



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

**Proyecto Arquitectónico Industrial de la
“Modernización del Edificio de Materias Primas en 2019”
ubicado en la Fábrica de Cemento de La Cruz Azul en Lagunas, Oaxaca.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADA EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

MARIA LUISA LAGUNA GALLEGOS

Asesor: Rodolfo Rodríguez Wrrresti

Jurado

Arq. Rodolfo Rodríguez Wrrresti

Arq. Manuel Gerardo Fuentes Villar

Arq. Edwin Iván González López

Mtro. Miguel Ángel Ávila Vázquez

Arq. Diana Flores Ocomatl



Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México (FES Acatlán), 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mi madre:

Por su entereza, amor y apoyo incondicional.

Para Alejandro:

Por qué sin tu apoyo no lo hubiera logrado.

A Yeray y Tenoch:

Porque a su corta edad, son mis grandes maestros.

INDICE

Introducción	7
1. Experiencia Profesional	8
1.1 Análisis de puesto	8
1.2. Descripción de las actividades realizadas	9
2. Marco General	23
2.1 Tema y Temática	23
2.2 Ubicación	25
2.3 Objetivo	29
2.4 Alcances del Trabajo	30
3. Antecedentes	31
3.1 Reglamentos	31
3.2 Planos del Proyecto Original	32
3.3 Necesidades del proyecto	38
4. Descripción de la práctica Profesional desarrollada	41
4.1 Datos Generales	41
4.2 Fecha de Ejecución del Proyecto	41
4.3 Descripción del Proyecto	42
4.4 Planos Ejecutivos	64
Conclusiones Generales	84
Bibliografía	85

Índice de figuras

Figura 1 Recepción de coque	12
Figura 2 Arreglo general del edificio de tolvas	13
Figura 3 Edificio de tolvas para dosificar coque-carbón	14
Figura 4 Elevaciones de la recirculación de coque	15
Figura 5 Vista de molino no. 4, 1	16
Figura 6 Vista de molino no. 4, 2	16
Figura 7 Planta de arreglo general	17
Figura 8 Transporte de Clinker	18
Figura 9 Propuesta de la fábrica de pegazulejo	19
Figura 10 Envase y Embarque de Cemento no. 3	20
Figura 11 Envase y Embarque de Cemento no. 2	21
Figura 12 Propuesta de almacén de trituración de llantas	22
Figura 13 Ubicación, 1	25
Figura 14 Ubicación, 2	26
Figura 15 Layout de la fábrica	27
Figura 16 Edificio de materias primas	28
Figura 17 Planos del proyecto existente, 1	32
Figura 18 Planos del proyecto existente, 2	33
Figura 19 Planos del proyecto existente, 3	34
Figura 20 Planos del proyecto existente, 4	35
Figura 21 Planos del proyecto existente, 5	36
Figura 22 Planos del proyecto existente, 6	37
Figura 23 Diagrama de flujo de la Nueva línea de Producción de Clinker no. 5	38
Figura 24 Diagrama de Flujo de Transporte de materias primas a tolvas de dosificación	39
Figura 25 Diagrama de flujo de dosificación y transporte de materias primas a molino de crudo no. 13	40
Figura 26 Propuesta "A"	44
Figura 27 Propuesta "B"	45
Figura 28 Elevador de cangilones	47
Figura 29 Caliza	47
Figura 30 Pizarra	47
Figura 31 Sílice	48

<i>Figura 32 Hematita</i>	48
<i>Figura 33 Fluorita</i>	48
<i>Figura 34 Elevadores nos. 1 y 2, proyecto existente</i>	49
<i>Figura 35 Elevadores nuevos nos. 1 y 2</i>	49
<i>Figura 36 Banda 15-A y 14-A, existente</i>	51
<i>Figura 37 Banda 15-A y 14-A, proyecto</i>	51
<i>Figura 38 Transmisión del elevador no. 3, existente</i>	53
<i>Figura 39 Plataforma de mantenimiento, proyecto</i>	53
<i>Figura 40 Descarga de elevadores nos. 1 y 2, existente</i>	54
<i>Figura 41 Descarga de elevador 1 hacia banda fives, proyecto</i>	54
<i>Figura 42 Descarga de elevadores nos. 2 y 3, existente</i>	55
<i>Figura 43 Descarga de elevadores nos. 2 y 3, nuevo</i>	55
<i>Figura 44 Cuello de ganso</i>	56
<i>Figura 45 Vista general de elevadores, existente</i>	58
<i>Figura 46 Pasillo de banda 12-A, proyecto</i>	58
<i>Figura 47 Vista general de tolva no.3, existente</i>	59
<i>Figura 48 Vista general banda 12-A y banda 12-B, proyecto</i>	59
<i>Figura 49 Banda con sistema de cuello de ganso, existente</i>	60
<i>Figura 50 Banda 12-C, proyecto</i>	60
<i>Figura 51 Banda y descarga de fluorita, existente</i>	61
<i>Figura 52 Banda y descarga de fluorita, proyecto</i>	61
<i>Figura 53 Plataforma de mantenimiento</i>	62
<i>Figura 54 Pasillo entre banda Fives 185-BC1</i>	62
<i>Figura 55 Vista general de tolvas nos. 2 y 3, existente</i>	63
<i>Figura 56 Vista general de plataformas 12-A, 12-B y 12-C, proyecto</i>	63
<i>Figura 57 Arreglo General</i>	65
<i>Figura 58 Plataformas, Huecos y Cargas</i>	66
<i>Figura 59 Banda Transportadora 12-A</i>	67
<i>Figura 60 Banda Transportadora 12-B</i>	68
<i>Figura 61 Banda Transportadora 12-C</i>	69
<i>Figura 62 Elevadores nos. 1, 2 y 3</i>	70
<i>Figura 63 Colector de polvo no. 1</i>	71
<i>Figura 64 Colector de polvo no. 2</i>	72

<i>Figura 65 Colector de polvo no. 3</i>	73
<i>Figura 66 Colector de polvo no. 4</i>	74
<i>Figura 67 Colector de polvo no. 5</i>	75
<i>Figura 68 Colector de polvo no. 6</i>	76
<i>Figura 69 Arreglo general, colectores de polvo, 1</i>	77
<i>Figura 70 Arreglo general, colectores de polvo, 2</i>	78
<i>Figura 71 Soportes y anclajes de colectores</i>	79
<i>Figura 72 Diseño mecánico 3D, 1</i>	80
<i>Figura 73 Diseño mecánico 3D, 2</i>	81
<i>Figura 74 Diseño mecánico 3D, 3</i>	82
<i>Figura 75 Diseño mecánico 3D, 4</i>	83

Introducción

El presente trabajo tiene como propósito mi titulación profesional de la licenciatura en Arquitectura, exponiendo un proyecto que considero de mayor relevancia de acuerdo con mi experiencia profesional, desarrollada durante 25 años en La Cooperativa La Cruz Azul S.C.L.; participando en diversas áreas, destacando como proyectista en el área de ingeniería mecánica, realizando proyectos para todas las fábricas de cemento Portland propiedad de La Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L.

La modernización del edificio de materias primas es una composición arquitectónica industrial que se encuentra ubicado dentro de la fábrica de cemento en Lagunas, Oaxaca.

La arquitectura industrial debe cumplir y satisfacer las necesidades del proceso de producción. Es la unión entre espacios, circulaciones y accesos con los procesos de fabricación, que están integrados por los sistemas especializados de equipos, tomando en cuenta las consideraciones de seguridad y necesidades de trabajo, para las personas que laboran en dicha industria.

La necesidad del aumento de producción de cemento genera el desarrollo de proyectos para ampliaciones o modernizaciones, solicitando el estudio de factibilidad y diseño a la Dirección de Nuevos Proyectos, área encargada dentro de La Cooperativa.

Los proyectos desarrollados en las fábricas de cemento son elaborados en la Jefatura de Ingeniería Mecánica perteneciente a la Dirección de Nuevos Proyectos. Los diseños de Ingeniería Mecánica cuando son autorizados se asignan a las diferentes áreas de Ingeniería: Civil, Eléctrica y Electrónica, para concluir el proyecto ejecutivo.

El diseño arquitectónico industrial se genera a partir de los proyectos de ingeniería mecánica. El diseño mecánico define el proyecto arquitectónico, pero no va por encima de este, ya que, si no hay espacios funcionales para el mantenimiento y la supervisión de los equipos, se generan otras propuestas de diseño.

Al presentar esta memoria de trabajo deseo ser evaluada por la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, a la que externo mi gratitud por la preparación profesional otorgada.

1. Experiencia Profesional

1.1 Análisis de puesto

En el año 1998 (25 años de experiencia laboral) ingresé a trabajar en la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L., en la Dirección de Nuevos Proyectos con el puesto de dibujante por un año y después como **proyectista supervisor** directamente en la Jefatura de ingeniería Mecánica, y ocasionalmente apoyando a la jefatura de Ingeniería de Arquitectura. Mis funciones o actividades principales son las siguientes:

- Diseño de proyectos mecánicos conforme a los diagramas de proceso.
- Levantamiento en sitio en donde se requiera proyecto de ampliación o modernización en las diferentes fábricas pertenecientes a la Cooperativa La Cruz Azul.
- Análisis de espacios, en conjunto con la operación de equipos de carga: tales como bobcat, cargadores frontales y camiones de volteo; con la finalidad de revisar y definir radios de giro para diseño de almacenes.
- Diseño de plataformas, accesos y casetas para los equipos mecánicos.
- Diseño de ductos y descargas para los equipos mecánicos.
- Dibujo de planos ejecutivos y planos as built, asistidos por computadora con programas de Autodesk (Autocad 2D), Siemens (Solid Edge) en 3D y renderizados en keyshot.
- Presentación de anteproyectos y proyectos de modernización, y ampliación requeridos en las fábricas.
- Revisión de planos de los proveedores de equipo mecánico.
- Revisión de planos de las diferentes ingenierías contratadas bajo la modalidad de “llave en mano”:

1.2. Descripción de las actividades realizadas

Mi experiencia laboral está dividida en tres etapas, porque durante estos años he participado en dos diferentes jefaturas. Solo menciono algunos de los proyectos de mayor relevancia en los cuales he participado.

Primera etapa: 1998-2000

En esta etapa ingresé a la jefatura de Ingeniería de Arquitectura y después me incorporé a la jefatura de Ingeniería Mecánica de la Dirección de Nuevos Proyectos.

Mis primeras colaboraciones fueron en la Jefatura de Ingeniería de Arquitectura con proyectos en diseños de edificios y espacios con función industrial, donde se alojan equipos que forman parte del proceso productivo para la fabricación de cemento en la fábrica de Cruz Azul, Hidalgo y para la nueva fábrica en Tepezalá, Aguascalientes.

En la fábrica en Cruz Azul, Hidalgo participe en el diseño de la caseta de control de acceso vehicular para los camiones Euclide en la Cantera el Xirgo, en la nueva fábrica en Tepezalá colabore en el diseño de fachadas de algunos edificios con sistema de muros de block hueco acabado aparente, combinado con persianas metálicas y cubiertas de lámina con estructura metálica o losa de concreto. Entre estos están: sala de preparación de combustóleo, sala de compresores del molino de crudo y almacén de coque de petróleo.

En la jefatura de Ingeniería Mecánica revise los planos del edificio de prehomogeneización, de las torres de transferencia y del transporte de crudo de la nueva fábrica en Tepezalá, Aguascalientes. En dichos planos analice plataformas de mantenimiento, pasillos y accesos en los diseños mecánicos, revise que la información de la ingeniería civil correspondiera a la información de la ingeniería mecánica y que estuviera completa para colocar sellos de autorizados para construcción.

Segunda Etapa: 2000-2019

A partir del año 2000, me integro definitivamente a la jefatura de Ingeniería Mecánica con el puesto de proyectista supervisor, en donde participo en el análisis de diagramas de flujo, en la ubicación de equipos mecánicos, así como en el diseño de accesos, pasillos y plataformas de mantenimiento.

En la jefatura de Ingeniería Mecánica he participado en los siguientes proyectos, los más destacados son:

Fábrica en Cruz Azul, Hidalgo

- Sistema de Dosificación de Aditivo para Mortero y Ayudantes de Molienda.
- Combustibles; Sistema General de Coque de Petróleo (fig.1).
- Combustibles; Dosificación Coque-Carbón (fig. 2 y fig. 3).
- Recepción, Almacenamiento y Transporte de Coque a Molino no. 4
- Combustibles; Recepción de Coque de petróleo vía Ferrocarril.
- Molino de Coque de Petróleo; Sistema de Recirculación (fig. 4 y fig. 5).
- Transporte de Clinker a Almacén no. 1; CEMBLA H 7 (fig. 6 y fig. 7).

Fábrica en Lagunas, Oaxaca.

- Transporte y Sistema de Desempolvamiento de Clinker.
- Envase, Embarque y Despacho de Cemento a Granel no. 2; Instalación de Autopac's nos. 5 y 6
- Envase, Embarque y Despacho de Cemento a Granel no. 2; Sistema de Paletizado no. 1
- Alimentación de Agregados y Clinker a Molino no. 12; Transporte de Caliza.
- **Transporte de Materias Primas a Tolvas de Dosificación, H-5.**

Tercera Etapa: 2019-2022

Fábrica en Cruz Azul, Hidalgo

- Propuesta del diseño de la Fábrica de Pegazulejo, Estucos y Boquillas (fig. 8).
- Propuesta de la Modernización del Envase y Embarque no. 3 (fig. 9).

Fabrica en Lagunas, Oaxaca

- Anteproyecto de la recepción de Coque por Ferrocarril.
- Envase, Embarque y Despacho de Cemento a Granel no. 1; Paletizadora no. 1, cambio de sacos a 25 Kg.
- Envase, Embarque y Despacho de Cemento a Granel no. 2; Envasadora no. 4, cambio de sacos a 25 Kg.
- Envase, Embarque y Despacho de Cemento a Granel no. 2; Ampliación de Envase no. 2 (fig. 10).
- Anteproyecto del Almacén de Trituración de llantas (fig. 11).
- Envase, Embarque y Despacho de Cemento a Granel no. 2; Paletizadora no. 5 y 6, cambio de sacos a 25 Kg.

Fábrica en CYCNA de Oriente

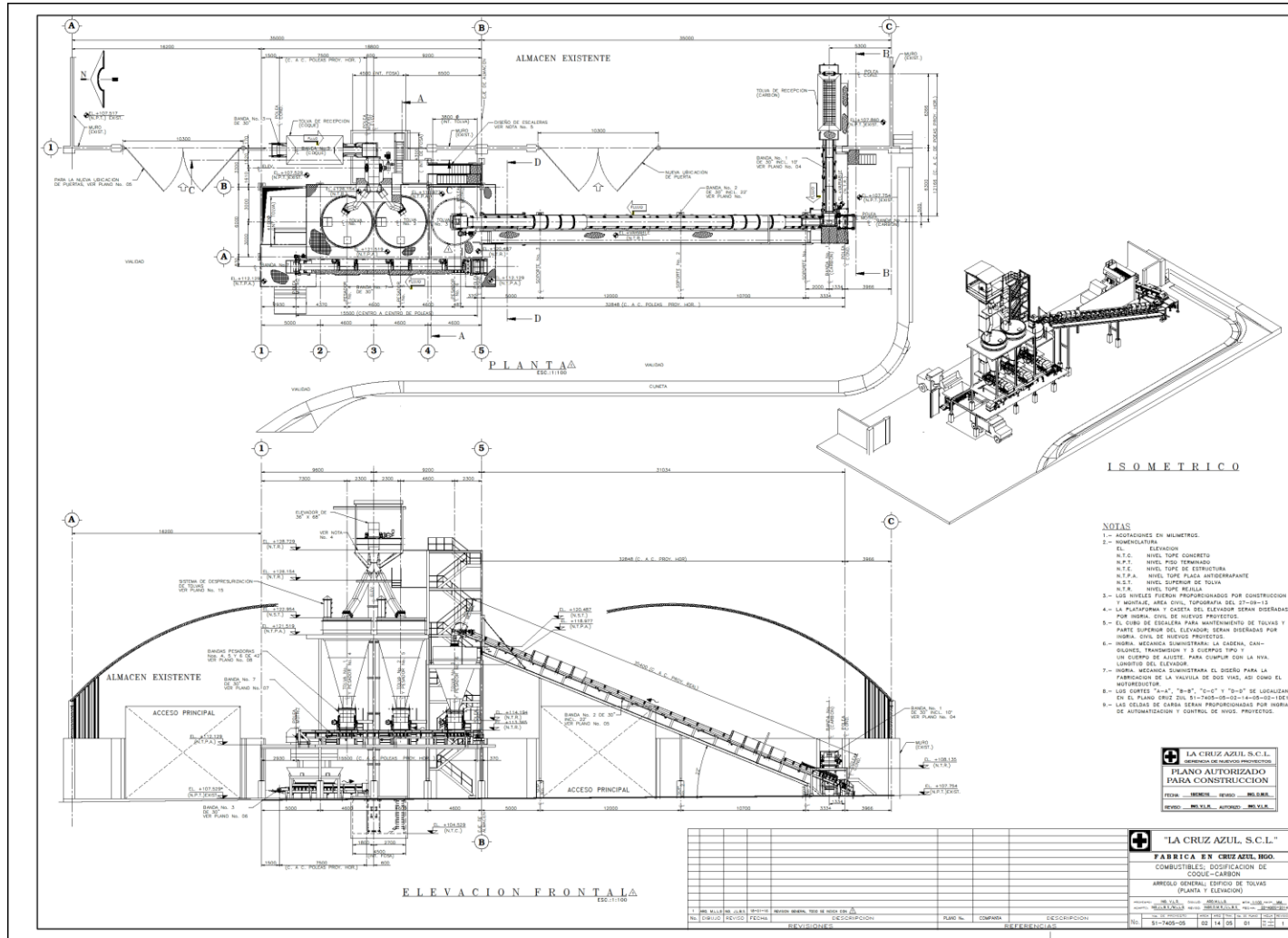
- Sala de compresores

De manera temporal, a veces colaboro en la Jefatura de Ingeniería de Arquitectura:

- Fábrica de Bolsas, Diseño de la urbanización,
- Fábrica de bolsas, Diseño de la red general hidráulica-sanitaria y pluvial.
- Fábrica de Bolsas, Diseño de acabados y plafones.

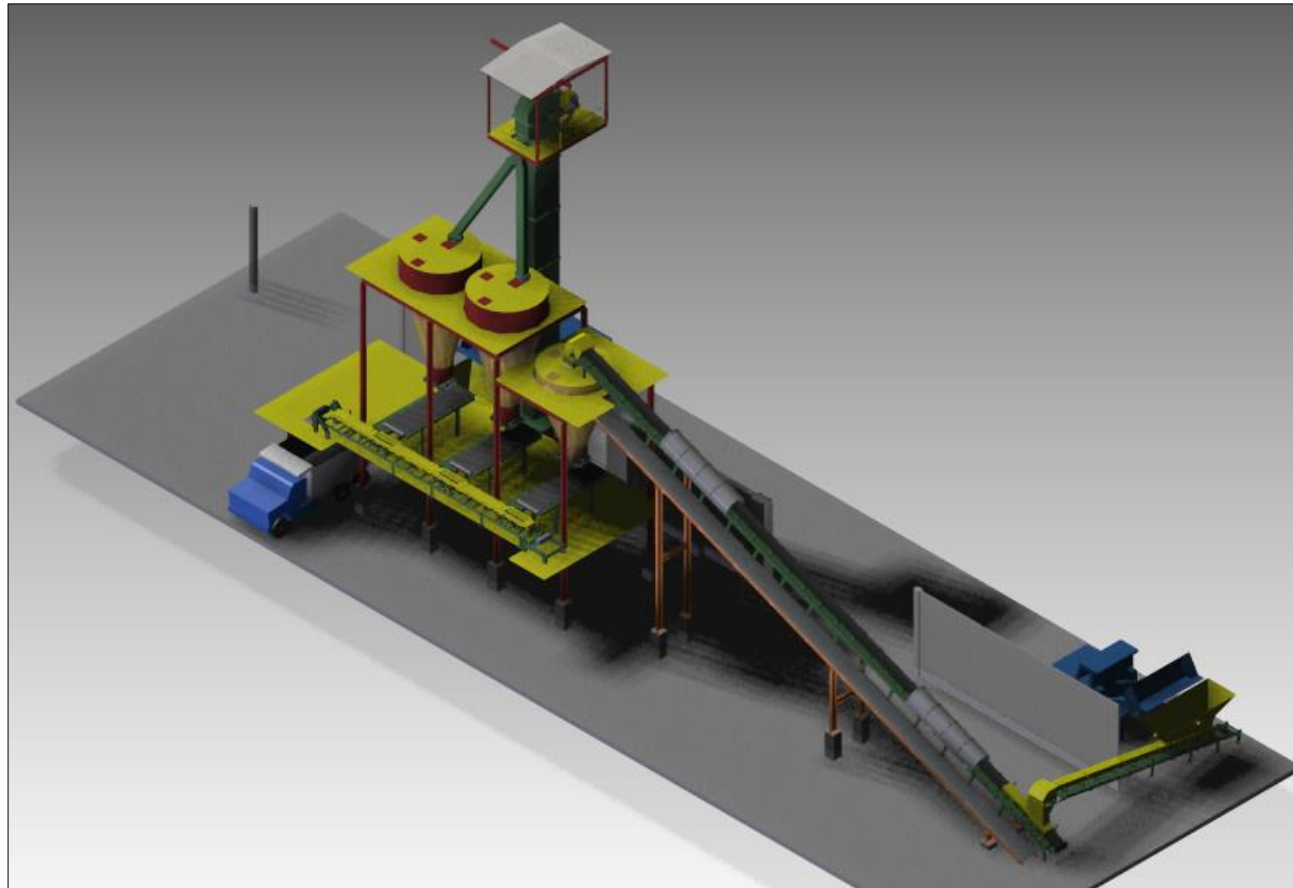
Arreglo general del edificio de tolvas, para dosificar coque-carbón en greña y entregar a la recepción de coque del molino no. 4

Figura 2 Arreglo general del edificio de tolvas



Edificio de tolvas para dosificar coque-carbón, extraído del almacén por trascabo, subido por elevador de cangilones² y bandas transportadoras³ a las tres tolvas para su pesaje y entregar a la recepción de coque.

Figura 3 Edificio de tolvas para dosificar coque-carbón

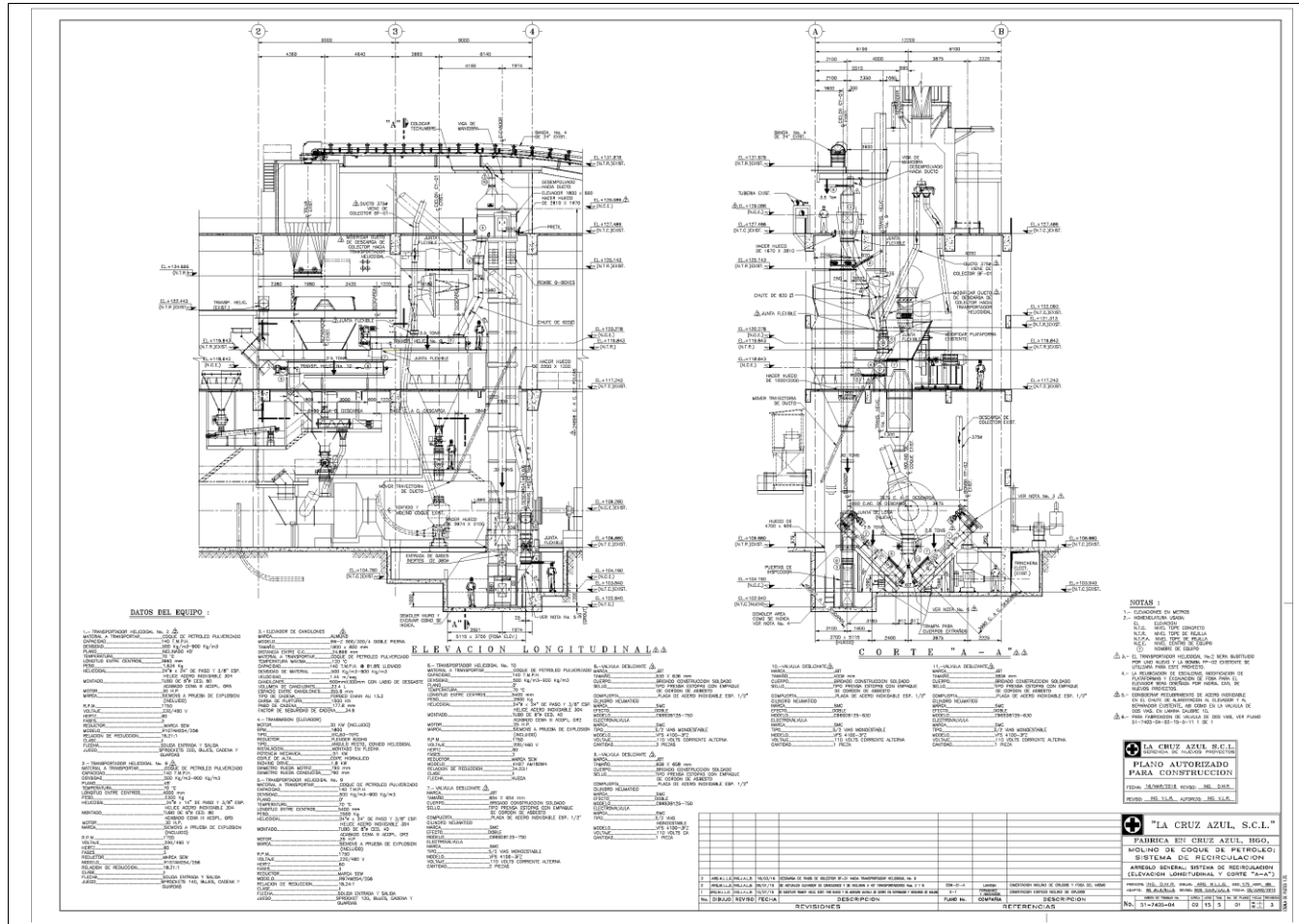


²Elevador de cangilones es un equipo utilizado para transportar materiales a granel de un lugar a otro. El material se mueve a través de una serie de cucharones, que se desplazan en un circuito cerrado vertical u horizontal.

³Banda transportadora es un equipo que transporta material a granel, por medio de una cinta continua de hule, con poleas y rodillos como soporte, montados sobre una mesa, puede ser horizontal o inclinada.

Elevaciones de la recirculación de coque, al molino no. 4 a través de un elevador y transportadores helicoidales⁴.

Figura 4 Elevaciones de la recirculación de coque



⁴Transportador helicoidal o transportador de tornillo sinfín es un equipo que utiliza una cuchilla de tornillo helicoidal giratoria, llamada " Ala o Hélice ", generalmente dentro de un tubo o canal en forma de "U", para mover materiales a granel.

Vista en tercera dimensión, se observa la descarga del molino no. 4 de coque a los transportadores helicoidales y al elevador de cangilones

Figura 6 Vista de molino no. 4, 1

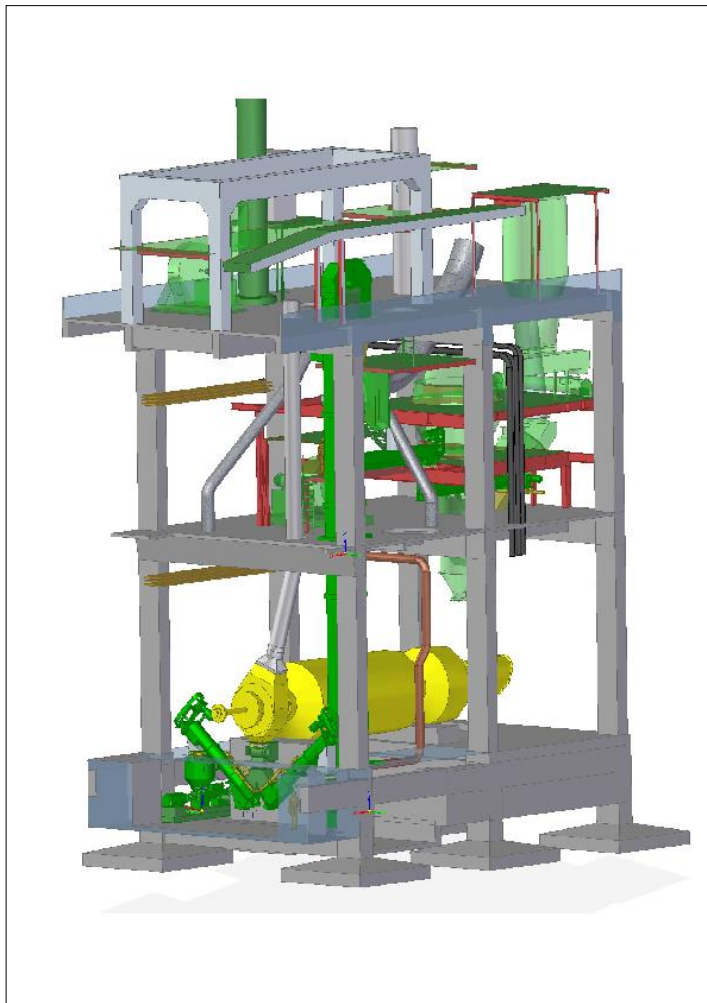
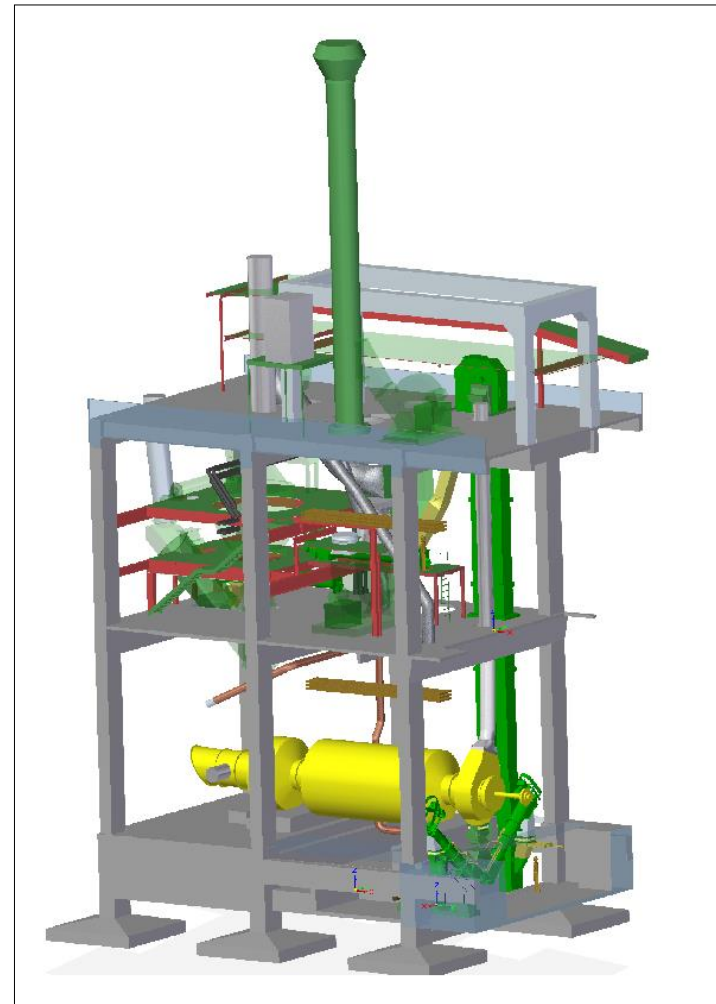
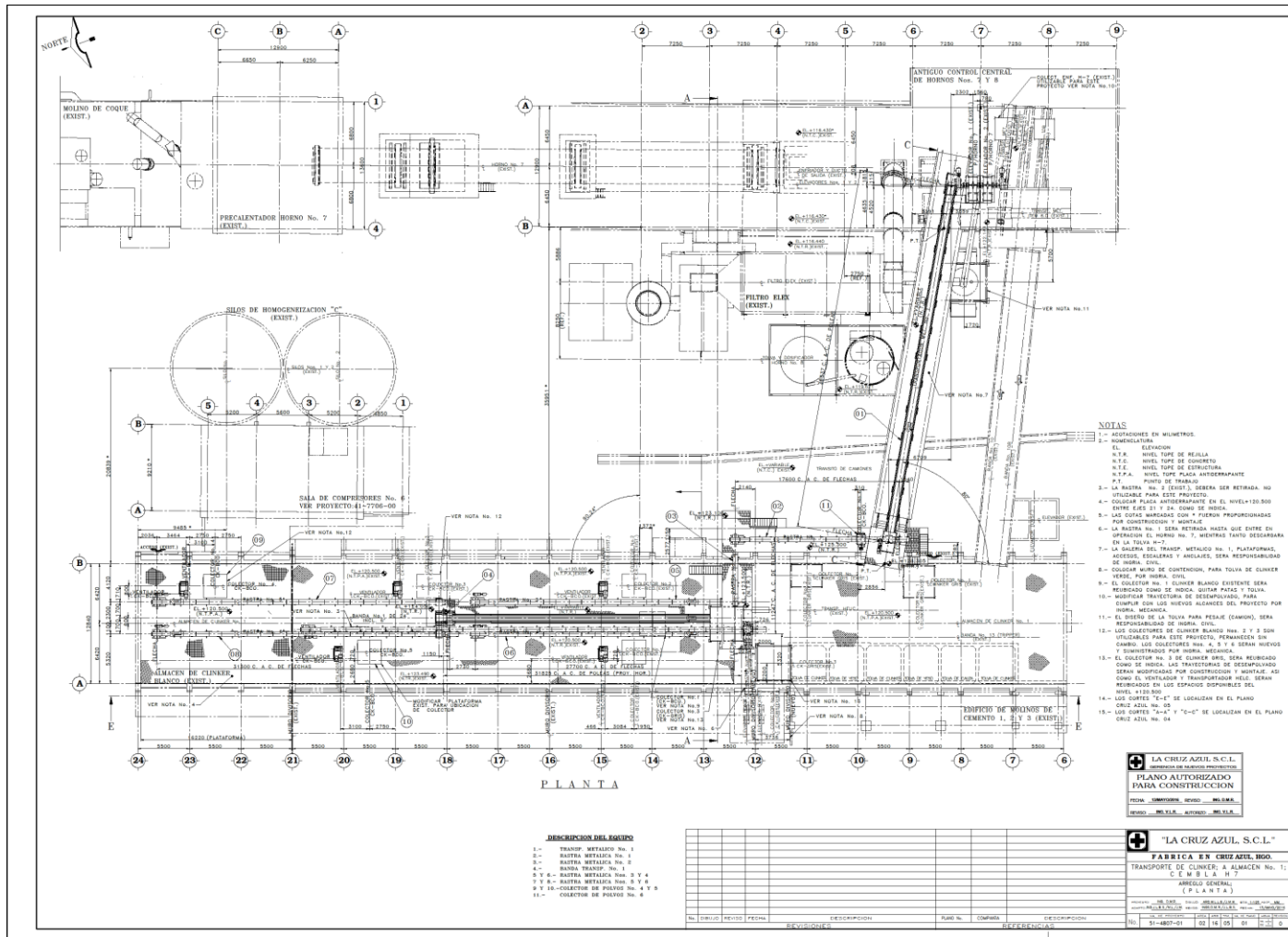


Figura 5 Vista de molino no. 4, 2



Planta de arreglo general del transporte de Clinker⁵ para cemento blanco del horno no. 7 a almacén existente.

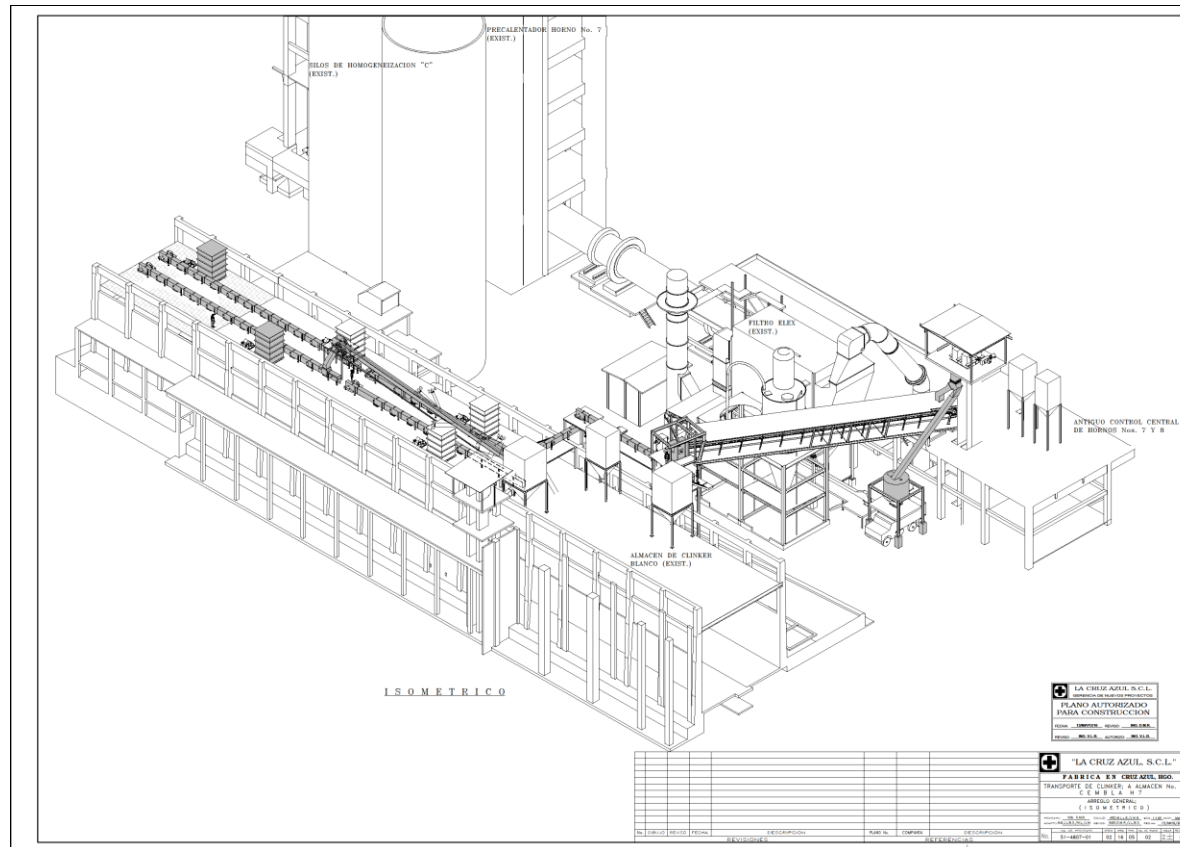
Figura 7 Planta de arreglo general



⁵El Clinker es un producto en forma de gránulos o pequeñas bolas, de entre 0,5 y 25 mm, principalmente, que se forma a partir de la calcinación de caliza, y arcilla, y otros componentes minoritarios, a temperaturas que oscilan entre los 1350 y 1450°C.

Transporte de Clinker para cemento blanco por medio de transportador metálico⁶, bandas de hule y rastras metálicas⁷; sistema de recuperación de polvo.

Figura 8 Transporte de Clinker

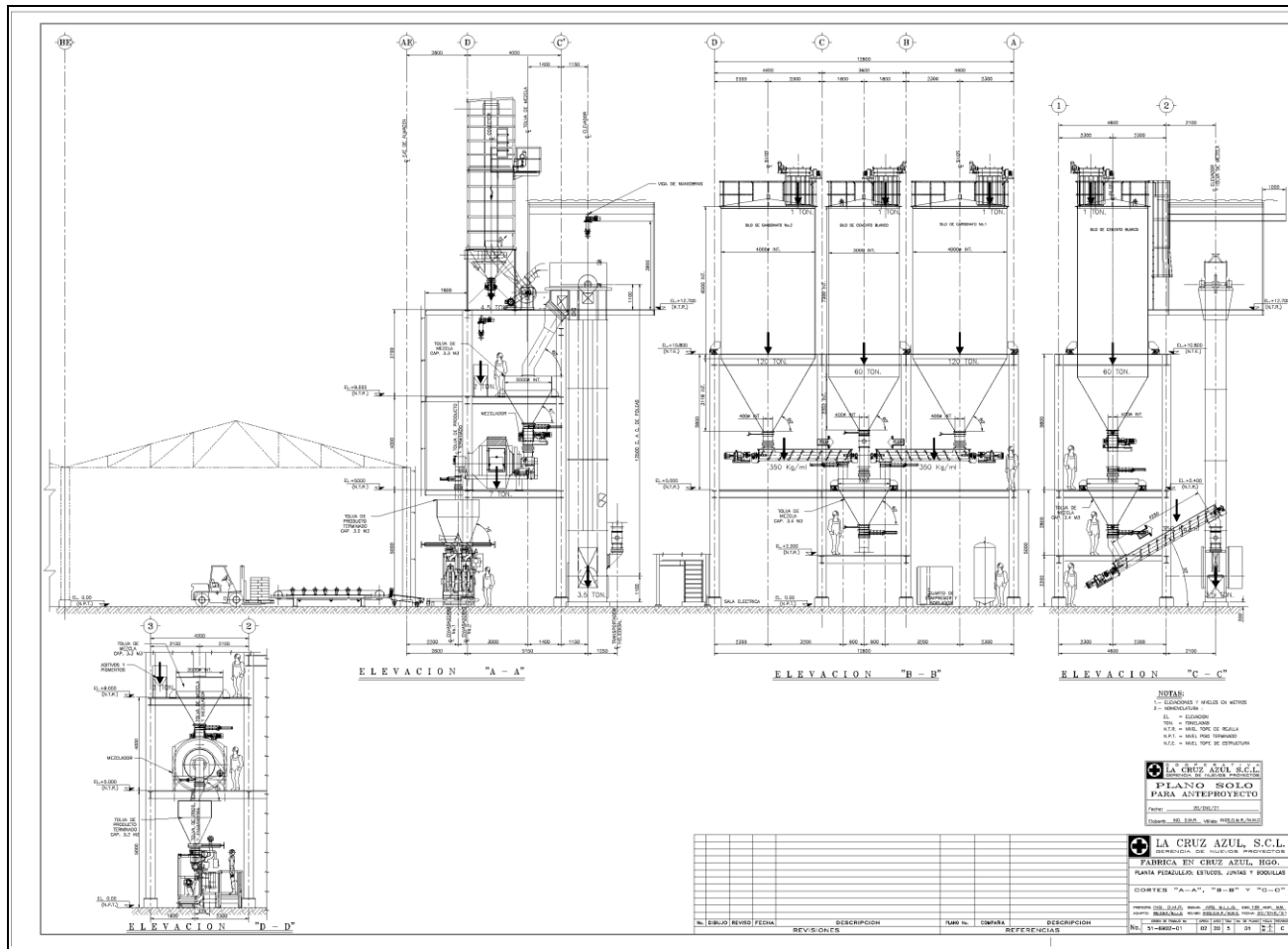


⁶Transportador metálico es un equipo utilizado para transportar a granel materiales abrasivos y altas temperaturas de un lugar a otro, horizontalmente o con una inclinación no mayor a 40°. El material se mueve a través de una serie de cucharones montados sobre una cadena.

⁷Rastra metálica es una cadena con arreadores o paletas, que van empujando el producto dentro de una carcasa a lo largo de la longitud a transportar. Se utilizan para transportar material a granel horizontalmente o con una inclinación máxima de 45 grados.

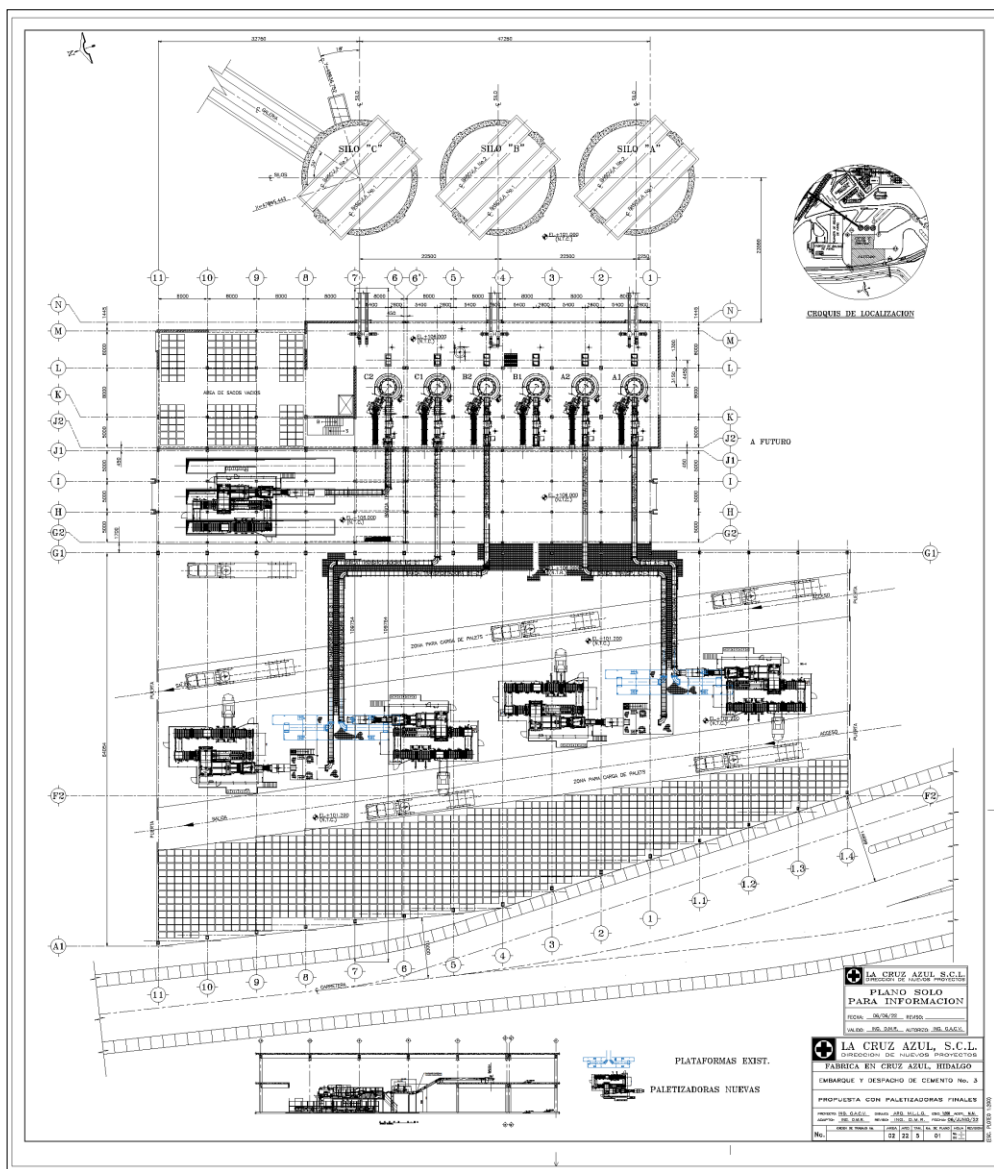
Propuesta de la fábrica de pegazulejo, estucos, juntas y boquillas; compuesta de tres tolvas, bandas dosificadoras⁸, un elevador de cangilones, un mezclador y una envasadora.

Figura 9 Propuesta de la fábrica de pegazulejo



⁸Banda dosificadora, sirve para la alimentación y pesaje continuo, regula las dosificaciones necesarias previas a mezclas, garantizando la exactitud de los procesos y flujos de materiales, en los tiempos y según las cantidades preestablecidas.

Figura 10 Envase y Embarque de Cemento no. 3



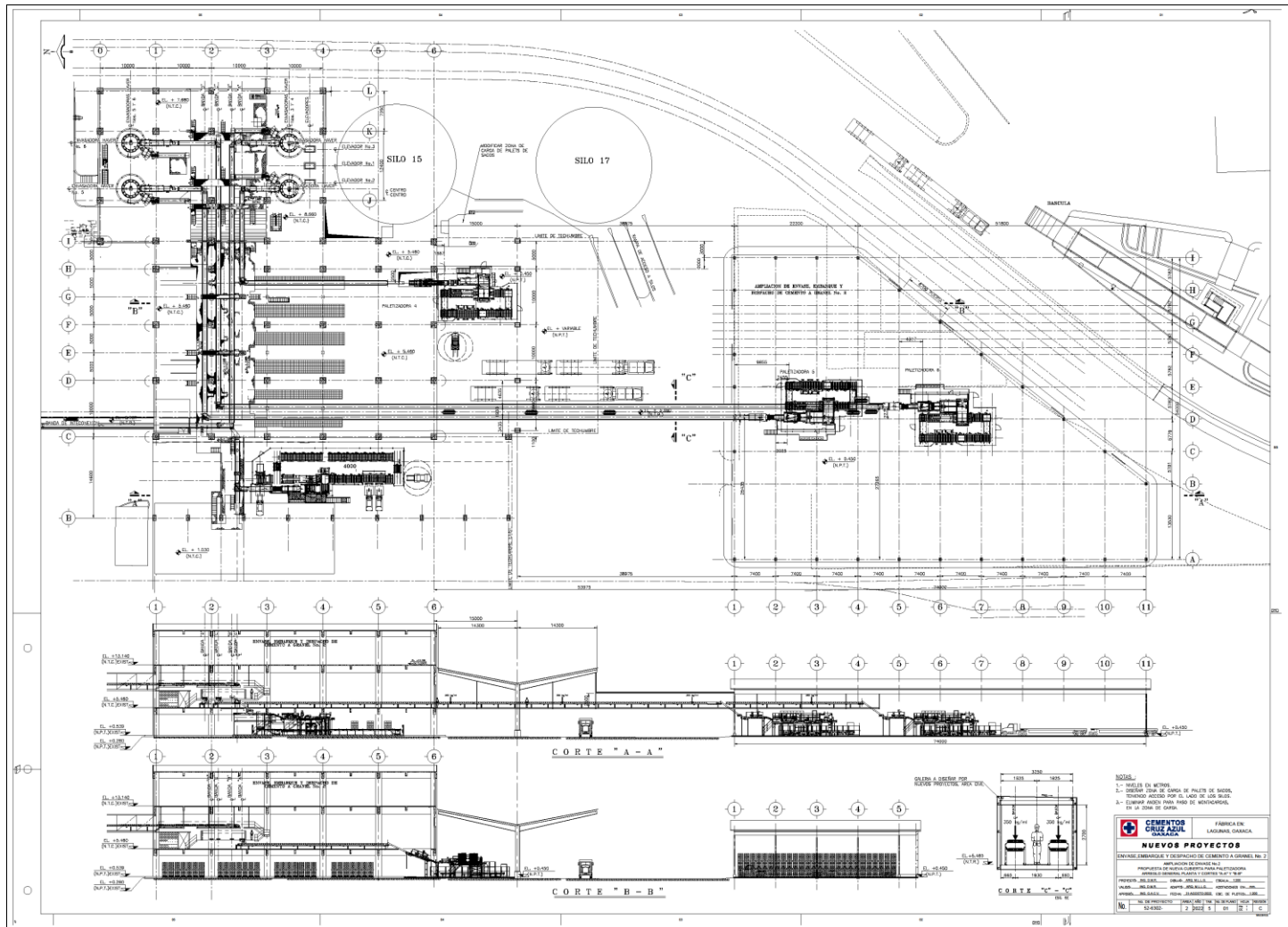
Envase y Embarque de Cemento no. 3, propuesta de ubicación de las envasadoras⁹ y paletizadoras¹⁰ nuevas, almacén de cemento y circulación de tractocamiones, así como modificación a pasillos y plataformas de mantenimiento existentes.

⁹Envasadora de cemento, maquina rotativa que sirve para llenar, pesar y sellar los sacos.

¹⁰Paletizadora de cemento, se trata de un aparato que tiene como finalidad colocar los sacos sobre palets para facilitar el almacenamiento y transporte.

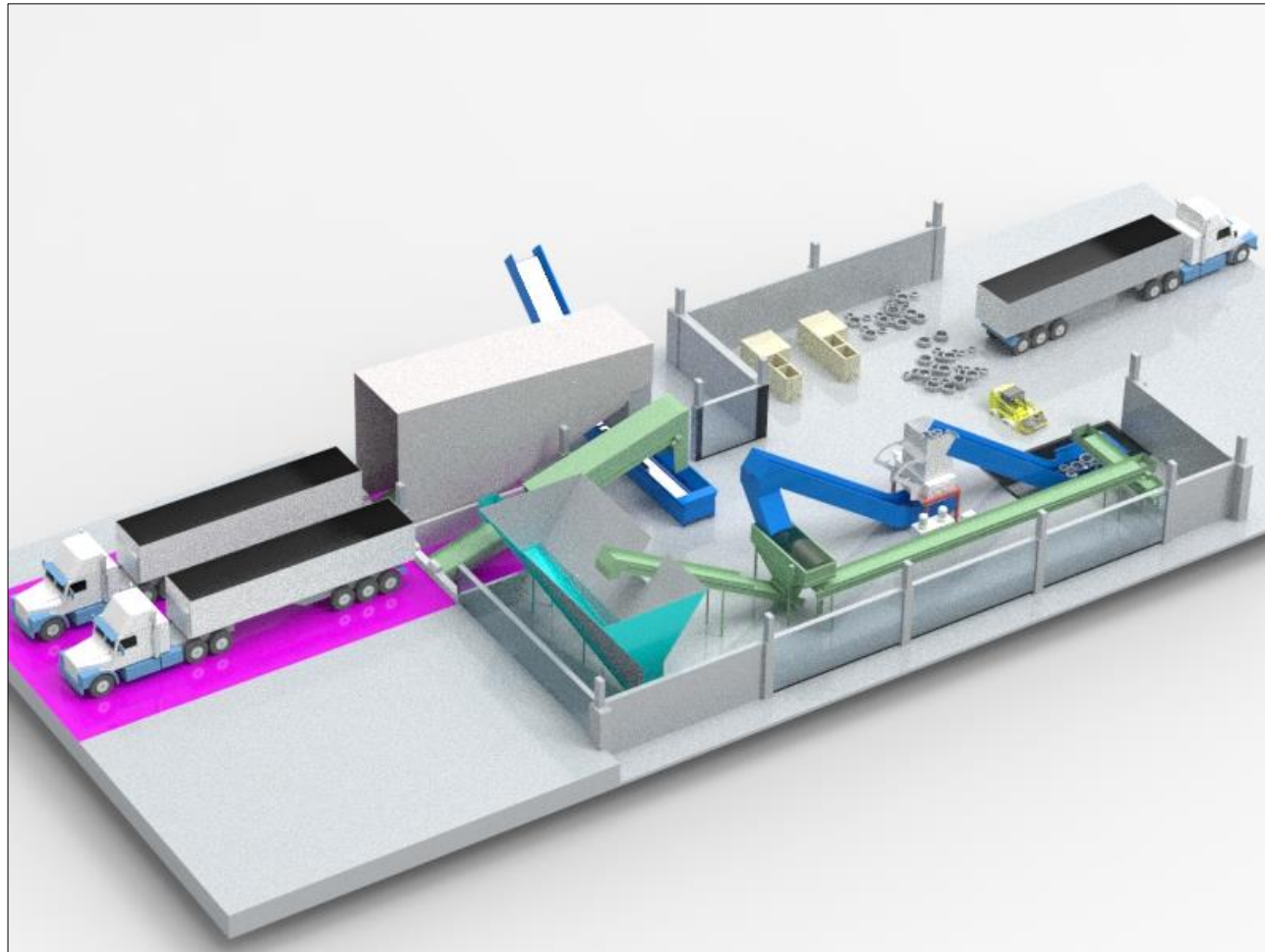
Envase y Embarque de Cemento no. 2, ubicación de paletizadoras nos. 4, 5, 6 y diseño de nuevo almacén para cemento.

Figura 11 Envase y Embarque de Cemento no. 2



Propuesta de almacén de trituración de llantas, compuesta de tolvas de recepción, triturador de rodillos¹¹, bandas transportadoras, criba y tolva de almacenamiento.

Figura 12 Propuesta de almacén de trituración de llantas



¹¹El triturador de rodillos se componen de un par de cilindros, de igual diámetro, orientados horizontalmente, pero que giran en sentido opuesto sobre sus propios ejes, presionando el material entre ellos para efectuar la trituración.

2. Marco General

2.1 Tema y Temática

El edificio de materias primas es de suma importancia en el proceso de elaboración del cemento, ya que su función es almacenar la materia prima de manera adecuada para que el cemento cuente con una calidad uniforme. La selección de los equipos, así como la ubicación de estos en el edificio deben de obedecer a un diagrama de flujo, el cual es realizado por el área de ingeniería de proceso y analizado por ingeniería mecánica. Las materias primas deben ser transportadas de manera confiable, para que en su trayecto no se contaminen entre ellas al llegar a ser almacenadas en las grandes tolvas de dosificación, para después pasar a la molienda de crudo. La modernización del edificio de materias primas surge de la necesidad de ampliar la fábrica de Lagunas Oaxaca con una nueva Línea de Producción Clinker No. 5, (3,700 tons de Clinker por día) donde se requiere transportar materias primas a las nuevas tolvas de dicha línea.

Arquitectura industrial

Es el albergue del proceso productivo que transforma materias primas para convertirlas en productos de consumo, intercambio y distribución. Dicho proceso está delimitado por los distintos niveles de industrialización que a su vez determinan el diseño y la composición arquitectónica.

Se hizo necesario proyectar edificios modernos basados en una arquitectura industrial, con la finalidad de resolver las necesidades visibles, palpables, tangibles y directas de los procesos de producción, dejando de lado la estética por el constante seguimiento y ejecución del programa técnico.

La composición arquitectónica debe cumplir la exigencia correspondiente entre el ensamble y la línea de producción. La funcionalidad de la arquitectura industrial tiene que adaptarse a las nuevas tecnologías en los procesos productivos de la industria.

Esta arquitectura ofrece formas de cuerpo de edificios inesperadas, vinculadas a la función de los procesos de fabricación. Es la unión entre espacios, circulaciones y accesos con los procesos de producción que están integrados por los sistemas especializados de equipos tomando en cuenta las consideraciones de seguridad y necesidades de trabajo que requieren las personas que laboran en dicha industria. (Rodrigo, 2020)

Cabe mencionar que la nueva arquitectura industrial tiene que buscar que su construcción sea sustentable. El uso de esta nueva visión permite mejorar significativamente la calidad en el desarrollo arquitectónico, persiguiendo que el impacto de una obra sea positivo a nivel económico, social y ambiental.

La arquitectura industrial sustentable considera el ciclo de vida de los materiales, el uso de energías renovables, la reducción de la cantidad de materiales y energías usados, el reciclaje de residuos, diseño de acuerdo a las condiciones del sitio (geográficas, topográficas y climáticas) considerando la sociedad donde se emplaza, diseño de estrategias de iluminación y ventilación natural, proyectar uso racional y eficiente del agua, aprovechando aguas grises y de lluvia, reducir las emisiones de CO₂ y otros contaminantes, utilizar los recursos ambientales de modo sostenible.

Los modelos de arquitectura industrial se pueden encontrar en todas las ciudades del mundo. Por lo general, se ubican en áreas dispersas, dentro de las ciudades o agrupadas en una gran área designada como parque industrial. (Rodrigo, 2020)

Ejemplos de arquitectura industrial:

- Hornos
- Plantas de energía
- Fábricas de producción
- Destilerías
- Refinerías
- Almacenes
- Hangares
- Minas
- Ingenios azucareros
- Fábricas de cemento

2.2 Ubicación

El edificio de materias primas se encuentra ubicado dentro de la fábrica de cemento Portland en la localidad de Lagunas en el sur del estado de Oaxaca, México. Está situada en la región del Istmo de Tehuantepec y pertenece al municipio de El Barrio de la Soledad, su agencia municipal de Niza Conejo, que colinda al norte con la Ciudad de Matías Romero, al sur con Almoloya y al oeste con El Barrio de la Soledad.

Figura 13 Ubicación, 1



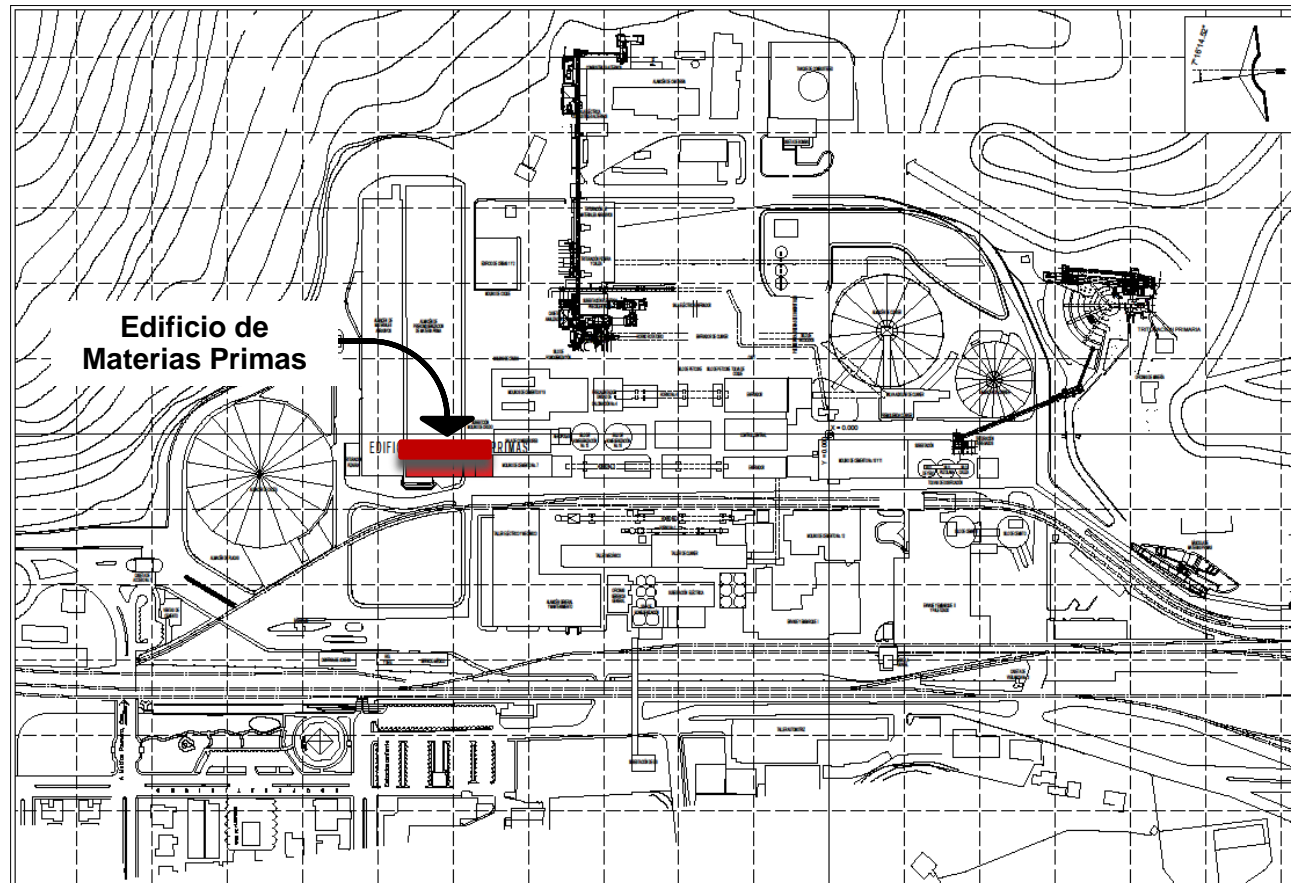
Figura 14 Ubicación, 2



Municipio de La Soledad

El edificio de materias primas se localiza en la parte norte de la fábrica, colinda con el edificio de molino de cemento No. 7 al norte, al sur con el almacén de materiales abrasivos, al este por las tolvas de crudo y el almacén de prehomegenización de materias primas, al oeste por una avenida de circulación principal.

Figura 15 Layout de la fábrica



Layout en la Fábrica en Lagunas, Oaxaca

Figura 16 Edificio de materias primas



Edificio de Materias Primas

2.3 Objetivo

Obtener la titulación en Arquitectura por medio de la opción de Trabajo Profesional, demostrando mi capacidad a través de la elaboración del Proyecto Arquitectónico Industrial para la Modernización del Edificio de Materias Primas ubicado dentro de la fábrica de cemento en Lagunas Oaxaca, propiedad de la Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L.

2.4 Alcances del Trabajo

El Edificio de Materias Primas se compone de 5 niveles y una fosa. A continuación, describo mi participación en cada uno de los niveles del edificio.

- La fosa para mantenimiento de las botas de los elevadores de cangilones, participe en el análisis de espacios y diseño de las bases de concreto.
- En el primer nivel se encuentran las bandas transportadoras que alimentan a los elevadores, en este nivel no tuve ninguna intervención.
- En el segundo nivel se localizan las bandas transportadoras para alimentación a los molinos de crudo¹², en donde participe en el diseño del sistema de recuperación de polvo¹³ y diseño de soportes.
- En el tercer nivel se encuentran las bandas dosificadoras, aquí no tuve participación.
- En el cuarto nivel se localizan las tolvas de dosificación, de caliza y agregados, en este nivel participe en la ubicación de tres equipos para recuperación de polvo.
- En el quinto nivel se ubican la mayor parte de los equipos de transporte como las cabezas de descarga de los elevadores, las bandas transportadoras y el sistema de recuperación de polvo de cada uno de los equipos; participe en el proyecto arquitectónico y en el proyecto de ingeniería mecánica.

Desglose de metros cuadrados proyectados:

Fosa de Elevadores	EL. - 3.650	20.00 m ²
2do nivel	EL. + 8.550	720.25 m ²
4to nivel	EL. + 17.800	720.25 m ²
5to nivel	EL. + 25.630	720.25 m ²
Total		2,180.75 m²

¹²Molino de crudo consiste esencialmente de cilindros rotatorios con los lados planos o cónicos, y usan bolas de acero o barras de acero como medios de molienda. En esta etapa, todas las materias primas son literalmente molidas finamente para formar lo que se llama "harina cruda".

¹³Sistema de recuperación de polvo es el conjunto de equipos necesarios para separar las partículas del aire limpio.

3. Antecedentes

3.1 Reglamentos

Para el diseño arquitectónico industrial considere lo siguiente:

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- Normas técnicas complementarias para proyecto arquitectónico.
- Manual del instituto Mexicano de la Construcción en Acero IIMCA.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
- Manual interno para diseño de Ingeniería Mecánica.

En la jefatura de Ingeniería Mecánica existe un manual interno con los estándares y consideraciones generales de dibujo y de diseño; aplicables para todos los proyectos en las cuatro fábricas de cemento.

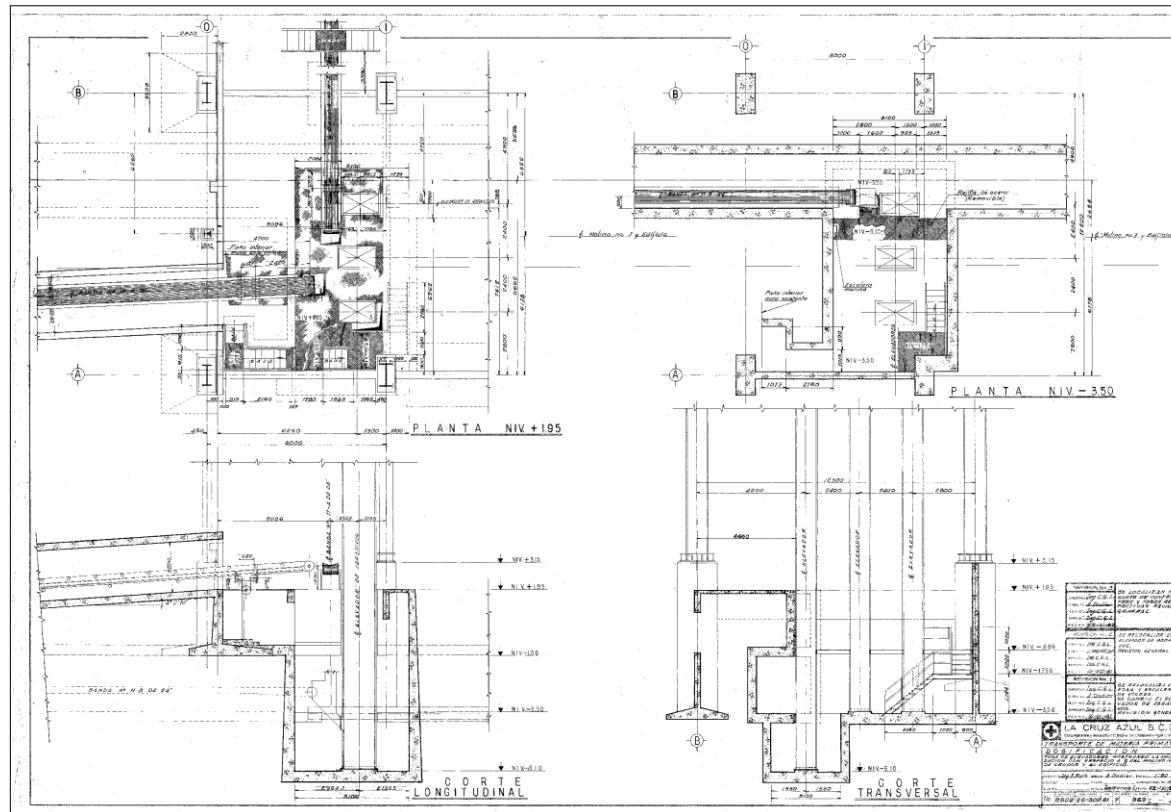
Dicho manual contiene especificaciones de dibujo para los planos del proyecto ejecutivo: tamaño de plano, tamaño de letra, tipo de letra, escalas permitidas, calidades en el dibujo, etc.; en lo que corresponde a diseño arquitectónico define: altura de peraltes y ancho de escaleras, ancho de pasillos y accesos, espacios mínimos para mantenimiento, inclinación de rampas, tipo y altura de barandales, altura mínima para mantenimiento de equipo y de galerías para transporte; en cuanto a diseño mecánico: ángulos de inclinación de ductos de descarga y de tubos de recuperación de polvo, diseño de bastidores de bandas transportadoras, etc. Considerando medidas estandarizadas para todos los proyectos de modernización y remodelación de las cuatro fábricas de cemento pertenecientes a la Cooperativa la Cruz Azul.

El manual interno para diseño de Ingeniería Mecánica es una aportación hecha por mí, con el fin de estandarizar y elevar el nivel de calidad de los planos para una mejor interpretación, así como facilitar el trabajo de los ingenieros de proyecto durante el proceso de diseño.

3.2 Planos del Proyecto Original

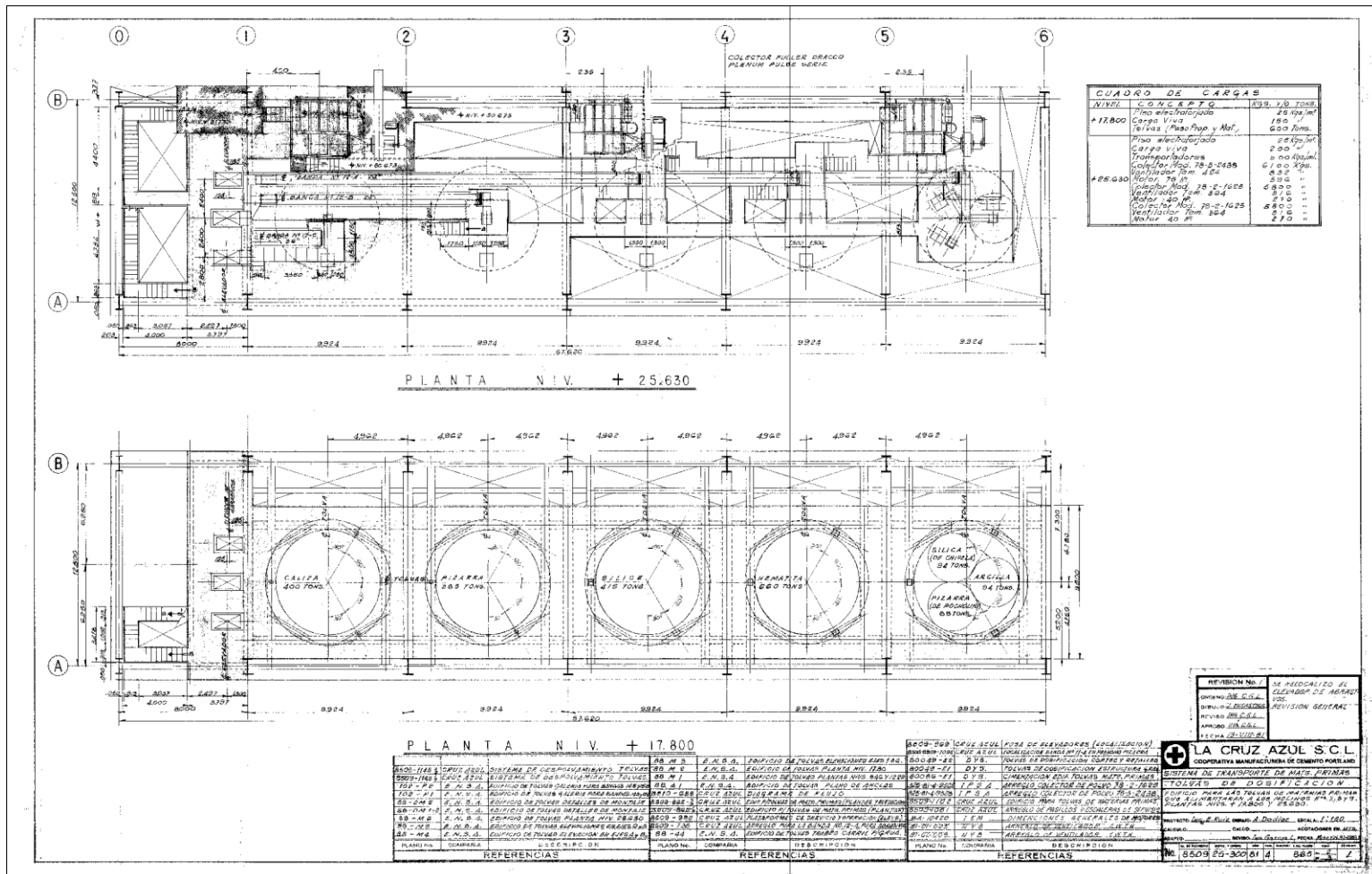
La construcción del edificio de materias primas se realizó en el año de 1981, con el Sistema de Transporte de Materias primas a Tolvas de Dosificación para la nueva Unidad de Calcinación del Horno 4. Para el diseño del proyecto de la modernización se utilizaron seis planos del proyecto original del edificio.

Figura 17 Planos del proyecto existente, 1



Proyecto existente, arreglo de fosa de los elevadores de cangilones nos. 1, 2 y 3; Edificio de materias primas.

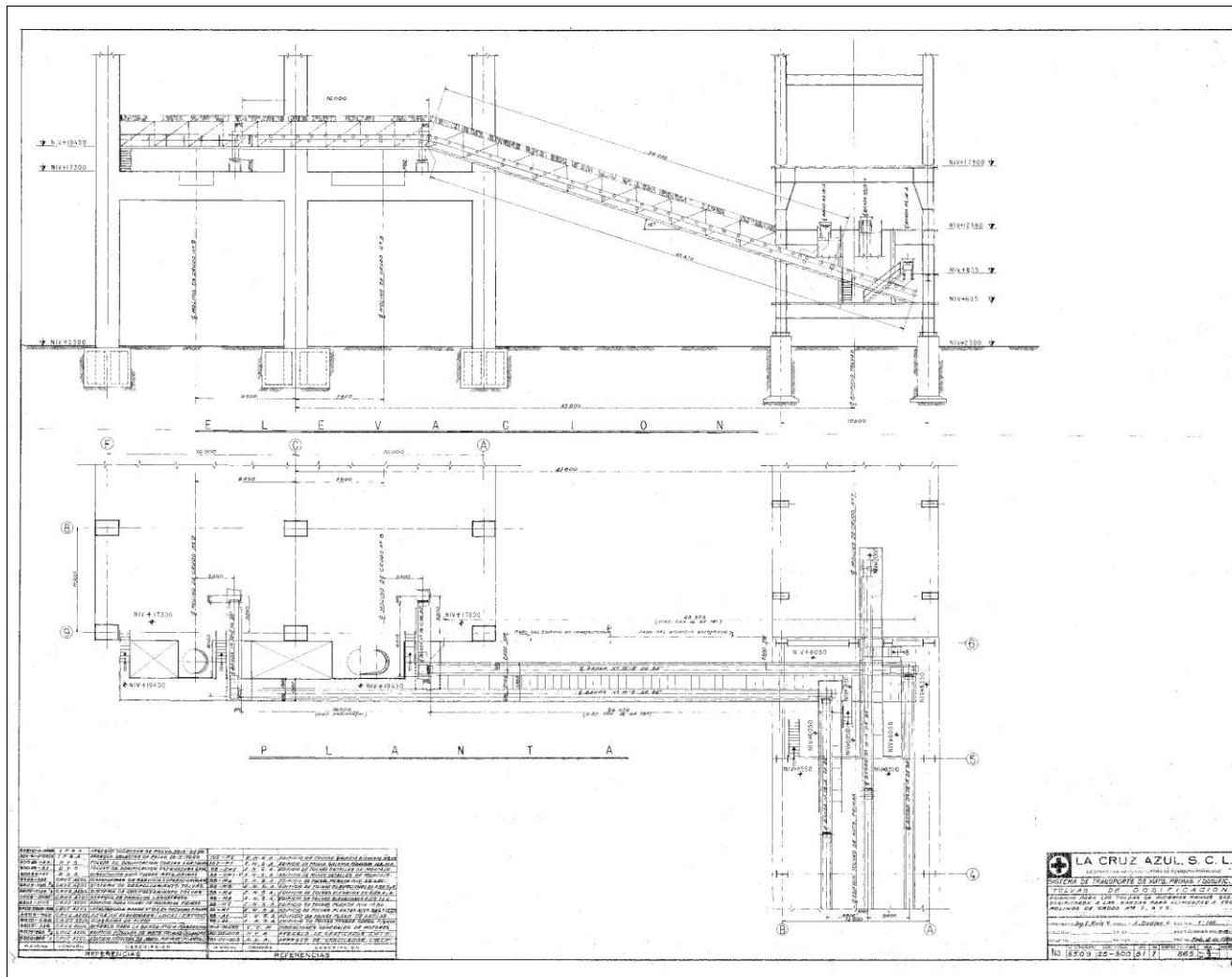
Figura 18 Planos del proyecto existente, 2



Proyecto existente, tres elevadores de cangilones, dos bandas transportadoras, banda transportadora con sistema para descargar a 5 tolvas y sistema de recuperación de polvo con 3 colectores de polvo¹⁴.

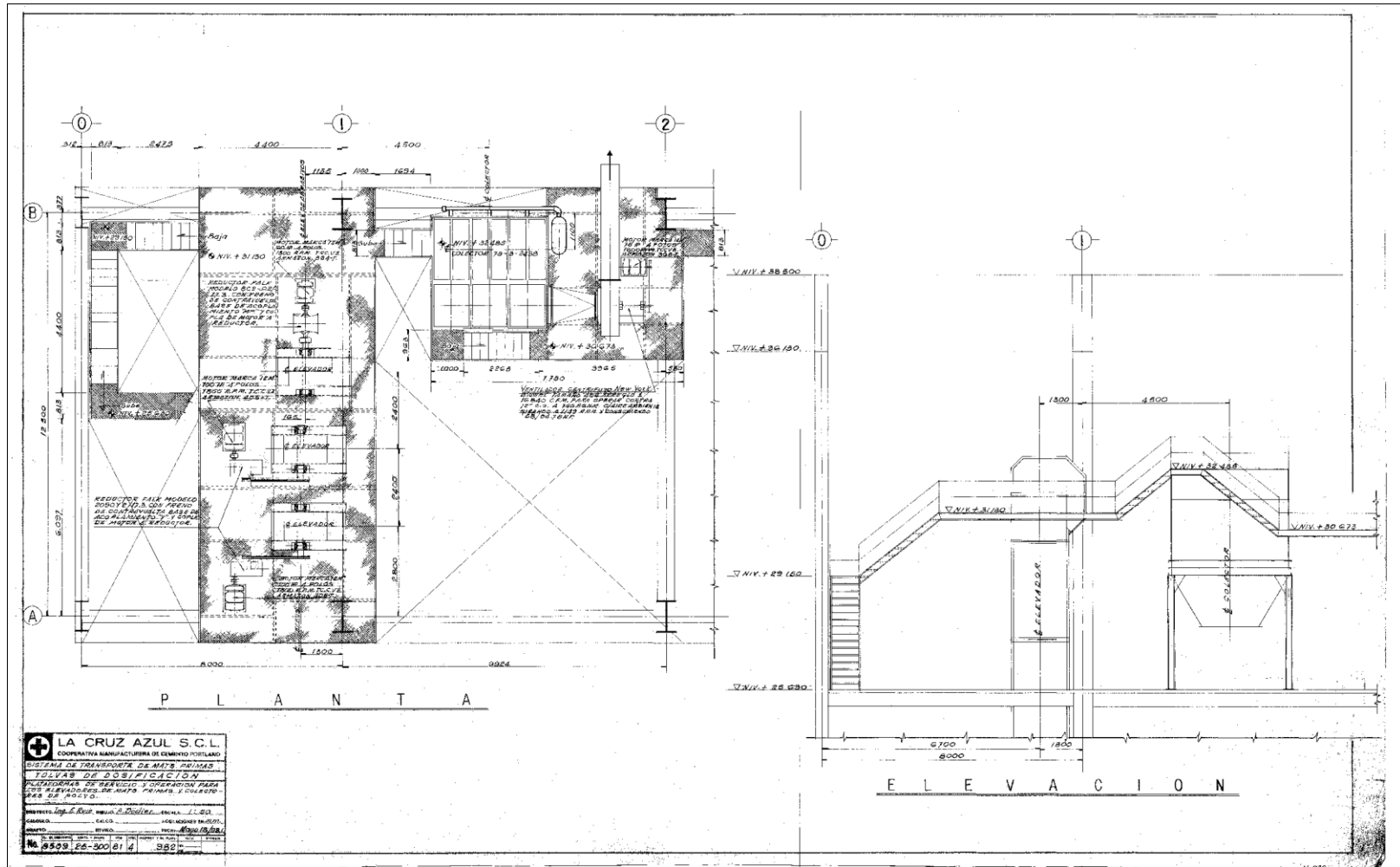
¹⁴ Colector de polvo, es un equipo para depurar el aire cargado de polvo aspirado de los equipos auxiliares del proceso de producción, con la ayuda de un ventilador, el aire es aspirado a través de unas bolsas.

Figura 19 Planos del proyecto existente, 3



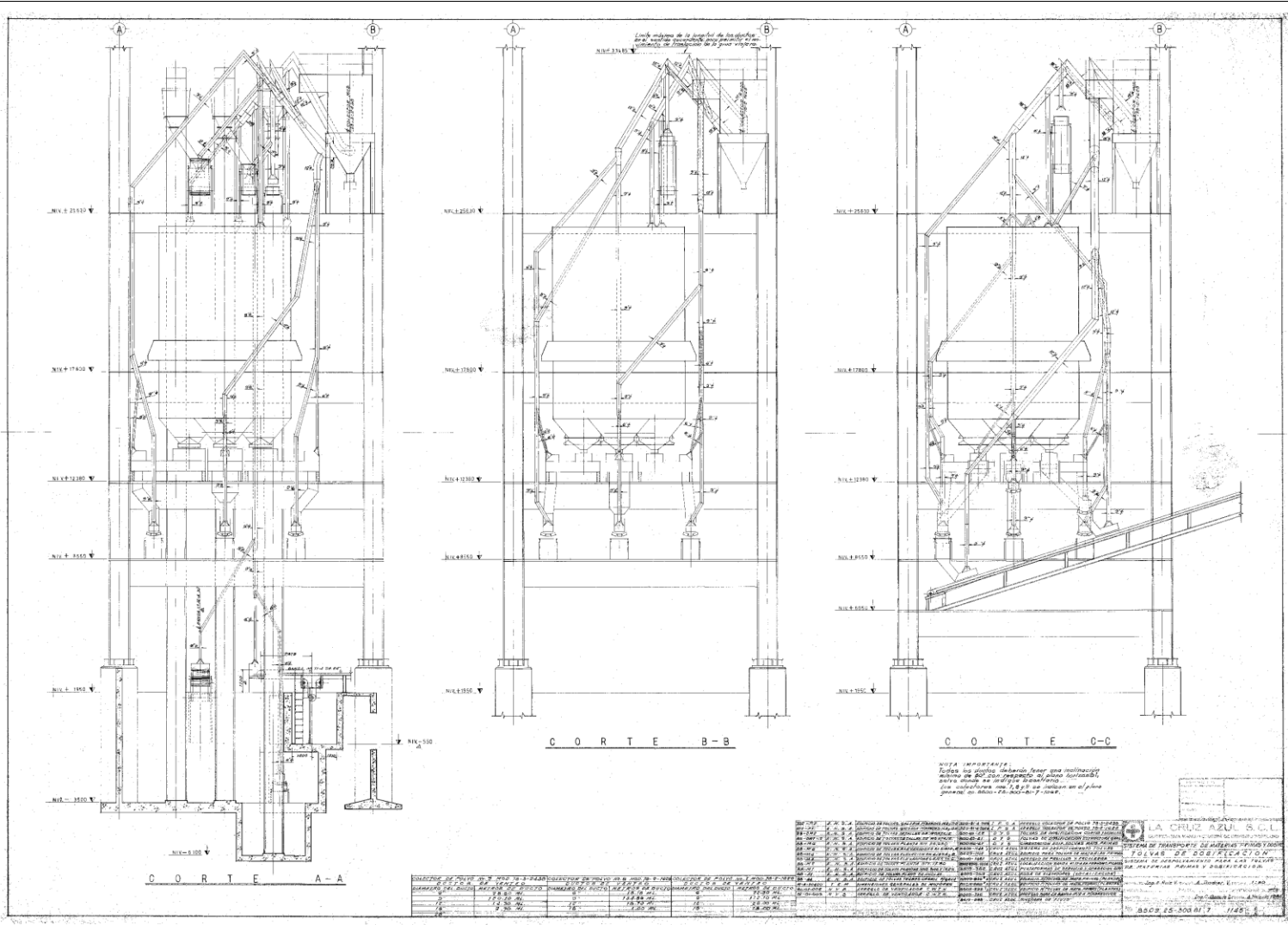
Proyecto existente, arreglo de bandas transportadoras a unidad de molienda de harina cruda no. 15

Figura 20 Planos del proyecto existente, 4



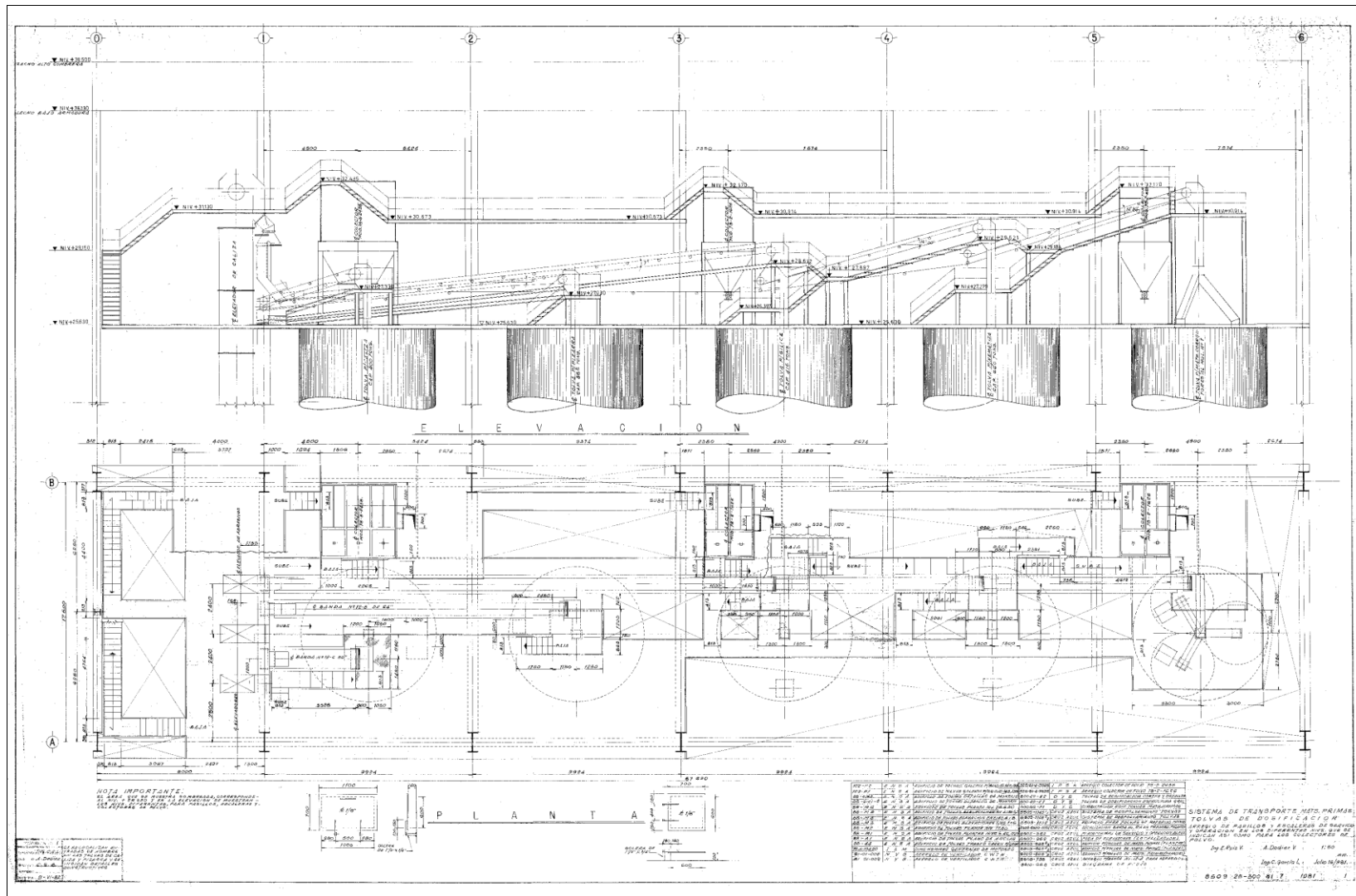
Proyecto existente, arreglo de plataforma de mantenimiento de los elevadores nos. 1, 2 y 3; y colector de polvo para el sistema de recuperación de polvo.

Figura 21 Planos del proyecto existente, 5



Proyecto existente, arreglo del sistema de recuperación de polvo, de los equipos del edificio de materias primas.

Figura 22 Planos del proyecto existente, 6



Proyecto existente, elevación y planta del 5to nivel +25.630; bandas transportadoras, pasillos y plataformas de mantenimiento.

3.3 Necesidades del proyecto

Las necesidades de proyecto para la modernización del edificio de materias primas se especifican en tres diagramas de flujo, el primero es un diagrama general de la Nueva Línea de Producción de Clinker No. 5 (fig. 23), dos diagramas de flujo específicos con las modificaciones y el equipo mecánico nuevo que se requiere para llevar las materias primas al molino de crudo no, 13, en la nueva línea de producción de Clinker (fig. 24 y fig. 25).

Figura 23 Diagrama de flujo de la Nueva línea de Producción de Clinker no. 5

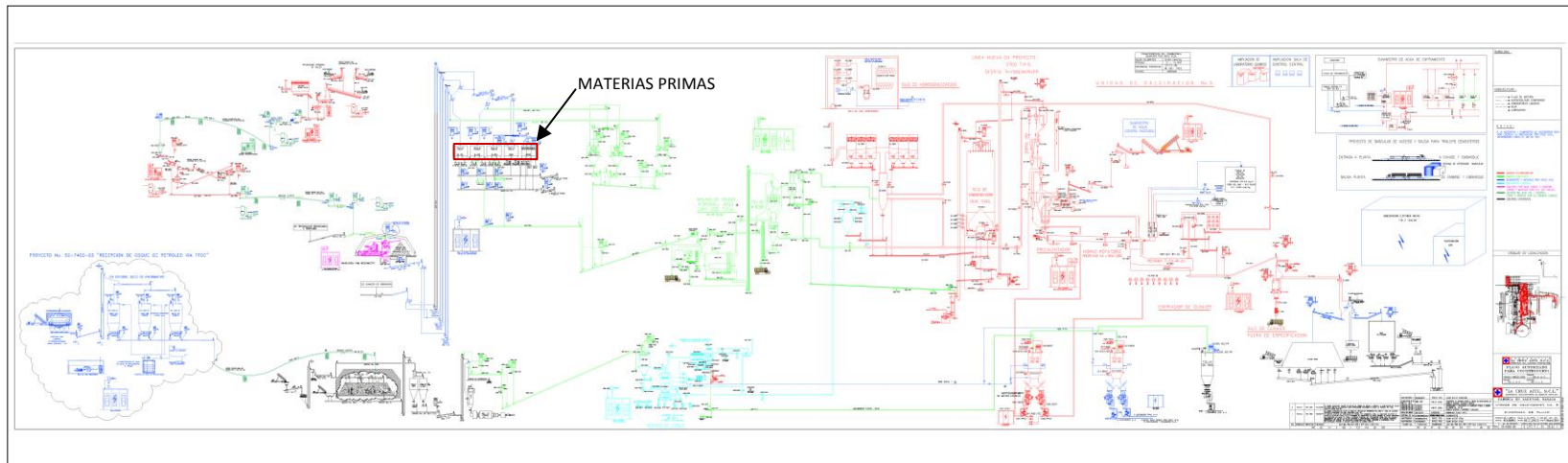


Diagrama de flujo de la Nueva Línea de Producción de Clinker No. 5, muestra el arreglo general de las modificaciones a los diferentes departamentos que participan en la ampliación de la Fábrica de Lagunas, Oaxaca con la construcción del Horno No. 5.

Figura 24 Diagrama de Flujo de Transporte de materias primas a tolvas de dosificación

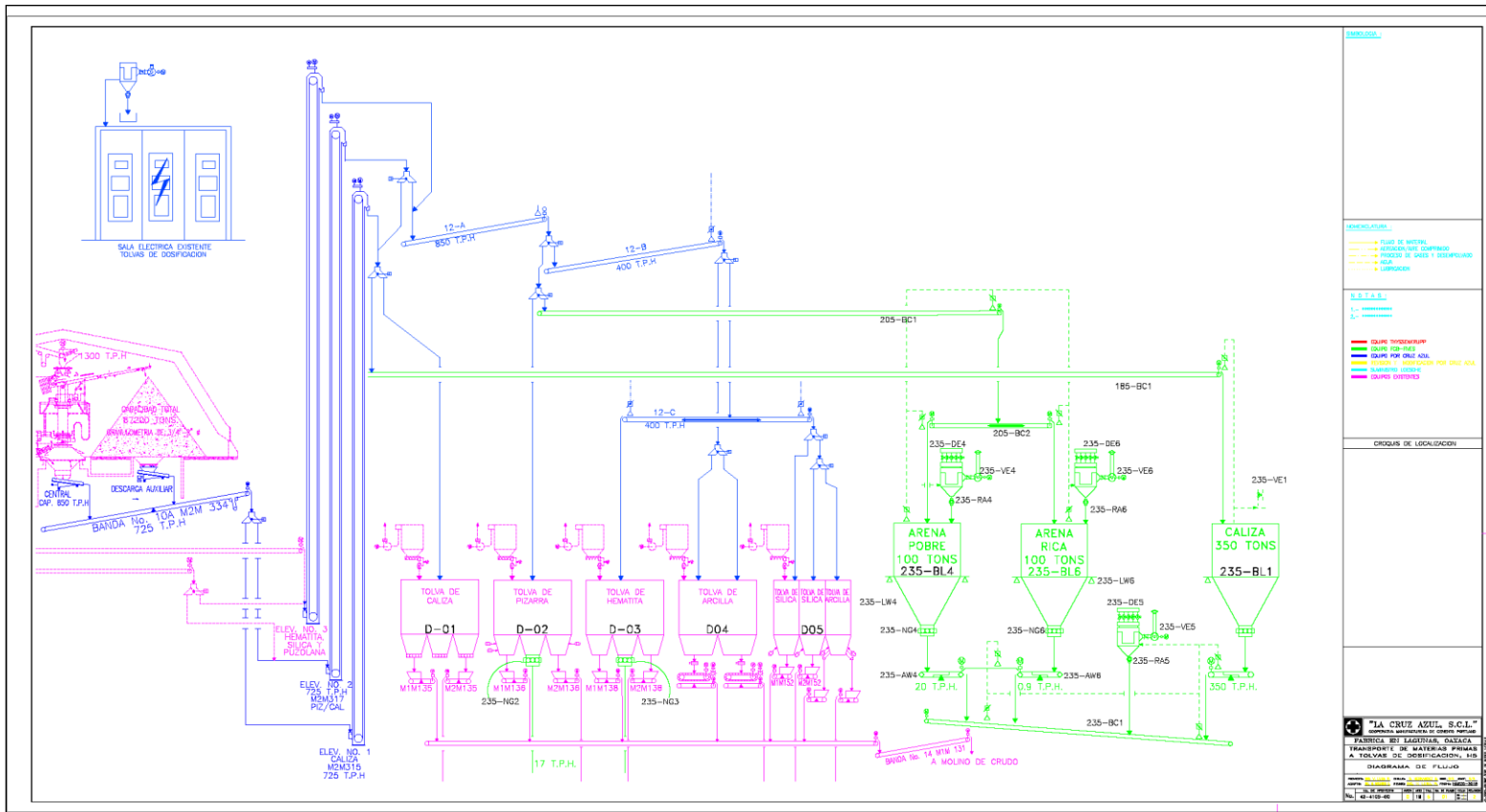
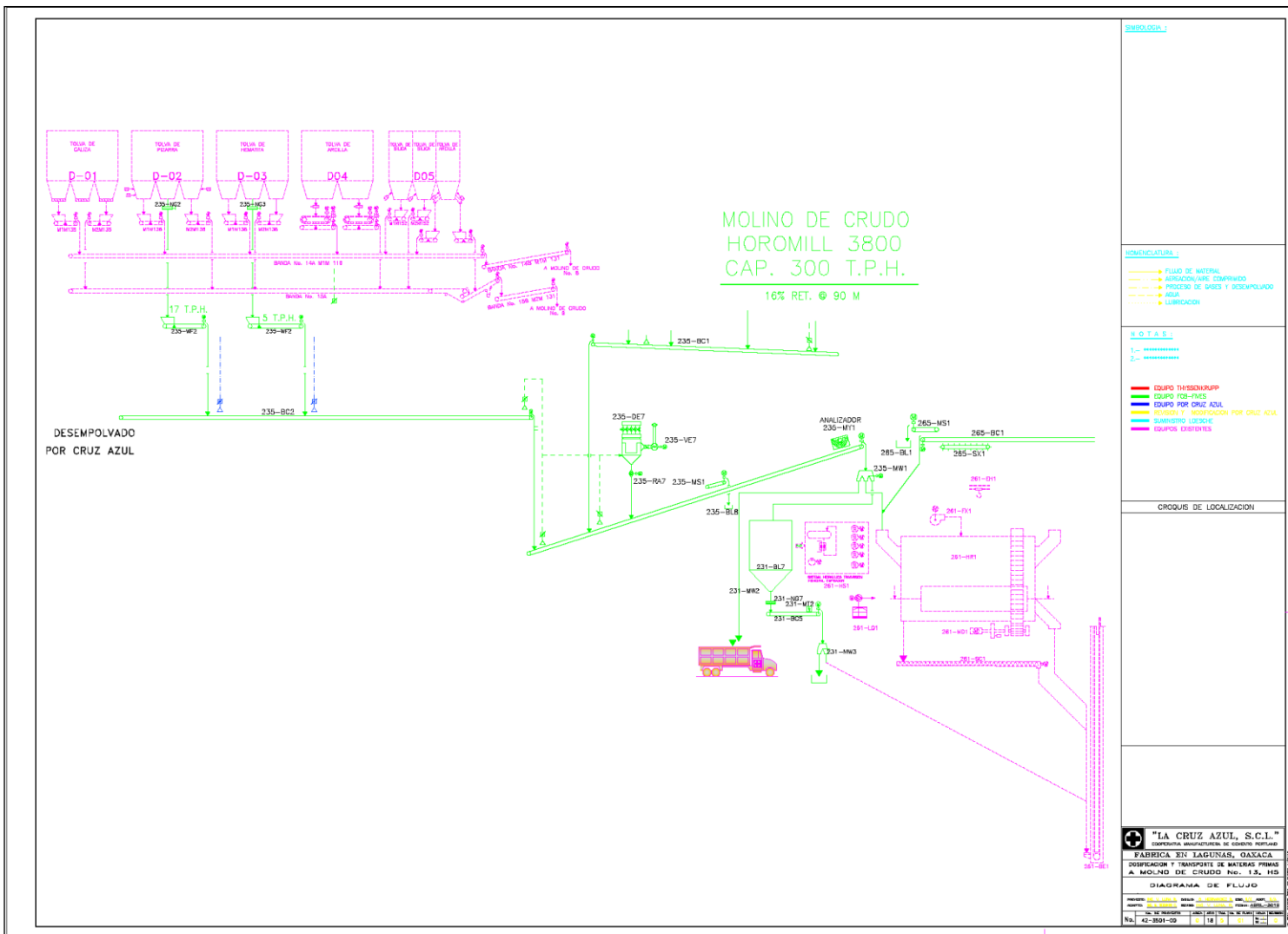


Figura 25 Diagrama de flujo de dosificación y transporte de materias primas a molino de crudo no. 13



4. Descripción de la práctica Profesional desarrollada

4.1 Datos Generales

Para el inicio del desarrollo del proyecto industrial, el Gerente General de la fábrica de Lagunas, Oaxaca; realizo una solicitud de proyecto a la Dirección de Nuevos Proyectos. La definición de alcances del proyecto fue acordada conjuntamente por las Gerencias de la fábrica y la Dirección de Nuevos Proyectos; la cual es firmada por el Gerente General de fábrica, el Gerente de Producción, el Gerente de Mantenimiento, el Gerente de Optimización y el Director de Producción de la Cooperativa, dicha solicitud es con fecha de 11 de septiembre de 2017. Hecha la solicitud se realizan procedimientos administrativos y un programa de necesidades, se trabaja con diagramas esquemáticos para desarrollar el diagrama de flujo.

El diagrama de flujo de la Nueva Línea de Producción de Clinker No. 5, autorizado para construcción es entregado en agosto del 2018.

4.2 Fecha de Ejecución del Proyecto

El 1ro de marzo del 2018 se inicia el desarrollo del proyecto del Transporte de Materias Primas a Tolvas de Dosificación, H-5. Para el inicio de proyecto se trabajó con un diagrama de flujo con carácter de anteproyecto.

El proyecto de ingeniería mecánica y el proyecto arquitectónico se terminó en agosto de 2019.

La construcción de la obra se inició el 4 de septiembre de 2018 y tuvo una duración de 10 meses.

4.3 Descripción del Proyecto

Con la necesidad de aumentar la producción de cemento en la fábrica de Lagunas, Oaxaca; se solicita la construcción de la nueva Línea de Producción de Clinker no. 5, obligando a incrementar la capacidad del transporte de materias primas para distribuir a las tolvas de la nueva línea.

Para iniciar el desarrollo de los proyectos industriales se lleva a cabo una solicitud y definición de alcances de proyecto acordados con el personal de la fábrica y la Dirección de Nuevos Proyectos, con dicho documento la Jefatura de Ingeniería Mecánica inicia el desarrollo del anteproyecto. En este caso el proyecto a ejecutar es el Transporte de Materias Primas a Tolvas de Dosificación, H5.

Para conocer las necesidades del proyecto; en conjunto con el ingeniero, analizamos los diagramas de proceso: el general y el específico, los dos con carácter de anteproyecto autorizados por la Dirección de Nuevos Proyectos, con el propósito de identificar los equipos que se van a actualizar y los equipos nuevos que se van a integrar en el proyecto de la modernización del edificio de materias primas.

Desde estos momentos, el ingeniero de proyectos inicia el cálculo de los nuevos equipos con las capacidades solicitadas en el diagrama de proceso para determinar el tamaño de los equipos. Dicha información generada es necesaria para desarrollar las propuestas de anteproyecto.

Previo a desarrollar las propuestas de anteproyecto, se elabora un estudio del lugar y de los espacios, con los planos del proyecto original de 1981, cuando se construyó el edificio para el Sistema de Transporte de Materias Primas a Tolvas de Dosificación del Horno No. 4. Esta información fue solamente de arreglos generales pertenecientes al proyecto de ingeniería mecánica y ninguno de la construcción del edificio, cabe señalar que los planos de ingeniería mecánica contienen información general del edificio, ubicación y tamaño de los equipos, así como de los accesos y de las plataformas de mantenimiento.

Para la ubicación de los equipos en el edificio requeridos en el diagrama, es necesario verificar que la información en los planos encontrados corresponda con lo que está construido.

En compañía del ingeniero de proyectos visito la fábrica de Lagunas, Oaxaca para realizar el levantamiento del sitio.

El levantamiento del edificio se inicia en la fosa donde se encuentran las botas de los elevadores, cabe mencionar que la modernización de los elevadores afecta a los niveles superiores, entonces en sitio, se analiza que estructura del edificio, pudiera ser afectada, siempre y cuando esta no sea principal. Si fuera necesario modificar una estructura secundaria, se solicita la evaluación de la jefatura de ingeniería civil. Continuo con el nivel +8.550 que es donde se localizan las bandas transportadoras de materias primas a molino de crudo No.13, en donde solo verifico alturas y tamaño de los equipos; en el siguiente nivel +17.800 solo verifico espacios para la ubicación de los colectores con el nuevo sistema de recuperación de polvo para las bandas transportadoras. En el nivel +25.630 tomo las alturas de la techumbre, dimensiones de vigas y columnas, ubicación de tableros eléctricos y de charolas eléctricas, así como analizar las obstrucciones que pudiera haber sobre el eje B entre los ejes 1 y 2. Como apoyo saco fotografías y videos del área que se va a modernizar. En el sitio se revisa el diagrama de flujo para ver si es posible cumplir con las necesidades del proyecto, también se analiza cómo se van a desmontar los equipos para que el proceso de producción no se detenga.

De regreso a la oficina, vació la información del levantamiento en el programa de tercera dimensión solid Edge, apoyándome con los planos encontrados del proyecto inicial del año de 1981. También se solicita el apoyo a la jefatura de construcción y montaje de la fábrica, para realizar un levantamiento de la estructura metálica en el nivel +25.630.

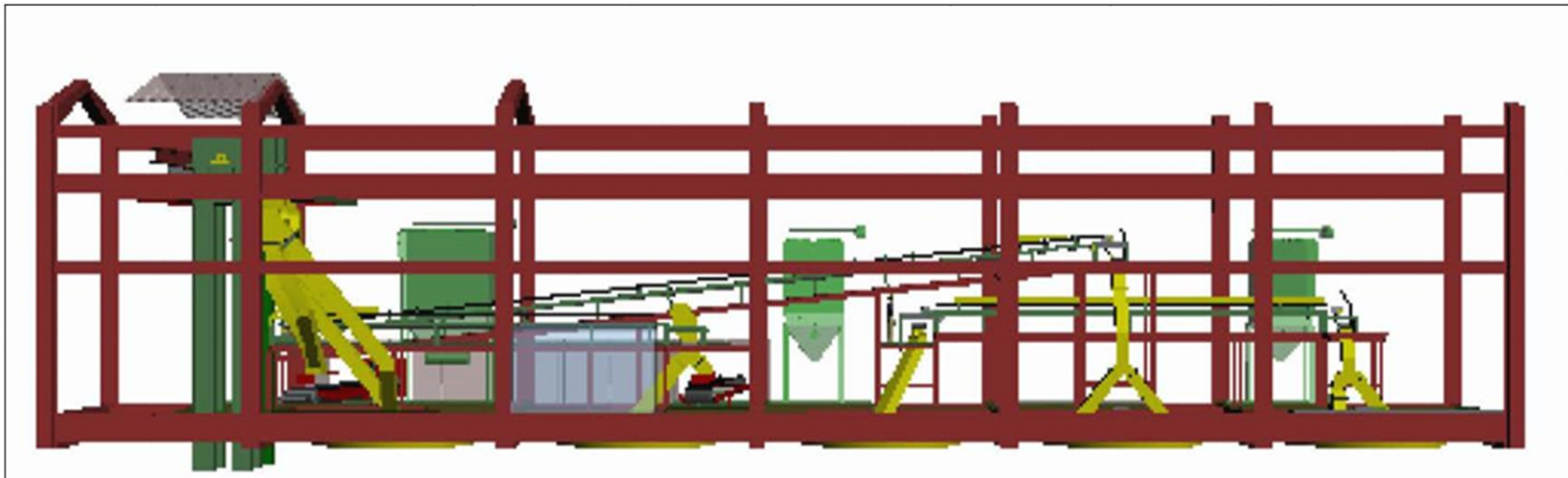
Este edificio es de estructura metálica con entresijos de losacero y el ultimo nivel es de plataformas metálicas con pisos de rejilla.

Para este tiempo el ingeniero de proyectos ya tiene definido que tamaño de equipos se van a colocar, información necesaria para realizar las propuestas de anteproyecto.

Entregue dos propuestas del nivel +25.630 que es la zona que se va a modernizar completamente y en donde se tiene que considerar en el proyecto el cambio de los equipos, sin que el proceso de producción se detenga. Estas propuestas fueron analizadas por el jefe de ingeniería mecánica, el cual aprueba una de las dos. La propuesta aprobada es presentada a la gerencia de nuevos proyectos, la jefatura de ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica, jefatura de proceso y a la jefatura de control de proyectos.

La propuesta "A" (fig. 26) es descartada, debido a que esta no cumple con los requerimientos de diseño mínimos en plataformas y accesos, así como en los espacios para montaje y desmontaje sin que el proceso de fabricación se detenga, sin embargo, se respetó los equipos solicitados y la distribución de estos para entregar las materias primas como viene en el diagrama de flujo.

Figura 26 Propuesta "A"



La propuesta "B" (fig. 27) es aceptada como anteproyecto, esta no considera todos los equipos solicitados en el diagrama de flujo, el cual es con carácter de anteproyecto; pero cumple con la entrega final de las materias primas a los equipos indicados de acuerdo a las necesidades del diagrama de anteproyecto. Esta propuesta permite que las plataformas y accesos cuenten con los requerimientos mínimos de diseño; y lo más importante que los equipos tengan los espacios necesarios para montaje y desmontaje sin que el proceso de fabricación se detenga.

Figura 27 Propuesta "B"



Después de que la propuesta es aceptada, inicio con el desarrollo de los planos ejecutivos en 3ra dimensión, pero se autorizan para construcción en dos dimensiones, se elaboran con el programa de solid Edge.

Quiero señalar que dentro de mis funciones en el área mecánica es desarrollar el proyecto mecánico de acuerdo a las necesidades del diagrama de proceso, conjuntamente trabaje con el diseño de los pasillos, plataformas de mantenimiento y accesos de los equipos, tomando en cuenta los planos autorizados de los equipos que se van a modernizar, considerando sus descargas a cada uno de los transportes, las cuales pueden afectar el diseño arquitectónico industrial; para el diseño tome dimensiones de estructura estimadas, para que este tuviera según las alturas mínima entre pasillos y plataformas de mantenimiento. El cálculo y secciones de los perfiles estructurales, es responsabilidad de la Jefatura de ingeniería civil.

Cabe mencionar que, para concluir el proyecto, se tienen que revisar los planos autorizados de los equipos nuevos y los planos del proyecto de ingeniería civil, para certificar que la información corresponda con el proyecto mecánico y en el caso del proyecto de ingeniería civil revisar que las dimensiones de las estructuras no afecten el proyecto. Lo anterior es realizar una revisión cruzada, para verificar lo solicitado a las demás ingenierías.

El diseño mecánico define el proyecto arquitectónico, pero no va por encima de este, ya que, si no hay espacios funcionales para mantenimiento y supervisión de los equipos, es necesario desarrollar diferentes propuestas. En este caso la propuesta aceptada, permitió que este diseño cumpliera con todas las consideraciones generales de proyecto que son establecidas dentro de la dirección de Nuevos Proyectos.

La modernización del edificio de Materias Primas demuestra la unión entre espacios, circulaciones y accesos con los procesos de producción. La descripción del proyecto mecánico me permite simultáneamente describir el proyecto arquitectónico realizado.

El proyecto mecánico se compone de los equipos siguientes: tres elevadores de cangilones (fig. 28), que transportan las materias primas, la tolva de caliza (fig. 29), la tolva de pizarra (fig. 30), la tolva de hematita (fig. 31), la tolva de sílice (fig. 32) con dos tipos diferentes, y la tolva de fluorita (fig. 33), con tres tipos de agregados; ocho bandas transportadoras, nueve sistemas de recuperación de polvo, ductos de descarga para cada uno de los equipos y ocho válvulas de dos vías; cada uno cuenta con accesos y plataformas de mantenimiento.

Figura 28 Elevador de cangilones

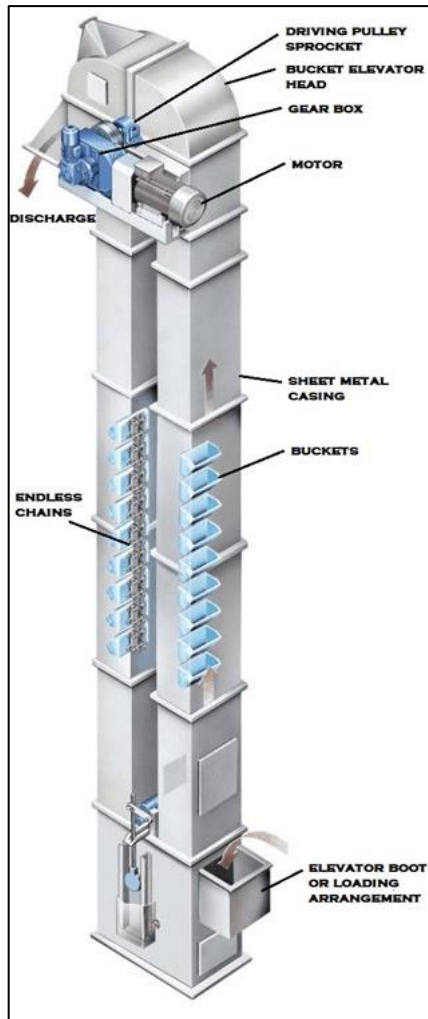


Figura 29 Caliza



La caliza es roca sedimentaria de una composición de cerca del 60% de carbonato de calcio. Es el ingrediente principal para la fabricación de Clinker. (Minero, 2018)

Figura 30 Pizarra



La Pizarra es una roca constituida principalmente por óxido de silicio y óxido de aluminio, ofreciendo alcalinidad a la mezcla. Por lo general, representan el 15% de la mezcla de Clinker. (Cupapizarras, 2023)

Figura 32 Hematita



La Hematita, forma mineral del óxido férrico, sirve como corrector en la fabricación del Clinker.
(Sierra, 2019)

Figura 31 Sílice



La sílice, material puzolánico altamente eficiente que permite mejorar la durabilidad y las propiedades mecánicas del Clinker. (Enfermedades, 2020)

Figura 33 Fluorita



La Fluorita es un mineral que está formado por flúor y calcio, gracias a esto se puede conseguir que el nivel de resistencia del cemento sea mucho más elevado y aumentar la rapidez del fraguado, ahorrando tiempo y trabajo. (Mexicomino.org, 2018)

El nivel -3.650 es la fosa donde se encuentran las botas de los elevadores nos. 1, 2 y 3, los cuales transportan las materias primas, para descargar en las bandas transportadoras que distribuyen a las tolvas existentes y a las bandas nuevas que transportan las materias primas a las tolvas de la nueva línea no. 5.

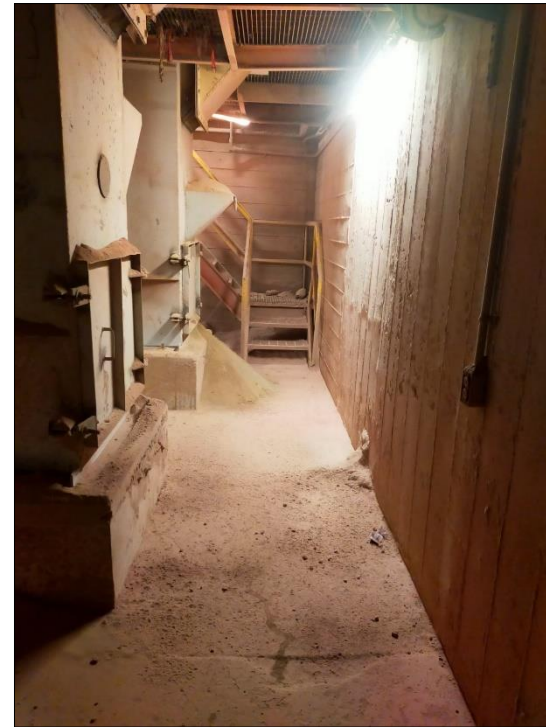
Los elevadores nos. 1 y 2 son nuevos debido a un incremento de su capacidad, sus dimensiones son más grandes a las que tenían los elevadores anteriores; el elevador no. 3, fue modificado solo en altura porque así lo requirió el proyecto, se le agregaron 2,784 mm. Para los elevadores nuevos se diseñaron bases de concreto para soportarlos. Para el mantenimiento de las botas de los elevadores nuevos, no fue necesario crecer la fosa.

Esta zona antes de la modernización de los equipos siempre estaba llena de polvo, con el nuevo diseño cambio considerablemente esta situación (fig. 34 y fig. 35)

Figura 34 Elevadores nos. 1 y 2, proyecto existente



Figura 35 Elevadores nuevos nos. 1 y 2



En el 1er nivel +1.950, se ubican dos importantes bandas transportadoras: la banda 11-A que viene del almacén longitudinal transportando hematita, pizarra y sílice descargando por medio de una válvula de dos vías a los elevadores nos. 2 y 3; y la banda 10-A, que solo transporta caliza descargando a los elevadores nos. 1 y 2 por medio de una válvula de dos vías. No participe en el diseño de las modificaciones que se realizaron a estas bandas para descargar a los elevadores nuevos.

En el 2do nivel +8.550, de acuerdo con el análisis de los espacios y las necesidades de mantenimiento para los elevadores, fueron ubicados los registros para mantenimiento. En este nivel se moderniza el sistema de recuperación de polvo y por requerimientos del diagrama de flujo se instala la banda nueva Fives 235-BC2, que transporta las materias primas de las tolvas existentes al nuevo molino de crudo. En cada una de las dos bandas existentes 14-A y 15-A se colocan tres colectores de cartuchos, uno adelante de cada una de las descargas de las bandas dosificadoras de caliza, pizarra y hematita, que están en el 3er nivel +12.380. En la banda nueva Fives 235-BC2 solo se colocó un colector de cartuchos adelante de la descarga que viene de la banda dosificadora de pizarra. Para los colectores de cartuchos se diseñaron los soportes independientes que van a ir taqueteados a piso, ya que van acoplados a los faldones de la banda. Para dar mantenimiento a los colectores fue necesario abrir un registro para cada colector en el nivel +12.380, considerando que no interfieran con los equipos y las vigas principales que soportan la losacero. Todas las descargas existentes hacia las bandas 14-A y 15-A fueron modernizadas porque no cumplían con los ángulos adecuados para que las materias primas se deslizaran correctamente.

Estas bandas transportan las materias primas dosificadas para entregar a la unidad de molienda de harina cruda no.15.

Con la modernización de los sistemas de recuperación de polvo se disminuyeron las partículas de materia prima en el ambiente y con las descargas nuevas se evitó que los trabajadores dejen de golpear los ductos para que resbalen las materias primas (fig. 36 y fig. 37).

Figura 36 Banda 15-A y 14-A, existente



Banda 15-A y 14-A mostrando descargas y sistema de recuperación de polvo, proyecto existente.

Figura 37 Banda 15-A y 14-A, proyecto



Banda 14-A, Fives 235-BC2 y 15-A, mostrando las descargas nuevas y los colectores de cartucho.

En el 3er nivel +12.380, se colocaron dos bandas dosificadoras para descargar a la banda nueva Fives 235-BC2 y se hicieron los registros para el mantenimiento de los colectores de cartuchos del nivel +8.550.

En el 4to nivel +17.800, se encuentran las tolvas: no. 1 de caliza, no. 2 de pizarra, no. 3 de hematita, no. 4 de sílice y la no. 5 de fluorita con tres tipos de agregados; así como las celdas de carga de cada una. De acuerdo con el análisis del espacio, en esta zona se colocaron tres colectores para el sistema de recuperación de polvo de los chutes de descarga de las bandas transportadoras 14-A, Fives 235-BC3 y 15-A, que van hacia las bandas 14-B, Fives 235-BC3 y 15-B que continúan transportando las materias primas al nuevo molino de crudo.

En el 5to nivel +25.630, se modernizo todo el equipo de transporte, incluyendo válvulas y ductos de descarga, los sistemas de recuperación de polvo, los elevadores nos. 1 y 2; y la cabeza del elevador no. 3, ya que, al modificar su distancia entre centros de poleas, se cambió su transmisión.

Como parte del proyecto arquitectónico se diseñaron las plataformas para mantenimiento de las cabezas de los tres elevadores. Los elevadores nos. 2 y 3 comparten la misma plataforma porque son de la misma altura, pero más altos del proyecto original, en esta área la techumbre se desmontó y se levantó 3 metros, para colocar la viga de maniobras y dar el mantenimiento a las transmisiones (fig. 38 y fig. 39).

El elevador no. 1, es 2,000 mm. más pequeño que los elevadores nos. 2 y 3. Se diseñó una plataforma de mantenimiento para el cabezal y la válvula de dos vías que viene del elevador no. 2, esta tiene dos huecos más, uno para paso del elevador no. 2 y el otro para la válvula de dos vías. Por cuestiones de altura, para el mantenimiento de la transmisión se recortó una viga carril y la plataforma de los elevadores nos. 2 y 3, se pidió que fuera desmontable.

El elevador no. 1, transporta caliza que descarga a una válvula de dos vías para entregar a la banda Fives 185-BC1 y a la tolva no. 1 de caliza. En la descarga del elevador llega un ducto que viene del elevador no. 2, el cual es una vía alterna para transportar caliza, cuando el elevador no. 1 este en mantenimiento.

Figura 38 Transmisión del elevador no. 3, existente



Transmisión del elevador no. 3, viga de maniobras y techumbre antes de modificación.

Figura 39 Plataforma de mantenimiento, proyecto

Plataforma de mantenimiento elevadores nos. 2 y 3, se observa modificación de la techumbre y viga de maniobras.



El elevador no. 2, descarga por medio de una válvula de dos vías caliza y agregados (pizarra, hematita, sílice y fluorita). La diferencia de alturas entre los elevadores no. 2 y no. 1 (fig. 34 y fig. 35), permite que después de la válvula de dos vías, se descargue caliza por medio de un ducto que se conecta a la descarga del elevador no. 1; el otro ducto descarga los agregados a la banda 12-A.

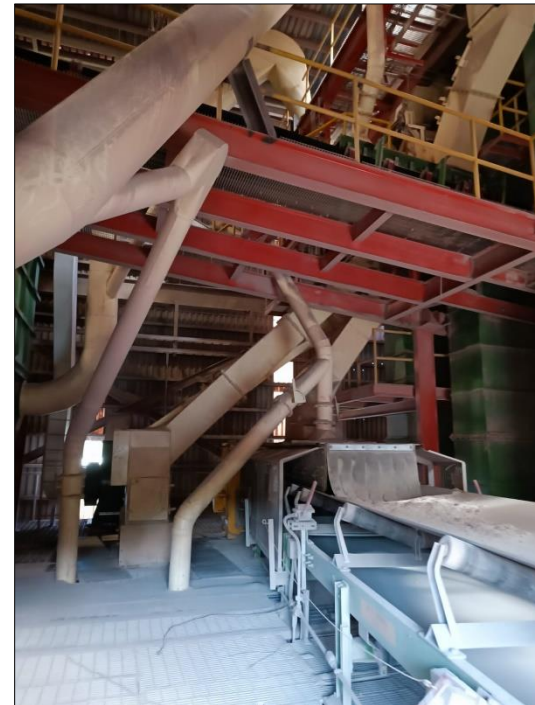
El elevador no. 3, solo transporta agregados los cuales distribuye por medio de un ducto a la banda 12-A (fig. 36 y fig. 37).

Figura 41 Descarga de elevadores nos. 1 y 2, existente



**Descarga de elevadores nos. 1 y 2,
proyecto existente.**

Figura 40 Descarga de elevador 1 hacia banda fives, proyecto



**Descarga del elevador no. 1, hacia banda
Fives 185-BC1 y a tolva no. 1 de caliza,
proyecto nuevo.**

Figura 42 Descarga de elevadores nos. 2 y 3, existente



**Descarga de elevadores nos. 2 y 3,
proyecto existente.**

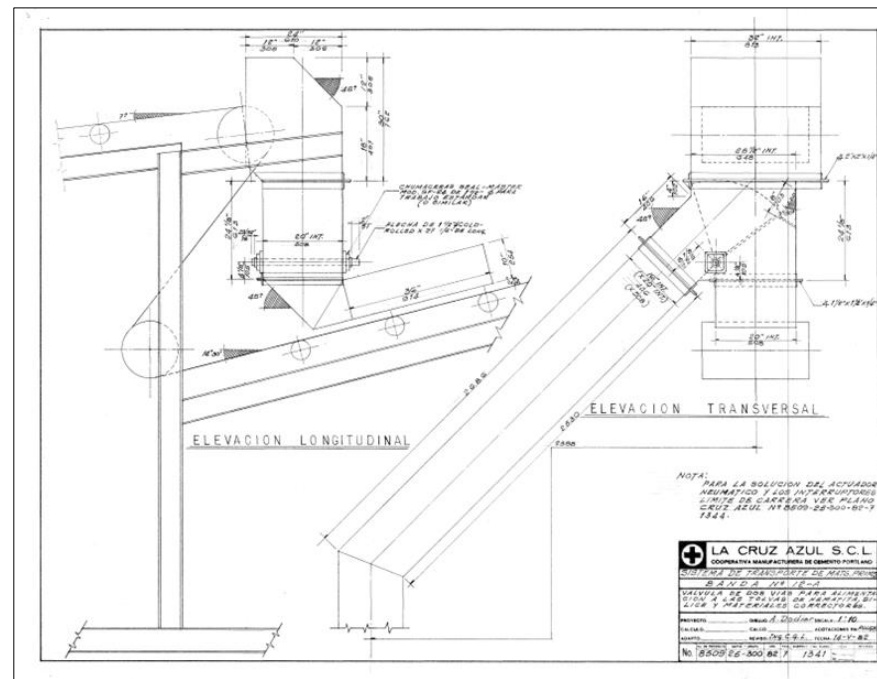
Figura 43 Descarga de elevadores nos. 2 y 3, nuevo



**Descarga de elevadores nos. 2 y 3, proyecto
nuevo.**

El proyecto original para descargar a las tolvas era una banda con un sistema llamado cuello de ganso (fig. 44), que consiste en un juego de poleas que permite descargar a diferentes puntos durante su trayectoria, este sistema no era de todo eficiente para descargar las materias primas, ya que se tiraba mucho material, lo que ocasionaba demasiado polvo y muchas horas hombre para limpiar equipos, plataformas y pasillos.

Figura 44 Cuello de ganso



Diseño de válvula de dos vías, donde se observa el cuello de ganso.

La modernización del transporte es de tres bandas: la banda 12-A, 12-B y 12-C reversible. La banda 12-A con inclinación de 6 grados entrega por medio de una válvula de dos vías a la banda 12-B y a otra válvula de dos vías por medio que descarga a la banda Fives 205-BC1 y a la tolva no. 2 de pizarra; la banda 12-B con inclinación de 7 grados descarga con una válvula de dos vías a la banda 12-C reversible y a la tolva no. 3 de sílice; la banda 12-C reversible descarga a la tolva de hematita y fluorita.

La banda 12-A cuenta con pasillo de los dos lados, necesario para llegar a las plataformas de mantenimiento de las válvulas y de los colectores que son parte del sistema de recuperación de polvo. Cada una de las bandas cuenta con un pasillo de un metro de ancho, con piso de rejilla y un barandal a la altura de un metro, de tubo de acero de 38 mm de diámetro, en el área del cabezal motriz donde va la transmisión se diseñó una plataforma con las dimensiones necesarias para el mantenimiento.

Para tener acceso a los pasillos y a las plataformas de mantenimiento de las bandas, se diseñó un cubo de escaleras al centro del edificio. Las escaleras distribuyen a los tres pisos de las bandas 12-A, 12-B y 12-C.

Como parte del proyecto se considera la ubicación de los seis colectores cada uno con sus ventiladores para el sistema de recuperación de polvo de todos los equipos antes mencionados: los tres elevadores, las cinco bandas y las cinco tolvas. Cada uno de los colectores están ubicados de manera que no obstruyan circulaciones y que los ductos de desempolvado tengan el diseño adecuado para recuperar el polvo. El diseño arquitectónico permitió que por medio de los pasillos de las bandas tenemos acceso a los seis colectores.

También fueron diseñados todos los ductos de las descargas a las bandas y a las tolvas, los cuales deben de contar con una inclinación mayor a 50 grados.

En las siguientes fotografías se observa el proyecto original y la modernización del edificio de materias primas.

Figura 45 Pasillo de banda 12-A, existente



Vista general, donde se observan elevadores, bandas, descargas y ductos del sistema de recuperación de polvo, proyecto existente.

Figura 46 Vista general de elevadores, proyecto



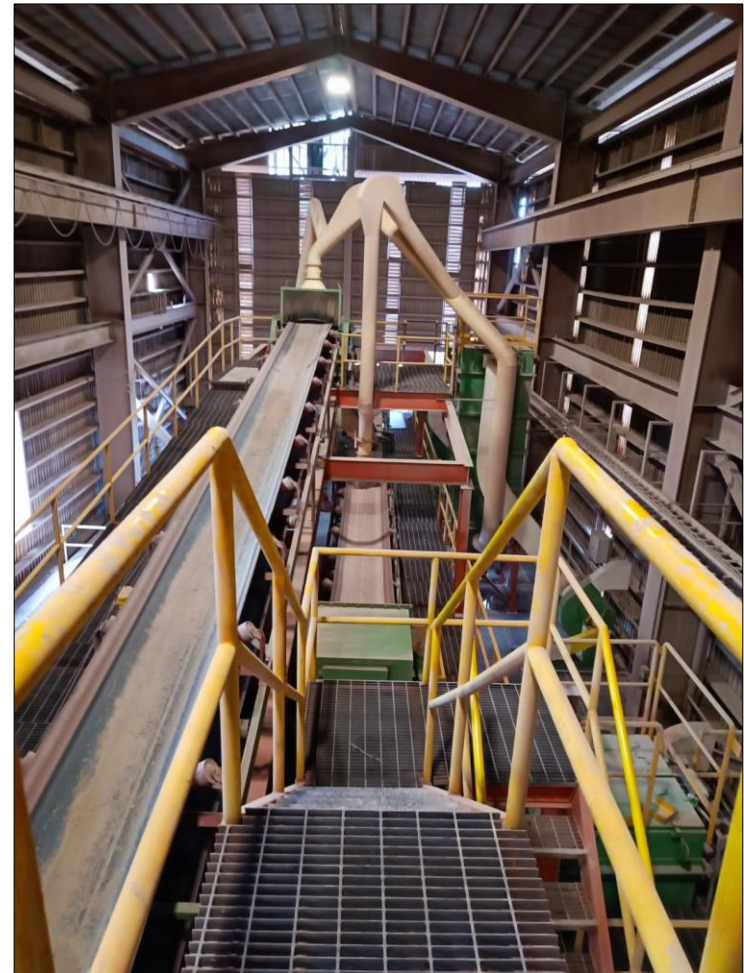
Pasillo de banda 12-A, acceso a colector, descarga de elevadores y ductos de sistema de recuperación de polvo, proyecto nuevo.

Figura 47 Vista general de tolva no.3, existente



Vista general, descarga de hematita a tolva no. 3 y ductos del sistema de recuperación de polvo, proyecto existente.

Figura 48 Vista general banda 12-A y banda 12-B, proyecto



Vista general, banda 12-A, banda 12-B y ductos del sistema de recuperación de polvo, proyecto nuevo.

Figura 49 Banda con sistema de cuello de ganso, existente



Banda con sistema de cuello de ganso para descargar a sílice a la tolva no.4, proyecto existente.

Figura 50 Banda 12-C, proyecto



Banda 12-C, y descarga de sílice a tolva no. 4 y sistema de recuperación de polvo, proyecto nuevo.

Figura 52 Banda y descarga de fluorita, existente



Banda y descarga de fluorita a tolva no. 5 y sistema de recuperación de polvo, proyecto existente.

Figura 51 Banda y descarga de fluorita, proyecto



Banda y descarga de fluorita a tolva no. 5 y sistema de recuperación de polvo, proyecto nuevo.

Figura 53 Plataforma de mantenimiento



Plataforma de mantenimiento banda 12-A, banda 12-B y cubo de escaleras, proyecto nuevo.

Figura 54 Pasillo entre banda Fives 185-BC1



Pasillo entre banda Fives 185-BC1 y ventilador de colector, proyecto nuevo.

Figura 55 Vista general de tolvas nos. 2 y 3, existente



Vista general de tolvas nos. 2 y 3, y ductos del sistema de recuperación de polvo, proyecto existente.

Figura 56 Vista general de plataformas 12-A, 12-B y 12-C, proyecto

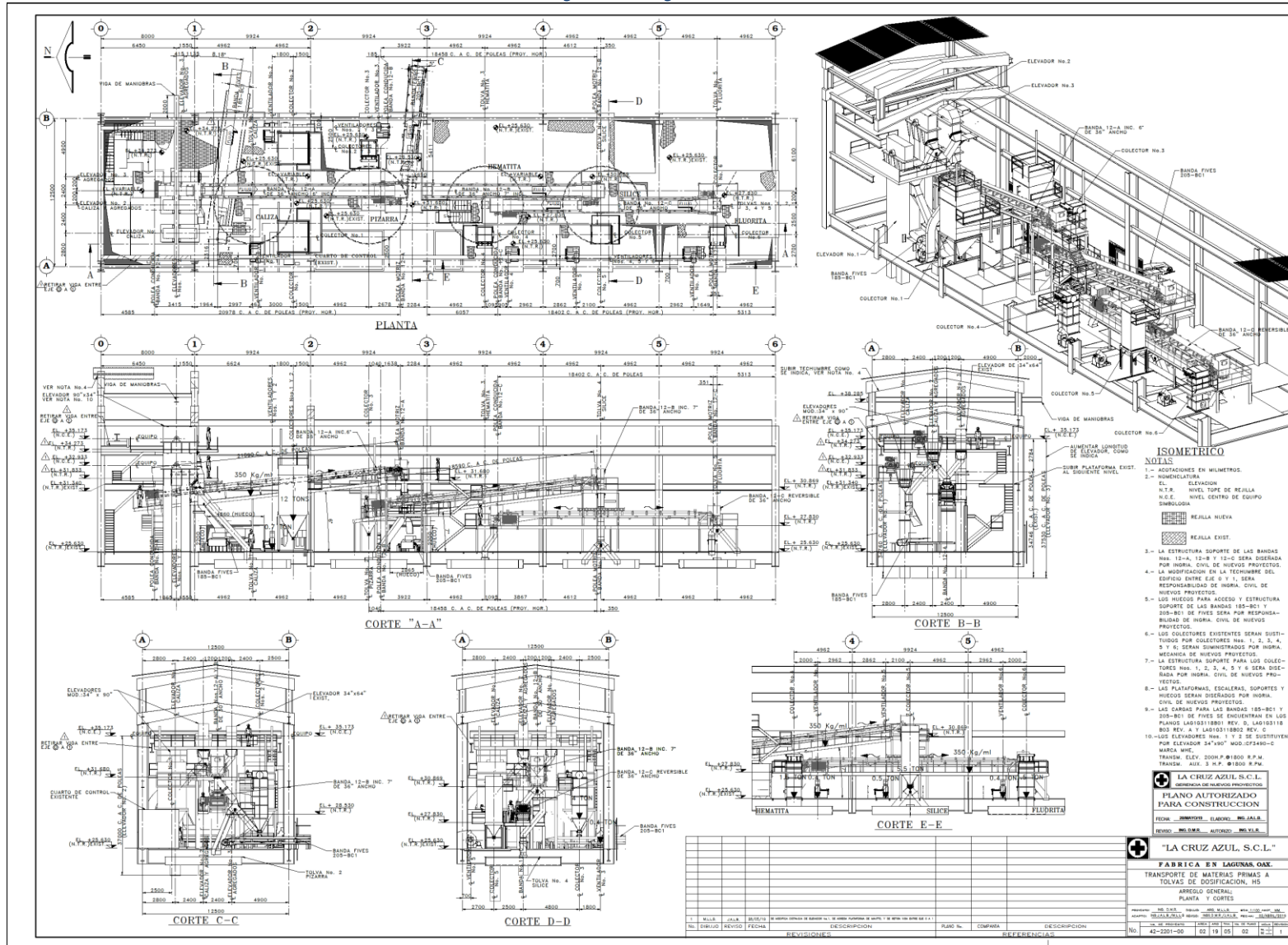


Vista general de plataformas de bandas 12-A, 12-B, 12-C y descarga de banda 205-BC1, proyecto nuevo.

4.4 Planos Ejecutivos

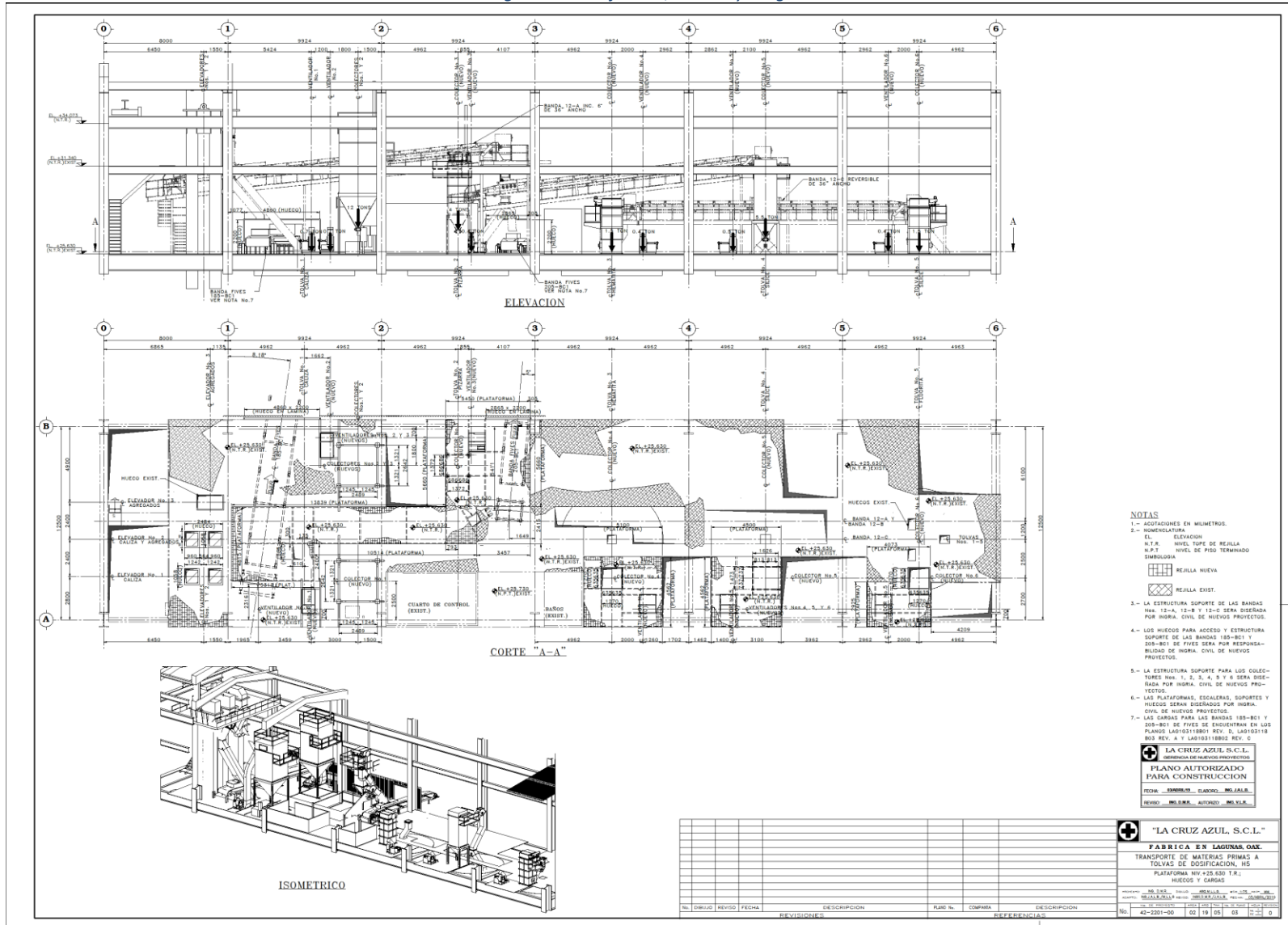
En este capítulo presento los planos ejecutivos, en los que participe para este proyecto y como ya lo mencioné el proyecto forma parte del diseño de ingeniería mecánica. También participe haciendo el diseño de ductos de descarga de los equipos, el diseño del sistema de recuperación de polvos y detalles de fabricación para las válvulas de dos vías.

Figura 57 Arreglo General



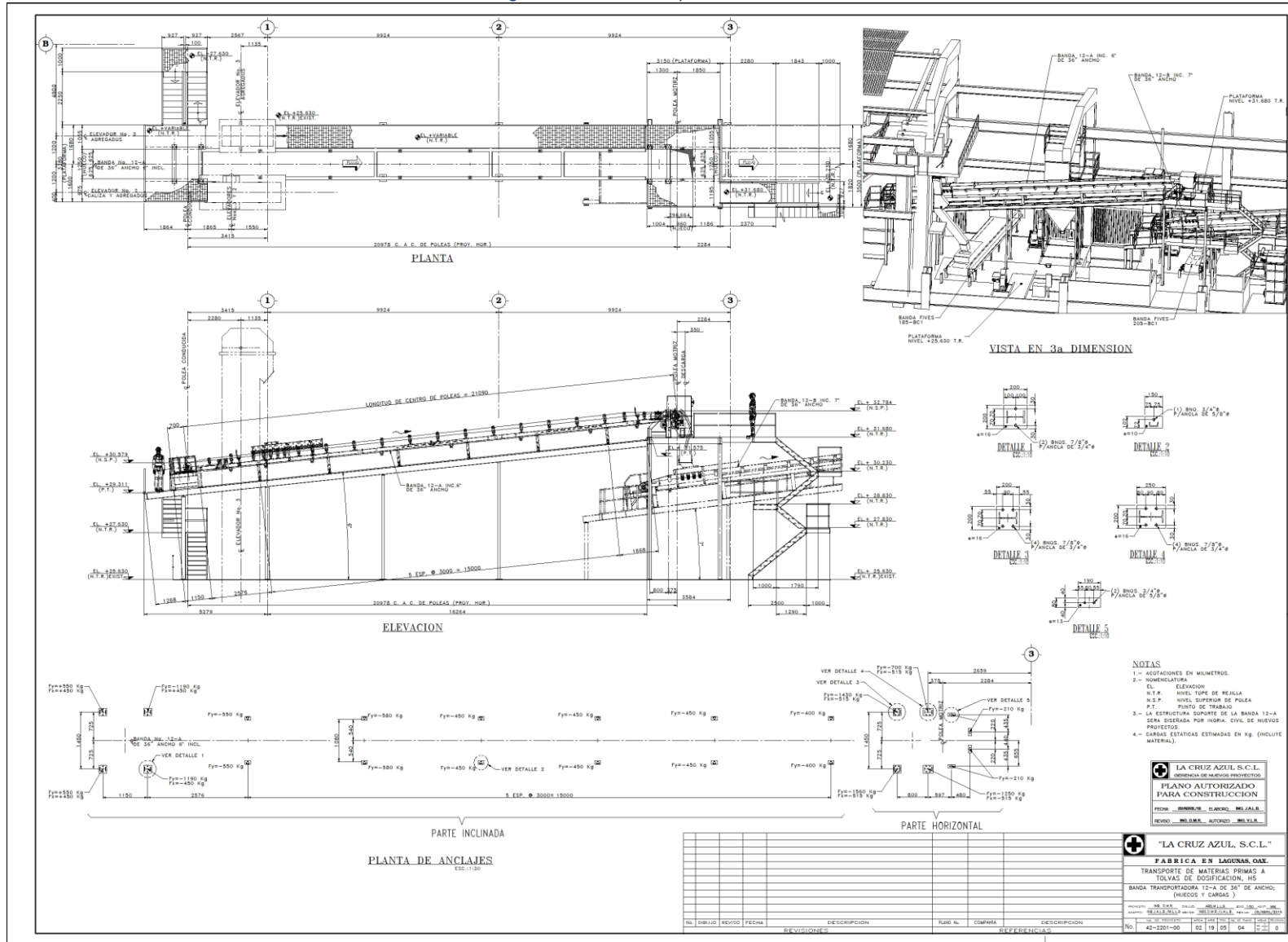
Planta y cortes de la remodelación del 5to nivel. Diseño de Elevadores, bandas transportadoras y sistemas de recuperación de polvo, circulaciones y plataformas de mantenimiento.

Figura 58 Plataformas, Huecos y Cargas



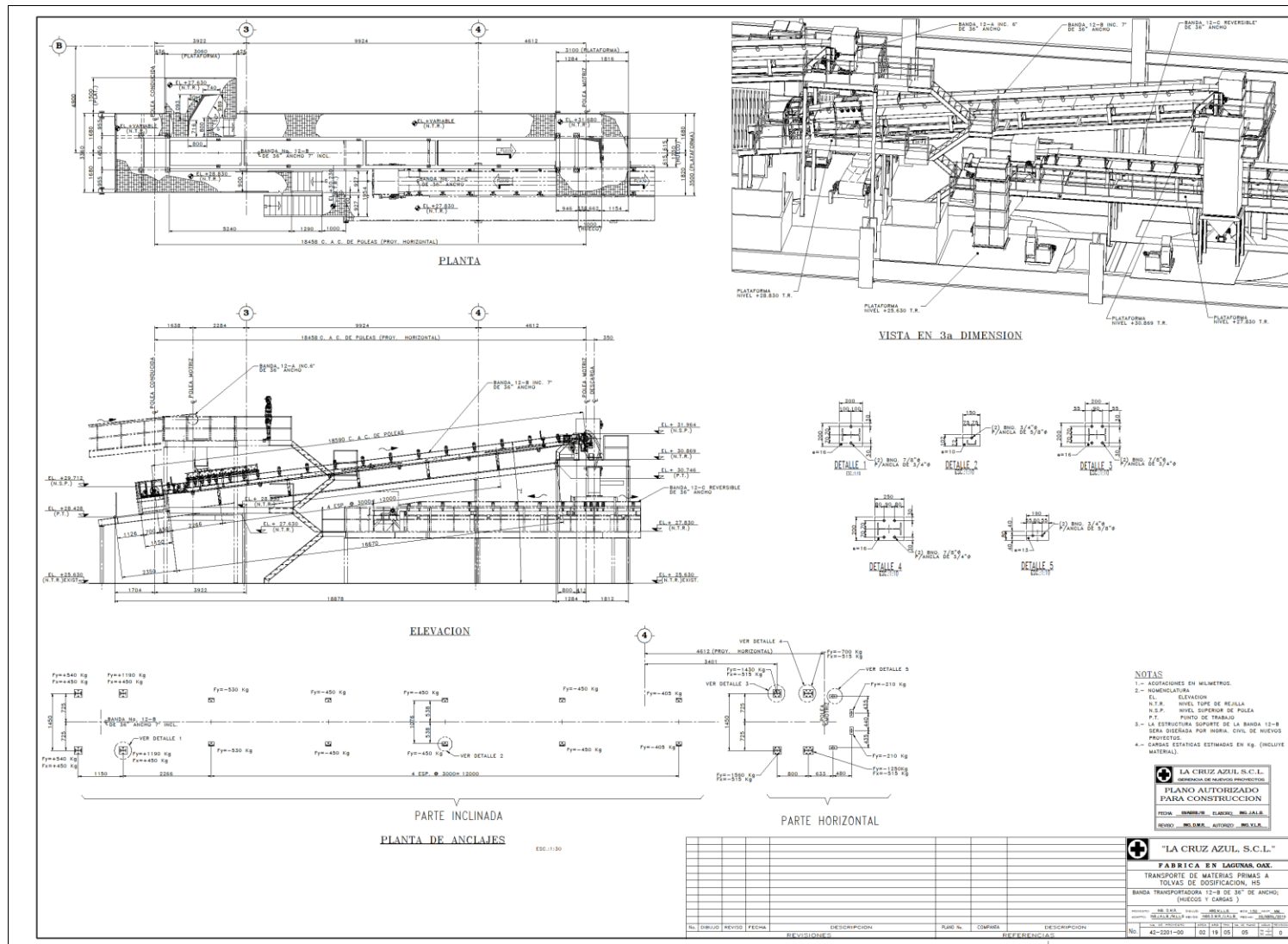
5to nivel planta principal: diseño de plataformas, ubicación de bandas y ubicación de colectores para el sistema de recuperación de polvo.

Figura 59 Banda Transportadora 12-A



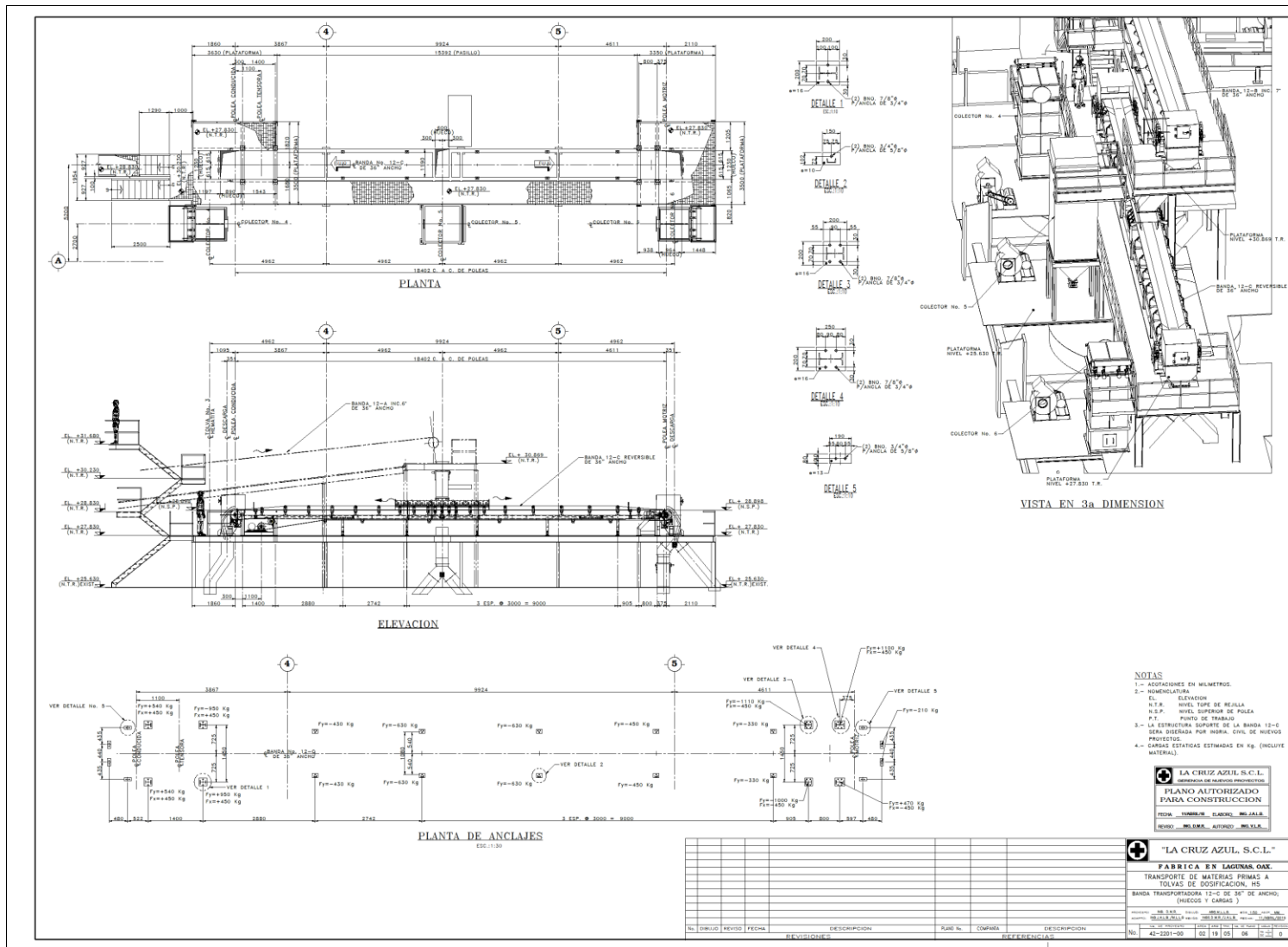
Diseño de banda 12-A, escaleras, pasillos, plataforma de mantenimiento y diseño de anclajes.

Figura 60 Banda Transportadora 12-B



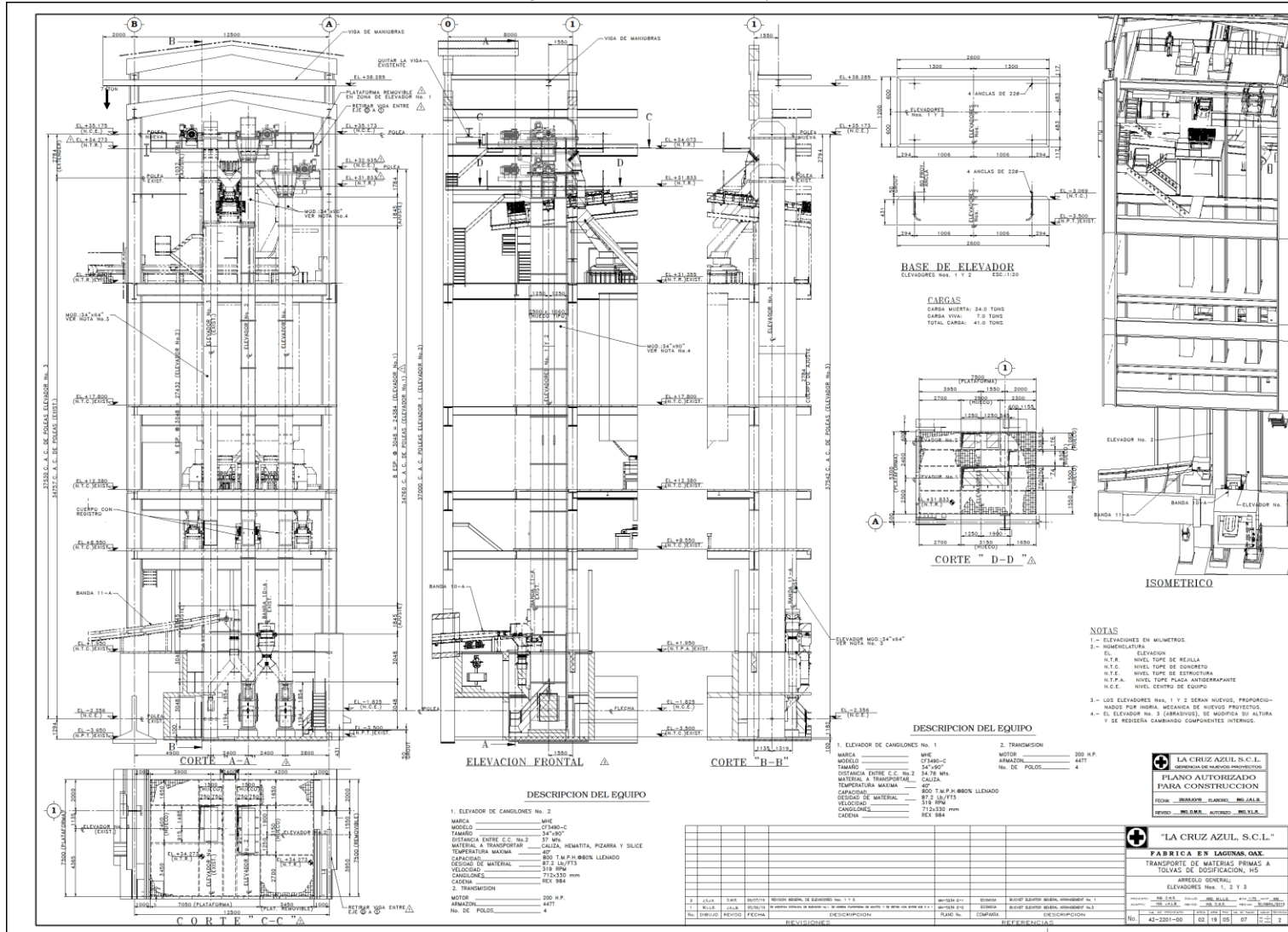
Diseño de banda 12-B, escaleras, pasillos, plataforma de mantenimiento y diseño de anclajes.

Figura 61 Banda Transportadora 12-C



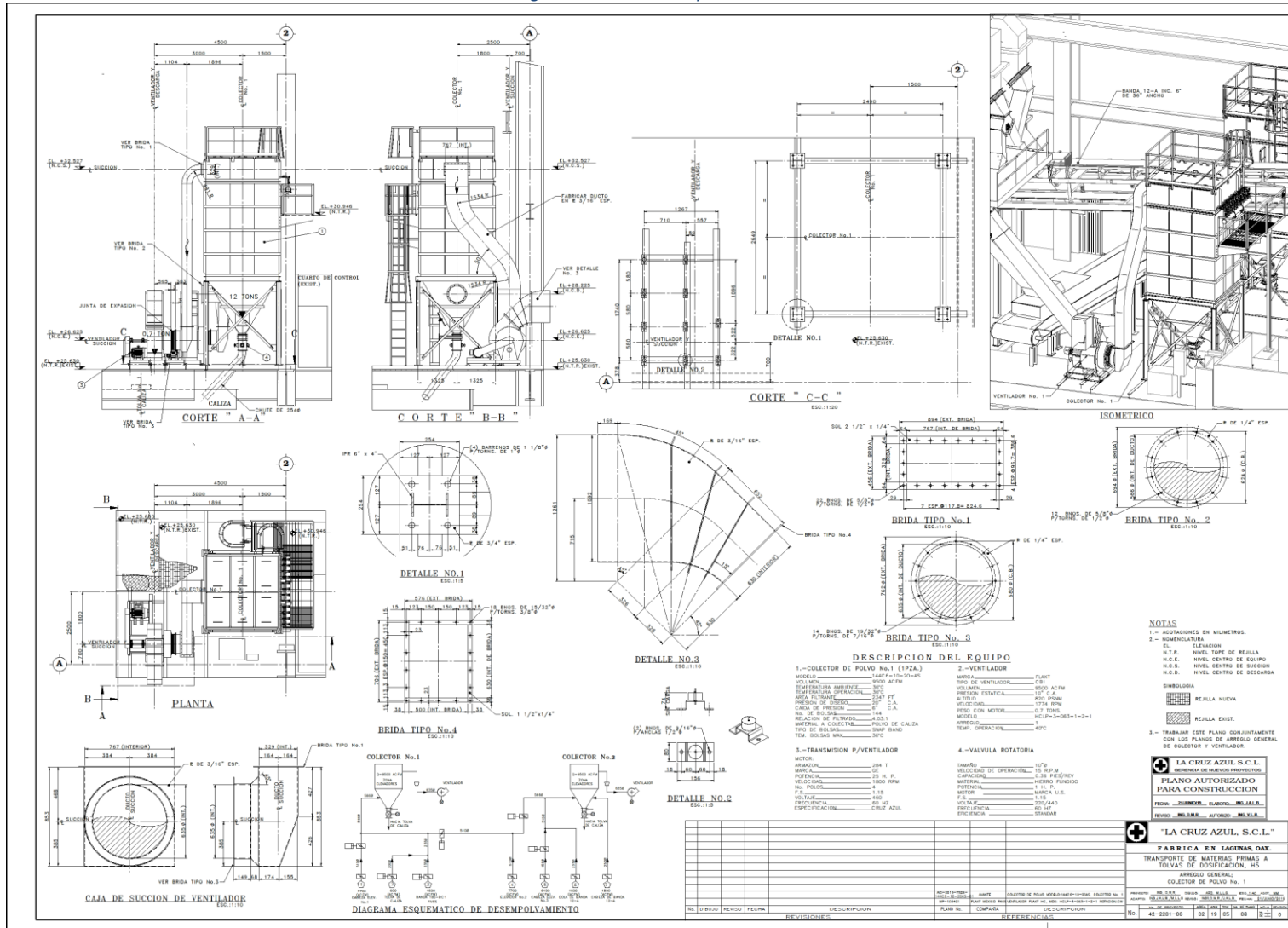
Diseño de banda 12-C reversible, escaleras, pasillos, plataforma de mantenimiento y diseño de anclajes.

Figura 62 Elevadores nos. 1, 2 y 3



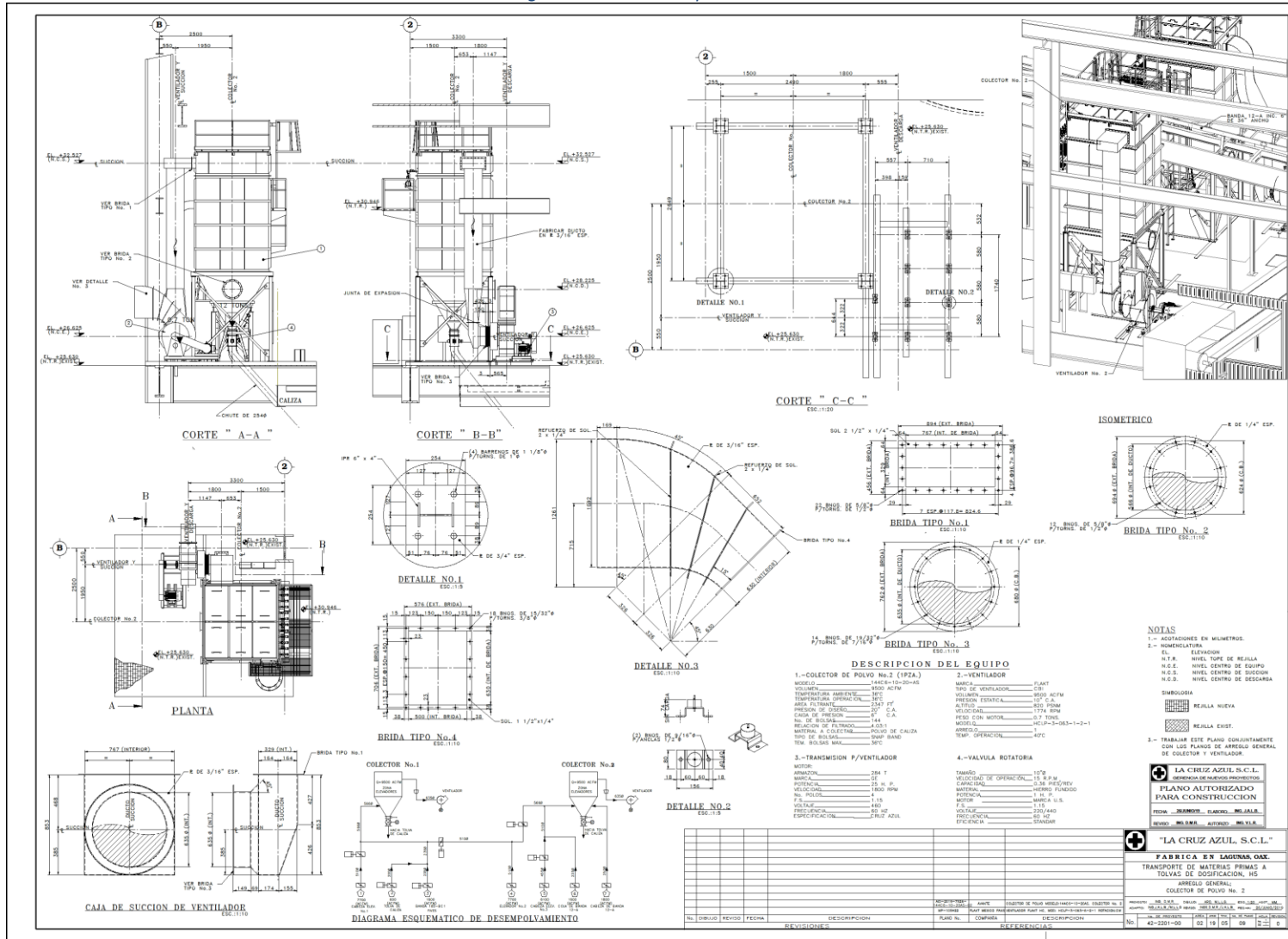
Elevadores de cangilones nos. 1, 2 y 3, diseño de base para anclaje y plataformas de mantenimiento.

Figura 63 Colector de polvo no. 1



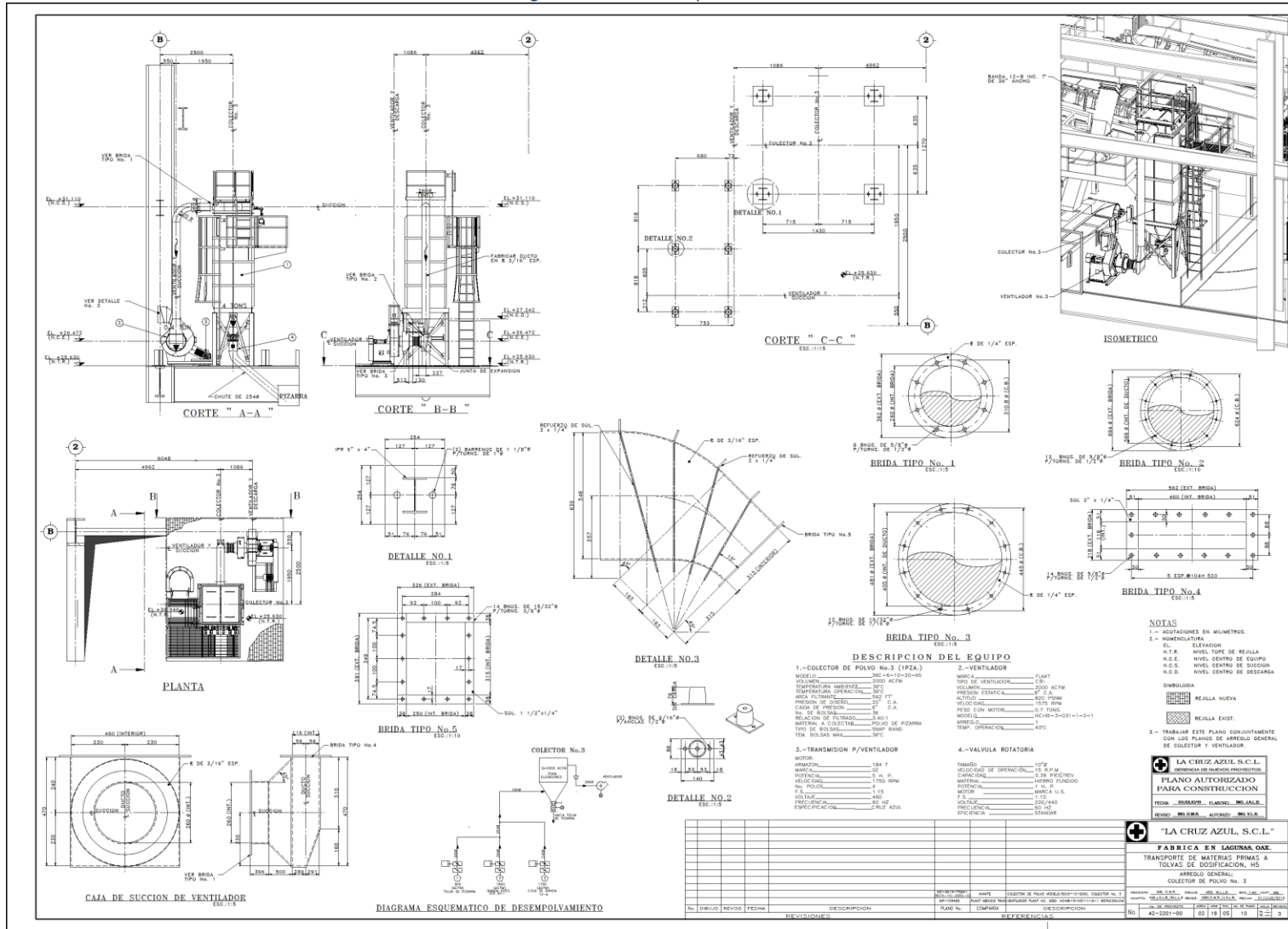
Diseño del sistema de recuperación de polvo, colector no. 1, ductos de succión, anclaje y bridas.

Figura 64 Colector de polvo no. 2



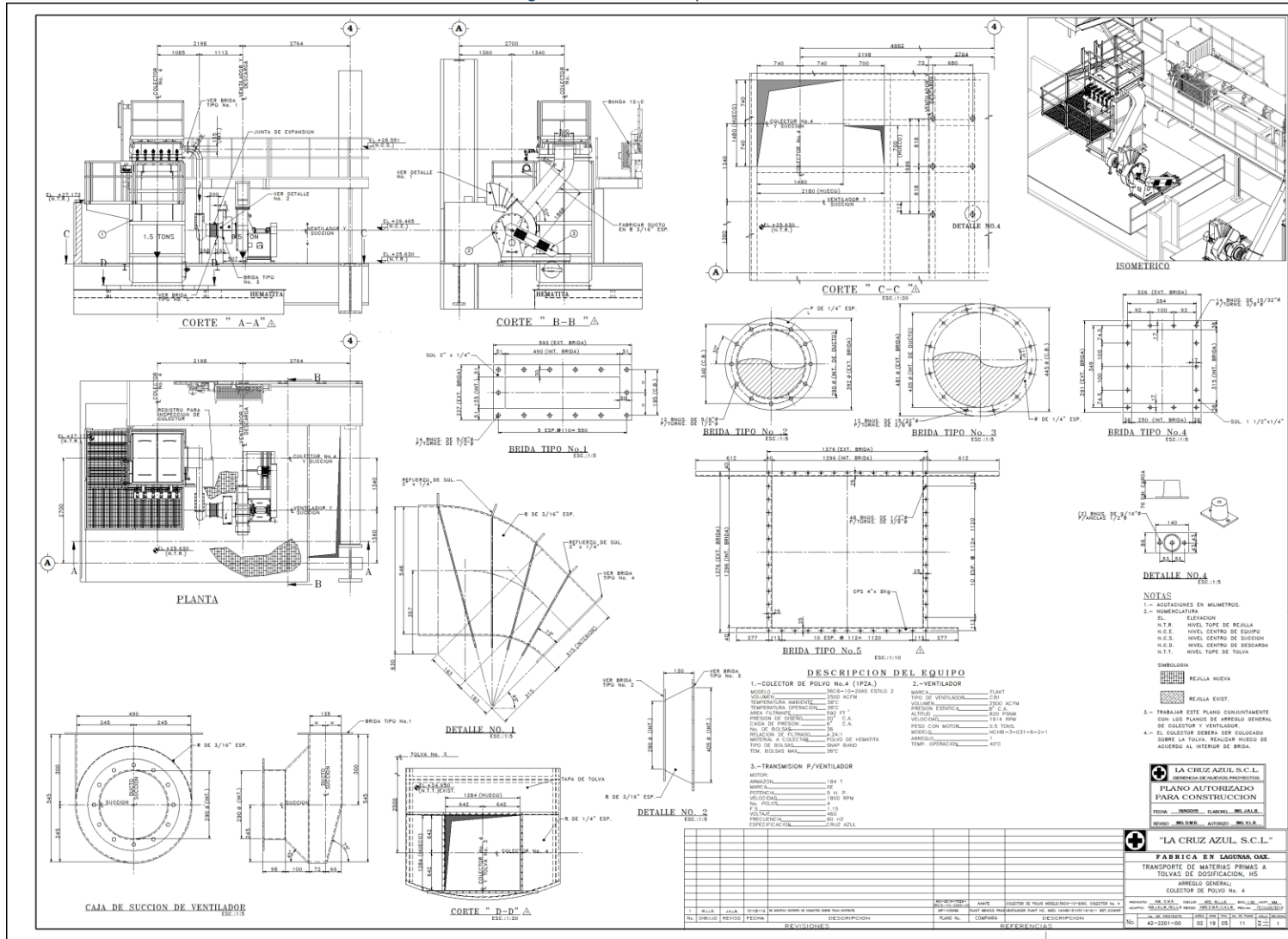
Diseño del sistema de recuperación de polvo, colector no. 2, ductos de succión, anclaje y bridas.

Figura 65 Colector de polvo no. 3



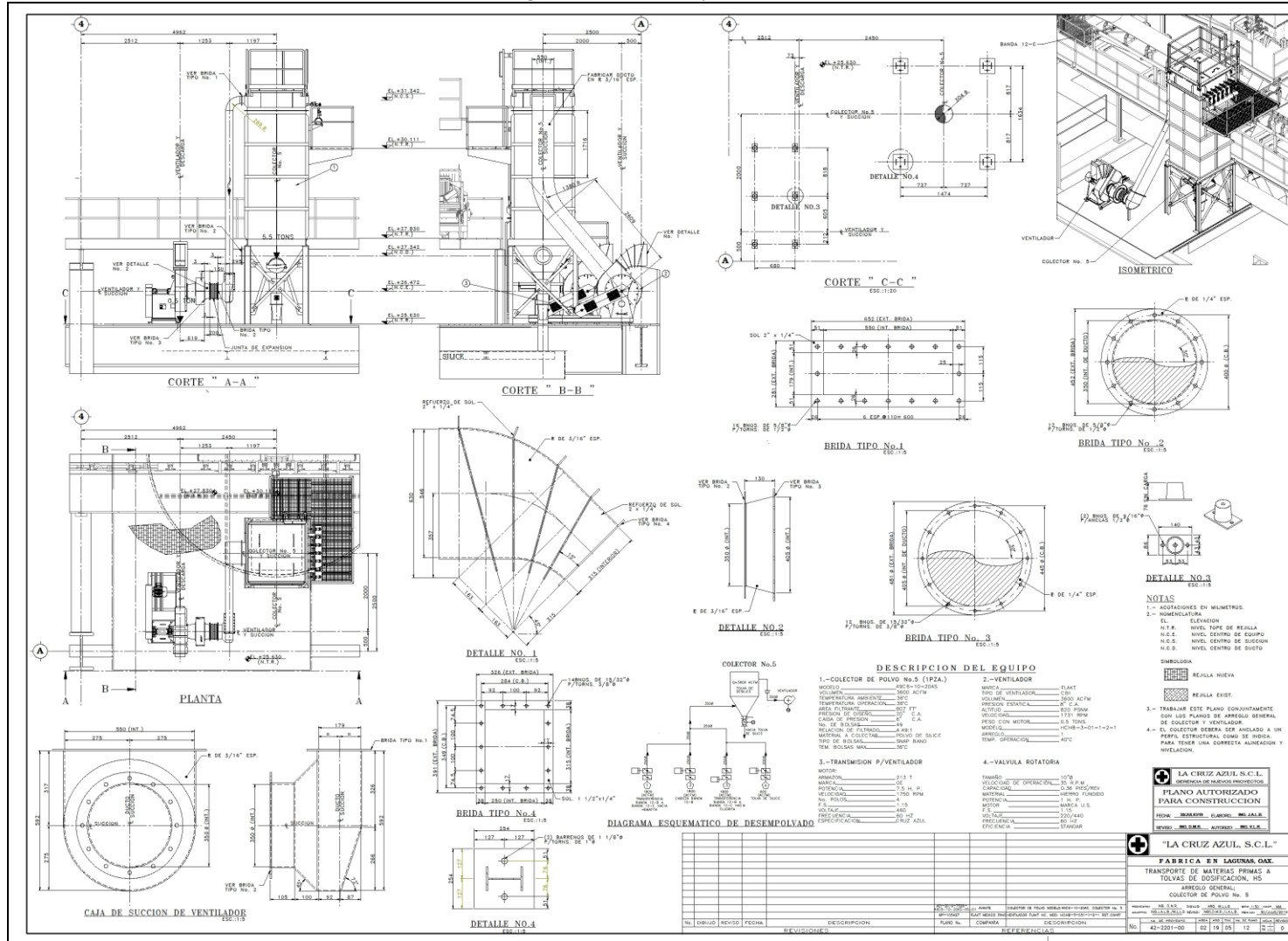
Diseño del sistema de recuperación de polvo, colector no. 3, ductos de succión, anclaje y bridas.

Figura 66 Colector de polvo no. 4



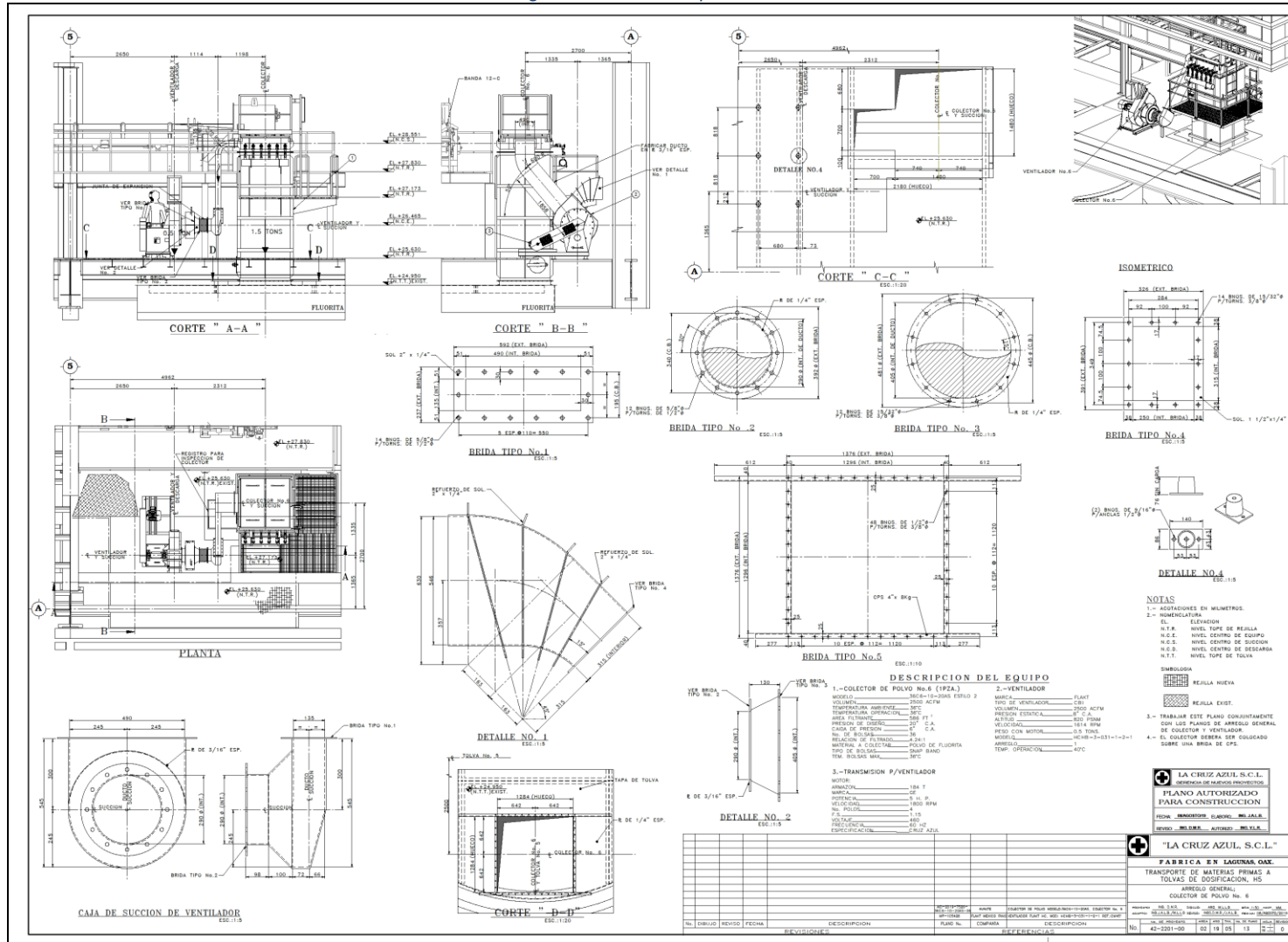
Diseño del sistema de recuperación de polvo, colector no. 4, ductos de succión, anclaje y bridas.

Figura 67 Colector de polvo no. 5



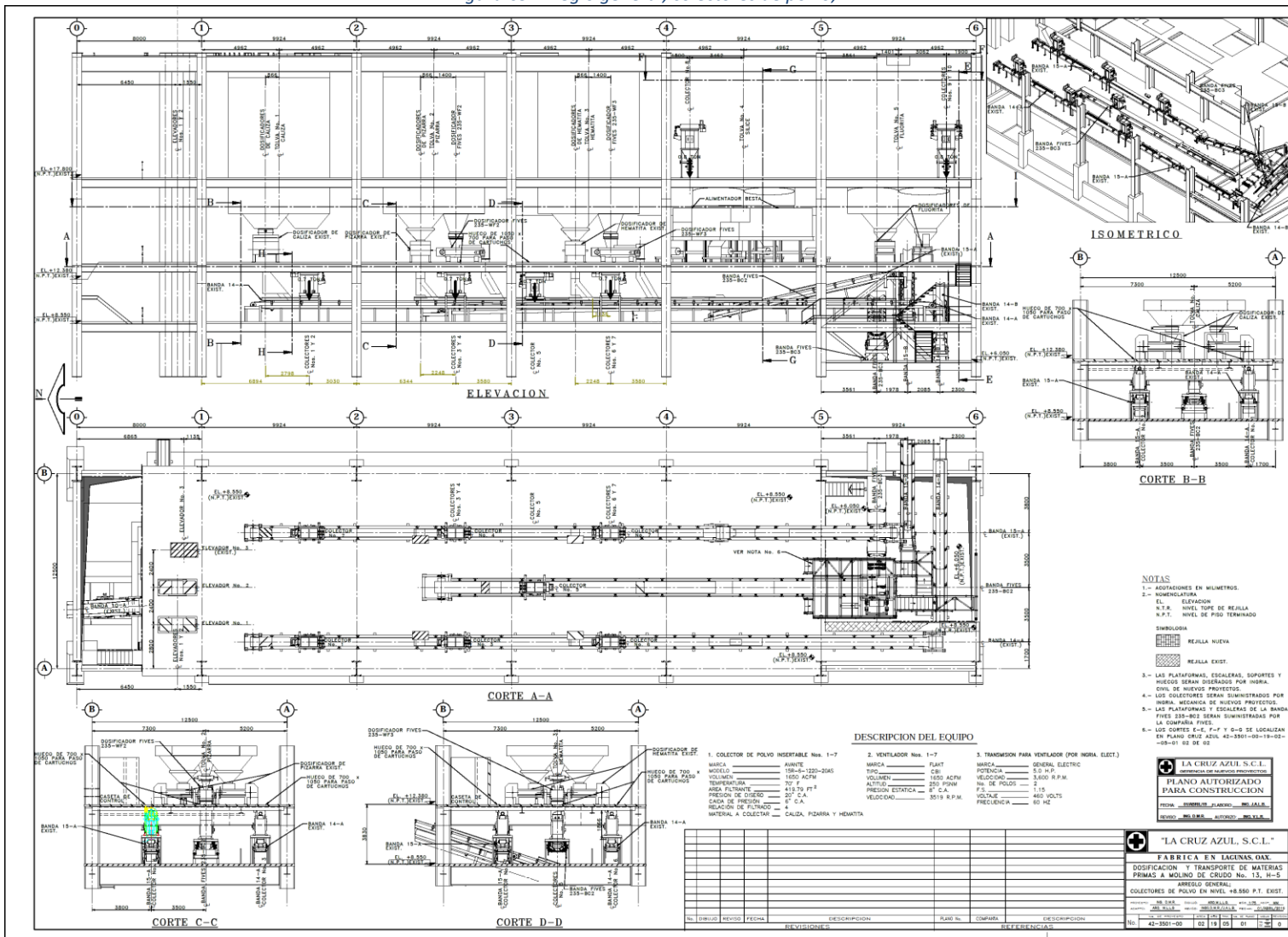
Diseño del sistema de recuperación de polvo, colector no. 5, ductos de succión, anclaje y bridas.

Figura 68 Colector de polvo no. 6



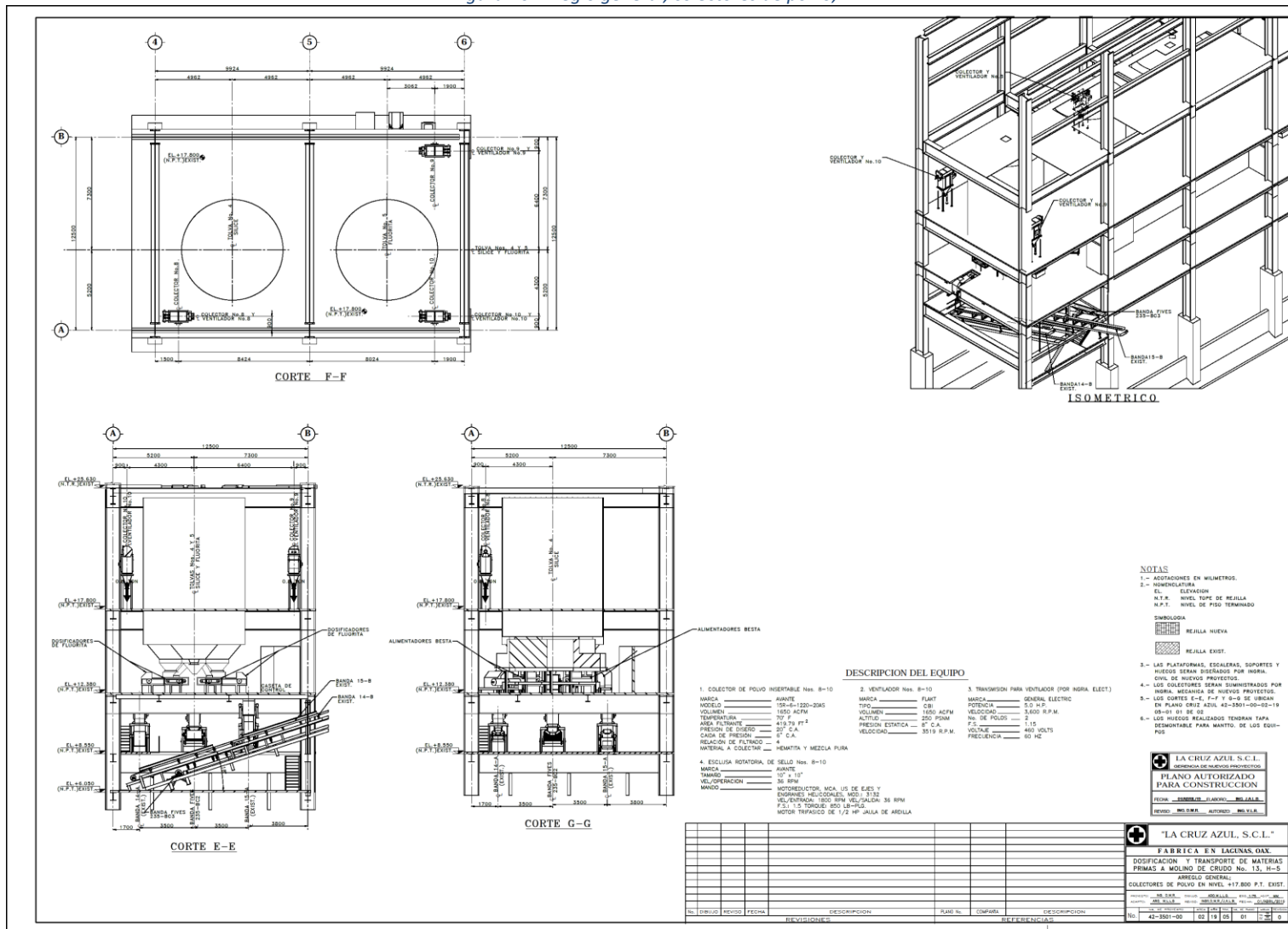
Diseño del sistema de recuperación de polvo, colector no. 6, ductos de succión, anclaje y bridas.

Figura 69 Arreglo general, colectores de polvo, 1



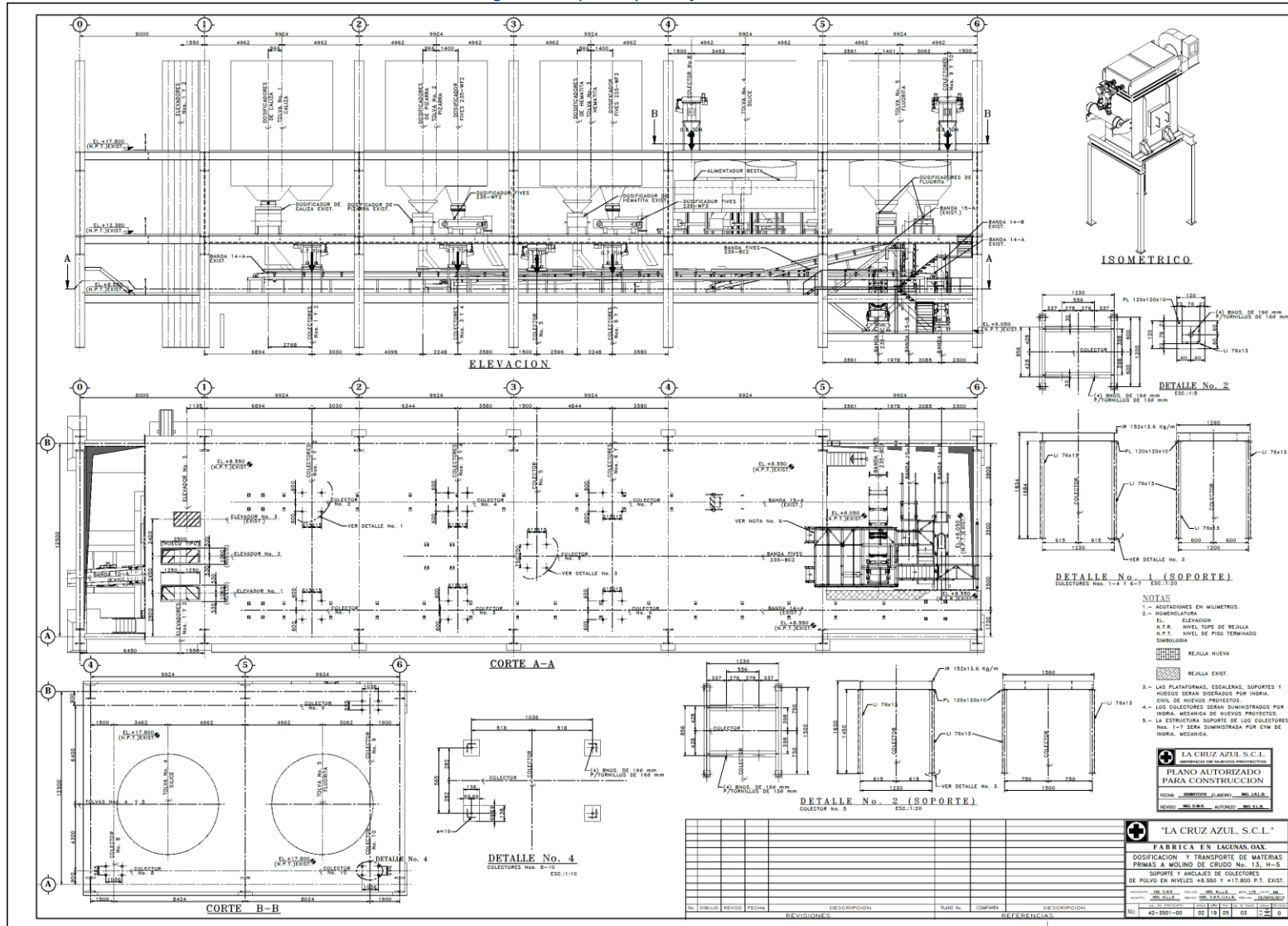
Planta y cortes de la remodelación del 2do nivel. Ubicación de banda transportadora Fives 235-BC2 y sistemas de recuperación de polvo.

Figura 70 Arreglo general, colectores de polvo, 2



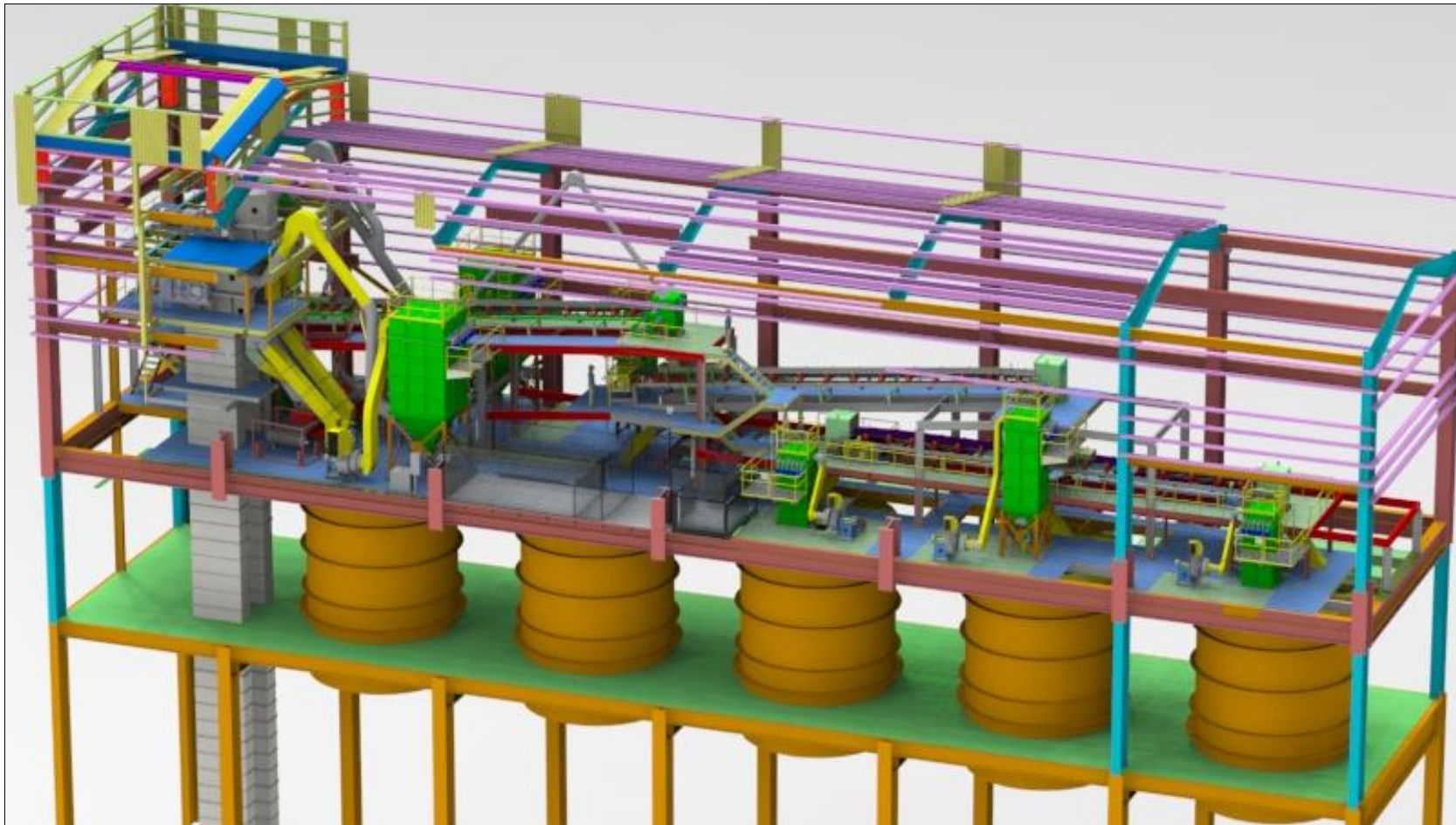
Nivel de tolvas de dosificación 4to nivel, ubicación del sistema de recuperación de polvo para dosificadores y descargas de las bandas.

Figura 71 Soportes y anclajes de colectores



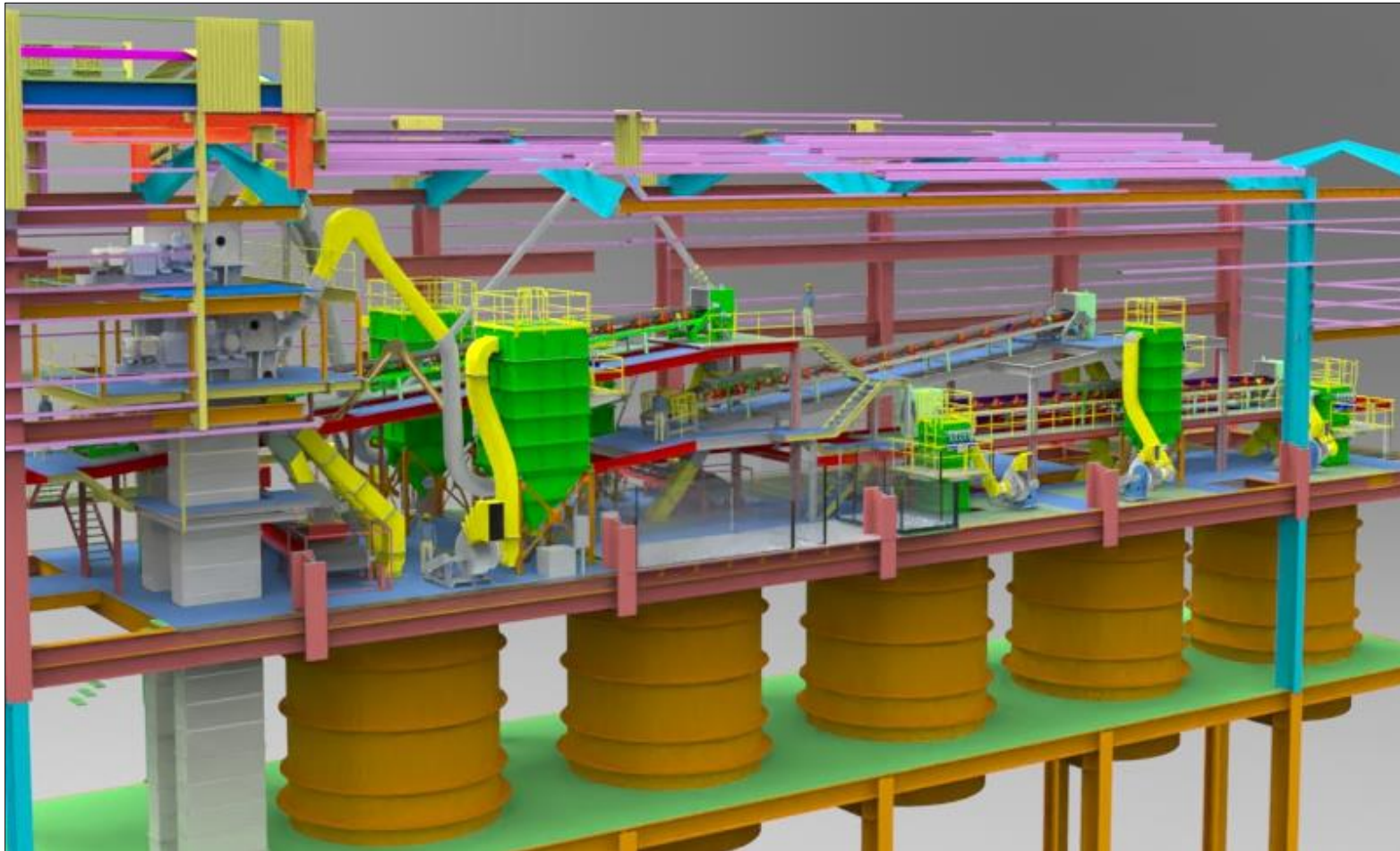
Diseño de soportes y anclajes para bandas y colectores del sistema de recuperación de polvo.

Figura 72 Diseño mecánico 3D, 1



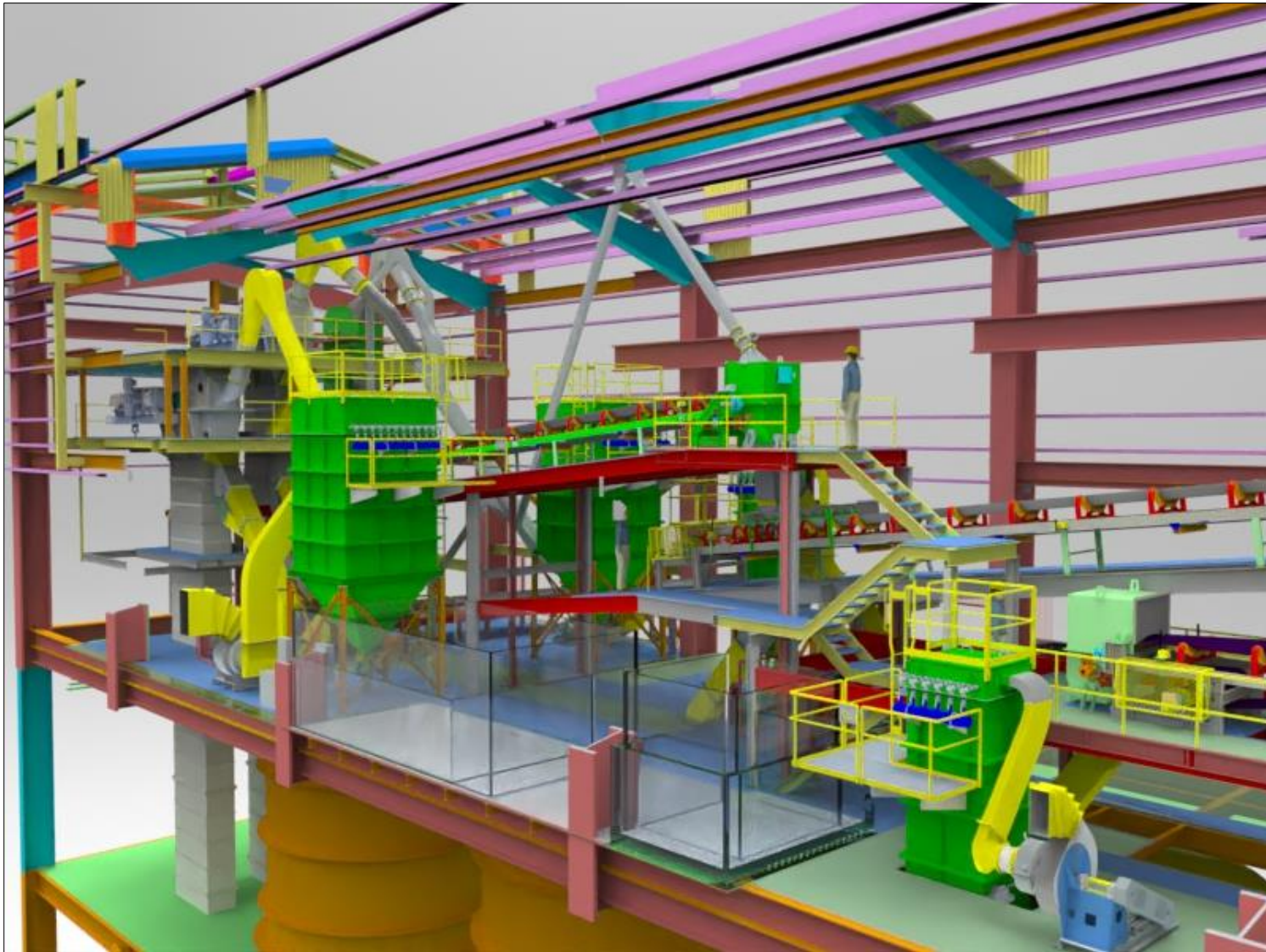
Vista general en 3ra dimensión mostrando diseño mecánico y diseño arquitectónico. Elevadores de cangilones, colectores, ventiladores, ductos de descarga y de succión, pasillos, escaleras y plataformas de mantenimiento para cada uno de los equipos.

Figura 73 Diseño mecánico 3D, 2



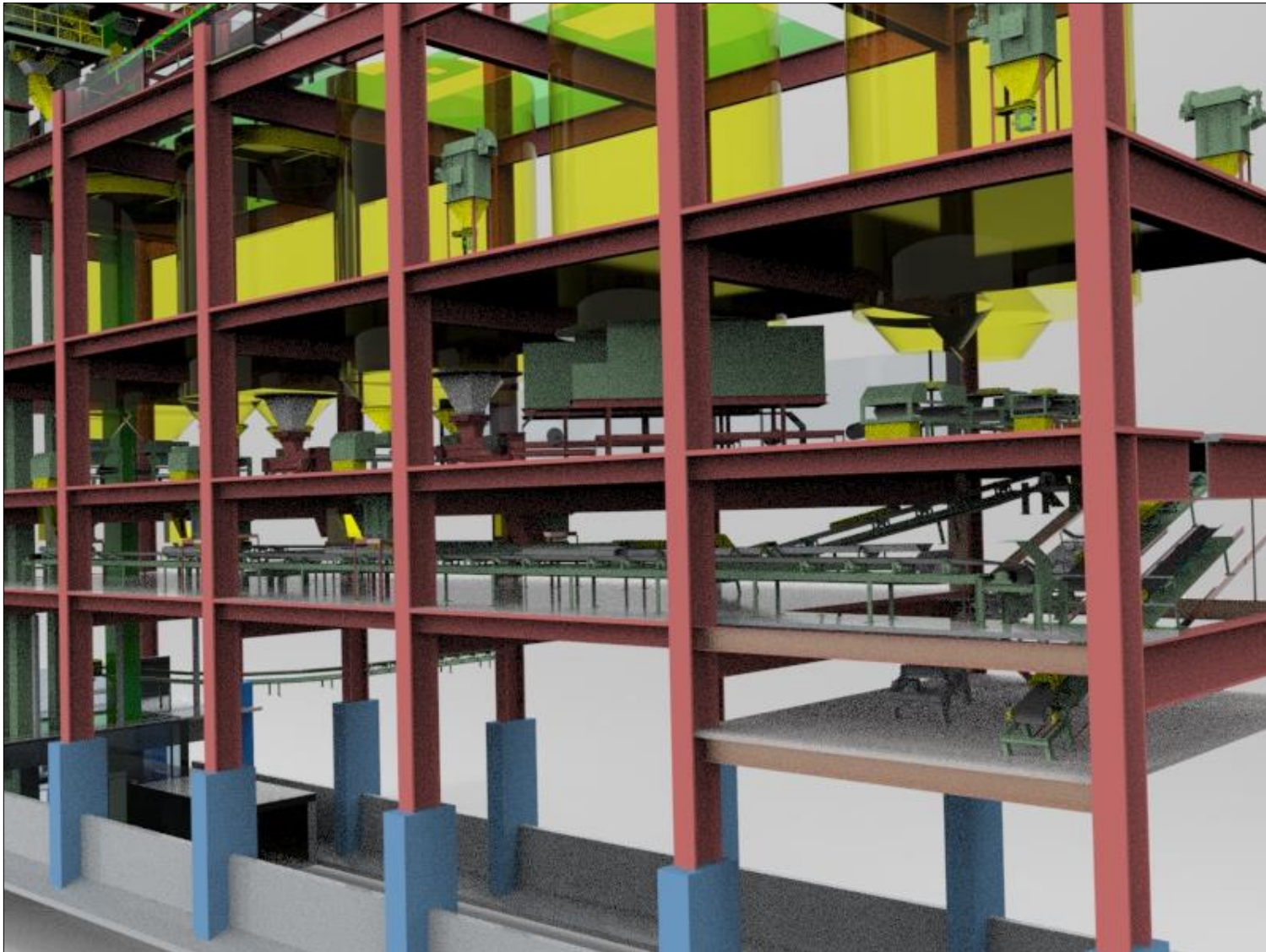
Vista general desde un ángulo distinto en 3ra dimensión mostrando diseño mecánico y diseño arquitectónico. Elevadores de cangilones, colectores, ventiladores, ductos de descarga y de succión, pasillos, escaleras y plataformas de mantenimiento para cada uno de los equipos.

Figura 74 Diseño mecánico 3D, 3



Vista en 3ra dimensión mostrando descarga del elevador no. 1, banda 12-A, colectores nos. 1 y 4, sistema de recuperación de polvo y plataformas de mantenimiento

Figura 75 Diseño mecánico 3D, 4



Vista en 3ra dimensión mostrando 2do, 3er y 4to nivel, tolvas de dosificación de materias primas, dosificadores, bandas transportadoras y colectores de polvo.

Conclusiones Generales

En esta trabajo demuestro mi capacidad a través de la elaboración del proyecto arquitectónico industrial para la modernización del edificio de materias primas ubicado dentro de la fábrica de cemento en Lagunas Oaxaca, porque es una rama de la arquitectura en donde se diseña con la finalidad de resolver las necesidades visibles, palpables, tangibles y directas de los procesos de producción, la composición arquitectónica debe cumplir la exigencia correspondiente entre el ensamble y la línea de producción.

El arquitecto puede participar en el desarrollo de diseños de ingeniería mecánica en conjunto con los proyectos arquitectónicos industriales que forman parte del proceso de producción de cemento.

La contribución del arquitecto en los diseños de ingeniería mecánica es:

- Desarrollo de planos ejecutivos del diseño de ingeniería mecánica.
- Visión y entendimiento de los diagramas de flujo de producción.
- Interpretación de los diagramas de flujo para el desarrollo del diseño mecánico.
- Diseño de espacios que satisfacen las exigencias de los equipos y del personal técnico que los opera.
- Diseño de almacenes para envase y embarque de cemento.
- Diseño de sistemas de recuperación de polvo donde estos no interfieran en los espacios de circulación y accesos.
- Dar alternativas y soluciones de diseño que estén dentro del diagrama de flujo y no pueda ser realizado en sitio.

El aprendizaje adquirido en la carrera de Arquitectura de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán ha sido fundamental para mi desempeño profesional ya que me ha permitido incursionar en diferentes áreas de trabajo.

Bibliografía

Cupapizarras. (2023). *¿Qué es una pizarra roca? ¿Cómo se forma? Características*.
<https://www.cupapizarras.com/es/centro-recursos/faqs/que-es-pizarra-roca/>.

Enfermedades, A. p. (2020). *Sílice (Silica)*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts211.html#:~:text=La%20s%C3%ADlice%20se%20usa%20en,alimentos%2C%20pasta%20dental%20y%20cosm%C3%A9ticos.

Mexicominer.org. (2018). *Fluorita*. <https://mexicominer.org/tipos-de-minerales/fluorita-nuevo/>.

Minero, D. g. (2018). *perfil de mercado de la caliza*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419263/Perfil_Caliza_2018__T_.pdf.

Nación, M. d. (2019). *Produccion de Coque*. SRT.

Rodrigo. (2020). *Arquitectura industrial: estética y sostenibilidad en la industria*.
<https://usoarquitectura.com/arquitectura-industrial-estetica-y-sostenibilidad-en-la-industria/>.

Sierra, D. D. (2019). *Hematítes u oligisto*. <https://www.umadivulga.uma.es/museo-virtual/mineralogia/hematites-u-oligisto/#:~:text=El%20hematites%20es%20un%20mineral,zonas%20pantanosas%2C%20...%20>.