



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

“DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA
PLANTA PILOTO DE LA FES ZARAGOZA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

REYES DANIEL PADILLA ESPINOZA

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. CESAR SAÚL VELASCO HERNÁNDEZ



CIUDAD DE MÉXICO, 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

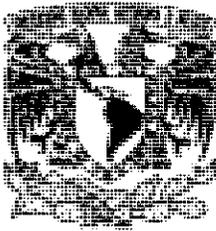


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR
PRESENTE.

Comunico a usted que al alumno(a) Padilla Espinoza Reyes Daniel
con número de cuenta 40603558-5 de la carrera Ingeniería Química, se le ha fijado el día 07 del mes de
Octubre de 2016 a las 09:00 horas para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de
exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE	I.Q. EDUARDO VÁZQUEZ ZAMORA
VOCAL	M. EN C. CESAR SAÚL VELASCO HERNÁNDEZ
SECRETARIO	I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
SUPLENTE	M. EN C. ANA LILIA MALDONADO ARELLANO
SUPLENTE	I.Q. ALDO FERNANDO VARELA MARTÍNEZ

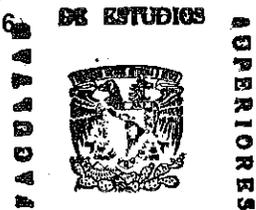
[Handwritten signatures of the jury members]

El título de la tesis que se presenta es: "Descripción, características y oportunidades de mejora en la
Planta Piloto de la FES Zaragoza".

Opción de Titulación: Convencional

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México, D. F. a 13 de Septiembre de 2016.

DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NUÑEZ
DIRECTOR



ZARAGOZA
DIRECCIÓN

Vo.Bo.

[Handwritten signature of Dominga Ortiz Bautista]
I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
JEFA DE LA CARRERA DE I.Q.

RECIBÍ:

OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES
Y DE GRADO

Agradecimientos:

No es fácil expresar en tan solo unas líneas lo agradecido que estoy con todas aquellas personas que con su colaboración me ayudaron a dar vida al presente trabajo. Resulta por demás complicado enunciar cada uno de los nombres de quienes contribuyeron al desarrollo de este proyecto puesto que sería injusto omitir alguno de ellos.

No obstante debo ser preciso al hacer énfasis en mi enorme gratitud con mi Universidad, con la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y especialmente con los dirigentes de la carrera de Ingeniería Química, que siempre me brindaron las facilidades, asesoría y apoyo para desarrollar cada uno de los capítulos que constituyen esta tesis.

Estoy orgulloso al ver que mi carrera está en buenas manos y me siento convencido de que grandes cosas están por venir.

Dedicatoria:

A lo largo de los años he tenido el privilegio de cruzarme en el camino de personas que han influido positivamente en mí y que definitivamente han cambiado el rumbo de mi vida.

Es por ello que deseo dedicar este importante logro profesional a las personas que me han acompañado en los buenos momentos y sobre todo han estado conmigo en los no tan buenos. Son mi familia y han llegado allí de diferentes formas, en distintas circunstancias y en diferentes momentos.

Me gustaría dedicar este trabajo especialmente a mis padres cuyo ejemplo de tenacidad, esfuerzo y dedicación son mi motor y mi motivación para ser mejor cada día, pues mi máximo anhelo es que se sientan tan orgullosos de mí como yo de ellos. Por otra parte se encuentra el amor de mi vida "Berenice" quien me mostró que las mejores cosas ocurren cuando menos las esperas y quien sin duda alguna es mi fuente de inspiración.



RESUMEN

La presente Tesis que lleva por título ***“Descripción, características y oportunidades de mejora en la Planta Piloto de la FES Zaragoza”*** es una investigación que pretende unificar la información referente a uno de los espacios de trabajo más importantes en el proceso de formación de ingenieros químicos al interior de nuestra Facultad.

Con el objetivo de proporcionar información fidedigna y bajo una estructura integrada por cinco diferentes capítulos, son abordados temas relacionados con la historia de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, las condiciones actuales en que se encuentra su Planta Piloto en la sección de Ingeniería Química; así como una serie de sugerencias para mejorar la seguridad de los usuarios.

En el **Capítulo 1** *“Un recorrido por la historia de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza”* el lector tendrá la posibilidad de regresar en el tiempo y revivir lo acontecido hace más de cuarenta años cuando se crea la ENEP Zaragoza como parte del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM. Se incluyen temas relacionados con el pasado de esta institución como los motivos que llevaron a seleccionar a la Delegación Iztapalapa como el sitio indicado para su construcción y el porqué de la existencia de dos campus universitarios cuando originalmente se tenía contemplado la creación de un único campus; asimismo, se hace énfasis en aspectos de la historia más reciente como el proceso de transformación de ENEP Zaragoza en FES Zaragoza y la creación de un Campus III localizado en Santa Cruz, Tlaxcala.

El **Capítulo 2** *“Conociendo la Planta Piloto desde sus cimientos”* se enfoca específicamente al diseño de la Planta desde una perspectiva arquitectónica y en él se muestran los principales elementos constructivos que constituyen el inmueble; para ello se apoya de planos y Modelos 3D que dan la oportunidad de visualizar desde distintos ángulos los detalles que están presentes en cada una de las fases que intervienen en el proceso constructivo de un edificio.

En el **Capítulo 3** *“Descripción de instalaciones”* es posible observar tanto en conjunto como de forma aislada las diferentes tuberías que recorren la Planta Piloto y que hacen llegar los servicios auxiliares a cada uno de los distintos puntos en donde son requeridos. Mientras tanto, en el **Capítulo 4** *“Equipos en Planta Piloto”* se hace una breve descripción de los equipos que existen al interior del inmueble y que son utilizados por los estudiantes en las distintas prácticas de Laboratorio y Taller de Proyectos.

Para finalizar, en el **Capítulo 5** *“Oportunidades de Mejora”* se realiza una serie de observaciones que tienen por objetivo hacer de la Planta Piloto un lugar más seguro, que cumpla con la normatividad vigente y se asemeje en lo más posible a lo que se encuentra en la industria.



INTRODUCCIÓN

El **trabajo de investigación desarrollado a lo largo de los distintos capítulos de este proyecto** es producto de innumerables horas de trabajo al interior de las instalaciones de la Planta Piloto de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y su **realización representó** un gran reto debido a la **carencia de información así como** a la poca confiabilidad de la misma.

No fue **una tarea sencilla llevar a cabo la selección de los diferentes temas que formarían parte** de la estructura del trabajo, pero **se tomó la decisión de** iniciar contando la historia de nuestra Facultad para transmitir el **espíritu y la esencia que están presentes en esta institución desde sus orígenes** y que **continúan vigentes hasta nuestros días**. Es importante resaltar el hecho de que no debe verse a **la Planta Piloto únicamente como un** edificio localizado al interior de una universidad, sino como una parte importante **de una gran institución educativa rica en historia** y con experiencias dignas de ser compartidas. Es por ello que para cumplir satisfactoriamente con **esta misión** fueron de gran utilidad textos como las **“Crónicas de la FES Zaragoza”** redactadas por el doctor Manuel Faustino Rico Bernal (*historiador de la Facultad*) y **cuyas anécdotas** representan el punto de partida de esta Tesis.

Posteriormente, y enfocados en el cumplimiento del objetivo planteado en un inicio fue necesario realizar una serie de actividades que permitieran **la recopilación de información para la construcción** de los principales Planos y Modelos 3D de la Planta Piloto; es decir, se hicieron las mediciones de los diferentes elementos constructivos que integran el edificio **para después** darse a la tarea de realizar **bosquejos preliminares en papel y finalmente hacer la transición del papel a un software de** dibujo efectuando las correcciones pertinentes.

Por este motivo los dibujos mostrados al interior **de estas páginas** se encuentran a escala y son lo **más** representativos a las condiciones actuales del inmueble; **asimismo, su implementación facilita la comprensión de los temas descritos y hace más** atractiva la lectura. Del mismo modo resulta interesante el seguimiento especial que se le da a las **tuberías** (tanto en trayectorias como en ramificaciones), puesto que es bien sabido que en la industria los servicios auxiliares juegan un papel muy importante y en esta tesis pueden ser apreciados de una forma muy sencilla mediante **isométricos** y modelos tridimensionales.

Con el apoyo de ingenieros especializados en el trabajo al interior de Planta Piloto fue posible realizar un levantamiento de **equipos y una breve descripción de las características más** significativas de cada uno de ellos; con lo cual se pretende complementar los temas antes expuestos y brindar una **visión global que integre inmueble, tuberías y equipos para un mejor conocimiento de este espacio**.



Este gran esfuerzo **estaría** inconcluso y **quedaría** limitado si en el enfoque no se tomara en **consideración** que no basta solamente con enumerar las cosas que no se encuentran bien en un lugar, sino que lo ideal es buscar la manera de resolverlas y para ello se debe tener un claro conocimiento del entorno y una actitud emprendedora que permita proponer nuevas alternativas. Dicho lo anterior y **sin más preámbulo** ha llegado el momento de finalizar con esta **sección y dar** inicio al desarrollo formal del proyecto, esperando se cumplan las expectativas que el lector se ha generado y disfrute del contenido de esta Tesis tanto como el autor ha disfrutado del proceso de **realización de cada una de las fases que la comprenden**.



OBJETIVOS DE LA TESIS

Objetivo General

- Realizar un compendio **integrado por Planos, Isométricos, Modelos 3D y Fotografías de la** Planta Piloto de la FES Zaragoza que le permita a la comunidad estudiantil y a los profesores de la carrera de Ingeniería **Química** conocer la forma en que se encuentra **diseñado este** espacio de trabajo, equipos que lo constituyen **y tuberías principales** que lo conforman.

Objetivos Particulares:

- Llevar a cabo un levantamiento de datos y equipos existentes al interior del inmueble que permita **obtener la información necesaria** para la **generación de** los Planos constructivos de la Planta Piloto, **identificación de** equipos fuera de servicio **y detección de** las causas que propician su mal funcionamiento.
- Realizar la construcción de Planos** y Modelos 3D que representen las condiciones actuales en que se encuentra la Planta Piloto de la FES Zaragoza utilizando el software de dibujo AutoCAD 2014.
- Proponer mejoras enfocadas al incremento de las condiciones de seguridad de los usuarios de la Planta Piloto.



JUSTIFICACIÓN

La presente Tesis surge con el objetivo de retribuir un poco de lo mucho que le debo a la **institución** educativa que me brindo la posibilidad de cursar mis estudios profesionales y la mejor forma que **encontré para hacerlo fue** aportando los conocimientos y experiencias adquiridas en el campo laboral **para resolver una problemática** que se ha venido presentando **en los últimos años** en la carrera de **Ingeniería Química** de la UNAM FES Zaragoza.

Dicha **problemática** consiste en el desconocimiento y la **falta de información** de uno de los espacios **de trabajo más** importantes en **la formación de ingenieros químicos: la “Planta Piloto”**; por este motivo **se tomó la decisión** de seleccionar y posteriormente desarrollar un proyecto de Tesis enfocado a describir sus **principales características en cuestión de diseño**, instalaciones y equipos para que de esta forma estudiantes, profesores y todas aquellas personas interesadas en el tema cuenten con un documento descriptivo que facilite el conocimiento del **área**.

Pero, ¿bajo qué argumentos se puede establecer que existe una carencia de información? La respuesta es sencilla, en primer lugar **antes de iniciar el proyecto se llevó a cabo una investigación** con profesores y trabajadores que realizan actividades al interior de la Planta Piloto para conocer **qué tan informados están sobre la historia y las características más relevantes del inmueble**. Tras esta **investigación quedó claramente reflejado que** existe un gran dominio en temas relacionados **con equipos, operación y principios básicos** que rigen su funcionamiento, pero que **a su vez está** presente un desconocimiento de las dimensiones, elementos que constituyen el edificio y la existencia de planos **arquitectónicos y de instalaciones**.

A pesar de la existencia de estos planos el hecho de que daten del año 1976 (año en que fueron utilizados para llevar a cabo el proceso constructivo del edificio) implica que en algunos casos ya no representen las condiciones actualmente vigentes. Resulta obvio que la distancia entre columnas sigue siendo la misma, que los niveles de los pisos no han cambiado y que el sistema de drenaje se **ha mantenido idéntico desde su creación**. Pero algunas cosas han cambiado y muestra de ello es el **sistema de iluminación** que ha modificado la cantidad y **distribución** de sus luminarias, o la **construcción de las aulas ET-PP-IQ que representan una reciente modificación a la arquitectura y** funcionalidad del edificio.

Estos cambios no deben ser ignorados y mucho menos en una universidad que se caracteriza por contar con profesionistas altamente calificados, por lo que este proyecto se crea para mostrar la **forma en que realmente se encuentra la Planta Piloto en el año 2016** desde una perspectiva sencilla **y fácil de comprender para un ingeniero químico, sin la necesidad de** contar con un especialista que interprete enormes planos de papel.



Para finalizar es importante **señalar que la decisión de** elegir a **AutoCAD 2014** como software de **dibujo para la construcción de** los **Planos, Isométricos y Modelos 3D** presentados se toma teniendo como base que AutoCAD es el programa **líder en diseño asistido por computadora a nivel mundial**. Ha sido el software de dibujo **más utilizado por ingenieros y arquitectos desde su creación en 1982** y por lo tanto si futuras generaciones de la carrera de **Ingeniería Química** o especialistas en otras **ingenierías** desean realizar modificaciones **a los diseños** presentados en este proyecto pueden efectuarlas **sin ningún inconveniente desde versiones posteriores** del programa.



ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto se limita a desarrollar una **descripción general de las principales características** del espacio de trabajo denominado **“Planta Piloto”**, sitio localizado al interior de las instalaciones del **Edificio de Tecnologías de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza** y constituido por cuatro diferentes zonas: Acceso, Plataforma Superior, Plataforma Inferior y Rampa.

Por este motivo no son consideradas dentro del alcance aquellas **áreas** que colindan con el espacio previamente definido como Planta Piloto, siendo el caso del **Cuarto de Máquinas, Almacén de Herramientas, Aulas ET-PP-IQ y Zona Anexa Exterior**; que durante el desarrollo del proyecto **serán** mencionadas **pero únicamente** con fines de referencia sin hacer **énfasis** en dimensiones, **características**, instalaciones y equipos.

A pesar que la **realización de este trabajo** pretende **abarcarse la mayor cantidad de información para atender los principales temas de interés referentes a la Planta Piloto de la FES Zaragoza** resulta imposible incluirlos todos bajo un solo documento ya que el **tiempo que esto demandaría** sumado a la complejidad que implica esta labor hace que la tarea no sea factible. Pero se espera que futuras **generaciones de ingenieros químicos puedan complementar esta información y mantenerla actualizada** en beneficio de la Facultad y su comunidad estudiantil.

Del mismo modo debe especificarse que dentro del contenido de la Tesis no se contempla la **realización** de planos referentes a cimentaciones, **ductos de aire y alimentaciones eléctricas** debido al desconocimiento que se tiene respecto a estos temas y a la **falta de información que impide llevar a cabo su construcción**. En la **sección** en que son mencionados los equipos existentes al interior de la Planta **no se efectúa el desarrollo** de planos ni modelos 3D, puesto **que las imágenes reales de los equipos brindan una mejor perspectiva del tema a diferencia de lo acontecido cuando se tocan los temas del inmueble y tuberías**.

Para finalizar es **importante señalar que los Planos, Isométricos y Modelos 3D** incluidos en esta tesis **son únicamente con fines de referencia para** representar las condiciones actuales presentes en la Planta Piloto, complementan a los Planos constructivos existentes que se encuentran a resguardo de la Jefatura de Mantenimiento y no los sustituyen en lo absoluto.



ÍNDICE

Resumen.....	I
Introducción.....	II
Objetivos.....	IV
Justificación.....	V
Alcance del Proyecto.....	VII
Capítulo 1. Un recorrido por la historia de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	
1.1. El origen de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....	1
1.2. Predios destinados para la construcción de la ENEP Zaragoza.....	3
1.3. Inauguración de la ENEP Zaragoza.....	6
1.4. El entorno de la ENEP Zaragoza.....	8
1.5. Etapa de transformación de ENEP Zaragoza en FES Zaragoza.....	10
1.6. Oferta Educativa de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....	12
1.7. El Campus III de la FES Zaragoza.....	13
1.8. La carrera de Ingeniería Química dentro de la FES Zaragoza.....	14
1.9. La Planta Piloto de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....	16
Capítulo 2. Conociendo la Planta Piloto desde sus cimientos	
2.1. Localización de la Planta Piloto de la FES Zaragoza.....	17
2.2. Descripción arquitectónica del Inmueble.....	20
2.3. Nivelación y Pisos.....	27
2.4. Sistema de Drenaje.....	30
2.5. Elementos estructurales de concreto (Columnas y Trabes).....	37
2.6. Muros de Block Vidriado.....	42
2.7. Muros de Tablaroca.....	46
2.8. Puertas y ventanas en Planta Piloto.....	48
2.9. Otros elementos en Planta Piloto (barandales, malla ciclónica y rejillas).....	50
2.10. Iluminación en Planta Piloto.....	52
2.11. Techumbre.....	54



Capítulo 3. Descripción de Instalaciones

3.1. Líneas Principales.....	57
3.2. Tuberías de Agua de Servicio.....	61
3.3. Tuberías de Aire.....	62
3.4. Tuberías de Vacío.....	63
3.5. Tuberías de Gas L.P.....	64
3.6. Tuberías de Vapor.....	65
3.7. Tuberías de Retorno de Condensados.....	66
3.8. Tuberías de Agua de Enfriamiento.....	67
3.9. Tuberías de Retorno de Agua de Enfriamiento.....	68

Capítulo 4. Equipos en Planta Piloto

4.1. Localización de Equipos.....	71
4.2. Filtro Prensa.....	73
4.3. Filtro Rotatorio Continuo.....	75
4.4. Equipo de Mezclado.....	77
4.5. Mini Torre de Enfriamiento.....	78
4.6. Planta Purificadora de Agua.....	79
4.7. Evaporador I.....	81
4.8. Evaporador II.....	82
4.9. Equipo de Flujo de Fluidos (P.V.C.).....	83
4.10. Filtro de alta pureza (Millipore).....	84
4.11. Sistema de Filtrado de Alta Presión.....	85
4.12. Tanques para Tratamiento de Agua.....	86
4.13. Torre de Burbujeo.....	87
4.14. Equipo de Flujo de Fluidos (metálico).....	88
4.15. Sistema de Análisis de Bombeo.....	89
4.16. Intercambiadores de Calor.....	90
4.17. Equipo de Flujo de Fluidos (vidrio).....	91
4.18. Intercambiador de Calor (vidrio).....	92
4.19. Equipo de Extracción Líquido-Líquido y Equipo de Destilación.....	93
4.20. Columnas de Destilación de vidrio.....	94
4.21. Reactor Batch.....	95
4.22. Sistema Didáctico de Bombas en Serie y en Paralelo.....	96
4.23. Reactor de vidrio.....	97
4.24. Columna de Extracción.....	98



4.25.	Equipo Purificador de Agua.....	99
4.26.	Simulador de Caldera.....	100
4.27.	Evaporador doble efecto.....	101
4.28.	Separador de Lecho Fluidizado.....	102
4.29.	Columna de Destilación Metálica.....	103

Capítulo 5. Oportunidades de Mejora

5.1.	Separación de Áreas (Planta Piloto-Aulas).....	107
5.2.	Adecuada identificación de Tuberías.....	111
5.3.	Colocación de Rejilla Tipo Irving en zonas faltantes del Sistema de Drenaje.....	113
5.4.	Reparación de Equipos.....	115
5.5.	Instalación de Regadera de Emergencia con lavajos.....	118
5.6.	Implementación de Botiquín de Primeros Auxilios.....	119

Conclusiones.....	121
-------------------	-----

Bibliografía.....	123
--------------------------	------------

ANEXOS



CAPÍTULO 1.

“UN RECORRIDO POR LA HISTORIA DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA”.





1.1. El origen de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza surge como parte del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM creado en el año 1974 con la finalidad de dar solución a la problemática que representaba el alarmante crecimiento de la población universitaria.

Al crearse Ciudad Universitaria en 1954 el diseño arquitectónico, organizaciones administrativas y estructuras académicas fueron desarrolladas para dar servicio a una población aproximada de 30 mil estudiantes; pero desde entonces se presentó un constante aumento en la población estudiantil siendo muestra de ello que mientras en el año de 1958 acudían a CU cerca de 30 mil estudiantes, para 1970 la cifra se incrementó a 64 mil y aproximadamente a 86 mil para 1974.

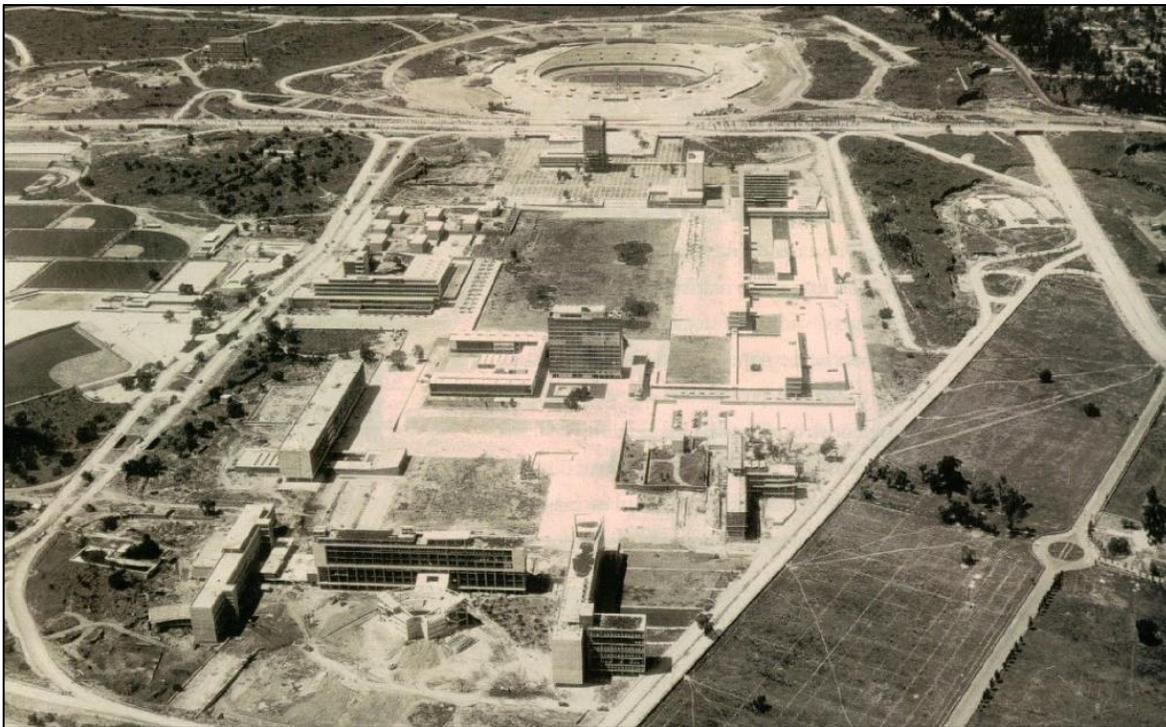


FIG. 1.1. Vista Panorámica de Ciudad Universitaria en octubre de 1952.

FUENTE: <http://mmcim-reactive.blogspot.mx/>

A pesar de que las instalaciones de CU se encontraban en continuo crecimiento gracias a la **construcción de nuevos espacios o mediante la ampliación** de los espacios ya existentes, el crecimiento estudiantil superaba por mucho el crecimiento de las instalaciones teniendo como consecuencia fuertes aglomeraciones en aulas, **detrimento de la calidad académica del estudiantado**, **graves restricciones en el uso del espacio para desarrollar labores de investigación**, dificultades en la vialidad interna, distancias considerables entre puntos del campus, deficiencia en los servicios, entre otras.



Un problema de esta índole requería de una solución integral que tomara en consideración el inconveniente concentrar en un solo punto geográfico la impartición de educación universitaria ya que una gran cantidad profesores, alumnos y trabajadores se desplazaban distancias considerables a través de la Ciudad de México para poder acceder a las instalaciones de CU; asimismo el hecho de continuar edificando aulas dentro de Ciudad Universitaria implicaba acrecentar aún más los graves problemas ya existentes.

De esta forma, tras evaluar diferentes posibilidades para dar solución al problema se decide que la mejor opción es hacer crecer el sistema UNAM en distintos puntos estratégicos de la metrópoli; es decir, acercar la educación universitaria a zonas con altos índices de población joven mediante la creación de escuelas denominadas ENEP (Escuela Nacional de Estudios Profesionales). Para localizar adecuadamente los nuevos campos se realizó un estudio demográfico de zonas de interés, identificando que el 32% de la demanda de estudios profesionales de la UNAM provenía de la región Norte, Noreste y Este de la zona metropolitana.

Con base en lo anterior se proyectaron los nuevos campos universitarios y así el “Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM” iniciado por el Rector Pablo González Casanova se ve finalizado por su sucesor el Doctor Guillermo Soberon Acevedo entre los años 1974 a 1976 con la construcción de la ENEP Cuautitlán (1974), las ENEP Acatlán e Iztacala (1975) y finalmente con las ENEP Aragón y Zaragoza (1976). Las tres primeras localizadas en el Noroeste del Área Metropolitana mientras que las dos restantes en la zona Oriente de la Ciudad.



FIG. 1.2. Inicio del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM con la construcción de la FES Cuautitlán.

FUENTE: <https://es.pinterest.com/pin/441915782158526477/>



1.2. Predios destinados para la construcción de la ENEP Zaragoza

Con el objetivo de cumplir con el “Programa de descentralización de actividades” de la zona de Ciudad Universitaria se inició la tarea de buscar los lugares idóneos para albergar las nuevas Unidades Académicas denominadas ENEP (Escuela Nacional de Estudios Profesionales). Tomando en consideración el estudio demográfico realizado por la UNAM que sustentaban dicho programa, se llegó a la conclusión de que la creación de los nuevos Centros Escolares debía atender a la población de las zonas Noroeste y Oriente del área Metropolitana, siendo indispensable el cumplimiento de dos requisitos básicos: *amplitud de terreno (para la construcción de las instalaciones) y accesibilidad al lugar a través de las diferentes vías de comunicación (presentes y futuras)*.

Fue entonces cuando el rector de la Universidad, doctor Guillermo Soberón Acevedo realizó viajes en helicóptero por la zona Oriente de la Ciudad de México y decidió que la ubicación sobre la Calzada Ignacio Zaragoza sería la mejor opción para llevar a cabo la construcción de la ENEP Zaragoza, siendo un lugar apropiado al contar con medios de transporte suficientes y un gran cumulo de población joven.



PREDIOS DESTINADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ENEP ZARAGOZA

En el siguiente plano se muestran las dimensiones y áreas de lo que originalmente sería el único Campus de la ENEP Zaragoza. Son representados los lotes en que se dividiría el predio de 94,882.66 m² tras la construcción de la Avenida J.C. Bonilla.

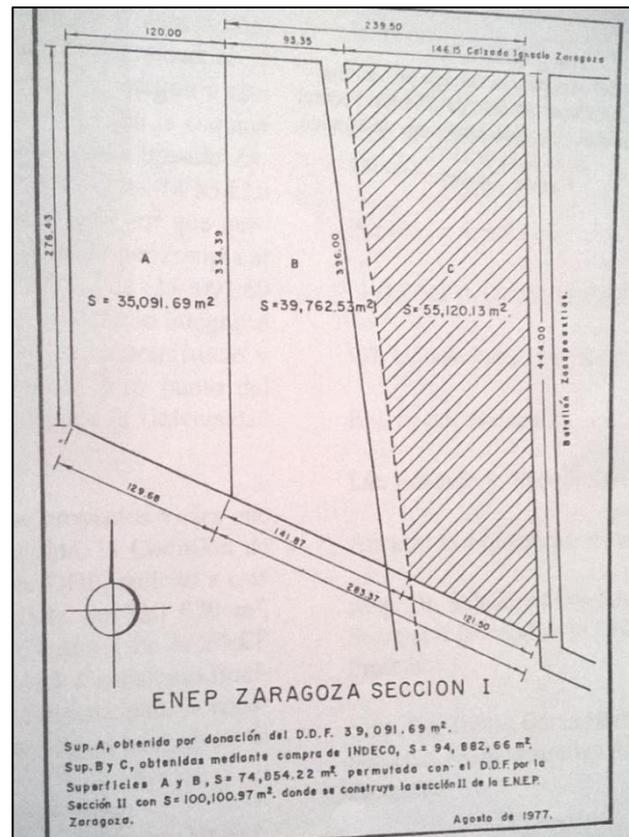


FIG. 1.3. Predios destinados originalmente para la construcción de la ENEP Zaragoza (Agosto 1977).

FUENTE: Crónica de la FES Zaragoza “Las raíces de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y otras crónicas”.



De esta forma el día 28 de julio de 1975 se llevó a cabo una reunión entre representantes del Departamento del Distrito Federal (DDF) y representantes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el predio ubicado sobre la Calzada Ignacio Zaragoza, Unidad Habitacional Ejército de Oriente con el objeto de realizar la entrega provisional del terreno destinado para la construcción de una de las nuevas escuelas de enseñanza de nivel superior. El predio donado por el DDF de 35,091.69 m² es tomado en posesión por la UNAM tras firmar el Acta de Entrega Provisional y efectuar un recorrido en campo verificando ubicación, superficie, linderos y medidas.

En agosto del siguiente año la Universidad adquirió por compra-venta al INDECO (Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad Rural y a la Vivienda Popular) un terreno con una superficie de 94,882.66 m², de acuerdo al Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto de 1976 que especifica que el terreno sería utilizado para construir la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza.

Ese mismo año el predio recién adquirido por la UNAM es dividido en dos partes debido a que el Departamento del Distrito Federal inició la construcción de la Avenida J. Crisóstomo Bonilla; mientras que el primer lote con una superficie de 55,120.13 m² se utiliza para edificar el Campo I de la ENEP Zaragoza, el segundo lote de 39,762.53 m² queda separado del primero y parcialmente ocupado por la ya citada avenida, quedando en su interior 2 edificios en procesos de construcción que nunca fueron utilizados por la Universidad.



FIG. 1.4. Construcción de la Avenida J. C. Bonilla en el año de 1976.

FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=jw0-FXGN97U>



Posteriormente ya en el año de 1977 el Departamento del Distrito Federal solicita a la universidad regresarle el lote de terreno en que se localizan los 2 edificios inconclusos con la finalidad de alojar en esta área las instalaciones de la Central de Abasto de la Ciudad de México, a cambio se le entregaría como medida de compensación un terreno con superficie de 100,000.97 m² ubicado en la colonia “El Paraíso”; sitio donde actualmente se localiza el Campo II de la FES Zaragoza.

Es importante señalar que el predio de 35,091.69 m² originalmente donado en julio de 1975 por el DDF fue destinado para la construcción de una Unidad Habitacional y diversas instalaciones del propio Departamento por lo que en esta área nunca albergó la nueva Central de Abasto. Finalmente, la última donación de terreno a la ENEP Zaragoza se dio el día 27 de septiembre de 1987 cuando por “Acta Provisional” el DDF entregó a la Universidad un terreno de 4,472.00 m² en la Av. Azcárraga Vidaurreta destinado para la construcción del CENDI Zaragoza.



FIG. 1.5. Etapa de construcción de la UNAM ENEP Zaragoza Campo I.

FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=jw0-FXGN97U>



1.3. Inauguración de la ENEP Zaragoza

La ceremonia de inauguración de la entonces ENEP Zaragoza tuvo lugar el día 19 de enero de 1976 en el auditorio de Campo I comenzando a las 11:00 de la mañana y finalizando una hora después con el recorrido de sus instalaciones. Fue una ceremonia solemne breve, sencilla y emotiva, siendo el médico cirujano Jorge Hernández y Hernández jefe de la División de Ciencias de la Salud y del Comportamiento quien fungió como maestro de ceremonias y únicamente hicieron uso de la palabra el rector de la UNAM doctor Guillermo Soberón Acevedo y el médico cirujano José Manuel Álvarez Manilla director fundador de la ENEP Zaragoza.

El presídium estuvo integrado por distinguidas personalidades de la UNAM, la Rectoría y de la ENEP Zaragoza; como era de esperarse asistieron un gran número de visitantes de honor, muchos de los cuales venían de la inauguración de la ENEP Aragón que se llevó a cabo ese mismo día.



FIG. 1.6. Inauguración de la ENEP Zaragoza en el Auditorio de Campo I

FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=jw0-FXGN97U>.

Cabe mencionar que durante el recorrido por las instalaciones se presentaron múltiples comentarios por parte de los asistentes, algunos positivos y optimistas mientras que otros tantos de carácter negativo. Para algunas personas resultaba extraordinario que en una zona como Iztapalapa se hubiera podido llevar a cabo un proyecto tan grande como este, construyendo en un periodo de tiempo relativamente corto una escuela con las condiciones suficientes para iniciar las actividades académicas; mientras que para otros resultaba increíble que se inaugurará una nueva ENEP sin estar completamente terminada y no podían entender el motivo por el cual la ENEP Zaragoza se localizara en el Distrito Federal mientras que las otras cuatro escuelas descentralizadas se encontraban ubicadas en el Estado de México.



Es importante señalar que acuerdo a información proporcionada ese mismo año, el costo aproximado de la construcción de la escuela fue de alrededor de 50 millones de pesos y la unidad completa quedaría concluida tres años después de la fecha de inauguración. De esta forma y a pesar de la diversidad de opiniones la escuela se inauguró **entre buenos augurios**, con gente muy joven pero entusiasta y comprometida con la UNAM.

Así, con la inauguración de la ENEP Zaragoza se daba por terminado el llamado “Proceso de Descentralización Universitaria”; programa cuya principal misión era acercar a la UNAM a los grandes centros de población como Naucalpan, Ciudad Satélite, Ciudad Azteca y Ciudad Nezahualcóyotl.



FIG. 1.7. Recorrido por las instalaciones en la Inauguración de la ENEP Zaragoza.

FUENTE: Libros de las Crónicas de la FES Zaragoza 1996-2001.



1.4. El entorno de la ENEP Zaragoza

El oriente de la Ciudad de México se encuentra formado por la delegación Iztapalapa del Distrito Federal y por los municipios de Los Reyes y Nezahualcóyotl del Estado de México; se caracteriza por ser una zona con innumerables limitaciones, carencias y problemas integrada por dos tipos de comunidades: por un lado lugares muy antiguos con tradiciones centenarias y un sentimiento de pertenencia y arraigo muy profundos; por otra parte grandes núcleos poblacionales de creación contemporánea formados a partir de una constante migración procedente de diferentes estados de la República y de la Ciudad de México que debido a su súbito crecimiento y falta de planeación carecen de los servicios urbanos más elementales, escasa seguridad y falta de salubridad.

Es precisamente en esta zona oriente donde se localiza la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, una institución que desde sus primeros días tuvo ante sí un reto por el simple hecho de su ubicación. Un reto que la mayoría de universidades jamás llegarán a experimentar y que trae consigo un gran compromiso social para hacer mejor el entorno que la rodea.

Si bien es cierto que el inicio fue complicado y no solo por las frecuentes polvaredas ocasionadas por las características propias de la región, ni por los lodazales en temporada de lluvias y mucho menos por los malos olores a causa de los tiraderos de basura cercanos. Existían otros factores que complicaban aún más la situación como el deficiente sistema de transporte que impedía acceder con facilidad al lugar, la deficiente seguridad que hacía que la comunidad zaragozana viviera actos de violencia constantemente, los asaltos a las instalaciones de las clínicas y el robo de automóviles, por mencionar algunos.



FIG. 1.8. Vista Panorámica del Campo I de la ENEP Zaragoza.

FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=jw0-FXGN97U>



No obstante, es importante resaltar que no todo era negativo ya que el establecimiento de esta institución trajo consigo un impacto positivo en la región. Acercando la educación superior a una zona antes ignorada, mejorando poco a poco servicios urbanos tales como transporte, **pavimentación**, banquetas, luz, agua, drenaje, vigilancia, etc. y mejorando los servicios de salud mediante **consultas médicas, consultas odontológicas y atención psicológica**.

Es por ello que seguramente en quien estuvo la decisión de elegir el sitio donde habría de situarse una de las nuevas instituciones de la Universidad Nacional, tuvo en mente a todas estas comunidades con sus carencias para elegir este lugar y no otro; porque definitivamente el entorno de una persona o institución forma parte de la historia de ellas mismas, lo influye y es influido por él.



FIG. 1.9. Entorno de la ENEP Zaragoza en 1976.

FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=jw0-FXGN97U>



1.5. Etapa de transformación de ENEP Zaragoza en FES Zaragoza

El proceso de transformación de ENEP Zaragoza en FES Zaragoza estuvo liderado por el entonces director de esta institución doctor Benny Weiss Steider (periodo 1990-1998) ya que para poder obtener el grado de Facultad la escuela debía desarrollar un Plan de Estudios de doctorado, mismo que debía ser aprobado por el Consejo Universitario.

La historia se desarrolla de la siguiente manera: tras asumir la dirección de la ENEP Zaragoza el doctor Benny Weiss Steider se da a la tarea de investigar el número de maestros con el grado de doctor en el área de Biomedicina (siendo aproximadamente una veintena) contando con la cantidad suficiente de recursos humanos capacitados para impartir un programa doctoral y las instalaciones necesarias para el buen desarrollo de proyectos de investigación.

El primer acercamiento entre el director y sus profesores con el grado de doctorado en Biomedicina se lleva a cabo en una reunión organizada por el doctor Benny Weiss Steider en la que les solicita su apoyo para desarrollar un Plan de Posgrado a Nivel Doctorado para la ENEP Zaragoza; proyecto que los asistentes toman con entusiasmo y que tras pocos meses de trabajo bajo la dirección del doctor Roberto Domínguez Casalá y con el constante seguimiento y colaboración del director de la ENEP se encuentra listo para sus primeras revisiones.

El proyecto fue puesto a consideración del Consejo Técnico de Posgrado y el Consejo Técnico de la ENEP Zaragoza quienes después de estudiarlo y hacer las correcciones pertinentes dieron su aprobación. El siguiente paso consistió hacer llegar el Plan de Estudios a las instancias centrales de Administración Escolar y la Coordinación General de Estudios de Posgrado, donde pasó satisfactoriamente al contar con todos los elementos establecidos en la normatividad de la UNAM.

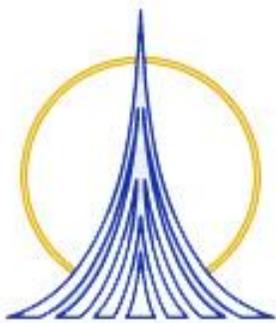


FIG. 1.10. Doctor Benny Weiss Steider (periodo 1990-1998).

FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=jw0-FXGN97U>



Fue turno de presentar el proyecto de Plan de Estudios a la Subcomisión del Área del Consejo General de Estudios de Posgrado donde se llevó a cabo una exposición completa de los diferentes puntos y tras atender las recomendaciones recibidas fue presentado ante el pleno del Consejo siendo aprobado por unanimidad. Posteriormente fue remitido a la Comisión de Trabajo Académico del Consejo Universitario teniendo como principal obstáculo para conseguir su aprobación demostrar que los veinte doctores de la ENEP Zaragoza sumados a los veinte doctores externos que colaboraban con proyectos en la institución eran suficientes para garantizar el éxito del plan; fue allí cuando los éxitos obtenidos por los profesores, el gran número de publicaciones y la calidad de su contenido consiguieron la aprobación.

Finalmente el proyecto de doctorado es presentado ante el Consejo Universitario tras seis meses de constantes revisiones por los múltiples cuerpos colegiados. Siendo en la sesión del día 19 de mayo de 1992 cuando el Plan de Estudios de doctorado es aprobado y con ello de acuerdo a la legislación vigente, la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza pasa a tener la denominación de Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.



FIG. 1.11. Fachada de Edificio en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

FUENTE: <http://www.panoramio.com/photo/45125102>



1.6. Oferta Educativa de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza cumple con la misión de impartir educación en licenciatura y posgrado para formar profesionistas, profesores e investigadores en las áreas de ingeniería química, químico biológicas, de la salud y el comportamiento.

LICENCIATURAS

Ofrece 8 licenciaturas que se imparten en sus tres distintos campus, cuatro de ellas en las instalaciones del Campo 1, tres en Campo 2 y solamente una en Campo 3.



FIG. 1.12. Licenciaturas en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

POSGRADO

Se divide en cuatro especialidades, cinco maestrías y dos doctorados.



FIG. 1.13. Estudios de Posgrado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza



1.7. El Campo III de la FES Zaragoza

El recientemente creado **“Campo III”** de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza inicia actividades el día 10 de agosto del año 2015 con una matrícula inicial de 10 estudiantes de la licenciatura en Desarrollo Comunitario para el Envejecimiento, teniendo como director de la institución al doctor Víctor Manuel Mendoza Núñez.

El Campus se localiza en lo que en el pasado fueron las instalaciones de la Fabrica San Manuel en el municipio de Santa Cruz Tlaxcala. Con el desarrollo de esta licenciatura se tiene por objetivo formar profesionales con un enfoque interdisciplinario que tengan la **capacidad para diseñar planes y desarrollar programas que permitan potenciar las capacidades físicas, psicológicas y sociales de las personas a medida que envejecen para lograr su desarrollo integral dentro de la comunidad.**

Es importante señalar que a poco menos de tres meses de entrar en funcionamiento, el 3 de noviembre del mismo año se llevó a cabo una visita de trabajo encabezada por el entonces rector de la UNAM José Narro Robles y por el gobernador del Estado Mariano González Zarur; evento en que fue anunciado el arranque de Cursos de Idiomas y de un Centro de Desarrollo para la atención de adultos mayores (**actualmente ya se brinda servicio médico a la comunidad**).

Entre las instalaciones con que cuenta el Campus se encuentran el Laboratorio de Biodiversidad (espacio donde se pretende trabajar con diferentes grupos de insectos) y el Laboratorio de Tejidos Vegetales, recientemente equipado con el apoyo del Conacyt y del gobierno local.



FIG. 1.14. Fotografía del Campo III de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

FUENTE: <http://132.248.60.115:8081/moodle25/course/index.php?categoryid=38>



1.8. La Carrera de Ingeniería Química dentro de la FES Zaragoza

En México existen varias instituciones de educación superior públicas y privadas que ofrecen la carrera de Ingeniería Química; la mayoría de ellas se concentran en la enseñanza de las operaciones unitarias que se emplean comúnmente en la fabricación de productos por lo que tienden a formar ingenieros químicos especialistas en el área técnica pero perdiendo de vista los demás aspectos que intervienen en un negocio.

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza ofrece una licenciatura en Ingeniería Química única en su tipo, que se distingue por combinar los aspectos técnicos (procesos) con aspectos administrativos y económicos (proyectos). Por lo tanto sus egresados tienen la capacidad de comprender y resolver integralmente los problemas de la industria.

Es interesante señalar que cuando la entonces denominada ENEP Zaragoza inicia actividades académicas el 19 de enero de 1976, la carrera de Ingeniería Química no contaba con un Plan de Estudios aprobado por la UNAM por lo que fue necesario aplicar el Plan de Estudios vigente de la Facultad de Química; siendo hasta marzo de 1977 cuando el H. Consejo Universitario diera su aprobación al Plan de Estudios de 430 créditos, 18 módulos y 9 semestres para la licenciatura en Ingeniería Química, el cual sería actualizado en el año 2012 y a partir de entonces se encuentra constituido de la siguiente manera:

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA QUÍMICA	430 Créditos
	37 Asignaturas
	Duración 9 Semestres
	Mixto (por asignaturas y modular)
	Totalmente Presencial

FIG. 1.15. Estructura del Plan de Estudios de Ingeniería Química.

Vale la pena resaltar que desde su creación en 1976 la carrera sigue el modelo educativo conocido como **ABP** o **A**prendizaje **B**asado en **P**roblemas, en donde a partir del 4to semestre los futuros ingenieros plantean y desarrollan proyectos con los conocimientos adquiridos en cada una de las **asignaturas del módulo que cursan**. Asimismo la existencia de una Planta Piloto al interior de las instalaciones **permite que los estudiantes de ingeniería puedan poner en práctica las diferentes operaciones unitarias vistas en el transcurso de los semestres**.



Se dice que el Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Química es mixto debido a que está integrado por asignaturas y por módulos. El Ciclo Básico tiene una duración de 3 semestres en los que se imparten 12 asignaturas con un valor curricular de 142 créditos; por otra parte el Ciclo Profesional consta de 6 módulos con valor total de 288 créditos y se cursa durante los seis semestres restantes.

CICLO BASICO		CICLO PROFESIONAL	
Duración:	3 Semestres 142 créditos	Duración:	6 Semestres 288 créditos
Materias:	Seminario de Problemas Socioeconómicos Matemáticas I y II; Bioestadística Química I, II y III Fisicoquímica I y II Laboratorio de Ciencia Básica I, II y III	Módulos:	Análisis de Procesos Manejo de Materiales Manejo de Energía Procesos de Separación Diseño de Procesos Desarrollo de Proyectos

FIG. 1.16. Materias y Módulos que constituyen el Plan de Estudios de Ingeniería Química.



1.9. La Planta Piloto de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Se denomina “Planta Piloto” a una planta de proceso a **escala reducida que con frecuencia se diseña, construye y opera para obtener información sobre un determinado proceso físico o químico** con el objetivo de determinar experimentalmente si un proceso **es técnica y económicamente viable**. Además con la información obtenida se pueden establecer los **parámetros de operación óptimos** que sirven de base para su escalamiento a nivel Industrial.

Dentro de las instalaciones de la UNAM FES Zaragoza se cuenta con una Planta Piloto, espacio destinado para que los estudiantes que cursan el **séxto y séptimo** semestre de la licenciatura en Ingeniería Química puedan llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en el aula de clases. Es importante mencionar que el Plan de Estudios de la carrera está diseñado para que dentro de la asignatura de Laboratorio y Taller de Proyectos de los Módulos: “Manejo de Energía” y “Procesos de Separación” los futuros ingenieros desarrollen destrezas y habilidades mediante la realización de prácticas experimentales que complementan su formación académica.

Asimismo, el trabajar al interior de las instalaciones de Planta Piloto representa para la mayoría de los estudiantes el primer acercamiento con la industria debido a que operan diferentes equipos como Bombas, Tanques, Equipos de Mezclado, Equipos **de desmineralización de agua**, Filtros y Molinos; **controlan la apertura y cierre de válvulas en función de las necesidades particulares de cada práctica** e identifican los diferentes servicios que se requieren en los procesos industriales como agua de enfriamiento, aire, vapor, vacío, gas y agua de proceso.



FIG. 1.17. Fotografía del interior de la Planta Piloto de la FES Zaragoza.



CAPÍTULO 2.

“CONOCIENDO LA PLANTA PILOTO DESDE SUS CIMIENTOS”.





2.1. Localización de la Planta Piloto de la FES Zaragoza

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se encuentra formada por tres Campus Universitarios; los dos primeros se localizan en distintos puntos de la Delegación Iztapalapa en la Ciudad México mientras que el tercero está situado en el Municipio de Santa Cruz en el Estado de Tlaxcala.

Para fines del presente proyecto únicamente nos enfocaremos en el Campo II de la FES Zaragoza localizado en Batalla 5 de Mayo S/N Colonia Ejército de Oriente, Delegación Iztapalapa.

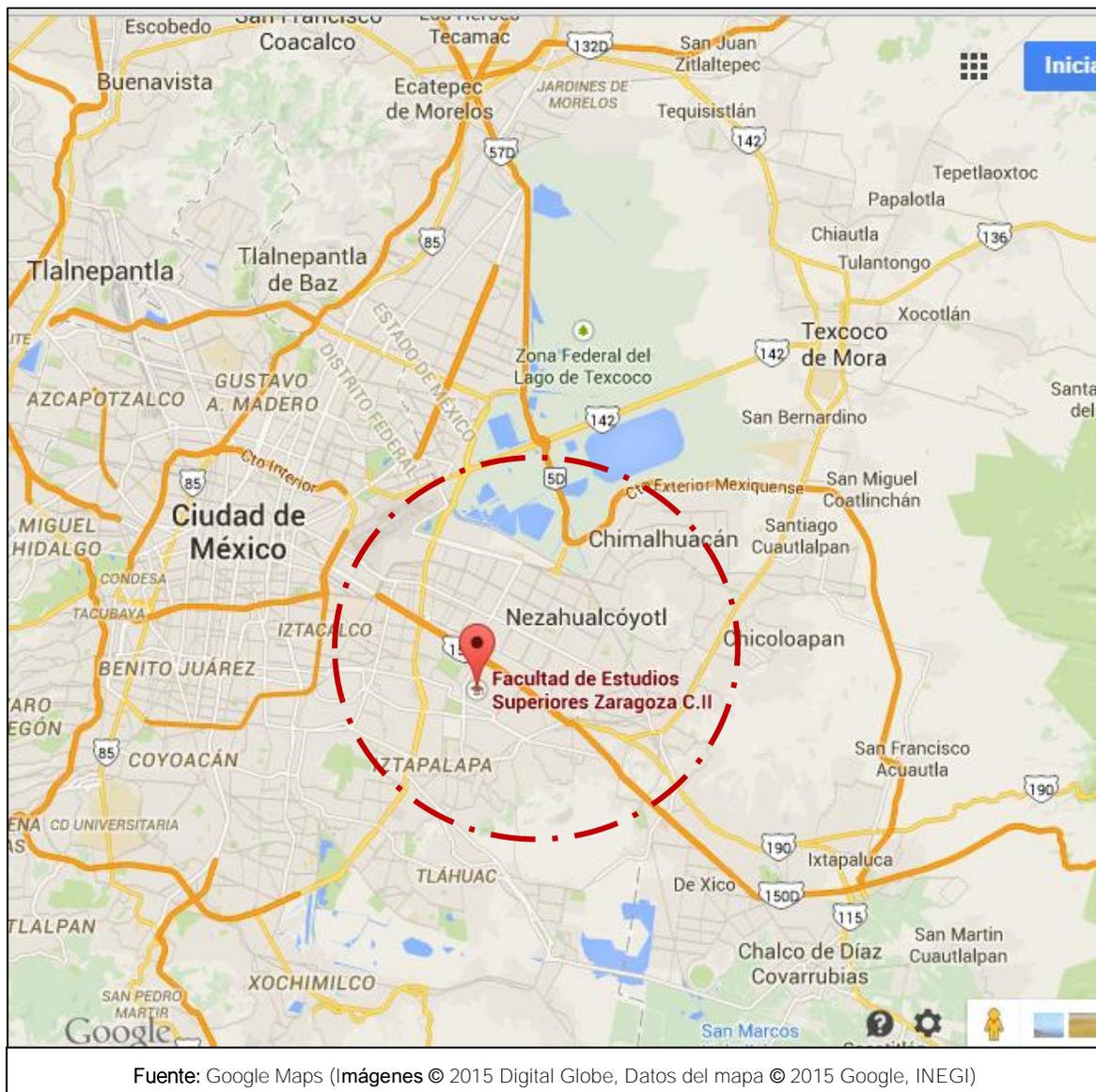
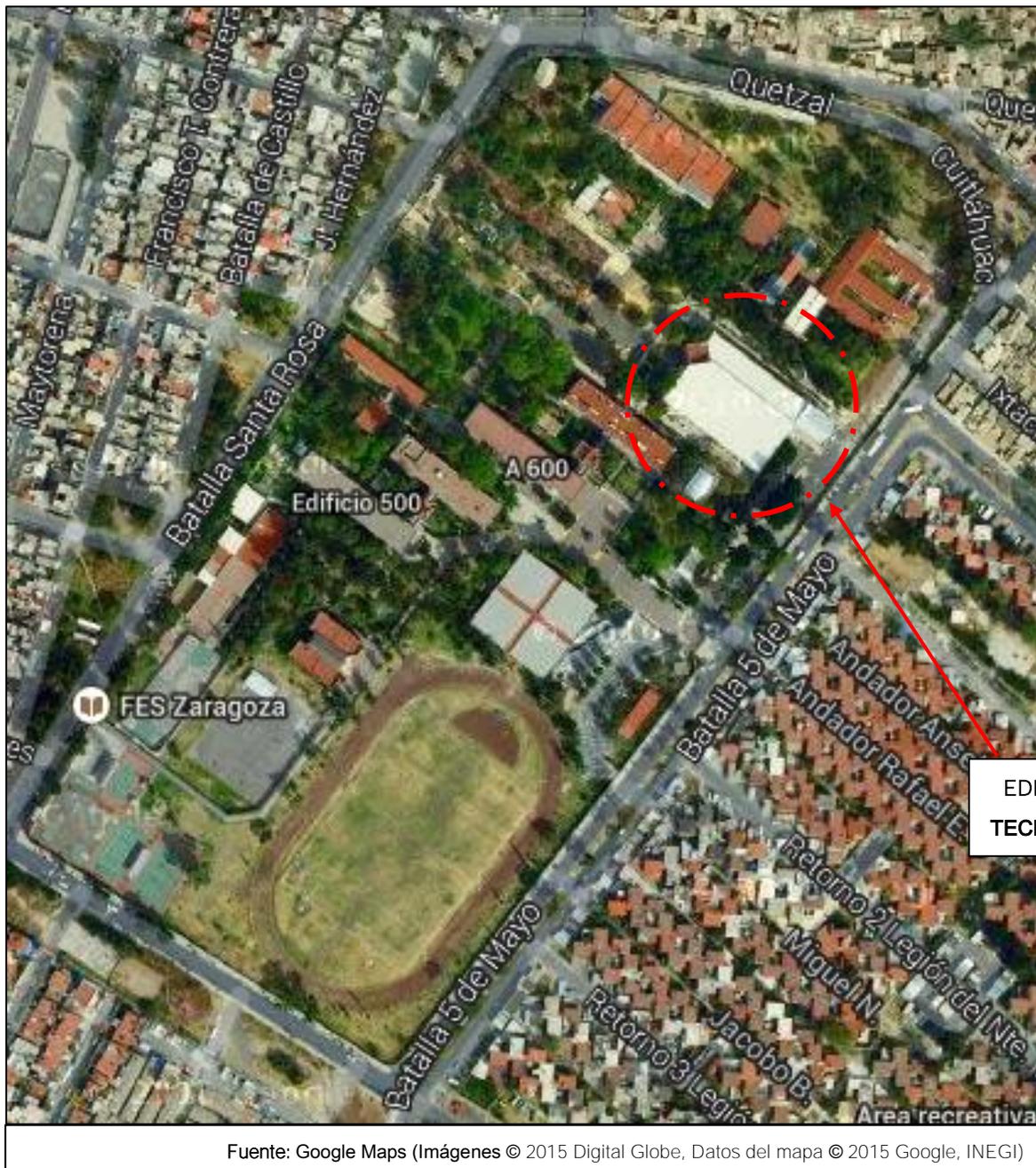


FIG. 2.1. Mapa de localización del Campo II de la UNAM FES Zaragoza.



Con una extensión de terreno de 100,000.97 m² el Campo II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza cuenta las siguientes instalaciones: Biblioteca, Edificio de Gobierno, Edificio de Actividades Deportivas, Cancha de Fútbol Rápido, Cancha de Fútbol Soccer, Sala de Radio y Televisión, Centro de Acopio, Museo Zoológico, Invernadero, Bioterio, Almacén de Reactivos, Edificio de Servicios Generales, Edificio de Tecnologías y Edificios A-5, A-6, L-3 y L-4.



Fuente: Google Maps (Imágenes © 2015 Digital Globe, Datos del mapa © 2015 Google, INEGI)

FIG. 2.2. Vista Satelital del Campo II de la UNAM FES Zaragoza.



La Planta Piloto de la FES Zaragoza se ubica al interior del Edificio de Tecnologías; inmueble que también alberga la Jefatura de Carrera y Coordinaciones de Ciclo Básico, Intermedio y Terminal de la licenciatura de Ingeniería Química, Área de Laboratorios de Biología, Q.F.B e Ingeniería Química, Interlaboratorios, Laboratorio de Computación, Cubículos de profesores de tiempo completo y Área de Sanitarios.

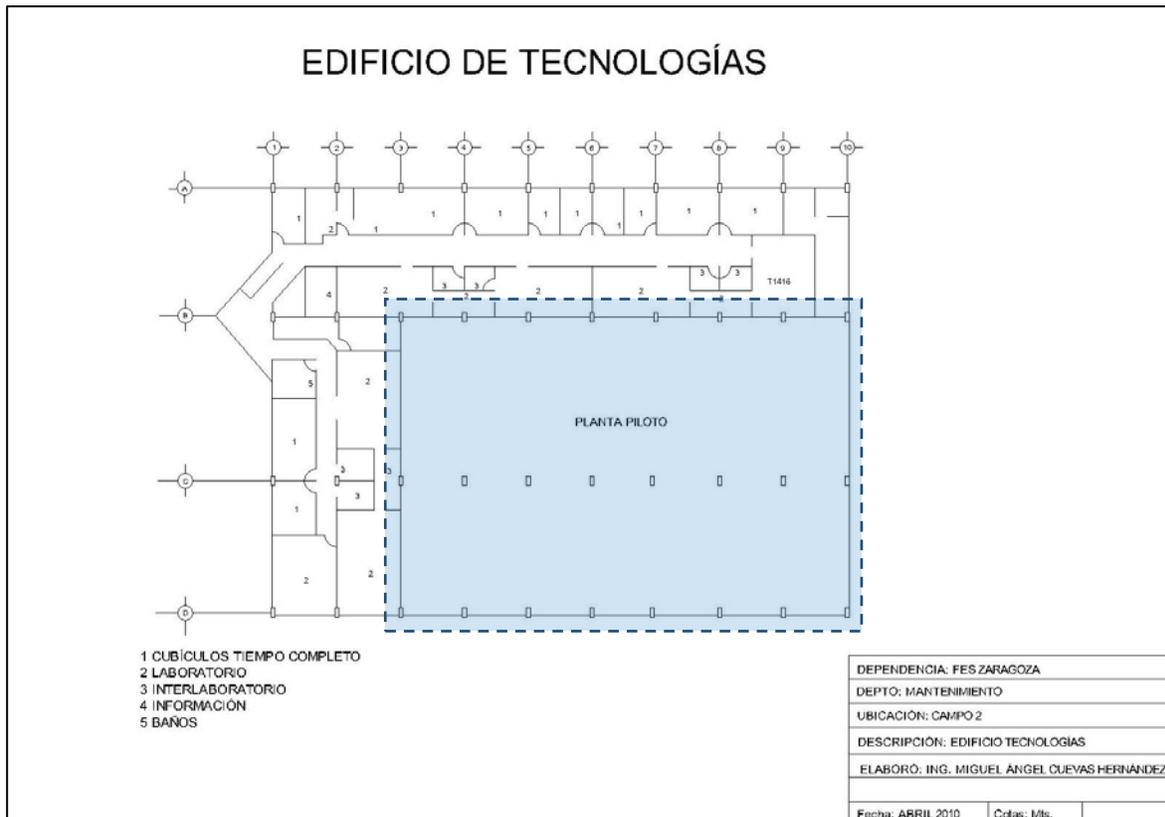


FIG. 2.3. Plano del Edificio de Tecnologías.



2.2. Descripción arquitectónica del Inmueble

En el presente capítulo se llevará a cabo una descripción general de la Planta Piloto de la FES Zaragoza desde un punto de vista arquitectónico; es decir, se mostrarán los diferentes elementos constructivos que constituyen el inmueble (pisos, columnas, muros, cancelería, techumbre y sistema de drenaje). Esto con la finalidad de visualizar el espacio de trabajo antes de hacer énfasis en equipos y tuberías existentes.

La Planta Piloto cuenta una superficie total de 979.178 m² producto de sus 35.600 metros de longitud por 27.505 metros de ancho, que se distribuyen en las siguientes áreas: Acceso, Cuarto de Máquinas, Rampa, Plataforma Superior y Plataforma Inferior.

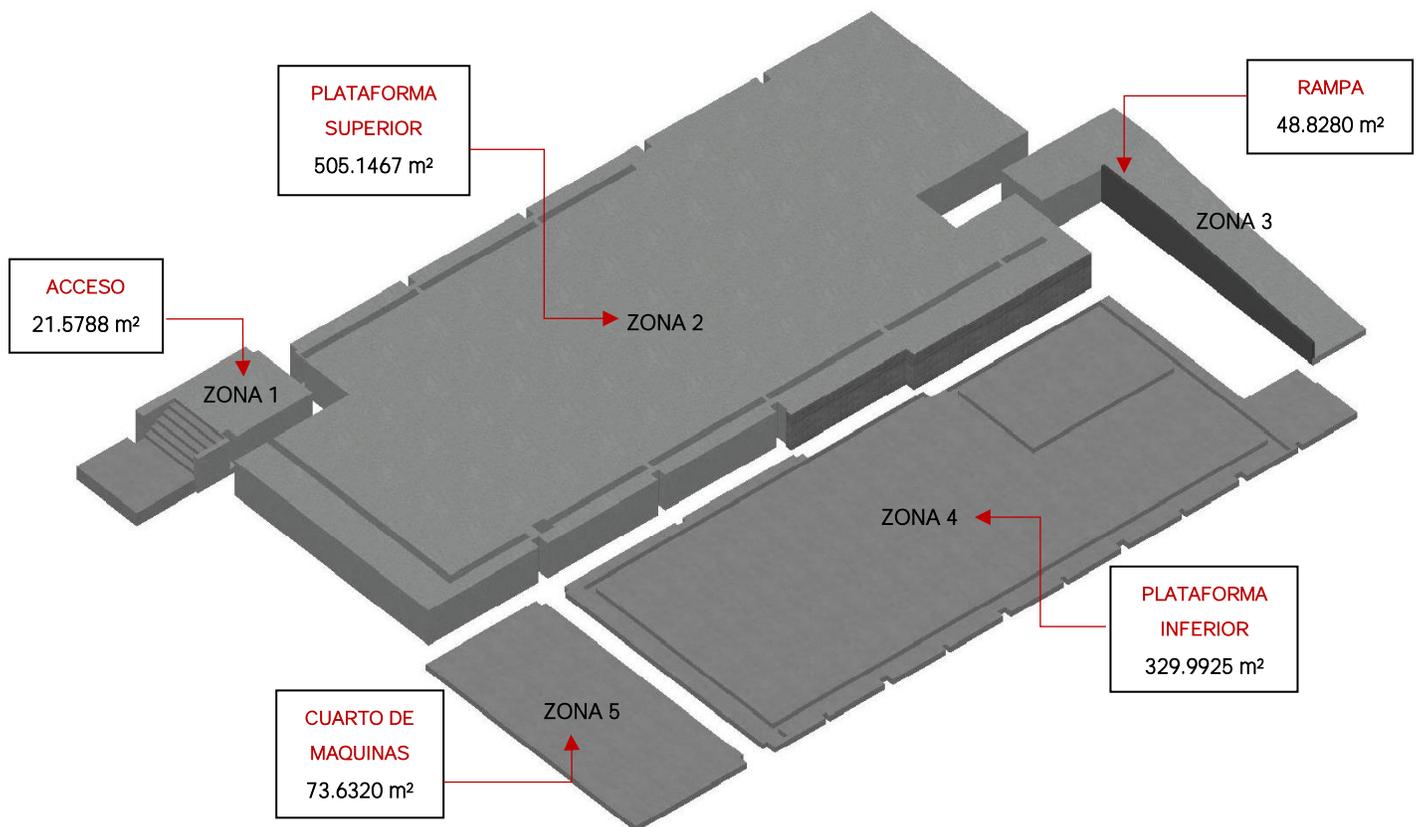


FIG. 2.4. Modelo 3D- División de zonas en Planta Piloto.

TABLA 1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN PLANTA PILOTO			
Identificación del Área		Superficie	Unidad
Zona 1	Acceso a Planta Piloto	21.5788	m ²
Zona 2	Plataforma superior	505.1467	m ²
Zona 3	Rampa de Concreto	48.8280	m ²
Zona 4	Plataforma inferior	329.9925	m ²
Zona 5	Cuarto de Maquinas	73.6320	m ²
TOTAL		979.1780	m ²



Con el objetivo de facilitar la identificación de áreas al interior de la Planta se lleva a cabo una división del área total mediante la creación de ejes imaginarios que se distribuyen tanto a lo largo (EJES A, B, C, D, E, F, G) como a lo ancho (EJES 1, 2, 3). De esta manera los ejes auxiliares permiten tener una referencia más clara de la localización de puntos específicos.

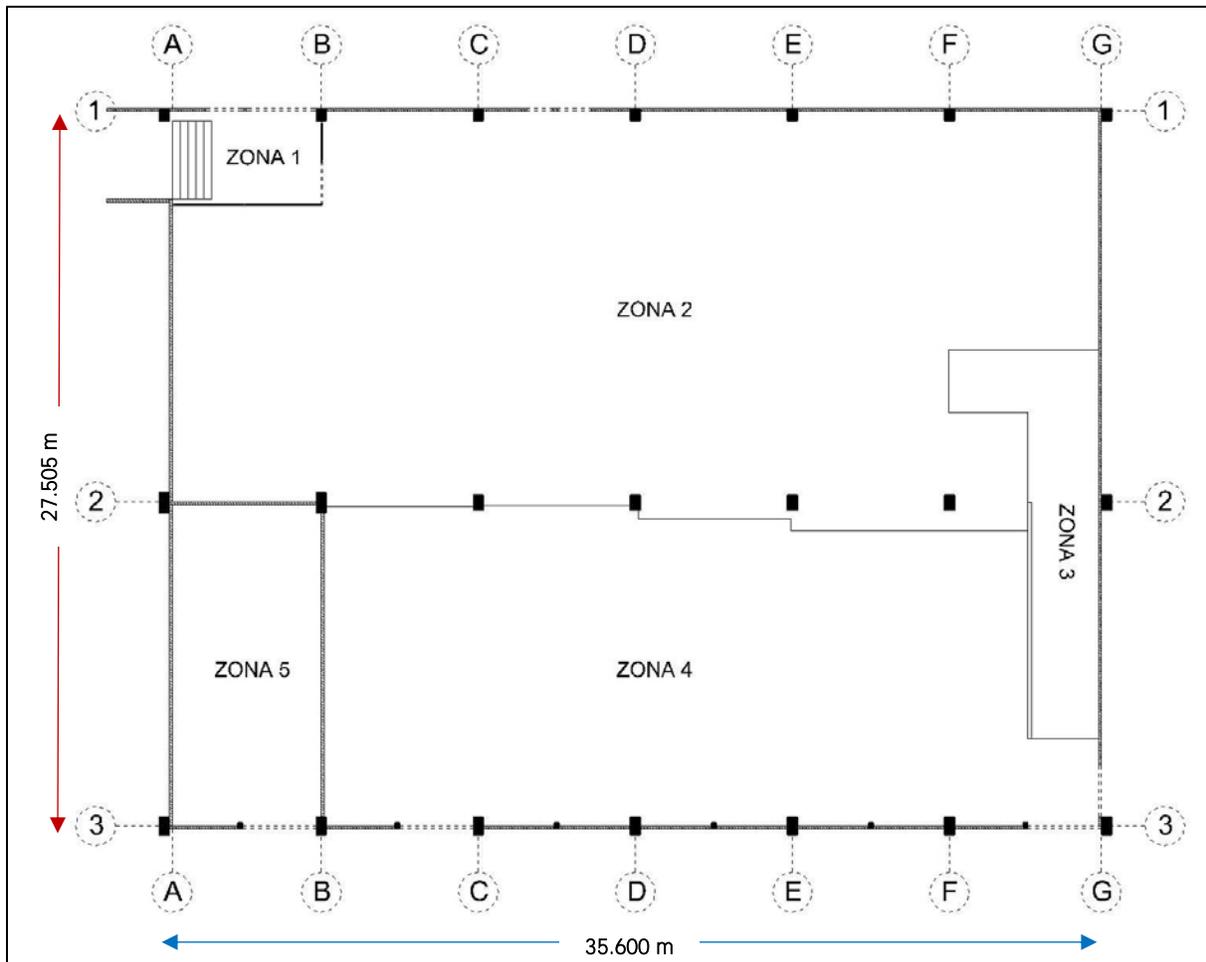


FIG. 2.5. Plano de división de zonas en Planta Piloto.

Tomando en consideración lo anterior, de los 10 ejes auxiliares trazados como referencia (A, B, C, D, E, F, G, 1, 2 y 3) se debe hacer especial énfasis en 5 de ellos (A, G, 1, 2 y 3).

El motivo por el cual se destacan estos 5 ejes sobre los demás tiene su justificación en el hecho de que los muros que forman el edificio y delimitan el espacio correspondiente a la Planta Piloto se encuentran contruidos sobre los ejes A, G, 1 y 3; por otra parte, el eje 2 resulta particularmente interesante debido a que sobre él se presenta diferencia de niveles entre los pisos de la zona 1 y zona 2 al interior de edificio. A continuación se procede a realizar una breve descripción de los casos citados y se muestran algunos cortes y modelos que representan cada uno de ellos.



Descripción del “Eje A”

El eje “A” está integrado por la primera columna de los ejes 1,2 y 3; sobre su trayectoria se desplantan los muros de block vidriado que sirven de soporte a la cancelería de aluminio y a los muros de tablaroca que se encuentran en la parte superior. Es importante señalar que la zona de acceso a la Planta Piloto se encuentra sobre este eje y se localiza a un costado de la columna 1.

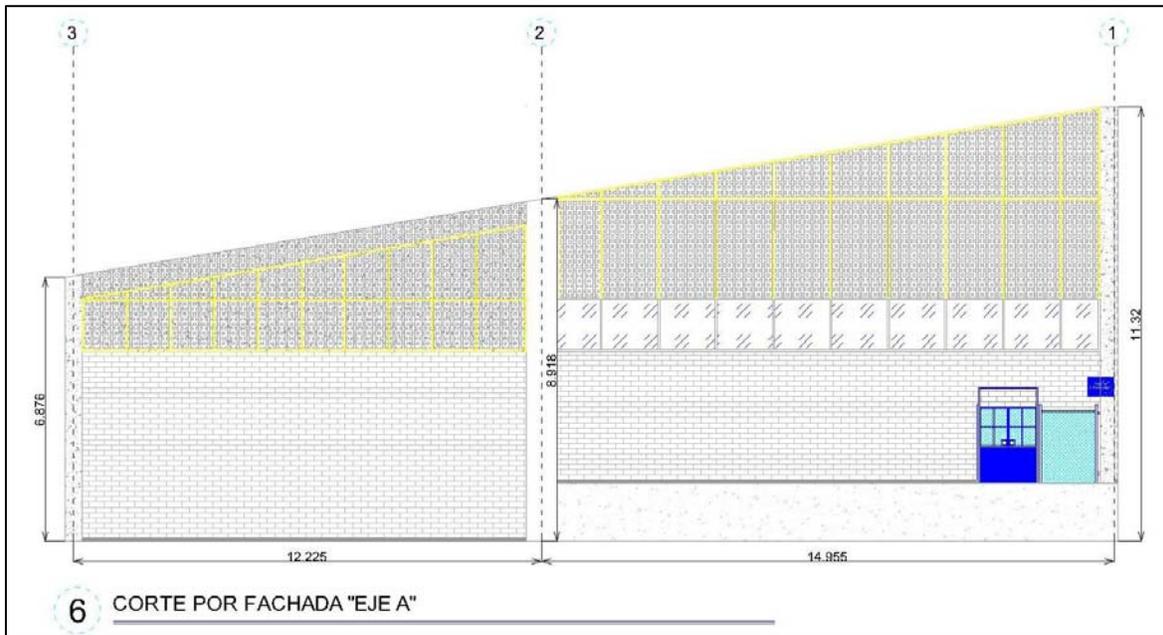


FIG. 2.6. Corte por Fachada Eje "A".

Una de las características que más llama la atención en el eje “A” es la pendiente que se forma en los muros de tablaroca y que es propiciada por la diferencia de alturas entre las columnas de los Ejes 1, 2 y 3 puesto que el diseño favorece el óptimo flujo de las corrientes pluviales sobre la techumbre del edificio.

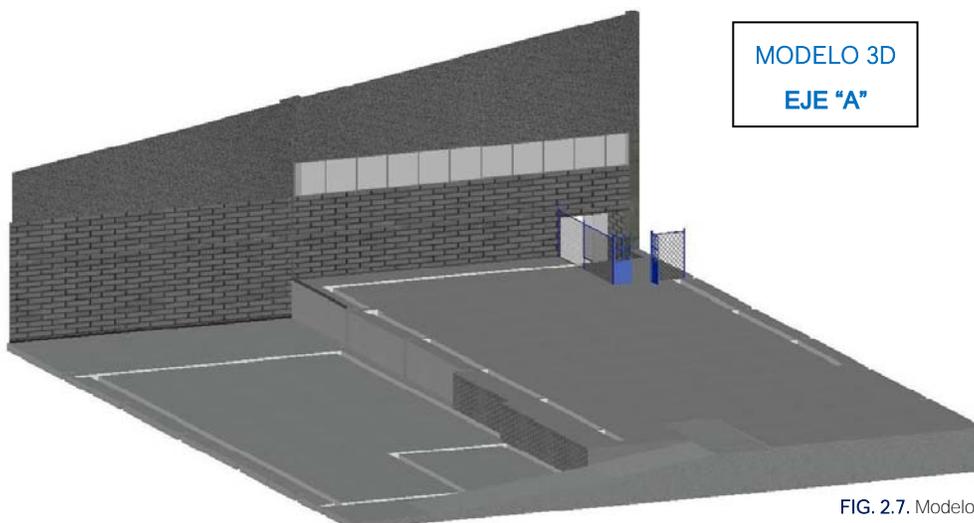


FIG. 2.7. Modelo 3D- Eje "A".



Descripción del “Eje G”

Al igual que en el caso del eje A, el eje “G” se constituye por columnas de los ejes “1, 2 y 3” pero la diferencia entre ambos radica en que este último se encuentra integrado por la séptima columna de cada uno de los ejes antes citados. Sobre la cimentación de concreto se desplanta un muro de block vidriado de 2.91 metros de altura en el que existen dos puertas de acceso, la primera situada sobre la Plataforma Inferior comunica a la Planta con el Almacén de Herramientas y la segunda localizada sobre la Plataforma Superior tiene la misma función pero con respecto a las aulas ET-PP-IQ.

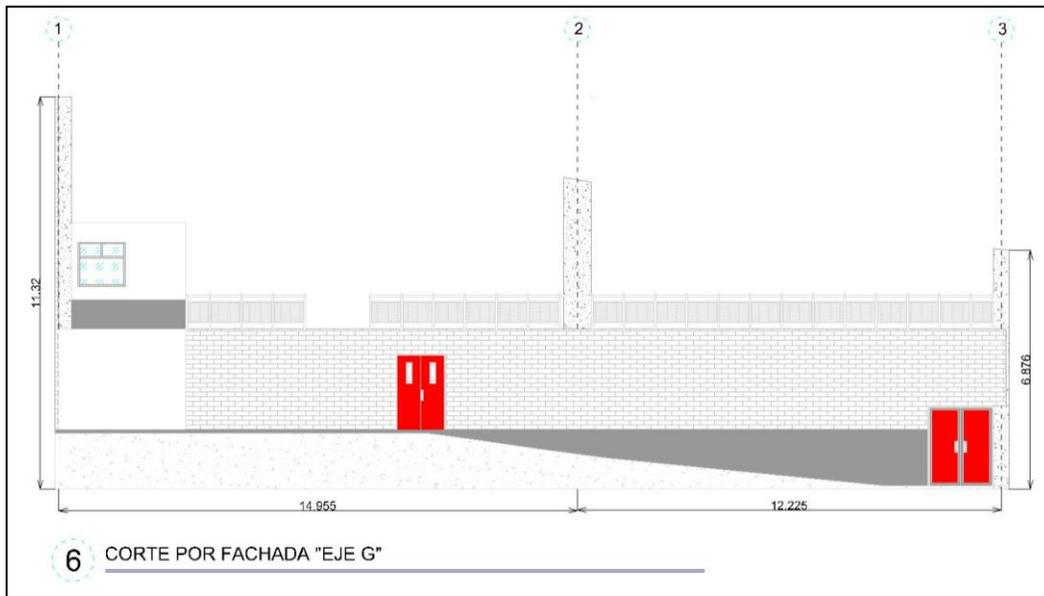


FIG. 2.8. Corte por Fachada Eje “G”.

Por encima de la mayor parte del muro de block está instalado un barandal de protección construido con tubos de 2” de diámetro y secciones de metal desplegado mientras que en una pequeña zona localizada a un costado de la columna del eje “1” se encuentra un muro de tablaroca de 3.20 metros de longitud y 3.06 metros de altura.

MODELO 3D
 EJE “G”

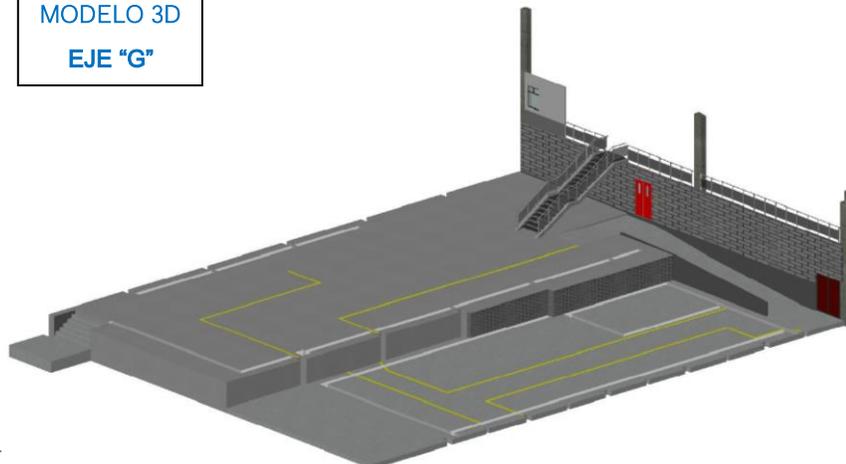


FIG. 2.9. Modelo 3D- Eje “G”.



Descripción del “Eje 1”

El eje “1” delimita a la Planta Piloto de espacios como oficinas y laboratorios que se encuentran al interior del Edificio de Tecnologías. Se extiende a través de las columnas (A, B, C, D, E, F y G) teniendo en la parte inferior los accesos a los distintos espacios existentes y en la parte superior cancelería de aluminio que permite tener una vista panorámica de la Planta desde los diferentes laboratorios localizados en la planta alta.

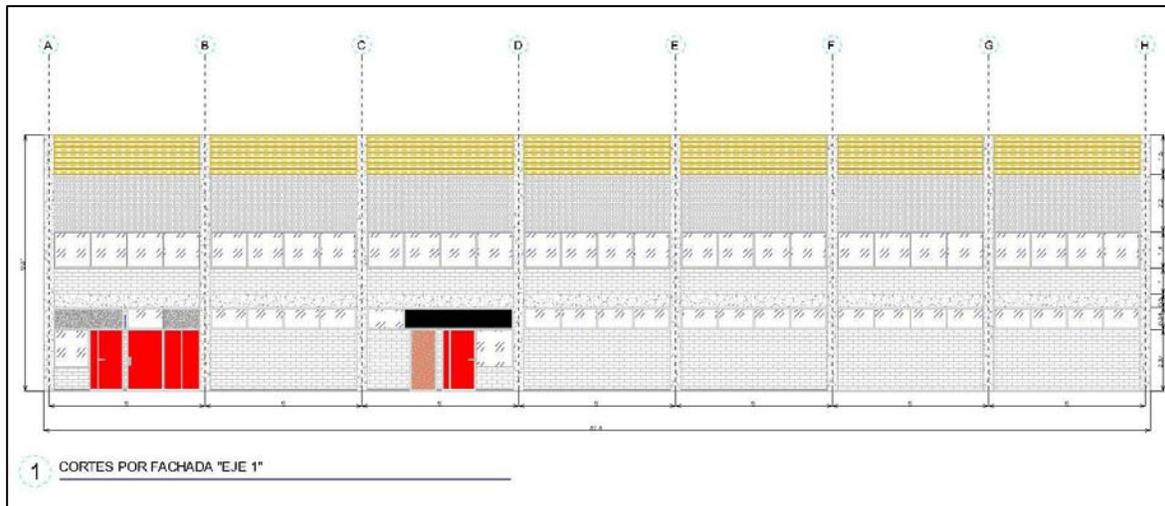


FIG. 2.10. Corte por Fachada Eje “1”.

El diseño de este eje contempla elementos estructurales de concreto como columnas y travesaños, muros de block vidriado y tablaroca, así como cancelería de aluminio localizada tanto en la planta baja como en la planta alta.

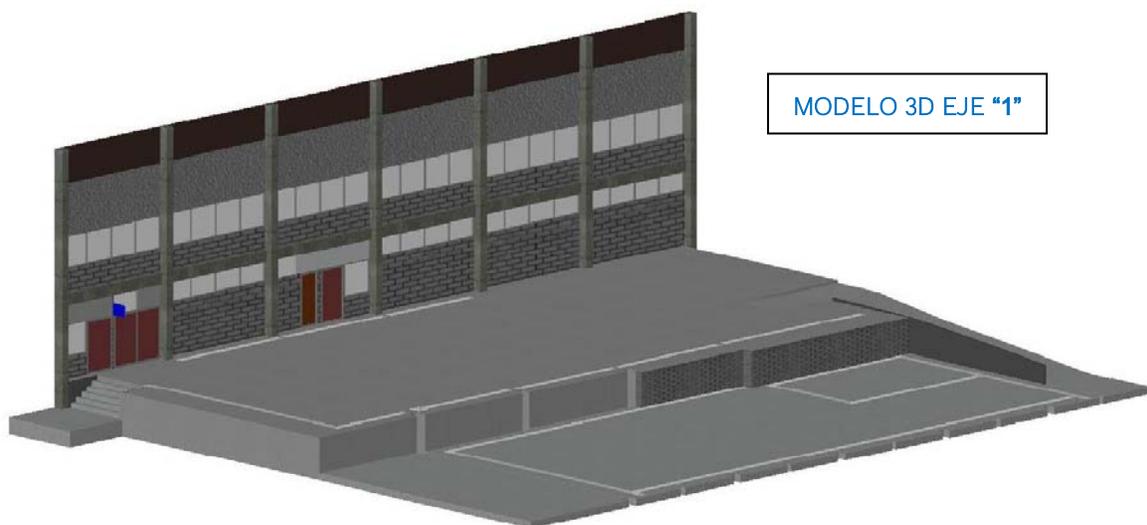


FIG. 2.11. Modelo 3D- Eje “1”.



Descripción del “Eje 2”

El eje 2 cuenta con 7 columnas de concreto (A, B, C, D, E, F y G) que dividen a la Planta Piloto en dos partes: la primera corresponde a la Zona de Acceso, Zona 1 y parte de la rampa, mientras que la segunda contempla el **Cuarto de Máquinas, Zona 2** y la zona restante de la rampa.

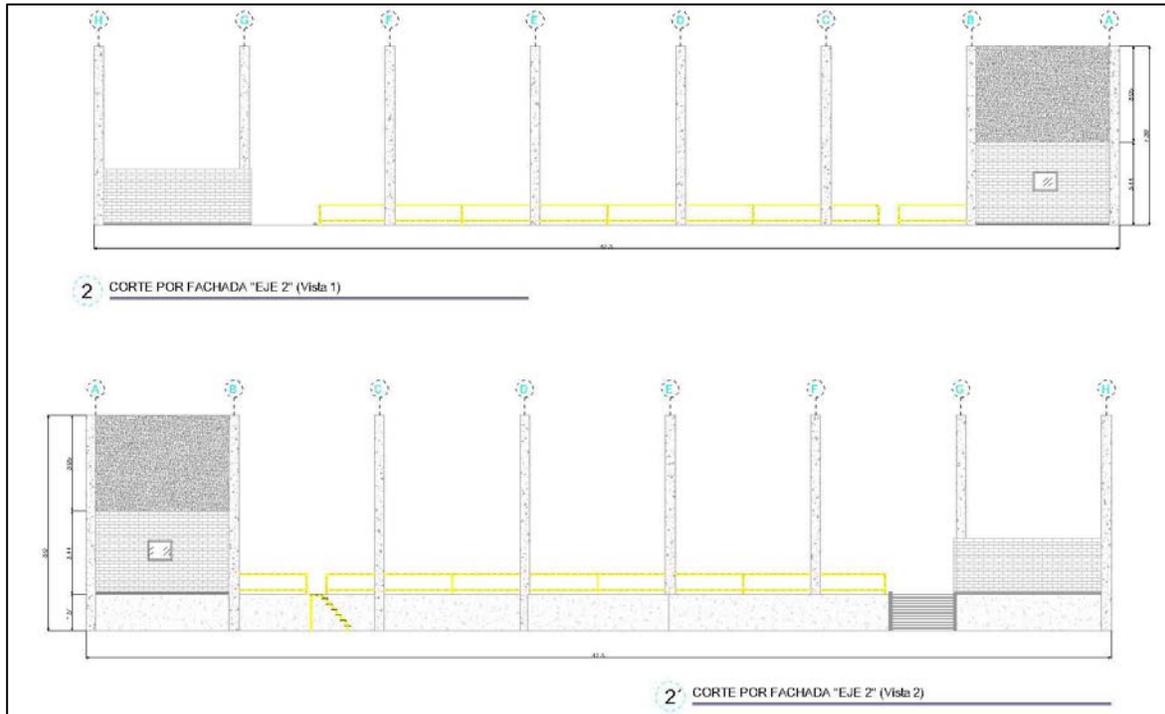


FIG. 2.12. Corte por Fachada Eje “2”.

Entre las columnas “A” y “B” está construido un muro de block vidriado con una ventana que da hacia el Cuarto de Máquinas y por encima de este muro existe panel de tablaroca que finaliza la construcción. Adicionalmente está instalado un barandal que tiene la finalidad de evitar accidentes relacionados con caídas hacia la zona más baja y se encuentra desde la columna “B” hasta la columna “F”.

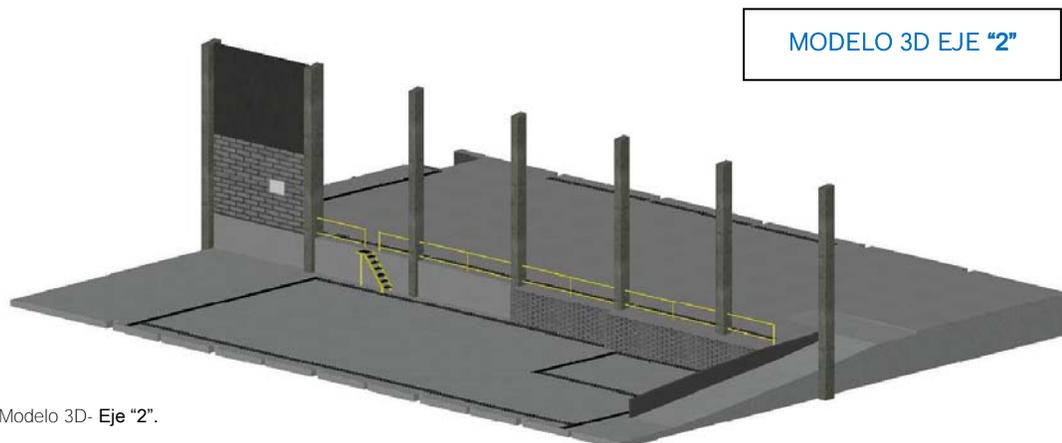


FIG. 2.13. Modelo 3D- Eje “2”.



Descripción del “Eje 3”

Los muros del eje “3” se encargan de dividir a la Planta Piloto de la zona anexa que se encuentra al exterior; su construcción se integra por muros de block vidriado, elementos estructurales de concreto (columnas principales, columnas secundaria, trabes intermedias), cancelería de aluminio, 2 salidas de emergencia y una puerta de acceso al Cuarto de Máquinas.

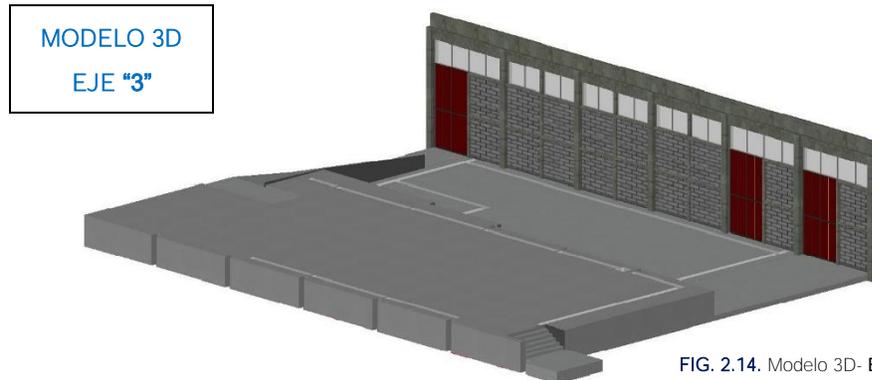


FIG. 2.14. Modelo 3D- Eje “3”.

Es importante señalar que a lo largo del eje 3 existen 7 columnas principales (A, B, C, D, E, F y G)

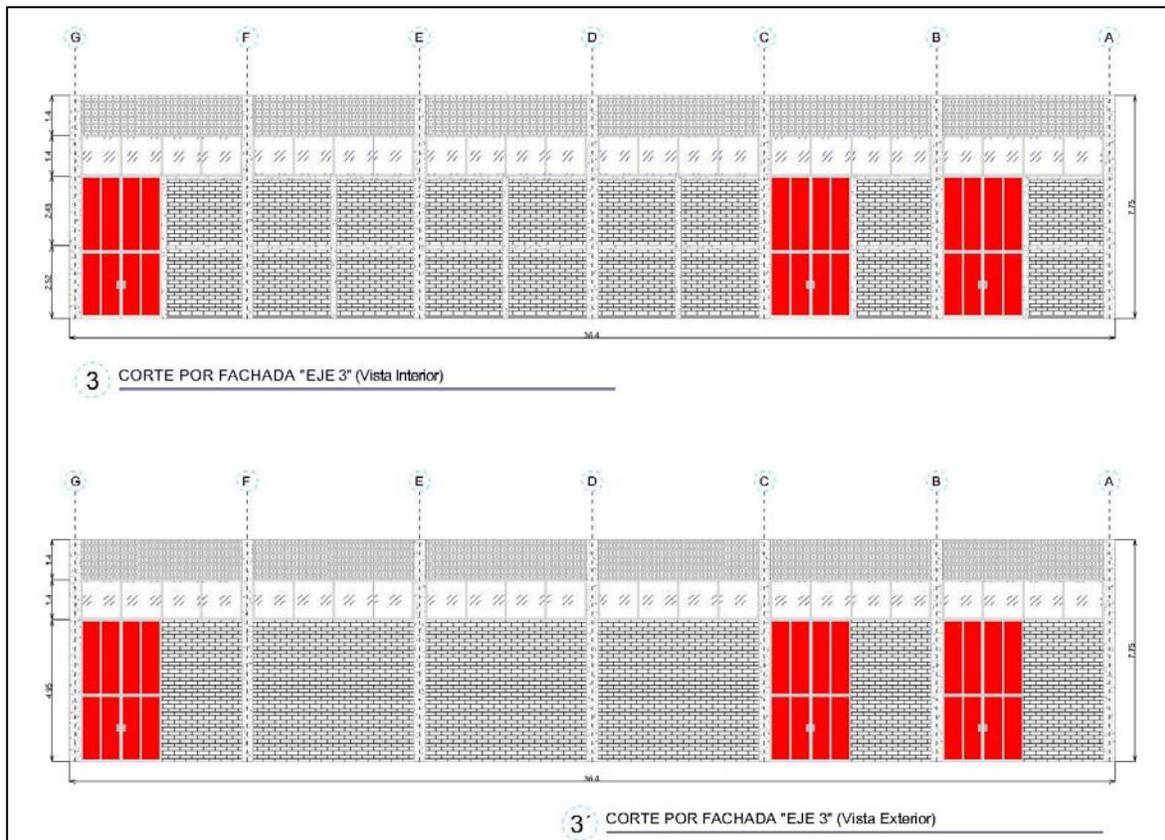


FIG. 2.15. Corte por Fachada Eje “3”.



2.3. Nivelación y Pisos

Los diferentes niveles presentes en un proyecto dependen principalmente de dos factores: **la topografía del terreno y la mecánica de suelos**. En base a estos dos parámetros se plantea la estructura del terreno, las **características de los materiales**, los **grados de compactación deseados** y **los volúmenes de relleno** y/o corte requerido. Dicho lo anterior, para facilitar el entendimiento del tema podemos establecer que la nivelación desde el punto de vista topográfico es un proceso de **medición de elevaciones o altitudes de puntos localizados** sobre una superficie, con la finalidad de determinar la diferencia de alturas existente entre ellos.

Dentro de la Planta Piloto de la FES Zaragoza podemos encontrar tres diferentes niveles o alturas de pisos:

-  Nivel de Piso Terminado: N.P.T. 100.00
-  Nivel de Piso Terminado: N.P.T. 100.37
-  Nivel de Piso Terminado: N.P.T. 101.51

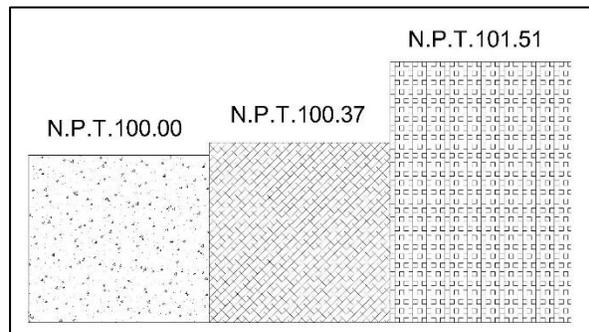


FIG. 2.16. Diagrama de Niveles de Pisos al Interior de Planta Piloto.

Al referirnos al tema de pisos se debe hacer énfasis en que los pisos de concreto pueden tener distintos tipos de acabados, siendo el acabado tipo escobillado uno de los **más comunes** en instalaciones industriales. Esto debido a su textura rugosa y propiedades antiderrapantes que lo hacen **una excelente opción a un bajo costo**; asimismo para evitar el agrietamiento aleatorio en pisos **ocasionado por la expansión y contracción del material** como consecuencia de cambios de humedad y temperatura es necesario realizar cortes constructivos que ayudan a minimizar el problema.



FIG. 2.17. Piso de concreto con acabado escobillado y cortes constructivos.

Al hablar de los pisos de la Planta Piloto se debe precisar **que están contruidos con concreto** y presentan un acabado final tipo escobillado con cortes constructivos a cada 3.00 metros en sentido longitudinal y 2.63 metros en sentido opuesto.



Una de las características más sobresalientes de los pisos en Planta Piloto es la presencia de diferentes niveles o altura; es decir, existen zonas más altas y zonas más bajas al interior del inmueble.

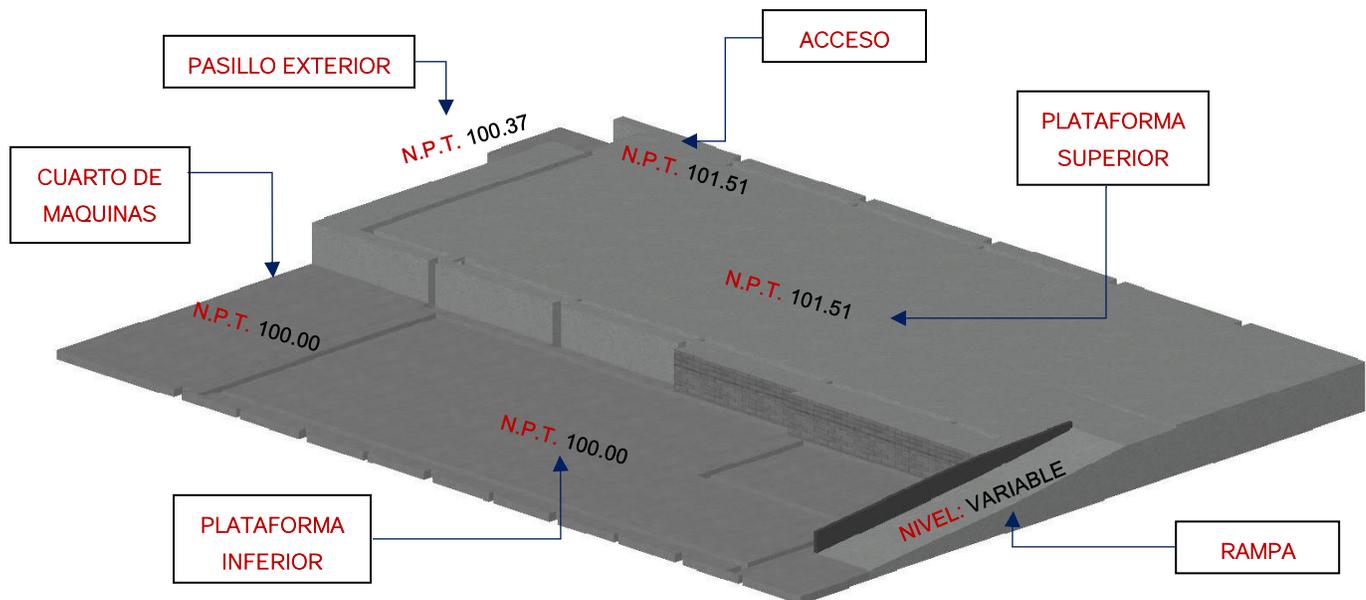


FIG. 2.18. Modelo 3D- Niveles de Pisos.

Por ejemplo, los pisos del Cuarto de Máquinas y de la Plataforma Inferior representados por N.P.T.100.00 son los más bajos al interior del inmueble y se toman como referencia para asignar la altura o nivel de las demás áreas.

La sección más alta de la Planta Piloto está integrada por el piso del Acceso y de la Plataforma Superior que se encuentran 1.51 metros por encima del N.P.T. 100.00 (nivel de referencia) y por lo tanto posee el N.P.T. 101.51. Para conectar la zona más alta (N.P.T. 101.51) con la zona más baja (N.P.T. 100.00) se construyó una rampa de concreto de 2.70 metros de ancho y 14.85 metros de longitud que se ubica en uno de los extremos del edificio.



FIG. 2.19. Imagen del interior de la Planta Piloto (se aprecia la diferencia de niveles en pisos).



Adicionalmente, al exterior del área de Acceso a Planta Piloto se localiza un pasillo que se encuentra 1.14 metros por debajo del nivel de acceso y por lo tanto posee el N.P.T. 100.37, motivo que hace necesario subir una serie de escalones para comunicar a ambas áreas.



FIG. 2.20. Imagen del área de Acceso a Planta Piloto (se observa la diferencia de niveles).

La distribución de los pisos de la Planta Piloto es la siguiente: el **Cuarto de Máquinas y Plataforma Inferior (N.P.T. 100.00)** cuentan con un área total de 403.62 m², el Acceso a Planta y Plataforma Superior (N.P.T. 101.51) poseen un área total de 526.71 m²; mientras que la Rampa que conecta a ambas áreas está conformada por 48.82 m².

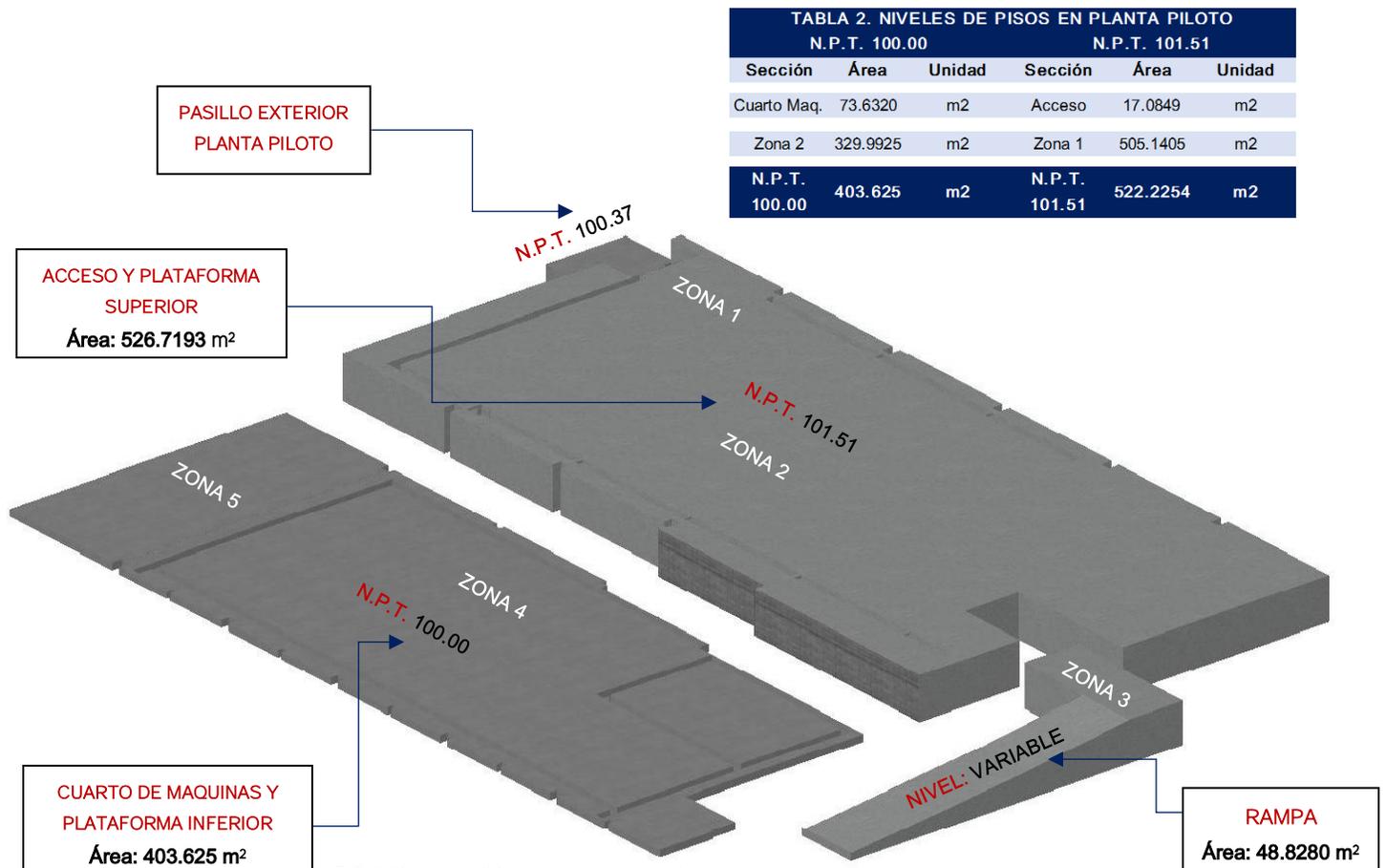


FIG. 2.21. Modelo 3D- Niveles y sus respectivas áreas.



2.4. Sistema de Drenaje

Se define como sistema de Drenaje a todas aquellas tuberías o canales interconectados que permiten el desalojo de líquidos (pluviales, sanitarios o de proceso) mediante la acción de la gravedad. En este tipo de sistemas las tuberías son conectadas en ángulo descendente que favorece el flujo continuo de los líquidos captados y evita estancamientos o taponamientos en su interior.

El sistema de Drenaje de la Planta Piloto está constituido por canales de concreto de 34 cm de ancho y profundidad variable, que se distribuyen a lo largo de tres zonas principales: Acceso, Plataforma Superior (Zona 1) y Plataforma Inferior (Zona 2).

Por cuestiones de seguridad estos canales se encuentran cubiertos por secciones de rejilla tipo Irving de 2 metros de longitud construidas a base de ángulo de 1" y solera de 3 mm, aunque en algunas secciones la cubierta está dada por losa tapa de concreto (caso del área de acceso y de Planta Purificadora). Desafortunadamente existen pequeñas áreas que no cuentan con cubierta y representan un riesgo para las personas que utilizan este espacio de trabajo.

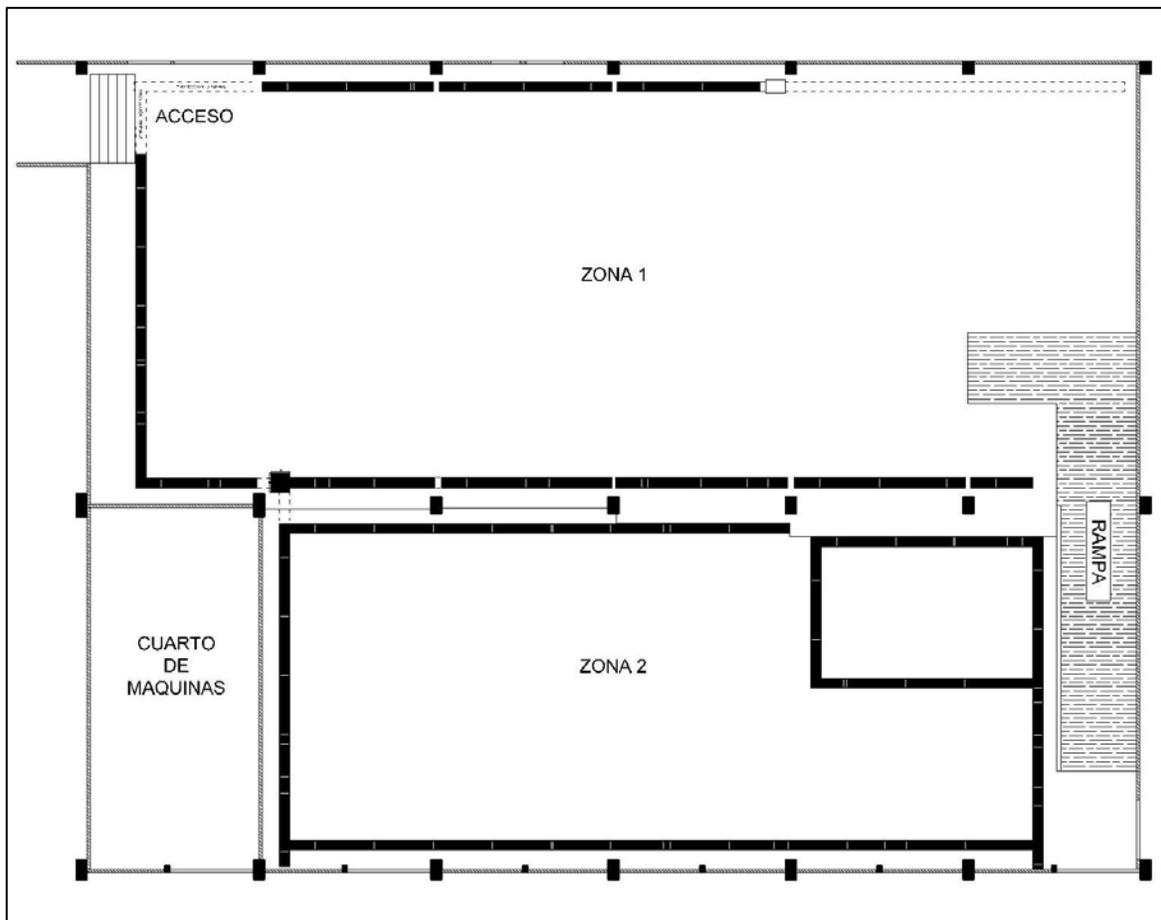


FIG. 2.22. Plano del Sistema de Drenaje de la Planta Piloto de la UNAM FES Zaragoza



En la red de Drenaje de la Planta Piloto se captan y canalizan las aguas residuales producto de las **prácticas** desarrolladas al interior de este espacio, de la limpieza de equipos y de las descargas de tarjas de laboratorios **que están** conectadas al sistema; para posteriormente llevarlas al exterior del inmueble donde esta red se conecta con el sistema de Drenaje General de la Facultad.

Es importante **señalar** que a pesar de la diferencia de niveles de 1.51 metros entre la Plataforma Inferior y la Plataforma Superior, las redes de ambas zonas se encuentran interconectadas mediante un registro de concreto de 64 cm de largo, 65 cm de ancho y 1.63 metros de profundidad ubicado sobre la Plataforma Superior muy cercano a la segunda columna del Eje 2.

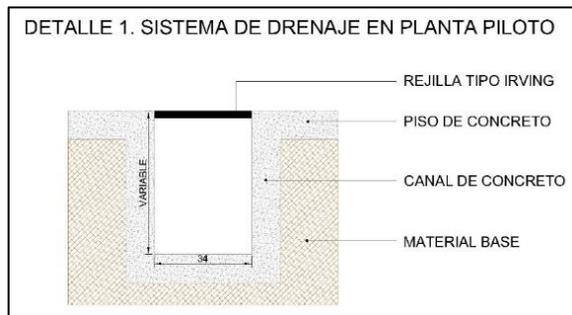


FIG. 2.23. Representación de la estructura del Drenaje en Planta Piloto y Modelo 3D



Al interior de la Planta Piloto la red de Drenaje cuenta con un total 162.38 metros lineales de canales de concreto que se dividen en 76.94 metros localizados sobre la Zona 1 y 85.44 metros situados a lo largo de la Zona 2. La forma en que se integra esta red y las respectivas longitudes que presenta **están** definidas de acuerdo a las Tablas 1 y 2; mientras que las trayectorias y ramificaciones son representadas en los siguientes Modelos 3D.

TABLA 3. LONGITUD TOTAL RED DE DRENAJE		
Identificación de Zona	Longitud	Unidad
ZONA 1	76.9462	m
ZONA 2	85.4400	m
TOTAL	162.3862	m

TABLA 4. SISTEMA DE DRENAJE EN PLANTA PILOTO					
ZONA 1			ZONA 2		
Sección	Longitud	Unidad	Sección	Longitud	Unidad
L1	33.5112	m	L4	16.8900	m
L2	13.0950	m	L5	12.6900	m
L3	30.3400	m	L6	25.1400	m
			L7	11.2700	m
			L8	7.5000	m
			L9	7.5000	m
			L10	4.4500	m
TOTAL ZONA 1	76.9462	m	TOTAL ZONA 2	85.4400	m

Trayectorias del Sistema de Drenaje en Zona 1

Dentro de la “Zona 1” encontramos 3 trayectorias principales (L1, L2 y L3) que sumadas dan la longitud antes citada de 76.9462 metros. La forma en que se dividen es la siguiente: la trayectoria “L1” tiene una longitud de 33.5112 metros, la trayectoria “L2” cuenta con 13.095 metros y la trayectoria “L3” posee una longitud de 30.3400 metros.

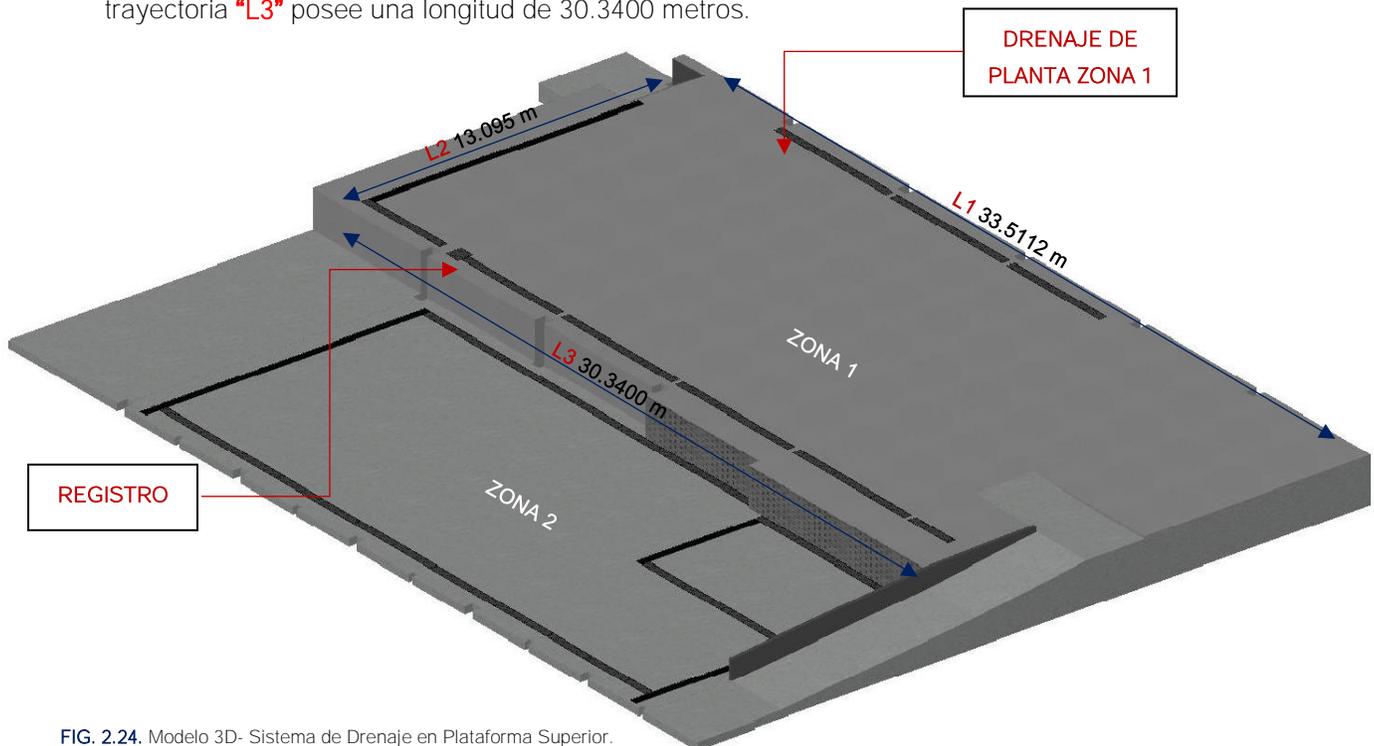


FIG. 2.24. Modelo 3D- Sistema de Drenaje en Plataforma Superior.



Trayectorias del Sistema de Drenaje en Zona 2

En la Zona 2 está presente una mayor cantidad de ramificaciones al sistema de Drenaje, estas siete ramificaciones representan 85.4400 metros lineales de canales de concreto que se distribuyen de la siguiente forma: **L4** (16.8900 metros), **L5** (12.6900 metros), **L6** (25.1400 metros), **L7** (11.2700 metros), **L8** (7.5000 metros), **L9** (7.5000 metros) y finalmente **L10** (4.4500 metros).

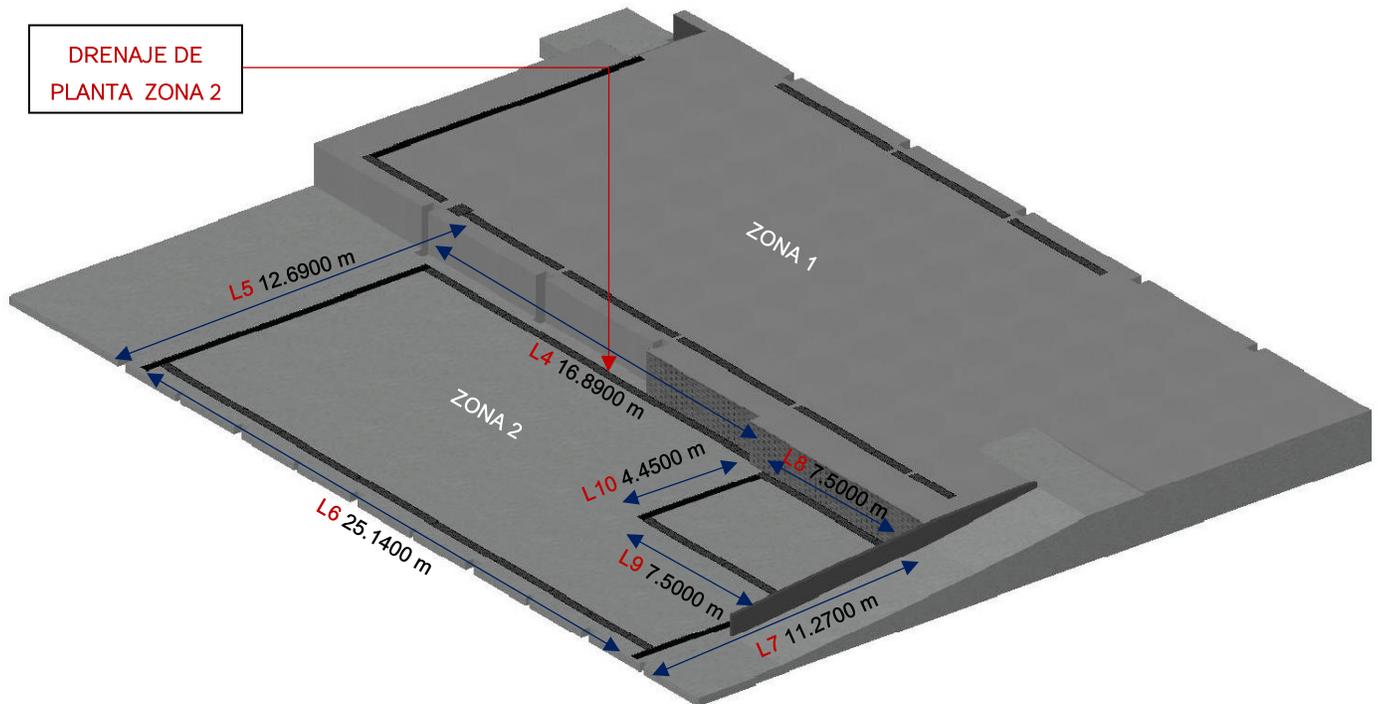


FIG. 2.25. Modelo 3D- Sistema de Drenaje en Plataforma Inferior.

Así, tras conocer las **longitudes totales y las longitudes parciales de zonas específicas** del sistema de Drenaje es momento de enfocarnos a **otro tema importante que está relacionado con esta red**. Nos referimos al conocimiento de los niveles y pendientes que existen en distintos de los canales, puesto **que su identificación permite tener una referencia** clara del recorrido que sigue el agua residual desde el momento en que es descargada hasta su salida a la red General.



Nivelación y pendientes del Sistema de Drenaje en Zona 1

Para determinar los niveles y posteriormente las pendientes del sistema de Drenaje en la Zona 1 se realizaron 11 mediciones en distintos puntos al interior de los canales; tomando como referencia el **N.P.T. 101.51** se obtuvieron los niveles que se presentan a continuación:

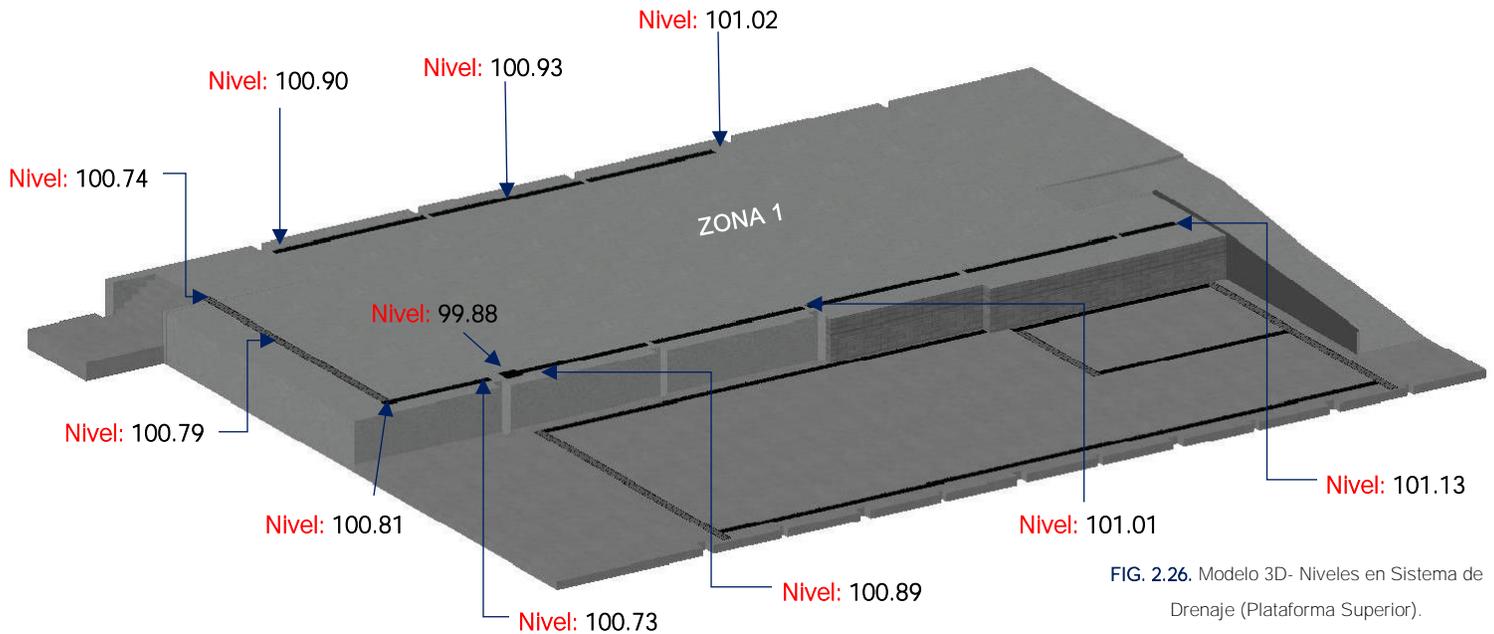


FIG. 2.26. Modelo 3D- Niveles en Sistema de Drenaje (Plataforma Superior).

Con la información generada se estableció el sentido de las pendientes, observando que el agua captada en la "Zona 1" tiene dos opciones de salida: **la primera en dirección al Acceso (donde se unen dos canales)** y la segunda en el registro que conecta a la Zona 1 con la Zona 2.

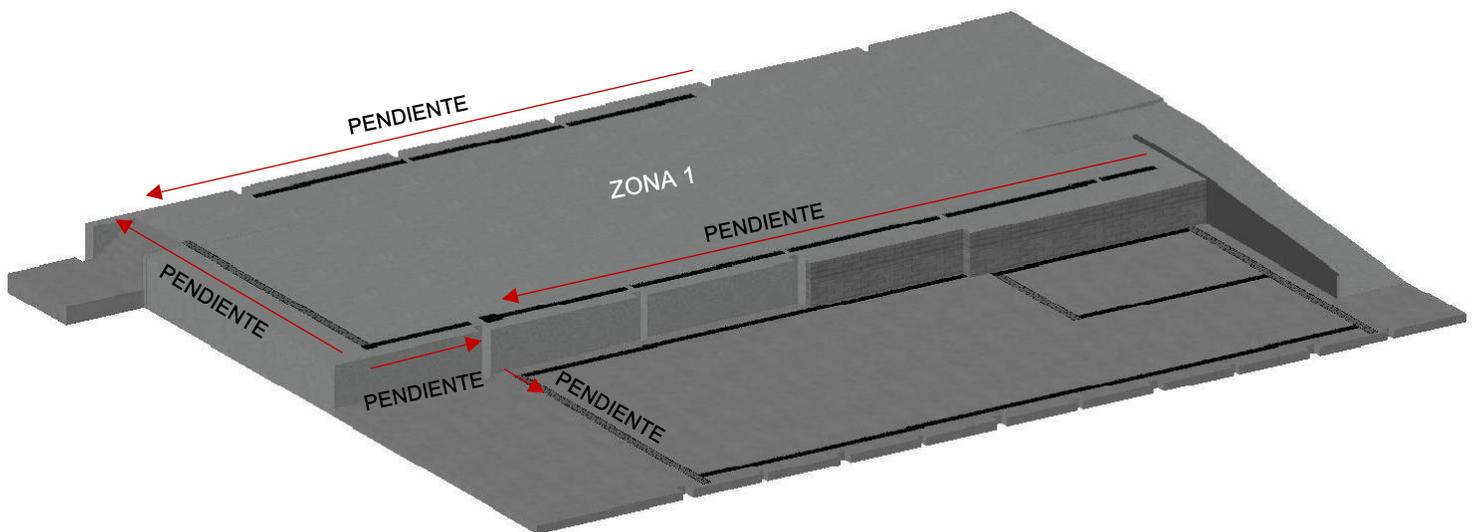


FIG. 2.27. Modelo 3D- Pendientes en Sistema de Drenaje (Plataforma Superior).

Nivelación y pendientes del Sistema de Drenaje en Zona 2

Al igual que lo realizado en la Zona 1, para la determinación de niveles de la Zona 2 se efectuó la misma operación pero con la diferencia que fueron consideradas 14 mediciones en distintos puntos de la red y se tomó referencia el N.P.T. 100.00 para obtener lo siguiente:

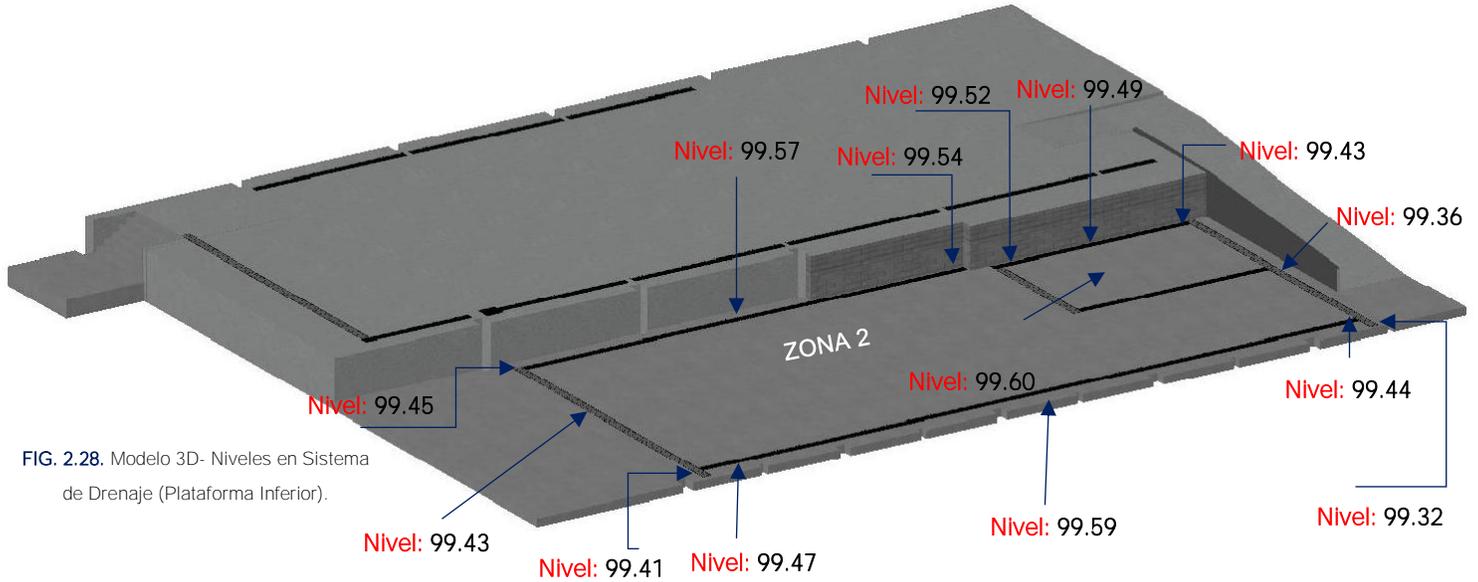


FIG. 2.28. Modelo 3D- Niveles en Sistema de Drenaje (Plataforma Inferior).

Conociendo los niveles de la Zona 2 es posible trazar las flechas que representan las pendientes; destacando que en esta zona existen dos salidas hacia el exterior del inmueble que se conectan con la red de Drenaje General tal como se muestra en el siguiente Modelo 3D.

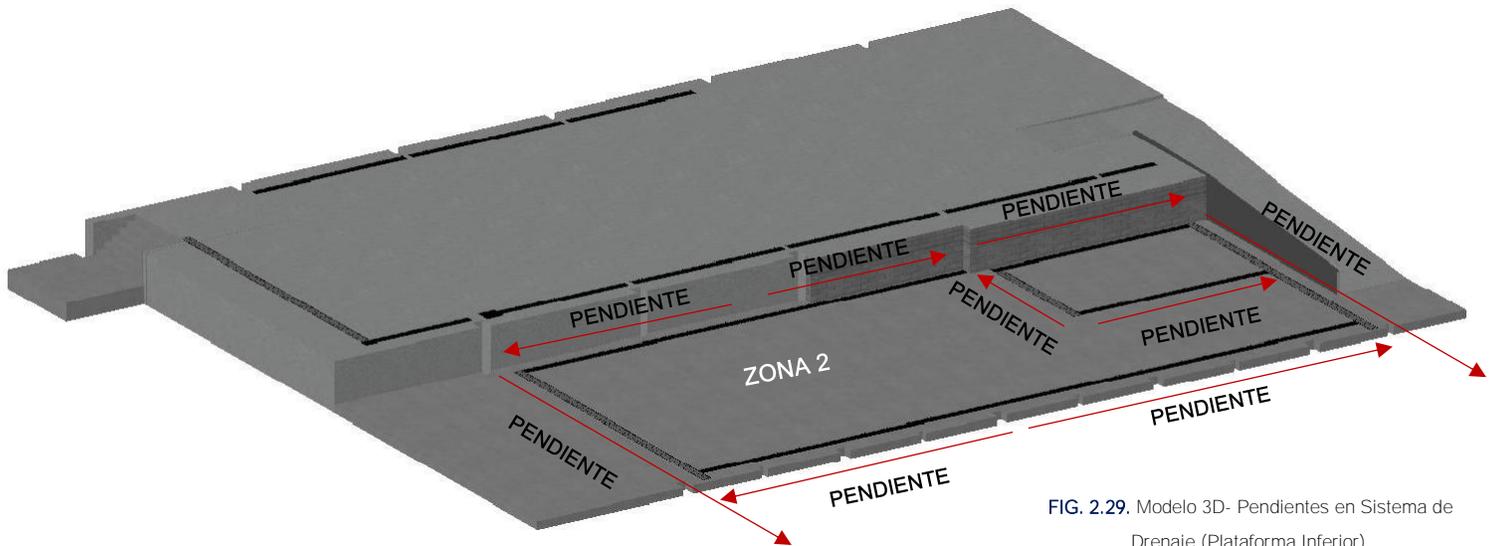


FIG. 2.29. Modelo 3D- Pendientes en Sistema de Drenaje (Plataforma Inferior).



Alimentaciones al Sistema de Drenaje

El último tema relacionado con el sistema de Drenaje de la Planta Piloto tiene que ver con las diferentes alimentaciones que descargan sus aguas residuales a distintos puntos de la Red. Las principales **líneas de alimentación provienen** de equipos, pero a ellos se suman las descargas de tarjas de laboratorio y drenes de tuberías.

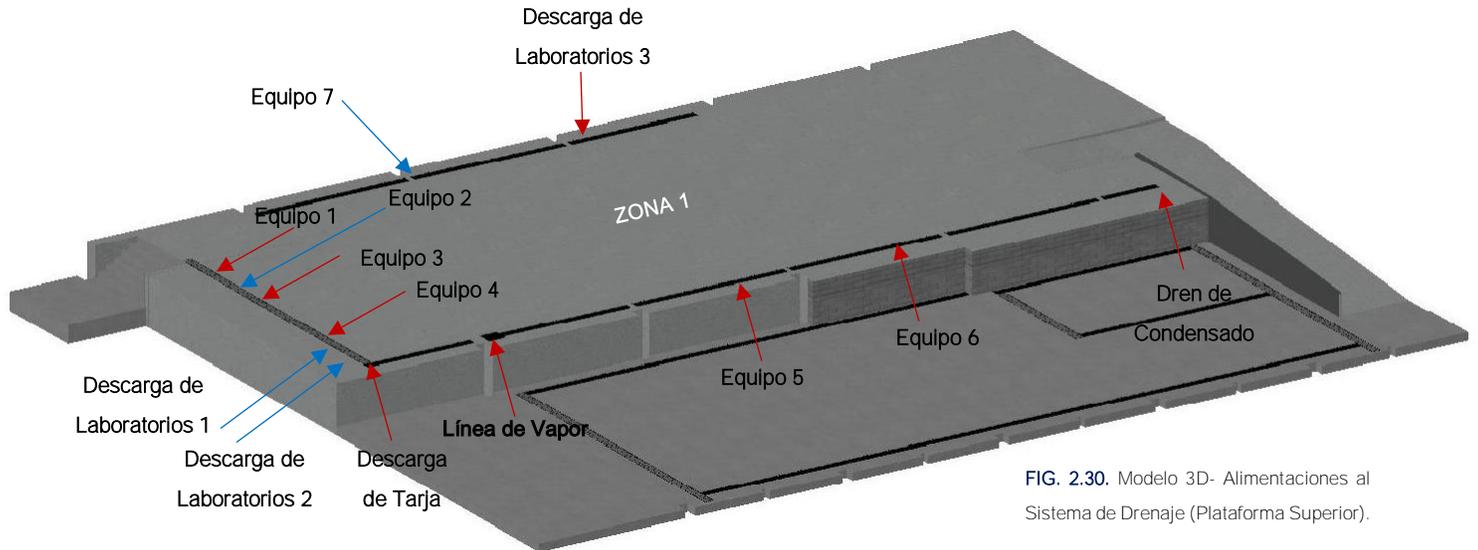


FIG. 2.30. Modelo 3D- Alimentaciones al Sistema de Drenaje (Plataforma Superior).

En términos generales el Sistema de Drenaje capta las descargas de 13 diferentes equipos, 3 tanques, un sistema de flujo de fluidos, drenes de intercambiadores de calor y de líneas de vapor.

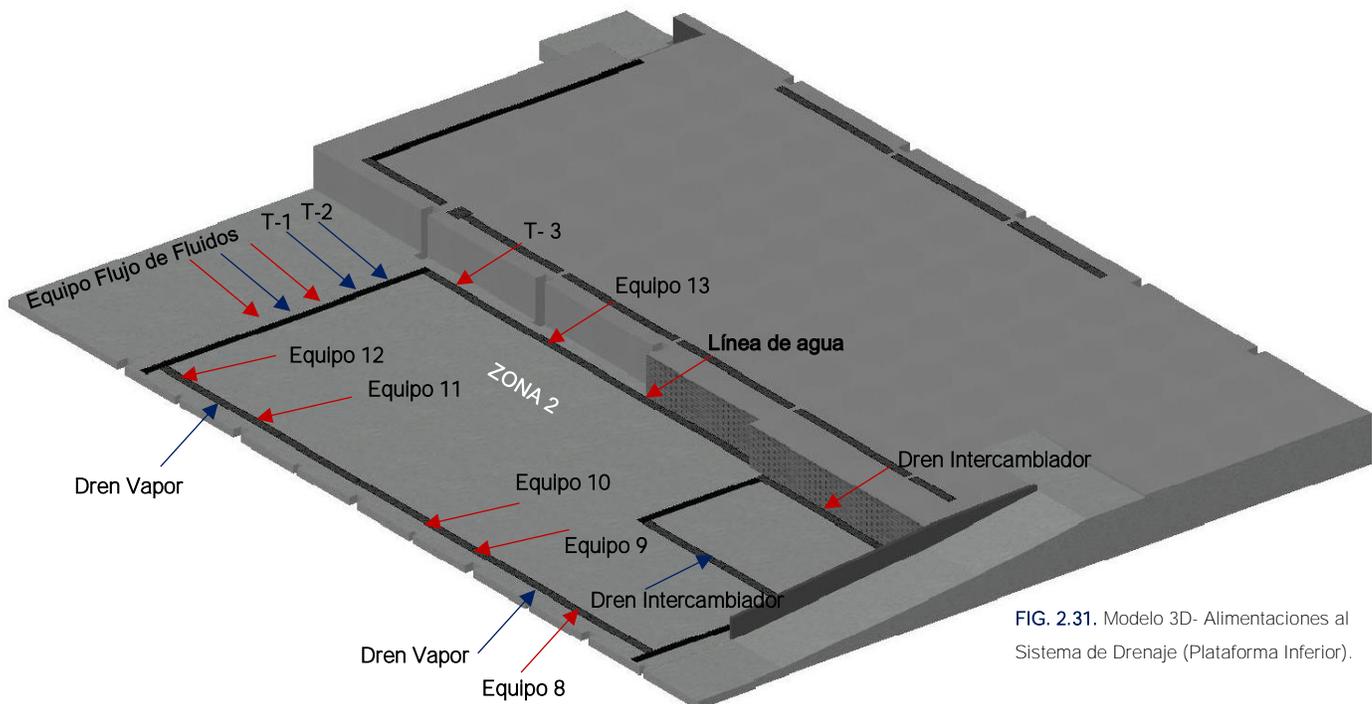


FIG. 2.31. Modelo 3D- Alimentaciones al Sistema de Drenaje (Plataforma Inferior).



2.5. Elementos estructurales de concreto (Columnas y Trabes)

Se define como “**Elementos estructurales**” a cada una de las piezas que forman parte de una estructura, ensambladas de forma lo suficientemente coherente y construidas con materiales lo suficientemente fuertes para soportar el peso total de la estructura y las fuerzas a que **será sometida**. Para fines de este proyecto, los elementos estructurales descritos corresponden a columnas y trabes de concreto de alta resistencia que en su interior cuentan con acero de refuerzo.

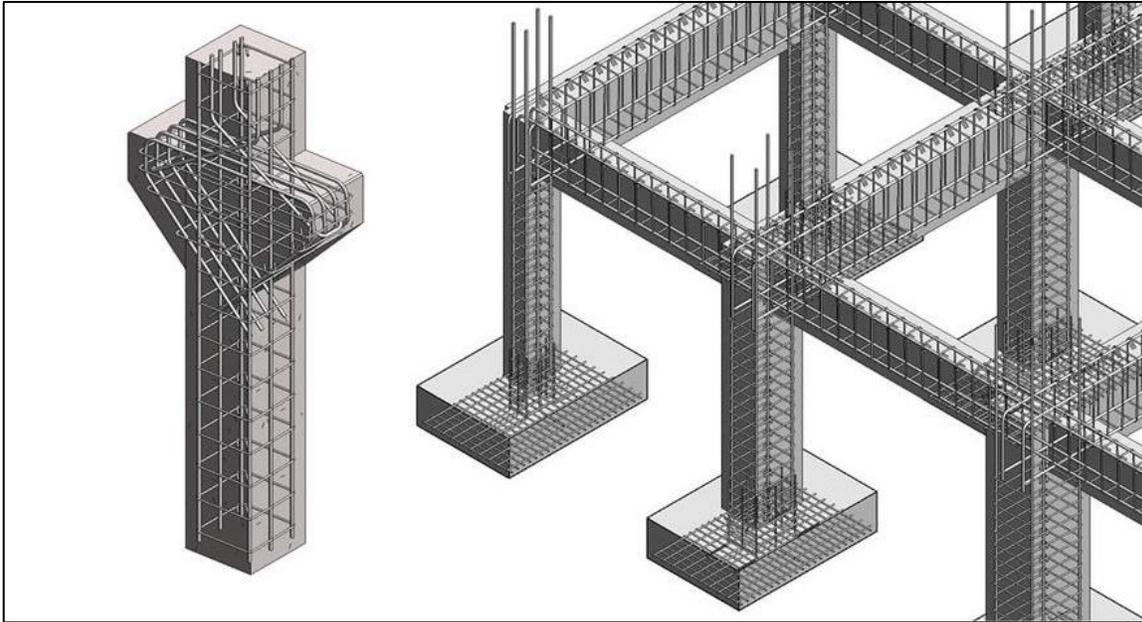


FIG. 2.32. Elementos estructurales de concreto

Se le denomina “**columnas**” a los elementos verticales que soportaran la estructura metálica que sostiene la techumbre del edificio mientras que llamamos “**trabes**” a los elementos horizontales que ayudan a reforzar la estructura misma del inmueble.



FIG. 2.33. Columnas y trabes de concreto



La Planta Piloto de la FES Zaragoza **está** constituida por 21 Columnas Principales, 6 Columnas Secundarias, 6 Trabes "T1", 18 Trabes "T2" y 6 Trabes "T3" que se distribuyen sobre los ejes 1, 2 y 3. Del total de Columnas Principales, 16 de ellas se localizan en la zona periférica del edificio y delimitan a este espacio de las zonas colindantes, mientras que las 5 Columnas Principales restantes se encuentran como columnas centrales en la zona media del Eje 2.

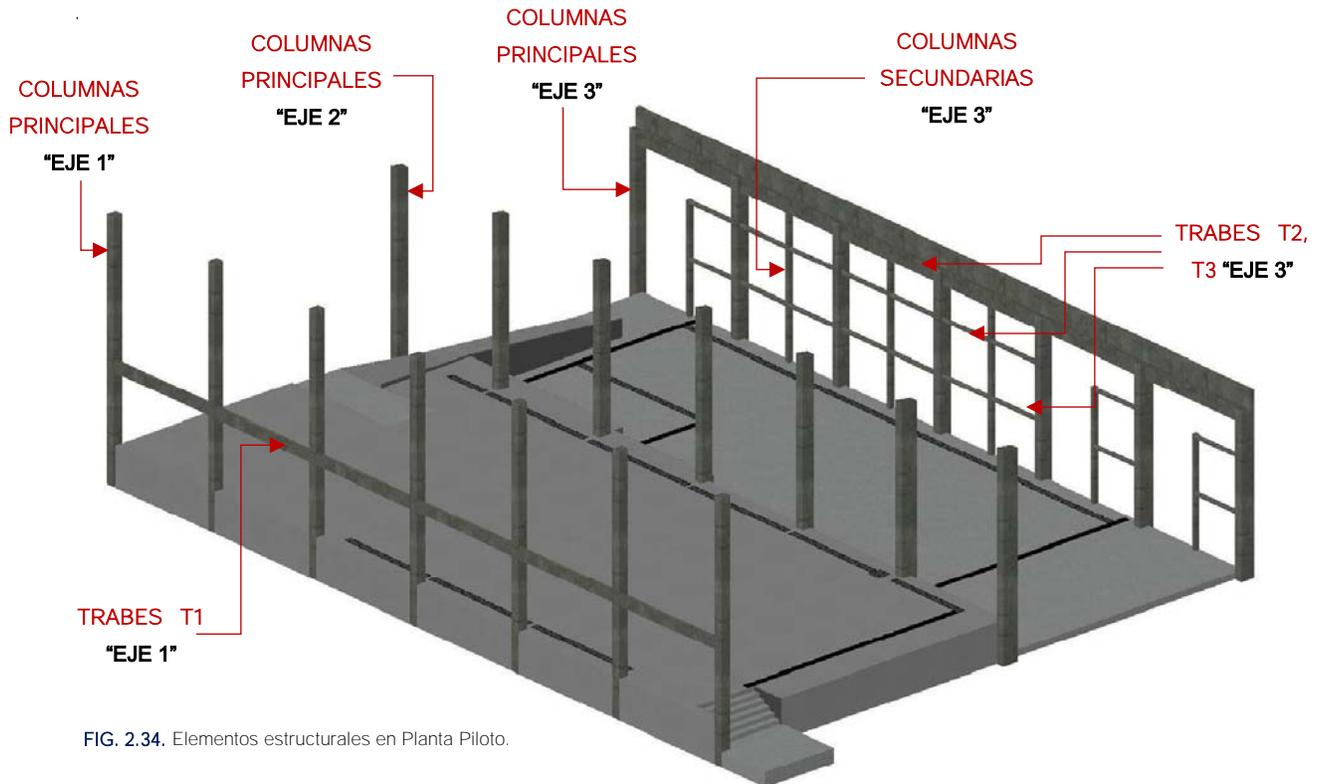


FIG. 2.34. Elementos estructurales en Planta Piloto.

Es fundamental resaltar que no todas las columnas presentan las mismas dimensiones y características puesto que sus propiedades se encuentran en función de su localización; es decir, el diseño de la Planta propicia la existencia de columnas de mayor altura (Columnas del Eje 1) y columnas de menor altura (Columnas del Eje 3). Esta diferencia de altura entre columnas tiene como objetivo evitar estancamientos de agua sobre la techumbre del edificio proporcionando una pendiente adecuada que permita captar el agua en zonas específicas para posteriormente canalizarla hacia el exterior.

A continuación se detallará un poco más al respecto de los elementos estructurales presentes en cada uno de los ejes (1, 2 y 3).



Elementos estructurales en el Eje 1

Dentro del Eje 1 se encuentran presentes los dos distintos tipos de elementos estructurales al contar con un **total de siete columnas y seis traves correspondientes al tipo "T1"**.

Las columnas en este eje presentan la mayor altura de todas las existentes en la Planta Piloto y se encuentran separadas 5.60 metros de distancia entre sí; **adicionalmente** poseen las siguientes características: **La Columna "A"** tiene 0.40 m de ancho por 0.46 m de largo y 12.46 metros de altura **mientras que las Columnas "B", "C", "D", "E", "F" y "G"** presentan **dimensiones idénticas de 0.40 m de ancho por 0.46 m de largo y 11.32 metros de altura**. La variación en las alturas entre columnas se debe a la diferencia en los niveles de los pisos, puesto que la Plataforma Superior (zona donde se localizan las Columnas B, C, D, E, F y G) se encuentra 1.14 metros por encima del Área de Acceso (zona donde se localiza la Columna A).

Las Columnas se ligan mediante una serie de traves de 0.46 m de ancho x 0.50 m de alto y 5.60 metros longitud construidas a 3.21 metros por encima el N.P.T. de la Plataforma Superior.

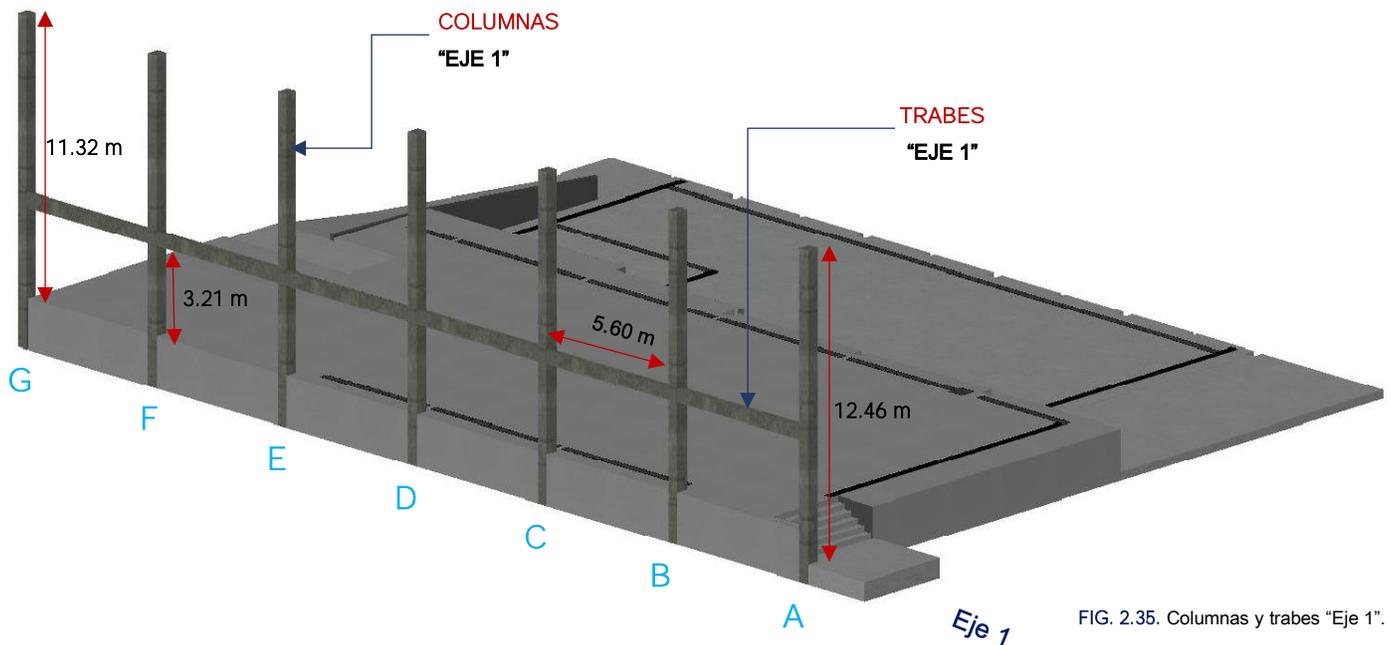


FIG. 2.35. Columnas y traves "Eje 1".

Elementos estructurales en el Eje 2

A diferencia del caso anterior, sobre la trayectoria del Eje 2 **únicamente están presentes siete** columnas de concreto que son paralelas a las existentes en el Eje 1 pero separadas de estas por una distancia de 14.29 metros.

Las siete columnas cuentan con el mismo valor de altura y de ancho (8.917 m y 0.40 m respectivamente), pero con dos distintos valores en su longitud. Mientras las columnas “A” y “B” tienen 0.80 m de largo **las columnas “C”, “D”, “E”, “F” y “G” solamente presentan 0.60 metros.**

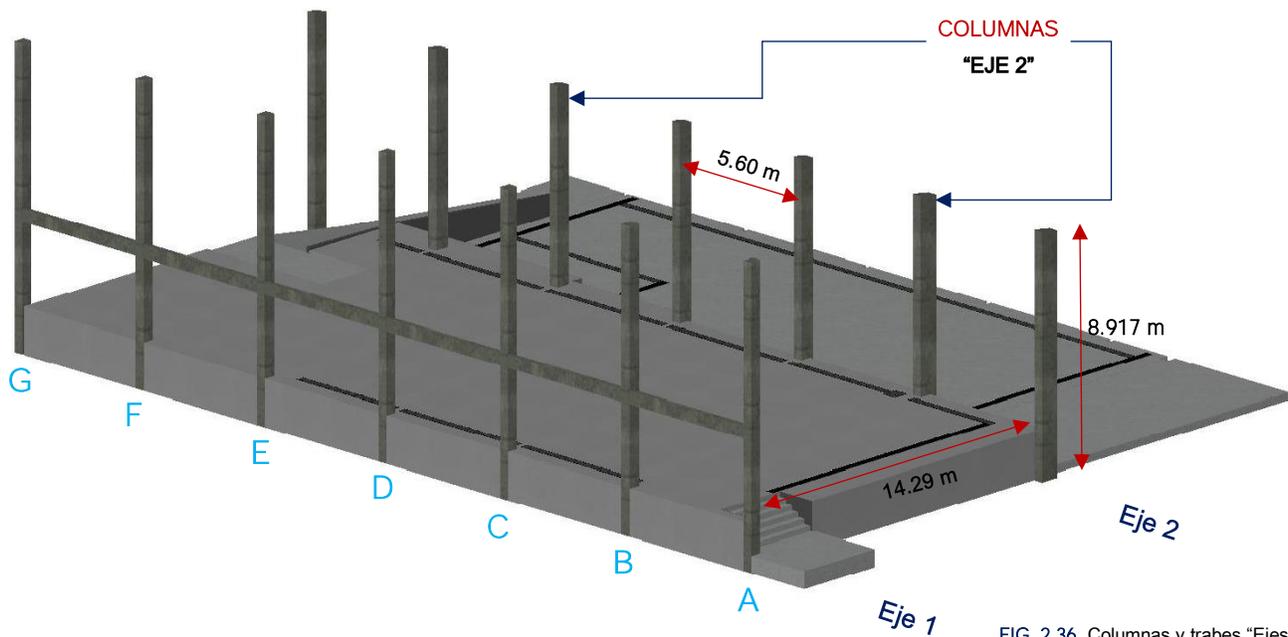


FIG. 2.36. Columnas y travesaños “Ejes 1 - 2”.

Elementos estructurales en el Eje 3

Al enfocarnos sobre el Eje 3 encontramos la mayor cantidad de elementos estructurales de concreto con la presencia de columnas principales, columnas secundarias y dos tipos distintos de travesaños. Las siete columnas principales **con dimensiones idénticas de 0.40 m de ancho por 0.70 m de largo y 6.8761 m de altura** son paralelas a las columnas del Eje 2 y **están** separadas por una distancia de 11.80 metros; al igual que en los dos casos anteriores **la separación entre columna y columna del Eje 3 es de 5.60 metros.**

Las columnas secundarias se ubican intermedias a las columnas principales y cada una de estas seis se separa 2.60 metros de cada columna principal. Todas las columnas secundarias poseen las mismas dimensiones que son: 0.20 m de ancho x 0.24 m de largo y 4.95 m de alto.



A su vez las columnas secundarias están ligadas a las columnas principales mediante traveses de 0.15 m de ancho por 0.15 m de alto y 2.60 m de longitud. Dichas traveses están divididas en dos secciones de nueve traveses cada una, en donde la sección 1 se localiza a 2.37 metros por encima del N.P.T. y la segunda sección a 4.80 metros del N.P.T.

El último elemento estructural de concreto está dado por seis traveses de 0.40 m de ancho por 0.50 m de alto y 5.60 m de longitud que tienen la finalidad de ligar a las columnas principales a 6.35 metros por encima del N.P.T.

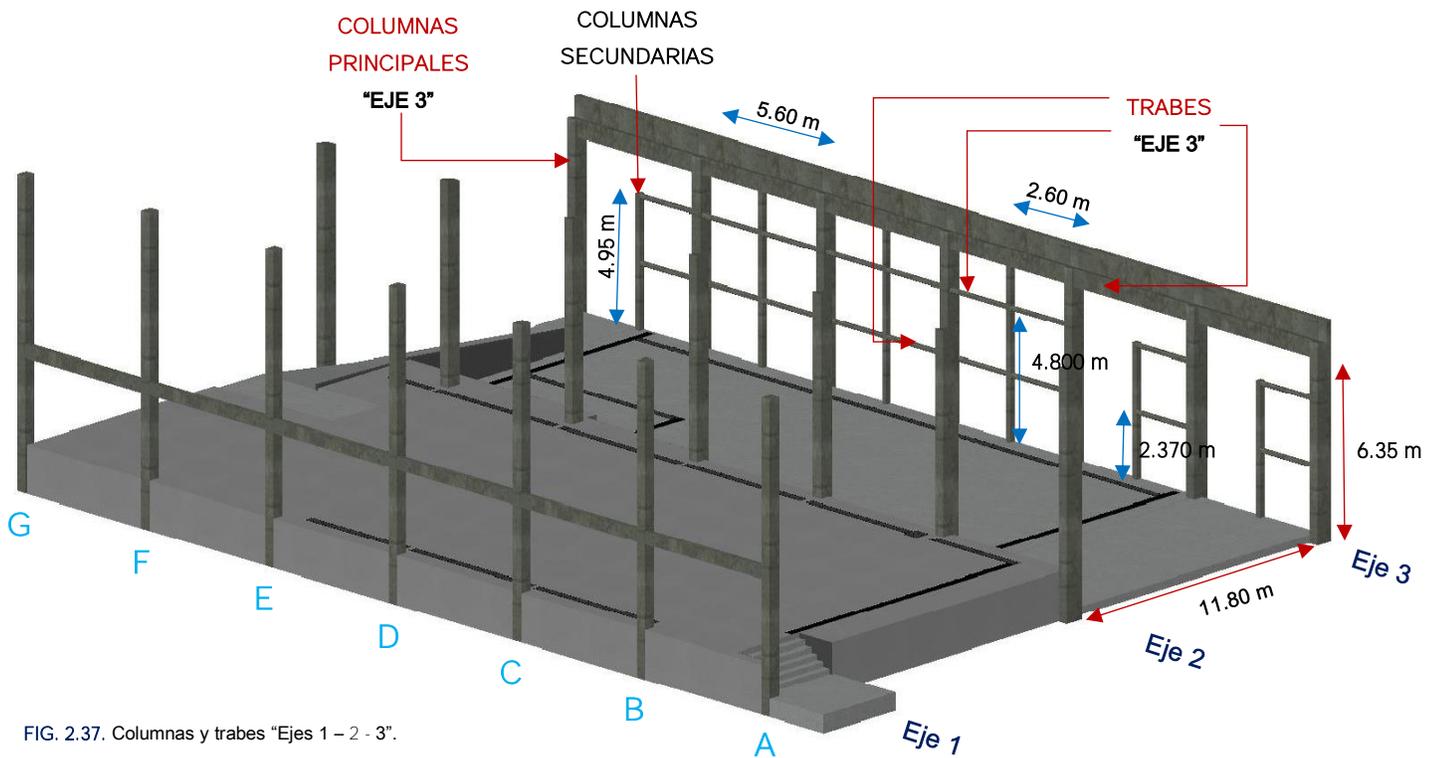


FIG. 2.37. Columnas y traveses "Ejes 1 - 2 - 3".



2.6. Muros de Block Vidriado

De manera sencilla se define como “muro” a toda aquella construcción que permite dividir o delimitar un espacio, los muros forman una parte importante dentro de las edificaciones debido a la gran variedad de usos estructurales y estéticos que se les puede dar.

Dentro de la Planta Piloto de la FES Zaragoza los muros principales están contruidos con block vidriado marca “Santa Julia” y su construcción se realiza sobre los Ejes 1, 2, 3, A, B y G. El tabique o block vidriado es un material fabricado de arcilla comprimida bajo el proceso de extrusión y su cocción supera los 1000°C; algunas de las ventajas que presenta dicho material son las siguientes: no requiere mantenimiento **ya que su capa de esmalte vidriado lo hace repelente a la degradación** por suciedad, intemperie y grafitis, alto grado de resistencia al fuego y posee un excelente **aislamiento acústico y térmico**.



FIG. 2.38. Muro de Block vidriado “Santa Julia”.

Si nos enfocamos a las características que presentan los muros de block vidriado al interior de la Planta Piloto encontraremos que las alturas están en función de la localización de los mismos y que no todos los muros presentan la misma altura a pesar de encontrarse sobre el mismo eje. Asimismo, es interesante destacar que estos muros pueden estar desplantados a partir del N.P.T. (nivel de piso terminado) o desde elementos estructurales como trabes de concreto.

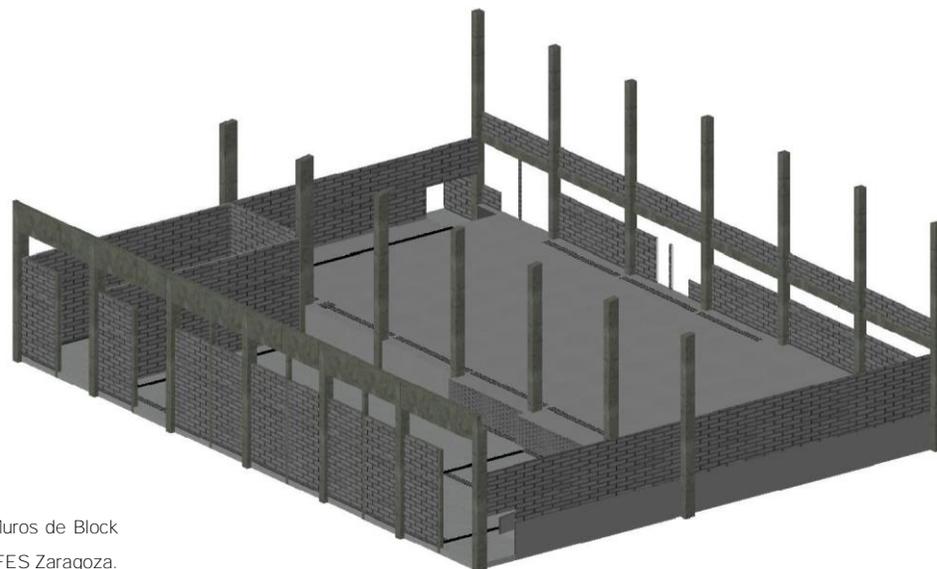


FIG. 2.39. Modelo 3D- Muros de Block vidriado en Planta Piloto FES Zaragoza.



El Eje 1 tiene muros que se desplantan desde el N.P.T. hasta una altura de 2.37 metros (con la existencia de algunos vanos para puertas y ventanas en áreas de oficinas y laboratorios); asimismo, también sobre este eje se desplantan muros de 1.00 metros de altura que se ubican sobre la trabe de concreto existente a 3.21 metros sobre el N.P.T.

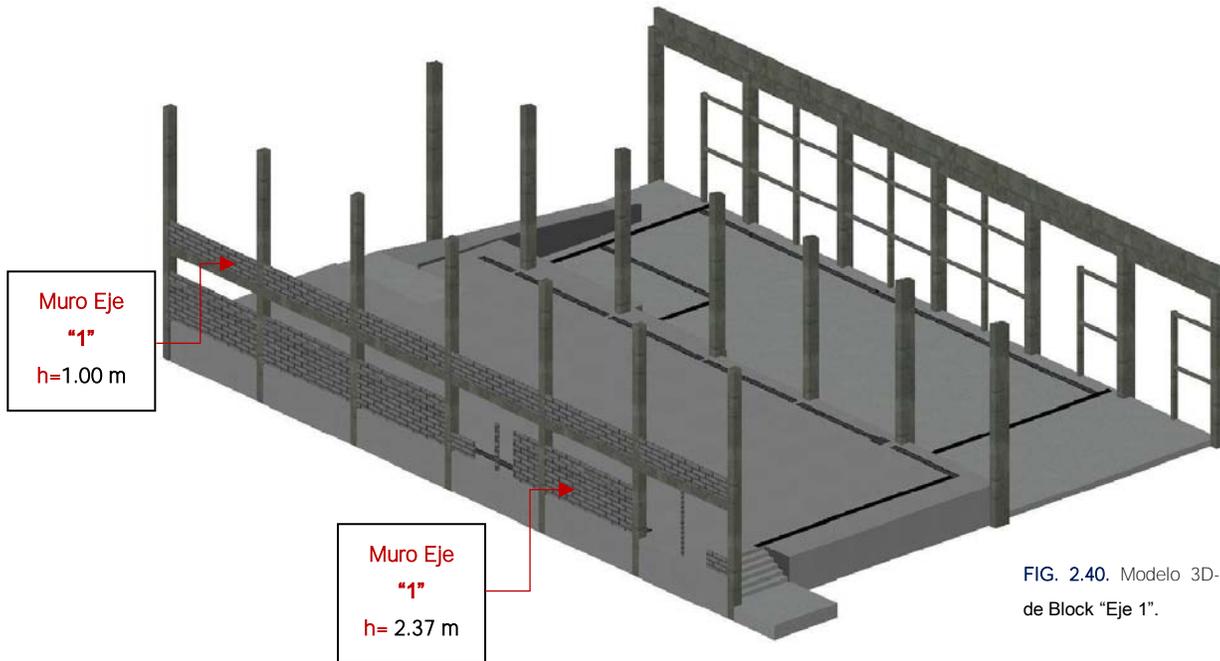


FIG. 2.40. Modelo 3D- Muros de Block "Eje 1".

El Eje 2 cuenta con un muro de 3.44 metros de altura que se encarga de conectar las dos primeras columnas de este eje y está presente un vano de ventana de 0.79 m x 1.00 m que permite observar el interior del Cuarto de Máquinas. En esa zona, pero sobre el Eje B se puede encontrar un muro de 4.95 metros de altura que une los Ejes 2-3 y que divide a la Planta Piloto del Cuarto de Máquinas.

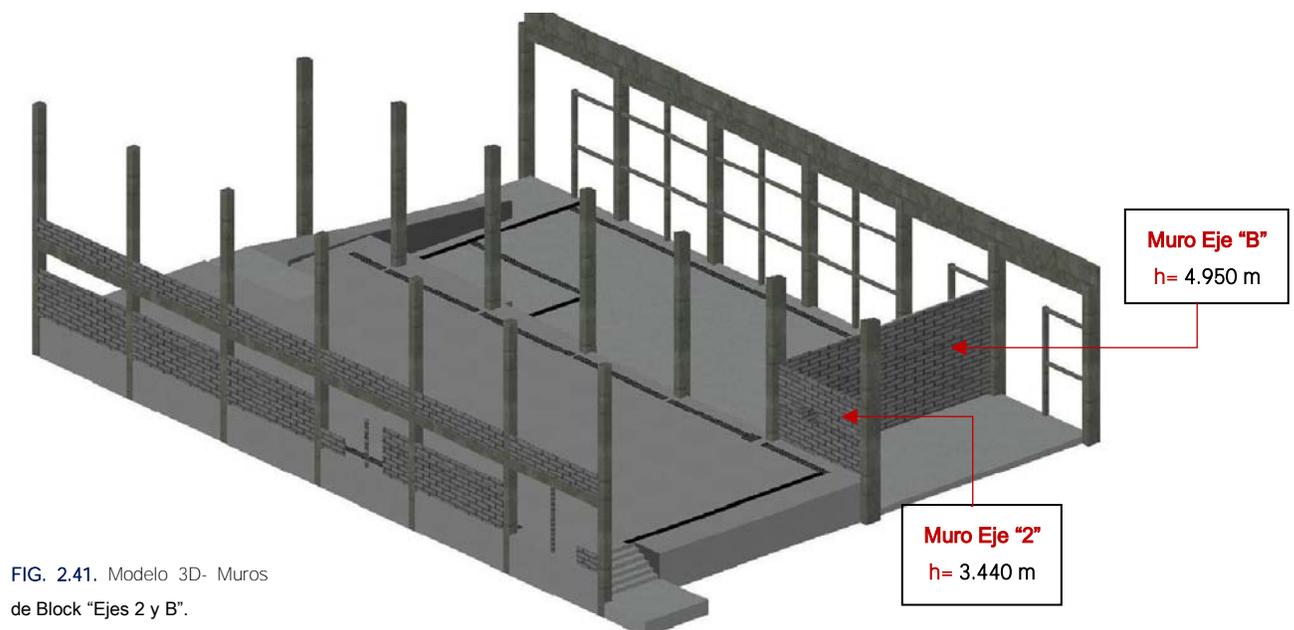
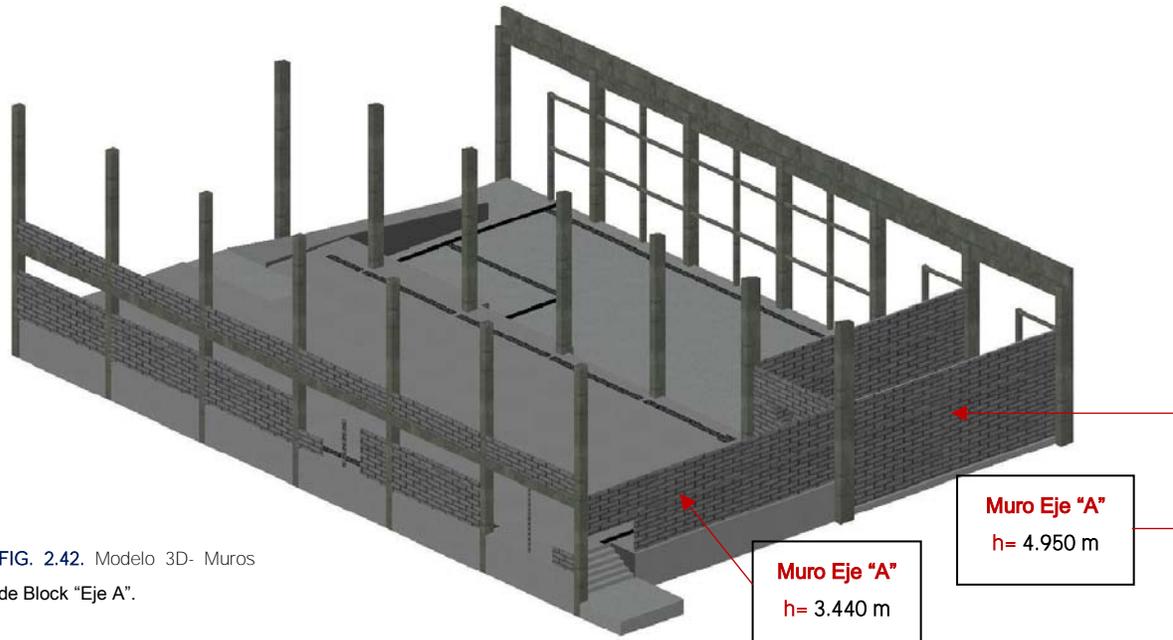


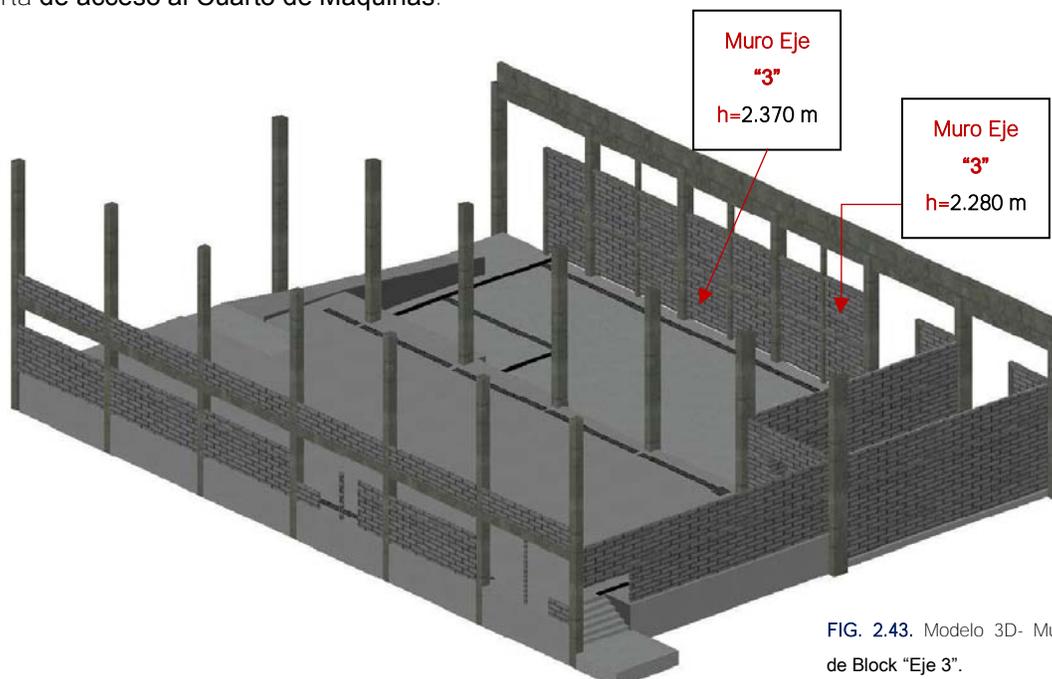
FIG. 2.41. Modelo 3D- Muros de Block "Ejes 2 y B".



En el Eje A podemos encontrar muros de diferentes alturas; por una parte en **la sección comprendida** entre los Ejes 1-2 la altura de los muros es de 3.44 metros mientras que en el caso del muro que conecta los Ejes 2-3 es de 4.95 metros.



El Eje 3 se caracteriza por contar con dos secciones de muros, la primera desplantada desde el N.P.T. hasta una altura de 2.37 metros y la segunda con 2.28 metros de altura pero construida a 4.80 metros por encima del N.P.T. (desplantada sobre la trabe de concreto). Es importante mencionar que en los muros de este eje se dejan los vanos para dos salidas de emergencia y una puerta de acceso al Cuarto de Máquinas.





Para finalizar con el tema de los muros de block que envuelven a la Planta Piloto se debe hacer **mención de aquellos que están presentes sobre el Eje G**, con una altura de 3.01 metros se distribuyen para completar la trayectoria completa del eje y cuentan con dos vanos para las puertas de acceso a Aulas ET-PP-IQ y al Almacén de Herramientas respectivamente.

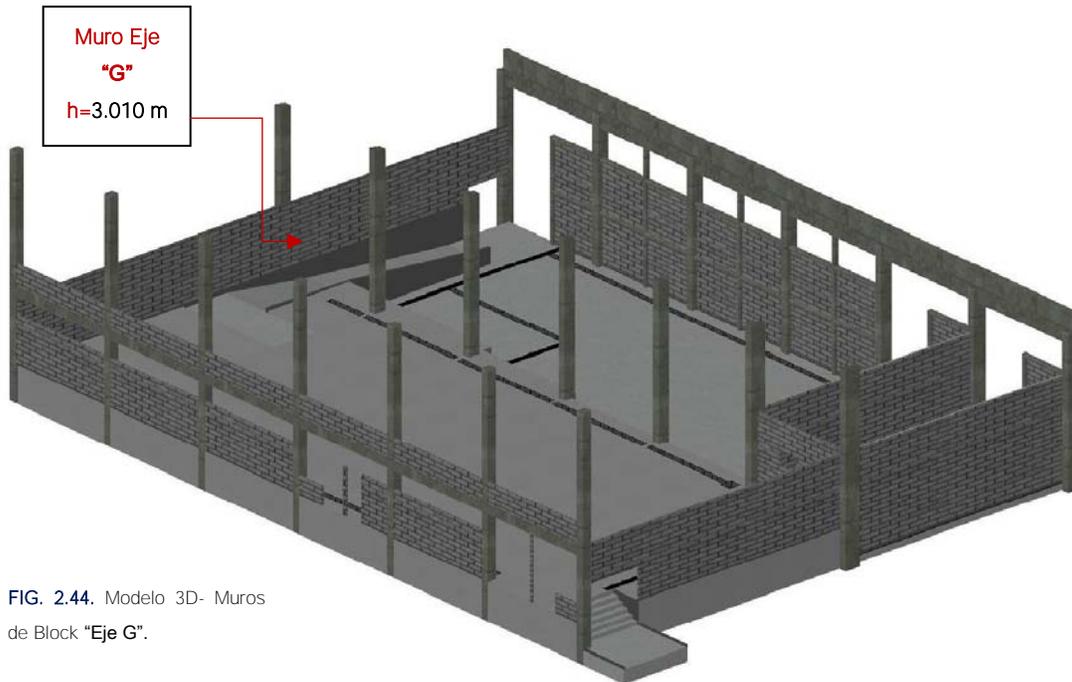


FIG. 2.44. Modelo 3D- Muros de Block "Eje G".

2.7. Muros de Tablaroca

Se denomina Tablaroca a aquellos paneles de yeso prefabricados con varias capas y una estructura metálica que dan propiedades de flexibilidad y resistencia; con este material se puede construir casi cualquier cosa que también se hace con ladrillos, yeso, madera o cemento aunque la Tablaroca ofrece mejores propiedades que los materiales constructivos convencionales como: **resistencia al fuego, aislamiento térmico, resistencia a la humedad y aislamiento acústico.**

Descripción:

1. Bastidor metálico con postes a cada 61 cm.
2. Anclas a 61 cm.
3. Capa sencilla de tablero de yeso de 12.7 mm en ambas caras.
4. Colchoneta de lana mineral o fibra de vidrio.
5. Tornillos tipo S de 1" a cada 30.5 cm.
6. Cinta de refuerzo.
7. Juntas alternadas y tratadas

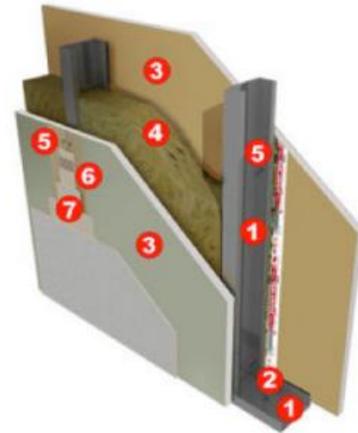


FIG. 2.45. Estructura de la Tablaroca.

Se menciona a la Tablaroca como material de construcción debido que adicional a los muros de block vidriado localizados en el interior de la Planta, existen muros secundarios fabricados con este tipo de material. Los muros de Tablaroca únicamente se localizan sobre los Ejes 1, 2, A, B y se encuentran sujetos a bastidores contruidos de ángulo de acero en color amarillo brillante. La distribución de los muros secundarios es la siguiente: sobre el Eje 2 en el espacio comprendido entre las columnas A – B se levanta un muro de panel de cemento con una altura de 3.90 m; a un costado de esta área, entre las columnas 2 - 3 del Eje B se encuentra un muro de Tablaroca que tiene una altura máxima de 3.90 m y una altura mínima de 2.00 m.

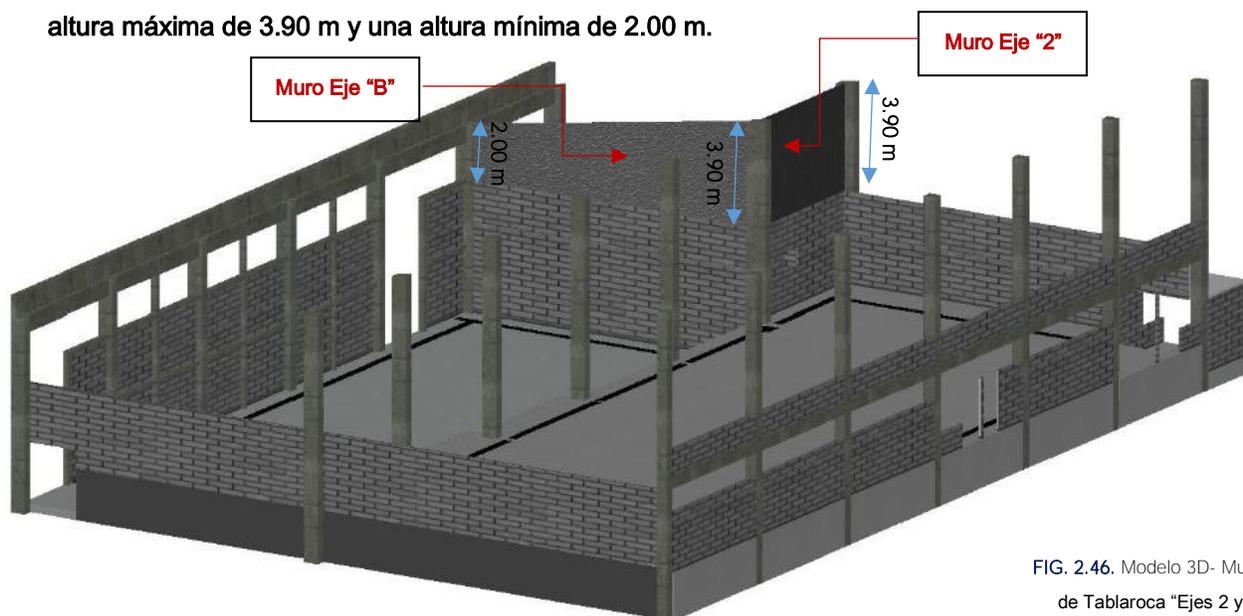


FIG. 2.46. Modelo 3D- Muros de Tablaroca "Ejes 2 y B".



Sobre el Eje A podemos apreciar la existencia de dos muros, el primero comprendido entre las columnas 1 - 2 con una altura máxima de 4.97 metros y una altura mínima de 2.64 metros; y el segundo que es idéntico al muro de Tablaroca del Eje B con una altura máxima de 3.90 metros y una mínima de 2.00 metros.

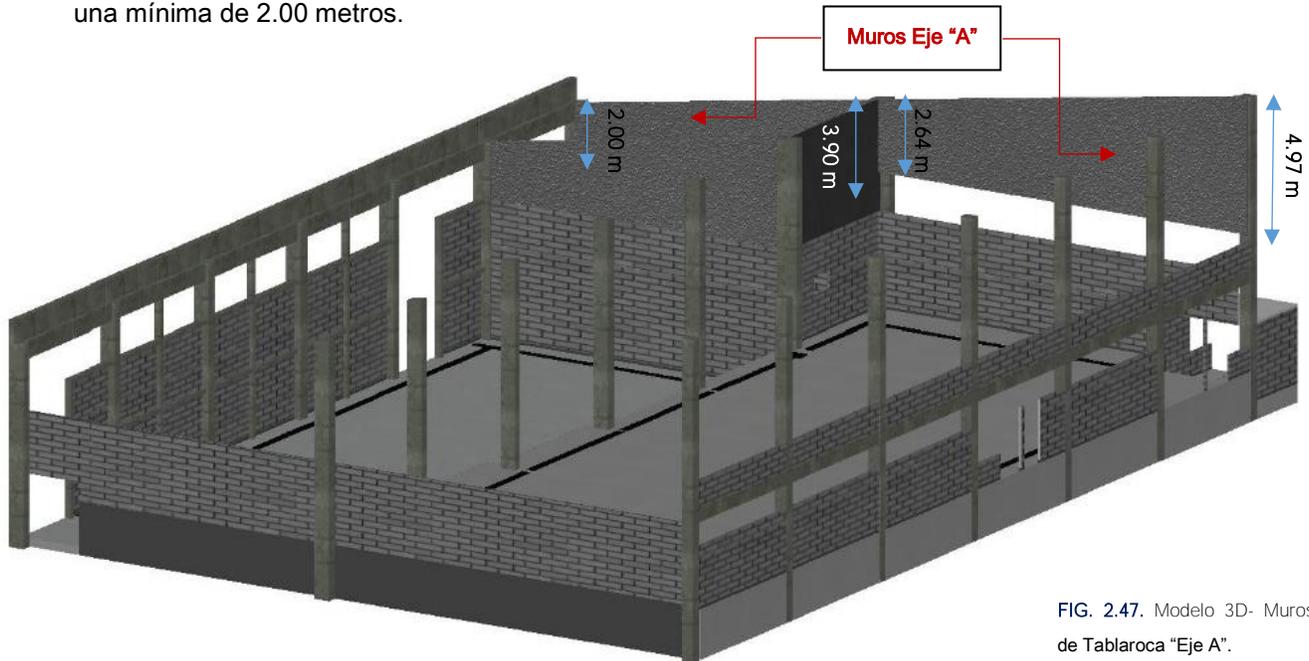


FIG. 2.47. Modelo 3D- Muros de Tablaroca "Eje A".

Finalmente el ultimo eje con la presencia de muros de Tablaroca es el Eje 1 que cuenta con seis secciones de 2.20 metros de altura localizadas entre los ejes A, B, C, D, E, F y G.

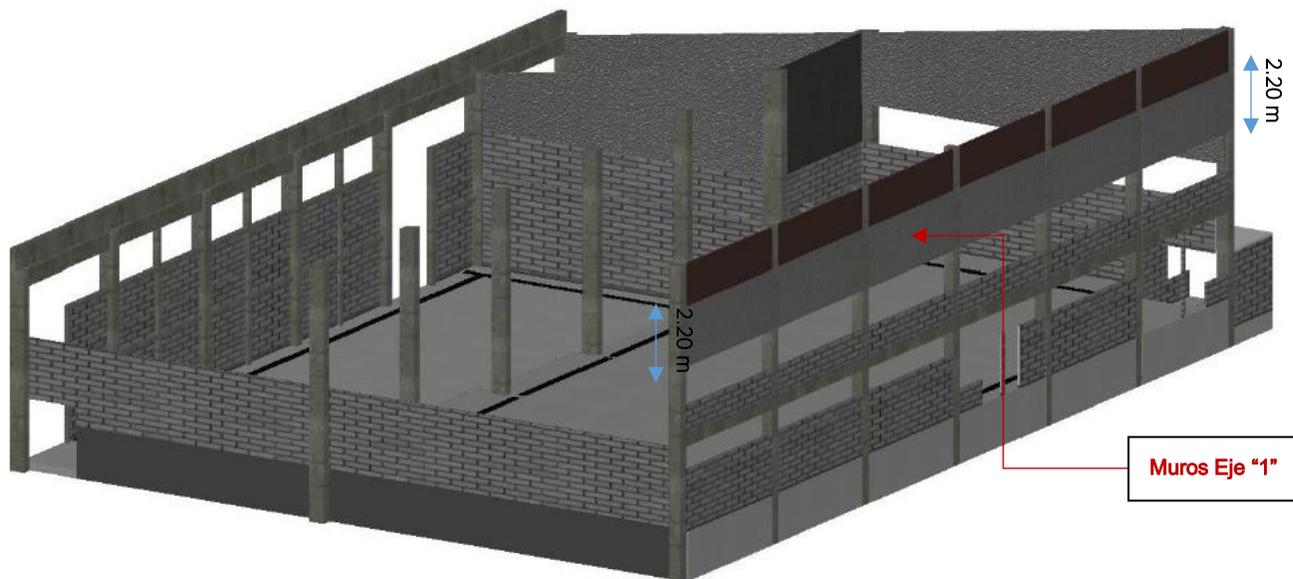


FIG. 2.48. Modelo 3D- Muros de Tablaroca "Eje 1".



2.8. Puertas y ventanas en Planta Piloto

Las puertas y ventanas son elementos adicionales que también forman parte del inmueble, y en esta sección serán tratados de forma general sin entrar a detalle en especificaciones técnicas puesto que para propósitos del proyecto únicamente se realiza con fines de referencia.

La Planta Piloto cuenta con 10 puertas que comunican este espacio con las diferentes áreas que la rodean, 9 de estas puertas son del tipo industrial y están fabricadas a base de ángulo de aluminio y paneles de laminado plástico color naranja brillante, mientras que la puerta restante es de madera con ángulo de aluminio perimetral.

La localización de estos elementos es la siguiente:

- ✚ Eje 1: 4 Puertas de Oficinas y 1 Puerta de Acceso a Laboratorios.
- ✚ Eje 3: 2 Puertas de Salida de Emergencia y 1 Puerta de Acceso a Cuarto de Máquinas.
- ✚ Eje G: 1 Puerta de Almacén de Herramientas y 1 Puerta de Acceso a Aulas.

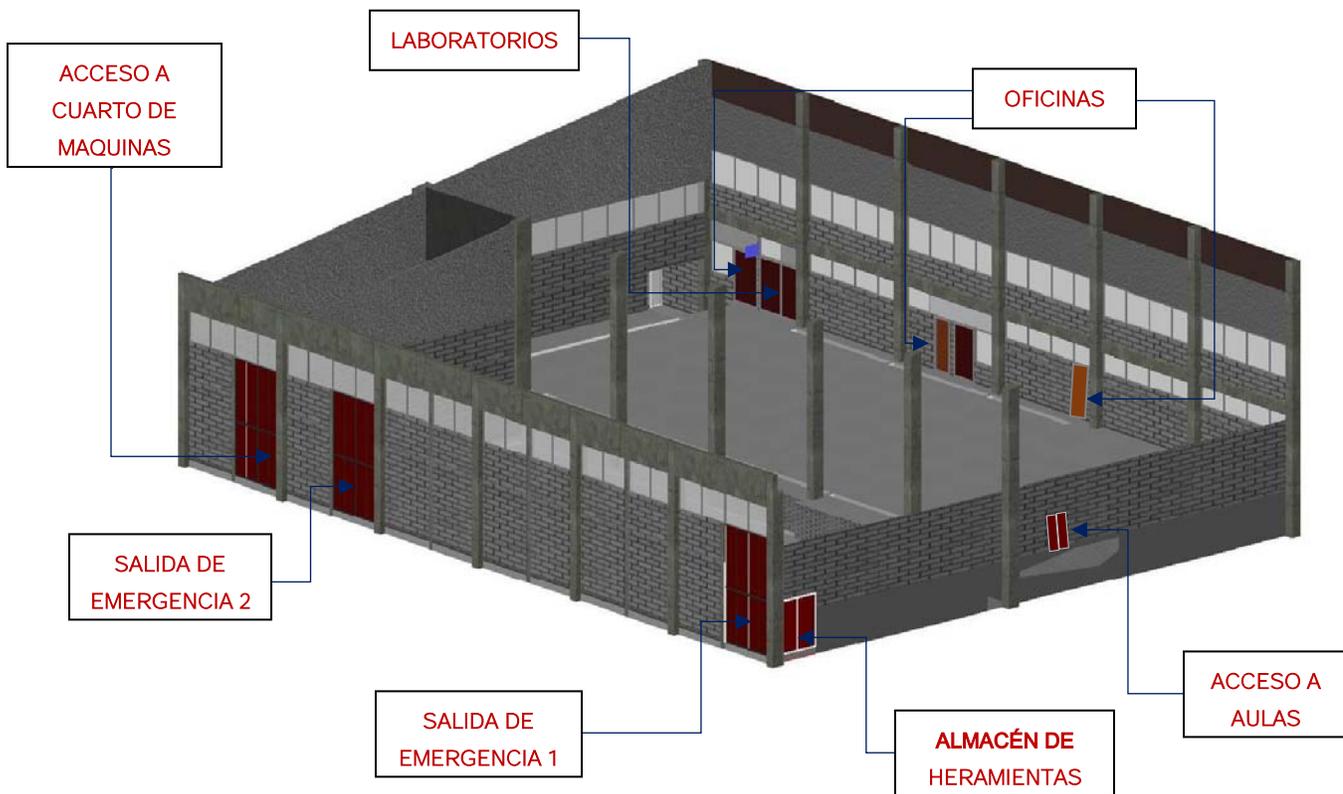


FIG. 2.49. Modelo 3D-Puertas en Planta Piloto.



La cancelería de la Planta Piloto se encuentra distribuida sobre los ejes 1, 3 y A; estas ventanas se diferencian entre sí por sus dimensiones y su localización aunque todas ellas están construidas a base de aluminio y cuentan con vidrios de 6 mm de espesor.

En el Eje A, las ventanas se localizan sobre los muros de block vidriado que se ubican en la sección comprendida entre las columnas 1-2, poseen una altura de 1.40 metros que le proporcionan una óptima visibilidad desde espacios como la Jefatura de la carrera de Ingeniería Química y los laboratorios de Biología situados en la Planta Alta del Edificio de Tecnologías.

Si nos enfocamos sobre el Eje 1 encontraremos la mayor cantidad de ventanas debido a la existencia de dos distintas secciones con diferentes características. Las ventanas inferiores corresponden a las oficinas de la Planta Baja y tienen 1.40 metros de altura mientras que las ventanas superiores con 1.84 metros de altura forman parte de laboratorios y oficinas ubicadas en la Planta Alta (ambas secciones siguen la misma trayectoria que va desde el eje A hasta el eje G).

Finalmente en el Eje 3, la cancelería de 1.40 metros de altura se ubica sobre la segunda trabe de concreto que se extiende en la trayectoria comprendida por la suma de los ejes A, B, C, D, E, F y G.

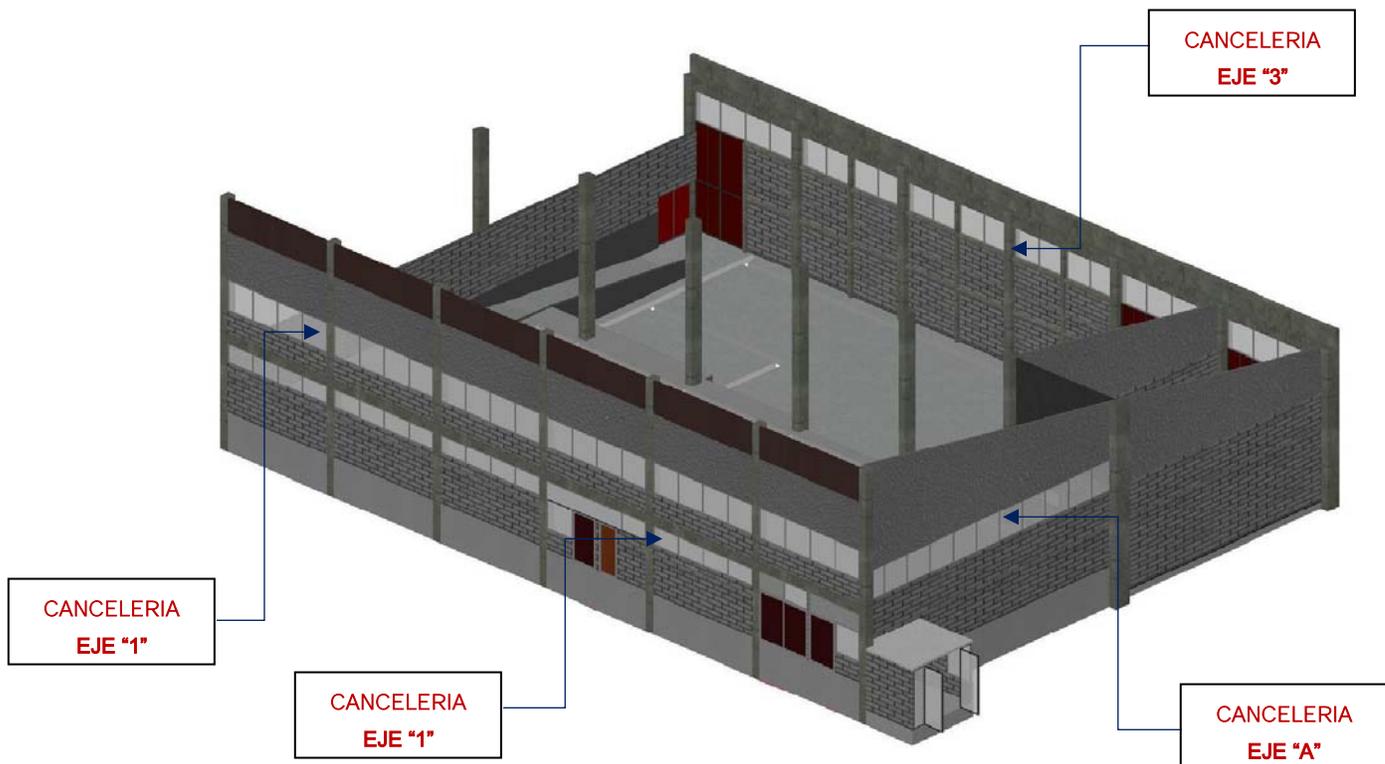


FIG. 2.50. Modelo 3D-Cancelería en Planta Piloto.



2.9. Otros elementos en Planta Piloto (barandales, malla ciclónica y rejillas)

Además de los elementos constructivos vistos anteriormente, se suman elementos de herrería como escaleras, mallas ciclónicas, rejillas tipo Irving y barandales.

Las rejillas tipo Irving cubren casi la totalidad de la Red de Drenaje y sirven como protección para evitar caídas dentro de los canales de concreto (como fue mencionado en la sección de la red de Drenaje) cada rejilla tiene una longitud de 2.00 metros por 34 cm de ancho. Las mallas ciclónicas controlan el acceso de personas que ingresan zonas como la Planta Piloto y la Planta Purificadora de agua, se caracterizan por tener una altura de 1.90 metros y una longitud variable.

Mientras tanto, las secciones de barandal de protección ayudan a prevenir accidentes ocasionados por la diferencia de niveles entre los pisos de la Plataforma Superior e Inferior que son comunicados por la rampa de concreto y por la escalera metálica localizada entre los Ejes 2-3.

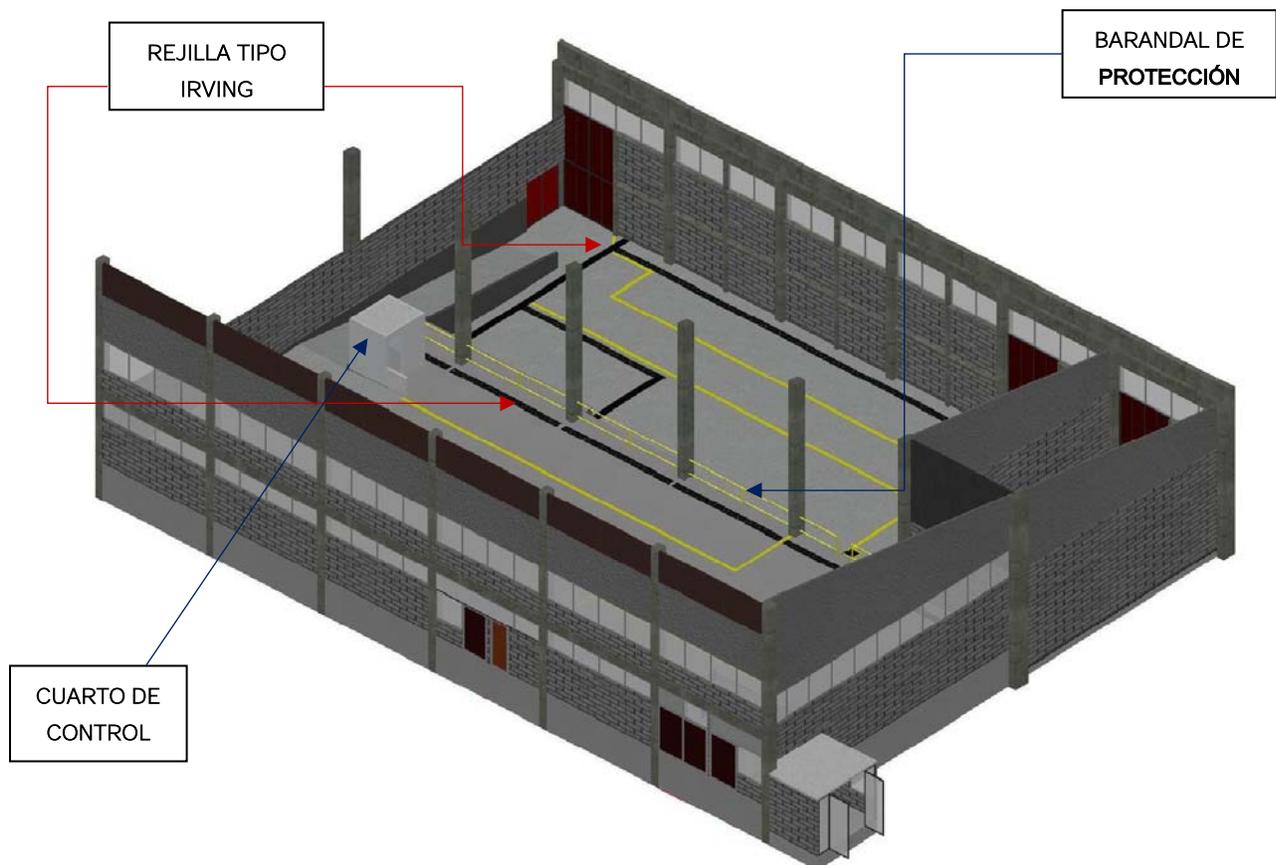


FIG. 2.51. Modelo 3D-Barandales y rejillas en Planta Piloto.



Elementos adicionales en Planta Piloto (escaleras, barandales, malla ciclónica y rejillas)

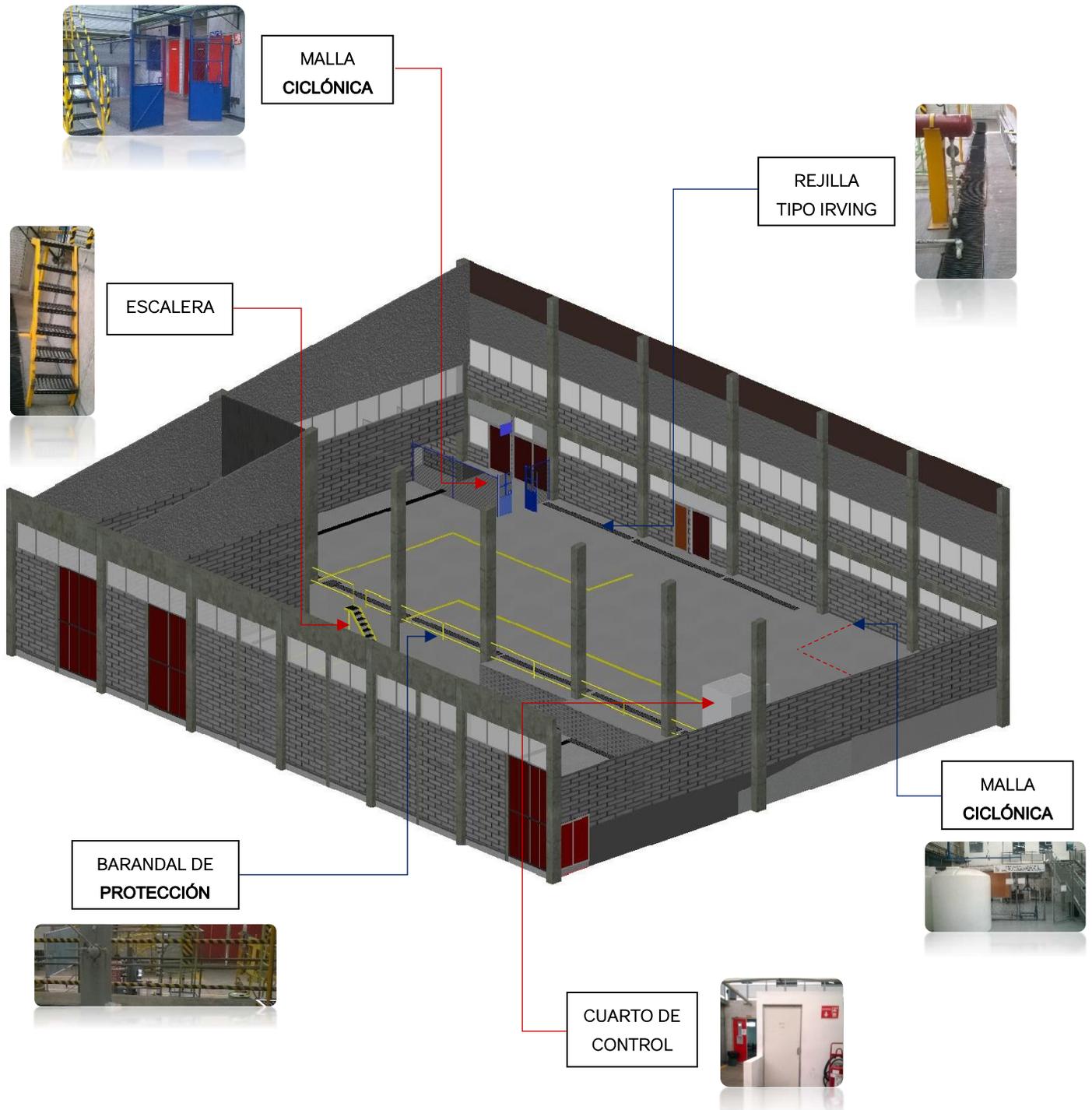


FIG. 2.52. Modelo 3D-Elementos adicionales en Planta Piloto.



2.10. Iluminación en Planta Piloto

Una instalación de alumbrado es toda aquella en la que la energía eléctrica se utiliza preferentemente para iluminar uno o varios recintos y consiste en colocar luminarias de forma que además de proporcionar una iluminación general uniforme pueda aumentarse el nivel en ciertas zonas que así lo requieran.



FIG. 2.53. Imagen Sistema de Iluminación

Las luminarias instaladas en el espacio correspondiente a Planta Piloto son unidades de iluminación Crouse Hinds Domex Serie EVA. Este tipo de unidades se fabrican para montaje colgante en techo o pared y generalmente son usadas en lugares peligrosos debido a la presencia de gases o vapores inflamables, donde la humedad y corrosión están presentes; por ejemplo en refinerías, plantas químicas o petroquímicas.

En la Planta Piloto existen dos tipos de unidades EVA: con reflector poco profundo y con reflector angular de 30° que únicamente se diferencian entre sí por el tipo de reflector instalado. En su gran mayoría están presentes las luminarias con reflector poco profundo, aunque vale la pena señalar que los reflectores solamente tienen la finalidad de modelar la forma y dirección de flujo de la lámpara.

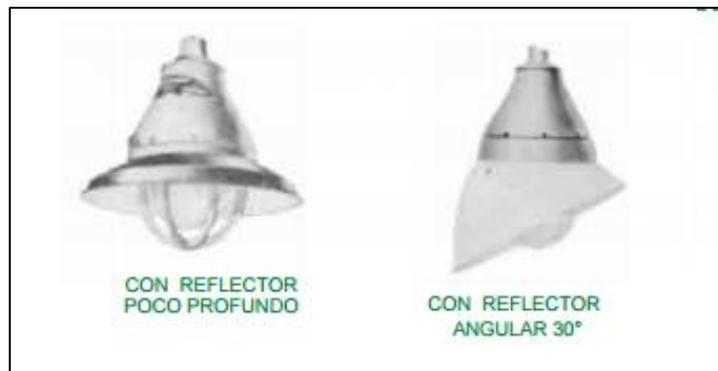


FIG. 2.54. Imágenes de Tipos de Luminarias en Planta Piloto.



Distribución de Luminarias en Planta Piloto

La Planta Piloto de la FES Zaragoza es iluminada por 56 luminarias (43 unidades del tipo “reflector poco profundo” y 13 unidades del tipo “reflector angular de 30°”) que se distribuyen de la siguiente manera: 37 luminarias instaladas sobre la Plataforma Superior y 19 luminarias instaladas sobre la Plataforma Inferior.

El sistema de iluminación es alimentado por el Tablero “F” localizado dentro del Cuarto de Máquinas, con conductores que manejan tres diferentes tipos de calibres: 10 AWG, 12 AWG, 8 AWG y con canalizaciones fabricadas en tubería galvanizada de pared gruesa de 25 mm de diámetro,

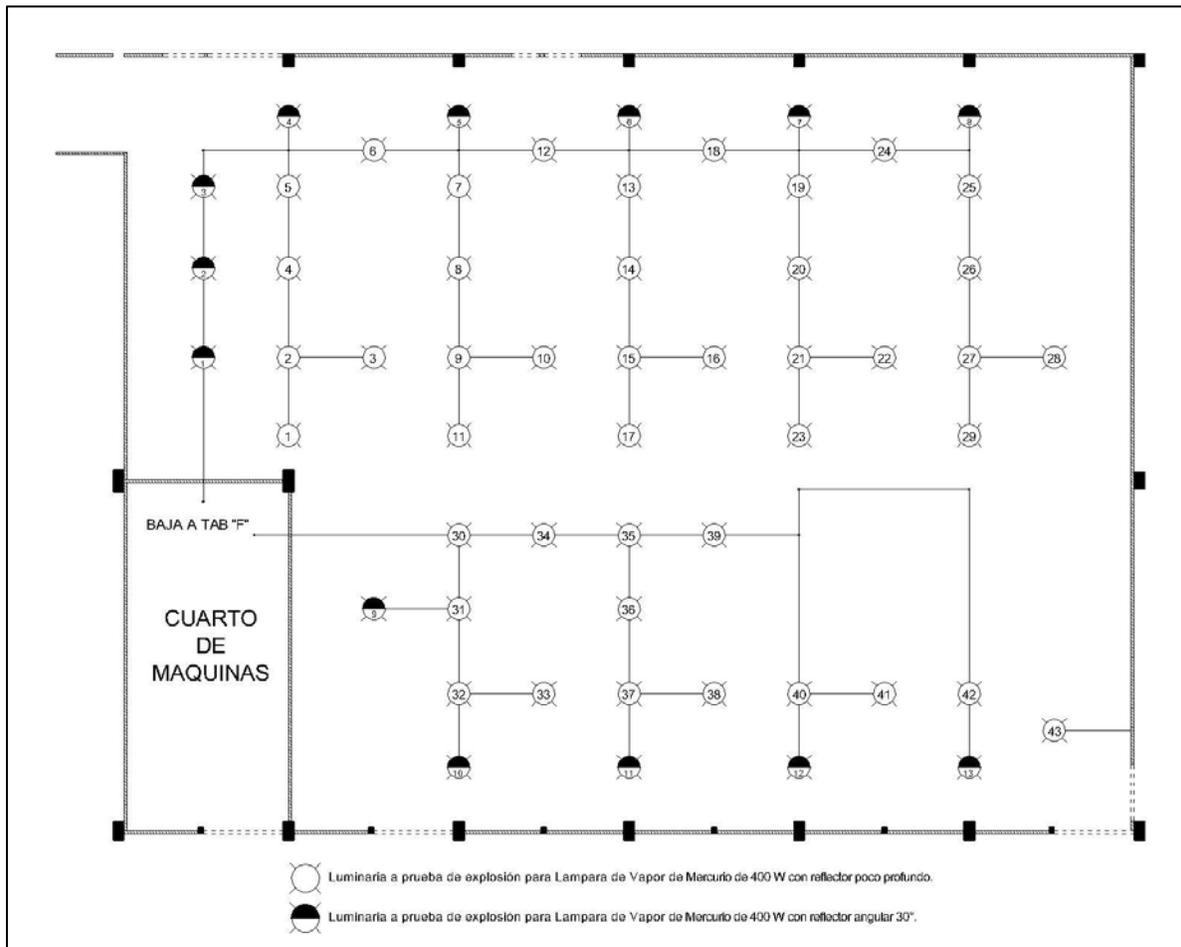


FIG. 2.55. Plano de distribución de Luminarias.



2.11. Techumbre en Planta Piloto

La techumbre es la parte superior de un edificio destinada a recibir las aguas pluviales y verterlas por medio de canales; se integra por dos elementos principales: la cubierta y la estructura sustentante de dicha cubierta.

En términos generales se entiende por estructura a todos aquellos elementos que en conjunto son capaces de soportar su propio peso, el peso de la cubierta y las cargas producidas por el viento, lluvia o nieve. Mientras tanto, se define como cubierta a aquella parte exterior que tiene como finalidad aislar al edificio de los agentes climáticos (lluvia, viento, nieve, etc.).

Toda cubierta debe cubrir con ciertos requisitos **básicos** como lo son: **resistencia al medio ambiente, contener una aislación térmica y acústica adecuada, no debe permitir el paso de la humedad hacia el interior, resistencia al fuego adecuada y debe ser liviana (para no deformar la estructura).**

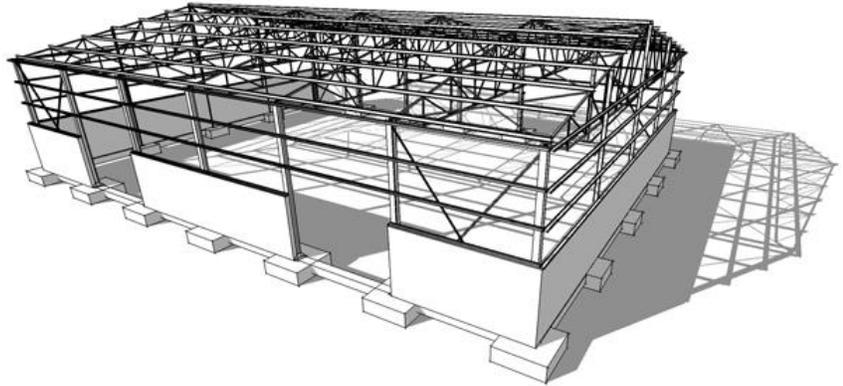


FIG. 2.56. Modelo 3D de la estructura de la cubierta de un edificio.

La techumbre de la Planta Piloto de la FES Zaragoza está dada por una estructura metálica con recubrimiento en pintura de esmalte color amarillo brillante, montada sobre las columnas de concreto que se distribuyen a lo largo y ancho de la Planta; y complementada por una cubierta integrada por secciones de Multypanel con **lámina traslúcida**.

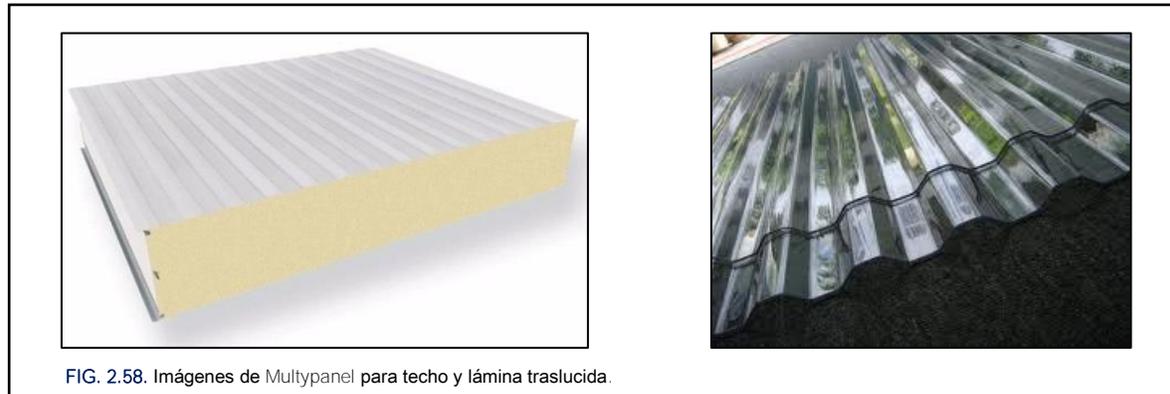


FIG. 2.57. Vista de la Techumbre desde el interior de la Planta Piloto de la FES Zaragoza.



El Multypanel es un panel metálico formado por dos caras de lámina de acero galvanizado prepintado que cuenta en su interior con un aislamiento de poliuretano expandido; las láminas traslucidas como su nombre lo dice son laminados plásticos con alta capacidad de transmisión de luz natural.

El objetivo de combinar Multypanel con lámina traslucida como elementos constructivos de la cubierta de Planta Piloto consiste **básicamente** en utilizar la luz natural para iluminar dicho espacio trabajo durante el transcurso del día y con ello reducir el consumo energético derivado de utilizar el sistema de iluminación por periodos de tiempo más prolongados.



La forma en que se distribuyen las secciones de Multypanel y de lámina traslucida es la siguiente: **por cada sección de 5.00** metros de ancho de Multypanel se instalan secciones de **1.00** metros de ancho de lámina traslucida. Dicha distribución es consecutiva y se extiende hasta completar la totalidad de la techumbre del edificio.

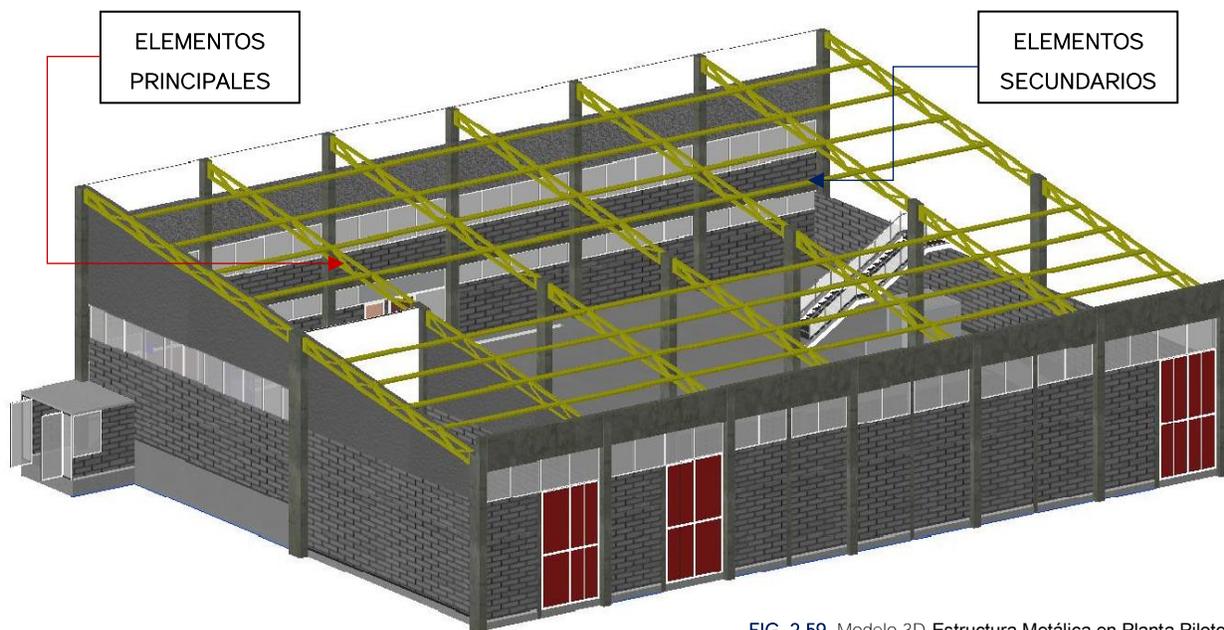


FIG. 2.59. Modelo 3D-Estructura Metálica en Planta Piloto.

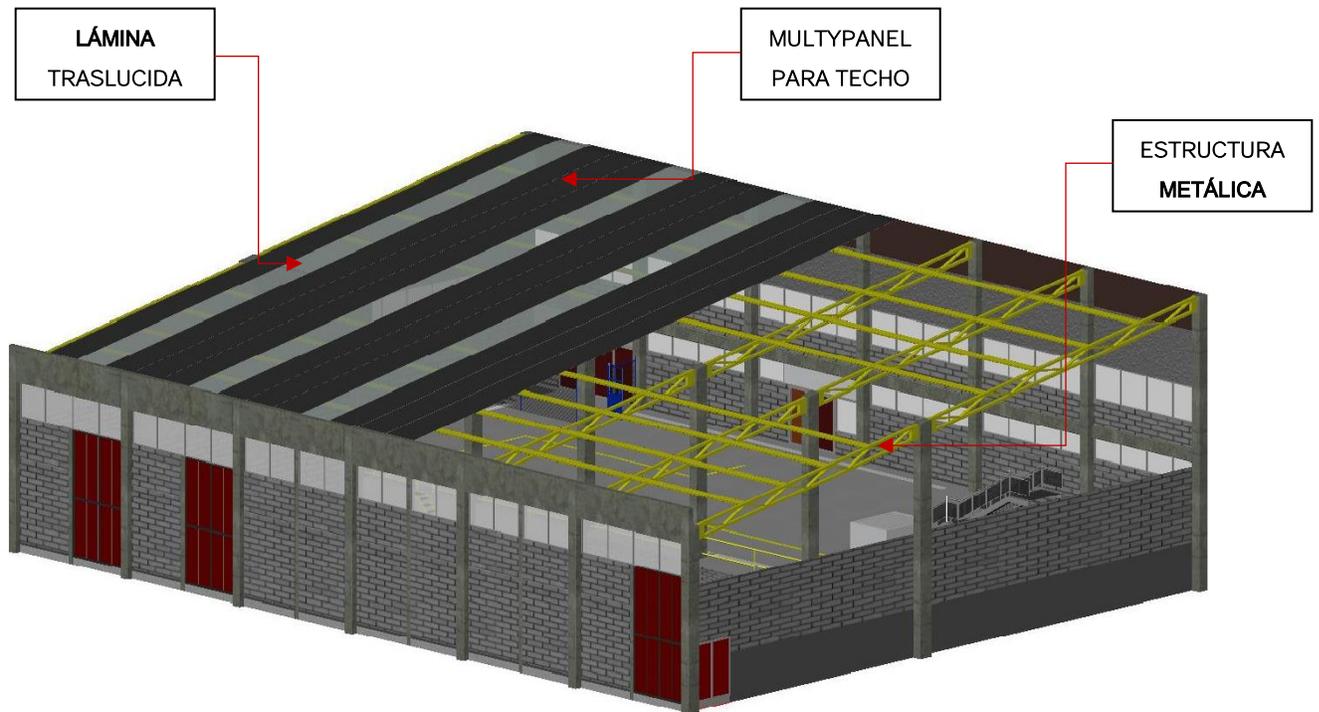


FIG. 2.60. Modelo 3D- Elementos de la Techumbre en Planta Piloto.

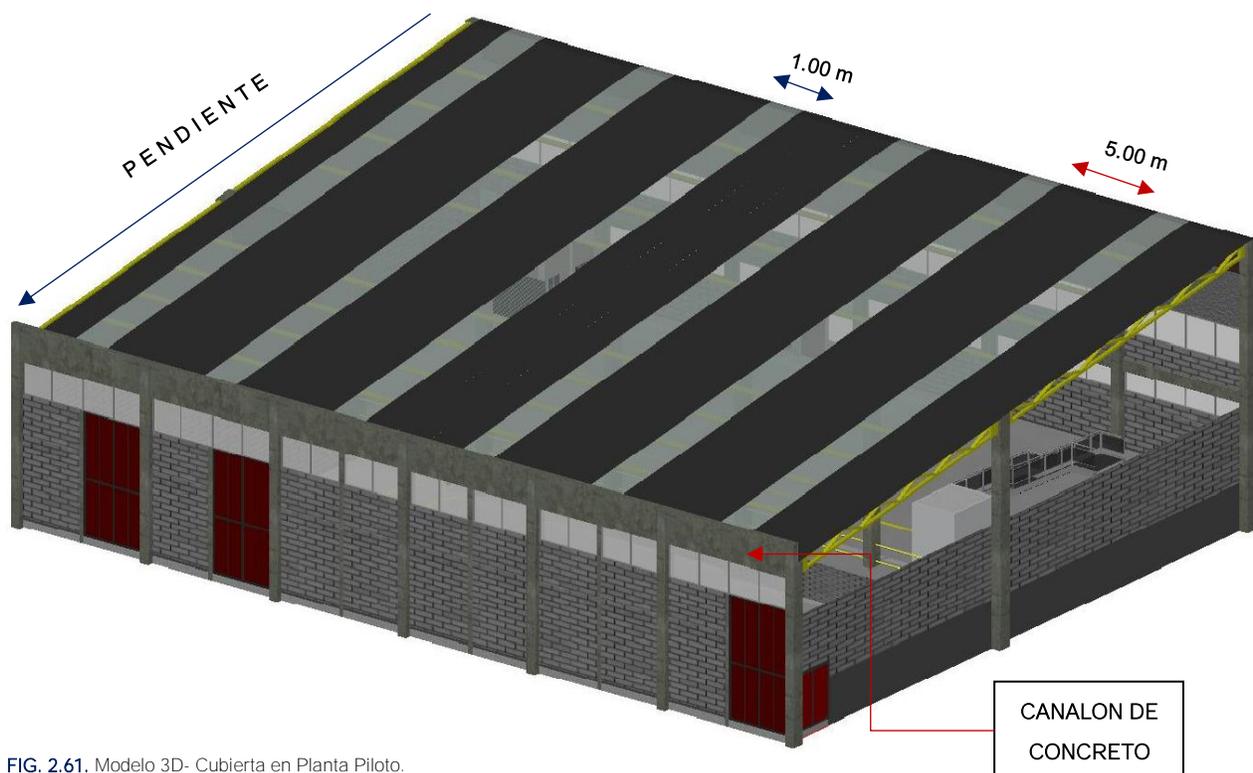


FIG. 2.61. Modelo 3D- Cubierta en Planta Piloto.



CAPÍTULO 3.

“DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES”.





3.1. Líneas Principales

En las instalaciones industriales existen innumerables tuberías de proceso y servicios auxiliares que se emplean con diferentes fines en cada una de las distintas áreas. Dentro de la Planta Piloto de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza ocurre algo similar y están presentes ocho distintos tipos de tuberías que se diferencian entre sí por: *el tipo de fluido que transportan, el diámetro de tubería, el material de construcción y el color de identificación.*

De acuerdo al tipo de fluido que transportan podemos clasificarlas de la siguiente manera:

- ✚ Agua de Servicio (AS).
- ✚ Aire (A).
- ✚ **Vacío (V).**
- ✚ Gas LP (G).
- ✚ Vapor (VP).
- ✚ Retorno de Condensados (RC).
- ✚ Agua de Enfriamiento (AE).
- ✚ Retorno de Agua de Enfriamiento (RAE).

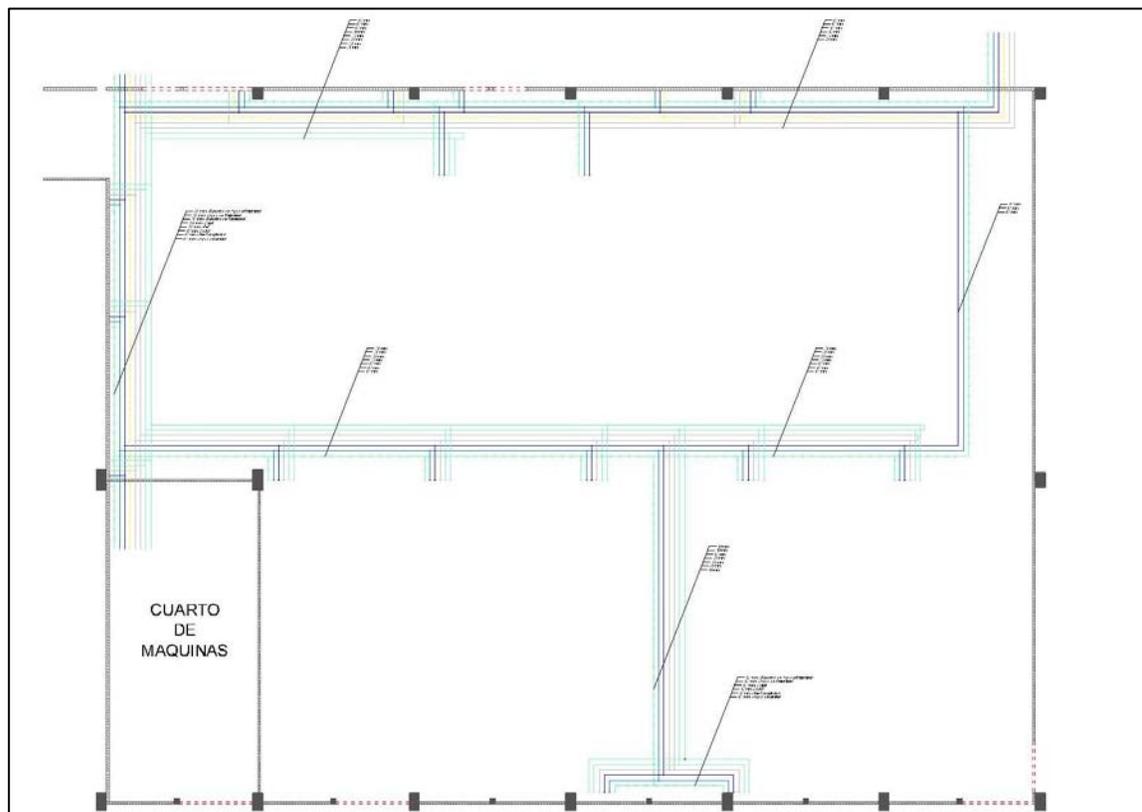


FIG. 3.1a. Plano de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (manteniendo el Código de Colores de Tuberías).



Para facilitar la visualización del Plano de Tuberías se anexa una versión monocromática que permite identificar de una forma más clara las distintas trayectorias y ramificaciones existentes.

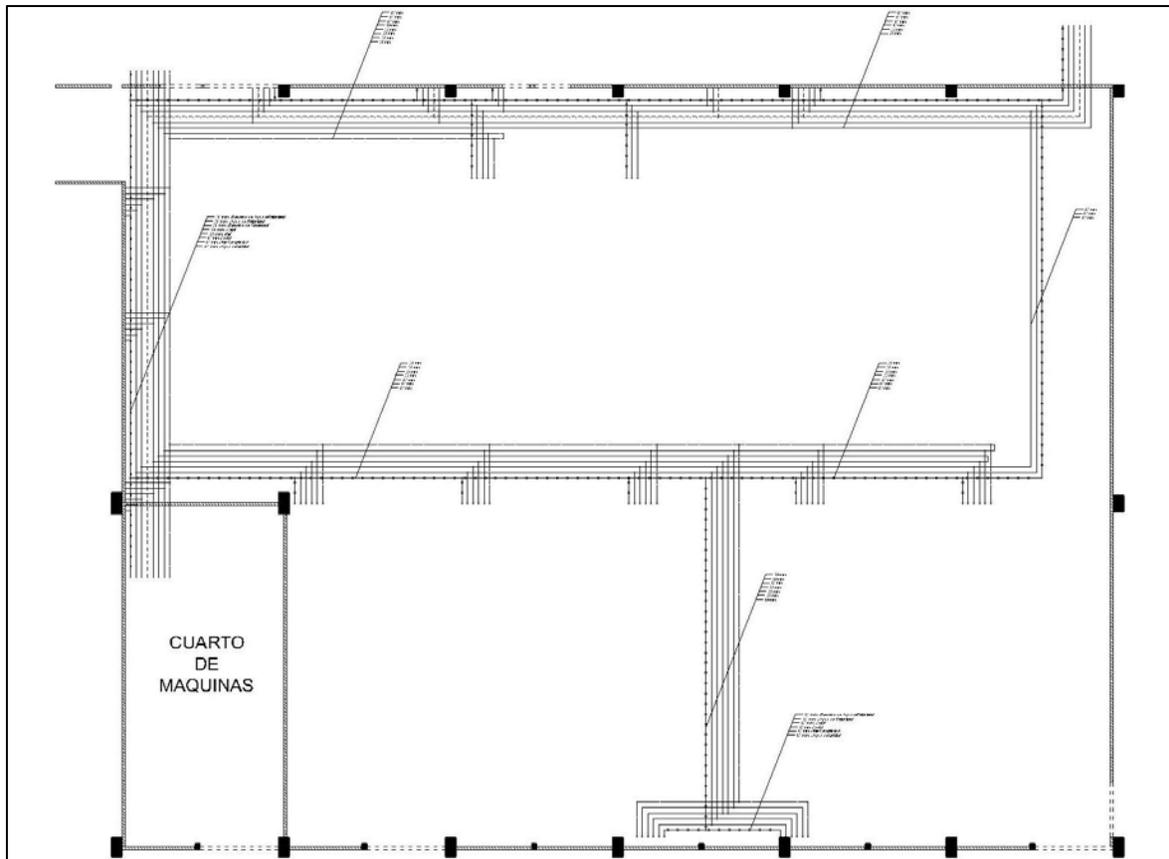


FIG. 3.1b. Plano de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Modelo Monocromático).



Para plasmar las trayectorias que siguen las tuberías en la Planta Piloto, así como las alimentaciones a equipos y líneas de retorno se llevó a cabo la construcción de un plano Isométrico; que complementado con la Tabla de Tuberías anexa proporciona información muy útil de este tema.

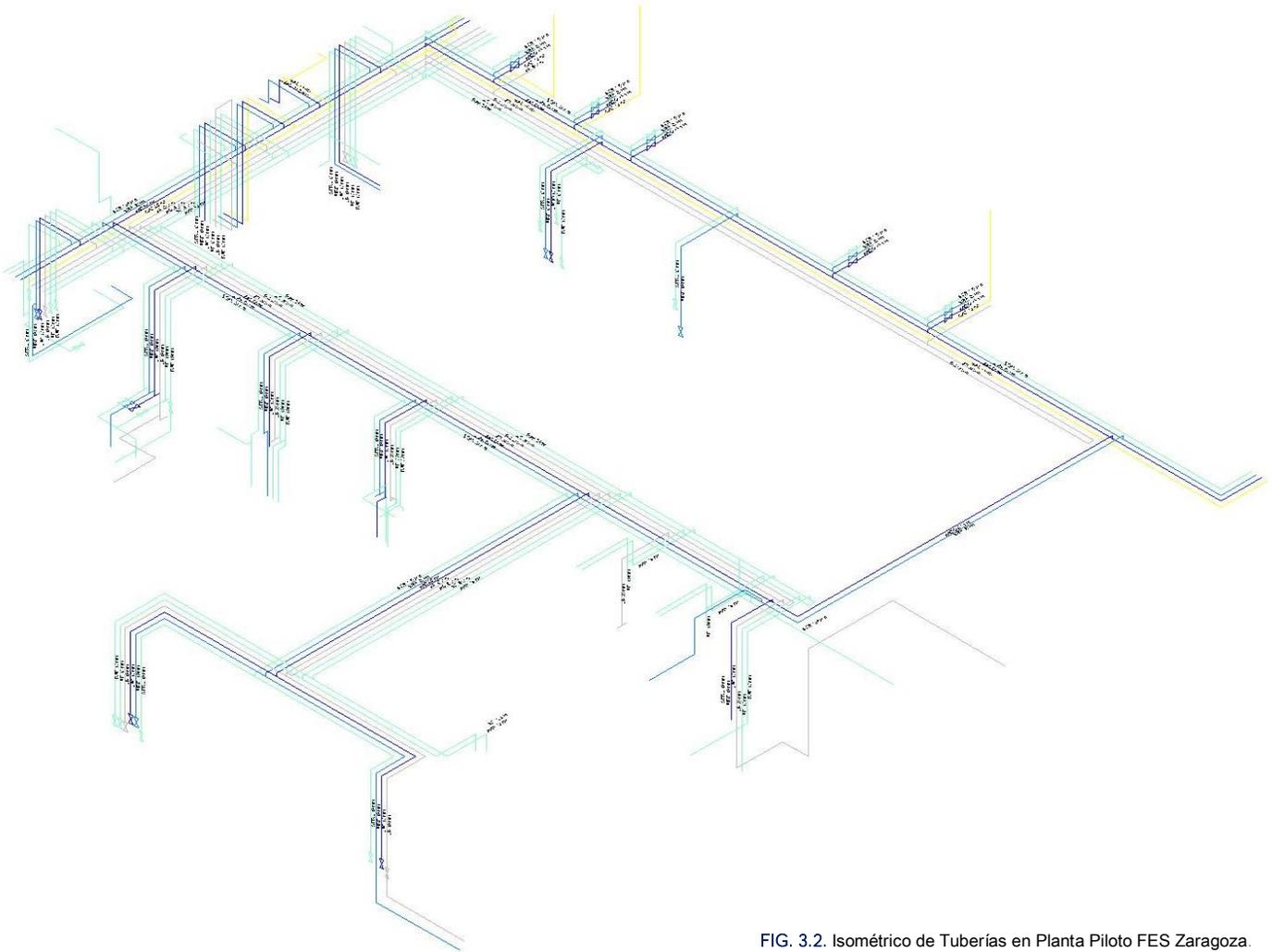


FIG. 3.2. Isométrico de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza.

TIPO DE TUBERÍA	DIÁMETRO DE TUBERÍA						
	64 mm	50 mm	38 mm	32 mm	25 mm	19 mm	13 mm
Agua Fría	✓					✓	✓
Aire Comprimido	✓				✓	✓	✓
Vacío	✓				✓	✓	✓
Gas					✓	✓	✓
Vapor		✓		✓	✓	✓	
Retorno de Condensados			✓		✓	✓	✓
Agua de Enfriamiento			✓	✓		✓	✓
Retorno de Agua de Enfriamiento			✓	✓		✓	✓



Tomando como referencia el Plano Constructivo IH-01 proporcionado por la jefatura del área de Mantenimiento de la UNAM FES Zaragoza se realizó la elaboración la TABLA 6 que muestra los materiales de construcción de las diferentes tuberías en Planta Piloto.

TIPO DE TUBERÍA	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
Agua Fría	Fierro Negro Ced. 40
Aire Comprimido	Fierro Negro Ced. 40
Vacío	Fierro Negro Ced. 40
Gas	Fierro Negro Ced. 40
Vapor	Fierro Negro Ced. 40 con forro de Fibra Vidrio de 25 mm de espesor
Retorno de Condensados	Fierro Negro Ced. 40 con forro de Fibra Vidrio de 25 mm de espesor
Agua de Enfriamiento	Fierro Negro Ced. 40
Retorno de Agua de Enfriamiento	Fierro Negro Ced. 40

Asimismo, **es preciso señalar** que estas tuberías siguen un **Código de Colores de identificación** que se encuentra conforme a lo estipulado en la norma NOM-028-STPS-1994, y se caracteriza por la **presencia de cinco colores básicos: verde, azul claro, azul marino, amarillo ocre y gris**. Sin embargo dicha norma actualmente carece de validez al ya no estar vigente, por lo que resulta necesario llevar **a cabo una actualización en los colores de tuberías en función de la nueva normatividad** aplicable.

	Tubería de Agua Fría
	Tubería de Aire Comprimido
	Tubería de Vacío
	Tubería de Gas
	Tubería de Vapor
	Tubería de Retorno de Condensados
	Tubería de Agua de Enfriamiento
	Tubería de Retorno de Agua de Enfriamiento



FIG. 3.3. Código de identificación de colores de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza.



3.2. Tuberías de Agua de Servicio

Como su nombre lo dice este tipo de agua se utiliza para realizar las distintas tareas al interior de la Planta; es decir, su función básica consiste en suministrar este servicio a equipos y lavabos. El agua utilizada para el desarrollo de estas actividades no recibe ningún tipo de tratamiento y proviene de la cisterna principal de agua potable de la FES Zaragoza.

Las tuberías que transportan Agua de Servicio pueden ser identificadas por su recubrimiento en pintura de esmalte color verde pálido aunque hay que tener especial atención para no confundirlas con las tuberías de agua de enfriamiento que presentan el mismo color. Las líneas principales manejan diámetros de 64 mm mientras que sus ramificaciones son de 19 mm y 13 mm; pero todas ellas (tanto principales como secundarias) construidas en acero al carbón.

 Tubería de Agua de Servicio

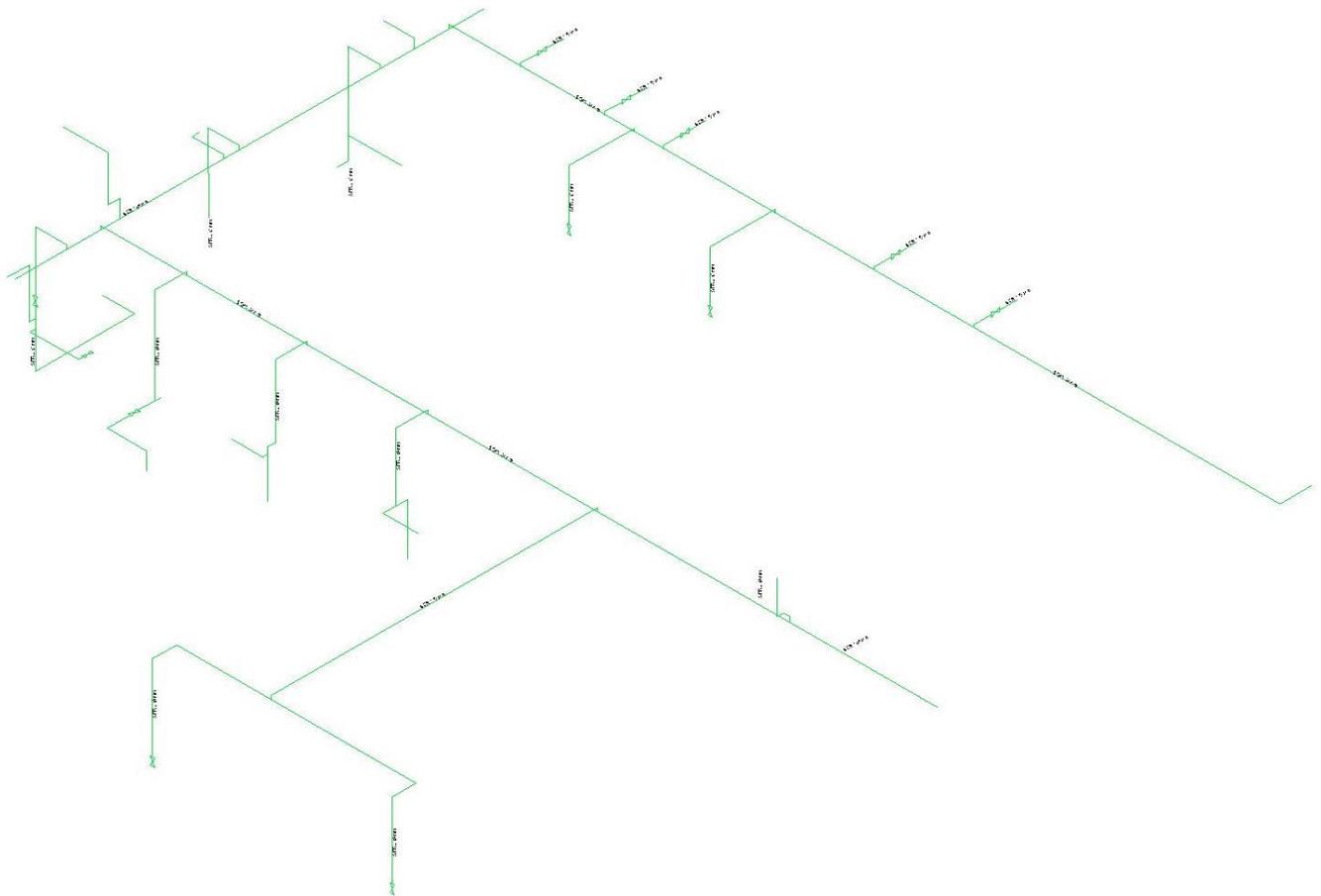


FIG. 3.4. Isométrico de Tuberías de Agua de Servicio.



3.3. Tuberías de Aire

El servicio de aire en Planta Piloto es suministrado desde el **Cuarto de Máquinas con la puesta en funcionamiento de un Compresor** localizado en su interior; frecuentemente es utilizado por equipos **de filtrado, torre de burbujeo, válvulas neumáticas de la Torre de Destilación y por tanques mezcladores**. Existen algunas ramificaciones que suministran este servicio a Laboratorios y una serie de cabezales disponibles que pueden ser utilizados por nuevos equipos.

Las Tuberías de Aire están construidas en **acero al carbón** y pueden identificarse por su color azul claro, los diámetros utilizados en este tipo de tuberías son de 64 mm, 25 mm, 19 mm y 13 mm.

 Tubería de Aire

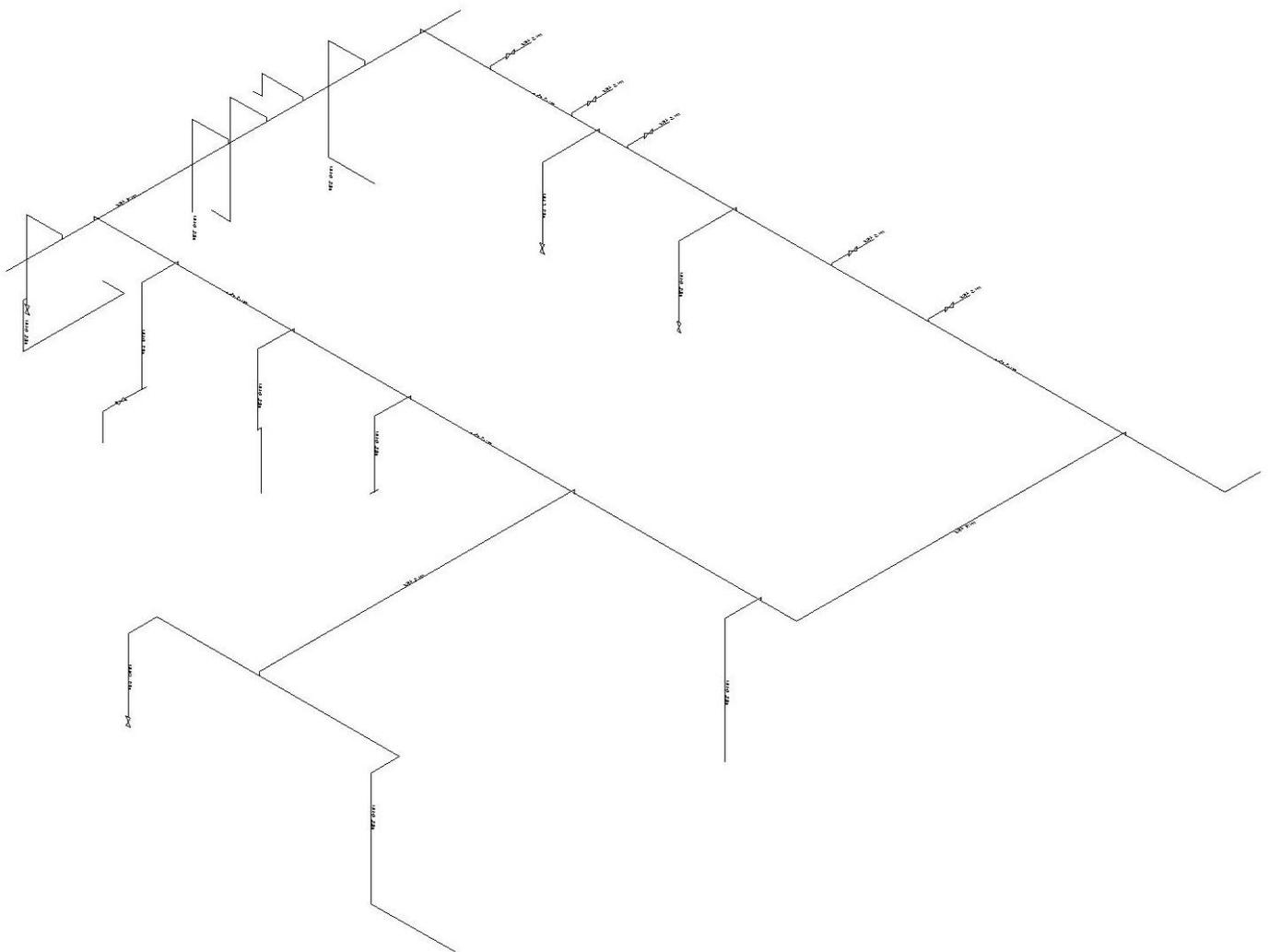


FIG. 3.5. Isométrico de Tuberías de Aire.



3.4. Tuberías de Vacío

Las Tuberías de Vacío se diferencian del resto de tuberías existentes en Planta Piloto por su color azul marino; la línea principal tiene un diámetro de 64 mm y las líneas secundarias cuentan con diámetros de 25 mm, 19 mm y 13 mm (todas ellas construidas de acero al carbón).

El servicio se genera desde el Cuarto de Máquinas cuando entran en operación las bombas de vacío instaladas en su interior y se utiliza por algunos equipos entre los que podemos encontrar a los tanques del filtro rotatorio.

 Tubería de Vacío

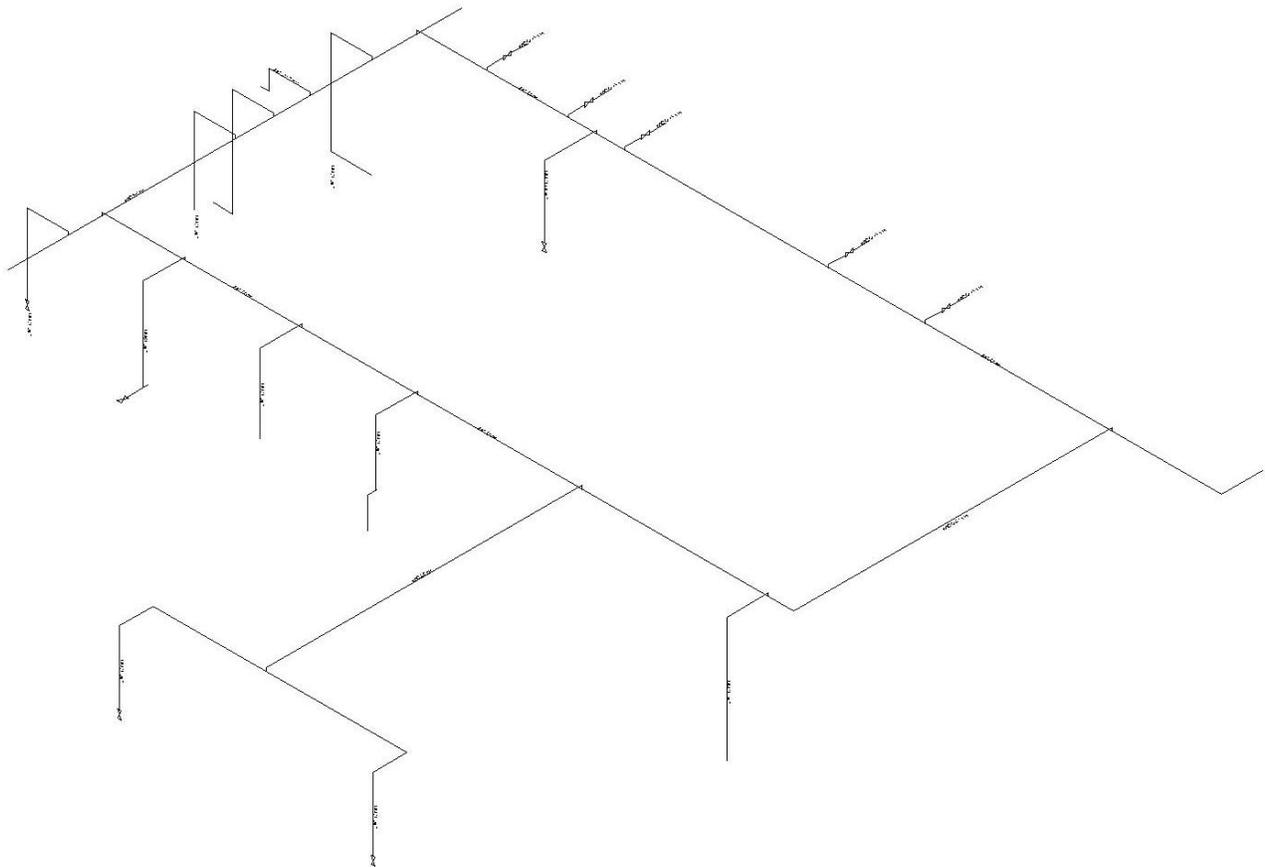


FIG. 3.6. Isométrico de Tuberías de Vacío.



3.5. Tuberías de Gas L.P.

Las tuberías de Gas L.P. presentan un color amarillo brillante y son las únicas construidas en cobre bajo los diámetros de 25 mm, 19 mm y 13 mm; son las responsables de suministrar este servicio al Generador de Vapor y a los Laboratorios de Ingeniería Química, Q.F.B. y Biología.

La línea principal proviene del Tanque de Gas localizado en la cubierta del Edificio de Tecnologías (tanque que se encuentra a resguardo de la carrera de Q.F.B.), y a diferencia del resto de los servicios sus ramificaciones solamente se distribuyen a lo largo de la Plataforma Superior de la Planta.



Tubería de Gas

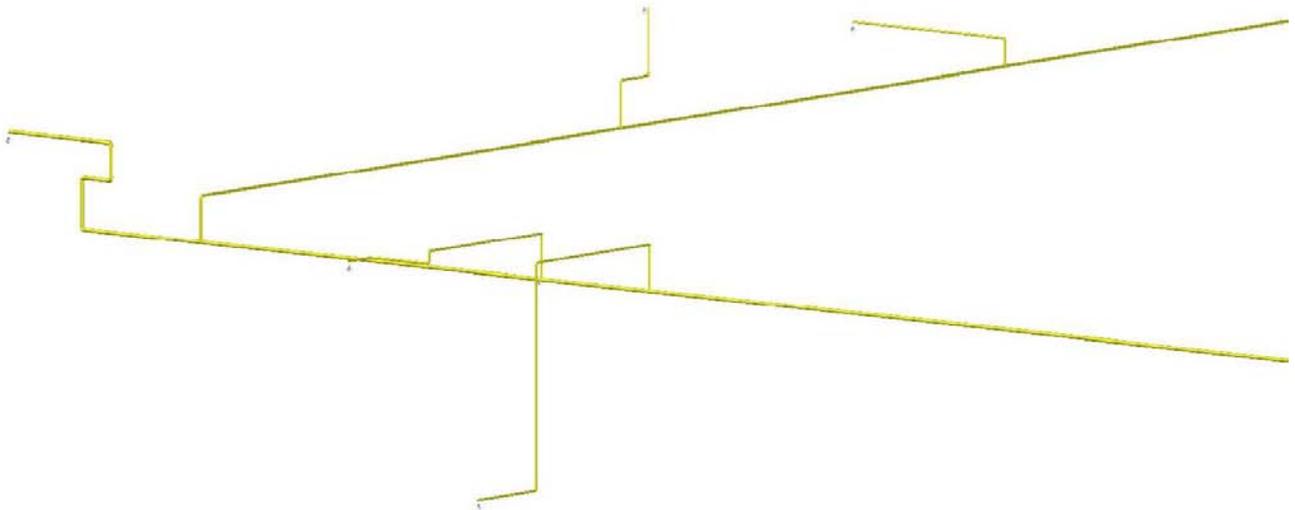


FIG. 3.7. Isométrico de Tuberías de Gas.



3.6. Tuberías de Vapor

El servicio de vapor de calentamiento es uno de los más utilizados a nivel industrial y en la Planta Piloto de la FES Zaragoza no es la excepción ya que cuenta con tuberías que se encargan de transportar este servicio desde el Generador de Vapor localizado en el Cuarto de Máquinas hasta los distintos puntos requeridos al interior de la Planta.

A diferencia de la mayoría de tuberías que solamente están construidas en acero al carbón, las tuberías de vapor se encuentran aisladas con fibra de vidrio de 25 mm de espesor y maneja cuatro diámetros distintos: 50 mm, 32 mm, 25 mm y 19 mm. Es preciso señalar que el agua de alimentación que se utiliza en el Generador de Vapor pasa por un proceso de suavización, esto con la finalidad de evitar incrustaciones en tuberías y equipos.

 Tubería de Vapor

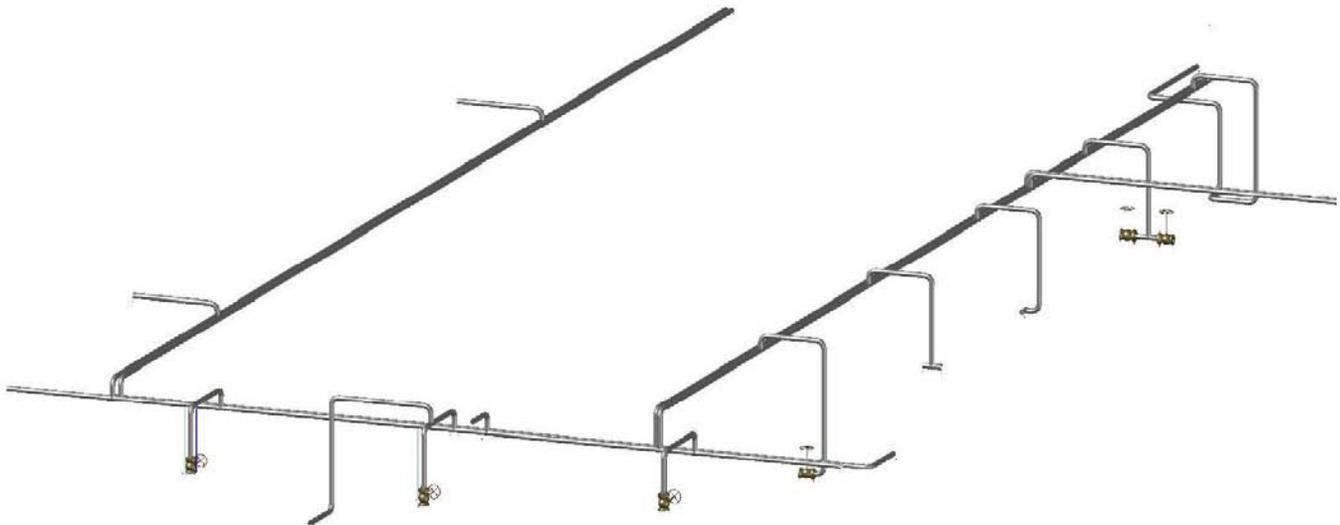


FIG. 3.8. Isométrico de Tuberías de Vapor.



3.7. Tuberías de Retorno de Condensados

La principal función de estas tuberías es la de regresar al Cuarto de Máquinas la línea de vapor que sale del Generador y que es utilizada por los diferentes equipos que requieren de este servicio en la Planta; con la diferencia de que **esta línea de retorno** lleva consigo agua caliente producto de la condensación del vapor por la diferencia de temperaturas.

Al igual que en el caso de las líneas de vapor, las tuberías de retorno de condensados están construidas en **acero al carbón**, manejan cuatro diámetros distintos (38 mm, 25 mm, 19 mm y 13 mm) y presentan un forro de 25 mm de fibra de vidrio para su aislamiento.

 Tubería de Retorno de Condensados

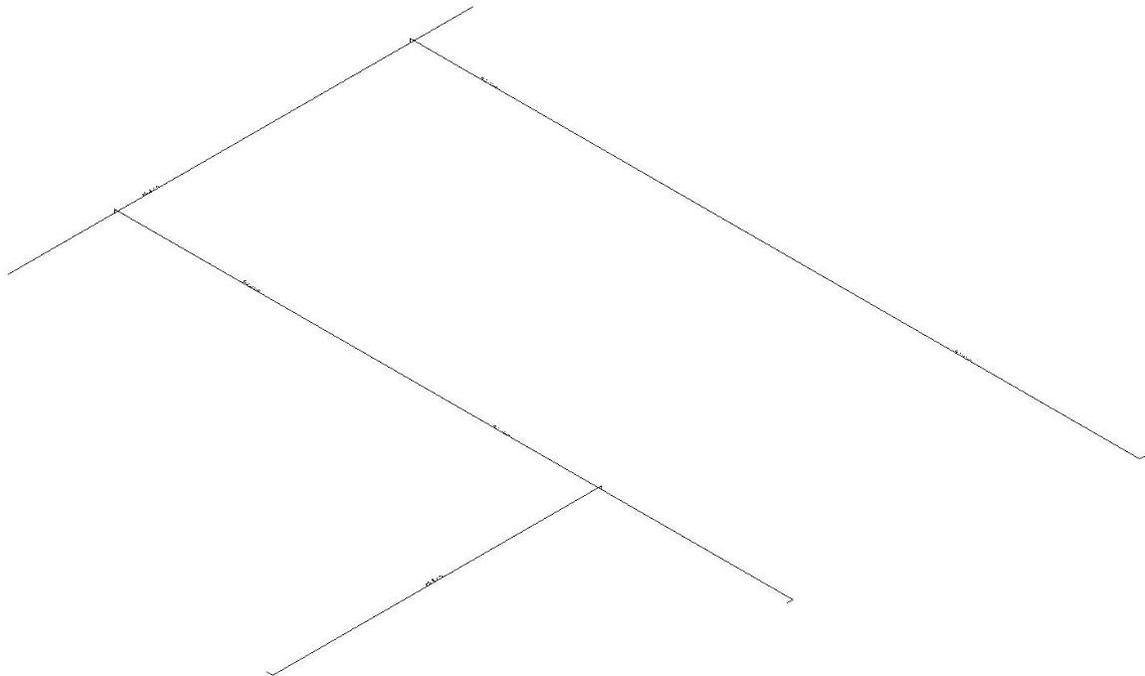


FIG. 3.9. Isométrico de Tuberías de Retorno de Condensados.



3.8. Tuberías de Agua de Enfriamiento

Las Tuberías de Agua de Enfriamiento tienen su origen en la Torre de tiro forzado localizada al exterior del inmueble y se extienden por las plataformas superior e inferior para llegar a los diferentes equipos. Estas tuberías se caracterizan por estar construidas en acero al carbón recubierto con pintura de esmalte color verde pálido y por contar con diámetros de 38mm, 32 mm, 19 mm y 13 mm.

Principalmente, el servicio de Agua de Enfriamiento se utiliza en condensadores pero esto no implica que no pueda ser empleado en otros equipos o para otras aplicaciones.

 Tubería de Agua de Enfriamiento

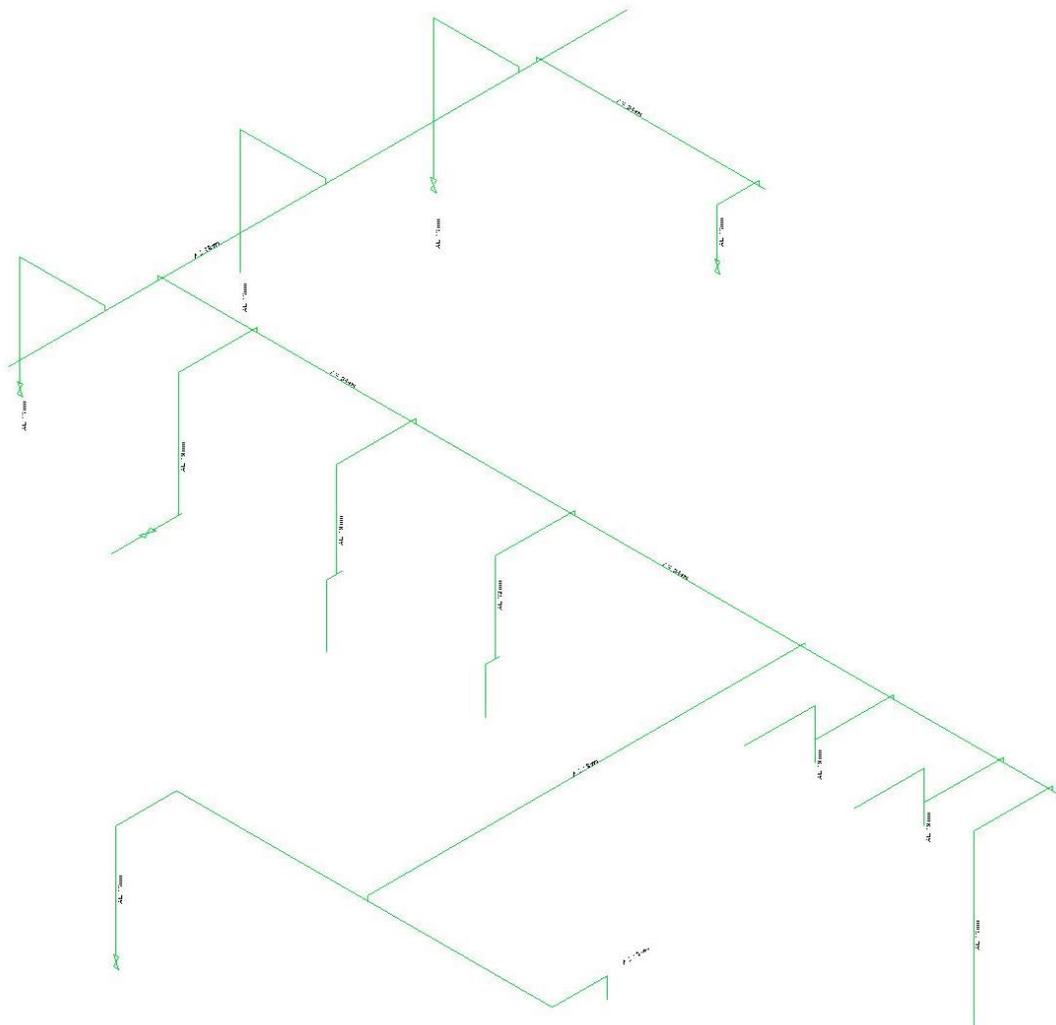


FIG. 3.10. Isométrico de Tuberías de Agua de Enfriamiento.



3.9. Tuberías de Retorno de Agua de Enfriamiento

Con la finalidad de que el Agua de Enfriamiento utilizada en la Planta Piloto pueda ser aprovechada de forma adecuada se instaló una línea de retorno que recircula el agua hacia la Torre de Enfriamiento y favorece la optimización de su consumo.

Las tuberías de Retorno de Agua de Enfriamiento son de color verde pálido y están construidas en acero al carbón de 38 mm, 32 mm, 19 mm y 13 mm de diámetro.

 Tubería de Retorno de Agua de Enfriamiento

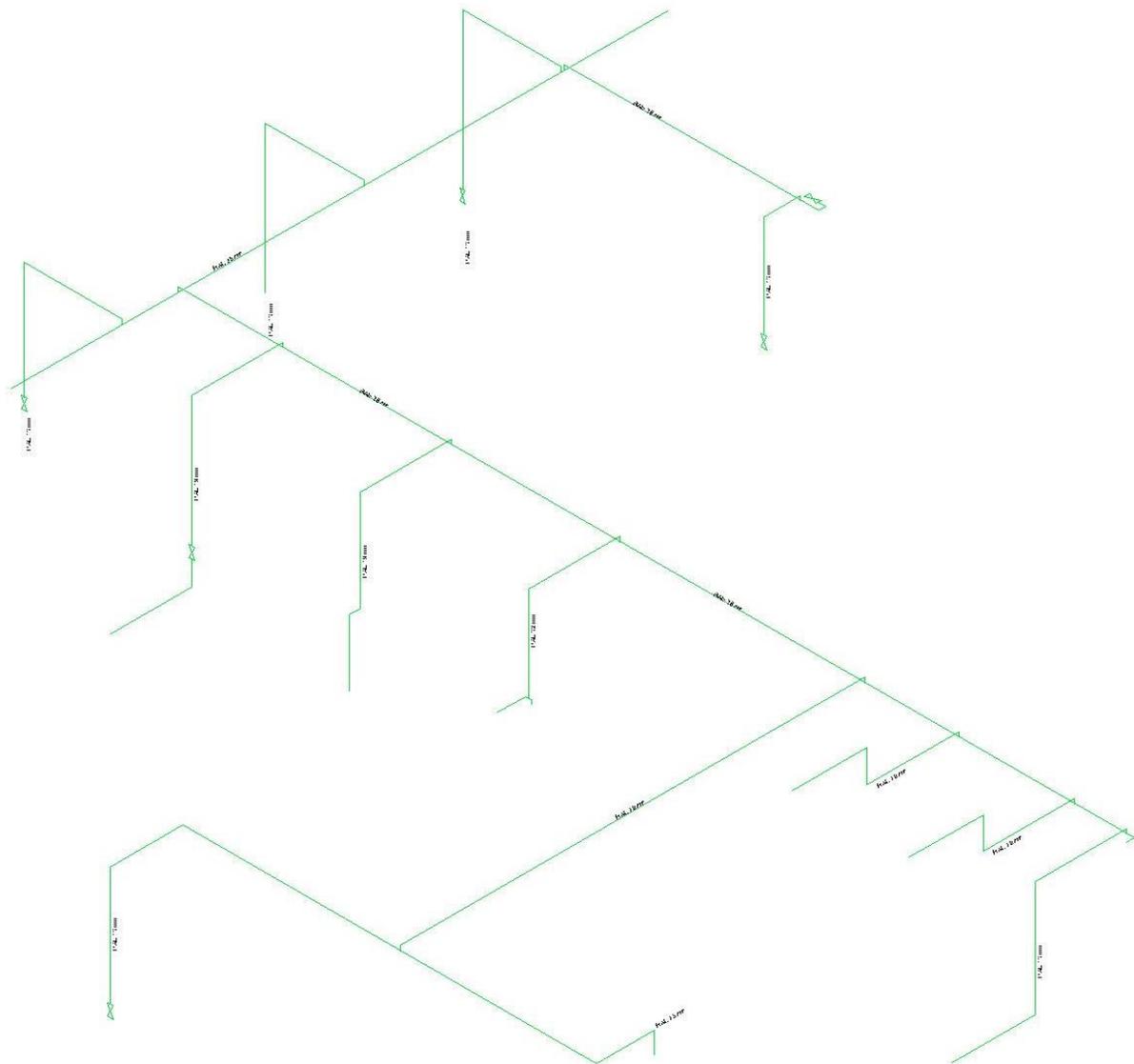


FIG. 3.11. Isométrico de Tuberías de Retorno de Agua de Enfriamiento.

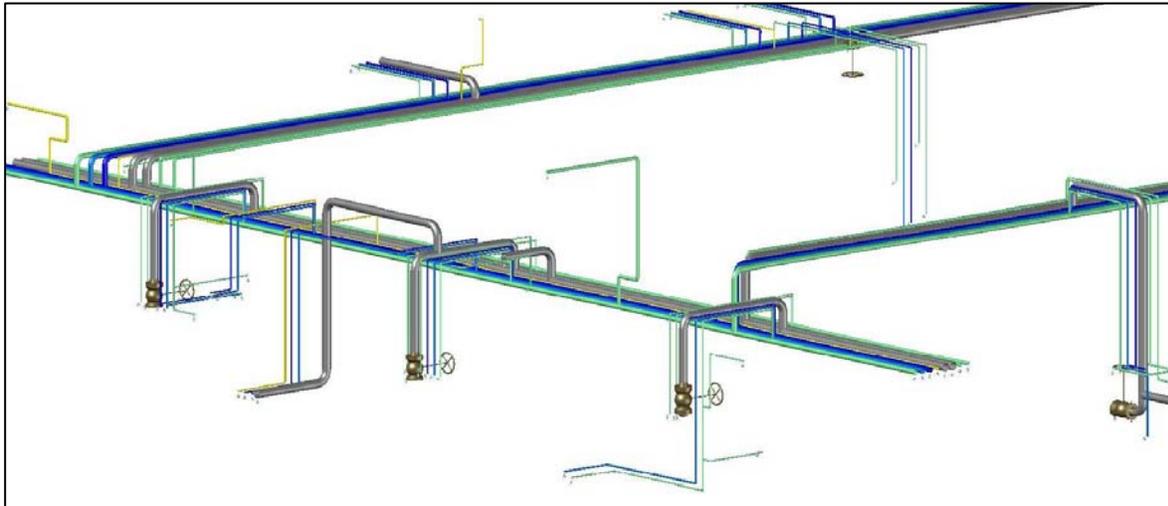


FIG. 3.12. Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 1).

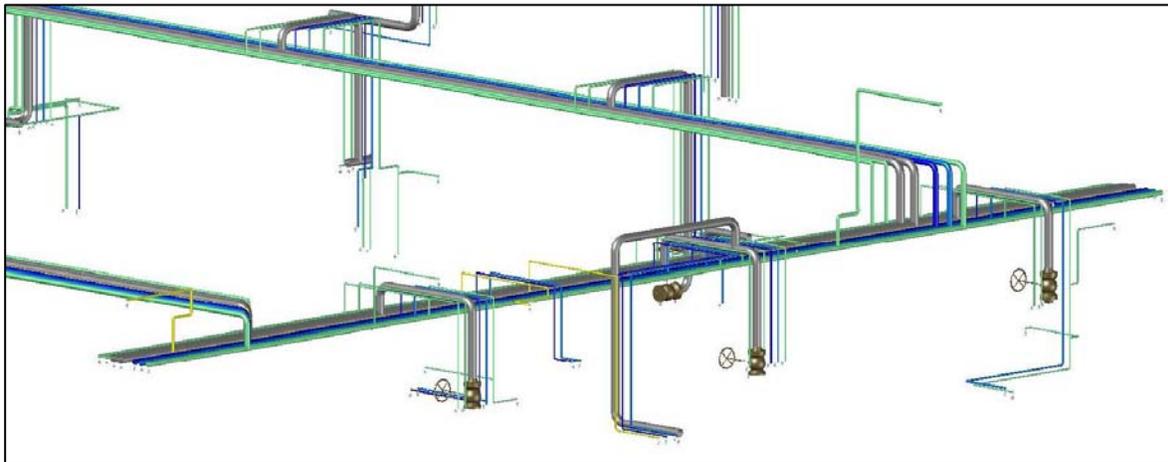


FIG. 3.13. Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 2).

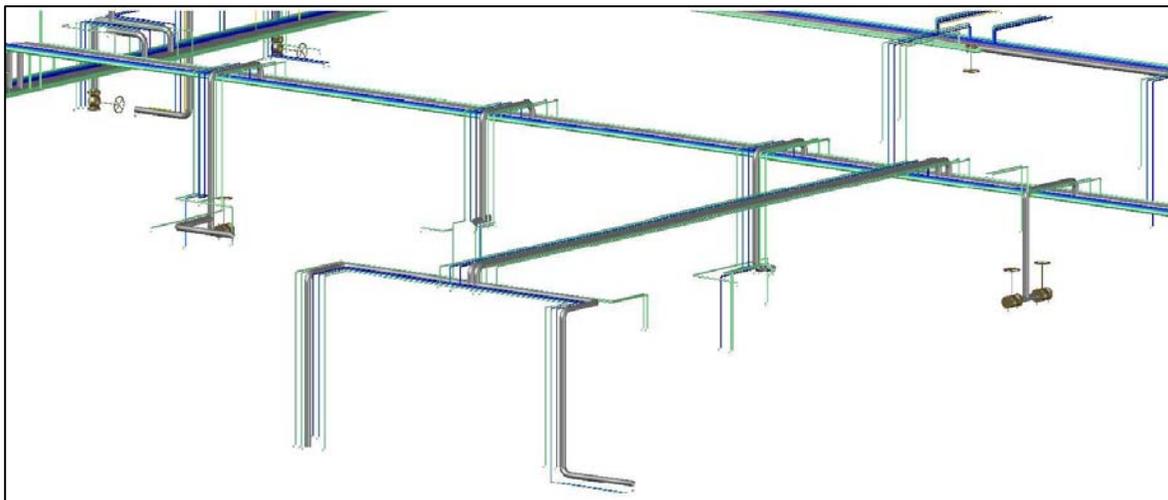


FIG. 3.14. Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 3).

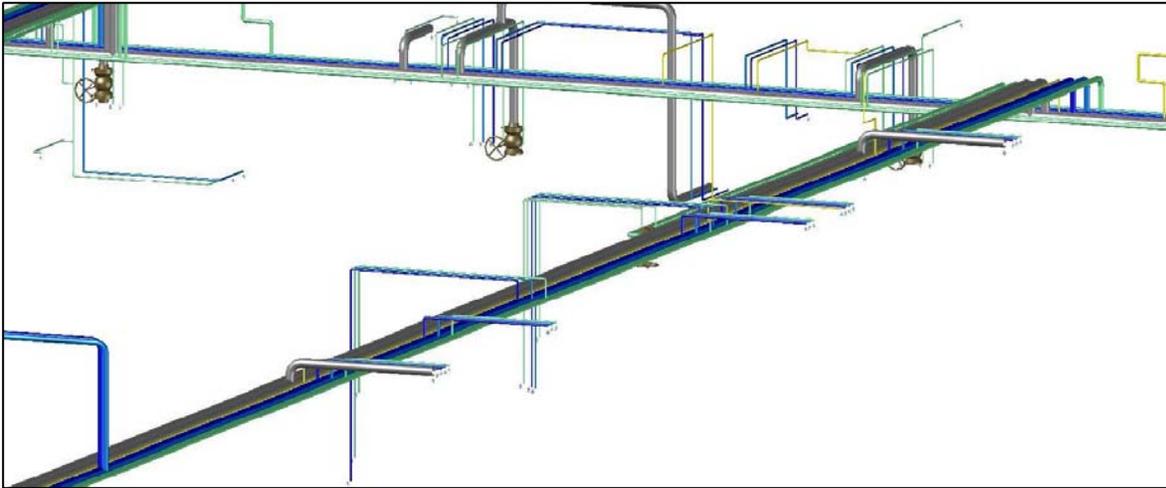


FIG. 3.15. Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 4).

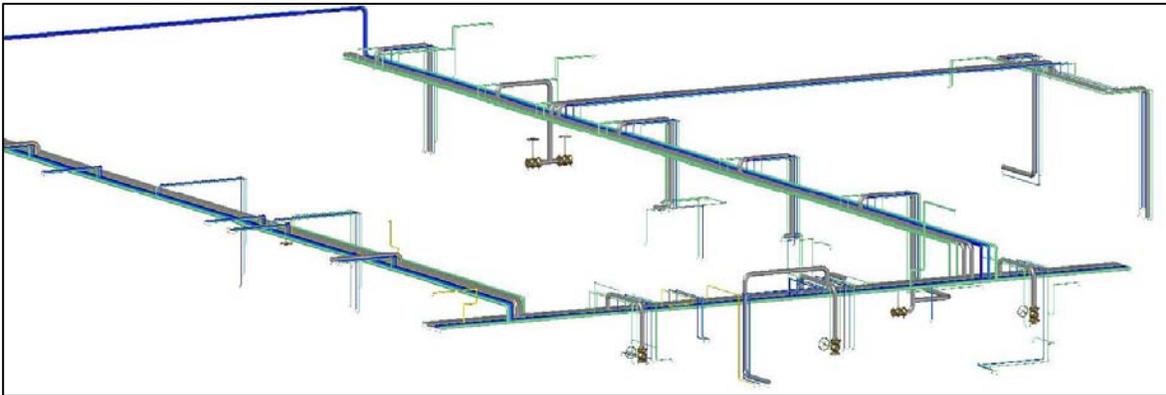


FIG. 3.16. Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 5).



CAPÍTULO 4.

“EQUIPOS EN PLANTA PILOTO”.





4.1. Localización de Equipos

En el presente **capítulo** se llevara a cabo una breve **descripción de los** equipos que existen al interior de la Planta Piloto. En la Plataforma superior se localizan 12 diferentes equipos, **que en su mayoría se sitúan en sitios específicos y solamente existe una excepción que corresponde al Sistema de Flujo de Fluidos que puede ser desplazado hacia cualquier punto de la Planta.**

Asimismo, es preciso mencionar que los equipos pueden estar integrados por distintos elementos como **bombas, tanques, tuberías, accesorios y válvulas**, por lo que no se trata de unidades individuales. De igual forma, cada uno de ellos presenta cierto tipo de **requerimientos en cuestión de servicios** como lo son: electricidad, vapor, agua de enfriamiento, agua de servicio, gas L.P., aire y vacío dependiendo del tipo de operación unitaria que se realice en cada caso.

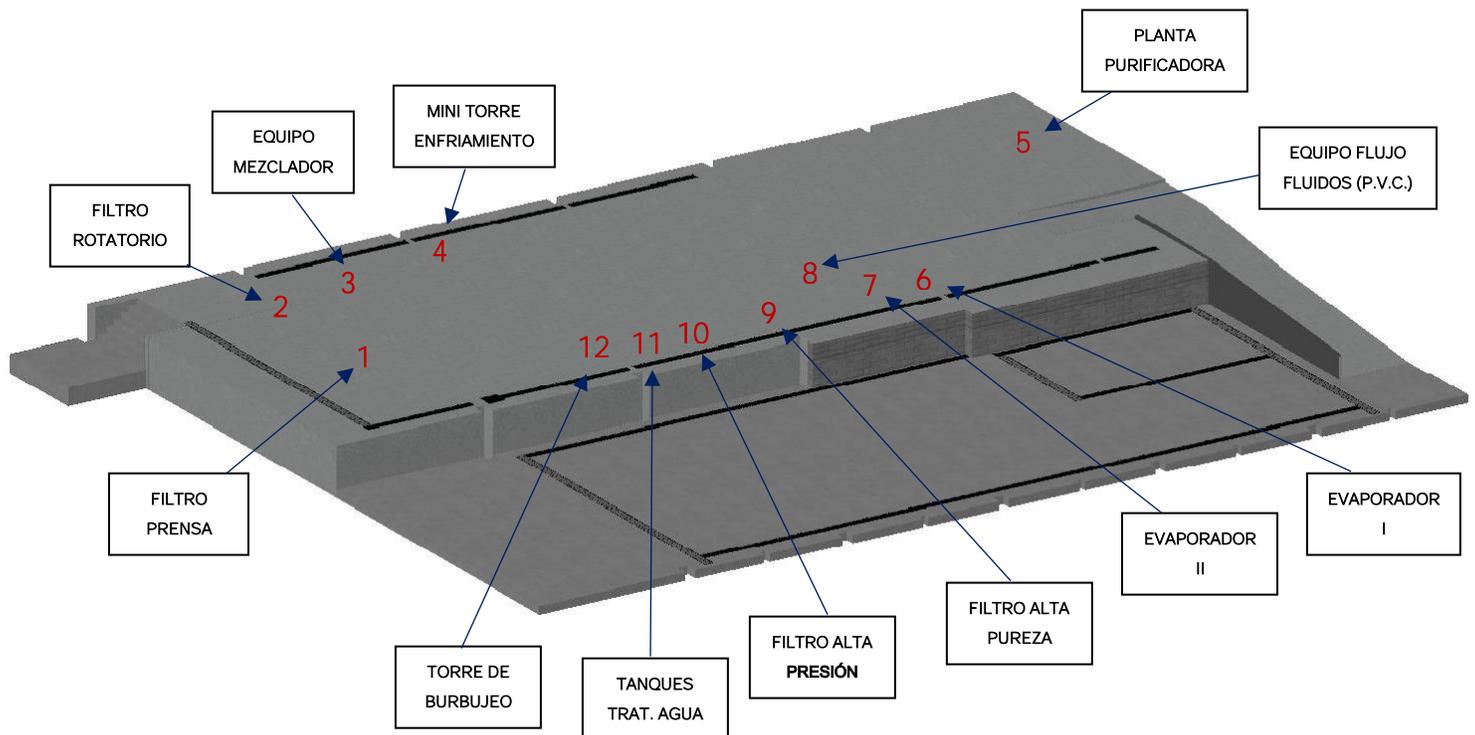


FIG. 4.1a. Localización de Equipos en Plataforma Superior.



En la Plataforma Inferior se ubican 17 equipos y entre ellos se encuentra el primer equipo instalado en Planta Piloto de la FES Zaragoza: la **Columna de Destilación metálica**.

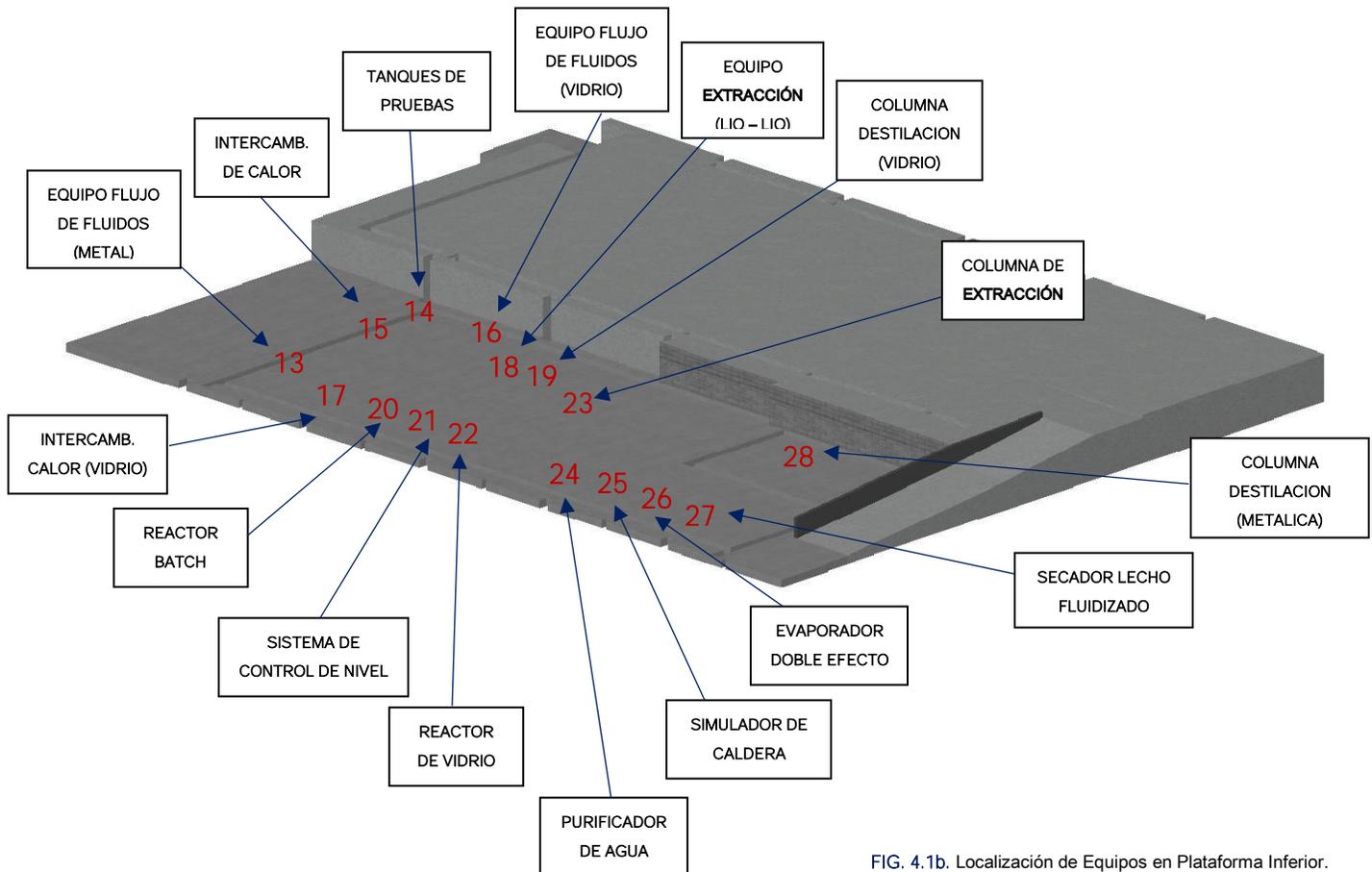


FIG. 4.1b. Localización de Equipos en Plataforma Inferior.



4.2. Filtro Prensa

Este equipo está integrado por un Filtro Prensa de placas y marcos, un tanque agitado con aire, una bomba centrífuga, tuberías e instrumentos y se utiliza en prácticas de Separación Mecánica del 6° semestre en la asignatura de L.T.P.



FIG. 4.2. Fotografía Filtro Prensa (Sistema Completo).



FIG. 4.3. Fotografía Filtro Prensa y Bomba Centrífuga.



El Tanque de alimentación de 60 cm de diámetro y 42 cm de altura se encuentra montado sobre una pequeña plataforma y cuenta con un cabezal de aireación que le permite realizar suspensiones de CaCO_3 ; estas suspensiones son alimentadas al Filtro Prensa mediante una bomba centrífuga marca Power Electric de $\frac{3}{4}$ HP.

Tanto las placas como los marcos son de 18 cm de longitud por 18 cm de altura y durante la **operación del equipo** el material se retiene al interior de los marcos para posteriormente ser separado y analizado al finalizar la **práctica**.



FIG. 4.4. Fotografía Tanque de Alimentación.

Status: Funciona adecuadamente, existe un protocolo para su operación y los estudiantes de L.T.P. efectúan prácticas en este equipo.



4.3. Filtro Rotatorio Continuo

El Sistema de Filtrado Continuo está constituido por distintos elementos entre los cuales podemos encontrar:

- ✚ Filtro Rotatorio marca Stockdale.
- ✚ Tanque Mezclador.
- ✚ **Tanque de Alimentación.**
- ✚ **Tanques de extracción de líquidos.**
- ✚ **Tuberías e instrumentos.**

El proceso inicia con la preparación de suspensiones al interior del Tanque **"FA-3"** de 39 cm de diámetro y 65 cm de altura, este es un tanque mezclador que cuenta con un cabezal de aireación que se regula mediante una válvula de esfera. Posteriormente la suspensión es alimentada directamente desde este tanque hacia el Filtro Rotatorio o puede ser enviada al Tanque de Alimentación **"FA-4"** de 58 cm de diámetro y 42 cm de altura.

Ya sea desde el Tanque mezclador **"FA-3"** o desde el Tanque de alimentación **"FA-4"**, la suspensión llega a un contenedor de acero inoxidable instalado en zona inferior del Filtro Rotatorio Stockdale, siendo allí donde un motor se encarga de efectuar la agitación al producto mientras otro motor regula la velocidad de rotación del tambor. Para el óptimo funcionamiento del equipo es necesario instalar un medio filtrante con las características adecuadas (que se fija al tambor con la ayuda de empaques de hule y puede ser retirado con facilidad).



FIG. 4.5. Fotografía de Tanques de Alimentación.



Es importante señalar que en la sección central del tambor se conectan los servicios de aire y vacío requeridos para la operación del equipo. Cuando el Filtro Rotatorio se encuentra en funcionamiento el material retenido es separado del medio filtrante mediante un sistema mecánico a base de cuchillas y el agua es enviada a los Tanques "FA-1" y "FA-2" (ambos de 26 cm de diámetro y 52 cm de altura) para posteriormente ser descargada al sistema de drenaje.



FIG. 4.6. Fotografía Filtro Rotatorio Stockdale.

Status: El equipo se encuentra en **óptimas** condiciones para ser utilizado pero carece de un Protocolo **de operación** que indique la forma correcta de su funcionamiento. Adicional a ello el Tanque de menor volumen no **está** conectado al sistema y **únicamente** fue montado sobre la estructura del equipo.



4.4. Equipo de Mezclado

Se encuentra montado sobre una estructura metálica de acero al carbón y está equipado con un tanque abierto de acero inoxidable enchaquetado de 45 cm de diámetro y 40 cm de altura. El equipo de Mezclado cuenta con una propela abierta que le permite trabajar con fluidos muy viscosos aunque su diseño también da la posibilidad de utilizar distintos tipos de propelas en función de las necesidades del proceso y del producto en cuestión.

Es importante señalar que tanto la altura del agitador como la velocidad de operación son ajustables por el usuario. Actualmente existen alimentaciones eléctricas y de agua de servicio que permiten su operación sin ningún inconveniente aunque la línea de vapor de calentamiento no está conectada al sistema.



FIG. 4.7. Fotografía de Equipo de Mezclado.

Status: Funciona pero no se usa puesto que no existe Protocolo de operación.



4.5. Mini Torre de Enfriamiento

Este equipo fue desarrollado como un proyecto en Planta Piloto con la finalidad de mostrar a los **estudiantes de Ingeniería Química los diferentes componentes que constituyen una Torre de Enfriamiento y la forma en que esta ópera**; el equipo desarrollado es una Torre de Tiro Inducido y en la parte superior cuenta con un **ventilador de extracción protegido por malla de metal desplegado por cuestiones de seguridad**.

La estructura central está construida a base de ángulo metálico y forrada por lamina antiderrapante (ambos presentan un recubrimiento de pintura de esmalte color plata) teniendo como única sección construida con otro tipo de material al panel frontal, el cual está fabricado con cristal y permite observar claramente el funcionamiento del equipo.

Al interior se encuentra instalado material de relleno que tiene la **finalidad de fraccionar el tamaño de las gotas de agua que son alimentadas por la parte superior al sistema**, con esto se incrementa la superficie de contacto con las corrientes de aire y se mejora la eficiencia del equipo (este material fue obtenido de la Torre de mayores dimensiones localizada al exterior de la Planta); finalmente el agua desciende por gravedad y es captada en la parte inferior.



FIG. 4.8. Fotografía de Mini Torre de Enfriamiento.

Status: Actualmente este equipo no se utiliza aunque **se encuentra en óptimas condiciones para su operación** ya que ha sido puesto en servicio en varias ocasiones. La **única desventaja que presenta** se debe a que su base no cuenta con ruedas que permitan la **movilización hacia** distintos puntos de la Planta y el sitio donde esta localizado no cuenta con los servicios requeridos para su funcionamiento (**contacto eléctrico que suministre energía para el funcionamiento del ventilador y línea de alimentación de agua a la Torre**).



4.6. Planta Purificadora de Agua

La Planta Purificadora de Agua localizada al interior del Edificio de Tecnologías de la FES Zaragoza surge como una iniciativa de la UNAM que tiene la finalidad de suministrar agua de calidad a los bebederos situados al interior del Campus II de la facultad.

Está integrada por los siguientes equipos:

- ✚ Tanque de agua cruda.
- ✚ **Equipo Hidroneumático.**
- ✚ Filtro de Lecho Profundo.
- ✚ **Filtro de Carbón Activado.**
- ✚ Filtros Pulidores.
- ✚ **Lámpara de Luz Ultravioleta.**
- ✚ Equipo dosificador de ozono.
- ✚ **Bombas de envío.**

El **área** correspondiente a esta Planta se **sitúa frente a** las aulas ET-PP-IQ (a un costado de la escalera) y se encuentra delimitada por malla ciclónica perimetral que cumple con el objetivo de restringir el acceso a este espacio.



FIG. 4.9. Fotografía Exterior de Planta Purificadora de Agua.



FIG. 4.10. Fotografía Interior de Planta Purificadora de Agua.

Status: La Planta Purificadora se encuentra en **óptimo** funcionamiento y es constantemente supervisada por los alumnos de la carrera de Ingeniería Química que realizan su Servicio Social dentro de las instalaciones de la FES Zaragoza.



4.7. Evaporador I

El Destilador eléctrico marca Barnstead está construido en bronce y cobre, opera mediante resistencias eléctricas instaladas en su interior y condensa el vapor de agua gracias a un condensador cromado instalado en su exterior. Tiene la capacidad de producir entre 50 a 100 litros de agua destilada diariamente, **producción que se encuentra en función del lapso de tiempo en que se lleva a cabo la operación** (puede ser operado durante un solo turno o por dos turnos de manera continua).

Es preciso mencionar que este equipo **no se utiliza para efectuar prácticas de L.T.P. sino para dar un servicio que consiste en la producción de agua destilada.**



FIG. 4.11. Fotografía Evaporador Barnstead.

Status: El equipo se encuentra en funcionamiento y es utilizado para la producción de agua destilada.



4.8. Evaporador II

El Destilador Felisa DE-M-07L es un evaporador eléctrico equipado con resistencias de calentamiento y está diseñado para producir 3.5 litros de agua por hora, cuenta con un filtro desmineralizador y una válvula desconcentradora que sirve para minimizar la formación de sarro y otras incrustaciones.

Este es un tipo de evaporador de doble pared que en el exterior está cubierto con lámina de acero inoxidable y al interior cuenta con un boiler en lámina de cobre recubierto con resina antiadherente. En la parte superior está instalado un condensador de cobre recubierto de estaño que sirve para precalentar el agua de alimentación y mejorar la eficiencia del equipo.



FIG. 4.12. Fotografía Destilador Felisa.

Status: Equipo fuera de servicio, las resistencias eléctricas están dañadas y no puede ser utilizado.



4.9. Equipo de Flujo de Fluidos (P.V.C.)

Es la más reciente adquisición de la FES Zaragoza referente a Sistemas de Flujo de Fluidos y está constituido por un Tanque de Alimentación de 200 litros, una bomba centrífuga de 1/3 hp, 3 diferentes líneas de alimentación con sus respectivos rotámetros, tuberías rectas de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ " y 2" de diámetro, así como accesorios en forma de "U" construidos con codos de 45° y 90°.

Su función es verificar las caídas de presión en distintos puntos de las tuberías mediante un Medidor Diferencial en "U" de vidrio con mercurio (este medidor pertenece al equipo de flujo de fluidos de vidrio pero fue adaptado para utilizarse en este equipo).

Es preciso mencionar que la estructura metálica que soporta a este equipo cuenta con ruedas que permiten su movilidad hacia cualquier punto de la Planta.



FIG. 4.13. Fotografía de Equipo de Flujo de Fluidos de P.V.C.

Status: Actualmente es el único Sistema de Flujo de Fluidos que se encuentra en operación y se emplea para la realización de prácticas de L.T.P del 6° semestre.



4.10. Filtro de alta pureza (Millipore)

La unidad purificadora de agua Millipore es un equipo diseñado para la producción de agua con altos estándares de calidad tal como la que normalmente se utiliza para el trabajo en Laboratorio. Este equipo llegó a las instalaciones de la Planta Piloto de la UNAM FES Zaragoza con el objetivo de ser reacondicionado y puesto nuevamente en servicio para su operación.



FIG. 4.14. Fotografía de Filtro de alta Pureza Millipore.

Status: Nunca ha sido utilizado, carece de Manual de Operación, se desconoce si requiere accesorios adicionales y se encuentra fuera de servicio.



4.11. Sistema de Filtrado de Alta Presión

Fue desarrollado por parte de uno de los profesores de la carrera de **Ingeniería Química** como un proyecto para la purificación de agua y tiene como principio básico de operación el mismo que siguen los equipos de Osmosis Inversa. Desafortunadamente se tiene un gran desconocimiento respecto a su funcionamiento y **no se sabe con precisión si el diseño fue completado en su totalidad.**

Está construido en P.V.C. y sellado en ambos extremos con tapas bridadas mientras que en la parte frontal cuenta con tuberías y **válvulas de esfera.**



FIG. 4.15. Fotografía de Sistema de Filtrado de Alta Presión.

Status: Equipo fuera de servicio. Carece de información técnica básica, no cuenta con Protocolo de Operación y no está conectado a ningún tipo de servicio auxiliar.



4.12. Tanques para Tratamiento de Agua

Estos Tanques de Intercambio Iónico originalmente estaban instalados al interior del Cuarto de Máquinas y eran los responsables de llevar a cabo el tratamiento del agua de alimentación a la Caldera. Pero con la sustitución de ese equipo por el actual Generador de Vapor se presentó un cambio en el proceso de tratamiento de agua lo que implicó la instalación de un equipo suavizador y la eliminación de estos tanques. Motivo por el cual fueron retirados quedando fuera de servicio y en espera de ser utilizados para algún otro fin.



FIG. 4.16. Fotografía de Tanques de Intercambio Iónico.

Status: Tanques fuera de servicio que actualmente no son utilizados y fueron dejados sobre la Plataforma Superior de la Planta Piloto.



4.13. Torre de Burbujeo

La Torre de Burbujeo es utilizada para estudiar el fenómeno de absorción al interior de las instalaciones de Planta Piloto. El equipo está constituido por una columna de vidrio de 2" de diámetro y 1.75 metros de altura (graduada en escala de 0 - 150 centímetros). En la parte inferior se encuentra un difusor de aire que está conectado a un rotámetro y cuenta con accesorios como válvulas reguladoras y manómetros.

A su vez, está protegida por una estructura metálica de color amarillo brillante que tiene escalones en dos de sus cuatro lados, y que facilitan la visualización de lecturas en la parte más alta de la columna.



FIG. 4.17. Fotografía de Torre de Burbujeo.

Status: El equipo se encuentra en óptimas condiciones, cuenta con Protocolo de operación y se utiliza en las prácticas de L.T.P. del 7° semestre.



4.14. Equipo de Flujo de Fluidos (metálico)

El equipo de Flujo de Fluidos metálico fue uno de los primeros equipos instalados en la Planta Piloto de la FES Zaragoza, siendo el primer sistema de flujo de fluidos en entrar en funcionamiento. A diferencia del equipo construido en P.V.C. este sistema no puede desplazarse a distintos puntos de la Planta ya que los perfiles que lo soportan están anclados al piso, su construcción es en su totalidad con tuberías galvanizadas e incluye diferentes tipos de accesorios y válvulas.

Una de las características que más llama la atención de este equipo, se debe a que el sistema está conectado tanto al Sistema de Análisis de Bombeo como al de Intercambiadores de Calor.



FIG. 4.18. Fotografía de Equipo de Flujo de Fluidos (metálico).

Status: Equipo fuera de servicio; actualmente no se utiliza porque además de presentar fugas en el sistema no cuenta con medidor de presión diferencial y no cuenta con mangueras en las tomas de presión.



4.15. Sistema de Análisis de Bombeo.

El Sistema de Análisis de Bombeo fue diseñado para que los estudiantes que cursan el sexto semestre de la carrera puedan realizar prácticas con equipos de bombeo de una forma segura y bajo los lineamientos que establece el Protocolo correspondiente.

De esta manera se complementan los conocimientos adquiridos en la asignatura de Flujo de Fluidos con la experimentación práctica, ya que en Planta Piloto se operan bombas conectadas de forma individual, en serie y en paralelo.

Este sistema está constituido por diferentes elementos entre los cuales podemos encontrar:

- ✚ 2 Tanques de Pruebas.
- ✚ 2 Bombas centrífugas de 1 HP.
- ✚ Tuberías y accesorios.

Los Tanques de Pruebas están contruidos en acero al carbón y todas sus conexiones (alimentación, drenado, instrumentos y servicio) son bridadas; además de contar con elementos muy útiles como manómetros y vidrios de nivel.

Finalmente, vale la pena señalar que por cuestiones de seguridad el único fluido con el que se trabaja es con agua.



FIG. 4.19. Fotografía de Tanques de Pruebas.

Status: El Sistema de Análisis de bombeo se encuentra en servicio y se utiliza para efectuar prácticas de L.T.P., aunque es necesario reparar el indicador de nivel dañado de uno de los tanques.



4.16. Intercambiadores de Calor

Este sistema se utiliza para **estudiar la transferencia de calor en las prácticas de L.T.P. del 6° semestre y se hace mediante la medición de** las temperaturas de entrada y salida de los fluidos en estudio, **así como su posterior balance de energía. El equipo está integrado** por un intercambiador de Calor de Tubos y Coraza de metal que se encuentra acoplado a un intercambiador de Tubos Concéntricos.

A su vez el Sistema de Intercambiadores de Calor está conectado al Sistema de Flujo de Fluidos de metal y al Sistema de Análisis de Bombeo.



FIG. 4.20. Fotografía de Intercambiadores de Calor.

Status: Actualmente el Sistema de Intercambiadores de Calor opera adecuadamente, pero es menos utilizado que el Intercambiador de Calor de vidrio.



4.17. Equipo de Flujo de Fluidos (vidrio)

Está montado sobre una estructura metálica tubular y formado por cuatro diferentes líneas de tubos de vidrio con distintos diámetros y accesorios. El equipo de Flujo de Fluidos es alimentado a través de un tanque de vidrio localizado en su lado izquierdo y el caudal es medido por un rotámetro que se calibra con el apoyo de un tanque cilíndrico anexo.

Actualmente se encuentra en un proyecto de rehabilitación por una profesora de la asignatura de L.T.P. y un grupo de estudiantes de la carrera.



FIG. 4.21. Fotografía de Equipo de Flujo de Fluidos (vidrio).

Status: Equipo fuera de servicio. Faltan algunos accesorios, por ejemplo no tiene rotámetro (se rompió y fue retirado), falta el codo de vidrio para el manómetro de descarga de la bomba centrífuga, faltan accesorios de vidrio en forma de curva en una de las líneas, no cuenta con medidor de presión diferencial, se retiró la bomba de alimentación (para darle mantenimiento) y uno de los tubos de vidrio se rompió (por lo que fue retirado e inhabilitada dicha sección).



4.18. Intercambiador de Calor (vidrio)

El Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza de vidrio es uno de los equipos más utilizados en la Planta Piloto de la FES Zaragoza y se emplea en las prácticas del 6° semestre para estudiar la transferencia de calor en un sistema mediante la determinación de parámetros experimentales, medición de las temperaturas y balances de materia y energía.

Para su operación se emplea agua fría que es transportada al interior de los tubos y vapor al exterior de estos, además su construcción en vidrio facilita la visualización de lo que ocurre en su interior. En alguna ocasión el equipo sufrió daño debido a una mala operación y es por ello que a la entrada de la línea de alimentación se encuentra un cono de acero inoxidable que reemplaza al accesorio original de vidrio.

Una de las características más sobresalientes se refiere al diseño de su estructura metálica que permite modificar la posición, orientación y ángulo de inclinación del intercambiador de calor.



FIG. 4.22. Fotografía de Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza de vidrio.

Status: El equipo opera de manera adecuada y se utiliza constantemente para las prácticas de L.T.P.



4.19. Equipo de Extracción Líquido-Líquido y Equipo de Destilación

La Planta de Extracción Modelo “LC” de la marca Educational Engineering está compuesta por un extractor líquido-líquido y una columna de destilación.

El equipo de extracción está empacado con anillos Raschig de vidrio y para ser operado requiere de un total de cuatro tanques de alimentación (con los que actualmente no cuenta). La columna de destilación está empacada con acero sinterizado y su finalidad es llevar a cabo una separación adicional en las secciones obtenidas del equipo de extracción.

El diseño de la unidad incluye un tablero de control y una estructura metálica que permite la movilidad del equipo hacia cualquier punto de la Planta sin representar ningún riesgo.



FIG. 4.23. Fotografía de Equipo de Extracción Líquido-Líquido.

Status: Ambos equipos se encuentran fuera de servicio, esto a pesar de que el equipo de extracción líquido-líquido ha sido utilizado en algunas ocasiones mientras que el equipo de destilación nunca ha sido utilizado. Se cuenta con un Manual proporcionado por el fabricante pero hasta el momento ninguna persona se ha especializado en su operación.



4.20. Columna de Destilación de vidrio

La Columna de Destilación de vidrio cuenta con dos opciones de operación que se encuentran en función del tipo de columna conectada, ya que puede ser operada como una columna empacada o como una columna de platos.

La columna empacada tiene en su interior anillos raschig de vidrio y es la que actualmente se utiliza debido a que la columna de platos presenta fugas que impiden su óptima operación. Adicionalmente, el equipo se complementa por una mantilla de calentamiento eléctrico y un tanque esférico de 20 litros de capacidad.



FIG. 4.24. Fotografía de Columna de Destilación de vidrio.

Status: La Columna Empacada opera adecuadamente y en ella se realizan prácticas de L.T.P. del séptimo semestre, mientras que la Columna de Platos se encuentra fuera de servicio debido a la presencia de fugas que hacen riesgosa su operación.



4.21. Reactor Batch

El Reactor Batch marca Pfaudler llegó a las instalaciones de la Planta Piloto como una donación a la UNAM FES Zaragoza; el equipo cuenta con tecnología Glasteel que consiste en un recubrimiento interno vidriado que le proporciona alta resistencia a la corrosión y temperatura.

Sus dimensiones son las siguientes:

- ✚ **Altura del Reactor:** 0.44 metros.
- ✚ **Diámetro del Reactor:** 0.35 metros.
- ✚ **Altura Total del Equipo:** 1.27 metros (considerando la estructura de acero al carbón para anclar al piso).

En la parte superior se localiza la tapa del reactor, la cual se encuentra atornillada al cuerpo del equipo y puede ser retirada en caso de mantenimiento o limpieza. Sobre la tapa están presentes dos conexiones bridadas, una de ellas para la carga de materia prima y la otra para la instalación de instrumentación y/o accesorios; mientras tanto en la sección inferior del reactor se encuentra la línea de descarga o dren. Es importante mencionar que de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante el equipo está diseñado para trabajar con una presión máxima de operación de 25 psi.



FIG. 4.25. Fotografía de Reactor Pfaudler

Status: El Reactor Batch nunca ha sido utilizado y aunque al parecer se encuentra en buenas condiciones se desconoce si su funcionamiento es adecuado. Adicionalmente, no existe un Protocolo de operación para este equipo.



4.22. Sistema Didáctico de Bombas en Serie y en Paralelo.

Este sistema fue diseñado y desarrollado por el estudiante Oscar Maldonado Téllez como pieza central del proyecto de titulación “Sistema Didáctico de Bombas en Serie y en Paralelo (Bombas Rotatorias)”. Su construcción tiene por objetivo mostrar desde una perspectiva práctica la aplicación de la “mecánica de fluidos” mediante la operación de equipos de bombeo y la manipulación de válvulas en sistemas de tuberías.

El equipo está constituido por dos bombas de engranajes internos marca Greylor Modelo “PQ-12 DC” con una capacidad de 2.2 litros por minuto (cada una), que están conectadas a tuberías de P.V.C. de $\frac{1}{4}$ " y cuentan con vacuómetros de -1.0 Kg/cm^2 instalados en las líneas de succión y manómetros de 1.0 Kg/cm^2 en las líneas de descarga. Las tuberías están diseñadas para realizar prácticas de sistemas de bombeo en serie, en paralelo, o para la operación individual de los equipos; ya que en función de la alineación de cada una de las seis válvulas de compuerta localizadas en distintos puntos del sistema se encuentra el tipo de trabajo realizado. Asimismo, el equipo esta complementado por dos tanques de acrílico que cuentan con dimensiones idénticas (20 cm de diámetro, 26 cm de altura y 7.6 litros de capacidad), pero se diferencian entre sí por estar instalados a diferentes alturas o elevaciones.

Es importante señalar que las bombas están protegidas por cajas de acrílico con el objetivo de evitar posibles problemas ocasionados por el ingreso de polvo o daños derivados de la incorrecta manipulación de los equipos.



FIG. 4.26. Fotografía de Sistema Didáctico de Bombas en Serie y en Paralelo.

Status: El equipo no se utiliza y en este momento no puede ser operado debido a que la tubería correspondiente a la línea de succión de la “Bomba 2” no cuenta con su respectivo vacuometro y de ponerse en marcha, el sistema presentaría una fuga de agua considerable que haría riesgosa la operación.



4.23. Reactor de vidrio

El Reactor de vidrio puede operar en un rango de volumen que va desde los 20 hasta los 100 litros y cuenta con un sistema de mezclado gracias a la presencia de un motor en la parte superior que se encarga de mover a una propela de tubos huecos.

Es alimentado a través de un tanque cilíndrico vertical sin tapa situado por encima del reactor y está equipado por una mantilla de calentamiento que proporciona **energía en forma de calor en caso de que la reacción así lo requiera**. A su vez tiene instalados dos refrigerantes, uno localizado en la parte superior del tanque de reacción que **enfía y condensa los vapores producto de la reacción** y otro situado en la parte inferior del tanque que proporciona **enfriamiento a la reacción en dado caso que sea muy exotérmica o que también se utiliza para enfriar el producto terminado**.



FIG. 4.27. Fotografía de Reactor de vidrio

Status: Este equipo se encuentra fuera de servicio **debido a que la mantilla de calentamiento está severamente dañada; además de no contar con un Protocolo de operación.**



4.24. Columna de Extracción

La Columna de extracción permite observar el fenómeno de transferencia de masa basado en la disolución de uno o varios componentes de una mezcla en un disolvente selectivo. Este equipo es muy similar a una bureta pero de dimensiones mucho mayores ya que alcanza una altura de 1.55 metros, y al igual que el equipo de laboratorio antes mencionado también cuenta con una válvula localizada en la parte inferior que permite la separación de fases.

La estructura que sostiene y protege a la columna de extracción es metálica y a pesar de no estar anclada al piso no puede ser desplazada a distintos puntos de la Planta Piloto puesto que carece de ruedas que favorezcan su movilidad.



FIG. 4.28. Fotografía de Columna de Extracción.

Status: El equipo se encuentra en funcionamiento y se emplea para realizar prácticas.



4.25. Equipo Purificador de Agua

El Equipo Purificador de Agua fue construido por un profesor de la carrera de Ingeniería Química con el objetivo de desarrollar un proyecto que mostrara las distintas etapas necesarias para llevar a cabo el proceso de purificación y los diferentes equipos requeridos. Su operación es sencilla, el agua cruda se bombea a través de una serie de filtros de carbón activado, resina, resina y carbón activado, para posteriormente pasar por una lámpara de luz ultravioleta y un equipo generador de ozono.

El material de construcción para tuberías y filtros es P.V.C. hidráulico, teniendo diámetros de 13 mm para el caso de tuberías y 2 ¼" en el caso de filtros (los filtros tienen una altura de 60 cm). El sistema es complementado por una bomba de alimentación de ¼ HP, válvulas de esfera y una estructura metálica que cuenta con ruedas y facilita su movilidad al interior del inmueble.



FIG. 4.29. Fotografía de Equipo Purificador de Agua

Status: Actualmente este equipo no se utiliza, no existe Protocolo de operación y no cuenta con lámpara de luz ultravioleta.



4.26. Simulador de Caldera

El Simulador Real de Caldera con Controles y Generación de Averías Modelo T138D marca DIDACTA Italia está diseñado para aprender de manera práctica y sobre un modelo funcional todos los parámetros que regulan el uso, manejo, mantenimiento y reparaciones de una caldera de vapor de tubos de agua. Cuenta con elementos de control, un quemador mixto gas/gasoil, cuatro tipos diferentes de reguladores de nivel y un generador de averías con luces de señalización.

El cuerpo de la caldera está construido en material transparente con el fin de visualizar los distintos fenómenos hidráulicos que ocurren en su interior; asimismo la unidad completa se encuentra montada sobre una estructura metálica con ruedas que permite su fácil desplazamiento hacia cualquier punto de la Planta.

Componentes Principales	
1	Cuadro eléctrico de mando y control
2	Tanque de alimentación de agua
3	Quemador combinado gas/gasoil
4	Regulador de nivel de tipo mecánico
5	Manómetro
6	Válvula de protección
7	Sonda de nivel max./min.
8	Regulador de nivel electrónico de 3 sondas
9	Regulador de nivel magnético
10	Cuerpo de caldera en plexiglass transparente
11	Regulador de nivel de contactos Reed



FIG. 4.30. Partes que integran el Simulador de Caldera

Status: Este equipo nunca ha sido utilizado y se encuentra fuera de servicio puesto que presenta fallas en su sistema eléctrico, adicionalmente su manómetro ya se encuentra dañado.



FIG. 4.31. Fotografía de Simulador de Caldera.



4.27. Evaporador doble efecto

El evaporador de doble efecto está construido en acero inoxidable y montado sobre una estructura metálica de acero al carbón; su principio básico de operación consiste en utilizar el calor proveniente de una corriente de vapor para evaporar agua de manera eficiente y con ello producir agua destilada en mayor volumen a lo que actualmente **producen los evaporadores eléctricos existentes**

Este equipo cuenta con un condensador vertical localizado en medio de los dos evaporadores y con dos cristalizadores de acero inoxidable con mirilla de vidrio **que se sitúan** en la parte inferior sobre el nivel de piso terminado.



FIG. 4.32. Fotografía de Evaporador doble efecto.

Status: El Evaporador Doble Efecto se encuentra fuera de servicio, uno de los evaporadores no cuenta con mirilla y solamente puede utilizarse como un evaporador simple.



4.28. Secador de Lecho Fluidizado

El Secador de Lecho Fluidizado marca Fitz Mill modelo 70 está diseñado para alimentar por la parte inferior del equipo (en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable con mirillas) aquellos productos que se deseen secarse. Dicho depósito de alimentación cuenta con una rejilla en la parte inferior que tiene la función de evitar que el producto salga por esa zona y en la parte superior la conexión con el gabinete se realiza de forma hermética mediante una cámara de caucho en forma de llanta.

El producto alimentado es agitado mediante un motor que se localiza en la sección superior de la unidad y el proceso de deshumidificación se lleva a cabo con la ayuda de tuberías de vapor situadas al interior del gabinete.



FIG. 4.33. Fotografía de Secador de Lecho fluidizado.

Status: Equipo fuera de servicio ya que el Panel de Control presenta **severos daños**, y adicionalmente no cuenta con **Protocolo de operación** ni Manual del fabricante.





4.29. Columna de Destilación Metálica

La Columna de Destilación se encuentra montada sobre una estructura de acero al carbón de dos niveles y su construcción se llevó a cabo en acero inoxidable 304; en su interior cuenta con cuatro secciones empacadas con anillos “Pall” metálicos de 5/16”.



FIG. 4.34. Fotografía de Tanques de Alimentación, Destilado y Fondos.

La operación del equipo inicia en el tanque de alimentación de materia prima, sitio donde se bombean los líquidos a través de una bomba centrífuga o mediante una bomba de pistón para posteriormente pasar por un pre calentador de tubos concéntricos y finalmente llegar a las diferentes secciones de la columna.



FIG. 4.35. Fotografía de Intercambiador de Tubos Concéntricos



Desde el Domo y pasando por las otras tres secciones de la Columna el **líquido menos volátil** desciende hasta llegar a la marmita de calentamiento.



FIG. 4.36. Fotografía del Domo de la Columna de Destilación.

Equipo que **tiene la función de calentar este líquido** y regresarlo nuevamente a la Columna pero ahora en forma de vapor.



FIG. 4.37. Fotografía de Marmita de calentamiento.



FIG. 4.38. Fotografía del Condensador localizado en el segundo nivel.

Los vapores más volátiles pasan de la Columna al condensador localizado en el segundo nivel y de allí al tanque de equilibrio. En donde en función de la composición obtenida pueden ser regresados a la Columna de Destilación o enviados al Tanque de Destilado.



FIG. 4.39. Fotografía del Tanque de equilibrio.



Es importante señalar que en el primer nivel de la estructura de acero al carbón se localizan distintos equipos que complementan la operación de la Columna de Destilación, entre ellos está presente un Tablero de control para el encendido y apagado de los equipos de bombeo, un sistema de control para la apertura y cierre de dos válvulas neumáticas que regulan el flujo de vapor que ingresa a la marmita de calentamiento y un medidor de caída de presión diferencial que monitorea las condiciones presentes al interior de la Columna.

Del mismo modo, en este nivel está instalado un equipo secador de aire para instrumentos que actualmente se encuentra fuera de servicio.



FIG. 4.40. Fotografía del Tablero de Equipos de Bombeo.



FIG. 4.41. Fotografía de Equipo secador de aire.

Status: La Torre de Destilación se encuentra en condiciones para ser operada pero no se utiliza.



CAPÍTULO 5.

“OPORTUNIDADES DE MEJORA”.





5.1. Separación de Áreas (Planta Piloto-Aulas)

A partir de la construcción de las aulas ET-PP-IQ-01, ET-PP-IQ-02 y ET-PP-IQ-03 localizadas al interior del Edificio de Tecnologías se viene presentando un problema que ya se ha vuelto recurrente y representa un riesgo potencial para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química.

Dicha problemática consiste en el constante tránsito, permanencia y uso de las instalaciones destinadas para la realización de prácticas en Planta Piloto por parte de los alumnos que toman clase en las aulas del Edificio de Tecnologías. A pesar de que este tema pareciera no significar un problema mayor, el hecho de recorrer o en su defecto permanecer en un sitio con estas características sin el equipo de seguridad ni las precauciones necesarias puede traer consigo graves consecuencias. Mas aún considerando factores como: **la presencia de tuberías de vapor, gas, aire y agua** que manejan fluidos a diferentes temperaturas y presiones, la existencia de un desnivel de 1.51 metros entre los pisos de las dos zonas principales que integran la Planta Piloto y la presencia de diferentes plataformas desde donde pueden caer objetos, resulta evidente la necesidad de llevar a cabo una separación entre el espacio asignado a la Planta Piloto y los pasillos de acceso a las aulas de clases.

Para realizar esta tarea se propone la creación de una barrera creada a partir de la instalación de malla ciclónica que delimite a cada uno de estos dos espacios, de manera similar a la que actualmente está instalada en el área de Acceso y separa a la Planta de los Laboratorios de Biología.

Dentro de esta propuesta se considera la colocación de cuatro diferentes secciones de malla ciclónica de 2.06 metros de altura y la instalación de dos puertas fabricadas con este mismo material. En la "Sección 1" se le daría continuidad a la malla existente y se prolongaría su trayectoria en 6.01 metros, posteriormente con la "Sección 2" se modificaría la trayectoria y se instalaría una puerta de acceso hacia ambas áreas; la "Sección 3" con sus 18.01 metros de longitud sería la encargada de conectar a la "Sección 2" con un Cuarto de Control ya existente. Finalmente, la propuesta incluiría la instalación de la "Sección Rampa" mediante la colocación de 12.52 metros de malla sobre el muro de contención de la rampa y el montaje de una puerta corrediza de 2.83 metros.

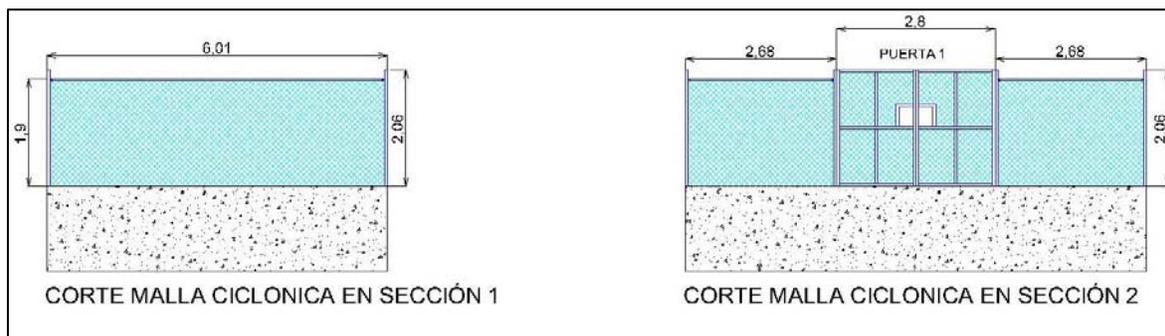


FIG. 5.1. Plano de Malla Ciclónica propuesta para división de áreas (Parte I)

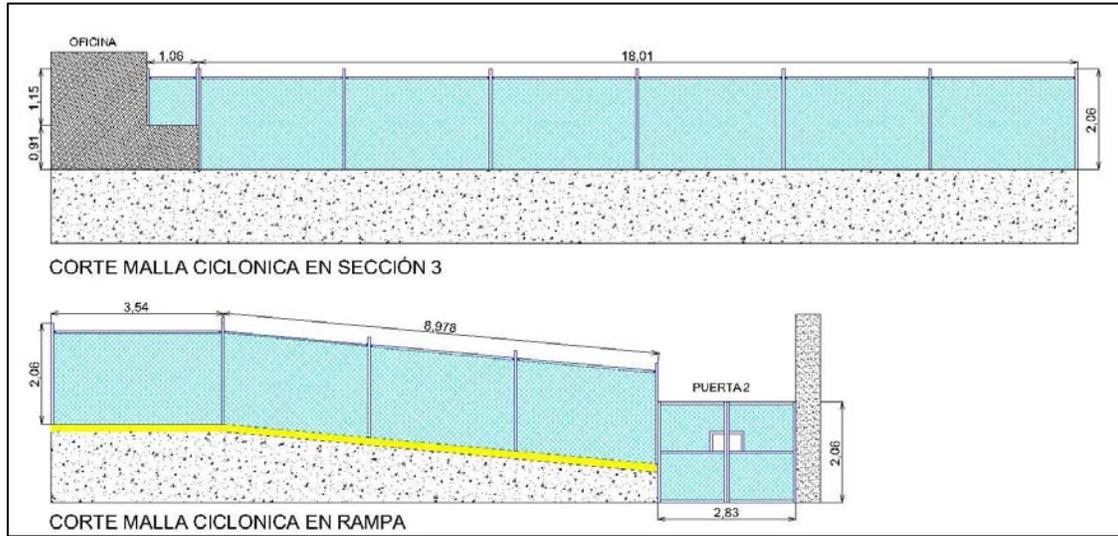


FIG. 5.2. Plano de Malla Ciclónica propuesta para división de áreas. Parte II

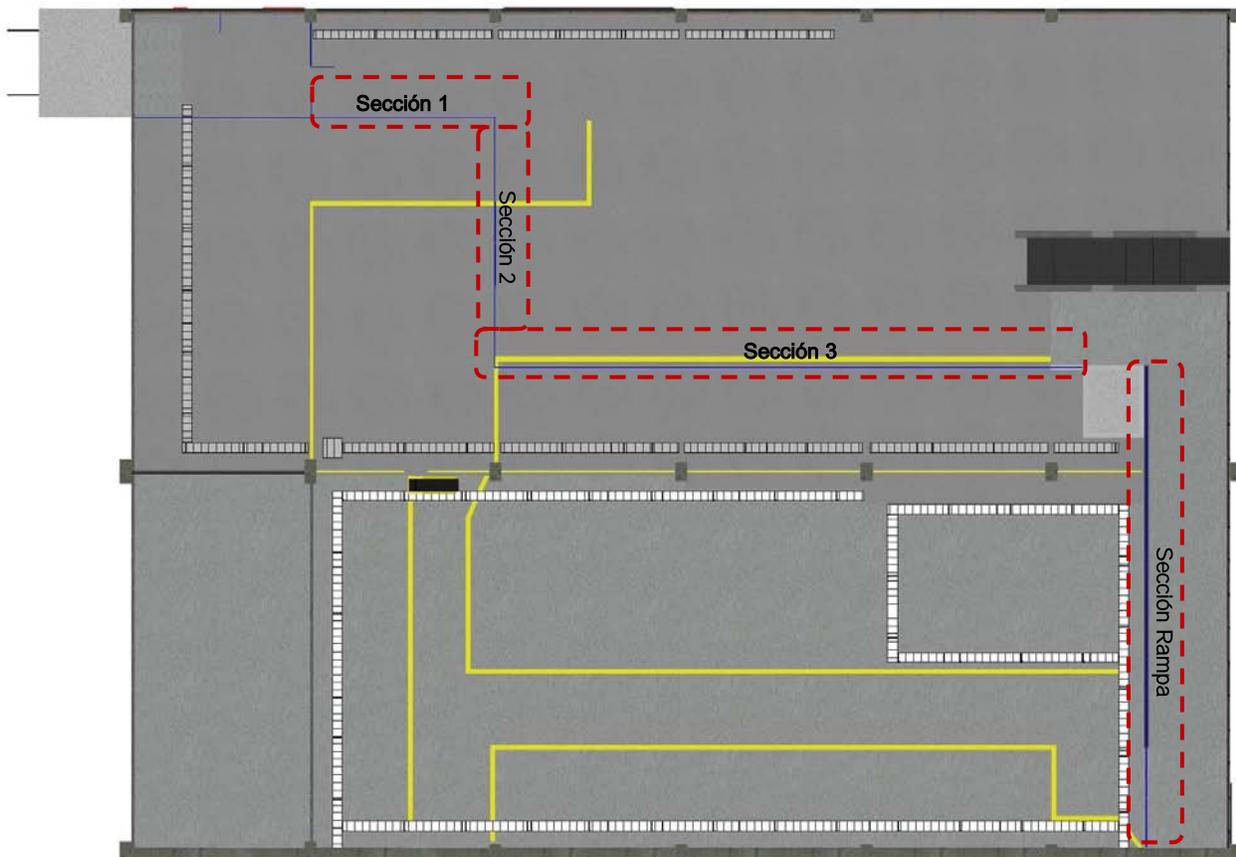


FIG. 5.3. Vista general de Malla Ciclónica propuesta

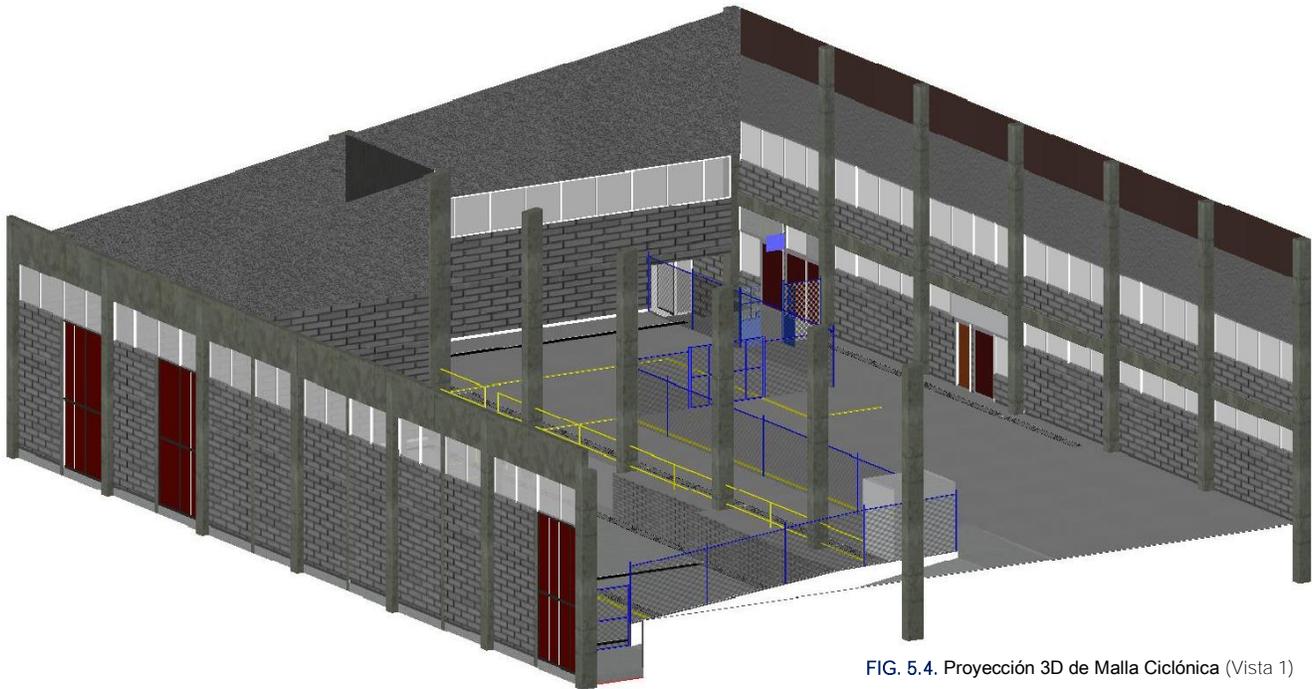


FIG. 5.4. Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 1)

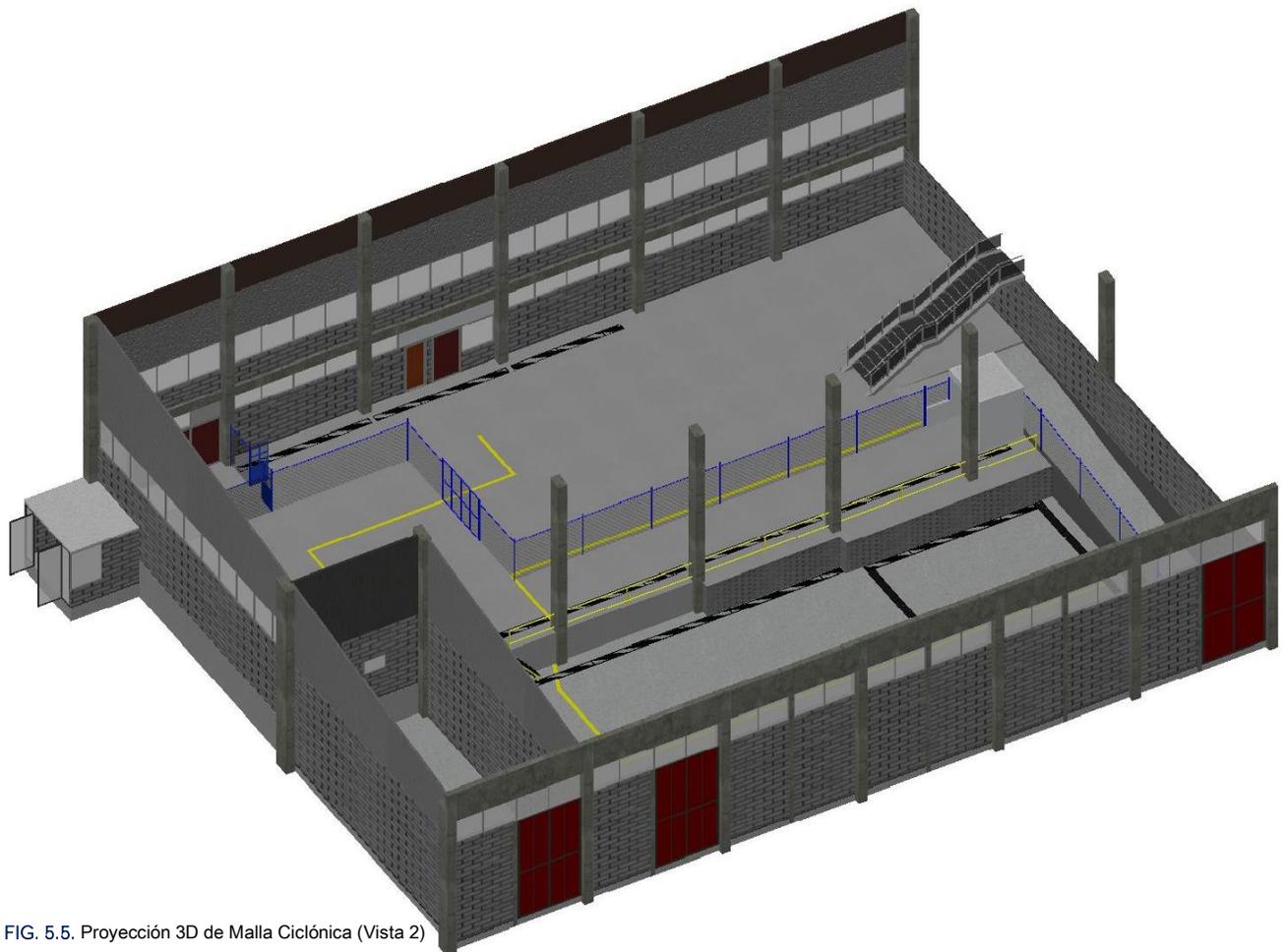


FIG. 5.5. Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 2)

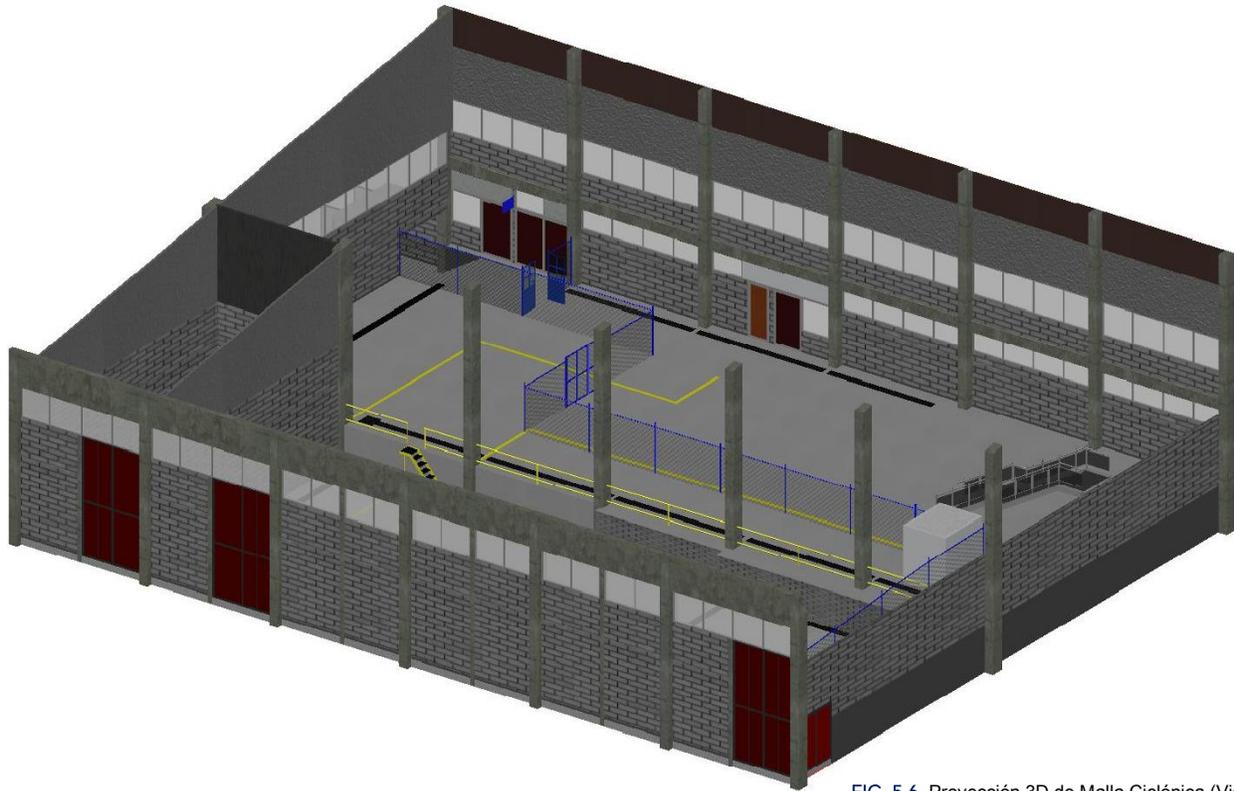


FIG. 5.6. Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 3)

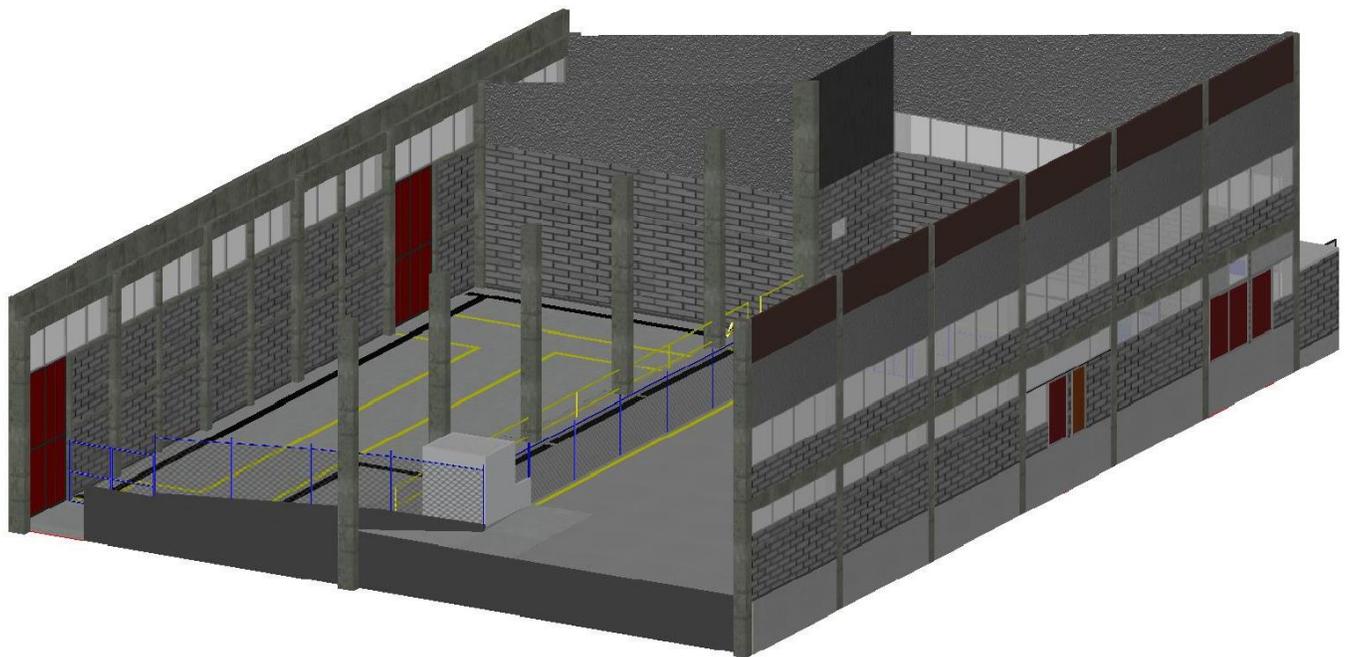


FIG. 5.7. Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 4)



5.2. Adecuada identificación de Tuberías

A pesar de que actualmente las distintas tuberías presentes en Planta Piloto pueden ser identificadas mediante un código de colores que se encuentra conforme a la NOM-028-STPS-1994, esta norma ya es obsoleta por lo que resulta recomendable llevar a cabo una serie de acciones que permitan mejorar esta identificación, facilitar el trabajo para los estudiantes y cumplir con los requerimientos que establece la normatividad vigente.

Para ello, en primer lugar se sugiere la instalación de por lo menos dos letreros con la leyenda: **"Identificación de Riesgos por Fluidos conducidos en Tubería"** que indiquen el tipo de fluido que transportan y el color de identificación. El tamaño debe ser adecuado para su fácil visualización desde cualquier punto y su localización debe estar tanto en tanto en la Plataforma Superior como en la Plataforma Inferior de Planta Piloto.

FIG. 5.8. Letrero de Identificación de Riesgos por Fluidos conducidos en Tuberías (Propuesto).

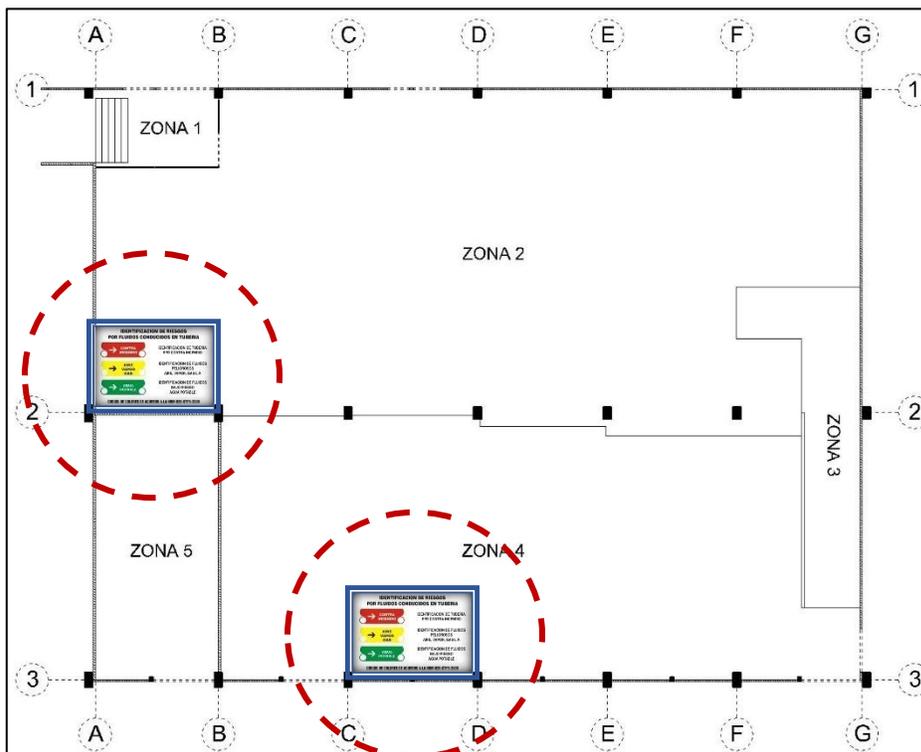


FIG. 5.9. Localización de Letreros "Identificación de Riesgos por Fluidos conducidos en Tuberías".



El segundo punto a considerar **consiste en la carencia de información complementaria**; es decir, el tipo de fluido transportado y **flechas de dirección del flujo en las tuberías**.



FIG. 5.10. Fotografías de Tuberías en Planta Piloto

Se propone que la **información complementaria** sea incluida **empleando rótulos en color blanco o negro** con la finalidad de **contrastar claramente con el color de la tubería** y teniendo la posibilidad de utilizar alguna de las siguientes opciones:

- ✚ Nombre completo de la sustancia, por ejemplo: **Agua**.
- ✚ Abreviaturas del nombre mediante siglas, por ejemplo: **A (agua)**.
- ✚ Símbolos o formula química: **H₂O**.
- ✚ Información del proceso; por ejemplo: **Agua para calderas**.

Por otra parte, **la dirección del flujo debe indicarse con flechas** (pueden ser pintadas directamente **sobre la tubería** o integrarse a **etiquetas, placas o letreros fijados a la tubería**) en color blanco o negro para contrastar.



FIG. 5.11. Ejemplo de señalización en Tuberías.

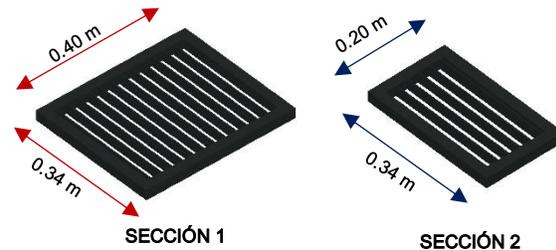


5.3. Colocación de Rejilla tipo Irving en zonas faltantes del Sistema de Drenaje

Aparentemente este es un tema poco relevante debido a que son mínimas las secciones de rejilla tipo Irving faltantes en el Sistema de Drenaje de Planta Piloto, no obstante el tema de la seguridad al interior de este espacio de trabajo es de suma importancia puesto que la integridad física de los usuarios es y será siempre fundamental.

Dicho lo anterior queda claro que la colocación de la rejilla faltante atiende a un tema de seguridad antes que de estética, y son únicamente dos las secciones de Drenaje que carecen de cubierta (ambas se sitúan sobre la Plataforma Inferior o Zona 2).

La “Sección 1” sin cubierta se localiza cercana al Equipo de Flujo de Fluidos y tiene una longitud 0.40 metros; mientras tanto la “Sección 2” se encuentra cercana a la “Columna D” del “Eje 2” y es más pequeña con tan solo 0.20 metros de longitud.



En ambos casos se encuentra latente el riesgo de caer al interior de los canales de concreto que forman el Sistema de Drenaje, con la única diferencia que en el primer caso la caída sería de 58 cm y en el segundo caso de 43 centímetros.

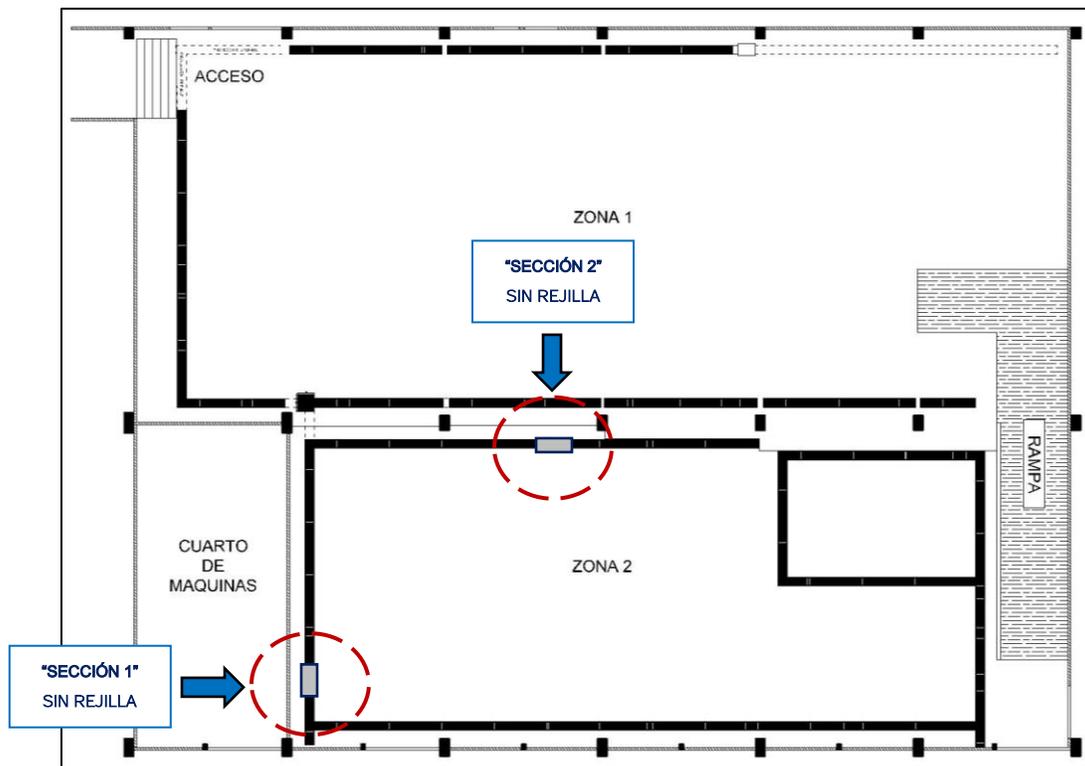


FIG. 5.12. Localización de secciones sin rejilla en el Sistema de Drenaje.



FIG. 5.13. Fotografía de la "Sección 1" sin rejilla tipo Irving



FIG. 5.14. Fotografía de la "Sección 2" sin rejilla tipo Irving



5.4. Reparación de Equipos

Dentro de los equipos que actualmente se encuentran instalados al interior de la Planta Piloto de la FES Zaragoza la gran mayoría presenta puntos a considerar para mejorar su desempeño. En la siguiente Tabla se muestran algunos de ellos.

	Fotografía	Equipo	¿Se utiliza en Planta Piloto?	Oportunidades de Mejora
1		Filtro Prensa	SI	* Retocar pintura en equipos. * Rotular equipos para facilitar su identificación.
2		Filtro Rotatorio Continuo	NO	* Desarrollar un Protocolo de operación. * Implementar prácticas de L.T.P. en este equipo.
3		Equipo de Mezclado	NO	* Conectar el servicio de vapor al Tanque. * Desarrollar un Protocolo de operación. * Implementar prácticas de L.T.P. en este equipo.
4		Mini Torre de Enfriamiento	NO	* Definir localización definitiva del equipo. * Realizar la conexión a los servicios requeridos (electricidad, agua).
5		Evaporador I	SI	* Desarrollar Protocolo de operación del equipo.
6		Evaporador II	NO	* Presenta daños en el sistema eléctrico.
7		Equipo de Flujo de Fluidos (P.V.C.)	SI	* Reparar válvula de esfera de ϕ 1 1/2" de P.V.C.
8		Filtro de alta pureza (Millipore)	NO	* Reparar equipo. * Adquirir accesorios faltantes. * Desarrollar Protocolo de operación.
9		Sistema de Filtrado de Alta Presión	NO	* Desarrollar Protocolo de operación. * Habilitar el equipo para su puesta en servicio.



	Fotografía	Equipo	¿Se utiliza en Planta Piloto?	Oportunidades de Mejora
10		Tanques para Tratamiento de Agua	NO	* Utilizar Tanques en nuevo proyecto. * Almacenar estos Tanques en un sitio adecuado.
11		Equipo de Flujo de Fluidos (metálico)	NO	* Efectuar mantenimiento correctivo al equipo. * Sustituir válvulas y mangueras dañadas.
12		Sistema de Análisis de Bombeo	SI	* Reparar vidrios de nivel en Tanque. * Sustituir válvulas que se encuentran en mal estado.
13		Intercambiadores de Calor	SI	* Forrar tubería de alimentación de vapor. * Sustituir válvulas que se encuentran en mal estado. * Colocar soporteria en tuberías de descarga al drenaje.
14		Equipo de Flujo de Fluidos (vidrio)	NO	* Instalar un nuevo Rotámetro. * Instalar un Medidor de Presión Diferencial. * Realizar mantenimiento al Equipo de Bombeo.
15		Intercambiador de Calor (vidrio)	SI	* Reparar fugas en la entrada y salida del equipo.
16		Equipo de Extracción L-L y Equipo de Destilación	NO	* Instalar cuatro tanques de alimentación. * Poner en servicio la columna de destilación. * Desarrollar Protocolo de operación para efectuar prácticas de L.T.P.
17		Columna de Destilación de Vidrio	SI	* Reparar fugas en la Columna de Platos.
18		Reactor Batch	NO	* Desarrollar Protocolo de operación. * Habilitar el equipo para llevar a cabo prácticas de L.T.P.
19		Sistema Didáctico de Bombas en Serie y en Paralelo	NO	* Desarrollar Protocolo de operación. * Instalar Vacuometro faltante en equipo.



	Fotografía	Equipo	¿Se utiliza en Planta Piloto?	Oportunidades de Mejora
20		Reactor de Vidrio	NO	* Reparar Mantilla de calentamiento.
21		Columna de Extracción	SI	* Efectuar limpieza al equipo. * Pintar estructura metálica. * Graduar columna de extracción.
22		Tanque	NO	* Asignar este equipo para ser utilizado en alguna de las diferentes prácticas.
23		Equipo Purificador de Agua	NO	* Desarrollar Protocolo de operación. * Pintar equipo e identificar los diferentes tipos de filtros. * Instalar lámpara de Luz Ultra Violeta.
24		Simulador de Caldera	NO	* Llevar a cabo reparación en el sistema eléctrico del equipo. * Sustituir manómetro dañado.
25		Evaporador doble efecto	NO	* Instalar mirilla faltante en uno de los Evaporadores. * Desarrollar Protocolo de operación.
26		Secador de Lecho Fluidizado	NO	* Reparar controles del equipo. * Desarrollar Protocolo de operación.
27		Columna de Destilación Metálica	NO	* Instalar Rotámetro faltante. * Reparar sistema de secado de aire de instrumentos.



5.5. Instalación de Regadera de Emergencia con lavaojos

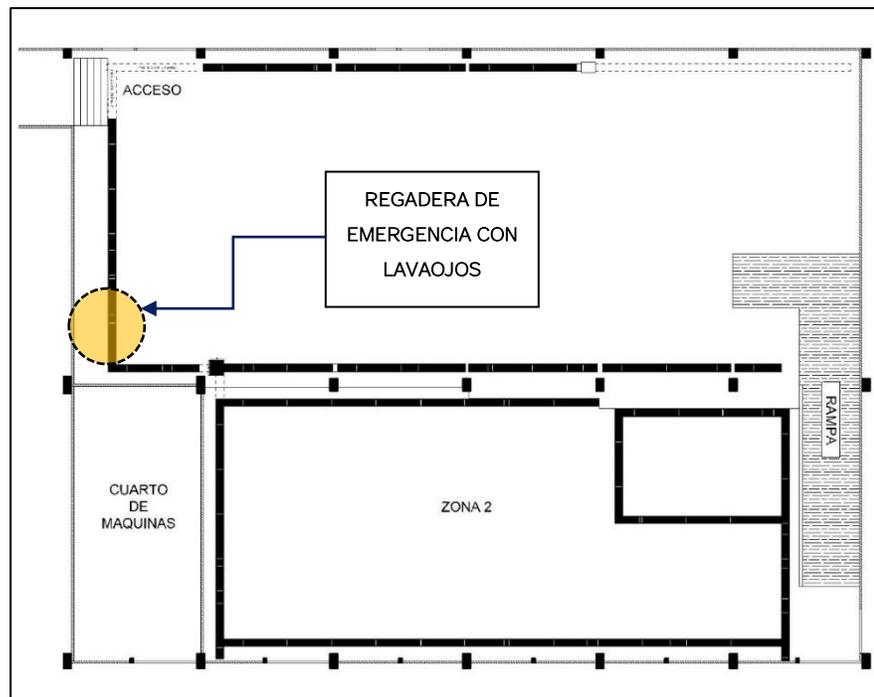
Debido a la naturaleza de la carrera de Ingeniería Química y al tipo de trabajo que se realiza en Planta Piloto es recomendable llevar a cabo la instalación de una ducha de seguridad o regadera de emergencia al interior de sus instalaciones. En este espacio de trabajo constantemente se están efectuando diferentes prácticas en la asignatura de Laboratorio y Taller de Proyectos del sexto y séptimo semestres que implican la manipulación de equipos y utilización de reactivos potencialmente peligrosos.

Las duchas de seguridad y fuentes lavaojos son equipos de emergencia que se han utilizado en la industria por más de 60 años con la finalidad de proporcionar los primeros auxilios a personas que se accidentan con partículas proyectadas o que sufren salpicaduras de productos químicos, líquidos peligrosos e irritantes. Entre los requerimientos para su instalación se necesita contar con agua potable a temperatura media (15 – 35°C) con un caudal mínimo de 75.7 litros por minuto durante un periodo de tiempo de 15 minutos, así como un sistema de drenaje que permita evacuar adecuadamente el agua utilizada.

Estos requisitos se cumplen satisfactoriamente en la Planta Piloto de la FES Zaragoza por lo que resulta factible su instalación; además vale la pena mencionar que es poco recomendable que en caso de presentarse algún tipo de incidente se tenga que desplazar al accidentado hasta los laboratorios localizados en la Planta Alta del edificio para su atención (ya que los laboratorios si cuentan con este tipo de equipo), sin mencionar que el lavabo situado en la Plataforma Superior puede prestar cierto tipo de atención pero no cuenta con las características óptimas de seguridad.



FIG. 5.15. Instalación de Regadera de Emergencia en Planta Piloto (Propuesta)





5.6. Implementación de Botiquín de Primeros Auxilios

El botiquín de Primeros Auxilios es un recurso básico que permite que las personas proporcionen ayuda de forma inmediata, ya que en él se encuentran los elementos indispensables para dar atención satisfactoria a víctimas de un accidente o enfermedad repentina y en algunos puede llegar a ser decisivo para salvar vidas.

Actualmente no se cuenta con un botiquín de Primeros Auxilios al interior de Planta Piloto y esto representa un problema potencial muy serio puesto que los accidentes son acontecimientos inesperados que suceden en cualquier lugar y en cualquier momento, para los cuales hoy en día no estamos preparados. Además hay que tener presente que un botiquín siempre debe estar en todo sitio donde haya concentración de personas.

Tomando en consideración lo anterior se propone la implementación de un Botiquín de Primeros Auxilios en la zona donde se localiza el “Cuarto de Control”. La elección de este sitio se toma considerando que este es un lugar de fácil identificación y acceso para las personas que utilizan la Planta Piloto todos los días, sin mencionar que las Plataformas Superior, Inferior y las nuevas aulas de clases se encuentra muy cercanas a esta área.



FIG. 5.16. Botiquín de Primeros Auxilios

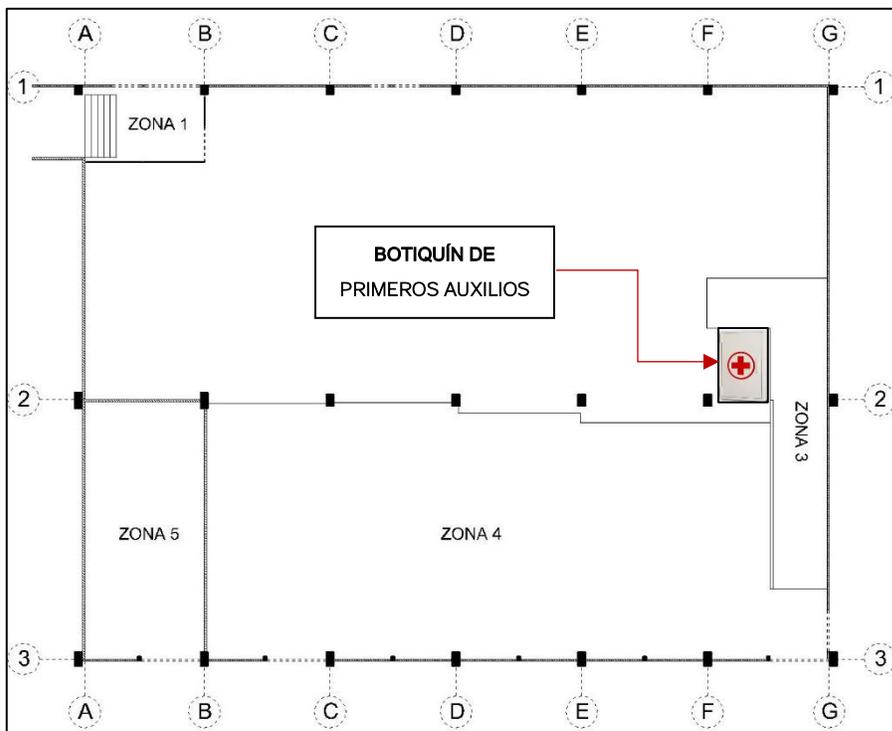


FIG. 5.17. Implementación de Botiquín de Primeros Auxilios (Propuesta).





Entre los elementos que deben integrar el Botiquín de Primeros Auxilios propuesto se encuentran los siguientes:

- ✚ **Antisépticos:** yodo, isodine, alcohol, merthiolate, jabón neutro y agua oxigenada.
- ✚ **Material de curación:** gasas esterilizadas, vendas, abate lenguas, aplicadores, algodón, compresas y cinta adhesiva.
- ✚ **Medicamentos:** analgésicos, antiinflamatorios, digestivos, antifebriles, antidiarreicos, pomadas y ungüentos.
- ✚ **Instrumentos Médicos:** gasas esterilizadas, vendas, abate lenguas, aplicadores, algodón, compresas y cinta adhesiva.
- ✚ **Elementos Adicionales:** pañuelos desechables, manta térmica, compresas frías y calientes, pinzas y mascarilla de resucitación.

Puesto que en conjunto atienden la mayor cantidad de problemas que pueden llegar a presentarse en caso de ocurrir algún tipo de accidente.



CONCLUSIONES

Con la finalización del proyecto denominado “Descripción, características y oportunidades de mejora en la Planta Piloto de la FES Zaragoza” resulta imprescindible realizar un análisis que permita evaluar los resultados obtenidos. De esta forma y tomando en consideración los objetivos planteados al inicio de la presente Tesis se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

❖ **El objetivo principal del proyecto se cumple pero aún quedan puntos pendientes por atender.**

Si bien es cierto que dentro del contenido de esta Tesis fueron desarrollados los principales temas de interés relacionados con la Planta Piloto de la FES Zaragoza y se cubrieron satisfactoriamente cada uno de los puntos propuestos dentro de la estructura planteada al inicio de este trabajo, se requiere de la creación de más proyectos que permitan incrementar el conocimiento que tenemos de nuestra Facultad y especialmente de las áreas más importantes para nuestra carrera.

A partir de ahora se cuenta con una base sólida con información clara, actualizada y fidedigna que ha sido revisada y aprobada por profesores especialistas en esta materia y que pretende ser el punto de partida de una serie de trabajos orientados a mejorar esta gran institución educativa.

❖ **Los Planos, Isométricos y Modelos 3D desarrollados en esta Tesis representan su principal aporte.** Aunque pareciera que en la formación del Ingeniero Químico la construcción de Diagramas de Bloques, Diagramas de Flujo de Proceso y Diagramas de Tuberías e Instrumentación son actividades comúnmente desarrolladas, era necesario salir un poco de la zona de confort y plasmar en un documento información relativa al diseño e instalaciones de un espacio tan importante como lo es “la Planta Piloto de la FES Zaragoza”.

Sin duda alguna la construcción de los Planos Arquitectónicos, Planos de Instalaciones, Isométricos y Modelos 3D de condiciones actuales del inmueble representan el mayor aporte de este proyecto; no solamente por la labor de actualización sino además por el hecho de contar con documentos digitales que pueden ser editados con suma facilidad.

❖ **Resulta imprescindible desarrollar un Plan de Trabajo para la rehabilitación de equipos en Planta Piloto.** Ante la situación actual que se vive en la Planta es necesario que las autoridades de la carrera de Ingeniería Química encabecen un proyecto de rehabilitación de equipos, en donde con el apoyo de profesores y alumnos puedan llevar a cabo el diseño y la posterior implementación de un Plan de Trabajo enfocado a atender las causas que originan el mal funcionamiento y que propician la existencia de equipos fuera de servicio; esto con la finalidad de mantener unidades funcionales y en óptimas condiciones.

Adicional a ello se requiere la elaboración de Protocolos de operación y la adquisición de manuales para aquellos equipos que actualmente carecen de esta información; sin mencionar de una adecuada



disposición de todos los elementos que ya no presentan ninguna utilidad y se encuentran abandonados al interior de Planta Piloto.

❖ Falta mejorar en aspectos de seguridad al interior del inmueble. Durante la realización de este trabajo de investigación resultó evidente que las condiciones que imperan al interior de la Planta Piloto no son del todo seguras y es por ello que el “Capítulo 5. Oportunidades de mejora” tomó un enfoque orientado a temas referentes con la seguridad industrial, aun cuando inicialmente estaba pensado para tratar asuntos relacionados con tuberías y equipos. Ante esta situación se vio como prioritario cambiar el enfoque puesto que la seguridad de todos y cada uno de los usuarios de este espacio debe ser considerado como el principal objetivo a alcanzar.

Asimismo, se espera que con una correcta implementación de las medidas propuestas sean minimizados los riesgos presentes y hagan de este sitio un mejor lugar para trabajar.



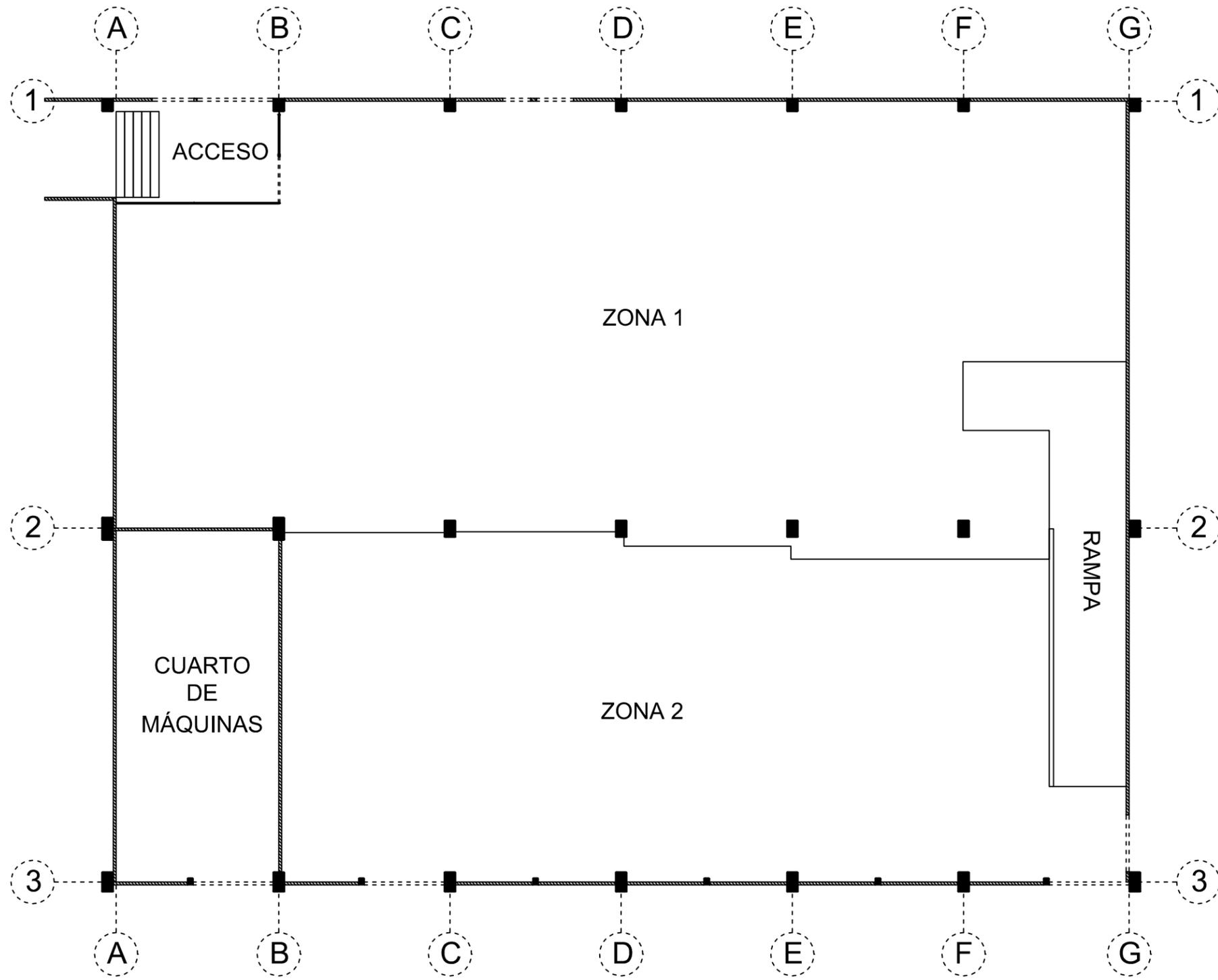
BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Cooper Crouse-Hinds. (2008). Iluminación Industrial Sección L. Consultado el 20 de junio de 2016, página web http://www.crouse-hindslatam.com/uploads/pdfs/digital-resources/catalogs/1._Iluminacion_Industrial.pdf
- ✚ Didacta Italia. (n.d). T138D-Simulador Real de Caldera con Controles y Generación Averías. Consultado el 25 de mayo de 2016, página web http://didacta.it/allegati/main_catalogs/CE_T138D_S.PDF
- ✚ Felisa. (n.d.). Productos Felisa - Destilador. Obtenida el 25 de mayo de 2016, pagina web <http://www.felisa.com.mx/2014/index.php/productos-felisa/destilador>
- ✚ Kidder, Frank E. *Manual del Arquitecto y del constructor*. Primera Edición. México: UTEHA Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, S.A. de C.V., 1987
- ✚ Loredó Díaz, Luz Pérez. *Crónica de la FES Zaragoza "Las Raíces de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y otras crónicas"*. Primera Edición. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.
- ✚ Loredó Díaz, Luz Pérez. *Crónica de la FES Zaragoza "Testimonios Universitarios"*. Primera Edición. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.
- ✚ Montes de Oca, Miguel. *Topografía*. Cuarta Edición. México: Alfaomega, 1996.
- ✚ Navickis, Lilán. *Diseño y representación gráfica para industrias de procesos*. Edición 2010. Montevideo: Universidad de la Republica, 2010.
- ✚ NOM-026-STPS-2008: *NORMA OFICIAL MEXICANA – Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías*.
- ✚ NOM-028-STPS-1994: *NORMA OFICIAL MEXICANA RELATIVA A SEGURIDAD - Código de Colores para la Identificación de Fluidos conducidos en tuberías*.
- ✚ Rangel Martínez, Yamile. *Dibujo e interpretación de Planos II*. Antología. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, 2006. 160 h.
- ✚ Ridder, Detlef. *AutoCAD 2008 para arquitectos e ingenieros*. Primera Edición. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2008.



ANEXOS

- A-01. LAY OUT "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA".
- A-02. EDIFICIO DE TECNOLOGÍAS EN FES ZARAGOZA.
- A-03. CORTE POR FACHADA EJE 1 "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA".
- A-04. CORTE POR FACHADA EJE 2 "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA".
- A-05. CORTE POR FACHADA EJE 3 "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA".
- A-06. CORTE POR FACHADA EJE B "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA".
- A-07. CORTE POR FACHADA EJE G "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA".
- A-08. CORTE POR FACHADA "ENTRADA A PLANTA PILOTO".
- A-09. SISTEMA DE DRENAJE EN PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA.
- A-10. LUMINARIAS EN PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA.
- A-11. TUBERÍAS EN PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA.
- A-12. ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS EN PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA.



NOTAS GENERALES

LAY OUT
"PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"

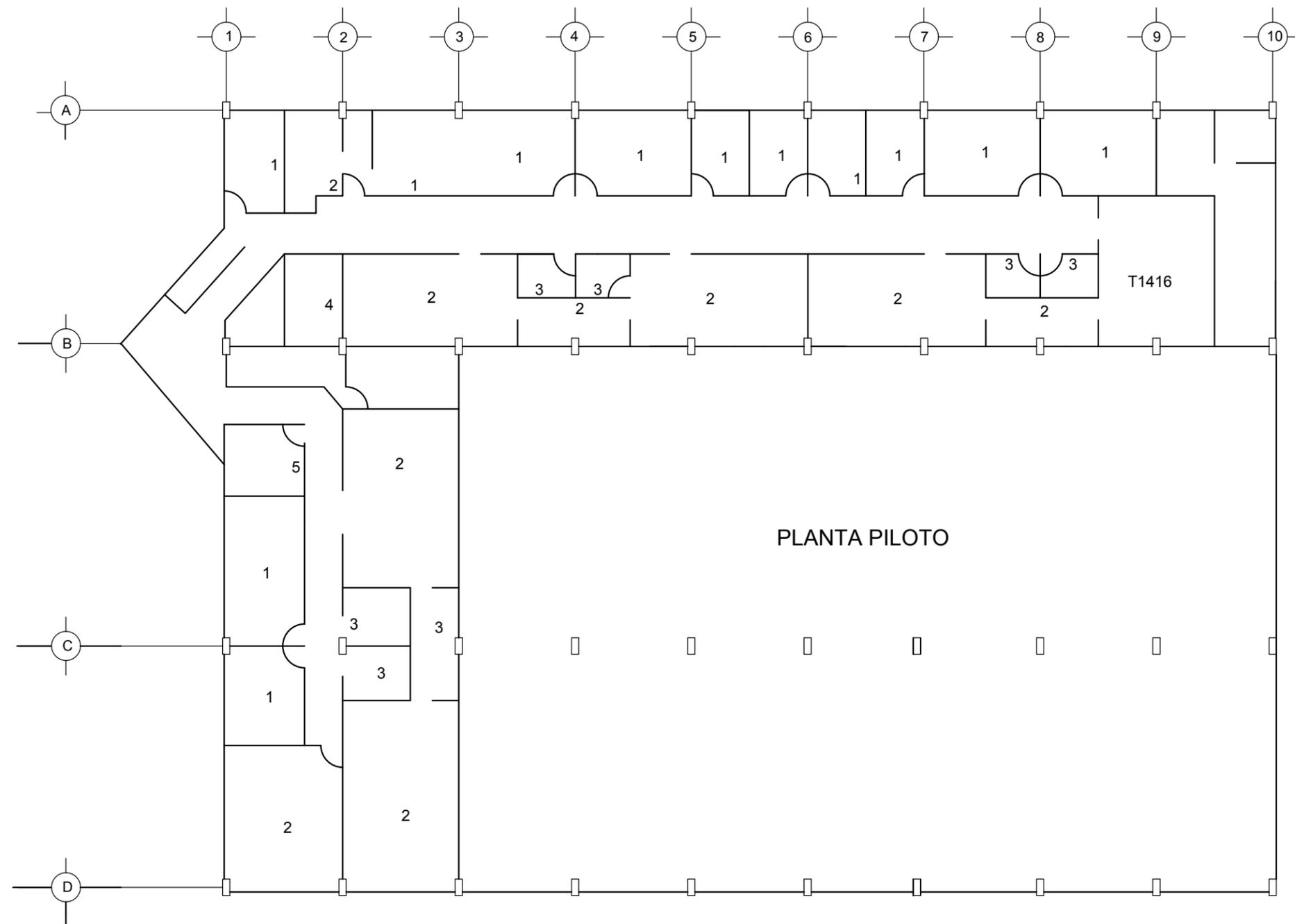
INGENIERIA QUÍMICA

NO. DE PROYECTO:	ESTADALAPA, COL. DE MÉRICO
DISEÑADO:	ED. DANIEL PADILLA E.
PROYECTADO:	ED. DANIEL PADILLA E.
REVISADO:	ED. ALDO VARELA H.
COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
SUBDIRECCIÓN:	
DIRECCIÓN:	

DISCIPLINA:	INGENIERIA
ESCALA:	PLANO
CONTENIDO EN METROS:	A-01

RF: 101/1000/1000/1000/1000



- 1 CUBÍCULOS TIEMPO COMPLETO
- 2 LABORATORIO
- 3 INTERLABORATORIO
- 4 INFORMACIÓN
- 5 BAÑOS

NOTAS GENERALES

EDIFICIO DE TECNOLOGÍAS EN FES ZARAGOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

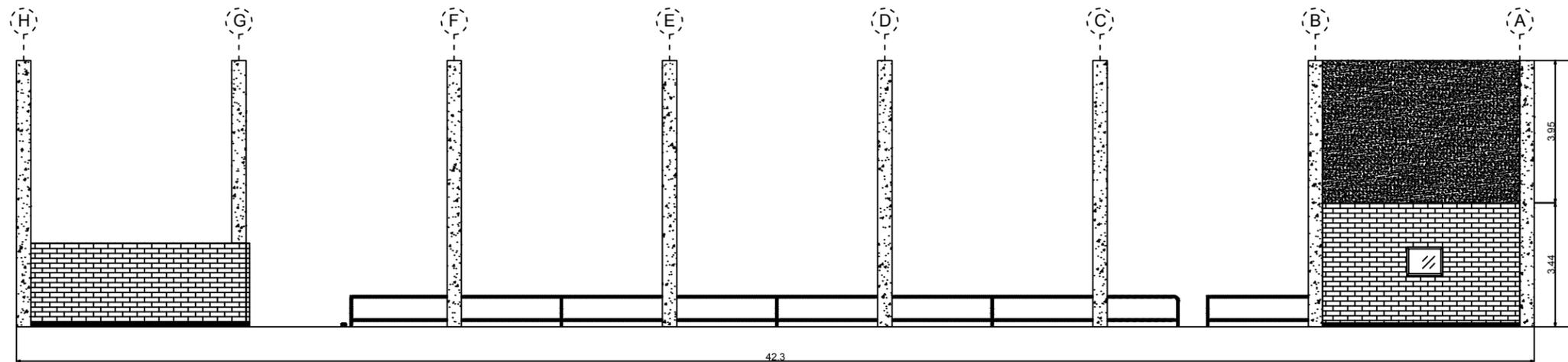
INGENIERÍA QUÍMICA

NO. DE PROYECTO:	ESTADALAPA, CUL DE MENDO
DISEÑADO:	ING. MIGUEL ANGEL CUEVAS
PROYECTADO:	ING. MIGUEL ANGEL CUEVAS

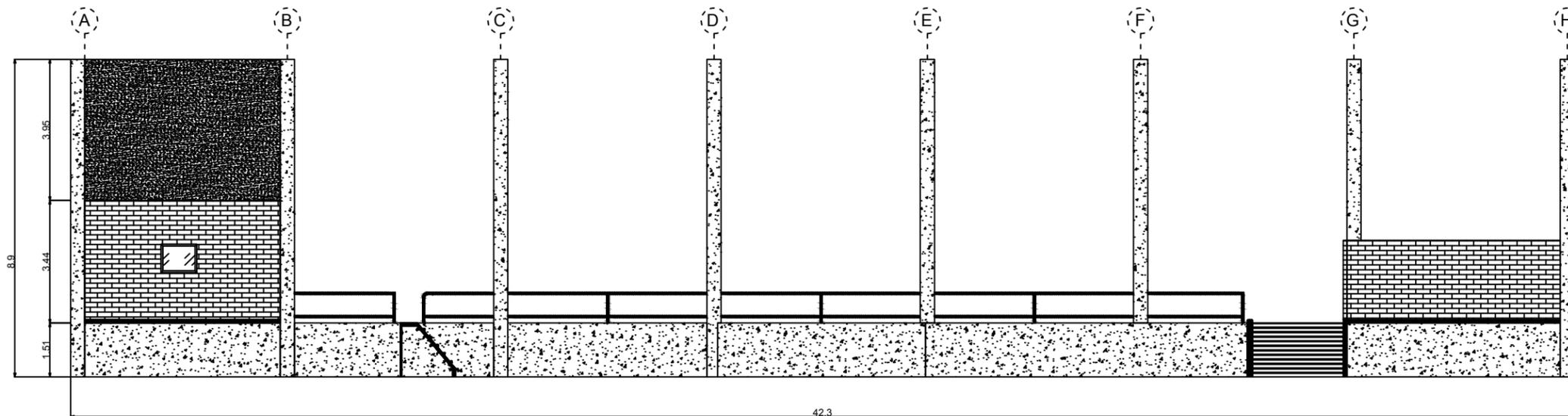
APROBADO POR:	
RESPONSABLE:	
SUBCOORDINADOR:	

DISCIPLINA:	INGENIERÍA
ESCALA:	PLANO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN METALURGIA	A-02

REF: A-02 Tecnología 19/04/03

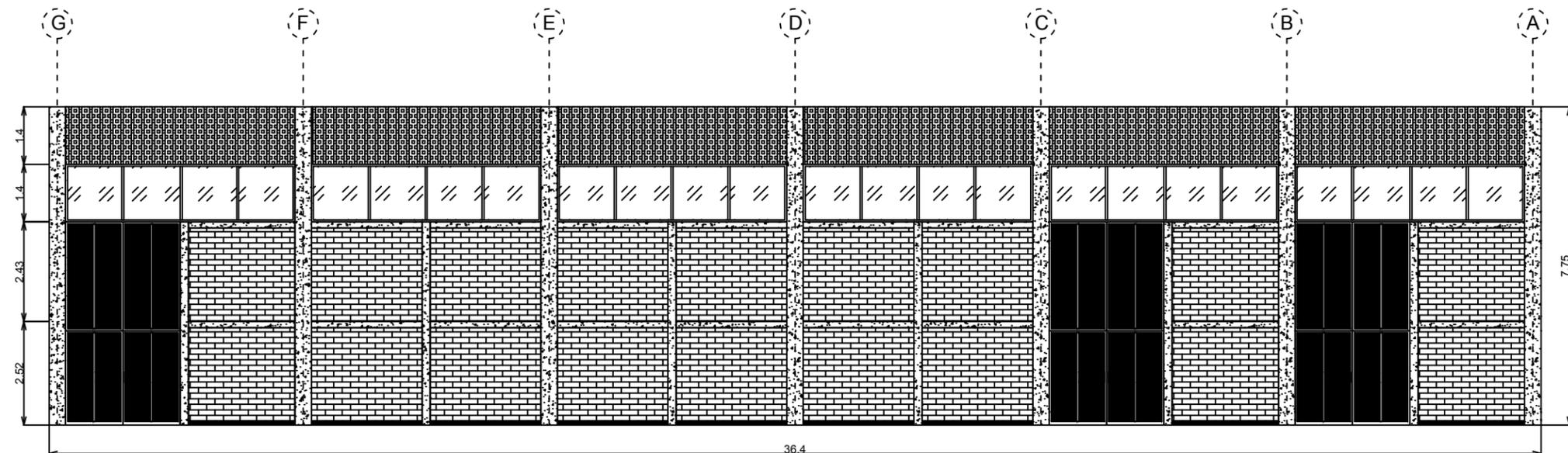


2 CORTE POR FACHADA "EJE 2" (Vista 1)

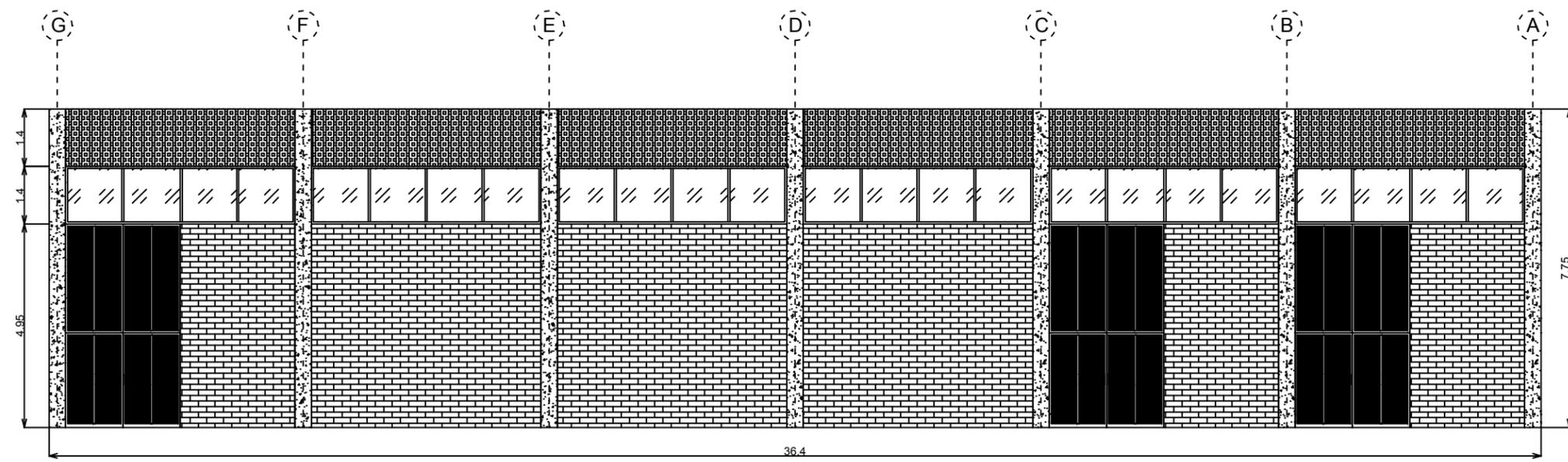


2 CORTE POR FACHADA "EJE 2" (Vista 2)

NOTAS GENERALES													
CORTE POR FACHADA EJE 2 "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA"													
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO "FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"													
INGENIERÍA QUÍMICA													
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">AUTORIZACIONES</th> </tr> <tr> <td>NO. DE PROYECTO:</td> <td>ESTALAPA, COL. DE MÉXICO</td> </tr> <tr> <td>ELABORADO:</td> <td>IG DANIEL PADILLA E.</td> </tr> <tr> <td>PROYECTADO:</td> <td>IG DANIEL PADILLA E.</td> </tr> <tr> <td>REVISADO:</td> <td>IG ANDRÉS RAMÍREZ M.</td> </tr> <tr> <td>COORDINADO:</td> <td>M. en C. CESAR VELAZCO</td> </tr> </table>		AUTORIZACIONES		NO. DE PROYECTO:	ESTALAPA, COL. DE MÉXICO	ELABORADO:	IG DANIEL PADILLA E.	PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.	REVISADO:	IG ANDRÉS RAMÍREZ M.	COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO
AUTORIZACIONES													
NO. DE PROYECTO:	ESTALAPA, COL. DE MÉXICO												
ELABORADO:	IG DANIEL PADILLA E.												
PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.												
REVISADO:	IG ANDRÉS RAMÍREZ M.												
COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO												
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">APROBACIONES</th> </tr> <tr> <td>ESPECIFICISTA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUBCOORDINADOR</td> <td></td> </tr> </table>		APROBACIONES		ESPECIFICISTA		SUBCOORDINADOR							
APROBACIONES													
ESPECIFICISTA													
SUBCOORDINADOR													
<table border="1"> <tr> <td>DISCIPLINA</td> <td>INGENIERÍA</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>PLANO</td> </tr> <tr> <td>GRABADO EN: 25x35 cm</td> <td>A-04</td> </tr> </table>		DISCIPLINA	INGENIERÍA	ESCALA:	PLANO	GRABADO EN: 25x35 cm	A-04						
DISCIPLINA	INGENIERÍA												
ESCALA:	PLANO												
GRABADO EN: 25x35 cm	A-04												
REF: A-04 Corte por Fachada Eje 2.jpg													

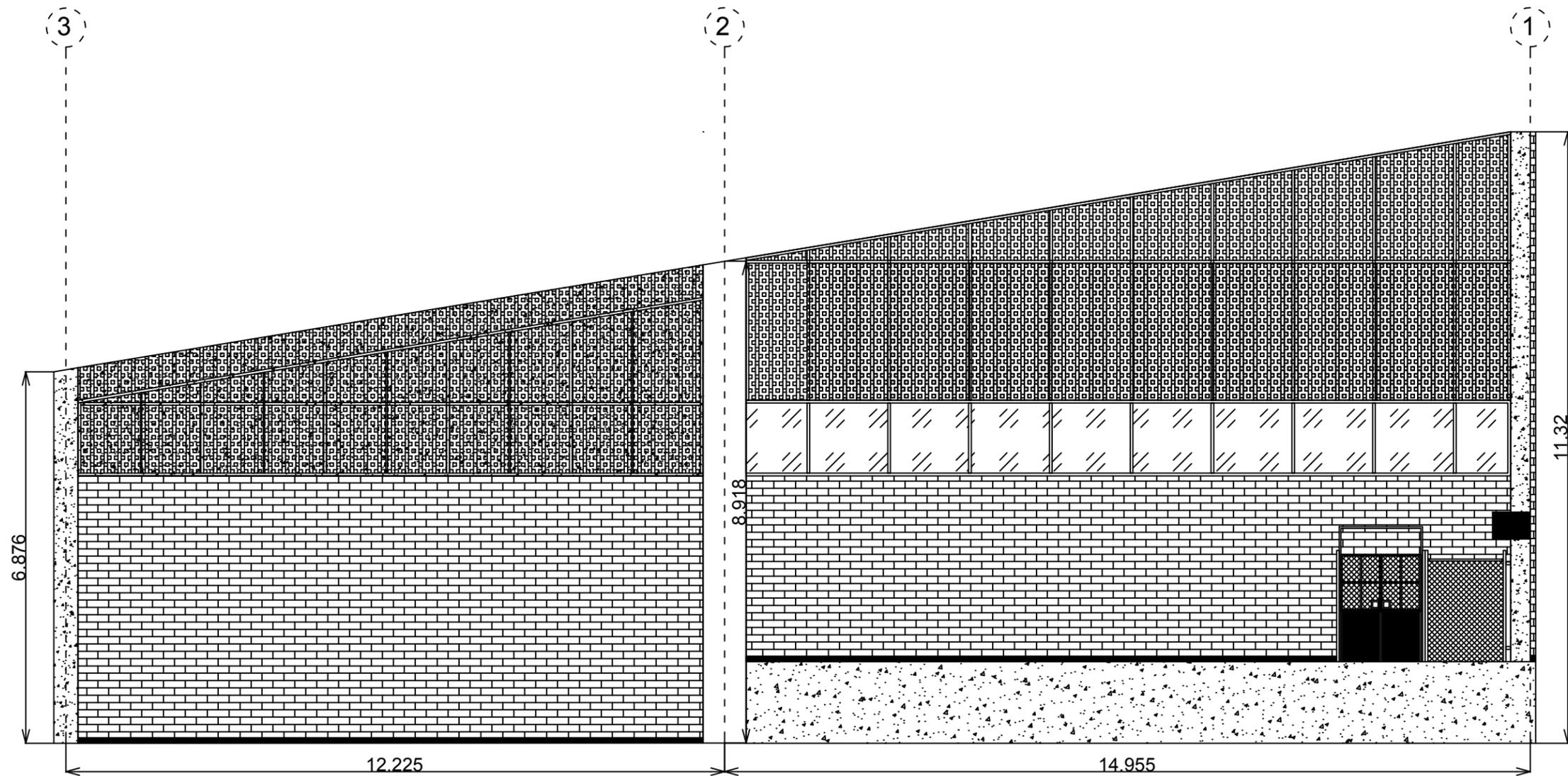


3 CORTE POR FACHADA "EJE 3" (Vista Interior)



3 CORTE POR FACHADA "EJE 3" (Vista Exterior)

NOTAS GENERALES													
CORTE POR FACHADA EJE 3 "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA"													
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO "FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"													
INGENIERIA QUÍMICA													
<table border="1"> <tr> <td>NO. DE PROYECTO:</td> <td>ESTADALAPA, COL. DE MEXICO</td> </tr> <tr> <td>LUGAR:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESEÑADO:</td> <td>IG DANIEL PADILLA E.</td> </tr> <tr> <td>PROYECTADO:</td> <td>IG DANIEL PADILLA E.</td> </tr> <tr> <td>REVISADO:</td> <td>IG JESÚS SIBILLA M.</td> </tr> <tr> <td>COORDINADO:</td> <td>M. en C. CESAR VELAZCO</td> </tr> </table>		NO. DE PROYECTO:	ESTADALAPA, COL. DE MEXICO	LUGAR:		DESEÑADO:	IG DANIEL PADILLA E.	PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.	REVISADO:	IG JESÚS SIBILLA M.	COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO
NO. DE PROYECTO:	ESTADALAPA, COL. DE MEXICO												
LUGAR:													
DESEÑADO:	IG DANIEL PADILLA E.												
PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.												
REVISADO:	IG JESÚS SIBILLA M.												
COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO												
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">APROBADO POR:</td> </tr> <tr> <td>SUPERVISOR/A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUBCOORDINADOR/A</td> <td></td> </tr> </table>		APROBADO POR:		SUPERVISOR/A		SUBCOORDINADOR/A							
APROBADO POR:													
SUPERVISOR/A													
SUBCOORDINADOR/A													
INGENIERIA													
PLANO													
A-05													
<small> CARRANZA Y CIA. S. DE CV ASESORES EN INGENIERIA Y ARQUITECTURA ASESORES POR FACHADA DE 3.00mg </small>													



A CORTE POR FACHADA "EJE A"

NOTAS GENERALES

CORTE POR FACHADA EJE B "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA"

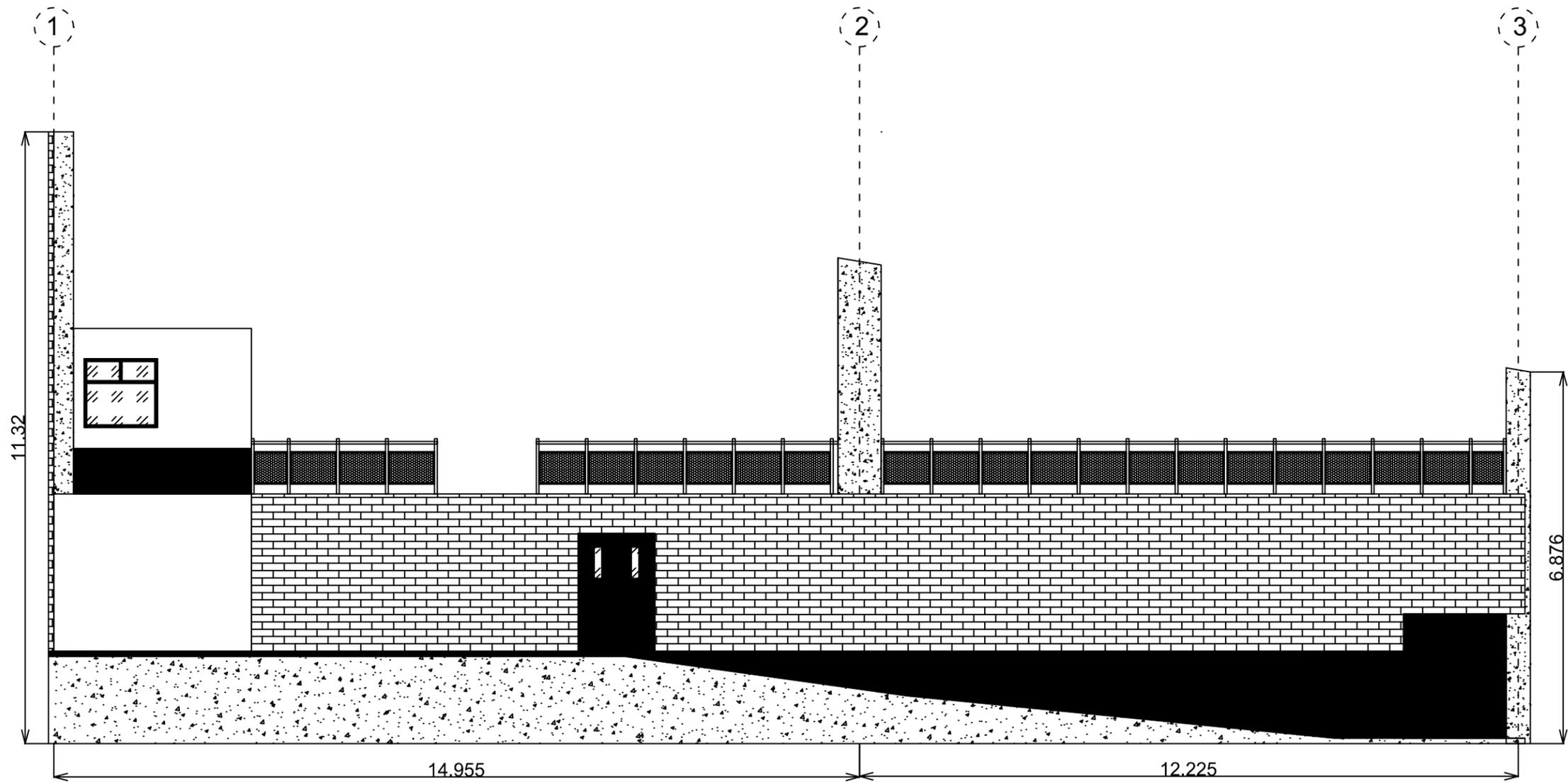
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"

INGENIERIA QUIMICA	
NO. DE PROYECTO:	ESTALAPA, COL. DE MEXICO
ELABORADO:	IG DANIEL PADILLA E.
PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.
REVISADO:	IG ANDRÉS RAMÍREZ M.
COORDINADO:	M. A. C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
ESPECIFICISTA	
SUBCOORDINADOR	

DISCIPLINA: INGENIERIA
ESCALA: PLANO
A-06

REF: A-06 Corte por Fachada Eje B.dwg



G CORTE POR FACHADA "EJE G"

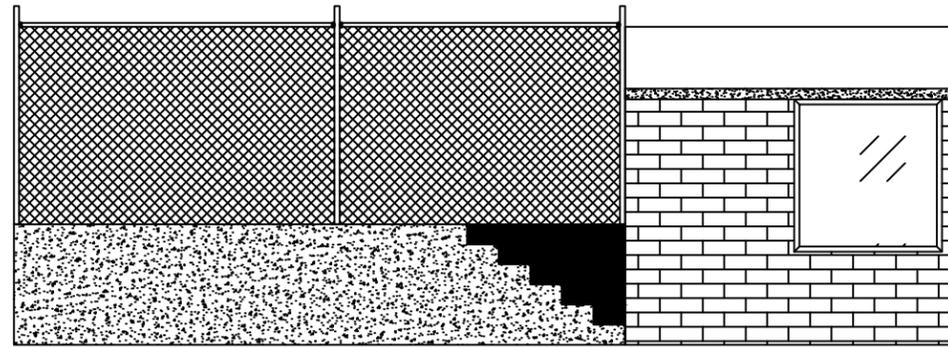
NOTAS GENERALES

CORTE POR FACHADA EJE G "PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA"

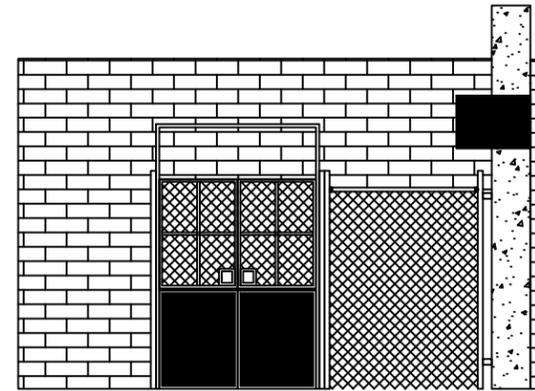
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO "FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"	
INGENIERIA QUIMICA	
INSTRUMENTOS	
NO. DE PROYECTO:	ESTRUC. 2018-01-01
LUGAR:	ETAPALAPA, C.D. DE MEXICO
DISEÑADO:	ED. DANIEL PADILLA E.
PROYECTADO:	ED. DANIEL PADILLA E.
REVISADO:	ED. ALDO VARELA H.
COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
RESPONSABLE:	
SUBCOORDINADO:	

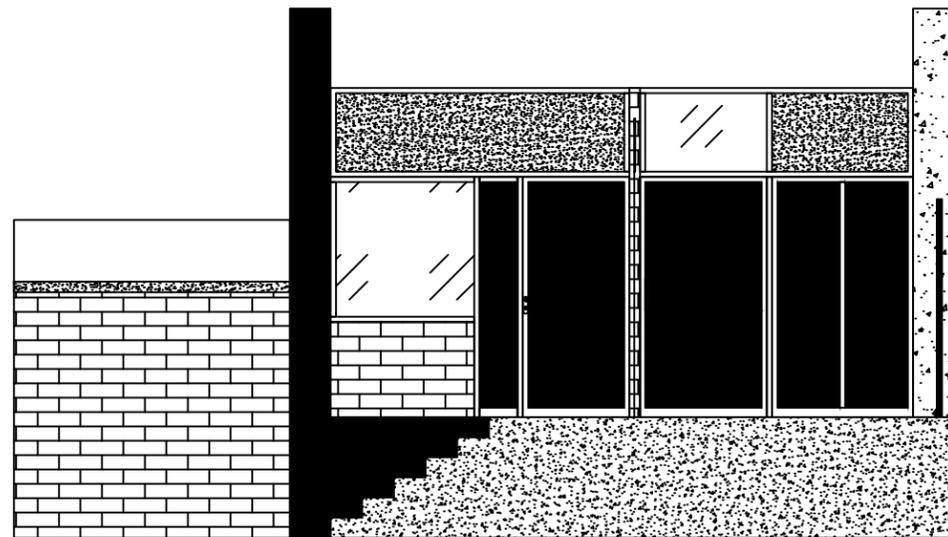
DISCIPLINA:	INGENIERIA
ESCALA:	PLANO
IDENTIFICACION EN METROS:	A-07
REF:	REF. 001 Corte por Fachada Eje G



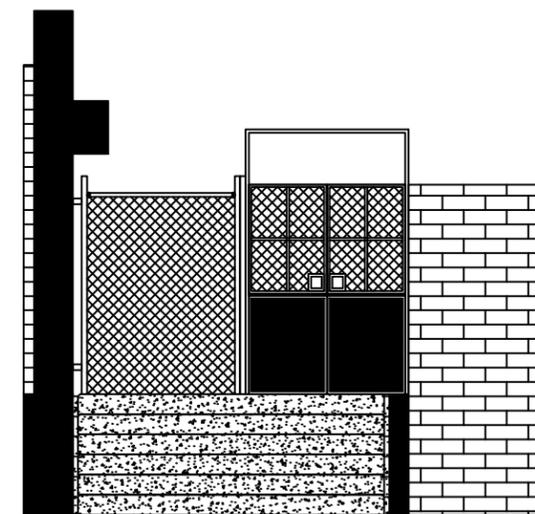
SECCIÓN 1. Vista Lateral 1



SECCIÓN 3. Vista Posterior



SECCIÓN 2. Vista Lateral 2



SECCIÓN 4. Vista Frontal

P.P.

CORTES POR FACHADA "ENTRADA A PLANTA PILOTO"

NOTAS GENERALES

CORTES POR FACHADA "ENTRADA A PLANTA PILOTO"

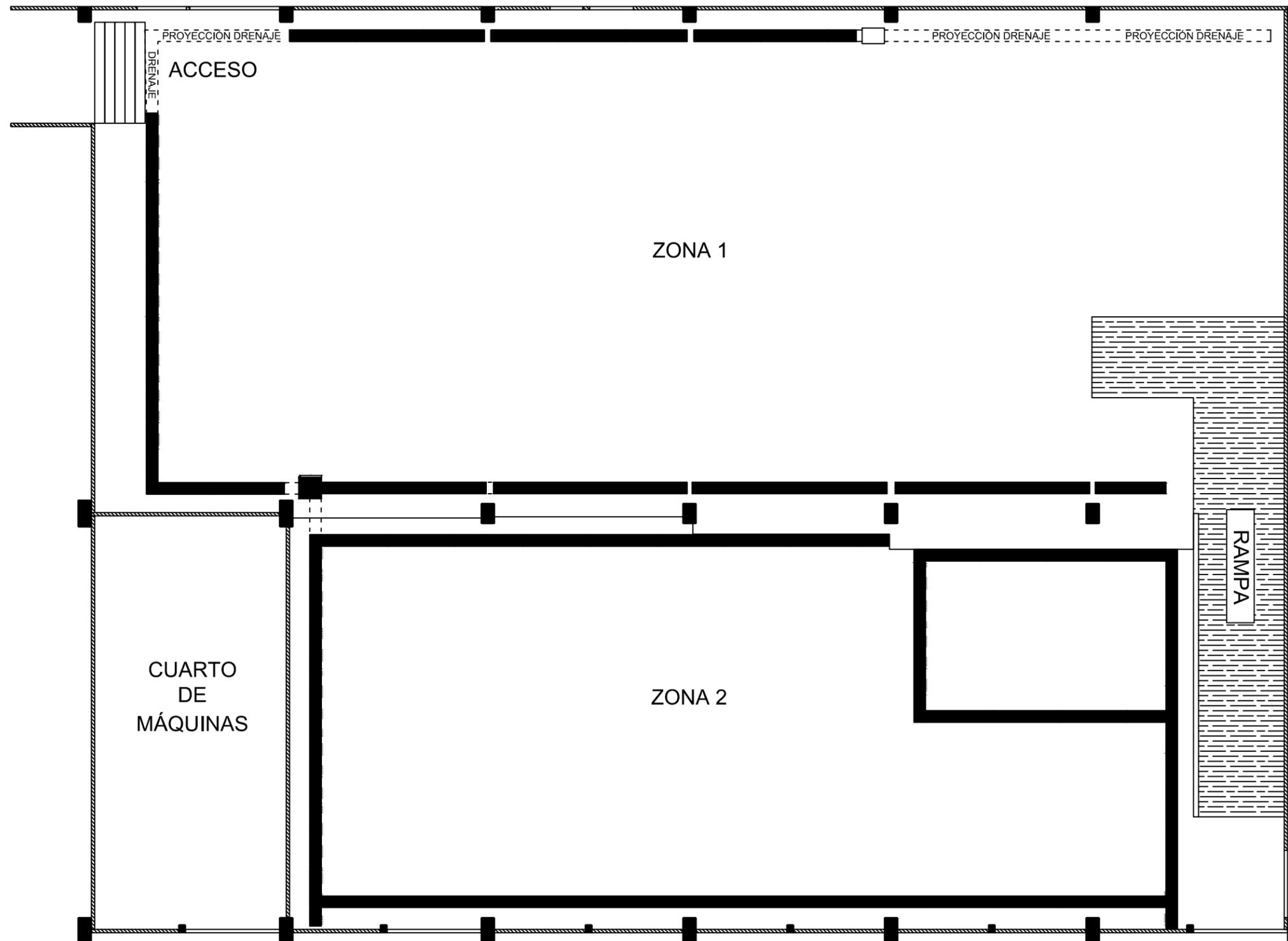
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"

INGENIERIA QUIMICA

NO. DE PROYECTO:	ESTADIA
LUGAR:	ETAPALAPA, C.D. DE MEXICO
DISEÑADO:	IG. DANIEL PINO LA E.
PROYECTADO:	IG. DANIEL PINO LA E.
REVISADO:	IG. ANDRÉS ORTEGA M.
COORDINADO:	M. A. C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
ESPECIFICADA:	
SUBCOTIZADA:	

DISCIPLINA:	INGENIERIA
ESCALA:	1:50
FECHA:	2018
PROYECTO:	ENTRADA A PLANTA PILOTO
REF:	A-08



NOTAS GENERALES

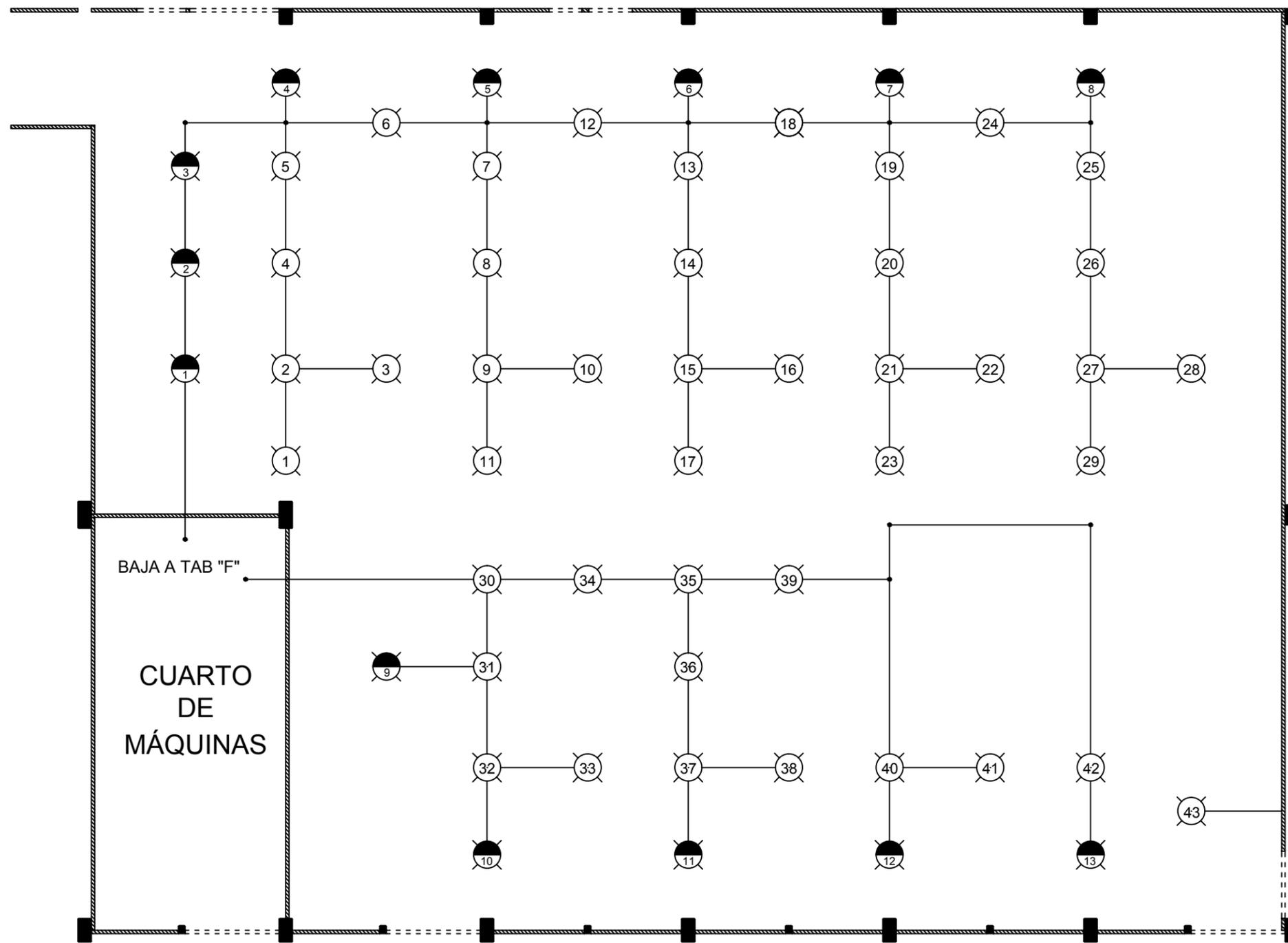
SISTEMA DE DRENAJE
EN PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"

INGENIERIA QUIMICA	
NO. DE PROYECTO:	FECHA:
LUGAR: ETAPALAPA, C.D. DE MEXICO	2018 JUL 20 10:31
DISEÑADO: ED. DANIEL PADILLA E.	
PROYECTADO: ED. DANIEL PADILLA E.	
REVISADO: ED. ALDO VARELA H.	
COORDINADO: M. INE. CESAR VELAZCO	

APROBADO POR:	
RESPONSABLE:	
SUBCOORDINADO:	

DISCIPLINA:	INGENIERIA
ESCALA:	PLANO
CONTENIDO EN METROS:	A-09



-  Luminaria a prueba de explosión para Lámpara de Vapor de Mercurio de 400 W con reflector poco profundo.
-  Luminaria a prueba de explosión para Lámpara de Vapor de Mercurio de 400 W con reflector angular 30°.

NOTAS GENERALES

**LUMINARIAS EN PLANTA PILOTO
FES ZARAGOZA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"

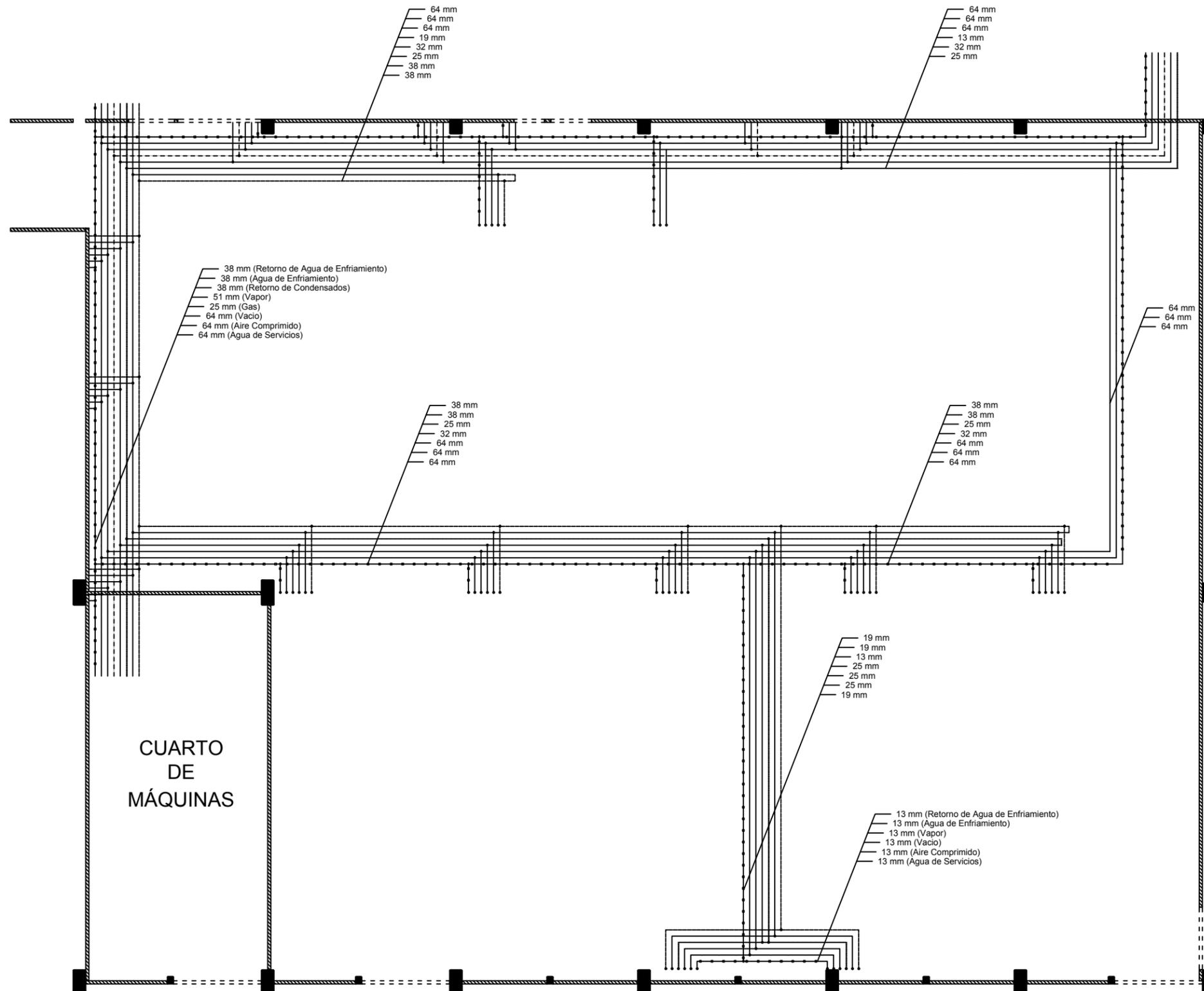
INGENIERIA QUÍMICA

NO. DE PROYECTO:	ESTADALAPA, COL. DE MÉRICO
DISEÑADO:	IG DANIEL PADILLA E.
PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.
REVISADO:	IG JESÚS VARELA M.
COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
SUPERVISOR/A:	
SUBCOORDINADO/A:	

DISCIPLINA:	INGENIERIA
ESCALA:	PLANO
OBJETIVO DEL DISEÑO EN METROS:	A-10

REF: A-10 Plano de Luminarias.dwg



NOTAS GENERALES

TUBERÍAS EN PLANTA PILOTO
FES ZARAGOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"

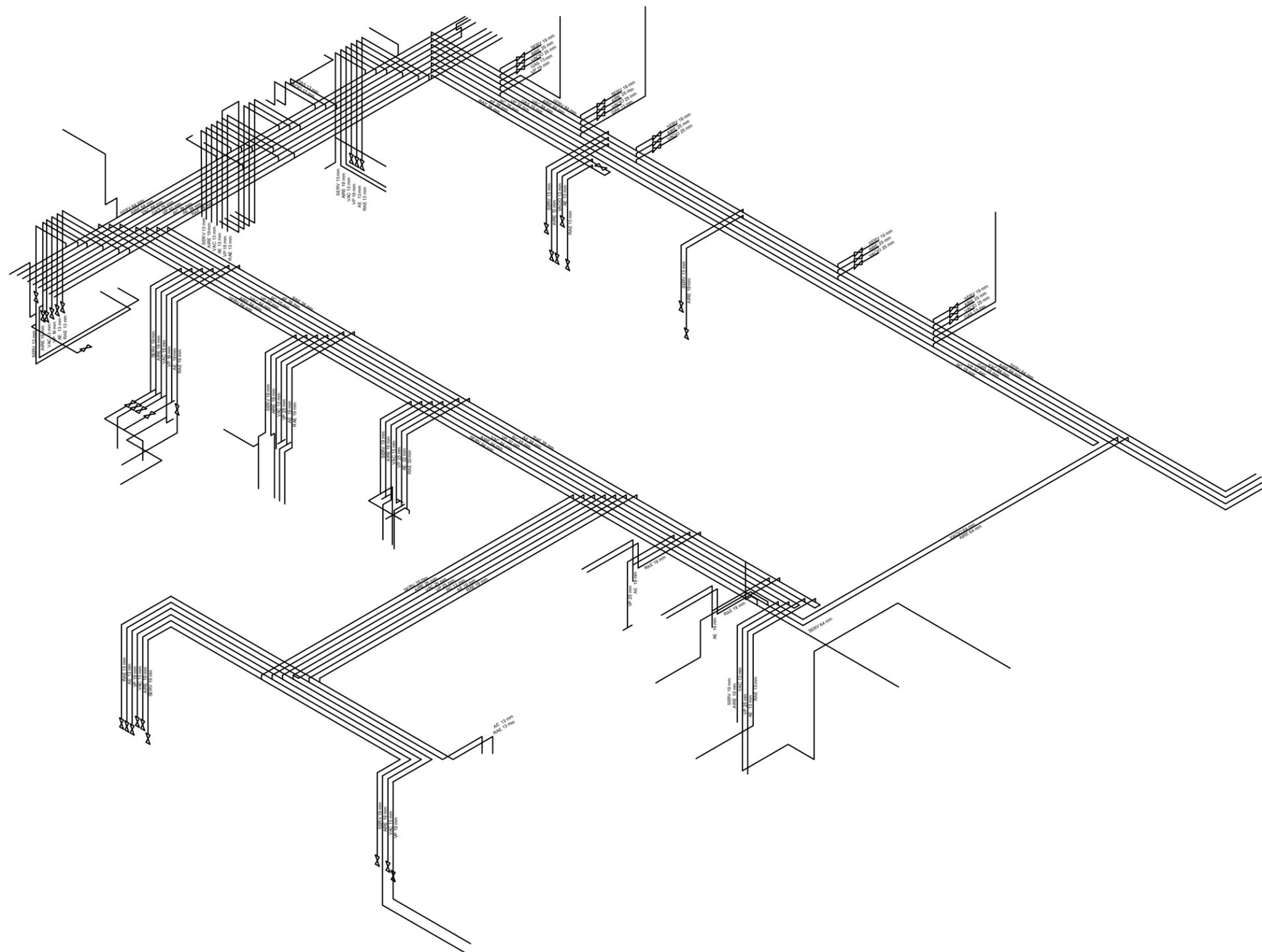
INGENIERÍA QUÍMICA

NO. DE PROYECTO: 10101
LUGAR: ETAPALAPA, CUL DE MÉXICO

DESIGNADO: I.O. DANIEL PADILLA E.
PROYECTADO: I.O. DANIEL PADILLA E.
REVISADO: I.O. ADRIÁN VARELA M.
COORDINADO: M. en C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
INGENIERÍA	
SUBCOORDINACIÓN	

DISCIPLINA: INGENIERÍA
ESCALA: 1:1
PLANO: A-11



NOTAS GENERALES

ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS EN PLANTA PILOTO FES ZARAGOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
"FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA"



INGENIERÍA QUÍMICA

INFORMACIÓN	
NO. DE PROYECTO:	018
LUGAR:	ETAPALAPA, CGL DE MÉXICO
DISEÑADO:	IG DANIEL PADILLA E.
PROYECTADO:	IG DANIEL PADILLA E.
REVISADO:	IG JESÚS VARELA M.
COORDINADO:	M. en C. CESAR VELAZCO

APROBADO POR:	
SUPERVISOR/A	
SUBCOORDINADOR/A	

INGENIERÍA	
DISCIPLINA	INGENIERÍA
ESCALA:	PLANO
CONTENIDO DE LA MATERIA	A-12



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIG. 1.1	Vista panorámica de Ciudad Universitaria en octubre de 1952.....1
FIG. 1.2	Inicio del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM con la construcción de la FES Cuautitlán.....2
FIG. 1.3	Predios destinados originalmente para la construcción de la ENEP Zaragoza (Agosto 1977).....3
FIG. 1.4	Construcción de la Avenida J. C. Bonilla en el año de 1976.....4
FIG. 1.5	Etapas de construcción de la UNAM ENEP Zaragoza Campo I.....5
FIG. 1.6	Inauguración de la ENEP Zaragoza en el Auditorio de Campo I.....6
FIG. 1.7	Recorrido por las instalaciones en la inauguración de la ENEP Zaragoza.....7
FIG. 1.8	Vista Panorámica del Campo I de la ENEP Zaragoza.....8
FIG. 1.9	Entorno de la ENEP Zaragoza en 1976.....9
FIG. 1.10	Doctor Benny Weiss Steider (periodo 1990-1998).....10
FIG. 1.11	Fachada de Edificio en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....11
FIG. 1.12	Licenciaturas en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....12
FIG. 1.13	Estudios de Posgrado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....12
FIG. 1.14	Fotografía del Campo III de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.....13
FIG. 1.15	Estructura del Plan de Estudios de Ingeniería Química.....14
FIG. 1.16	Materias y Módulos que constituyen el Plan de Estudios de Ingeniería Química.....15
FIG. 1.17	Fotografía del interior de la Planta Piloto de la FES Zaragoza.....16
FIG. 2.1	Mapa de localización del Campo II de la UNAM FES Zaragoza.....17
FIG. 2.2	Vista Satelital del Campo II de la UNAM FES Zaragoza.....18
FIG. 2.3	Plano del Edificio de Tecnologías.....19
FIG. 2.4	Modelo 3D- División de zonas en Planta Piloto.....20



FIG. 2.5	Plano de división de zonas en Planta Piloto	21
FIG. 2.6	Corte por Fachada Eje “A”.....	22
FIG. 2.7	Modelo 3D- Eje “A”.....	22
FIG. 2.8	Corte por Fachada Eje “G”.....	23
FIG. 2.9	Modelo 3D- Eje “G”.....	23
FIG. 2.10	Corte por Fachada Eje “1”.....	24
FIG. 2.11	Modelo 3D- Eje “1”.....	24
FIG. 2.12	Corte por Fachada Eje “2”.....	25
FIG. 2.13	Modelo 3D- Eje “2”.....	25
FIG. 2.14	Modelo 3D- Eje “3”.....	26
FIG. 2.15	Corte por Fachada Eje “3”.....	26
FIG. 2.16	Diagrama de Niveles de Pisos al Interior de Planta Piloto	27
FIG. 2.17	Piso de concreto con acabado escobillado y cortes constructivos.....	27
FIG. 2.18	Modelo 3D- Niveles de Pisos.....	28
FIG. 2.19	Imagen del interior de la Planta Piloto (se aprecia la diferencia de niveles en pisos).....	28
FIG. 2.20	Imagen del área de Acceso a Planta Piloto (se observa la diferencia de niveles)	29
FIG. 2.21	Modelo 3D- Niveles y sus respectivas áreas.....	29
FIG. 2.22	Plano del Sistema de Drenaje de la Planta Piloto de la UNAM FES Zaragoza	30
FIG. 2.23	Representación de la estructura del Drenaje en Planta Piloto y Modelo 3D	31
FIG. 2.24	Modelo 3D- Sistema de Drenaje en Plataforma Superior	32
FIG. 2.25	Modelo 3D- Sistema de Drenaje en Plataforma Inferior.....	33
FIG. 2.26	Modelo 3D- Niveles en Sistema de Drenaje (Plataforma Superior).....	34
FIG. 2.27	Modelo 3D- Pendientes en Sistema de Drenaje (Plataforma Superior).....	34
FIG. 2.28	Modelo 3D- Niveles en Sistema de Drenaje (Plataforma Inferior).....	35



FIG. 2.29	Modelo 3D- Pendientes en Sistema de Drenaje (Plataforma Inferior).....	35
FIG. 2.30	Modelo 3D- Alimentaciones al Sistema de Drenaje (Plataforma Superior).....	36
FIG. 2.31	Modelo 3D- Alimentaciones al Sistema de Drenaje (Plataforma Inferior).....	36
FIG. 2.32	Elementos estructurales de concreto.....	37
FIG. 2.33	Columnas y traveses de concreto.....	37
FIG. 2.34	Elementos estructurales en Planta Piloto.....	38
FIG. 2.35	Columnas y traveses “Eje 1”	39
FIG. 2.36	Columnas y traveses “Ejes 1 - 2”	40
FIG. 2.37	Columnas y traveses “Ejes 1 – 2 - 3”	41
FIG. 2.38	Muro de Block vidriado “Santa Julia”	42
FIG. 2.39	Modelo 3D- Muros de Block vidriado en Planta Piloto FES Zaragoza.....	42
FIG. 2.40	Modelo 3D- Muros de Block “Eje 1”.....	43
FIG. 2.41	Modelo 3D- Muros de Block “Ejes 2 y B”.....	43
FIG. 2.42	Modelo 3D- Muros de Block “Eje A”.....	44
FIG. 2.43	Modelo 3D- Muros de Block “Eje 3”.....	44
FIG. 2.44	Modelo 3D- Muros de Block “Eje G”.....	45
FIG. 2.45	Estructura de la Tablaroca	46
FIG. 2.46	Modelo 3D- Muros de Tablaroca “Ejes 2 y B”.....	46
FIG. 2.47	Modelo 3D- Muros de Tablaroca “Eje A”.....	47
FIG. 2.48	Modelo 3D- Muros de Tablaroca “Eje 1”.....	47
FIG. 2.49	Modelo 3D- Puertas en Planta Piloto.....	48
FIG. 2.50	Modelo 3D- Cancelería en Planta Piloto.....	49
FIG. 2.51	Modelo 3D- Barandales y rejillas en Planta Piloto.....	50
FIG. 2.52	Modelo 3D- Elementos adicionales en Planta Piloto.....	51
FIG. 2.53	Imagen del Sistema de Iluminación	52



FIG. 2.54	Imágenes de Tipos de Luminarias en Planta Piloto.....	52
FIG. 2.55	Plano de distribución de Luminarias.....	53
FIG. 2.56	Modelo 3D de la estructura de la cubierta de un edificio.....	54
FIG. 2.57	Vista de la Techumbre desde el interior de la Planta Piloto de la FES Zaragoza.	54
FIG. 2.58	Imágenes de Multypanel para techo y lámina traslucida.....	55
FIG. 2.59	Modelo 3D- Estructura Metálica en Planta Piloto.....	55
FIG. 2.60	Modelo 3D- Elementos de la Techumbre en Planta Piloto.....	56
FIG. 2.61	Modelo 3D- Cubierta en Planta Piloto.....	56
FIG. 3.1a	Plano de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (manteniendo el Código de Colores de Tuberías).....	57
FIG. 3.1b	Plano de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Modelo Monocromático).....	58
FIG. 3.2	Isométrico de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza.....	59
FIG. 3.3	Código de identificación de colores de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza.....	60
FIG. 3.4	Isométrico de Tuberías de Agua de Servicio.....	61
FIG. 3.5	Isométrico de Tuberías de Aire.....	62
FIG. 3.6	Isométrico de Tuberías de Vacío.....	63
FIG. 3.7	Isométrico de Tuberías de Gas.....	64
FIG. 3.8	Isométrico de Tuberías de Vapor.....	65
FIG. 3.9	Isométrico de Tuberías de Retorno de Condensados.....	66
FIG. 3.10	Isométrico de Tuberías de Agua de Enfriamiento.....	67
FIG. 3.11	Isométrico de Tuberías de Retorno de Agua de Enfriamiento.....	68
FIG. 3.12	Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 1).....	69
FIG. 3.13	Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 2).....	69
FIG. 3.14	Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 3).....	69
FIG. 3.15	Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 4).....	70
FIG. 3.16	Modelo 3D de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza (Vista 5).....	70



FIG. 4.1a	Localización de Equipos en Plataforma Superior.....	71
FIG. 4.1b	Localización de Equipos en Plataforma Inferior.....	72
FIG. 4.2	Fotografía de Filtro Prensa (Sistema Completo).....	73
FIG. 4.3	Fotografía de Filtro Prensa y Bomba Centrífuga.....	73
FIG. 4.4	Fotografía de Tanque de Alimentación.....	74
FIG. 4.5	Fotografía de Tanques de Alimentación.....	75
FIG. 4.6	Fotografía de Filtro Rotatorio Stockdale.....	76
FIG. 4.7	Fotografía de Equipo de Mezclado.....	77
FIG. 4.8	Fotografía de Mini Torre de Enfriamiento.....	78
FIG. 4.9	Fotografía Exterior de Planta Purificadora de Agua.....	79
FIG. 4.10	Fotografía Interior de Planta Purificadora de Agua.....	80
FIG. 4.11	Fotografía Evaporador Barnstead.....	81
FIG. 4.12	Fotografía Destilador Felisa.....	82
FIG. 4.13	Fotografía de Equipo de Flujo de Fluidos de P.V.C.....	83
FIG. 4.14	Fotografía de Filtro de alta Pureza Millipore.....	84
FIG. 4.15	Fotografía de Sistema de Filtrado de Alta Presión.....	85
FIG. 4.16	Fotografía de Tanques de Intercambio Iónico.....	86
FIG. 4.17	Fotografía de Torre de Burbujeo.....	87
FIG. 4.18	Fotografía de Equipo de Flujo de Fluidos (metálico).....	88
FIG. 4.19	Fotografía de Tanques de Pruebas.....	89
FIG. 4.20	Fotografía de Intercambiadores de Calor.....	90
FIG. 4.21	Fotografía de Equipo de Flujo de Fluidos (vidrio).....	91
FIG. 4.22	Fotografía de Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza de vidrio.....	92
FIG. 4.23	Fotografía de Equipo de Extracción Líquido-Líquido.....	93
FIG. 4.24	Fotografía de Columna de Destilación de vidrio.....	94



FIG. 4.25	Fotografía de Reactor Pfaudler.....	95
FIG. 4.26	Fotografía de Sistema Didáctico de Bombas en Serie y en Paralelo.....	96
FIG. 4.27	Fotografía de Reactor de vidrio.....	97
FIG. 4.28	Fotografía de Columna de Extracción.....	98
FIG. 4.29	Fotografía de Equipo Purificador de Agua.....	99
FIG. 4.30	Partes que integran el Simulador de Caldera	100
FIG. 4.31	Fotografía de Simulador de Caldera.....	100
FIG. 4.32	Fotografía de Evaporador doble efecto.....	101
FIG. 4.33	Fotografía de Secador de Lecho Fluidizado.....	102
FIG. 4.34	Fotografías de Tanques de Alimentación, Destilado y Fondos.....	103
FIG. 4.35	Fotografía de Intercambiador de Tubos Concéntricos.....	103
FIG. 4.36	Fotografía del Domo de la Columna de Destilación.....	104
FIG. 4.37	Fotografía de Marmita de calentamiento.....	104
FIG. 4.38	Fotografía del Condensador localizado en el segundo nivel.....	105
FIG. 4.39	Fotografía del Tanque de equilibrio.....	105
FIG. 4.40	Fotografía del Tablero de Equipos de Bombeo.....	106
FIG. 4.41	Fotografía de Equipo secador de aire.....	106
FIG. 5.1	Plano de Malla Ciclónica propuesta para división de áreas (Parte I).....	107
FIG. 5.2	Plano de Malla Ciclónica propuesta para división de áreas (Parte II).....	108
FIG. 5.3	Vista general de Malla Ciclónica propuesta.....	108
FIG. 5.4	Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 1).....	109
FIG. 5.5	Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 2).....	109
FIG. 5.6	Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 3).....	110
FIG. 5.7	Proyección 3D de Malla Ciclónica (Vista 4).....	110



FIG. 5.8	Letrero de Identificación de Riesgos por Fluidos conducidos en Tuberías (Propuesto).....	111
FIG. 5.9	Localización de Letreros “Identificación de Riesgos por Fluidos conducidos en Tuberías”.....	111
FIG. 5.10	Fotografías de Tuberías en Planta Piloto.....	112
FIG. 5.11	Ejemplo de señalización en Tuberías.....	112
FIG. 5.12	Localización de secciones sin rejilla en el Sistema de Drenaje.....	113
FIG. 5.13	Fotografía de la “Sección 1” sin rejilla tipo Irving.....	114
FIG. 5.14	Fotografía de la “Sección 2” sin rejilla tipo Irving.....	114
FIG. 5.15	Instalación de Regadera de Emergencia en Planta Piloto (Propuesta).....	118
FIG. 5.16	Botiquín de Primeros Auxilios.....	119
FIG. 5.17	Implementación de Botiquín de Primeros Auxilios (Propuesta).....	119

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1	Identificación de zonas en Planta Piloto.....	20
TABLA 2	Niveles de Pisos en Planta Piloto.....	29
TABLA 3	Longitud Total Red de Drenaje.....	32
TABLA 4	Sistema de Drenaje en Planta Piloto.....	32
TABLA 5	Diámetros de Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza.....	59
TABLA 6	Materiales de construcción de las Tuberías en Planta Piloto FES Zaragoza.....	60