales como cargas muertas, vivas, de viento y sísmicas, combinaciones de carga las cuales son fundamentales para el dimensionamiento de los elementos estructurales (NSR-10, 2010).

En el caso de estructuras metálicas, se aplica el Título F, el cual contiene las disposiciones específicas para el diseño de elementos de acero, incluyendo aspectos relacionados con conexiones, estabilidad y control de deformaciones.

De manera complementaria, la empresa adopta la Especificación Colombiana para Estructuras de Acero (AIS 100-24) (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2025), desarrollada por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, aplicando sus disposiciones según el alcance específico de cada proyecto, especialmente en lo relacionado con el diseño, la

fabricación y el montaje de estructuras metálicas. Esta especificación se utiliza como complemento a la normativa nacional vigente, manteniendo como marco principal la NSR-10(2010).

2.2. Normativa Internacional

Con el fin de garantizar un alto nivel técnico y alinearse con estándares globales, Peralta Ingeniería S.A.S. emplea normas internacionales ampliamente reconocidas, especialmente provenientes de los Estados Unidos.

Entre estas se encuentra la ANSI/AISC 360-22 (AISC, 2022), desarrollada por el American Institute of Steel Construction, la cual se emplea como referencia para la verificación de la resistencia y estabilidad de estructuras de acero. Esta norma contempla metodologías como el diseño por factores de carga y resistencia (LRFD), orientado a la evaluación de la capacidad última de los elementos, y el diseño por esfuerzos admisibles (ASD), comúnmente utilizado para la verificación de condiciones de servicio, como el control de deformaciones.

2.3. Sistemas De Gestión Y Calidad

Además del cumplimiento de normas técnicas de diseño, Peralta Ingeniería S.A.S. implementa sistemas de gestión basados en estándares internacionales que promueven la mejora continua y la eficiencia organizacional.

La norma ISO 9001:2015 rige el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa, permitiendo estandarizar procesos, mejorar la prestación de servicios y garantizar la satisfacción del cliente. Este enfoque asegura que cada proyecto se desarrolle bajo criterios de control, seguimiento y mejora continua (ICONTEC, 2015).

Por otro lado, la ISO 45001:2018 establece los lineamientos para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, lo cual resulta fundamental en actividades relacionadas con obra y montaje

estructural, donde los riesgos laborales deben ser gestionados de manera rigurosa (ICONTEC, 2018).

2.4. Estándares Tecnológicos y Metodológicos

El uso de herramientas tecnológicas y metodologías avanzadas constituye un pilar fundamental en la operación de Peralta Ingeniería S.A.S., ya que permite optimizar los procesos de diseño, revisión y coordinación de proyectos.

En este sentido, la empresa implementa la metodología BIM (Building Information Modeling), la cual facilita la integración de información en modelos digitales tridimensionales, permitiendo la detección temprana de interferencias, la coordinación entre disciplinas y la generación de documentación coherente y precisa.

Adicionalmente, se emplean softwares especializados como Tekla Structures (*Tekla Software by Trimble, 2025*), orientado a la modelación y gestión detallada de estructuras, y AutoCAD (AutoCad, 2026), utilizado para la elaboración de planos y detalles constructivos. Estas herramientas permiten mejorar la precisión en el diseño, optimizar los procesos de revisión y garantizar la calidad en la documentación técnica generada.

3. Objetivos

3.1.Objetivo General

Desarrollar habilidades técnicas en la revisión de diseños estructurales como auxiliar de ingeniería civil en la empresa Peralta Ingeniería S.A.S., asegurando el cumplimiento de la normativa técnica y aplicación de herramientas de modelado digital.

3.2.Objetivos Específicos

Caracterizar los procesos de revisión de diseños estructurales en la empresa Peralta Ingeniería S.A.S. para identificar oportunidades de mejora en la precisión del desarrollo de proyectos.

Implementar herramientas de modelado digital para mejorar la precisión y eficiencia en la elaboración y verificación de los diseños estructurales.

Revisar la normativa técnica y bibliografía utilizadas en los informes de diseño estructural, asegurando su vigencia y correcta aplicación.

4. Desarrollo de la práctica por objetivos

El desarrollo de la práctica empresarial en Peralta Ingeniería S.A.S. se llevó a cabo mediante un enfoque metodológico estructurado, orientado a la gestión técnica de proyectos de ingeniería estructural. Este enfoque se fundamentó en la aplicación rigurosa de normativas nacionales e internacionales, así como en el uso de herramientas especializadas de análisis y diseño, con el propósito de garantizar la calidad, seguridad y confiabilidad de los productos generados durante el proceso de diseño estructural (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2025).

La práctica se enmarcó en un contexto profesional en el cual la precisión técnica, la trazabilidad de la información y la correcta interpretación de la normativa constituyen elementos fundamentales para el desarrollo de proyectos estructurales seguros y eficientes. En este sentido, las actividades desarrolladas no solo se orientaron a la ejecución de tareas operativas, sino también a la comprensión integral de los procesos de revisión y validación estructural, lo que permitió al practicante familiarizarse con procedimientos establecidos, entender las secuencias y tiempos de desarrollo de los proyectos, y fortalecer su formación en la aplicación de normativa técnica.

Durante la práctica, se desarrollaron actividades relacionadas con la revisión estructural de proyectos, la complementación y optimización de memorias de cálculo para placas base en estructuras metálicas, así como la actualización y estandarización de procedimientos técnicos internos, cuyos resultados fueron consolidados principalmente en formatos de hojas de cálculo (Excel). Estas actividades permitieron abordar de manera integral los tres objetivos planteados, articulando la revisión técnica con el análisis estructural y la aplicación normativa.

En particular, el análisis de placas base se realizó bajo un enfoque alineado con metodologías avanzadas de modelación estructural, lo que permitió evaluar con mayor precisión

la interacción entre la placa base, los pernos de anclaje, la columna metálica y el elemento de cimentación. Este proceso se apoyó en memorias de cálculo generadas por softwares especializados de conexiones estructurales, las cuales sirvieron como base para la estructuración, verificación y ajuste de los procedimientos adoptados. Este tipo de análisis resulta fundamental en estructuras metálicas, ya que las placas base constituyen un punto crítico de transferencia de cargas entre la superestructura y la subestructura.

Adicionalmente, el proceso de revisión estructural permitió identificar inconsistencias frecuentes en los proyectos analizados, lo cual evidenció la necesidad de implementar herramientas de control técnico más rigurosas. En respuesta a esta necesidad, se desarrolló un manual de revisión estructural que contribuye a la estandarización de criterios y a la mejora en la calidad de los diseños.

En conjunto, estas actividades contribuyeron al fortalecimiento de los procesos internos de la empresa, mejorando la consistencia de la información técnica, la confiabilidad de los diseños estructurales y la eficiencia en la toma de decisiones durante el desarrollo de proyectos (ICONTEC, 2015); asimismo, permitieron al estudiante consolidar competencias en la estructuración y revisión de información técnica, fortalecer su criterio ingenieril y adquirir mayor dominio en la aplicación de metodologías y herramientas utilizadas en el diseño estructural.

4.1.Actividades Desarrolladas

Las actividades realizadas durante la práctica se estructuraron en tres fases principales, las cuales permitieron un desarrollo progresivo, organizado y coherente con los objetivos planteados. Cada fase se enfocó en un componente específico del proceso estructural, integrando análisis técnico, revisión normativa y optimización del diseño.

4.1.1. Fase 1: Caracterización y Diagnóstico del Proceso de Revisión

En esta fase se llevó a cabo un análisis detallado de los procedimientos internos relacionados con la revisión estructural de proyectos. El objetivo principal fue comprender el flujo de trabajo existente, identificar debilidades en el proceso y establecer una base técnica para su mejora.

Para ello, se realizó una revisión sistemática de documentos técnicos, incluyendo planos estructurales, memorias de cálculo y especificaciones de diseño. Este proceso permitió identificar inconsistencias entre los diferentes documentos, evidenciando problemas de coordinación y falta de estandarización en la información.

Asimismo, se analizaron los criterios utilizados en la revisión estructural, identificando la ausencia de herramientas formales que permitieran garantizar la trazabilidad del proceso. Como resultado, se evidenció la necesidad de implementar metodologías de control basadas en listas de chequeo estructuradas.

Esta fase fue fundamental para el desarrollo del manual de revisión estructural, ya que permitió definir los criterios técnicos que deben ser verificados en cada proyecto, así como establecer una clasificación de hallazgos según su nivel de criticidad (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2025).

4.1.2. Fase 2: Análisis y Complementación de Placas Base

En la segunda fase se desarrollaron herramientas complementarias orientadas al análisis y verificación de placas base en estructuras metálicas. Este proceso se enfocó en apoyar la comprensión del comportamiento estructural de este tipo de conexiones, considerando condiciones reales de carga y apoyo.

El análisis se abordó mediante la elaboración de anexos técnicos y hojas de cálculo desarrolladas en formato Excel, que replican el enfoque de herramientas avanzadas de modelación estructural, permitiendo evaluar la interacción entre los diferentes componentes de la conexión: placa base, pernos de anclaje, columna metálica y concreto de soporte.

Se consideraron distintos escenarios de carga, lo cual permitió analizar el comportamiento de la conexión bajo condiciones críticas. A partir de estos análisis, se facilitaron procesos de verificación y ajuste de variables relevantes como el espesor de la placa, sus dimensiones y la disposición de los pernos de anclaje.

Este proceso se desarrolló de manera iterativa, permitiendo contrastar resultados y mejorar la interpretación técnica de las verificaciones realizadas, bajo el criterio de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD) (AISC, 2022).

La importancia de esta fase radica en que las placas base constituyen un elemento clave en la transferencia de cargas, por lo que el desarrollo de herramientas de apoyo contribuye a mejorar la confiabilidad del análisis y la coherencia en la documentación técnica. Este proceso fue respaldado mediante la verificación de resultados utilizando el software IDEA StatiCa versión 25.1.4.1036 (IDEA StatiCa, 2025), lo que permitió validar los modelos y asegurar la consistencia de las memorias de cálculo.

4.1.3. Fase 3: Actualización y Estandarización Normativa

La tercera fase estuvo orientada a la revisión y actualización de memorias de cálculo, con el objetivo de garantizar su coherencia con la normativa vigente y mejorar su aplicabilidad en procesos de diseño estructural. En esta fase se realizó una revisión detallada de hojas de cálculo utilizadas en el análisis estructural, identificando inconsistencias en la formulación de ecuaciones, aplicación de parámetros y criterios de diseño.

Como resultado, se desarrollaron formatos estandarizados que incluyen propiedades geométricas y mecánicas de perfiles metálicos, así como sus capacidades estructurales. Estos formatos permiten facilitar la selección de elementos estructurales en etapas de diseño preliminar, contribuyendo a la optimización del proceso.

Adicionalmente, se incorporó el diseño de llaves de corte en placas base, considerando su importancia en la transferencia de fuerzas cortantes entre la estructura metálica y el elemento de cimentación. Esta incorporación permitió mejorar la integridad del diseño y ampliar el alcance de las memorias de cálculo desarrolladas.

En conjunto, esta fase facilitó mejorar la confiabilidad de los cálculos estructurales y fortalecer la estandarización de los procesos internos de la empresa.

4.2. Metodologías y Herramientas Utilizadas

Para el desarrollo de la práctica se emplearon metodologías orientadas a la revisión estructural, el análisis técnico de conexiones metálicas y la actualización normativa, las cuales permitieron garantizar precisión en los resultados y coherencia con los criterios de diseño establecidos.

4.2.1. Metodología de Revisión Estructural

Se implementó una metodología basada en la auditoría técnica de proyectos, orientada a evaluar la consistencia y calidad de la información estructural. Esta metodología permitió verificar la coherencia entre planos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas.

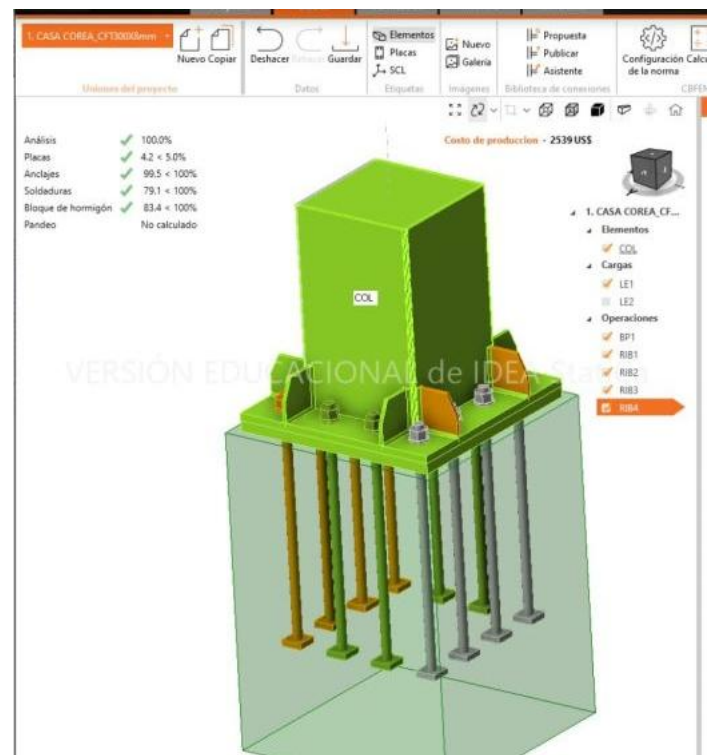
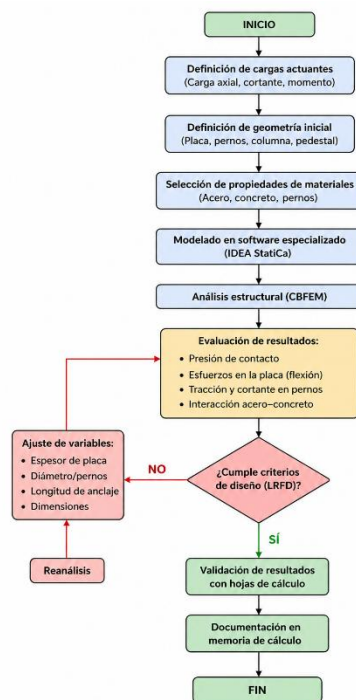
El proceso se desarrolló mediante listas de chequeo estructuradas, las cuales incluyeron criterios técnicos relacionados con evaluación de cargas, combinaciones de carga, asignación de secciones estructurales y generación de detalles constructivos.

La aplicación de esta metodología permitió identificar errores recurrentes, clasificarlos según su impacto y establecer acciones correctivas. Además, facilitó la trazabilidad del proceso de revisión, permitiendo un mejor control de calidad en los proyectos estructurales.

4.2.2. IDEA StatiCa y Método CBFEM

Se empleó IDEA StatiCa(2025) como referencia metodológica para el análisis de conexiones estructurales. Este software permite evaluar el comportamiento real de los nodos mediante modelos basados en elementos finitos

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de análisis y verificación de placas base mediante la herramienta de modelación estructural IDEA statica.



El método de Elementos Finitos Basado en Componentes (CBFEM) combina el análisis por componentes con la modelación numérica, permitiendo representar de manera más precisa la interacción entre los elementos de una conexión estructural.

Este enfoque permite analizar fenómenos como la plastificación del material, la redistribución de esfuerzos y los modos de falla, proporcionando resultados más cercanos al comportamiento real de la estructura (IDEA StatiCa, 2025).

4.2.3. Metodología de Actualización Normativa

Se implementó una metodología orientada a la actualización de memorias de cálculo, enfocada en garantizar su coherencia con la normativa vigente. Este proceso incluyó la revisión y ajuste de parámetros sísmicos tales como los coeficientes de aceleración espectral (S_{DS} y S_{D1}), la validación de sus respectivas ecuaciones de diseño y la estandarización de formatos de cálculo.

Asimismo, se incorporaron herramientas que facilitan la selección de perfiles metálicos y la verificación de elementos estructurales, contribuyendo a la optimización del diseño.

4.3. Análisis técnico realizado

Durante el desarrollo de la práctica se llevó a cabo un análisis técnico enfocado en la evaluación de la calidad del diseño estructural, la consistencia de las memorias de cálculo y el comportamiento de elementos críticos como las placas base en estructuras metálicas. Este análisis permitió identificar deficiencias en los procesos de diseño y establecer criterios de mejora orientados a la optimización y confiabilidad de los resultados.

4.3.1. Análisis del Proceso de Revisión Estructural

A partir de la elaboración del manual de revisión estructural, se realizó un análisis técnico detallado de los proyectos evaluados, identificando patrones de error recurrentes que afectan la calidad, coherencia y confiabilidad del diseño estructural. Este análisis permitió descomponer el proceso de revisión en componentes críticos, evaluando cada uno de ellos de manera independiente:

- a) Coherencia entre memorias de cálculo y planos estructurales

Se evidenció que uno de los errores más frecuentes corresponde a la falta de correspondencia entre la información contenida en las memorias de cálculo y la representada en los planos estructurales.

Este problema se manifestó en:

- Diferencias en las secciones de perfiles estructurales
- Variaciones en las cargas aplicadas
- Inconsistencias en la configuración de elementos

Desde el punto de vista técnico, esta incoherencia genera un alto riesgo, ya que puede llevar a la construcción de elementos que no cumplen con las condiciones de diseño verificadas, comprometiendo la seguridad estructural.

Figura 2. *Inconsistencia de niveles entre planos estructurales y memorias de cálculo en documento interno.*

El nivel de desplante de las zapatas no concuerda con el nivel de desplante especificado en planos de las columnas existentes. El revisor recomienda aclarar estos niveles.

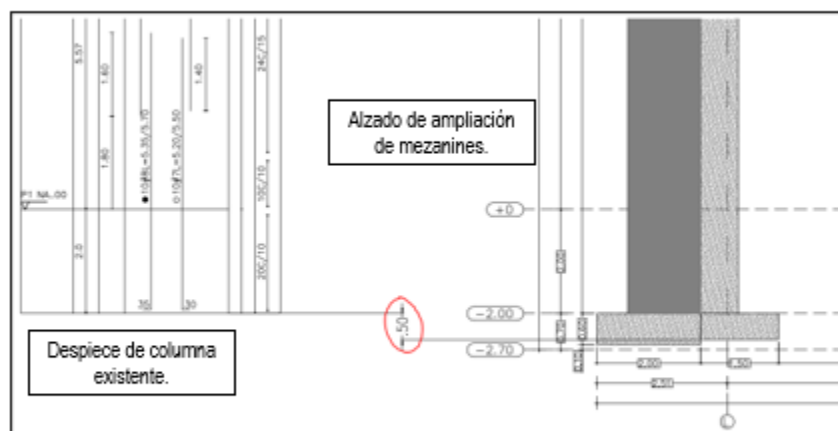


Figura 6. Diferencias de nivel en el desplante de las zapatas existentes.
Fuente: Planos estructurales originales y planos de ampliación.

El revisor solicita la aclaración de la diferencia de niveles e incluir dichos comentarios en los planos de diseño y memorias de cálculo.

b) Omisiones en detalles constructivos

Se identificaron deficiencias en la definición de detalles constructivos, especialmente en conexiones, anclajes y elementos de transición entre sistemas estructurales.

Estas omisiones incluyen:

- Falta de especificación de tipos de soldadura
- Ausencia de detalles de placas base y anclajes
- Incompleta definición de uniones viga-columna

La ausencia de estos detalles limita la correcta interpretación del diseño en obra y puede generar soluciones constructivas inadecuadas, afectando el desempeño estructural real.

Figura 3. *Omisión de detalles constructivos en planos estructurales: deficiencias en la definición de refuerzos y elementos de conexión.*

Se revisa la premisa para la sección MET-H, MET-I y MET-K mostrada a continuación:

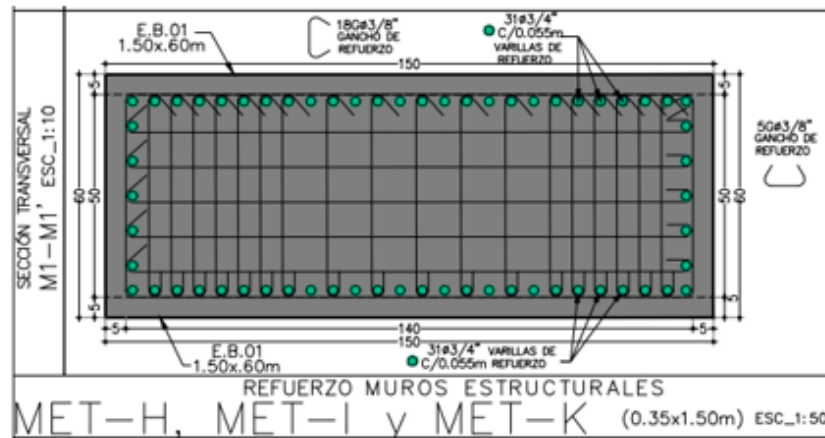


Figura 9. Sección de muros MET-H, MET-I, MET-K.

Fuente: Planos de reforzamiento estructural.

c) Caracterización del sistema estructural

Se evidenciaron inconsistencias en la definición del sistema estructural, lo cual afecta directamente el modelo de análisis adoptado.

Los principales problemas identificados fueron:

- Clasificación incorrecta del sistema (pórticos, sistemas duales, etc.), conforme a los criterios definidos en el numeral A.3.2.1 del Título A de la NSR-10 (2010).
- Falta de claridad en la transferencia de cargas

- Delimitación insuficiente de los componentes del sistema estructural responsables de la resistencia sísmica.

Una caracterización inadecuada del sistema estructural puede conducir a errores en la estimación de rigidez, distribución de fuerzas y comportamiento sísmico global de la edificación.

d) Determinación de fuerzas sísmicas

Se identificaron errores en la aplicación de los parámetros necesarios para el cálculo de fuerzas sísmicas, tales como:

- Uso incorrecto de coeficientes S_{DS} y S_{D1}
- Selección inadecuada de factores de amplificación F_a y F_v
- Errores en la definición del tipo de suelo
- Aplicación incorrecta del espectro de diseño

Estos errores afectan directamente la magnitud de las fuerzas sísmicas obtenidas a través del método FHE, generando diseños que pueden ser inseguros o sobredimensionados, impactando tanto la seguridad como la eficiencia económica del proyecto.

Figura 4. *Inconsistencias en la determinación de fuerzas sísmicas: aplicación incorrecta de parámetros y espectro de diseño.*

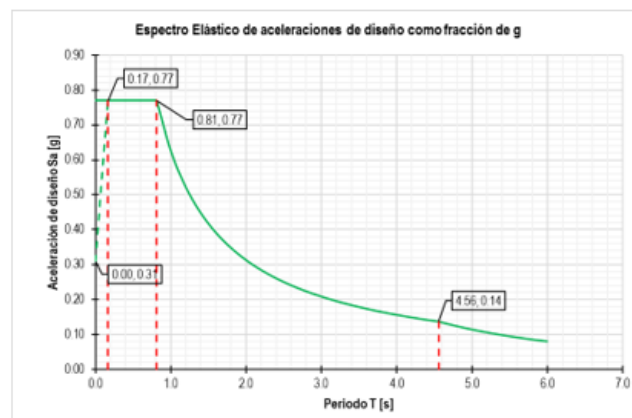


Figura 8. Espectro de aceleraciones realizado para la revisión – Importancia $I=1.10$.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la memoria de cálculo el diseñador presenta 2 espectros de aceleraciones de diseño, uno con un coeficiente de importancia para el grupo de uso I y otro para el grupo de uso II, sin embargo, posteriormente el ajuste del método de análisis de dinámica espectral fue realizado al 90% del cortante basal del cortante obtenido por el método de fuerza horizontal equivalente calculado para una aceleración de 0.7G como se observa a detalle en el capítulo 4.7 del presente documento.

e) Evaluación de la deriva de entrepiso.

Se evidenciaron inconsistencias en la verificación de desplazamientos laterales, particularmente en el control de derivas.

Los principales problemas fueron:

- Falta de verificación de límites normativos
- Interpretación incorrecta de resultados del análisis estructural
- Omisión del control en estados de servicio

El control de desplazamientos es fundamental para garantizar el adecuado desempeño de la estructura frente a cargas sísmicas, así como para evitar daños en elementos no estructurales.

4.3.2. Análisis técnico de placas base

El análisis técnico se enfocó en la evaluación del comportamiento de placas base en estructuras metálicas, considerando la interacción entre la columna metálica, la placa base, los pernos de anclaje y el concreto de soporte. Este proceso se apoyó en herramientas complementarias como anexos técnicos y hojas de cálculo, las cuales permitieron replicar y verificar los resultados obtenidos mediante software especializado.

A partir de este enfoque, se analizaron aspectos clave como la distribución de presiones de contacto, verificando el control de estabilidad; el comportamiento a flexión de la placa base, evaluando los esfuerzos inducidos por la excentricidad de las cargas; y la respuesta de los pernos de anclaje frente a solicitaciones de tracción y cortante, incluyendo criterios de adherencia y longitud de desarrollo.

Asimismo, se estudió la interacción acero–concreto, con el fin de garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos entre la superestructura y la cimentación. La verificación estructural se realizó bajo el criterio de diseño por resistencia (LRFD), comprobando que la capacidad del

sistema fuera suficiente frente a las solicitaciones actuantes, lo cual permitió validar la coherencia de los resultados analizados con los criterios normativos aplicables (AISC, 2022).

4.3.3. Evaluación y optimización del diseño

Con base en los resultados obtenidos, se realizó un proceso de evaluación técnica que permitió identificar oportunidades de optimización en el diseño de placas base. El uso de formatos estructurados en la memoria permitió comparar diferentes configuraciones, logrando:

- Ajustar el espesor de la placa base en función de las solicitaciones reales
- Optimizar la disposición y cantidad de pernos de anclaje
- Reducir el uso innecesario de material

Este proceso se apoyó en la organización de datos en hojas de cálculo, lo cual facilitó la trazabilidad de los resultados y la toma de decisiones en el diseño.

4.3.4. Análisis de Memorias de Cálculo y Parámetros Sísmicos

En el proceso de actualización normativa, se realizó un análisis detallado de memorias de cálculo, especialmente en lo relacionado con el análisis sísmico.

Se verificó la correcta aplicación de parámetros como S_{DS} , S_{D1} , F_a y F_v , así como su incidencia en la determinación de fuerzas sísmicas. Asimismo, se evaluó la coherencia de las combinaciones de carga y su implementación en el diseño estructural.

En este proceso, se constató que el espectro sísmico empleado había sido desarrollado conforme a la NSR-10(2010), por lo que se procedió a su actualización de acuerdo con la AIS 100-24(2025), incorporando ajustes en los parámetros de amenaza sísmica, coeficientes de sitio y en la definición del espectro de diseño. Como resultado, se evidenció un incremento en los valores de pseudoaceleración espectral, representando una condición de diseño más exigente. Adicionalmente, se realizaron ajustes en la formulación de ecuaciones y en la aplicación de

criterios normativos, particularmente en el cálculo de fuerzas sísmicas mediante el método de Fuerza Horizontal Equivalente (FHE) y la verificación de elementos estructurales, los cuales fueron corregidos mediante la actualización de las hojas de cálculo conforme a la AIS(2025).

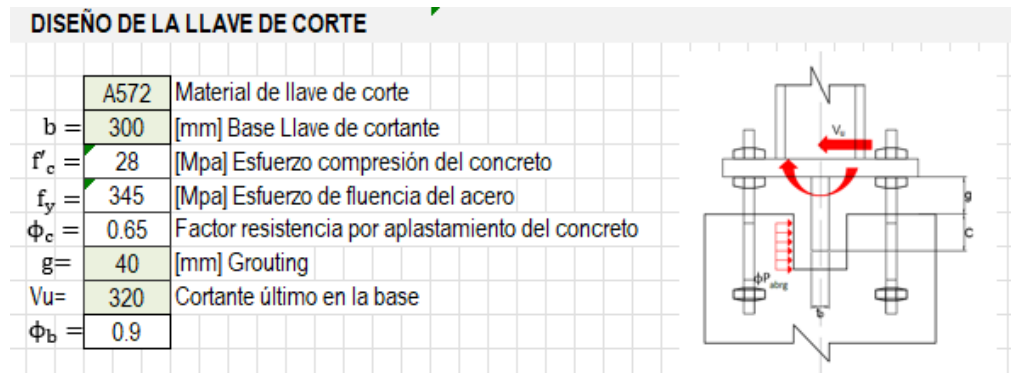
Figura 5. Actualización de parámetros sísmicos de diseño (SDS , SDI , Fa , Fv) según ubicación geográfica conforme a AIS 100-24.

	Departamento	Municipio	Código Municipio	S_{M5}	S_{M1}	Zona Amenaza Sísmica	S_{E5}	S_{E1}	S_{U5}	S_{U1}
1	Amazonas	Leticia	91001	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
2	Amazonas	El Encanto	91263	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
3	Amazonas	La Chorrera	91405	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
4	Amazonas	La Pedrera	91407	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
5	Amazonas	La Victoria	91430	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
6	Amazonas	Mirí-Paraná	91460	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
7	Amazonas	Puerto Alegria	91530	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
8	Amazonas	Puerto Arica	91536	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
9	Amazonas	Puerto Nariño	91540	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
10	Amazonas	Puerto Santander	91669	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
11	Amazonas	Tarapacá	91798	0.19	0.09	Baja	0.1	0.05	0.06	0.04
12	Antioquia	Medellin	5001	0.61	0.34	Intermedia	0.29	0.15	0.19	0.13
13	Antioquia	Abejorral	5002	0.81	0.36	Alta	0.3	0.15	0.2	0.13
14	Antioquia	Abriaquí	5004	0.93	0.41	Alta	0.37	0.17	0.26	0.15
15	Antioquia	Alejandro	5021	0.46	0.21	Intermedia	0.22	0.11	0.14	0.1

Adicionalmente, se desarrollaron y estandarizaron formatos que incluyen propiedades geométricas y capacidades de perfiles metálicos, entendidas como la resistencia máxima disponible de los elementos, particularmente en compresión axial y cortante, facilitando su selección en procesos de diseño y optimización estructural.

Dentro de este proceso también se incorporó el diseño de llaves de corte en placas base, integrando su verificación dentro de las memorias de cálculo cuando las condiciones de carga lo requieren, mejorando la transferencia de fuerzas cortantes y el desempeño global del sistema.

Figura 6. *Diseño y verificación de llaves de corte en placas base.*



5. Resultados

5.1. Caracterización del proceso de revisión estructural

5.1.1. Estructuración del proceso de revisión

Como resultado del desarrollo del primer objetivo, se logró estructurar un manual de revisión estructural orientado a la estandarización de los procesos internos de auditoría técnica en la empresa Peralta Ingeniería S.A.S. Este documento se construyó a partir del análisis sistemático de proyectos reales, lo que permitió identificar las principales falencias en los procesos de revisión y, a partir de ello, definir criterios técnicos claros y replicables. El manual establece una secuencia lógica de revisión que abarca desde la validación de parámetros generales del proyecto hasta la verificación detallada de elementos estructurales y sus conexiones, garantizando un enfoque integral del sistema estructural (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2025).

Figura 7. Tabla de contenido del manual de revisión estructural.

MANUAL DE REVISIÓN ESTRUCTURAL		
DISCIPLINA CIVIL	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
MANUAL DE REVISIÓN ESTRUCTURAL		Fecha
Página 010 aquí para escribir texto.		Revisión:
CONTENIDO		
1. PRESENTACIÓN		5
1.1. INTRODUCCIÓN		5
1.2. OBJETIVOS		5
1.3. ALCANCES		6
2. NORMATIVA		7
3. INFORMACIÓN PREVIA A LA REVISIÓN ESTRUCTURAL		9
3.1. GENERALIDADES		9
3.2. DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA REVISIÓN		9
3.3. VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD DOCUMENTAL		11
4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS		11
4.1. PASO 1. PREDIMENSIONAMIENTO Y COORDINACIÓN INTERDISCIPLINARIA		12
4.2. PASO 2. EVALUACIÓN DE LAS SOLICITACIONES ESTRUCTURALES		12
4.3. PASO 3. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA		13
4.4. PASO 4. DETERMINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO		14
4.5. PASO 5. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURACIÓN Y DEL MATERIAL ESTRUCTURAL		15
4.6. PASO 6. EVALUACIÓN DE IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES		16
4.7. PASO 7. DETERMINACIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO		17
4.8. PASO 8. DESPLAZAMIENTOS LATERALES (DERIVAS)		17
4.9. PASO 9. COMBINACIONES DE LAS DIFERENTES SOLICITACIONES		18
4.10. PASO 10. REVISIÓN DEL DISEÑO DE ELEMENTOS Y CONEXIONES ESTRUCTURALES		19
5. REVISIÓN DE PLANOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL		21
5.1. CONCORDANCIA ENTRE MEMORIA DE CÁLCULO Y MODELO ESTRUCTURAL		22
5.2. CONCORDANCIA ENTRE MEMORIA DE CÁLCULO Y PLANOS ESTRUCTURALES		22
5.3. CONCORDANCIA ENTRE EL MODELO ESTRUCTURAL Y LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS		22
5.4. VERIFICACIÓN DE DETALLES CONSTRUCTIVOS		23
5.5. COORDINACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS		23
6. LISTAS DE CHEQUEO PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS		24
6.1. VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO		24
6.2. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL		24
6.3. VERIFICACIÓN DE CARGAS ESTRUCTURALES		25
6.4. VERIFICACIÓN DEL ANÁLISIS SÍSMICO		25
6.5. VERIFICACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL		26
6.6. VERIFICACIÓN DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS		26
6.7. VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		26
6.8. VERIFICACIÓN DE CONEXIONES ESTRUCTURALES		26
6.9. VERIFICACIÓN DE CONCORDANCIA DOCUMENTAL		27
6.10. REGISTRO DE OBSERVACIONES DEL REVISOR		27
7. ERRORES FRECUENTES DETECTADOS EN LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS		27
7.1. ERRORES EN LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL		27
7.2. ERRORES EN LA DETERMINACIÓN DE CARGAS ESTRUCTURALES		28
7.3. ERRORES EN EL MODELAMIENTO ESTRUCTURAL		28
7.4. ERRORES EN EL ANÁLISIS SÍSMICO		28
7.5. ERRORES EN EL CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES		29
7.6. ERRORES EN EL DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		29
7.7. ERRORES EN CONEXIONES ESTRUCTURALES		29
7.8. ERRORES DE COORDINACIÓN ENTRE DOCUMENTOS		29
8. PROCEDIMIENTO PARA LA EMISIÓN DEL INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL		30
8.1. CONTENIDO MÍNIMO DEL INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL		30
8.2. RESPUESTA DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL		32
8.3. VERIFICACIÓN DE CORRECCIONES		32
8.4. EMISIÓN DEL DICTAMEN TÉCNICO FINAL		32
9. BIBLIOGRAFÍA		33

El manual de revisión estructural fue desarrollado en su totalidad; sin embargo, debido a políticas de confidencialidad de la empresa, no se incluye el documento completo, presentándose únicamente su estructura y lineamientos generales.

5.1.2. Coherencia entre documentos técnicos

Uno de los principales hallazgos identificados corresponde a la falta de coherencia entre memorias de cálculo y planos estructurales. Esta inconsistencia se manifestó en discrepancias en las secciones de perfiles, diferencias en las cargas aplicadas y variaciones en la configuración de elementos estructurales. Desde el punto de vista técnico, este tipo de errores representa un riesgo significativo, ya que puede derivar en la ejecución de soluciones constructivas que no corresponden con las condiciones de diseño verificadas, comprometiendo la seguridad de la estructura.

5.1.3. Deficiencias en detalles constructivos

Durante el proceso de revisión se evidenciaron omisiones importantes en la definición de detalles constructivos, especialmente en lo relacionado con conexiones metálicas, placas base y sistemas de anclaje. Estas deficiencias limitan la correcta interpretación del diseño en obra y pueden generar soluciones improvisadas que no cumplen con los criterios estructurales establecidos. La ausencia de especificaciones claras en aspectos como tipos de soldadura o configuraciones de conexión afecta directamente la calidad del proceso constructivo.

5.1.4. Caracterización del sistema estructural

Otro resultado relevante fue la identificación de inconsistencias en la caracterización del sistema estructural, en relación con los criterios de clasificación definidos en el numeral A.3.2.1 del Título A de la NSR-10 (2010). En varios proyectos se evidenció una clasificación incorrecta del sistema resistente, así como una falta de claridad en la definición de la ruta de cargas y en los

elementos encargados de resistir fuerzas laterales. Estas deficiencias afectan la correcta modelación estructural y pueden generar errores en la distribución de esfuerzos y en la estimación de la rigidez global de la edificación.

5.1.5. Determinación de fuerzas sísmicas

Se identificaron errores en la aplicación de parámetros necesarios para el cálculo de fuerzas sísmicas, tales como los coeficientes S_{DS} y S_{D1} , los factores de amplificación F_a y F_v , y la definición del tipo de suelo. Estas inconsistencias afectan directamente la magnitud de las fuerzas sísmicas obtenidas, generando diseños que pueden ser inseguros o poco eficientes desde el punto de vista económico.

5.1.6. Control de desplazamientos estructurales

Asimismo, se evidenciaron deficiencias en la verificación de desplazamientos laterales, particularmente en el control de derivas. En varios casos se observó la ausencia de verificación de límites normativos o una interpretación incorrecta de los resultados del análisis estructural. Este aspecto es fundamental para garantizar el adecuado desempeño de la estructura ante eventos sísmicos y evitar daños en elementos no estructurales.

5.1.7. Impacto en la calidad del proceso de revisión

En conjunto, los resultados obtenidos permitieron establecer criterios técnicos más rigurosos para el proceso de revisión estructural, mejorando la trazabilidad de los análisis y reduciendo la probabilidad de errores. La implementación del manual desarrollado contribuye significativamente al fortalecimiento del control de calidad en los proyectos estructurales, facilitando procesos más organizados, confiables y eficientes.

5.1.8. Proyecto en el que se aplicó la revisión estructural

Durante el desarrollo de la práctica empresarial en Peralta Ingeniería S.A.S., las actividades de revisión estructural se aplicaron en proyectos reales. Debido a acuerdos de confidencialidad con la empresa, no es posible revelar el nombre específico del proyecto ni del cliente; sin embargo, a continuación, se describen sus características técnicas y el alcance de la revisión realizada.

El proyecto corresponde a una edificación de concreto reforzado con sistema de pórticos resistentes a momento, la cual fue sometida a un proceso de ampliación y reforzamiento estructural mediante la incorporación de nuevos niveles con elementos metálicos y la modificación del sistema resistente existente.

La revisión estructural se desarrolló con base en los lineamientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), e incluyó los siguientes aspectos:

- Verificación de la coherencia entre planos estructurales y memorias de cálculo
- Evaluación de cargas (muertas, vivas y laterales) y combinaciones de diseño
- Validación de parámetros sísmicos y espectro de diseño
- Revisión del sistema estructural adoptado, considerando la interacción entre la estructura existente y los nuevos elementos
- Control de derivas y desplazamientos laterales
- Evaluación del diseño de elementos estructurales
- Revisión de la información relacionada con cimentaciones frente al incremento de solicitaciones

A partir del proceso de revisión, se identificaron inconsistencias en la definición del sistema estructural, diferencias en niveles constructivos entre planos y memorias, y ausencia de verificación de algunos elementos de cimentación frente a las nuevas cargas. Estos hallazgos

evidencian la importancia de una revisión técnica rigurosa en proyectos de reforzamiento estructural, especialmente en edificaciones existentes donde la interacción entre sistemas estructurales puede generar condiciones críticas de diseño.

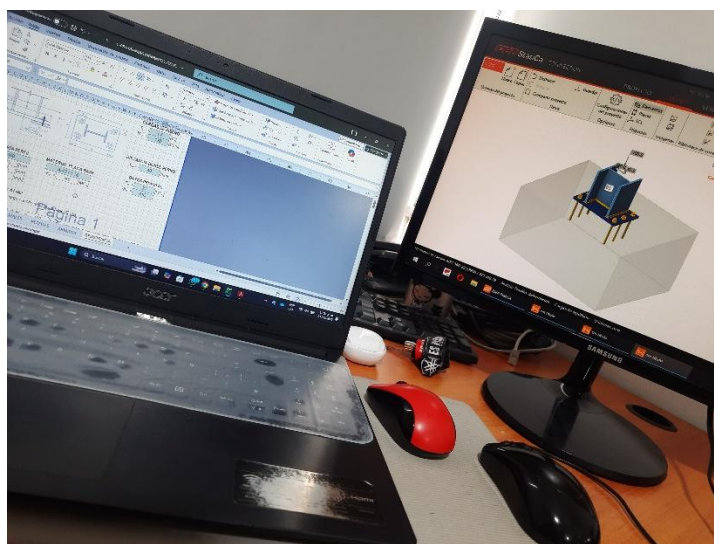
Este proyecto permitió consolidar habilidades en la interpretación de documentación técnica, evaluación normativa y análisis crítico del comportamiento estructural, fortaleciendo el criterio ingenieril aplicado al proceso de revisión estructural.

5.2. Análisis y optimización de placas base

5.2.1. Desarrollo de herramientas complementarias para placas base

Como resultado del segundo objetivo, se desarrollaron herramientas complementarias orientadas al análisis y verificación de placas base en estructuras metálicas. Estas herramientas permitieron apoyar la comprensión del comportamiento de la conexión, considerando la interacción entre la placa base, los pernos de anclaje, la columna metálica y el concreto de soporte, sin constituir una memoria de cálculo completa, sino como un soporte técnico para su interpretación y validación.

Figura 8. *Aplicación de hojas de cálculo y modelación en el análisis de placas base.*



5.2.2. Aplicación de metodologías avanzadas

El enfoque utilizado en el desarrollo de estos complementos se basó en criterios similares a los implementados en herramientas avanzadas de análisis estructural como IDEA StatiCa (2025), especializada en la evaluación no lineal de conexiones y placas base en estructuras metálicas., lo cual permitió representar de manera más precisa la interacción entre los componentes de la conexión. Este tipo de aproximación facilita la comprensión de fenómenos como la plastificación del material, la redistribución de esfuerzos y la interacción acero–concreto, mejorando la interpretación de los resultados obtenidos mediante software especializado

5.2.3. Proceso de optimización del diseño

A partir del análisis realizado, se desarrolló un proceso iterativo orientado a la verificación y ajuste de variables relevantes en el comportamiento de la placa base, evaluando diferentes configuraciones en términos del espesor de la placa, el diámetro y disposición de los pernos de anclaje, así como la longitud de embebido y el tipo de anclaje empleado (pernos embebidos o postinstalados). Este proceso permitió fortalecer la comprensión técnica de los criterios de diseño bajo el enfoque LRFD, sin constituir un proceso completo de diseño estructural.

5.2.4. Impacto en la eficiencia estructural

El uso de herramientas complementarias como hojas de cálculo en Excel y el software IDEA StatiCa(2025) permitió optimizar los tiempos de diseño y mejorar la claridad en la interpretación de resultados, evidenciando que la estructuración adecuada de soportes técnicos contribuye a una mayor eficiencia en los procesos de validación estructural. Esto impacta positivamente la calidad del análisis, la trazabilidad de la información y la coherencia con los criterios normativos aplicables (AISC, 2022).

5.3. Actualización y estandarización normativa

5.3.1. Actualización de parámetros sísmicos

Como parte del desarrollo del tercer objetivo, se realizó la actualización de memorias de cálculo enfocadas en el análisis sísmico, revisando parámetros fundamentales como los coeficientes SDS y SD1, los factores de amplificación Fa y Fv y la definición del tipo de suelo. Este proceso permitió mejorar la precisión en la determinación de fuerzas sísmicas.

5.3.2. Estandarización de formatos de cálculo

Uno de los resultados más relevantes fue la creación de formatos estandarizados que integran propiedades geométricas y mecánicas de perfiles metálicos, junto con la definición de sus capacidades estructurales máximas. Estos formatos permiten facilitar la selección de perfiles en etapas de predimensionamiento, mejorando la eficiencia del proceso.

Figura 9. Formato para propiedades de perfiles con sección rectangular compuesta.

SECCIÓN	H	B	t	ESPESOR DISEÑO, t	R int	h	b	hi	bi	PESO NOMINAL	AREA GRUESA	AREA CONCRETO	AREA ACERO	b/t	h/t
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Kg/m]	[mm2]	[mm2]	[mm2]		
70X70X2	70	70	2	1.86	0.9	64.42	64.42	66.28	66.28	3.92167214	4888.12102	4390.06865	498.052362	34.6	34.6
70X70X1.5	70	70	1.5	1.395	0.7	65.815	65.815	67.21	67.21	2.97483822	4893.31807	4515.51362	377.804454	47.2	47.2
60X60X3	60	60	3	2.79	1.4	51.63	51.63	54.42	54.42	4.86943161	3573.27229	2954.85447	618.417814	18.5	18.5
60X60X2.5	60	60	2.5	2.325	1.2	53.025	53.025	55.35	55.35	4.11383319	3581.43909	3058.98227	522.456815	22.8	22.8
60X60X2	60	60	2	1.86	0.9	54.42	54.42	56.28	56.28	3.33584537	3588.12102	3164.46865	423.652362	29.3	29.3
50X50X3	50	50	3	2.79	1.4	41.63	41.63	44.42	44.42	3.99069145	2473.27229	1966.45447	506.817814	14.9	14.9
50X50X2.5	50	50	2.5	2.325	1.2	43.025	43.025	45.35	45.35	3.38154973	2481.43909	2051.98227	429.456815	18.5	18.5
50X50X2	50	50	2	1.86	0.9	44.42	44.42	46.28	46.28	2.7500186	2488.12102	2138.86865	349.252362	23.9	23.9
50X50X1.5	50	50	1.5	1.395	0.7	45.815	45.815	47.21	47.21	2.09609806	2493.31807	2227.11362	266.204454	32.8	32.8
40X40X2.5	40	40	2.5	2.325	1.2	33.025	33.025	35.35	35.35	2.64926626	1581.43909	1244.98227	336.456815	14.2	14.2
40X40X2	40	40	2	1.86	0.9	34.42	34.42	36.28	36.28	2.16419183	1588.12102	1313.26865	274.852362	18.5	18.5
40X40X1.5	40	40	1.5	1.395	0.7	35.815	35.815	37.21	37.21	1.65672798	1593.31807	1382.91362	210.404454	25.7	25.7
25X25X2.5	25	25	2.5	2.325	1.2	18.025	18.025	20.35	20.35	1.55084107	606.439087	409.482272	196.956815	7.8	7.8
25X25X2	25	25	2	1.86	0.9	19.42	19.42	21.28	21.28	1.28545167	613.121016	449.868654	163.252362	10.4	10.4
25X25X1.5	25	25	1.5	1.395	0.7	20.815	20.815	22.21	22.21	0.99767286	618.318071	491.613618	126.704454	14.9	14.9
20X20X2	20	20	2	1.86	0.9	14.42	14.42	16.28	16.28	0.99253828	388.121016	262.068654	126.052362	7.8	7.8
20X20X1.5	20	20	1.5	1.395	0.7	15.815	15.815	17.21	17.21	0.77798782	393.318071	294.513618	98.8044535	11.3	11.3

EJE X-X						EJE Y-Y						TORSIÓN				ÁREA SUPERFICIAL
lg	lc	ls	S	r	Zs	lg	lc	ls	S	r	Zs	Rc	Ap	J	C	
[mm4]	[mm4]	[mm4]	[mm3]	[mm]	[mm3]	[mm4]	[mm4]	[mm4]	[mm3]	[mm]	[mm3]	[mm]	[mm2]	[mm4]	[mm3]	
1.987E+06	1.605E+06	3.819E+05	10912	27.7	12649	1.987E+06	1.605E+06	3.819E+05	10912	27.7	12649	2.79	4636.3777	5.973E+05	17247	268
1.993E+06	1.699E+06	2.944E+05	8411	27.9	9676	1.993E+06	1.699E+06	2.944E+05	8411	27.9	9676	2.0925	4702.8874	4.557E+05	13121	271
1.058E+06	7.262E+05	3.317E+05	11057	23.2	13117	1.058E+06	7.262E+05	3.317E+05	11057	23.2	13117	4.185	3257.9498	5.344E+05	18179	222
1.064E+06	7.787E+05	2.857E+05	9523	23.4	11196	1.064E+06	7.787E+05	2.857E+05	9523	23.4	11196	3.4875	3315.9651	4.551E+05	15419	225
1.070E+06	8.338E+05	2.361E+05	7870	23.6	9170	1.070E+06	8.338E+05	2.361E+05	7870	23.6	9170	2.79	3373.5777	3.718E+05	12550	228
5.057E+05	3.213E+05	1.844E+05	7376	19.1	8848	5.057E+05	3.213E+05	1.844E+05	7376	19.1	8848	4.185	2213.7498	3.011E+05	12353	182
5.102E+05	3.502E+05	1.600E+05	6399	19.3	7591	5.102E+05	3.502E+05	1.600E+05	6399	19.3	7591	3.4875	2262.4651	2.577E+05	10520	185
5.139E+05	3.808E+05	1.331E+05	5325	19.5	6249	5.139E+05	3.808E+05	1.331E+05	5325	19.5	6249	2.79	2310.7777	2.116E+05	8596	188
5.169E+05	4.131E+05	1.038E+05	4152	19.7	4821	5.169E+05	4.131E+05	1.038E+05	4152	19.7	4821	2.0925	2358.6874	1.627E+05	6581	191
2.066E+05	1.288E+05	7.788E+04	3894	15.2	4684	2.066E+05	1.288E+05	7.788E+04	3894	15.2	4684	3.4875	1408.9651	1.276E+05	6552	145
2.090E+05	1.434E+05	6.552E+04	3276	15.4	3887	2.090E+05	1.434E+05	6.552E+04	3276	15.4	3887	2.79	1447.9777	1.056E+05	5386	148
2.108E+05	1.592E+05	5.163E+04	2581	15.7	3021	2.108E+05	1.592E+05	5.163E+04	2581	15.7	3021	2.0925	1486.5874	8.176E+04	4148	151
3.010E+04	1.386E+04	1.624E+04	1299	9.1	1631	3.010E+04	1.386E+04	1.624E+04	1299	9.1	1631	3.4875	503.71511	2.786E+04	2342	85
3.093E+04	1.678E+04	1.415E+04	1132	9.3	1389	3.093E+04	1.678E+04	1.415E+04	1132	9.3	1389	2.79	528.77767	2.370E+04	1967	88
3.161E+04	2.008E+04	1.152E+04	922	9.5	1106	3.161E+04	2.008E+04	1.152E+04	922	9.5	1106	2.0925	553.43744	1.882E+04	1544	91
1.233E+04	5.676E+03	6.653E+03	665	7.3	835	1.233E+04	5.676E+03	6.653E+03	665	7.3	835	2.79	322.37767	1.141E+04	1199	68
1.274E+04	7.195E+03	5.549E+03	555	7.5	677	1.274E+04	7.195E+03	5.549E+03	555	7.5	677	2.0925	342.38744	9.236E+03	955	71

5.3.3. Optimización en la selección de perfiles

La disponibilidad de estos formatos permite tomar decisiones más informadas en la selección de elementos estructurales, reduciendo la necesidad de iteraciones innecesarias y contribuyendo a la optimización global del diseño estructural.

5.3.4. Incorporación de llaves de corte

Adicionalmente, se incorporó el diseño de llaves de corte dentro de las memorias de cálculo de placas base, ampliando el alcance del análisis estructural. Este elemento permite mejorar la transferencia de fuerzas cortantes entre la estructura metálica y la cimentación.

5.3.5. Impacto en la confiabilidad del diseño

En conjunto, estos resultados contribuyen a mejorar la confiabilidad de los diseños estructurales, fortaleciendo la coherencia entre documentos técnicos, la trazabilidad de los procesos y la correcta aplicación de la normativa vigente (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2025).

6. Conclusiones

El desarrollo de la práctica empresarial en Peralta Ingeniería S.A.S. permitió cumplir de manera integral los objetivos planteados, mediante la aplicación de criterios técnicos, normativos y metodológicos propios del diseño y la revisión estructural en ingeniería civil.

En relación con el primer objetivo, se logró caracterizar el proceso de revisión estructural a partir del análisis de proyectos reales, lo cual permitió identificar inconsistencias recurrentes en la coherencia documental, la definición de parámetros sísmicos y la especificación de detalles constructivos. Como resultado, se estructuró un manual de revisión estructural que contribuye a la estandarización de criterios técnicos, mejorando la trazabilidad del proceso y fortaleciendo el control de calidad en el desarrollo de proyectos.

Respecto al segundo objetivo, se desarrollaron herramientas complementarias orientadas al análisis y verificación de placas base en estructuras metálicas, mediante la elaboración de anexos técnicos y hojas de cálculo. Estas herramientas permitieron apoyar la interpretación de resultados generados por software especializado, facilitando la comprensión del comportamiento estructural de la conexión sin constituir una memoria de cálculo completa. Su implementación contribuyó a optimizar los tiempos de revisión y a mejorar la coherencia entre los resultados analíticos y la documentación técnica.

En cuanto al tercer objetivo, se realizó la actualización y estandarización de memorias de cálculo, enfocándose principalmente en la verificación de parámetros sísmicos y en la correcta aplicación de la normativa vigente. Este proceso permitió corregir inconsistencias, mejorar la precisión de los análisis estructurales y generar formatos de cálculo que facilitan la selección y verificación de elementos estructurales.

De manera general, los resultados obtenidos evidencian que la implementación de herramientas de control técnico, la estandarización de procesos y el uso de metodologías estructuradas contribuyen significativamente a mejorar la calidad, confiabilidad y eficiencia en el diseño estructural. Asimismo, se resalta que el desarrollo de complementos técnicos, como los elaborados para placas base, representa un aporte práctico al fortalecimiento de los procesos de revisión dentro del contexto empresarial.

Finalmente, este trabajo aporta al contexto local y profesional al proponer mejoras aplicables en procesos de revisión estructural, las cuales pueden ser replicadas en empresas de consultoría e ingeniería, contribuyendo a la reducción de errores, optimización de recursos y cumplimiento riguroso de la normativa técnica en el diseño de estructuras.

Referencias Bibliográficas

- AISC. (2022). *Especificación para edificios de acero estructural (ANSI/AISC 360-22)* Instituto Americano de la Construcción en Acero. <https://www.aisc.org/Specification-for-Structural-Steel-Buildings-ANSIAISC-360-22-Download>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS]. (2025). *AIS 100-24: Diseño y construcción de edificaciones sismo-resistentes*.
- AutoCad. (2026). Autodesk AutoCAD 2026 | <https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview>
- Grupo ADIPSA | *Ingeniería estructural en Panamá*. (s. f.). Recuperado 7 de abril de 2026, de <https://grupoadipsa.com/nosotros-grupo-adipsa/>
- ICONTEC. (2015). *ISO 9001—Certificación para sistemas de gestión de Calidad | Bureau Veritas Certification*. <https://www.bureauveritascertification.com/es/servicios/info/iso-9001-certificacion-para-sistemas-de-gestion-de-calidad>
- ICONTEC. (2018). *ISO 45001—Certificación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo | Bureau Veritas*. <https://www.bureauveritascertification.com/es/servicios/info/iso-45001-certificacion-de-sistemas-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- IDEA StatiCa (Versión 25.1.4.1036). (2025). [Software]. <https://www.ideastatica.com/?usa=5ffe533b830f08a0326348a9160afafc8ada44db>
- NSR-10. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. <https://books.google.com.co/books?id=WrT1jgEACAAJ>
- PERALTA INGENIERIA S.A.S. (s. f.).

Reboredo, A. (2021). *El diseño estructural*. CP67.

SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA Y SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS. (s. f.). Recuperado 7 de abril de 2026, de <https://piedepiano.com/wp-content/uploads/2021/05/11.-ntc-para-la-revision-de-la-seguridad-estructural-de-edifi..pdf>

Tekla Software by Trimble. (2025). *Tekla Software by Trimble*.
<https://www.tekla.com/about/tekla-trimble>