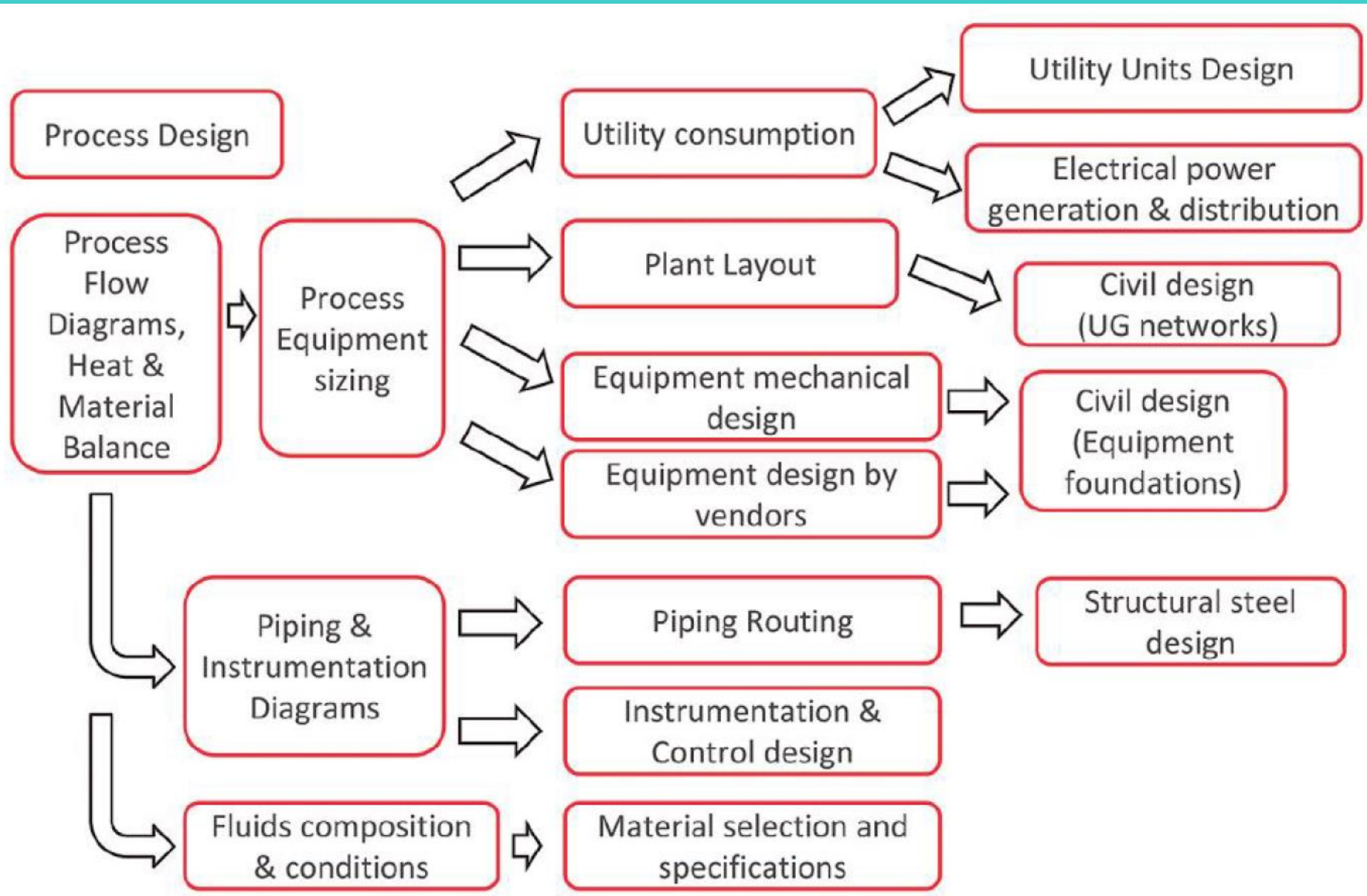


Facultad de Ingeniería - UNJu

Ingeniería Química





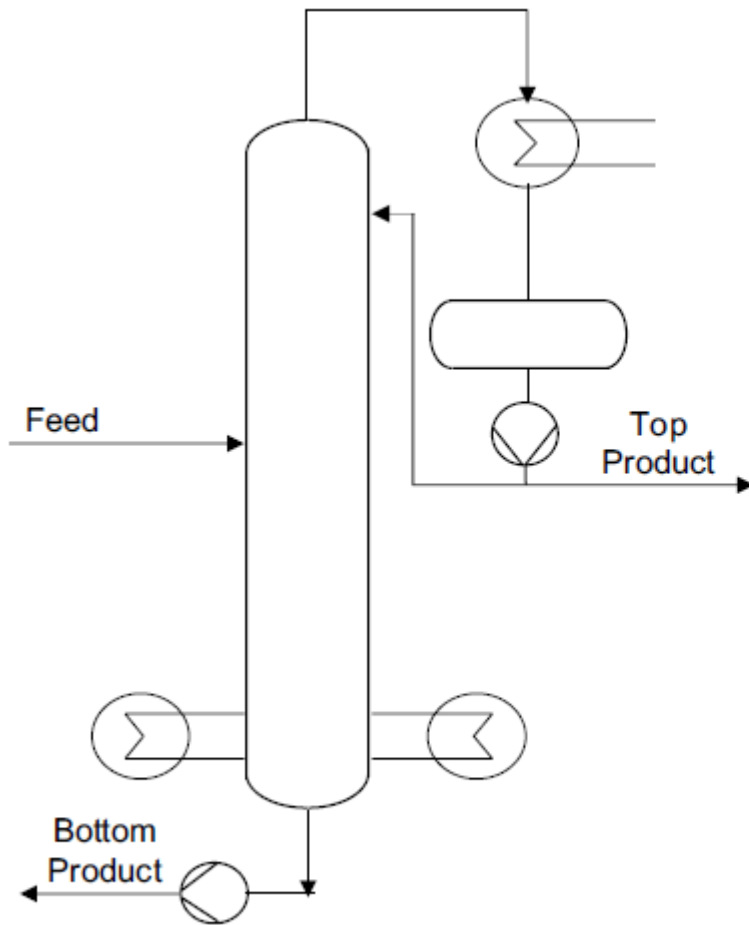
Introducción

Diagramas P&ID

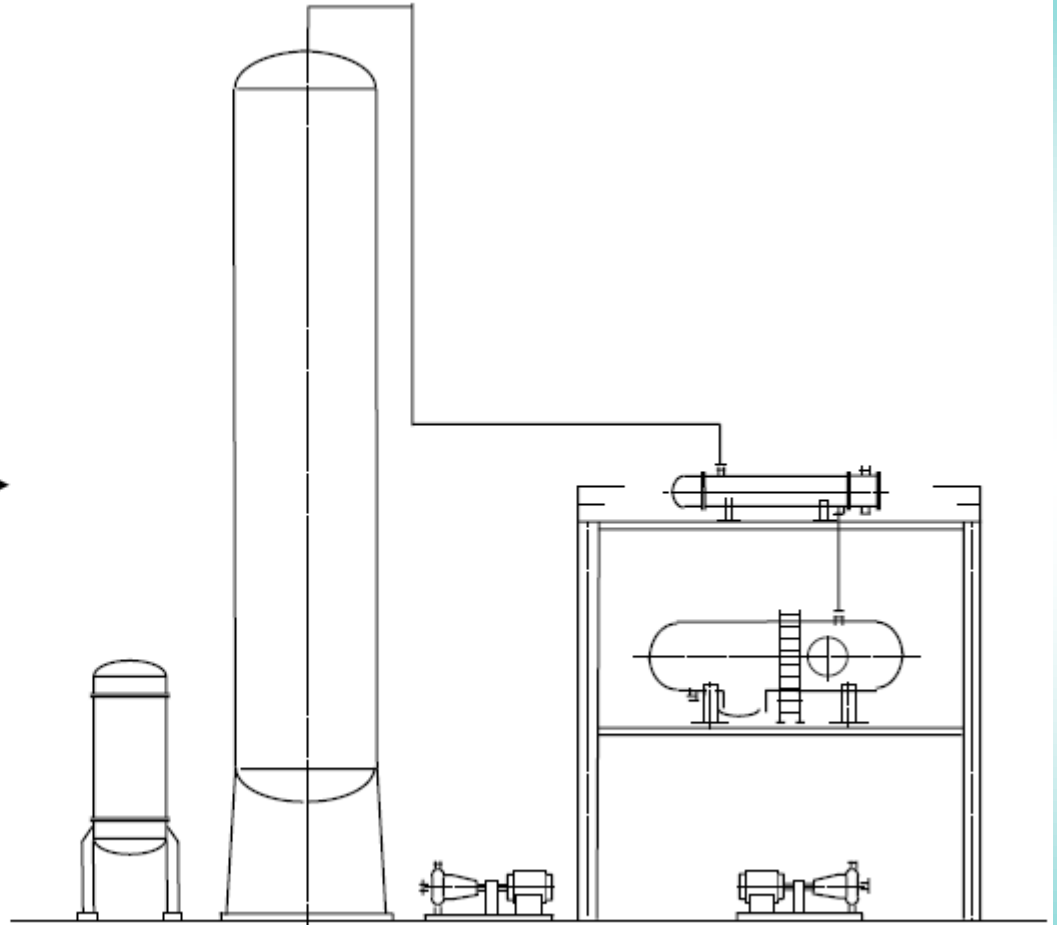
El **P&ID** es la última etapa de diseño de proceso y sirve de guía quienes serán responsables de la construcción y diseño final.

1. Los ingenieros mecánicos y los ingenieros civiles diseñarán e instalarán los equipos.
2. Los ingenieros de instrumentación que especificarán, instalarán, y verificarán controladores.
3. Los ingenieros de *piping* que desarrollarán dibujos de **layout de planta y elevación**.
4. Los ingenieros de proyecto que desarrollarán el *scheduling* de la planta y la construcción.

PFD & Plant view

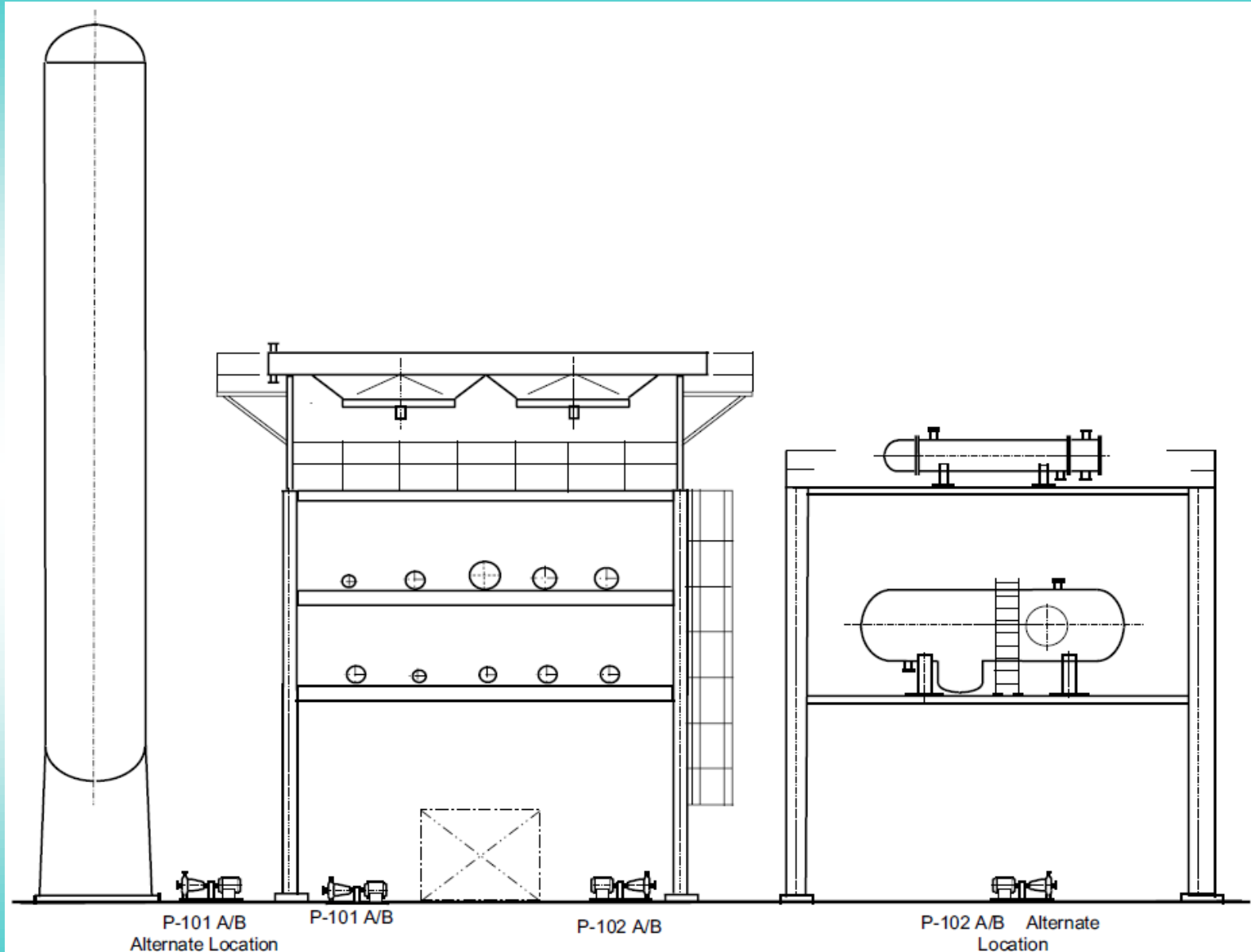


As in Flow Sheet



In Reality

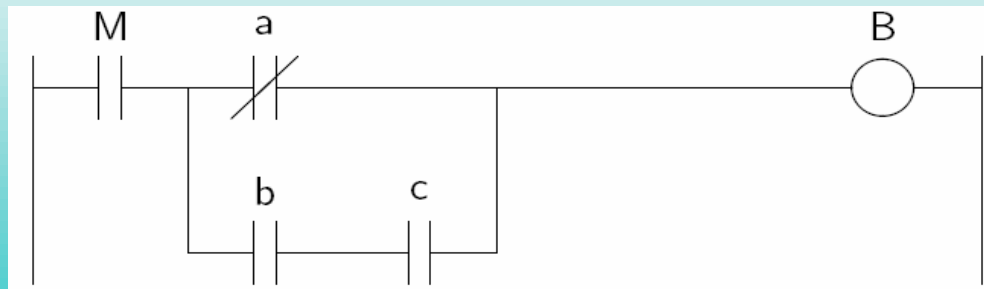
PFD & Plant view



Diagramas Adicionales

Durante la fase de planificación y construcción de un nuevo proyecto, son necesarios para localizar todos los equipos en la planta.

- **Flowsheet de servicios (UFD).**
- **Dibujo (diseño) de recipientes.**
- **Diagramas lógicos de escalera.**
- **Diagramas de cableado eléctrico.**
- **Planos de localización (layout)**
- **Diagramas estructurales (soportes).**



Introducción

Diseño de layout

La disciplina de diseño de **layout** es la parte del diseño de la planta de proceso que determina cómo los equipos y las estructuras de soporte que conforman una planta de proceso deben estar dispuestos (así como interconexión por medio de tuberías, ductos, transportadores, conexiones por cable o inalámbricas).

Los diseñadores de layout tienen que satisfacer varios **criterios clave en sus diseños**:

- **Operación eficiente, confiable y segura de la planta.**
- **Acceso seguro y conveniente para mantenimiento** de equipo de proceso mediante su extracción total o parcial o la reparación in situ.
- Niveles aceptables de peligro y molestias para el público y el medio ambiente.
- Niveles adecuados de seguridad para protegerse contra el riesgo de delitos y vandalismo.
- Construcción segura y eficiente.
- Uso eficaz, económico y ergonómico del espacio.
- Cumplimiento con normativa de planificación local.
- Cumplimiento con requisitos de la autoridad de Medio Ambiente.
- Cumplimiento de cualesquiera otros códigos y normas relevantes.

Introducción

Diseño de layout

El suministro de servicios a la planta y el acceso a la periferia de la planta para mantenimiento, construcción y servicios de emergencia se ven afectados por la ubicación y el diseño del sitio.

En un sitio nuevo, el diseño del layout deberá reflejar las necesidades conocidas del proceso.

En un sitio nuevo, el diseño del layout deberá reflejar las necesidades de la planta de proceso o las unidades de proceso que se construirán.

Hay que prever los requisitos de una nueva planta o su **expansión en el momento** del diseño original del sitio.

Definiciones

Plot Plan (BFD, areas de la planta de producción)

Indica la distribución de los distintos sectores de la planta (proceso, laboratorio, servicios, oficinas, etc).

- Unidades de proceso
- Áreas de utilities (sala de calderas, torre de enfriamiento, aire de planta e instrumentos, tableros eléctricos, transformadores ,agua desmineralizada, tratamiento de efluentes etc)
- Sala de control
- Tanques de almacenamiento
- Portería - guardia
- Sectores de apoyo (comedor, laboratorio, mantenimiento, oficinas)
- Seguridad y protección contra incendio
- Parrales principales
- Antorcha
- Calles internas
- Sectores de despacho y carga de camiones

Definiciones

Plot Plan, Consideraciones a tener en cuenta

Calles internas:

- Definir patrón de acceso
- Ancho de calles: Mínimo 8m (prever accionar de equipos de mantenimiento y emergencia, lugares para estacionar en emergencias)
- Tolerancias para grúas donde sean previstas
- Al menos dos accesos para cada unidad. Evitar extremos muertos

Dirección de vientos predominantes

- Antorchas: Viento arriba de unidades de proceso
- Torres de enfriamiento: Viento debajo de unidades de proceso

Pendiente del terreno: Sistemas de escurrimiento por gravedad

Definiciones

Layout (PFD, tabla de equipos)

Es una disposición de los equipos de la planta realizada según los requerimientos de proceso como distancias de seguridad, drenajes gravitatorios, NPSH de bombas , etc. Se completa durante la ingeniería de detalle

Distribución de equipos

Considerar el flujo de las líneas principales y de mayor tamaño.

Posibilidad de agrupar equipos que tienen igual requerimiento de altura para minimizar estructuras (ejemplo: acumuladores de *reboiler* de columnas de destilación)

Ubicación de hornos en la periferia de la unidad

Espacios libres para mantenimiento

Prever la necesidad de espacios para:

- Acceso de grúas.

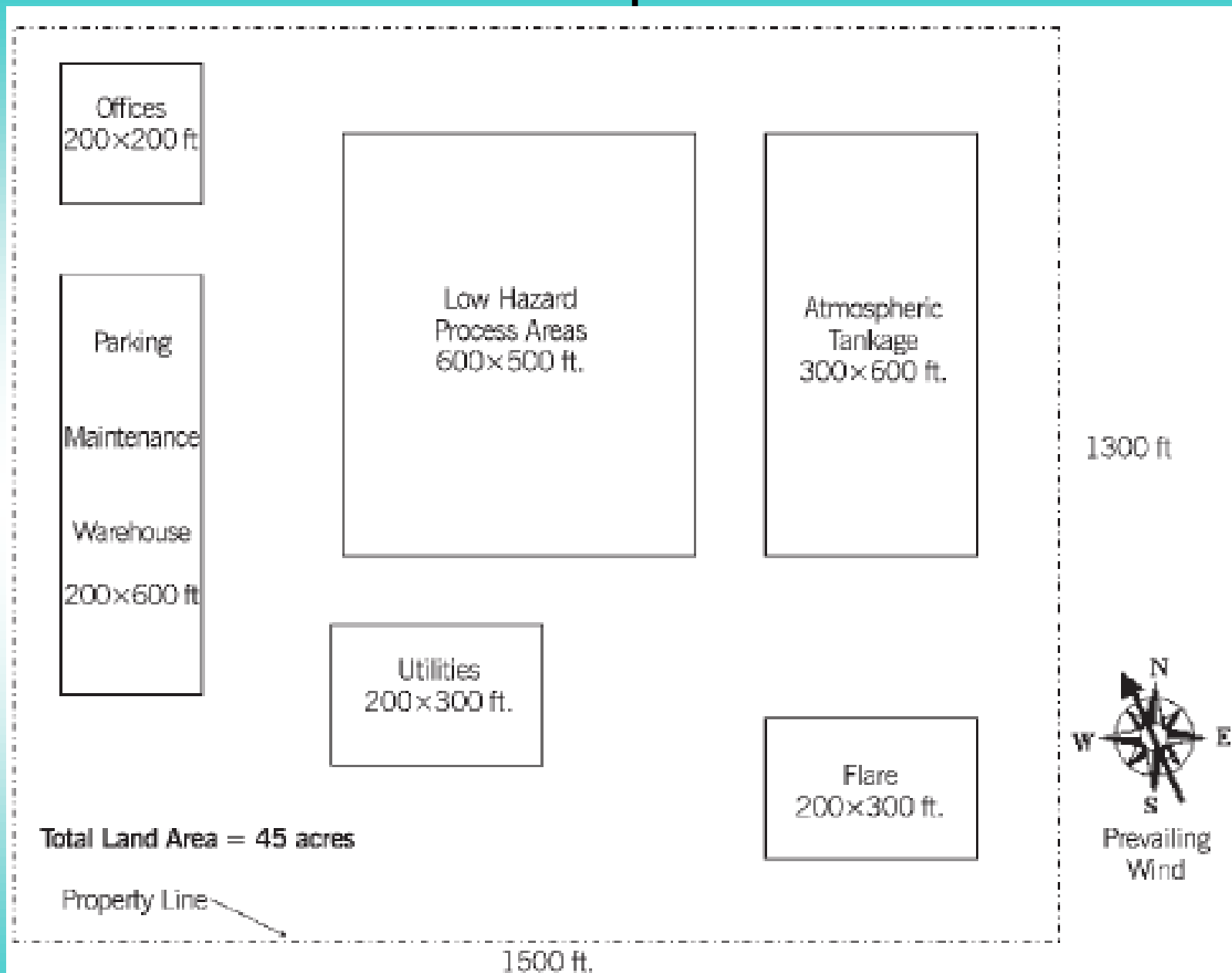
Sitios para apoyo de equipos grandes durante la fase de mantenimiento

Operaciones de limpieza y extracción de cabezales y tubos de intercambiadores

Operaciones de **carga y descarga de catalizadores, resinas de intercambio iónico** , manejo de tambores de reflujo.

Indicar todos los espacios requeridos en el *layout*

Plot plan



Criterios para Plot plant y *layout*

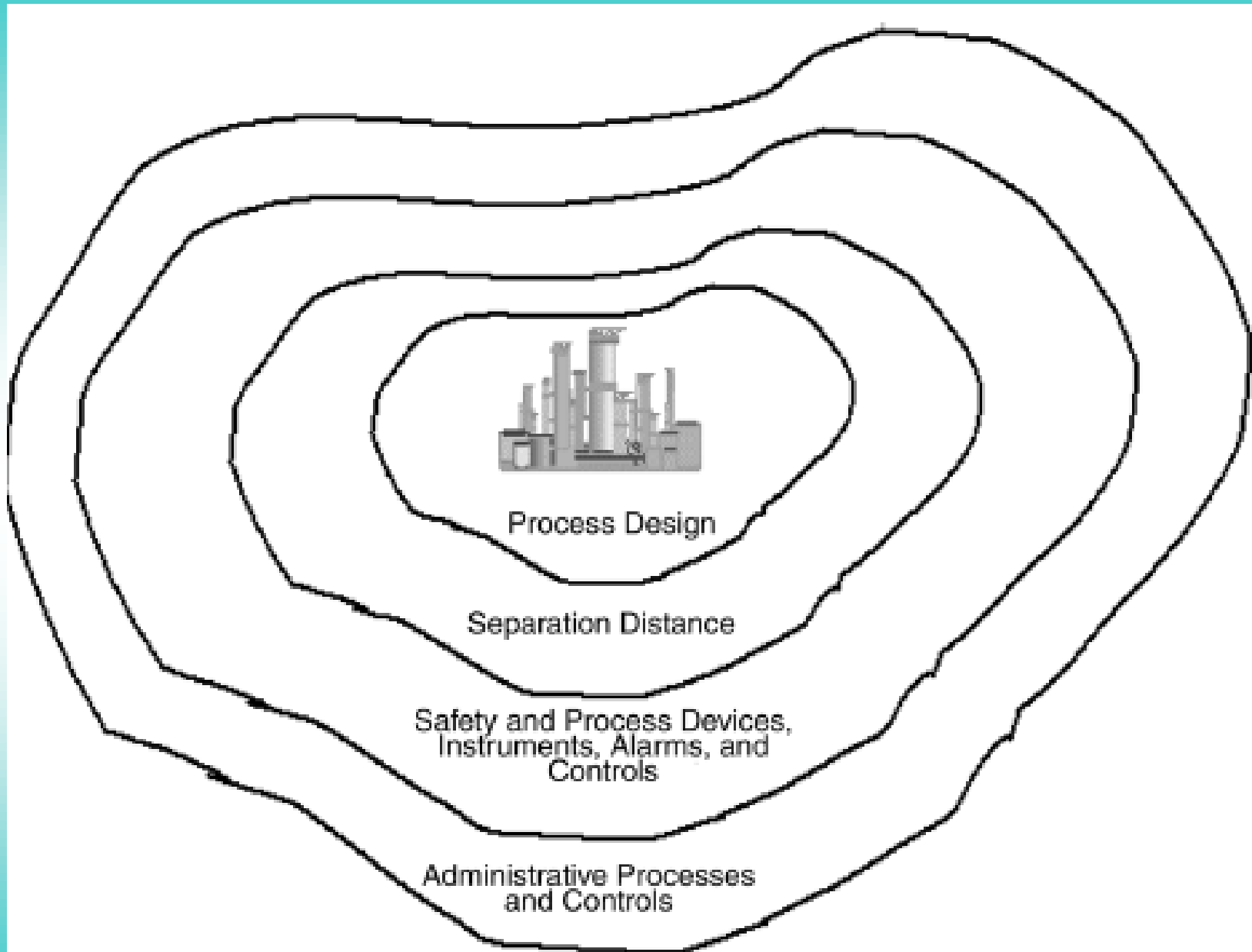
- Separación entre áreas (plot plant)

- Debe impedir la propagación de accidentes
- Se define por:
 - Estudio de riesgos (*checklist, what if*, Hazop, LOPA, etc.)
 - Tablas de separación mínima según normas

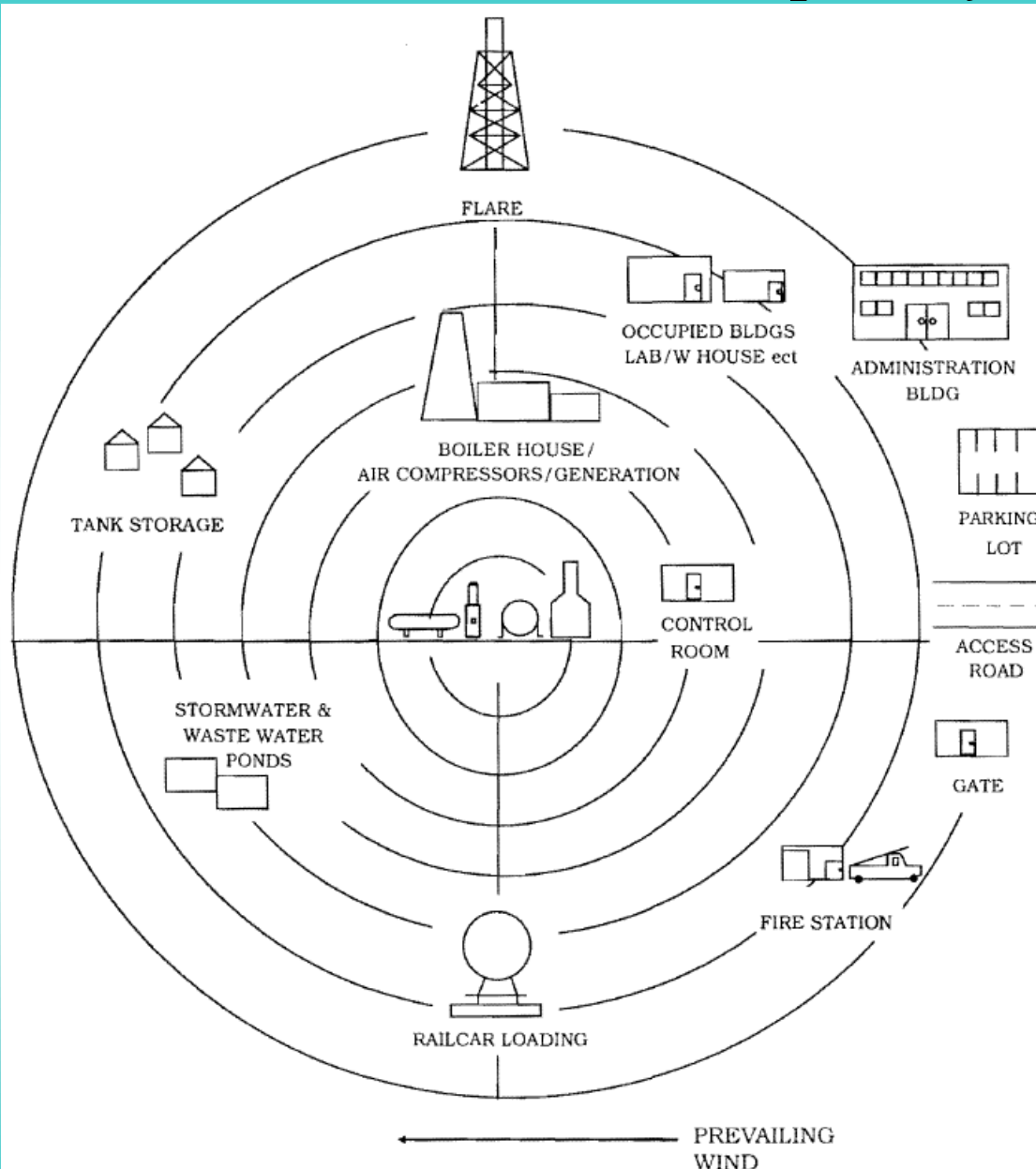
- Separación entre equipos (*layout*)

- Por sus propiedades se pueden agrupar en un área (inflamabilidad).
- Necesidad de altura relativa entre equipos (columna de destilación – bomba)
- Carga y descarga de equipos (catalizador, resina, etc)
- Acceso para mantenimiento

Criteria for *layout*



Criteria for layout



Crerios para *layout*



Criteria for *layout*



Criteria for *layout*



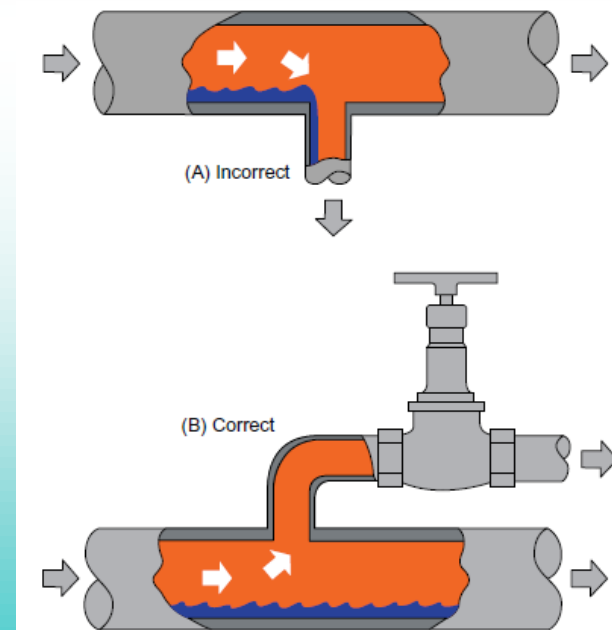
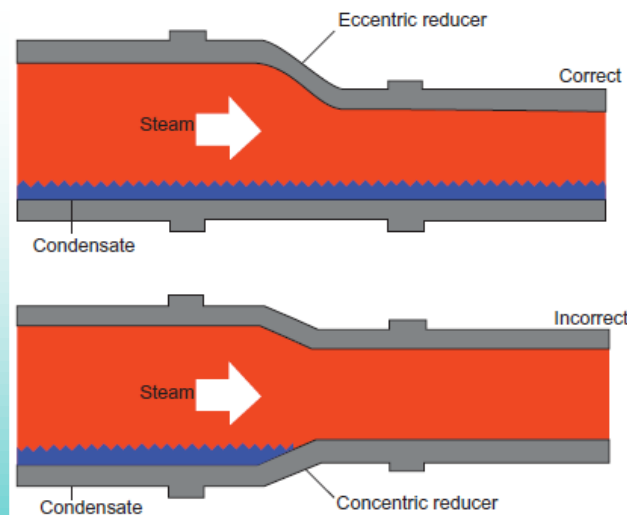
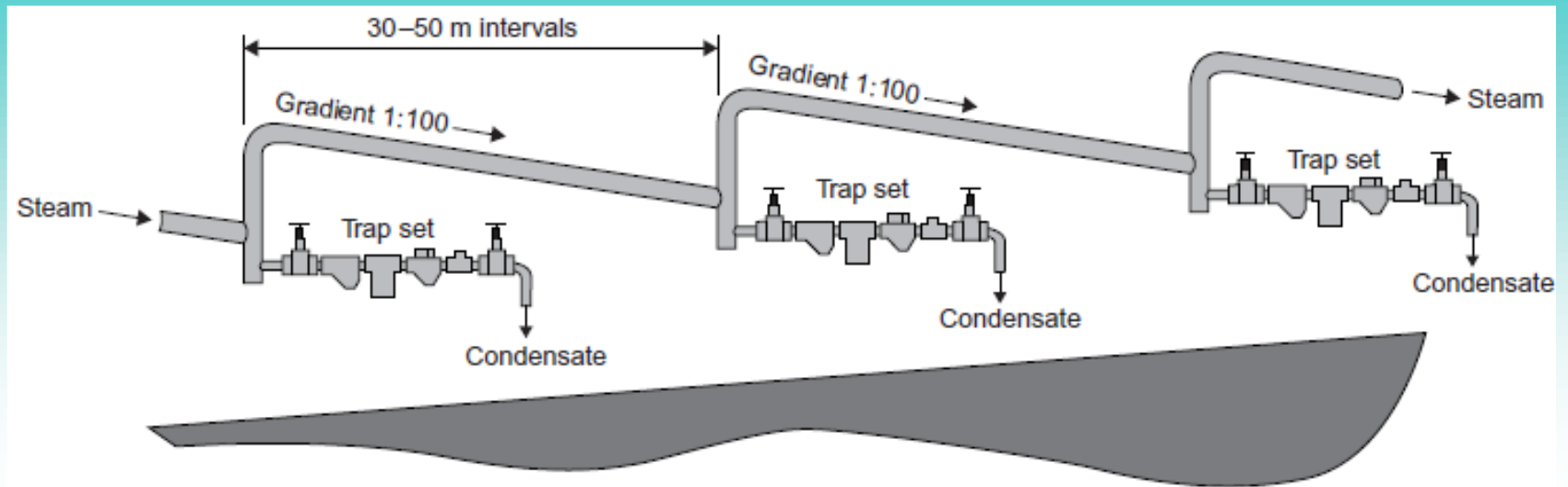
Criteria for *layout*



Criteria for *layout*

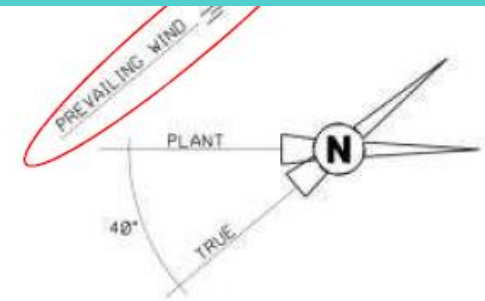
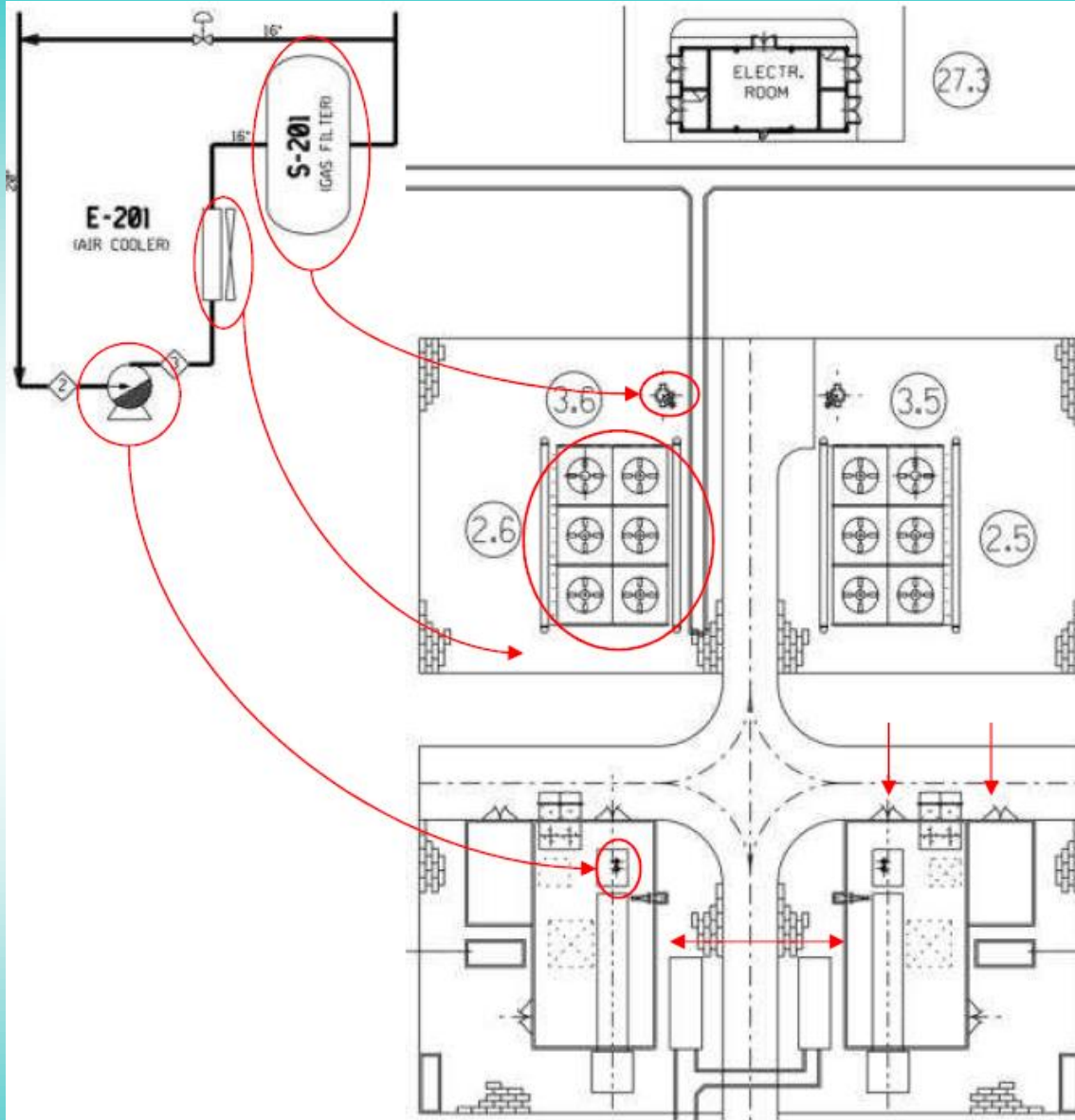


Criteria for layout



Diagramas Adicionales

Plano de localización

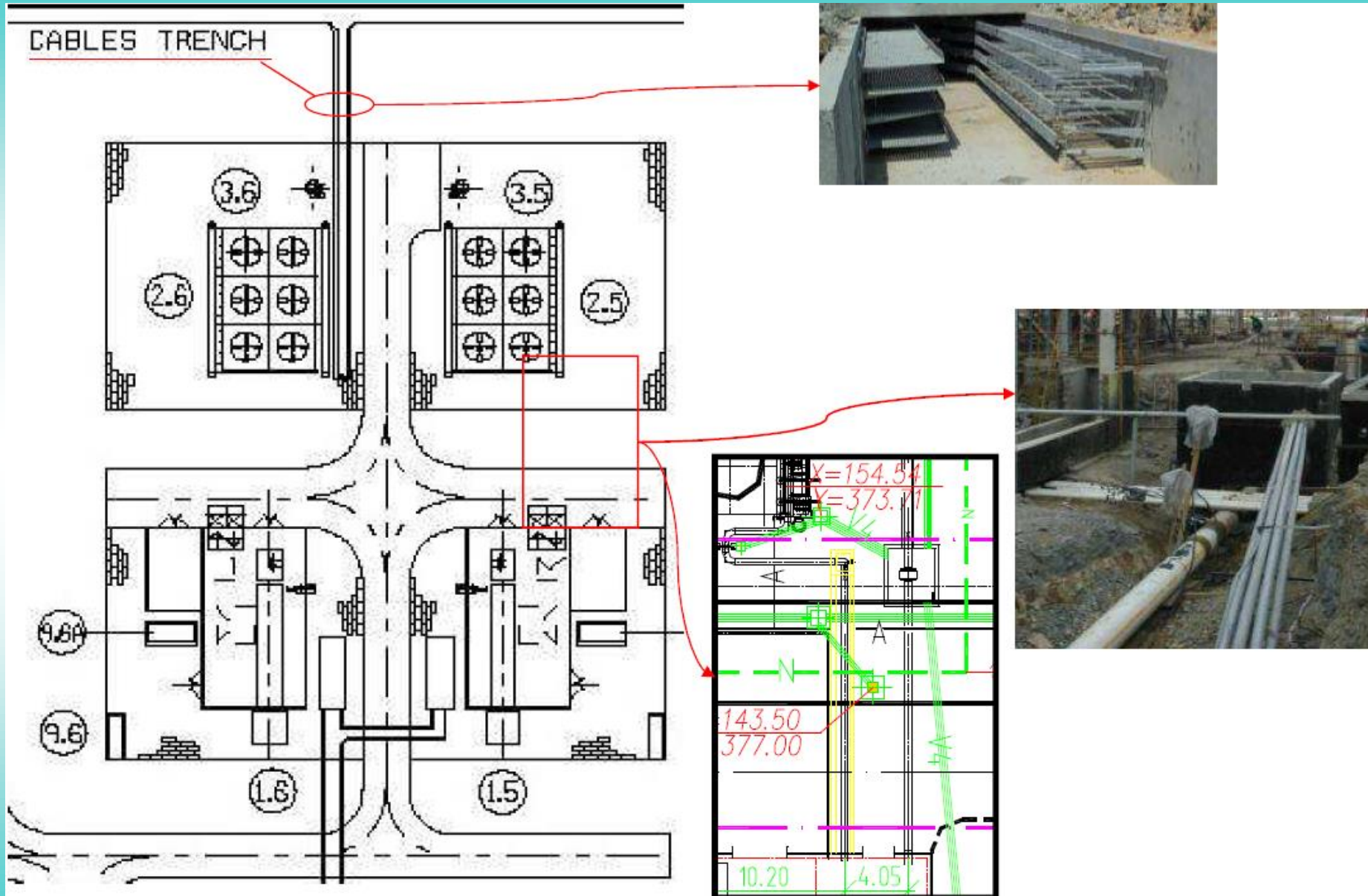


Layout/
principles

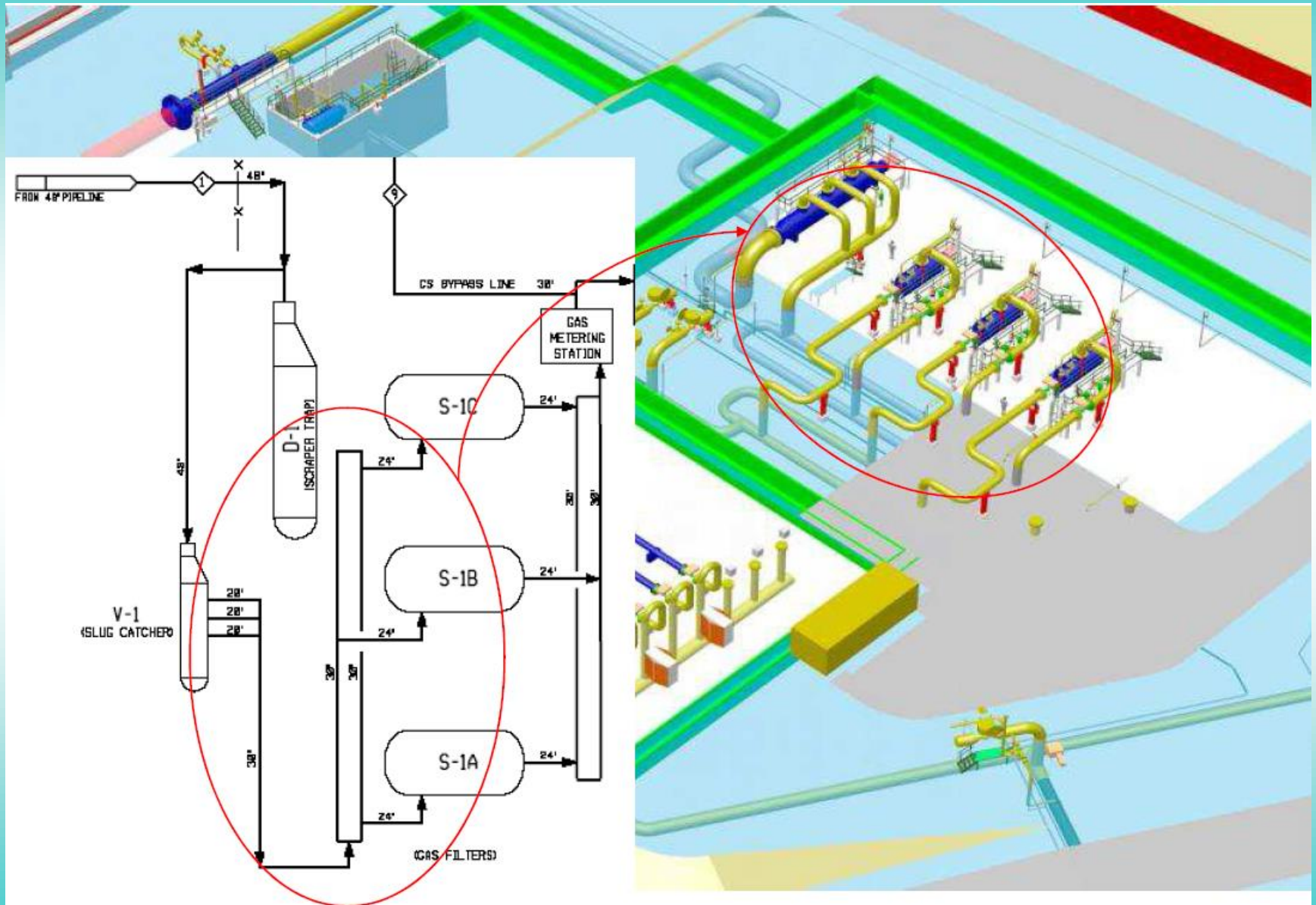


Diagramas Adicionales

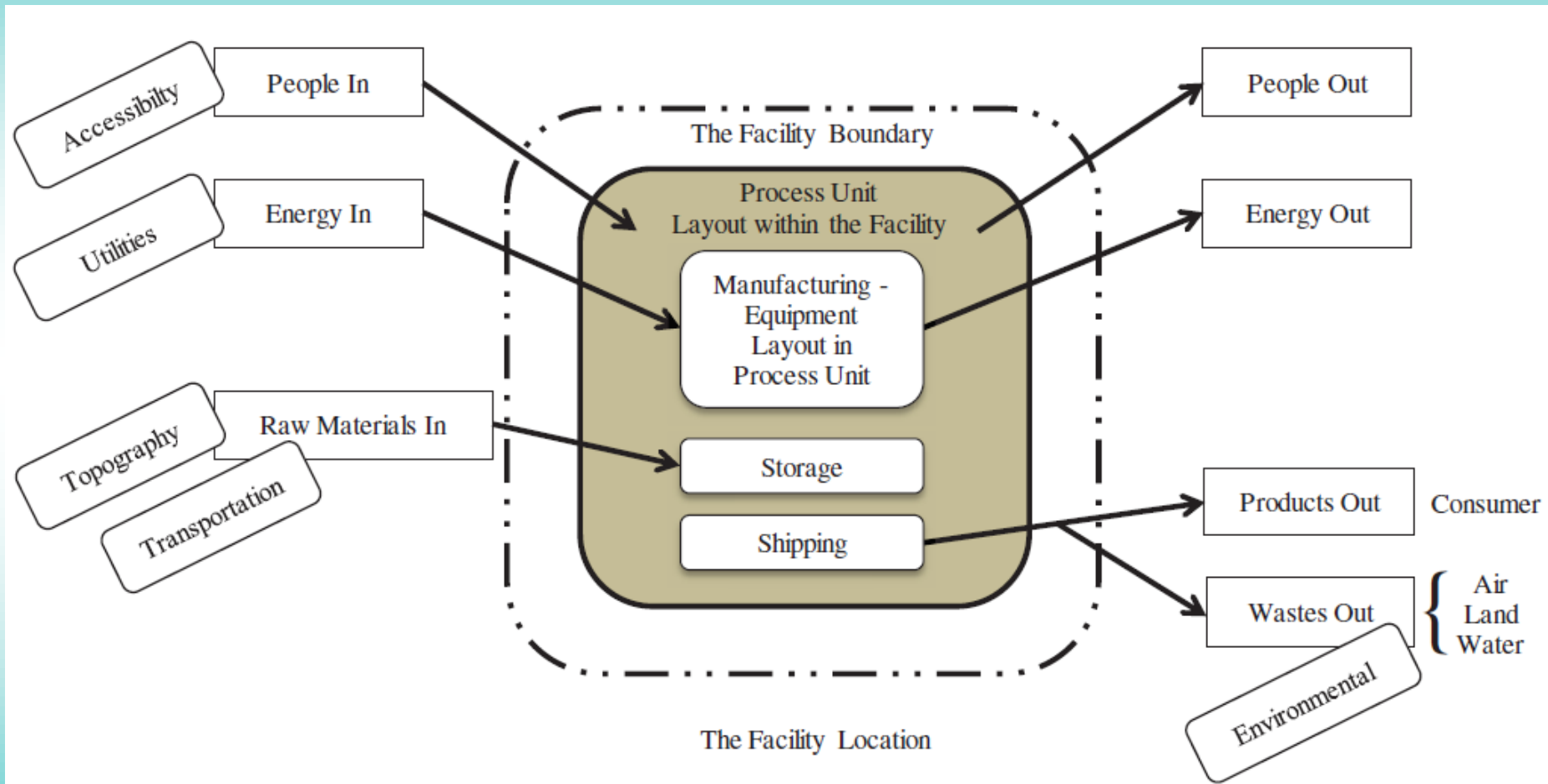
Modelo de localización de planta



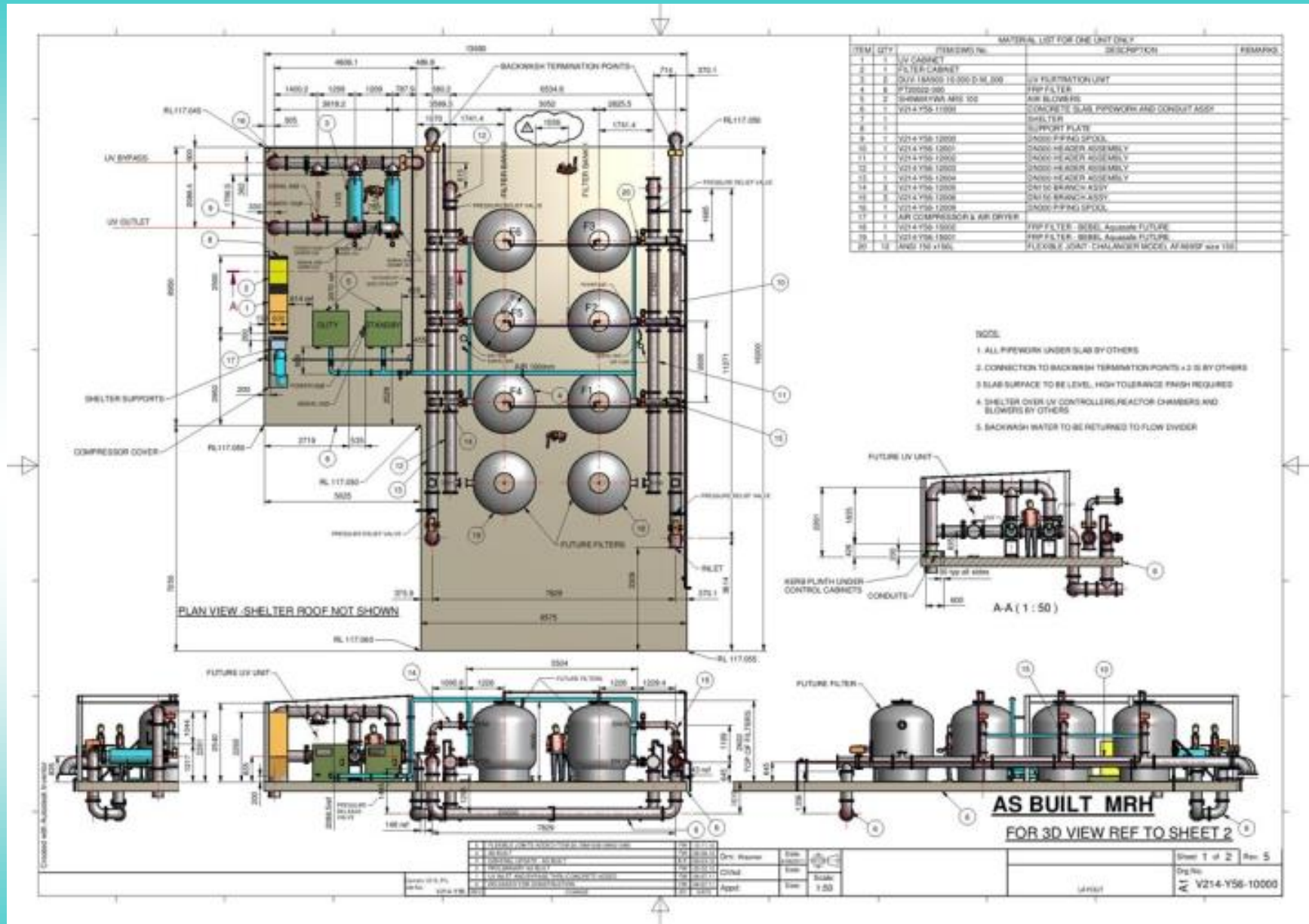
Representación de un proceso en 3-D



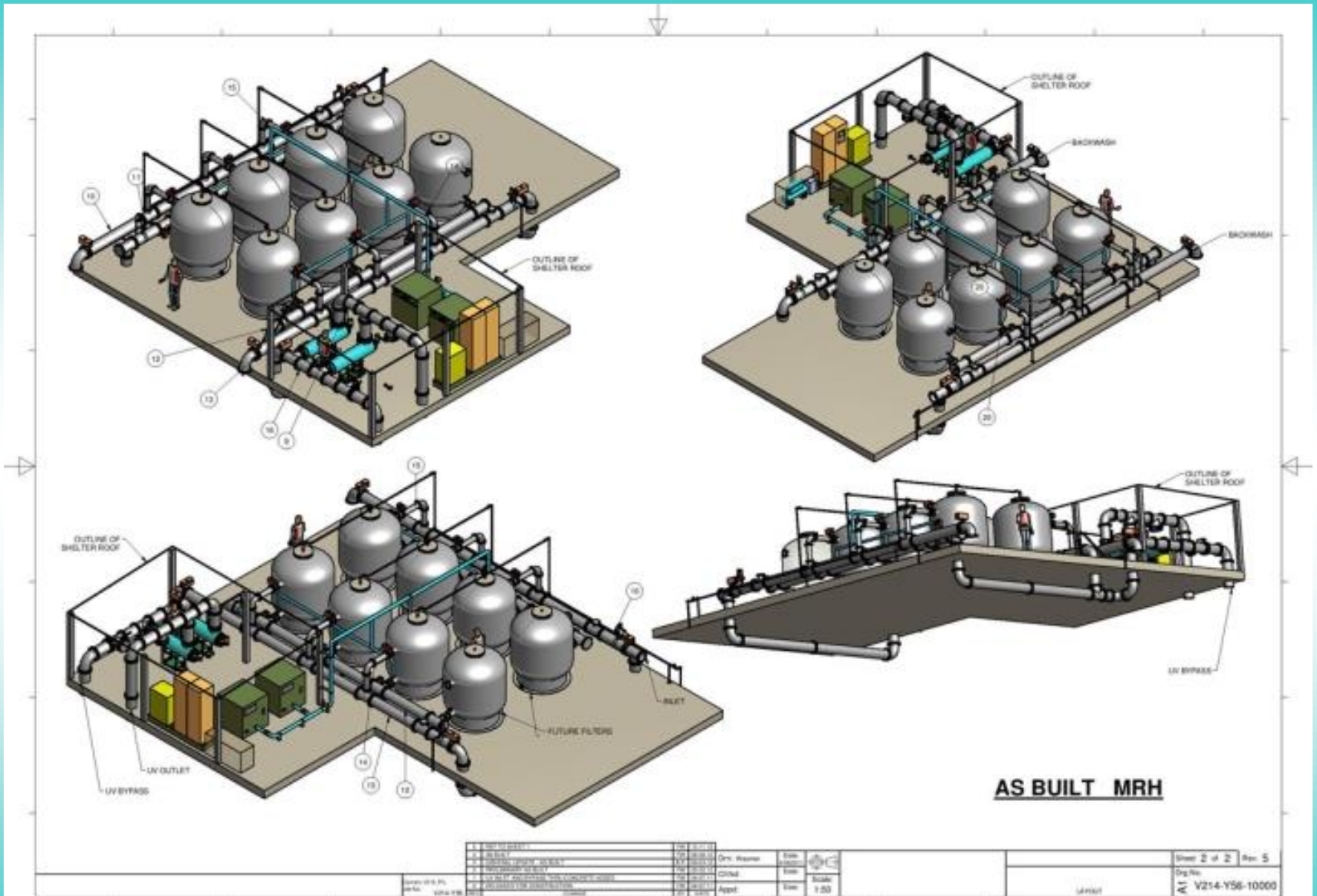
Selecting a Facility Location



Plant view



Plant view



Representación de un proceso en 3-D

para la construcción de una planta se requiere una representación en 3-D

- La localización de un Intercambiador de calor de coraza y tubo debe tener permitir remover el cabezal del tubo para limpieza y reparación.
- La localización de bombas deben tener previsto acceso para el mantenimiento y reemplazo.
- Para compresores, también se puede requerir de grúa pueda remover y reemplazar un motor dañado.
- Las válvulas de control deben estar localizadas en elevaciones que permiten acceso del operador.
- Las terminales de entrada de muestra y la instrumentación también deben estar localizadas convenientemente.

Representación de un proceso en 3-D

para un análisis detallado del layout de planta, todas las dimensiones de equipos y tuberías, PFD y P&ID y toda otra información debe ser conocida.

Se puede construir un layout preliminar a partir de un PFD. Se tienen en cuenta los siguientes pasos:

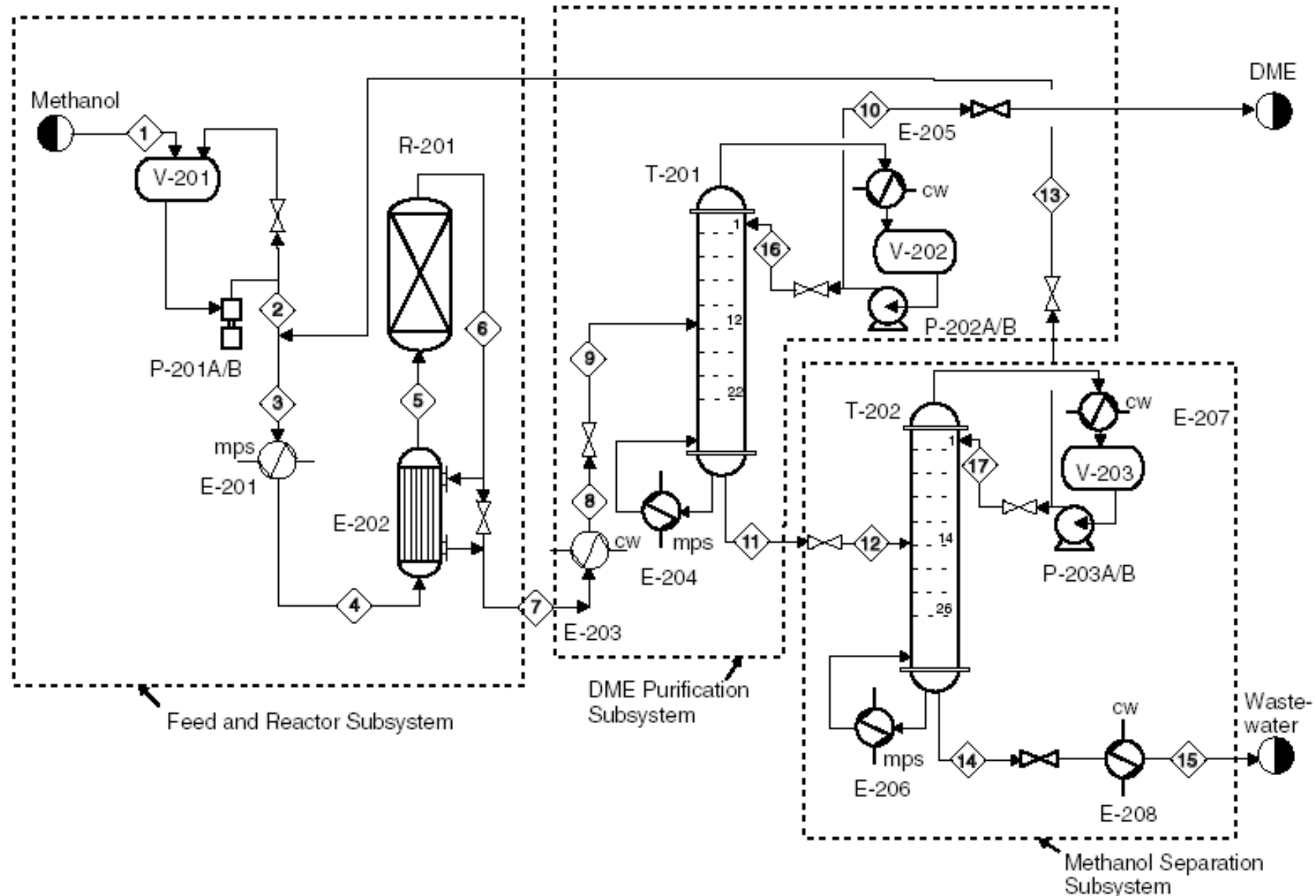
Dividir el PFD en subsistemas lógicos. Para el proceso de DME, hay tres subsistemas lógicos, que son, la sección de alimentación y reactor, la sección de purificación de DME, y la sección de separación y reciclo.

- *Para cada subsistema, crear un esquema preliminar.* La topología del esquema depende de muchos factores, los más importantes se discuten continuación.

- *Elevación de equipos principales.*

- *Trazado de cañerías proceso principal y tuberías de servicios.*

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|--------------------|---------|----------------|------------|-----------|--------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------|----------------|--------------------|----------------------|----------------|-------------------|
| P-201A/B | V-201 | E-201 | R-201 | E-202 | E-203 | T-201 | E-204 | E-205 | V-202 | P-202A/B | E-206 | T-202 | E-207 | V-203 | P-203A/B | E-208 |
| Feed Pump | Feed Vessel | Methanol Preheater | Reactor | Reactor Cooler | DME Cooler | DME Tower | DME Reboiler | DME Condenser | DME Reflux Drum | DME Reflux Pumps | Methanol Reboiler | Methanol Tower | Methanol Condenser | Methanol Reflux Drum | Methanol Pumps | Wastewater Cooler |

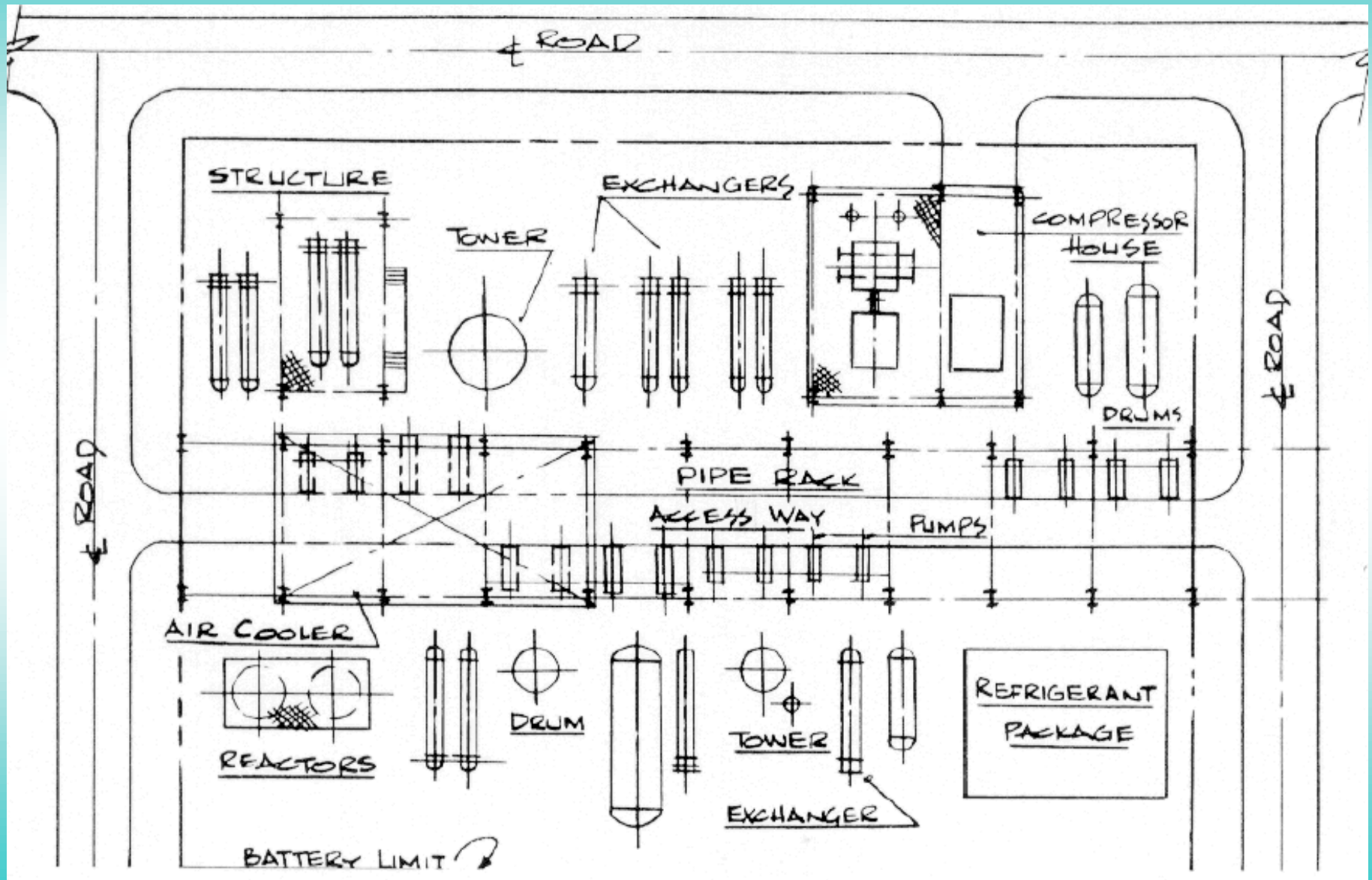


Representación de un proceso en 3-D

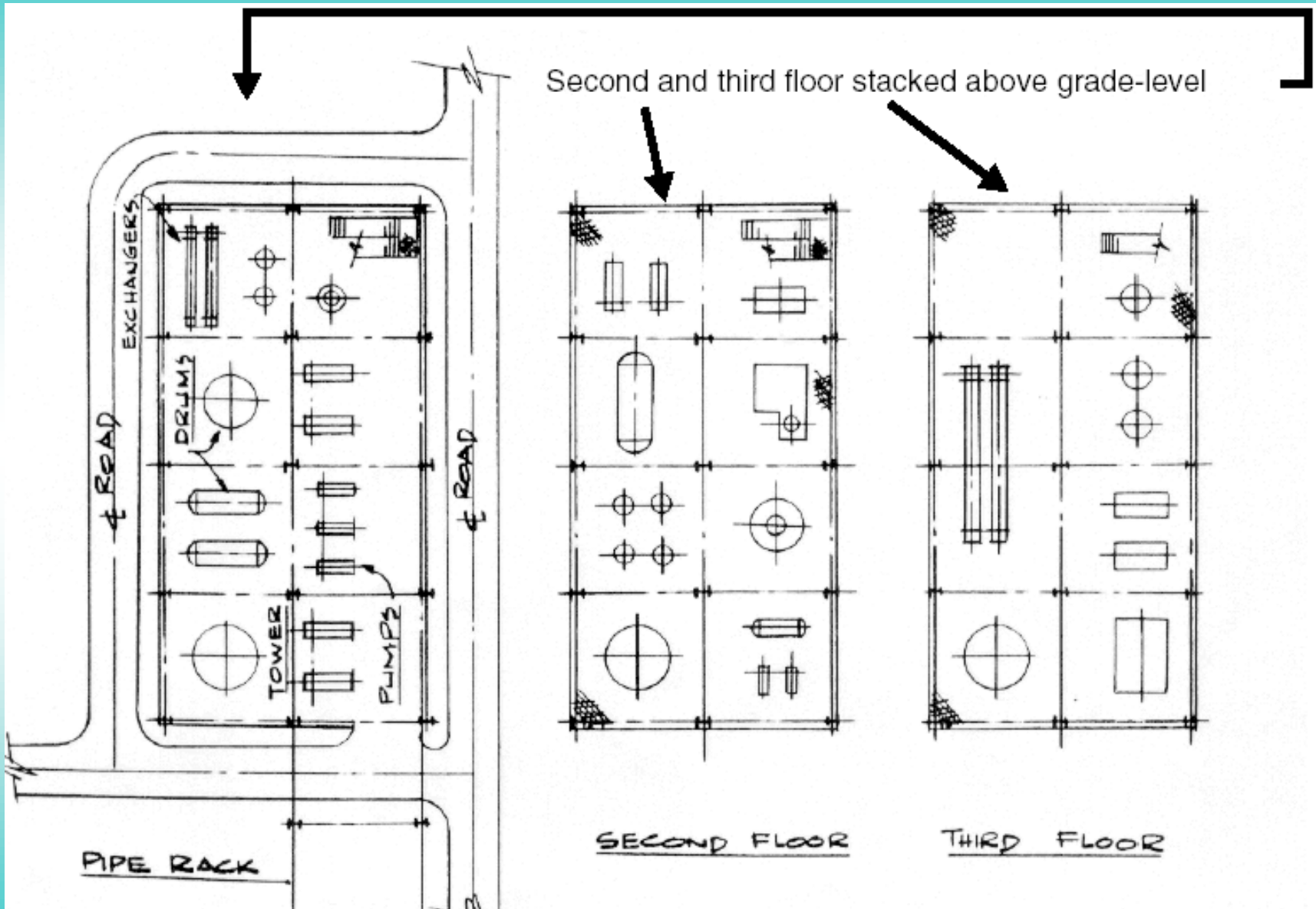
en general un esquema de montaje puede tener una de las dos configuraciones básicas

- Disposición horizontal.
 - En esta disposición, las unidades de equipo de proceso están alineadas de cada lado de “*pipe rack o parral*” que recorre todo el centro de la unidad de proceso. El propósito es llevar tuberías en para servicios, producto, alimentación a una unidad de proceso.
 - Los equipo se ubican en cada lado de “*pipe rack*”, teniendo en cuenta la facilidad de acceso.
- Disposición vertical.
 - Está usualmente limitada para un solo nivel. Esta disposición generalmente requiere una mayor especificación de representación, y más terreno para utilizar la disposición vertical.

Diferentes tipos de Layout de Planta: Disposición horizontal



Diferentes tipos de Layout de Planta: Disposición vertical

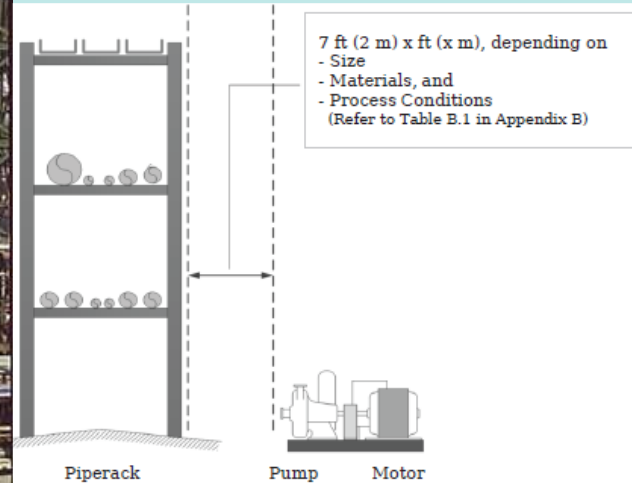
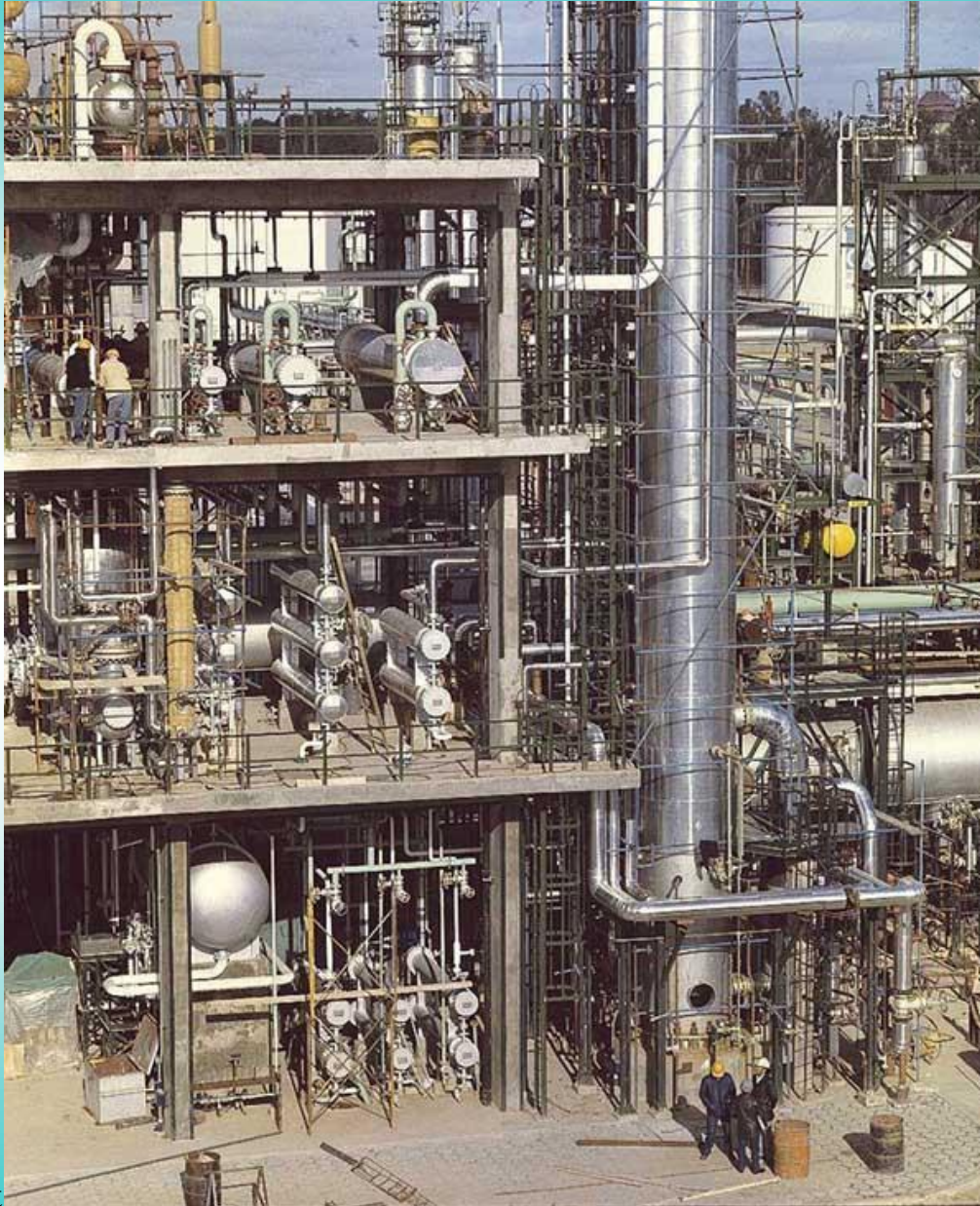


Diferentes tipos de Layout de Planta: Disposición horizontal

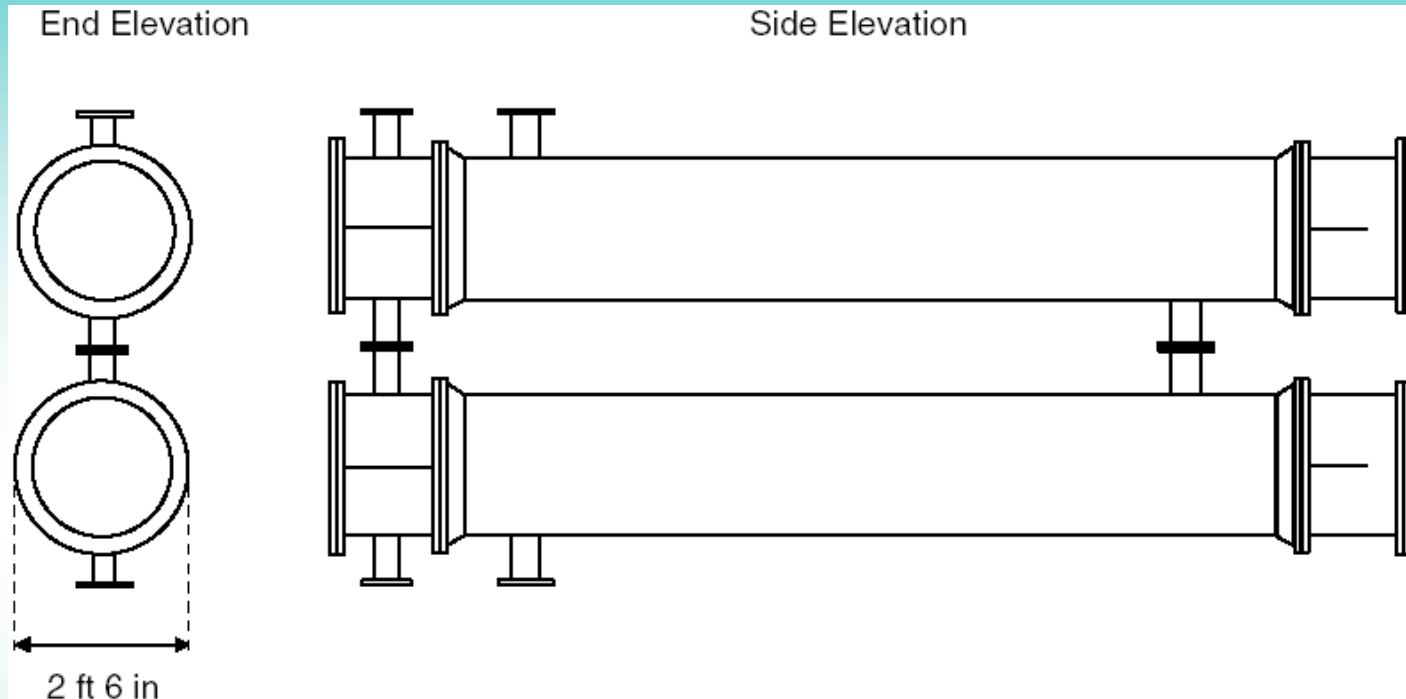


Piping supporting
structures (pipe-racks)

Diferentes tipos de Layout de Planta: Disposición vertical



Vista en planta (vista superior) mostrando aproximadamente el tamaño de la huella (footprint)



Distancias (pie) recomendadas entre unidades para plantas químicas y petroleras

| | Pumps | Compressors | Reactors | Towers and Vessels | Exchangers |
|-------------|-------|-------------|----------|--------------------|------------|
| Pumps | M | 25 | M | M | M |
| Compressors | | M | 30 | M | M |
| Reactors | | | M | 15 | M |
| Towers | | | | M | M |
| Exchangers | | | | | M |

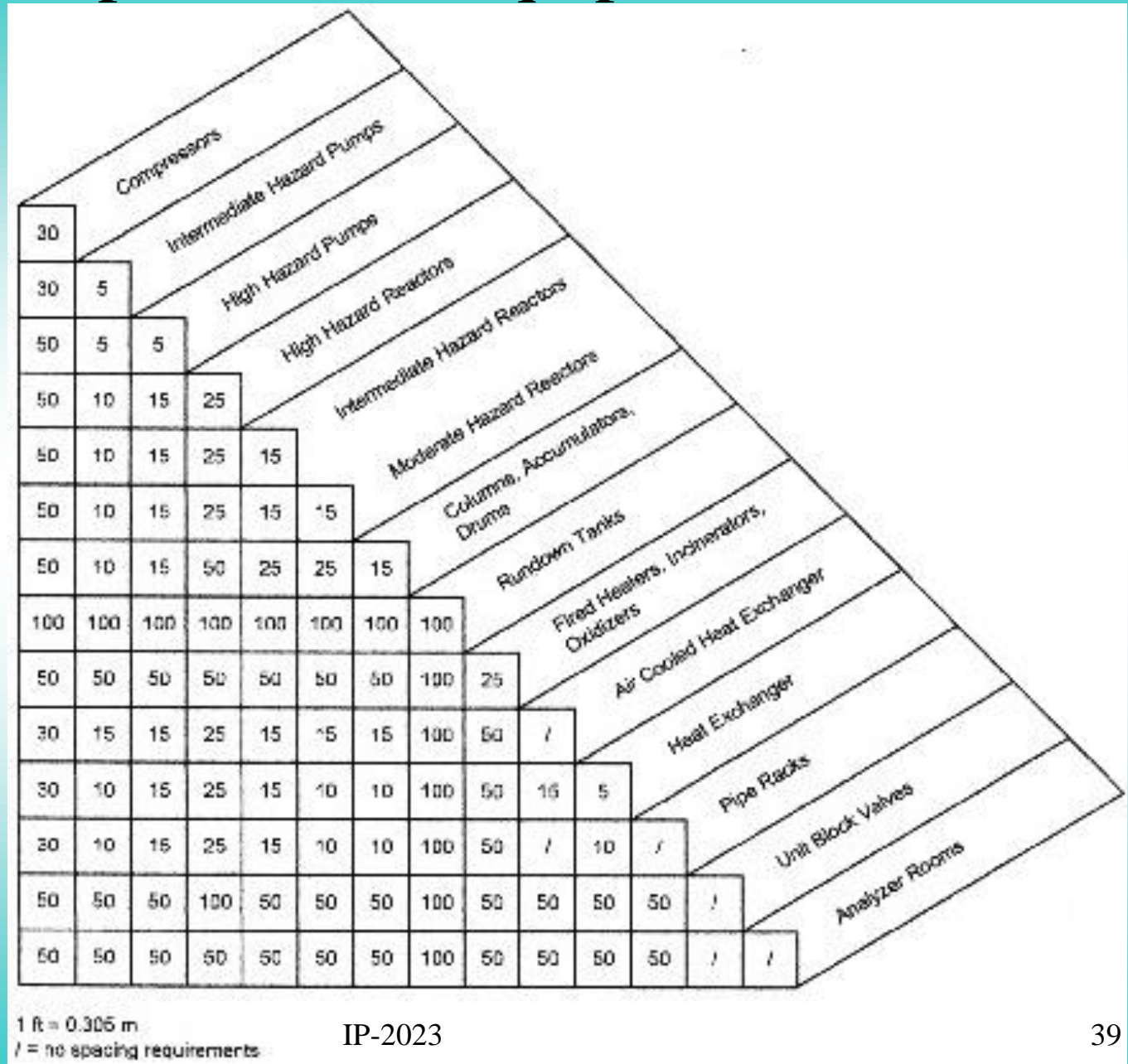
M = minimum for maintenance access

Source: Process Plant Layout and Piping Design, by E. Bausbacher and R. Hunt, © 1994, reprinted by permission of Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, NJ.

ot plan. Separación entre áreas

Class 7. Plot plan, Layout & Foot Print

Lay out. Separación de equipos en un área



Distancia en ft

Clase 7. Plot plan,
Layout & Foot Print

IP-2023

39

Cañerías de interconexión entre sectores

Aéreas: Definir recorridos de parrales principales

analizar requerimientos de pendiente (Ej: Cañerías de flare)

Enterradas: en general limitado a:

Sistema de incendio

Drenajes pluvial y de incendio

Drenajes cerrados

A veces agua de enfriamiento

Trincheras: Prever cruces de calles

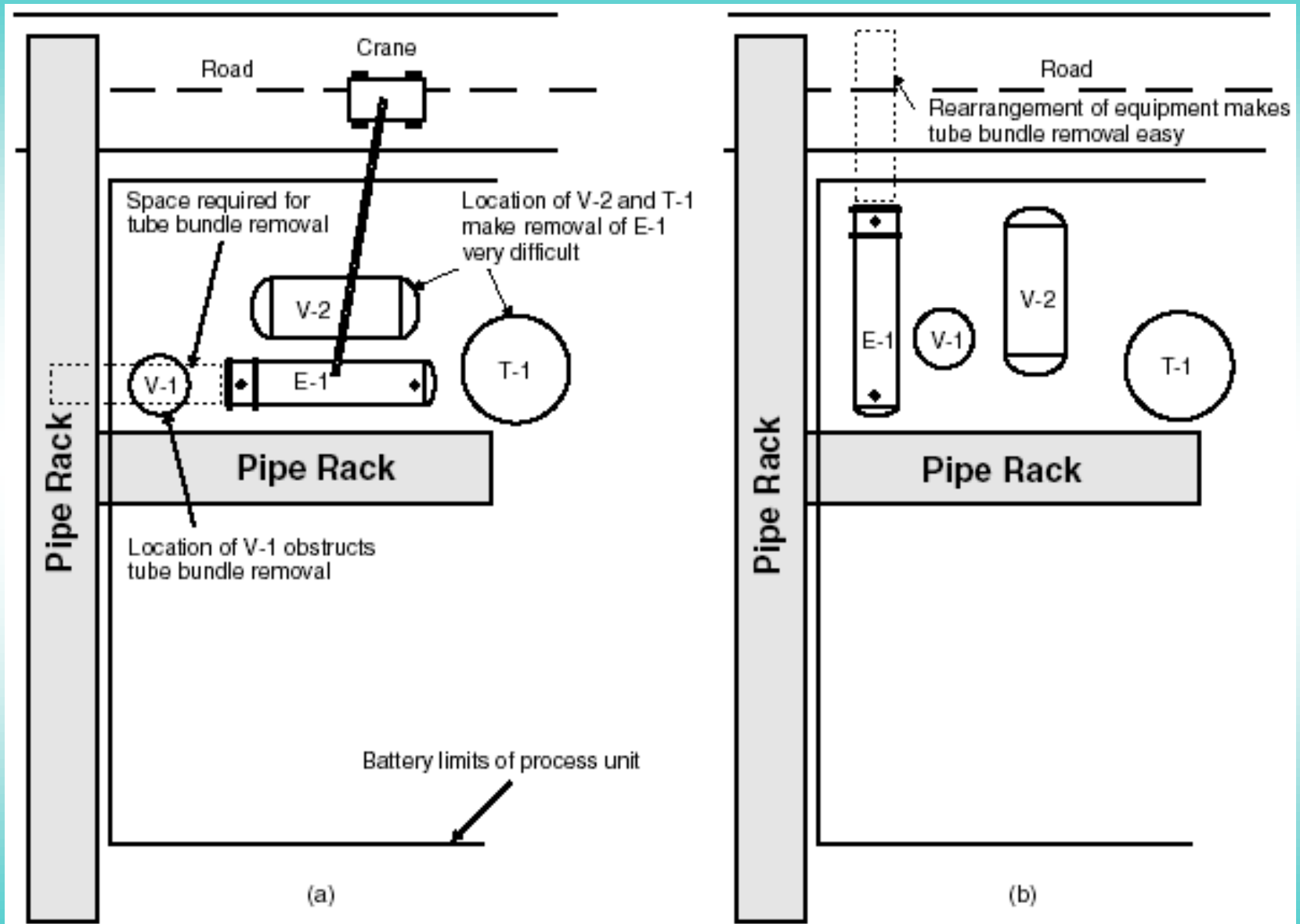
Distancias (pie) recomendadas entre unidades para plantas químicas y petroleras

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| Edificios para servicios generales | 1 | / | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centros para control de motores y subestaciones eléctricas | 2 | / | / | | | | | | | | | | | | | | | |
| Áreas para servicios de procesos | 3 | 50 | 50 | / | | | | | | | | | | | | | | |
| Torres para enfriamiento | 4 | 50 | 50 | 100 | 50 | | | | | | | | | | | | | |
| Salas de control | 5 | / | / | 100 | 100 | / | | | | | | | | | | | | |
| Salas de compresores | 6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 | | | | | | | | | | | |
| Salas grandes de bombas | 7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 | 30 | | | | | | | | | | |
| Unidades de procesos con riesgo moderado | 8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 | 30 | 50 | | | | | | | | | |
| Unidades de procesos con riesgo medio | 9 | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 50 | 50 | 100 | 100 | | | | | | | | |
| Unidades de procesos con riesgo alto | 10 | 400 | 200 | 200 | 200 | 300 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | | | | | | | |
| Tanques para almacenamiento atmosférico | 11 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 300 | 350 | * | | | | | | |
| Tanques de almacenamiento a presión | 12 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 ¹ | * | * | | | | | |
| Tanques para almacenamiento refrigerado | 13 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | * | * | * | | | | |
| Antorchas | 14 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 400 | 400 | / | | | |
| Marquesinas para carga y descarga | 15 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 300 | 250 | 350 | 350 | 300 | 50 | | |
| Bombas para agua DCI | 16 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 200 | 200 | 200 | 300 | 300 | 350 | 350 | 350 | 300 | 200 | / | |
| Estaciones para DCI | 17 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 200 | 200 | 200 | 300 | 300 | 350 | 350 | 350 | 300 | 200 | / | / |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |

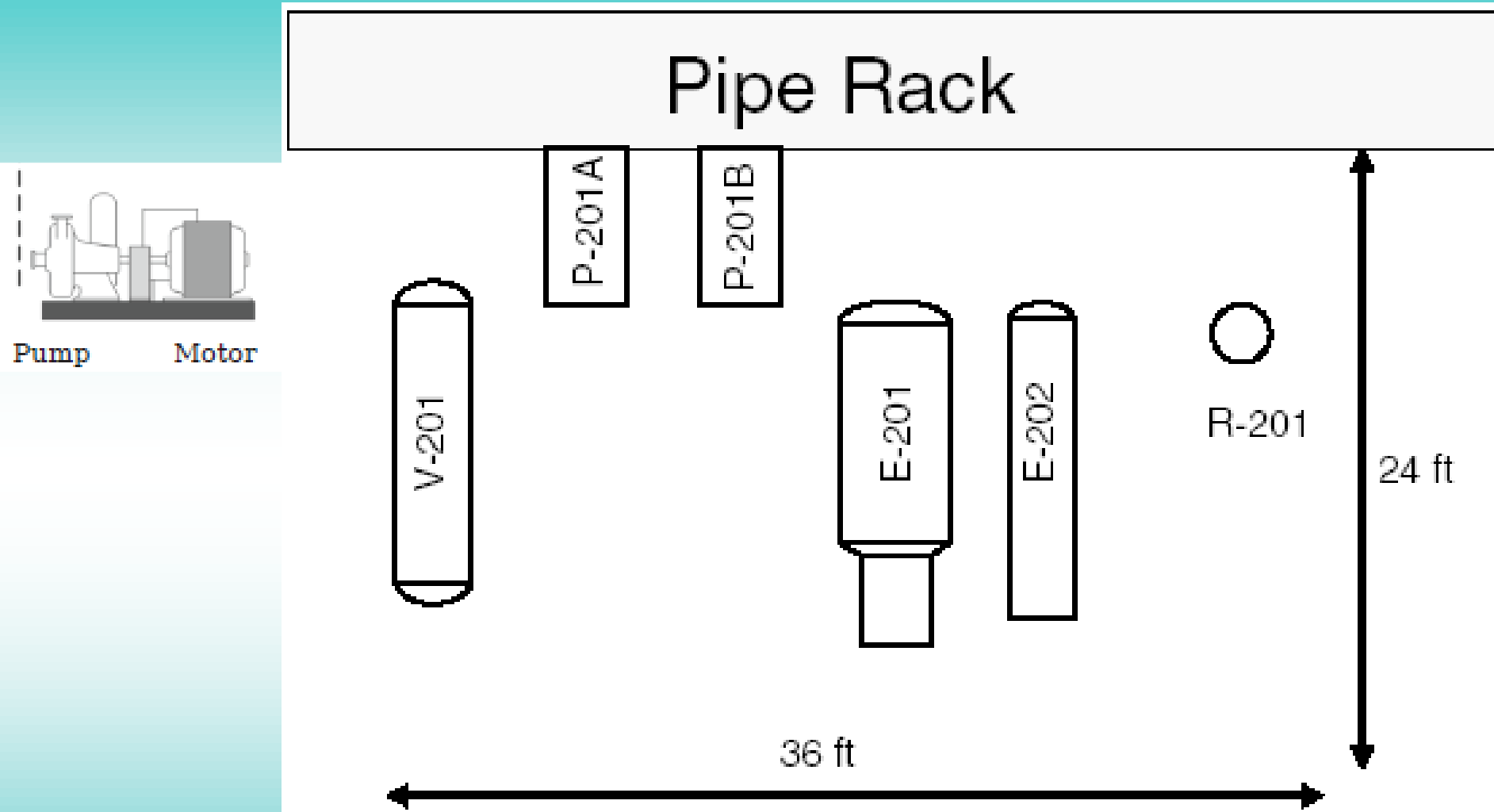
Distancias (pie) recomendadas entre tanques para plantas químicas y petroleras

| | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Tanques de techo flotante o fijo < 477 m ³ | 1 | 0.5D | | | | | | | | |
| Tanques de techo flotante o fijo entre 477 y 1590 m ³ | 2 | 0.5D | 0.5D | | | | | | | |
| Tanques de techo flotante entre 1590 y 47700 m ³ | 3 | 1 D | 1 D | 1 D | | | | | | |
| Tanques de techo flotante > 47700 m ³ | 4 | 1 D | 1 D | 1 D | 1 D | | | | | |
| Tanques de techo fijo para productos de clase II y III entre 1590 y 47700 m ³ | 5 | 0.5D | 0.5D | 1 D | 1 D | 0.5D | | | | |
| Tanques de techo fijo para productos de clase I inertizados entre 1590 y 23850 m ³ | 6 | 1 D | 1 D | 1 D | 1 D | 1 D | 1 D | | | |
| Recipientes para almacenar a presión (esferas o esferoides) | 7 | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | 2 D | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | | |
| Recipientes para almacenar a presión (depósitos y puros) | 8 | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | 2 D | 1.5 D 100' Min | 1.5 D 100' Min | 1 D 100' Min | 1 D | |
| Tanque de almacenamiento refrigerado (con cúpula) | 9 | 2 D 100' Min | 2 D 100' Min | 2 D 100' Min | 2 D | 2 D 100' Min | 2 D 100' Min | 1 D 100' Min | 1 D 100' Min | 1 D 100' Min |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Localización de equipos

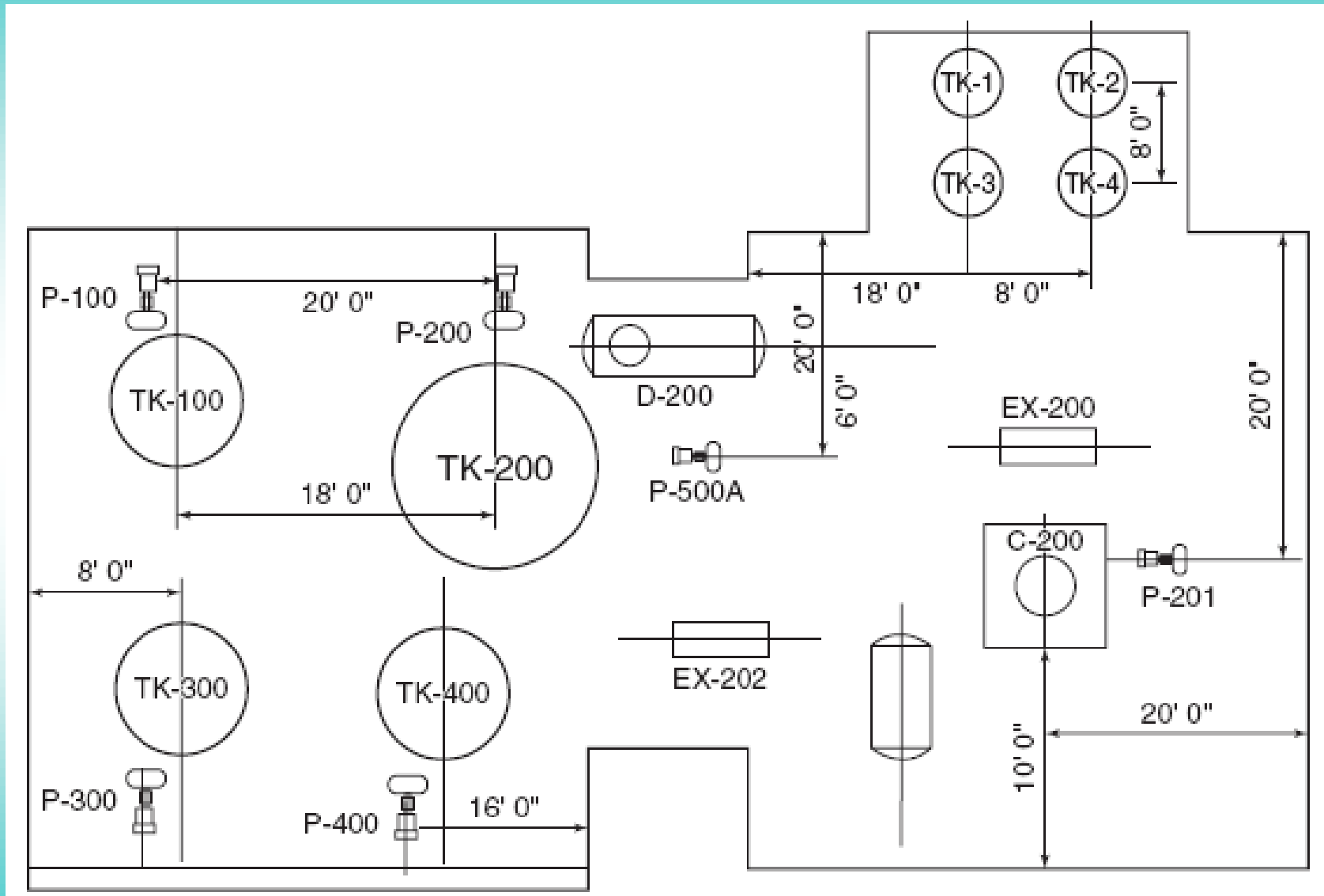


Plot Plan

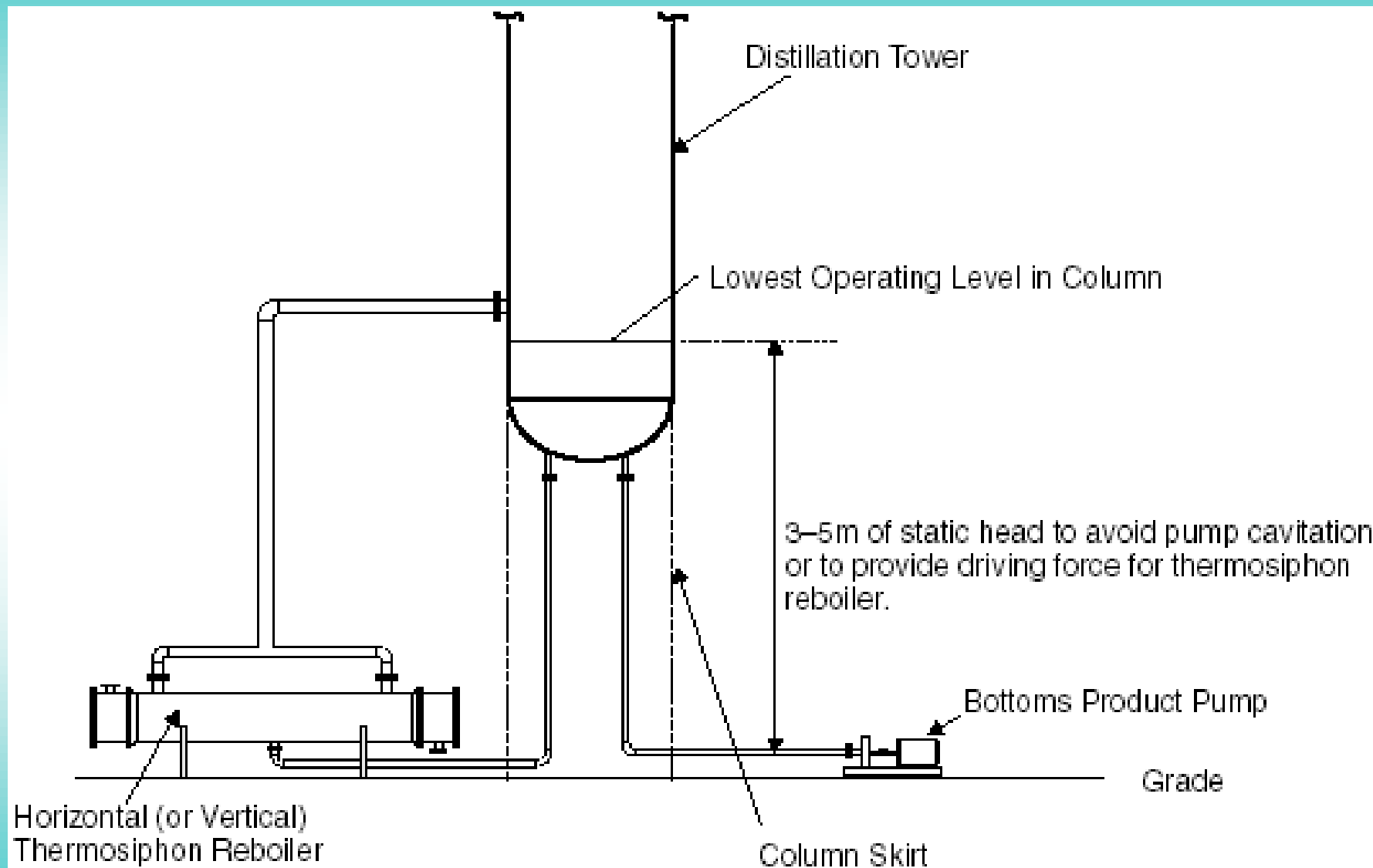


Posible disposición de equipos para la sección de alimentación y reactor de DME, Unidad 200

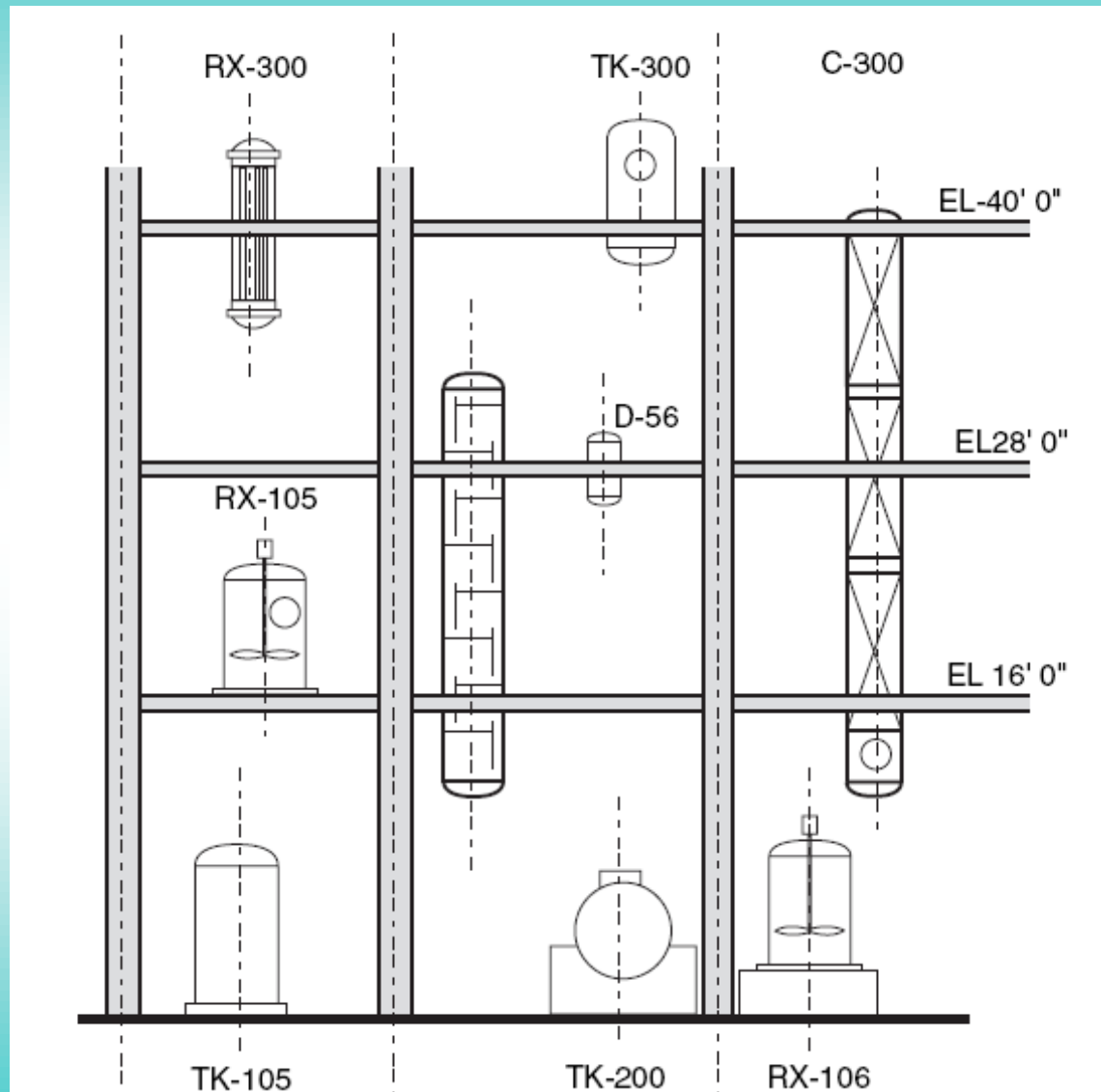
Plot Plan



Diagramas de Elevación



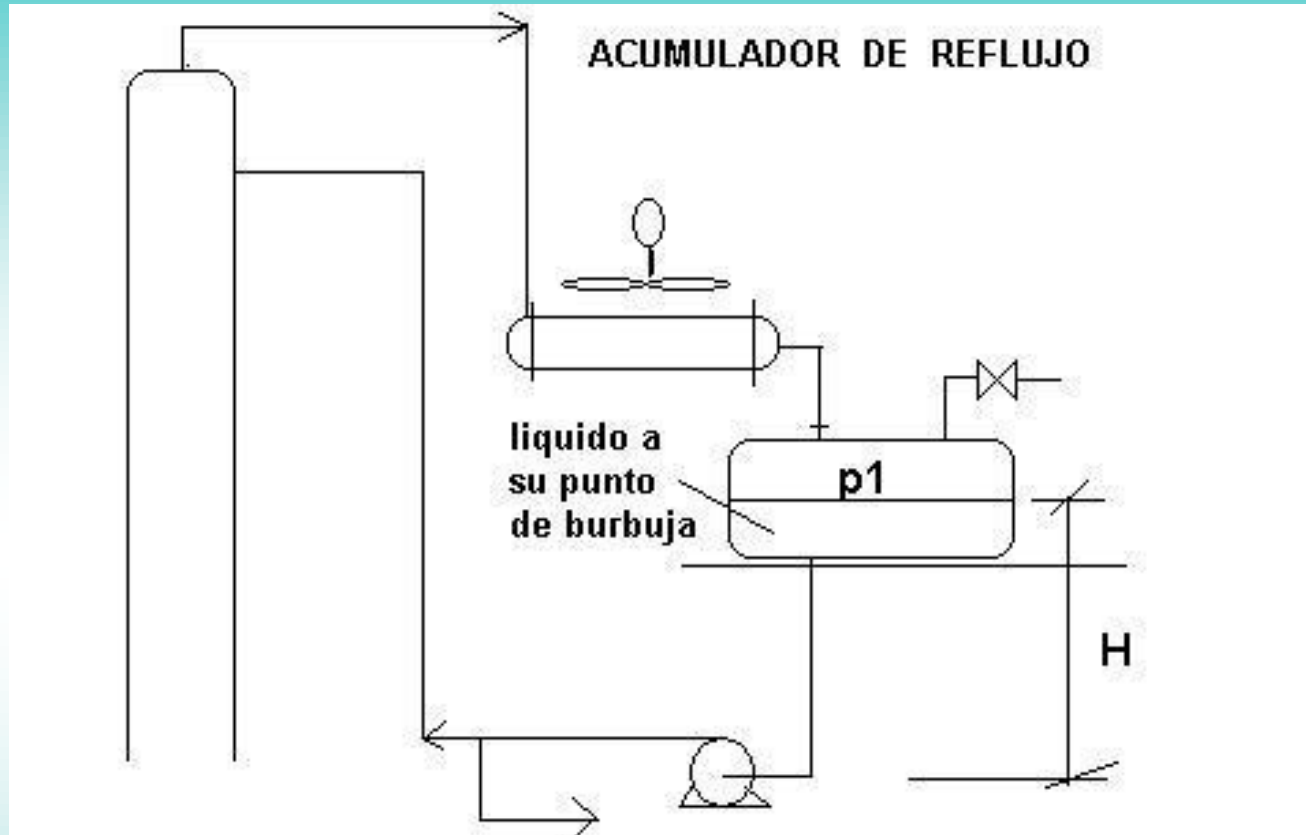
Diagramas de Elevación



Razones para elevar los equipos

| Equipment to Be Elevated | Reason for Elevation |
|--|--|
| Columns or vessels | When the NPSH available is too low to avoid cavitation in the discharge pump, equipment must be elevated. |
| Columns | To provide driving head for thermosiphon reboilers. |
| Any equipment containing suspended solids or slurries | To provide gravity flow of liquids containing solids that avoids the use of problematic slurry pumps. |
| Contact barometric condensers | This equipment is used to produce vacuum by expanding high-pressure steam through an ejector. The condensables in the vapor are removed by direct contact with a cold-water spray. The tail pipe of such a condenser is sealed with a 34-foot leg of water. |
| Critical fire-water tank (or cooling water holding tank) | In some instances, flow of water is absolutely critical, for example, in firefighting or critical cooling operations, the main water supply tank for these operations may be elevated to provide enough water pressure to eliminate the need for feed pumps. |

Razones para elevar los equipos



$$NPSH_d = \frac{p_1}{\rho g} + H - \Delta h_f - \frac{p_v}{\rho g}$$

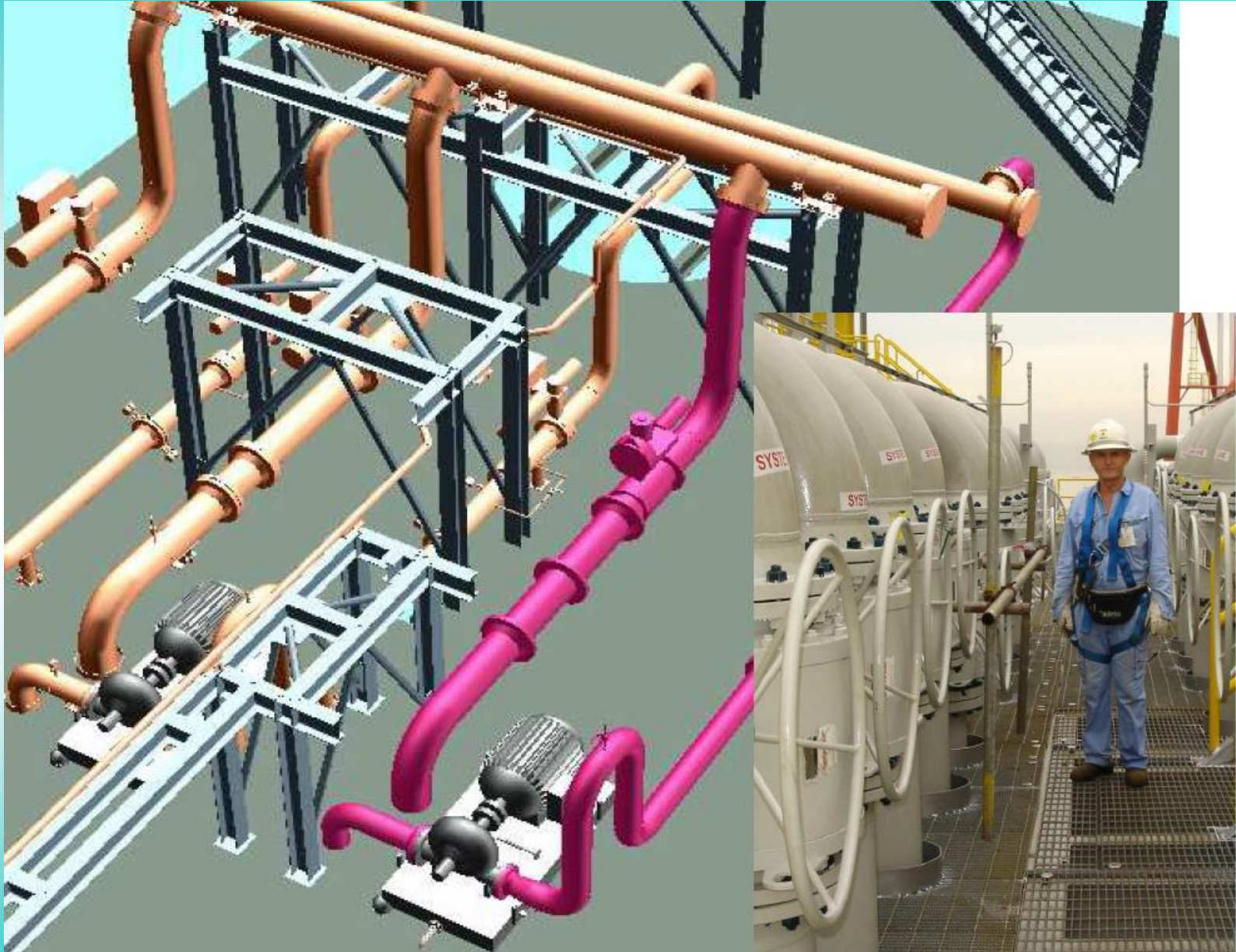
Siendo $p_1 = p_v$

$$NPSH_d = H - \Delta h_f$$

Otros diagramas

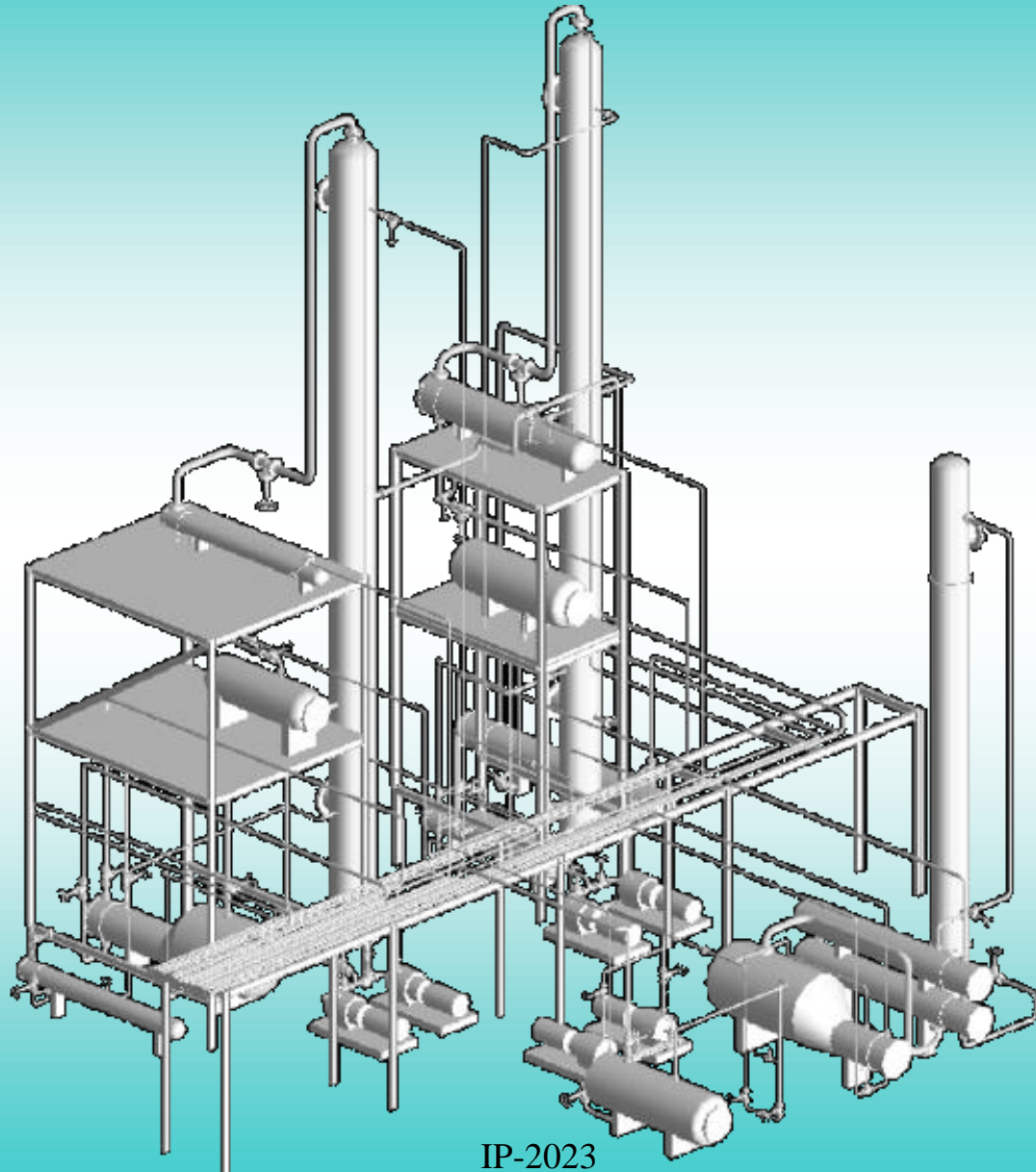
- Isométrico de cañerías.
 - Muestra las cañerías en 3-D
- Diagramas de recipientes
 - Muestran dimensiones claves de equipos y localización de bridas de entrada y salida.

Codificación de cañerías (P&ID)

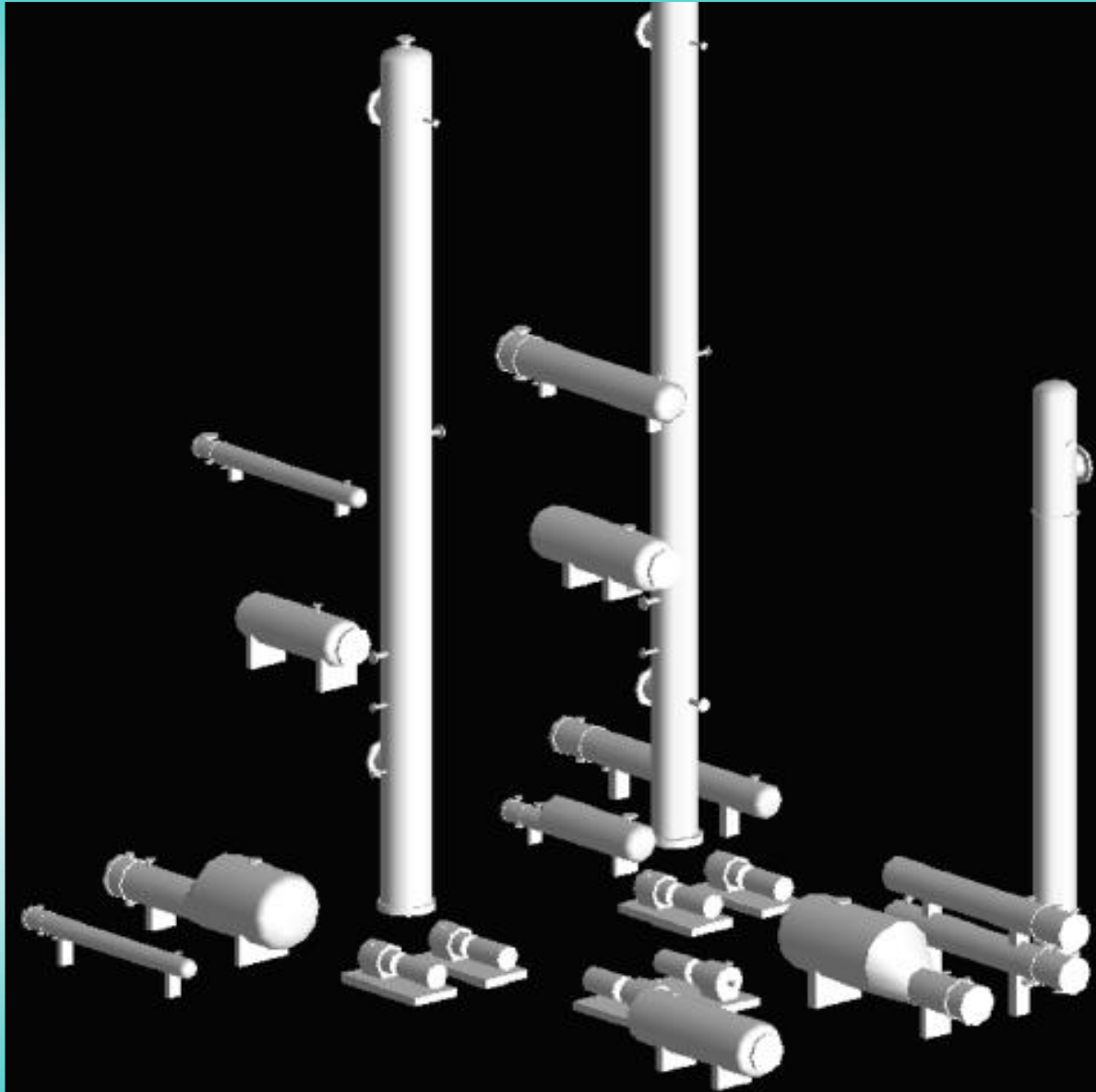


Modelos de planta en 3-D

Isometric View of Preliminary 3-D Plant Layout Model or DME Process

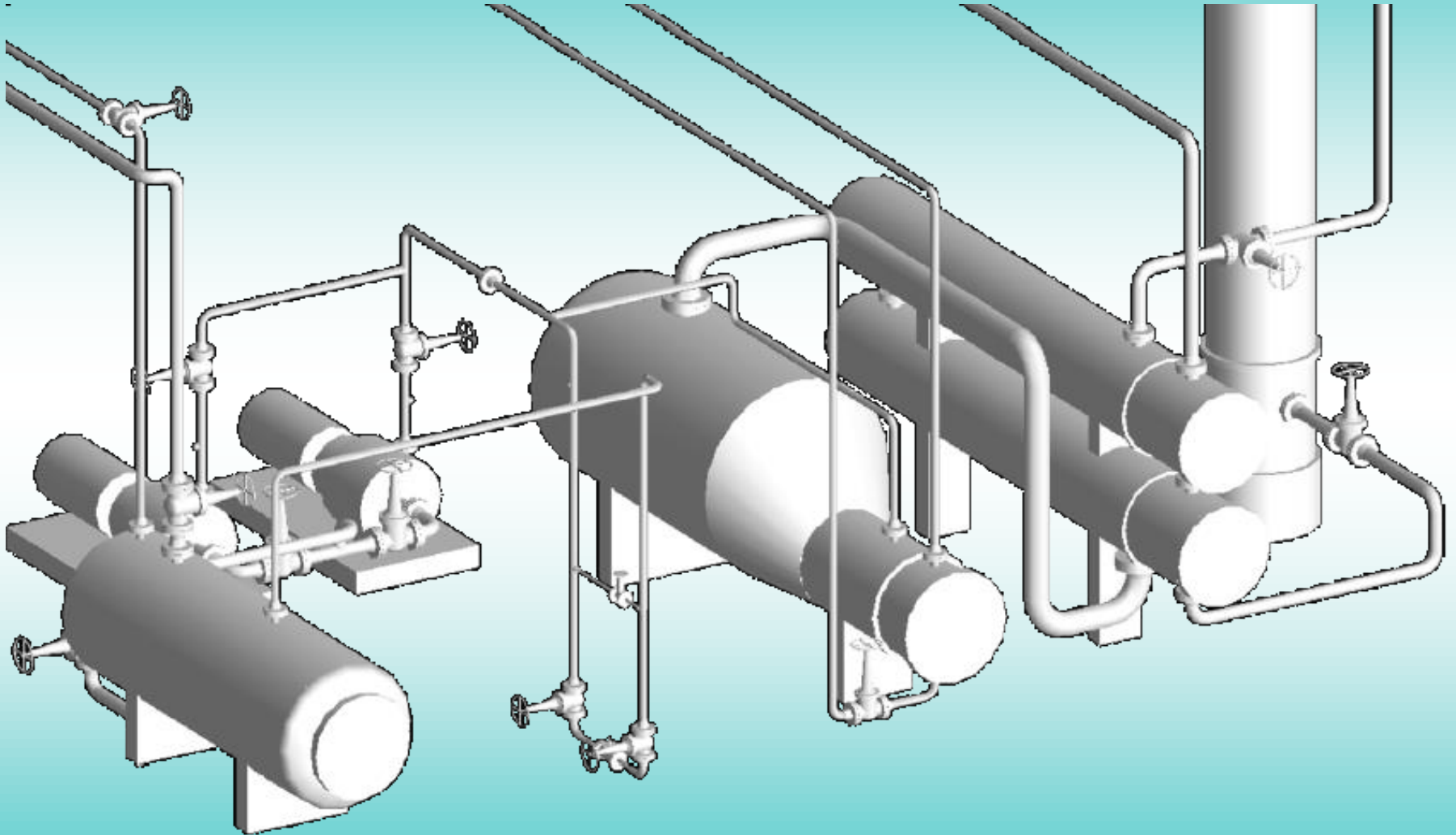


Representación en 3-D



Representación en 3-D

Sección de alimentación y Reactor de Proceso de DME



Área clasificada

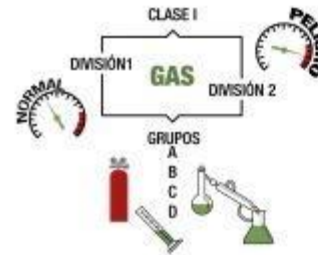
Las áreas clasificadas son zonas en las que existe un potencial de explosión y/o incendio debido a la presencia de gases, vapores o polvos finamente pulverizados en la atmósfera.

Las áreas clasificadas se definen en términos de Clase, División y Grupo. La definición de cada una es la siguiente:

- CLASE I– Lugares donde los Gases Inflamables o Vapores están o pueden estar presentes en el aire en cantidades suficientes para producir una explosión o mezclas inflamables.
- CLASE II - Lugares que son peligrosos debido a la presencia de Polvo Combustible.
- CLASE III – Lugares que son peligrosos debido a la presencia de Fibras o Partículas fácilmente inflamables, sin embargo, dichas fibras o partículas no presentan la probabilidad de estar suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

Área clasificada

Clase I

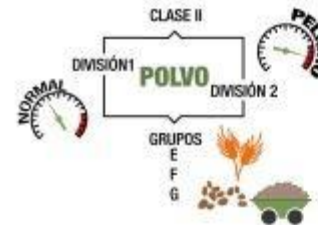


GASES Y VAPORES

- Refinerías
- Industrias Químicas y Petroquímicas

(solventes peligrosos)

Clase II



POLVOS COMBUSTIBLES

- Industrias de Alimentos y Bebidas

(Granos, Almidón y Carbón)

Clase III



FIBRAS VOLÁTILES Y COMBUSTIBLES

- Industria Textil
- Aserraderos

(solventes peligrosos)

Área clasificada

Cada “CLASE” se establece o como División 1 o como División 2.

- DIVISIÓN 1 es un ambiente que Es Generalmente Peligroso.
- DIVISIÓN 2 es un ambiente que No es Generalmente Peligroso.

Con respecto a los Grupos, se dividen de acuerdo con la naturaleza de la sustancia, es decir se agrupan de acuerdo con el tipo de combustible.

CLASE I:

- GRUPO A : Acetileno
- GRUPO B : Hidrogeno
- GRUPO C : Etileno
- GRUPO D : Propano

CLASE II

- GRUPO E : Polvo metálico
- GRUPO F : Polvo de Carbón
- GRUPO G : Harina, Grano, Almidón