

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA DE MEZCLAS PARA LA INDUSTRIA DEL VIDRIO

STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN OF A BATCH PLANT FOR THE GLASS INDUSTRY

Ing. Colella Pagella, Facundo^a; Esp. Ing. Caballero, Mehdi^b

^aRAMÉ ingeniería, fcolellapagella@rameingenieria.com

^bRAMÉ ingeniería, mcaballero@rameingenieria.com

Palabras clave: Estructuras Industriales; Silos de Hormigón; Diafragmas Rígidos; Cargas Nocionales.

RESUMEN

El presente trabajo documenta el diseño y análisis de una estructura industrial de 40 metros de altura y dos subsuelos destinada a una casa de mezclas en Paraguay. La obra integra 2.600 m² de superficie, combinando una estructura metálica principal con cinco silos de hormigón armado de 20 metros de altura con tolvas centradas. El último piso cuenta con un puente grúa de 3 toneladas de capacidad. El proyecto enfrentó desafíos de estabilidad global debido a la imposibilidad de conformar diafragmas rígidos completos, dada la interferencia de grandes silos de acero internos y la diversidad de sistemas de piso (rejillas, losas y *steel deck*).

La metodología se basó en el desarrollo de un modelo integral de elementos finitos 3D, aplicando cargas nocionales en columnas para considerar imperfecciones geométricas y efectos de segundo orden. El proceso de diseño se apoyó en una coordinación multidisciplinaria mediante modelos 3D que permitió evitar interferencias y generar una solución que tenga en cuenta las etapas de transporte y montaje. Como resultado, se logró una solución robusta que garantiza la estabilidad ante la ausencia de diafragmas convencionales.

ABSTRACT

This paper documents the structural design and analysis of a 40-meter-high industrial building with two basements for a batch house in Paraguay. The project covers a surface area of 2,600 m², combining a steel structure with five 20-meter-high reinforced concrete silos featuring centered hoppers. The top floor includes an overhead crane with a 3-ton capacity. The project faced global stability challenges due to the impossibility of establishing full rigid diaphragms, given the interference of large internal steel silos and the diversity of floor systems (gratings, concrete slabs, and steel decks).

The methodology was based on the development of a comprehensive 3D finite element model, applying notional loads on columns to account for geometric imperfections and second-order effects. The design process relied on multidisciplinary coordination using 3D models, which allowed for the avoidance of interferences and the generation of a solution that considers the transport and assembly stages. As a result, a robust solution was achieved that ensures stability in the absence of conventional diaphragms.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto documenta el diseño y análisis estructural de una planta de procesamiento de mezclas industriales (*batch plant*) para la industria del vidrio, localizada en Villa Hayes, Paraguay. La instalación se desarrolla en un edificio de 40 metros de altura, que comprende dos niveles de subsuelo y una elevación sobre rasante de planta baja más ocho niveles, totalizando una superficie de 2.600 m² mediante un sistema estructural mixto de acero y hormigón armado.

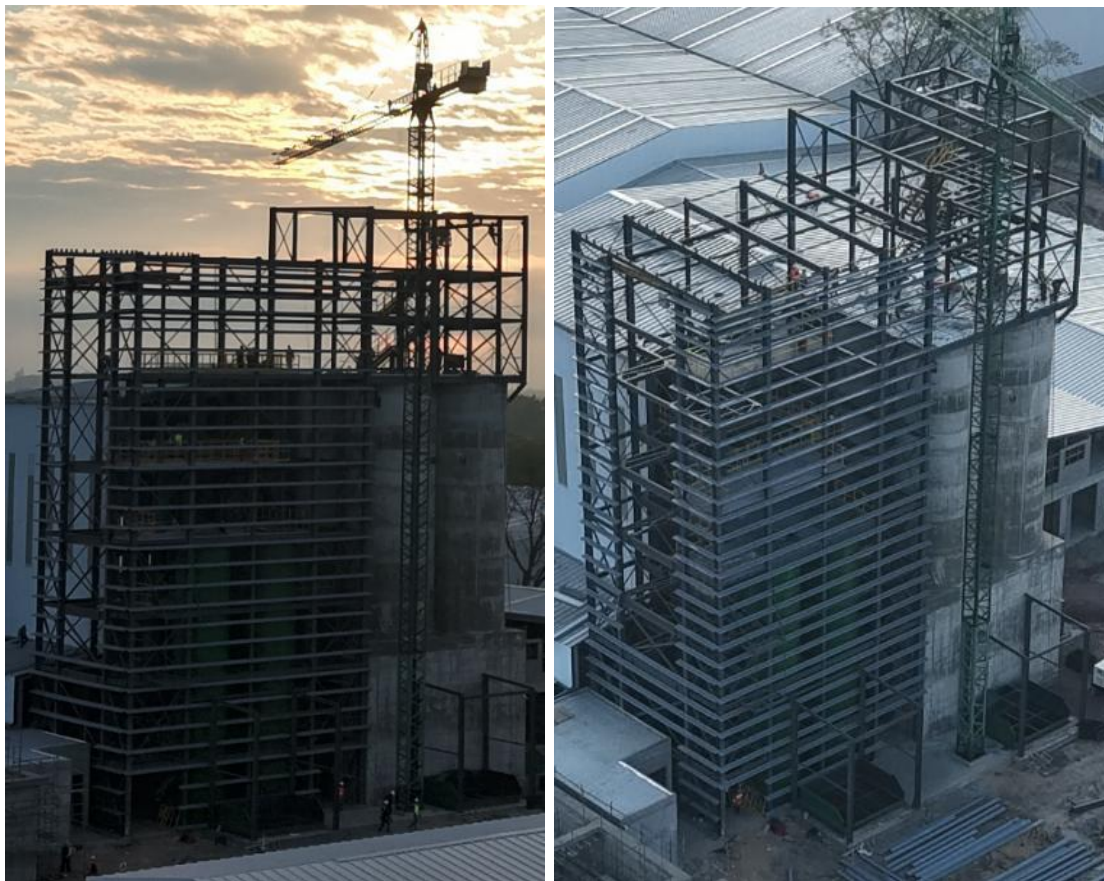


Figura 1: Vista aérea de la obra.

Como instalación industrial, su función crítica radica en la recepción, almacenamiento, dosificación y mezcla precisa de materias primas. Este proceso es vital para garantizar la homogeneidad de la carga que ingresará a la fase de transformación térmica del proceso continuo de manufactura. La complejidad del proyecto deriva de una arquitectura funcionalmente densa, donde la convivencia de sistemas estructurales heterogéneos y la necesidad de integrar grandes silos y equipos auxiliares impusieron condicionantes estructurales importantes. El principal desafío del proyecto consistió en garantizar la estabilidad global de una estructura industrial donde los requerimientos del proceso productivo impedían adoptar soluciones estructurales convencionales, particularmente la conformación de diafragmas rígidos continuos.

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL Y DESAFÍOS DE DISEÑO

El edificio se compone de un nivel de subsuelo y una superestructura dividida en dos

Organiza:

sectores diferenciados: una estructura de hormigón armado y una estructura metálica, tal como se puede observar en la Figura 1 y 2. Cada sector del edificio respondió a necesidades funcionales diferentes, dando lugar a sistemas estructurales con comportamientos muy distintos que debían actuar conjuntamente frente a acciones gravitatorias y horizontales.

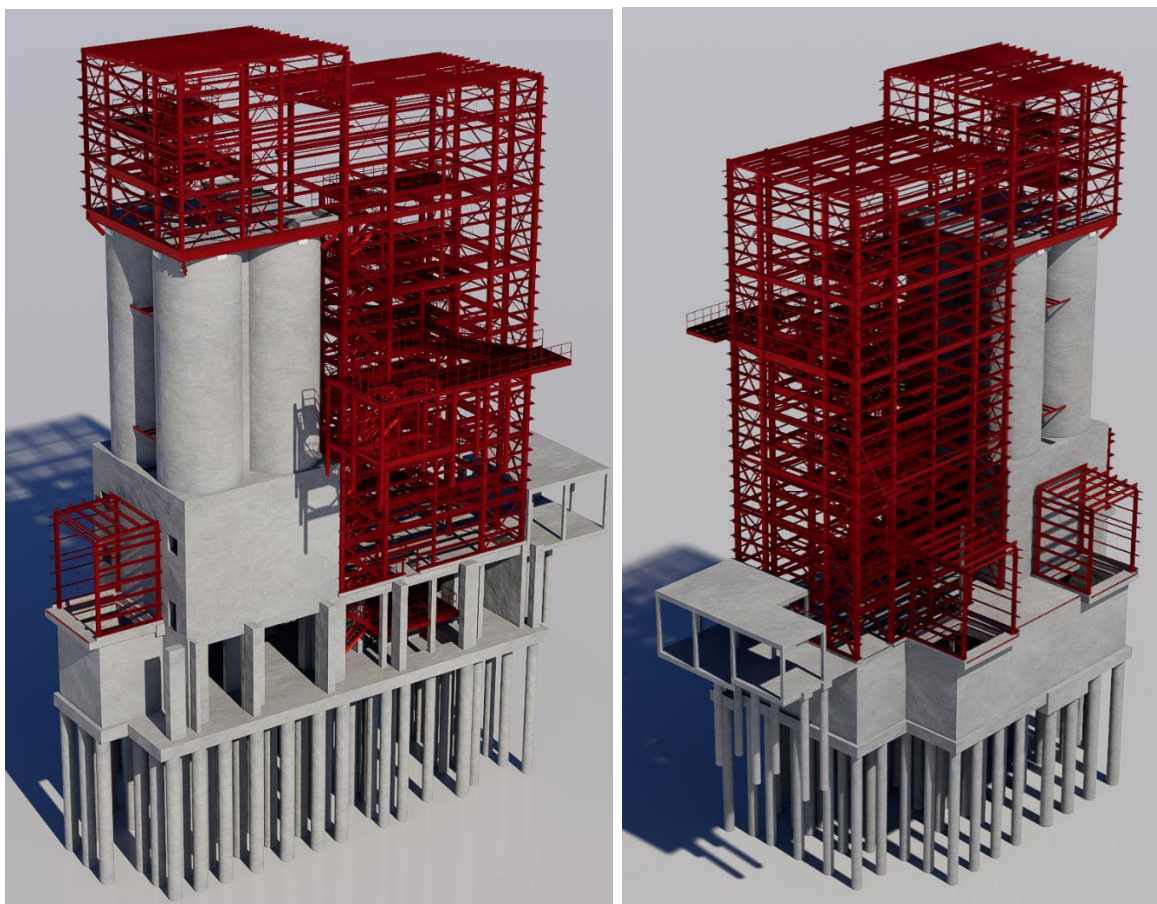


Figura 2: Modelo 3D de la estructura.

Fundaciones y subestructura

La fundación se resolvió mediante un sistema de 80 pilotes de 11 metros de profundidad, combinando diámetros de 80 cm y 100 cm. En el sector de los silos, se adoptó una losa de fundación de 90 cm de espesor (para agilizar la obra debido a que el camino crítico estaba en los silos de hormigón), mientras que en el sector metálico se ejecutó una solución de cabezales vinculados mediante una losa de supresión de 30 cm.

El subsuelo presenta una altura libre de 6,50 m sin niveles intermedios de arriostramiento, lo que exigió muros de 40 cm de espesor. Para optimizar el proceso constructivo y evitar la ejecución de troneras, debido a que no había limitantes de espacio, los muros se materializaron mediante doble encofrado sobre excavación con taludes, tal como se puede observar en la Figura 3.

El edificio se encuentra junto al edificio de hornos. Ambos subsuelos están conectados para el paso, pero separados por una junta de dilatación. Esto genera que el empuje

Organiza:

de suelo esté desequilibrado, por lo que la fundación se diseñó poder llevarse la resultante horizontal.



Figura 3: Vista de la obra del subsuelo.

Sector de hormigón armado

La planta baja se materializó mediante una losa de 50 cm de espesor, reforzada a 80 cm en las zonas de apoyo de tolvas.

Sobre el sector de los silos emergen unos tabiques de 9,70 metros de altura que alojan un nivel intermedio de *steel deck*. Con el fin de optimizar el cronograma de obra, la construcción de este nivel intermedio se planificó en una etapa posterior a la de los silos; para ello, se instalaron chapas embebidas en los muros de hormigón que permitieron la soldadura posterior de los perfiles metálicos. Lo que obligó a diseñar los muros para la etapa de obra sin arriostramientos, considerandolos arriostrados para la etapa definitiva. Sobre este conjunto, una losa de 80 cm de espesor sirve de base para cinco silos de 16,50 m de altura, con un peso aproximado de 5.000 kN (500 toneladas) cada uno. Lo expresado puede observarse en la Figura 4.

El conjunto se remata con una losa de *steel deck* en voladizo sobre la geometría de los silos que puede verse en la Figura 5.

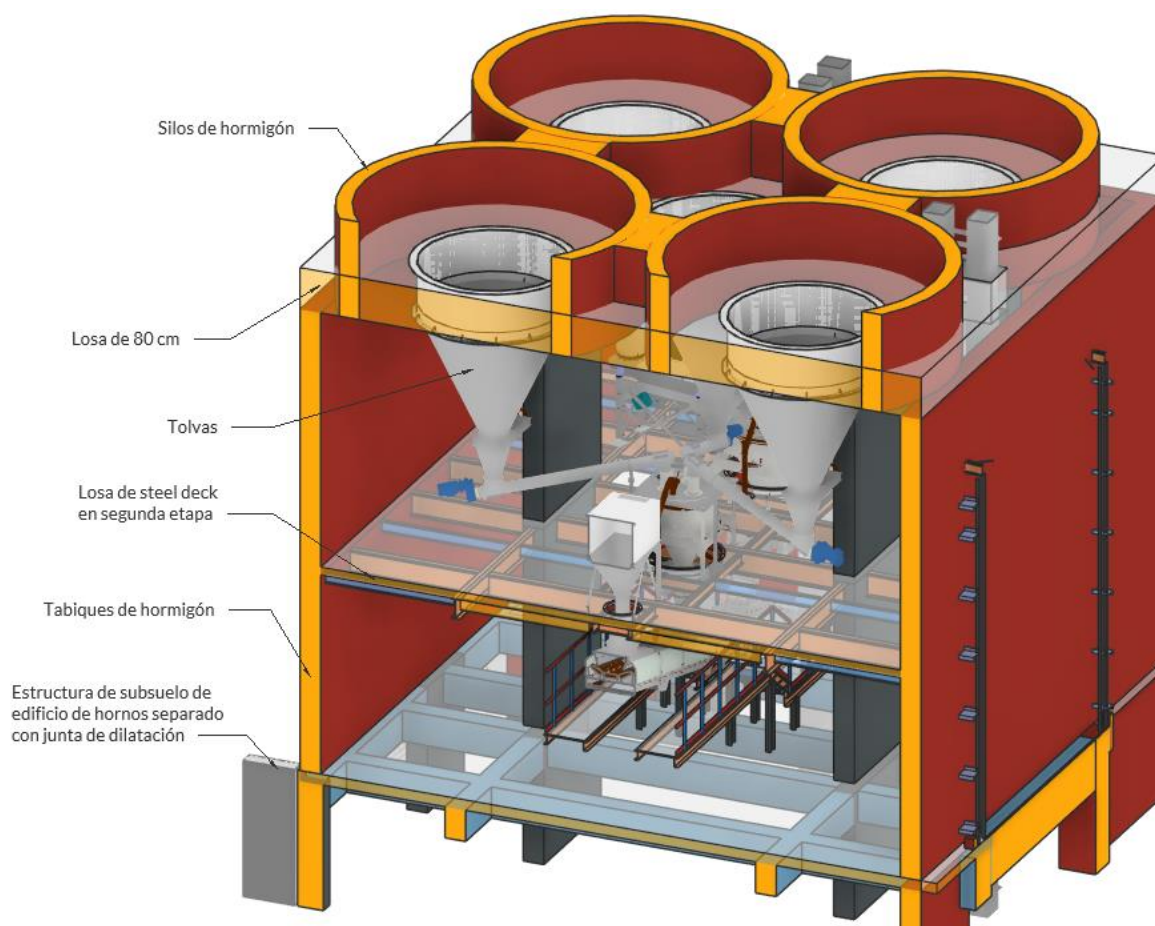


Figura 4: Vista 3D del sector de hormigón bajo silos.

Sector de Estructura Metálica

Este sector alberga silos de acero, cintas transportadoras y equipos auxiliares. La configuración funcional impuso una alta densidad de perforaciones en los entrepisos, materializados mediante rejillas electroforjadas (gratings), impidiendo la conformación de diafragmas rígidos. Esta condición obligó a diseñar columnas con gran esbeltez y tramos de varios niveles sin arriostramiento lateral.

La modulación de los perfiles de apoyo de las rejillas fue optimizada en función de las sobrecargas de uso, las cuales variaron entre 5 kPa de forma general y hasta 20 kPa en sectores específicos de alta exigencia operativa. En el nivel superior, la estructura soporta un puente grúa de 3 toneladas y dos polipastos de 500 kg, complementados por un conjunto de plataformas metálicas, núcleos de escaleras y soportes de equipos técnicos.



Figura 5: Render de la estructura sobre los silos de hormigón.

COORDINACIÓN BIM Y GESTIÓN MULTIDISCIPLINARIA

Dada la complejidad operativa de una planta de procesamiento de mezclas, donde coexisten equipos mecánicos de alta precisión (cintas transportadoras, tolvas y sistemas de dosificación) con una estructura de gran importancia, la concepción del diseño no pudo limitarse a un enfoque estructural aislado. Fue necesaria una sincronía absoluta con las exigencias funcionales del proceso productivo.

Para garantizar esta integración, se implementó una metodología basada en el modelado integral de información (*Building Information Modeling* - BIM), el cual se convirtió en la herramienta estratégica del proyecto:

- **Detección Preventiva de Interferencias:** El desarrollo de un entorno de trabajo colaborativo, mediante el cruce de modelos entre las ingenierías estructural, mecánica y arquitectónica, permitió identificar y resolver conflictos geométricos en etapas tempranas. Esto evitó modificaciones durante las fases de fabricación y montaje, asegurando que el diseño computacional fuera técnicamente ejecutable y montable en sitio.
- **Gestión Centralizada de la Información:** El modelo digital operó como una base de datos única y confiable. Cada elemento estructural fue dotado de una identidad espacial y propiedades técnicas intrínsecas (peso, especificación de material y codificación). Esta capacidad permitió la extracción automatizada de cómputos, optimizando la gestión de materiales, bulonería y la planificación de

insumos.

La implementación de BIM consolidó una solución integral que trasciende el cálculo estructural convencional. El modelo permitió alinear los objetivos de proyectistas, estructuralistas y constructores, garantizando que el diseño respondiera tanto a las solicitudes de carga como a las restricciones logísticas de la obra.

Las figuras a continuación ilustran la integración del modelo estructural con el equipamiento electromecánico, destacando la alta densidad de componentes que puede observarse en la Figura 6.

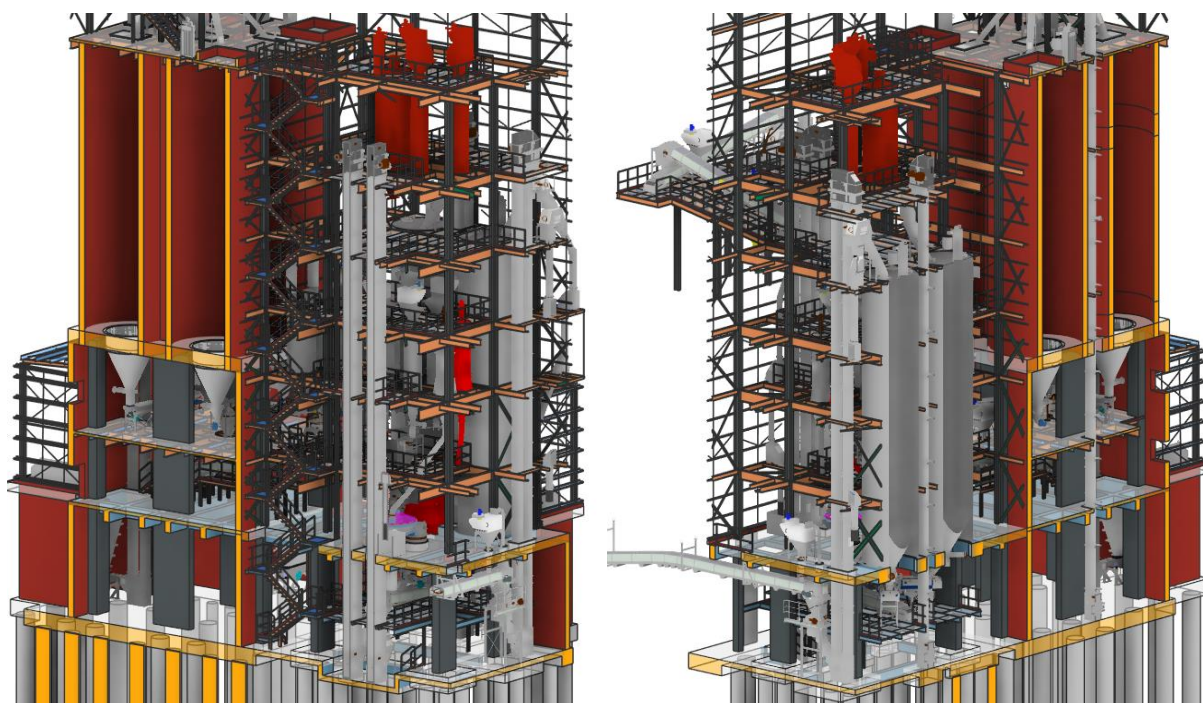


Figura 6: Modelo de coordinación BIM.

Asimismo, se detalla la resolución de interferencias mediante cortes longitudinales, tal como se observa en la Figura 7, los cuales fueron fundamentales para definir las geometrías de perfiles, alturas libres y ubicaciones precisas de los soportes, garantizando el cumplimiento de las holguras necesarias para el flujo operativo de la planta.

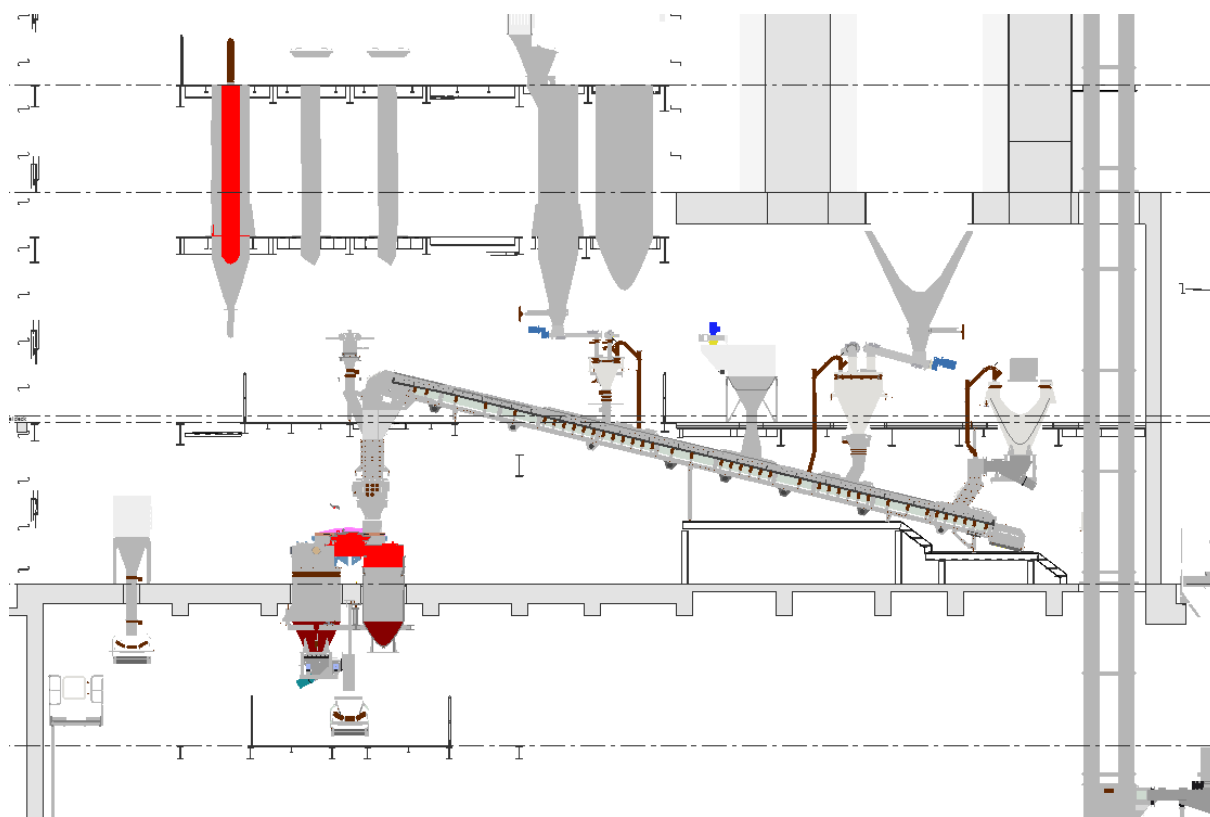


Figura 7: Corte longitudinal del modelo de coordinación BIM.

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE ACERO

En el diseño de plantas industriales con grandes alturas y cargas gravitatorias significativas, la estabilidad global constituye un factor determinante. El Eurocódigo 3 (EN 1993-1-1) exige que el análisis estructural capture de forma realista tanto los efectos de segundo orden como la influencia de las imperfecciones geométricas iniciales.

Clasificación Estructural y Sensibilidad (α_{cr})

El análisis inicial consistió en clasificar la estructura según su sensibilidad al desplazamiento lateral mediante el coeficiente de carga crítica elástica, α_{cr} . Este parámetro representa el factor multiplicador de las cargas de cálculo para alcanzar la inestabilidad elástica global de la estructura, para esto se corrió en el modelo de cálculo un LBA (Linear Buckling Analysis) para todas las combinaciones de carga.

De acuerdo con la normativa, la selección del método de análisis depende estrictamente de este valor:

Tabla 1: Clasificación del sistema estructural.

α_{cr}	Sensibilidad Estructural	Tipo de Análisis Requerido
$\alpha_{cr} \geq 10$	Traslacionalmente Rígida	Primer Orden: Los efectos de 2do orden son despreciables.
$3 \leq \alpha_{cr} < 10$	Moderadamente Flexible	Segundo Orden: Es necesario amplificar los esfuerzos de primer orden o usar análisis no lineal.
$\alpha_{cr} < 3$	Muy Flexible	Segundo Orden Riguroso: Es obligatorio un análisis iterativo considerando la geometría deformada.

Para nuestra fábrica, el factor de carga crítica se encontraba por encima de 10, pero de todas formas recurrimos a realizar un análisis de segundo orden.

Metodologías de Análisis según Eurocódigo 3

Para integrar las imperfecciones geométricas (defectos de verticalidad y de rectitud) con los efectos P- Δ globales y P- δ locales, la normativa europea propone cuatro rutas principales:

Tabla 2: Metodologías para analizar el segundo orden.

Método	Tipo de Análisis	Imperfecciones Globales (Desplome)	Imperfecciones Locales (Curvatura)	Verificación de Barras
EC3-1 (Riguroso)	Segundo orden iterativo	Modelado directo o cargas nomenclales.	Modelado directo o cargas nomenclales.	Solo resistencia de sección
EC3-2a (Híbrido)	Segundo orden iterativo	Modelado directo o cargas nomenclales.	Ignoradas en el análisis global.	Comprobación de estabilidad individual ($k=1.0$).
EC3-2b (Amplificado)	Primer orden amplificado	Cargas nomenclales	Ignoradas en el análisis global.	Comprobación de estabilidad individual ($k=1.0$).
EC3-3 (Convencional)	Primer orden simple	Ignoradas.	Ignoradas.	Longitudes de pandeo efectivas ($k>1.0$).

Elección del Proyecto: Método híbrido

Para el diseño de esta planta, se optó por un análisis riguroso de segundo orden mediante técnicas iterativas, bajo el enfoque híbrido definido en el Eurocódigo 3 (EC3-2a). Esta metodología permite capturar con alta precisión los efectos no lineales de una estructura de 40 metros de altura, combinando el rigor del análisis geométrico no

lineal con un tratamiento simplificado de las imperfecciones estructurales, lo que evita posibles errores humanos al introducir los coeficientes de longitud de pandeo por la gran cantidad de barras involucradas.

Implementación del Desplome Inicial (ϕ): En lugar de modelar físicamente las columnas inclinadas, representamos el defecto de verticalidad inicial mediante un sistema de fuerzas horizontales equivalentes (cargas nociónales) aplicadas en cada nivel. El ángulo de desplome se calculó como:

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

Donde:

$$\phi_0 = 1/200$$

Valor base de la imperfección

$$\alpha_h = 2/\sqrt{h}$$

Factor de reducción por altura. Con $\frac{2}{3} < \alpha_h < 1$

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

Factor de reducción según el número de columnas en una fila que soportan carga gravitatoria significativa

m

Número de columnas en una fila que soportan carga gravitatoria significativa

Imperfecciones Locales (Curvatura): De acuerdo con el enfoque híbrido, las imperfecciones locales de las barras fueron ignoradas en el análisis global. En su lugar, el efecto de la curvatura individual de cada columna se contempla directamente durante la etapa de verificación de estabilidad individual (verificación de pandeo) mediante el uso de los coeficientes de reducción por pandeo de la norma ($k=1.0$ para el análisis, aplicando luego las curvas de pandeo).

Integración con el Análisis de Segundo Orden

La estructura fue analizada bajo un procedimiento iterativo (análisis geoméricamente no lineal), donde el software de cálculo actualiza la matriz de rigidez en cada paso de carga, capturando automáticamente los efectos P- Δ globales. Al ser un análisis iterativo, el modelo incorpora los momentos adicionales provocados por las deformaciones globales (P- Δ) de forma directa, sin necesidad de aplicar factores de amplificación manuales.

Por otro lado, el hecho de integrar las imperfecciones globales directamente en el análisis global, libera a las columnas de la necesidad de utilizar coeficientes de longitud de pandeo efectiva ($k > 1.0$) para efectos globales. Esto permite realizar la verificación de estabilidad individual considerando la longitud geométrica real de la pieza ($k = 1.0$) lo que simplifica el diseño y evita posibles errores en la determinación de los coeficientes.

DISEÑO DE SILOS DE HORMIGÓN

Los cinco silos de hormigón constituyeron la principal carga gravitatoria del edificio y condicionaron tanto la disposición estructural como la secuencia constructiva del proyecto.

En este proyecto, se diseñaron silos cilíndricos de hormigón armado, integrando tolvas

cónicas de acero diseñadas por el equipo de ingeniería mecánica. Esta configuración requirió una coordinación precisa de las cargas de transferencia en el anillo de transición, punto crítico donde la estructura de hormigón recibe las reacciones de la tolva. En la Figura 8 puede observarse la losa sobre la que apoyan los silos con el anillo metálico inserto para soportar la tolva.



Figura 8: Soporte de las tolvas de los silos metálicos.

Para este proyecto, se adoptó la norma ACI 313-16 (*Standard Practice for Design and Construction of Concrete Silos and Stacking Tubes for Stored Granular Materials*), la cual establece los criterios específicos para las acciones estáticas y dinámicas generadas por el flujo del material almacenado, complementando las disposiciones del ACI 318.

Para el análisis del comportamiento del material, la norma clasifica los patrones de flujo principalmente en tres tipos:

- Flujo en embudo (*funnel flow*): El material se mueve a través de un canal central que se forma sobre la abertura de descarga, mientras que el sólido que rodea dicho canal permanece estático contra las paredes.
- Flujo másico (*mass flow*): Se caracteriza por el movimiento simultáneo de todas las partículas del sólido durante el proceso de descarga.
- Flujo expandido: Un diseño híbrido donde se utiliza una tolva de flujo másico en la parte inferior para expandir el canal de flujo por encima de una sección de flujo en embudo.

La clasificación de la descarga depende de la ubicación del canal de flujo respecto al eje de la estructura. El flujo concéntrico ocurre cuando el eje vertical de simetría del canal de flujo coincide con el del silo y la salida de descarga. Por el contrario, el flujo asimétrico sucede cuando dicho canal no está localizado de manera central.

En este proyecto, al tratarse de un silo diseñado para carga y descarga centrada, la normativa permite asumir una distribución de presiones axisimétrica y uniforme alrededor del perímetro. Bajo estas condiciones de simetría, la presión horizontal de llenado (p) se determina mediante la teoría de Janssen, calculándose como $p = k \cdot q$. En esta expresión, k representa la relación de presiones laterales y q es la presión vertical inicial a una profundidad Y , la cual se obtiene mediante la ecuación:

$$q = \frac{\gamma \cdot R_H}{\mu' \cdot k} \left[1 - e^{-\left(\frac{\mu' \cdot k \cdot Y}{R_H}\right)} \right]$$

Donde:

γ	Peso específico del material
R_H	Radio hidráulico del silo
μ'	Coefficiente de rozamiento entre el material y la pared
k	Relación de presiones laterales

Debido a que las presiones durante la extracción son dinámicamente superiores a las estáticas, el ACI 313-16 prescribe el uso de un factor de sobrepresión. Para flujo concéntrico, la presión horizontal de llenado se incrementa mediante el factor $C_d = 1,6$, considerando las inevitables imperfecciones geométricas y la convergencia del material hacia la tolva.

CONSIDERACIONES DE MONTAJE

La estrategia de montaje fue considerada como una condición de diseño desde las etapas iniciales del proyecto, ya que modificaba directamente el comportamiento estructural durante la construcción y el costo global de la solución.

El desarrollo de la ingeniería de detalle se realizó en estrecha interacción con la empresa metalúrgica encargada de la fabricación. Esta colaboración permitió adaptar los detalles de las uniones a los estándares de producción de la planta, optimizando los tiempos de soldadura y abulonado. Se desarrolló un modelo de fabricación de detalle en el que se modelaron la totalidad de los elementos y conexiones del proyecto. Este nivel de detalle permitió asegurar la coincidencia geométrica en obra y validar que cada unión fuera constructivamente viable, reduciendo drásticamente la posibilidad de interferencias durante el montaje.

Un desafío crítico fue la interacción entre la estructura metálica y los silos de hormigón. La estructura metálica se proyectó para conectarse a los silos de hormigón, aprovechando la elevada rigidez horizontal que estos aportan al conjunto en su estado final. No obstante, esto obligó a verificar dos condiciones de diseño excluyentes:

- **Etapas de Montaje:** Durante la construcción, la estructura metálica debía ser capaz de resistir las cargas horizontales de forma autónoma, al no contar aún con la rigidez del sistema de silos.
- **Etapas de Servicio:** Con la obra terminada, los silos de hormigón actúan como elementos de arriostramiento global.

Los silos de acero fueron instalados durante la construcción de la estructura metálica, tal como se observa en la Figura 9. Esta decisión fue determinante: su colocación posterior hubiera requerido diseñar la estructura para soportar cargas que no contaban con la colaboración de las vigas y arriostramientos definitivos del sector, lo que hubiera resultado en una solución significativamente más costosa. Por lo tanto, la secuencia constructiva se planificó para que los silos fueran integrados como parte del sistema resistente, sin prever la posibilidad de su retiro o reemplazo una vez finalizada la obra.



Figura 9: Secuencia de montaje de silos de acero durante la instalación de la estructura metálica.



Figura 10: Construcción de los silos de hormigón y de la estructura metálica con los silos de acero colocados.



Figura 11: Vista de la construcción del nivel +9.69 m.



Figura 12: Estructura terminada.

INTEGRACIÓN DEL PROCESO DE INGENIERÍA

El desarrollo del proyecto requirió una metodología de trabajo integrada, en la que el diseño estructural evolucionó simultáneamente con la definición del proceso industrial, la ubicación del equipamiento, la coordinación entre disciplinas y la planificación del montaje. A diferencia de edificios convencionales, donde la estructura suele definir la organización espacial, en esta planta industrial las exigencias del proceso productivo condicionaban permanentemente la disposición de columnas, vigas, entresijos, aberturas y sistemas de arriostramiento.

La coordinación mediante modelos tridimensionales permitió que las ingenierías estructural, mecánica y arquitectónica trabajaran sobre una única base de información. Las modificaciones en el equipamiento o en los recorridos de transporte de materiales se incorporaban al modelo, verificando simultáneamente su impacto sobre la estabilidad global, la constructibilidad y las interferencias con el resto de las disciplinas.

Como parte de este proceso, el modelo estructural se utilizó para evaluar alternativas de configuración y de secuencia constructiva antes de avanzar al diseño definitivo. Para cada propuesta se desarrollaban modelos preliminares acompañados por estimaciones de cantidades de acero y hormigón, permitiendo analizar junto con la empresa constructora el impacto de cada solución sobre los costos, la logística de montaje y los plazos de ejecución. Cuando surgían nuevos condicionantes del proceso industrial, cambios de equipamiento o ajustes constructivos, el ciclo de evaluación podía repetirse rápidamente, actualizando tanto el análisis estructural como la documentación del proyecto.

Este enfoque permitió que las decisiones estructurales no se tomaran únicamente en función de la resistencia o la estabilidad, sino considerando simultáneamente los requerimientos operativos de la planta, la viabilidad constructiva y la coordinación

entre todas las disciplinas involucradas.

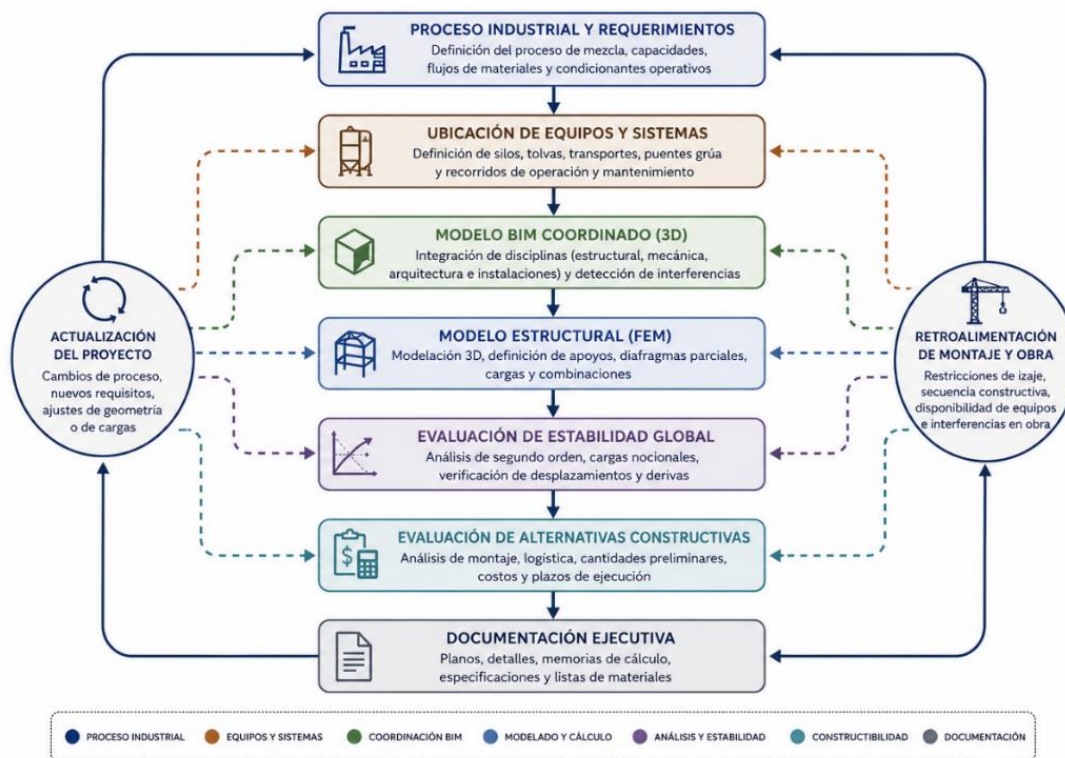


Figura 13: Proceso integrado e iterativo de ingeniería aplicado al diseño.

CONCLUSIONES

El diseño de la planta de mezclas demostró que, en estructuras industriales de gran complejidad, la solución estructural está fuertemente condicionada por los requerimientos del proceso productivo y la disposición del equipamiento. La imposibilidad de conformar diafragmas rígidos convencionales, junto con la elevada densidad de instalaciones y equipos, hizo necesario abordar el proyecto mediante un análisis integral donde la estabilidad global, la funcionalidad y la constructibilidad fueron consideradas simultáneamente.

La aplicación de un análisis de segundo orden con cargas nocionales, conforme a los lineamientos del Eurocódigo 3, permitió representar adecuadamente el comportamiento global de la estructura y verificar su estabilidad bajo condiciones de servicio y de diseño.

Paralelamente, la coordinación mediante modelos BIM posibilitó integrar las distintas disciplinas, resolver interferencias en etapas tempranas y evaluar alternativas de montaje antes de la definición del proyecto ejecutivo.

La experiencia obtenida confirma que el diseño de plantas industriales requiere un enfoque multidisciplinario desde las etapas iniciales del proyecto, donde el proceso industrial, el análisis estructural, la coordinación digital y la planificación constructiva forman parte de un único proceso de ingeniería. La integración de estas disciplinas permitió desarrollar una solución técnicamente robusta, coordinada y compatible con las exigencias operativas y constructivas de la obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI (American Concrete Institute). 2018. ACI 313-18: Design Specification for Concrete Silos and Stacking Tubes for Stored Granular Materials.
- Eurocódigo 1. 2006. EN 1991-4: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 4: Silos y depósitos. Madrid: AENOR.
- Eurocódigo 2. 2000. UNE-ENV 1992-4:2000: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 4: Depósitos y estructuras de contención. Madrid: AENOR.
- Eurocódigo 3. 2006. EN 1993-1-1: Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación. Madrid: AENOR.
- Eurocódigo 3. 2005. EN 1993-1-1: Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación. Madrid: AENOR.
- Gauna, Gustavo. 2016. Readaptación estructural de silos de hormigón a edificio multifamiliar. 24° Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural (JAIE), Buenos Aires, Argentina.
- Safarian, S. S., & Harris, E. C. 1985. Design and Construction of Silos and Bunkers. Van Nostrand Reinhold, New York, NY.