

A decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes and two thin blue lines. One line starts from the top left and passes through the center of the top circle. Another line starts from the top left and passes through the center of the middle circle. A third line starts from the top right and passes through the center of the bottom circle.

Planta de producción de Acrilonitrilo

Planta de producción de Acrilonitrilo

Jordi Badia Closa
Laia Bellver Sanchis
Leonardo Esteban Carpio Bustamante
Marc Frau Suau

Tutor: David Gabriel

1. Especificaciones del proyecto

Índice

1. Especificaciones proyecto	3
1.1. Definición del proyecto	3
1.2. Ubicación de la planta	4
1.2.1. Especificaciones del polígono industrial Compositors.....	4
1.2.2. Especificaciones de la parcela	5
1.2.3. Comunicaciones y accesibilidad.....	5
1.2.4. Climatología de la zona	9
1.2.5. Geología de la zona	9
1.3. Acrilonitrilo	11
1.3.1. Sinónimos	11
1.3.2. Propiedades físico-químicas	11
1.3.3. Incompatibilidades	12
1.3.4. Aplicaciones	12
1.4. Métodos de obtención del Acrilonitrilo.....	13
1.4.1. Proceso Sohio	13
1.4.2. Procesos obsoletos.....	14
1.5. Proceso implementado en la planta	15
1.6. Servicios	20
1.6.1 Aire comprimido	20
1.6.2 Calderas de Vapor	23
1.6.3 Descalcificadora de Agua.....	24
1.6.4 Agua desionizada.....	25
1.6.5 Nitrógeno	27
1.6.6 Agua de la Red	28
1.6.7 Gas natural.....	28
1.6.8 Grupo electrógeno	29
1.6.9 Agua de refrigeración (Chiller)	29
1.6.10 Bombas contra incendios.....	31
1.6.11 Turbinas	31
1.6.12 Bomba de vacío	31
1.6.13 Electricidad	32
1.7. Estación transformadora	38

1. Especificaciones del proyecto

1.8. Nomenclatura.....	39
1.9. Propuesta de mejoras	40

1. Especificaciones proyecto

1.1. Definición del proyecto

El objetivo del proyecto es la realización del diseño de una planta de producción de acrilonitrilo de elevada pureza mediante el proceso Sohio, a partir de amoniaco y propileno. Para ello se utilizara un catalizador de Bi-Mo-O.

Para la correcta realización del proyecto se han aplicado las siguientes consideraciones:

- Capacidad de producción: 45.000 Tn/año de acrilonitrilo
- Días operativos: 330 días/año
- Presentación producto: líquido para llenar cisternas a granel.
- Parcela disponible: 53.235 m²

En todo momento se han tenido aplicado las normativas y legislaciones vigentes tanto en el ámbito urbanístico como en el sectorial.

En el conjunto del proyecto se podrá encontrar:

- Diseño del diagrama de proceso de producción de acrilonitrilo, especificando la parte de reacción y de purificación
- Diseño i especificaciones de los diversos equipos que integran el proceso
- Diseño del sistema de control
- Diseño de los diferentes planos y diagramas (Layout, implantación, ingeniería...)
- Estudio e impacto medioambiental para el cumplimiento de las normativas
- Diseño del sistema de seguridad para la posible prevención de accidentes y a su vez el cumplimiento de la legislación y normativa de la producción de acrilonitrilo.
- Puesta en marcha de la planta de producción de acrilonitrilo
- Operación de la planta de producción de acrilonitrilo
- Evaluación económica del proyecto y su viabilidad

1.2. Ubicación de la planta

Para llevar a cabo el proyecto se dispone de una parcela de 53.235 m² ubicada en la comarca del Tarragonés, concretamente en la en municipio de Tarragona, donde se emplaza el polígono ficticio “Compositors”.

El municipio de Tarragona tiene una superficie de 63 Km², de los cuales 14 Km corresponden a litoral. Su altitud media es de 70 m respecto el nivel del mar y dispone de una temperatura media de 17-18 °C. El municipio tiene una población de 137.162 (padrón del 2011).



Figura 1: Localización de la planta a nivel de Cataluña

En la figura 1 se puede observar con detalle la localización geográfica de la ubicación de la planta. En primer lugar hay un mapa que representa la comunidad autónoma de Cataluña y a al lado un desglose de la provincia del Tarragonés.

1.2.1. Especificaciones del polígono industrial Compositors

La parcela donde se va a llevar a cabo la construcción de la planta debe cumplir las siguientes especificaciones referentes al polígono industrial dónde va estar ubicada:

- Edificabilidad: 2 m² techo / m² suelo
- Ocupación máxima de parcela: 80%
- Ocupación mínima de parcela: 25% de la superficie de ocupación máxima
- Retranqueos: 5 m a viales y vecinos
- Altura máxima: 15 m y 3 m en plantas excepto en producción justificando la necesidad por el proceso
- Altura mínima: 4 m y 1 planta

1. Especificaciones del proyecto

- Aparcamientos: 1 plaza/ 200 m² construidos
- Distancia entre edificios: 1/3 del edificio más alto con un mínimo de 5 m.

Ha destacar hay que decir que el polígono Compositors es ficticio, y no disponen de ninguna legislación más específica.

1.2.2. Especificaciones de la parcela

Como ya se ha especificado antes la parcela consta de 53.235 m² y consta de los siguientes servicios disponibles:

- Energía eléctrica con conexión des de la línea de 20 KV
- Gas natural a media presión 1,5 Kg/cm²
- Alcantarillado de red unitaria al centro de la calle con una profundidad de 3,5 m
- Agua para incendios presión máxima de 4 Kg/cm²
- Agua de red presión de 4 Kg/cm²
- Resistencia del terreno de 2 Kg/cm² a 1,5 m de profundidad sobre graves

1.2.3. Comunicaciones y accesibilidad

La localización de la planta en Tarragona es un punto clave, puesto que dispone de una gran diversidad de posibilidades. Tiene acceso vía marítima y terrestre entre las más destacadas. Por otro lado también dispone de aeropuerto comercial pero este se encuentra un poco más alejado, en Barcelona.

Puerto comercial

El puerto está ubicado en la capital de Tarragona, siendo el segundo puerto más importante de Cataluña. Mueve anualmente un total de 31,5 millones de toneladas de carga (valores del 2005).

Como se puede observar en la imagen 2, el puerto tiene un canal de entrada que aproximadamente tiene 250 metros de ancho y 1050 de longitud. Su profundidad es de 20 metros, cosa que permiten el amarre de grandes buques y barcos.

Una vez en tierra, se disponen de 7 remolcadores, 11 rampas, almacenes, grúas, contenedores entre otras cosas.

Con la finalidad de mejorar el tráfico interno de la mercadería hay instalado en el puerto un moderno servicio ferroviario con doble carrilera que llega a todos los muelles y que posteriormente ofrece una rápido enlace con la red ferroviaria o de carreteras.

1. Especificaciones del proyecto



Figura 2: Vista aérea del puerto de Tarragona

Aparte de disponer de puerto comercial también tiene puerto de pescadores y deportivo.

Área ferroviaria

La estación de trenes de Tarragona está situada en el este del núcleo urbano y ocupa la primera línea de mar. Su localización es estratégica debido a su cercanía con el puerto que es el punto más álgido de entrada de mercaderías a Tarragona. Tiene un total de once vías de salida de a estación dirección Reus/Tortosa donde van a conectar a la zona portuaria y diversas vías de servicio.

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

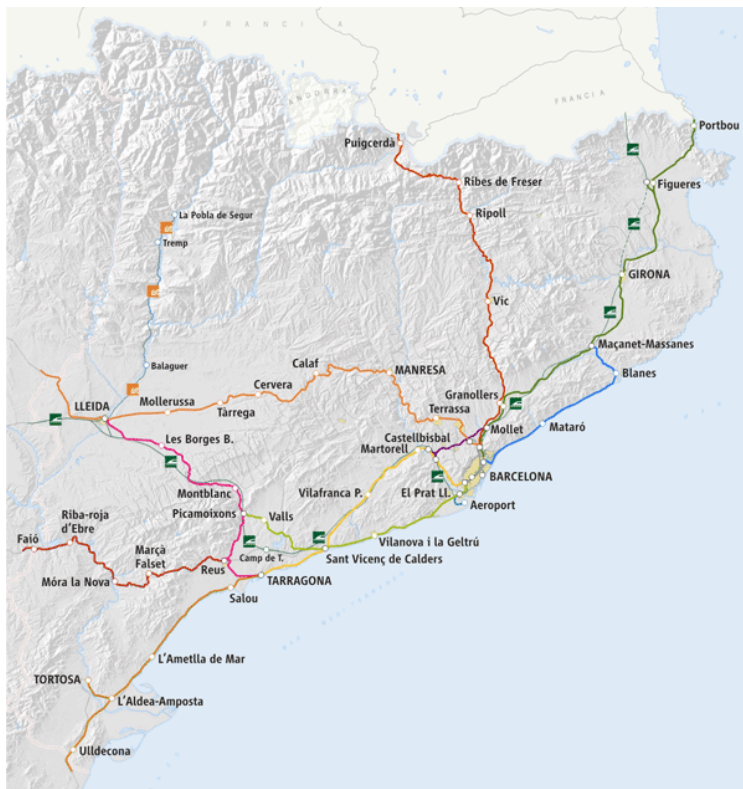


Figura 3: Red de trenes de vía ancha de Cataluña

En la figura 3 se puede observar la red de trenes de vías anchas donde se puede transportar mercaderías alrededor de la comunidad autónoma donde se encuentra ubicada la planta de producción.

Las líneas que se muestran en la figura 3 son:

- Barcelona-Mataró.Blanes-Maçanet Massanes
- Barcelona-Granollers-Girona-Figueres-Portbou
- Barcelona-Vilafranca-St.Vicenç C. -Tarragona
- Barcelona-Manresa-Cervera-Lleida-Alamacelles
- Tarragona-Reus-Picamoixons-Lleida
- Tarragona-Salou-La Aldea Amposta-Tortosa/Ulldecona
- Barcelona-Vic-Ripoll-Puigcerdà
- Barcelona-Vilanova G.-St. Vicenç C.-Valls-Picamoixons
- Reus-Flaset-Móra-Riba-roja- Faió
- El Prat-Aeroport
- Castellbisbal/El papiol-Mollet
- Barcelona ciutat

Comunicación por carretera

Tarragona también es un punto de enlace de dos principales autopistas españolas, la del Mediterráneo que enlaza Alicante con Francia i a su vez con el resto de Europa y la autopista del Norte, que comienza en Tarragona i llega hasta al País Vasco.

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

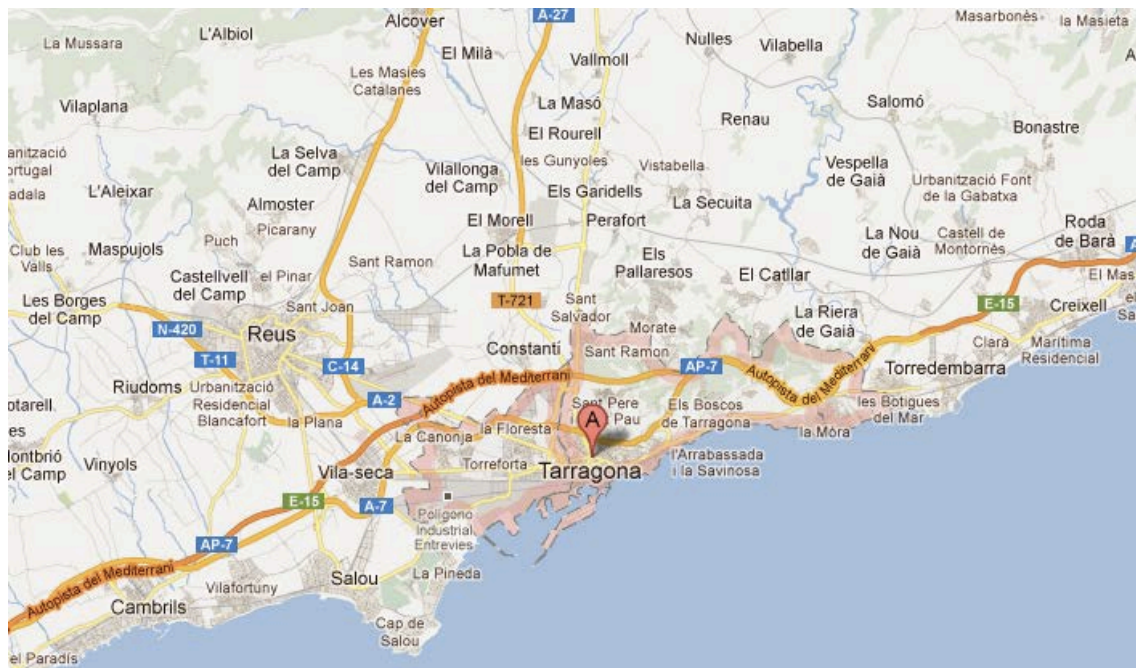


Figura 4: Red de carreteras des de el núcleo de Tarragona

En la figura 4 se puede observar la red de carreteras des de punto de partida Tarragona.

Finalmente se pueden destacar el siguiente conjunto de carreteras:

- Autopista A-2 Barcelona-Madrid
- Autopista A-7 Barcelona-Valencia
- Nacional N-340
- Nacional N-240
- Nacional N-420
- C-14
- C-44
- T-310
- Autovía de Tarragona a Salou C-318, C-242 Coll de Alforja, T-722
- Tarragona-Pont de Goi

Aeropuerto

El aeropuerto más cercano a Tarragona se encuentra a 13 Km, en Reus, pero tan sólo se trata de un aeropuerto civil de tercera categoría. Permite la comunicación con diversos puntos nacionales e internacionales, pero no el transporte de mercaderías. Su superficie es de 4000 m², distribuida en dos plantas, y su capacidad de gestión es de uno 600 pasajeros.

Como aeropuerto comercial cercano se encuentra el del Prat de Llobregat, Barcelona a unos 90,7 Km de distancia aproximadamente. Este aeropuerto aparte de trabajar como tráfico de pasajero también ofrece la posibilidad del transporte de cargas. En el pasado 2011 registró, 34.399.180 pasajeros y 96.568 toneladas de carga.

1. Especificaciones del proyecto

A todo esto si les sumas que en las cercanías de la localización de la futura planta se encuentra una empresa líder en el sector como es petroquímica Repsol que se encuentra a día de hoy muy consolidada y a su vez ofrece un gran número de puesto de trabajo así como fomenta la creación de empresas para continuar la cadena de producción, conlleva que tanto a nivel comarcal como estatal se invierta mucho en las mejoras de comunicación como investigación y desarrollo o en ampliaciones de la empresas, ofreciendo un gran variedad de ayuda financieras.

Hay que tener en cuenta que el volumen de mercaderías que se pueden llegar a transportar por carretera será bastante inferior al que se pueda transportar por vía marítima, barcos o bien con ferrocarriles. Por tanto la localización de la planta en cuanto a las comunicaciones juega una gran ventaja.

1.2.4. Climatología de la zona

El clima de la zona es un parámetro ha tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de la planta. Los salto térmicos que se puedan suceder en el transcurso del año así como las precipitaciones pueden llegar a ser un ayuda o un inconveniente para la producción de nuestro producto.

Meses	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatura media (°C)	10,9	11,1	12,7	14,5	17,9	21,4	24,2	25	21,4	18	13,6	11,1
Días de precipitación	6	3	3	6	6	4	3	6	7	7	7	6

A pesar de los cambios climáticos constantes a los que nos estamos enfrentando estos valores adjuntos en la tabla 1, pueden servir para tener una orientación.

Se debe destacar las elevadas temperaturas que se llegan a lograr en verano frente a las mínimas que son de unos 10 grados.

El hecho de que lo días de precipitación sean tan escasos pueden llegar a perjudicar, ya que no será una ayuda a la hora de llenar la balsa contra incendios o de disponer agua de una forma más económica y medioambientalmente menos agresiva, puesto que se podría disminuir su uso de red.

1.2.5. Geología de la zona

Para hacer las cosas correctamente se debería realizar un estudio geológico sobre la resistencia del terreno y averiguar las vibraciones que este puede soportar, si dispone de aguas subterráneas que sean aprovechables, si el terreno disponen de un drenaje natural o la zona es inundable, entre otras cosas. Pero todo esto conlleva un elevado coste económico por lo que no se va a realizar, a parte esto conlleva la contratación de un empresa externa que lo realice, y en el transcurso del proyecto nos debemos centrar en otros puntos que se nos ha especifica.

Gracias a la especificaciones del terreno de la parcela se conoce que la resistencia del terreno es de 2 Kg/cm² a 1,5 m de profundidad sobre graves.

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

Todo seguido en la figura 5 se muestra un mapa sobre las características geológicas del suelo de la zona.

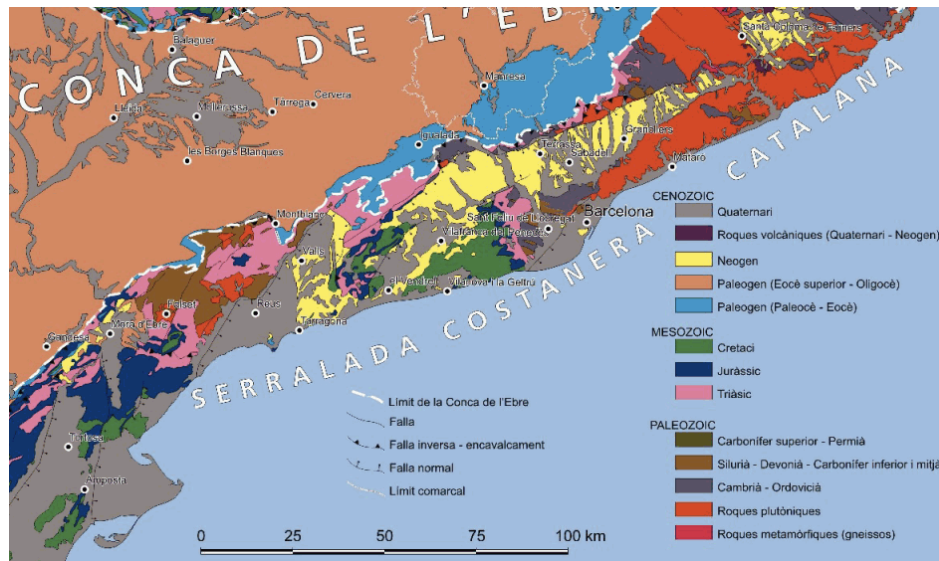


Figura 5: Mapa geológico de Tarragona

1.3. Acrilonitrilo

El acrilonitrilo es un compuesto líquido incoloro que tiene un olor muy peculiar.

1.3.1. Sinónimos

El compuesto de acrilonitrilo dispone de una fórmula molecular es C_3H_3N . En el ámbito de la industria química se pueden hallar diversas formas de denominar el compuesto a estudiar. Entre algunas de ella se pueden encontrar:

- 2-Propenenitrilo
- Propilenonitrilo
- Cianoetileno
- Acrilón
- Fumigrano
- Nitrilo acrílico
- Cianuro de vinilo
- Bentox

1.3.2. Propiedades físico-químicas

Si se hace referencia a sus propiedades físico-químicas más relevantes se pueden destacar:

- Punto de ebullición: 81 °C
- Punto de fusión: -45°C
- Solubilidad en agua: miscible
- Densidad (25°C)= 0,81 g/cm³
- Presión de vapor (a 20°C): 9,60 kPa
- Punto de inflamación: 12,8 °C
- Temperatura de autoignición: 524 °C
- Viscosidad (25°C): 0,34 cP
- Peso Molecular: 53,1 g/mol

Los parámetros que se acaban de especificar son claves para el diseño tanto del proceso de producción del producto como para el diseño de los equipos que este conlleva. A más a más hará falta aplicar el protocolo de seguridad pertinente para no tener de seguridad en la planta. En el apartado de seguridad e higiene se adjunta toda la normativa aplicada, así como las fichas de seguridad de los compuestos que intervienen en la reacción y como se debe actuar en función de la situación en la cual nos encontremos.

Si se analiza la estructura de Lewis del compuesto se puede observar la figura 6.

1. Especificaciones del proyecto

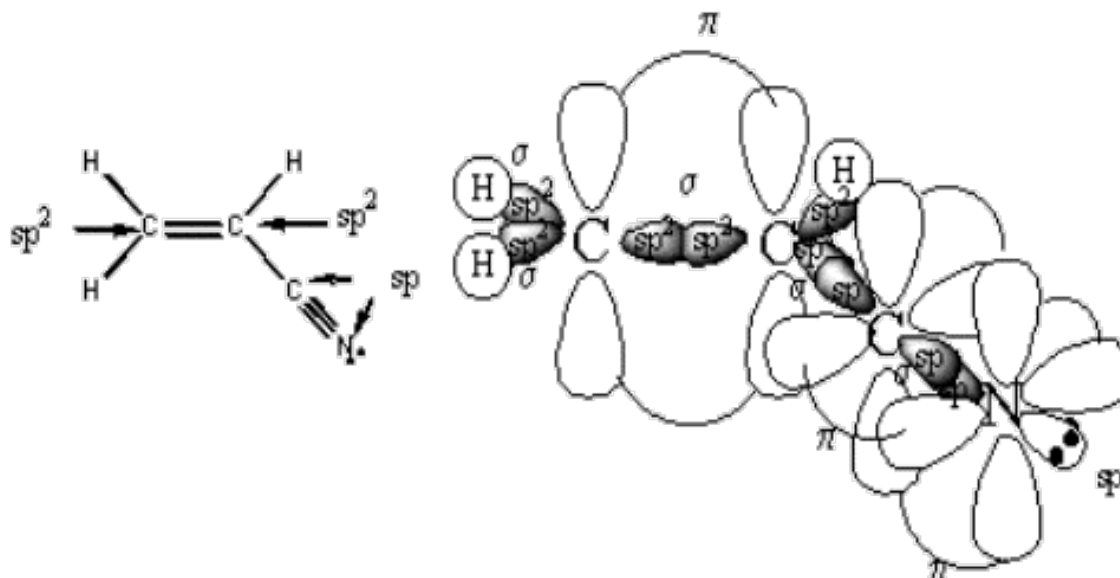


Figura 6: Estructura de Lewis del Acrilonitrilo

1.3.3. Incompatibilidades

El acrilonitrilo es una sustancia inestable que puede polimerizar de manera espontánea, por lo que es necesario evitar la luz y el calor que pueda provocar una presión interna excedente y hacer explotar los contenedores.

A parte de evitar altas temperaturas en los contenedores también es recomendable evitar chispas y llamas abiertas. Al descomponerse, el acrilonitrilo puede generar humos muy tóxicos de cianuro de hidrógeno y monóxido de carbono, y en contacto con álcalis y materiales oxidantes puede ocasionar incendios y explosiones.

1.3.4. Aplicaciones

En cuanto a las aplicaciones del acrilonitrilo, cabe destacar las fibras acrílicas como la mayor aplicación, seguida por las resinas ABS, el adiponitrilo o las resinas SAN, usadas en las resinas ABS.

Las fibras acrílicas se usan principalmente para la fabricación de prendas de vestir y para la fabricación de muebles. Éstas fibras consumen aproximadamente el 65% de la producción mundial de acrilonitrilo.

Como segundo uso mayoritario cabe destacar la producción de resinas ABS (acrilonitrilo, butadieno, estireno), que sirven para la fabricación de componentes de automóviles.

1.4. Métodos de obtención del Acrilonitrilo

1.4.1. Proceso Sohio

El proceso Sohio fue patentado en 1949, pero hasta 1959 no se descubrió un catalizador que permitiera producir acrilonitrilo de manera económicamente viable mediante este proceso.

Actualmente más del 90% de la producción de acrilonitrilo es llevada a cabo mediante el proceso Sohio, que parte de propileno, amoníaco y aire para producir el acrilonitrilo, usando un catalizador de Bi-Mo-O.

El proceso tiene lugar en un reactor de lecho fluidizado a 400-500°C y 0.5-2 bares. Es un paso simple por el reactor con una gran conversión. En el proceso Sohio se obtienen como subproductos principales acetonitrilo y ácido cianhídrico. A continuación en la figura 1.4.1.1 se resume el proceso Sohio.

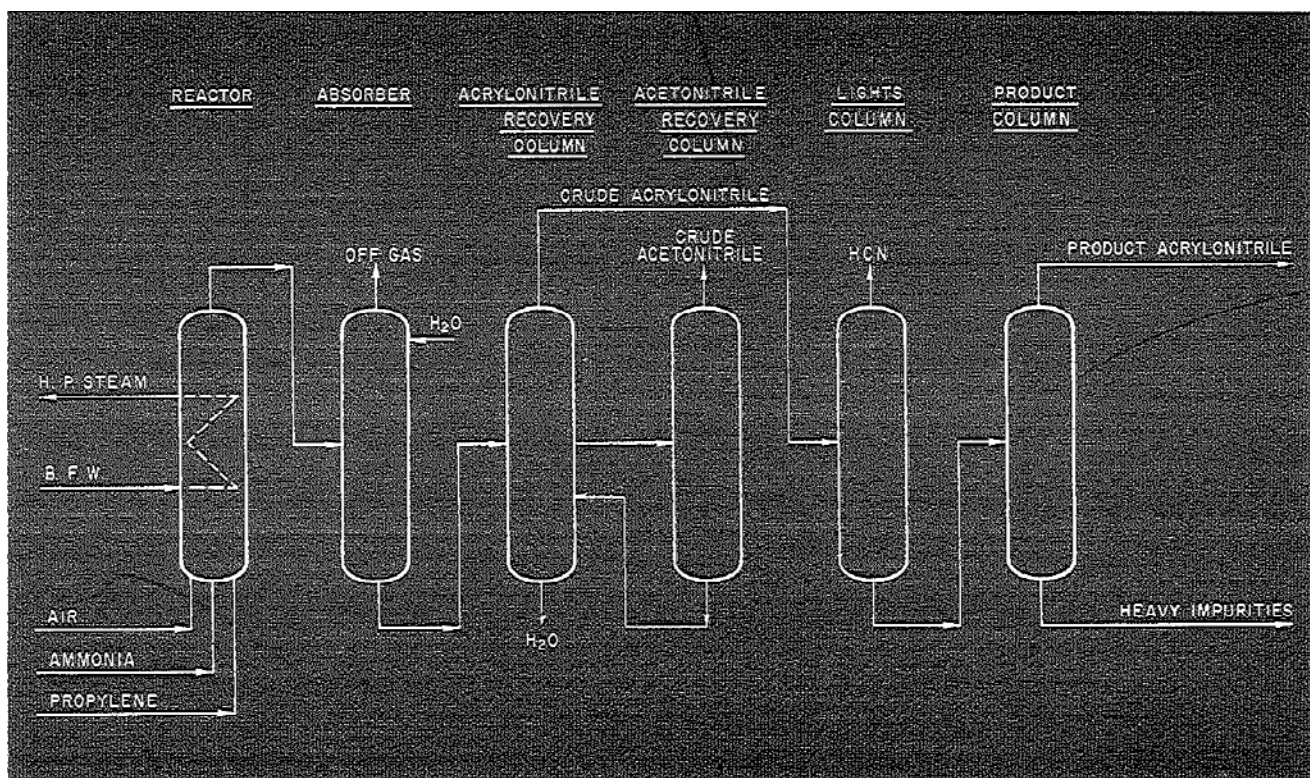


Tabla 1.4.1.1 Esquema del Proceso Sohio

Una vez a la salida del reactor el corriente de salida se pasa por un equipo llamado quench, que permite neutralizar con ácido sulfúrico los restos de amoníaco, mediante una absorción en contracorriente con agua. El corriente resultante se pasa por una columna de recuperación de acrilonitrilo junto a una de recuperación de acetonitrilo, obteniendo también el ácido cianhídrico.

Con éste proceso se puede obtener una conversión del 85% aproximadamente de acrilonitrilo respecto al propileno.

1. Especificaciones del proyecto

1.4.2. Procesos obsoletos

-Proceso de producción a partir de cianohidrina de etileno.

Proceso basado en la deshidratación catalítica de la cianohidrina de etileno, producida en una base catalítica a 60°C a partir de óxido de etileno y HCN. Finalmente se producía una deshidratación en fase líquida a 200°C en la presencia de carbonato de magnesio y sales de ácidos orgánicos con alcalinos y alcalinotérreos. La principal ventaja de este proceso era la escasa generación de impurezas, pero al no ser económicamente competitiva éste proceso de producción dejó de ser usado en los años 60.

-Proceso de producción a partir de acetileno y HCN.

Proceso consistente en la adición catalítica de ácido cianhídrico en acetileno. El proceso se llevaba a cabo a 80°C en ácido clorhídrico diluido y que contenía cloruro de cobre. El rendimiento del proceso era bueno, pero las materias primas eran caras, se producían diversas impurezas no deseadas y el catalizador requería de una frecuente regeneración, por lo que este proceso dejó de usarse en 1970 aproximadamente.

Otras rutas de producción de acrilonitrilo, de menor importancia, son nitratación de propeno, dehidrogenación de propionitrilo, acetaldehído y HCN, etc.

1.5. Proceso implementado en la planta

El proceso utilizado para la producción de acrilonitrilo es el proceso Sohio, que ya se ha explicado brevemente en el apartado 1.4.

Este proceso consiste en la reacción de oxidación de amoníaco y propileno en un reactor de lecho fluidizado, a unos 450°C y 2 bares de presión, mediante el uso de un catalizador de Bi-Mo-O y el posterior tratamiento del corriente obtenido para obtener acrilonitrilo como producto principal, ácido cianhídrico y sulfato de amonio como sub-productos.

La reacción que tiene lugar en el reactor es altamente exotérmica, por lo que será necesario un buen intercambio de calor y un buen aprovechamiento energético.

A continuación se muestra un listado de la distribución de las áreas decididas para el proyecto y se explican con un poco de detalle.

A-100	Área de tanques de materias primas
A-200	Área de purificación del aire
A-300	Área de reacción
A-400	Área de purificación del producto i obtención de sub-productos
A-500	Área de Medio Ambiente
A-600	Área de servicios
A-700	Área de turbinas
A-800	Piscina contra incendios
A-900	Área de tanques de producto
A-1000	Área de oficinas
A-1100	Parking

A-100. Área de tanques de materias primas

En esta zona se dispone de 15 tanques de almacenamiento de propileno, 10 de amoníaco y 2 de ácido sulfúrico. Los dos primeros se utilizarán como reactivo en el reactor del área 300 y el ácido sulfúrico se usará para neutralizar el amoníaco que no haya reaccionado en el quench del área 400.

Para las tres materias primas se dispone de un stock de 4 días, por si tuviera lugar algún tipo de incidente imprevisto, como una huelga. Las materias primas se almacenan a presión en estado gas.

A-200. Área de purificación del aire

En esta zona debe prepararse el aire aspirado de la atmósfera para la reacción, haciéndolo pasar por un filtro para eliminar las partículas sólidas en suspensión.

Cabe destacar que el aire no se pasará por una columna de adsorción para eliminar la humedad ya que el tratamiento es muy caro teniendo en cuenta el poco impacto que tiene no instalar la columna.

1. Especificaciones del proyecto

El aire es extraído del ambiente con un soplador, para posteriormente pasar por un compresor (C-201), que aumenta su presión hasta la de operación (2 bares) en el reactor.

A-300. Área de reacción

En esta zona las materias primas son calentadas hasta la temperatura de reacción, unos 70°C, en dos intercambiadores de calor que operan en paralelo (E-301/302).

Se dispone de dos reactores tubulares de lecho fluidizado (R-301/302) en los que se formará el acrilonitrilo a partir de propileno, amoníaco y oxígeno. Los reactores se encuentran rellenos de un catalizador de Bi-Mo-O. Debido al fuerte carácter exotérmico de la reacción, es muy importante tener un buen sistema refrigerante para mantener la reacción a la temperatura deseada. Los reactores tienen en su interior dos ciclones dispuestos en serie para recuperar el catalizador que se escapa de la zona de reacción con los gases de salida. Éste es regenerado en la parte inferior del reactor con el oxígeno de entrada.

Una vez las materias primas entran en el reactor comienza la reacción, que llegará a la temperatura de operación muy rápidamente debido al citado elevado carácter exotérmico de la reacción.

A-400. Área de purificación del producto i obtención de sub-productos

El corriente de salida de cada reactor, que se encuentra a unos 470°C es primeramente enfriado en un intercambiador de calor a 200°C para entrar en un quench (Q-401/402) que, mediante la adición de una corriente de ácido sulfúrico y agua, neutralizará el amoníaco que no haya reaccionado, obteniendo una corriente por colas formada principalmente por sulfato de amonio, que será mandado a un cristalizador de triple efecto (KRY-401). Así se obtendrán cristales de sulfato de amonio como sub-producto, que será enviado mediante un transporte neumático con nitrógeno al área 900, donde se almacenará en silos.

La fase gaseosa proveniente de los Quench (Q-401/402) se enfría en los intercambiadores de calor (E-403-1/2) con el objetivo de condensar los componentes pesados y mantener en fase gaseosa los gases no condensables y los componentes volátiles. A continuación estas corrientes se juntan y se introducen en el separador Bifásico (S-401). El objetivo de la introducción de este equipo en la línea del proceso es enviar al Absorbedor (SC-401) únicamente los componentes más ligeros y los gases no condensables en vez de enviar toda la corriente proveniente de los Quench. Con ello se logra tratar un caudal menor en el absorbedor, reduciendo las dimensiones de este equipo y operando en condiciones óptimas.

La fase gaseosa proveniente del Quench, como se ha comentado, entrará al absorbedor (SC-401), que se encargará de eliminar los componentes más ligeros (CO₂, CO, N₂, propileno, otros hidrocarburos que se puedan haber formado en reacciones secundarias)

1. Especificaciones del proyecto

que abandonarán el absorbedor por la parte superior en forma de gas y serán enviados al área 500 para su tratamiento antes de ser expulsados a la atmósfera.

La corriente que abandona el absorbedor por la cola será mezclada con la corriente líquida obtenida del separador bifásico. Esta corriente resultante será introducida en una torre de destilación de platos (TD-401). La importancia de esta torre radica principalmente en la separación de grandes caudales de agua y la mayor parte de acetonitrilo del corriente. Ello es importante porque a mayor caudal volumétrico a tratar necesitaremos equipos más grandes, lo que conlleva a una inversión mayor. Por otro lado la separación mayoritaria de Acetonitrilo en este punto del proceso facilita mucho la purificación posterior, ya que al haber una menor cantidad de Acetonitrilo, el azeótropo Acetonitrilo-agua será proporcionalmente menor al azeótropo Acrilonitrilo-agua, por lo que la pureza a obtener será más elevada.

La corriente que abandona la columna TD-401, la cual posee un elevado contenido en agua será enfriada e introducida en un decantador (D-401), en el cual se obtendrá una fase orgánica formada principalmente por acetonitrilo y acrilonitrilo que no se ha logrado recuperar en la columna TD-401, que será enviada a una empresa externa para ser tratada, y una fase acuosa compuesta totalmente de agua, la cual después de ser enfriada será utilizada en los Quench y en el absorbedor.

La corriente que abandona TD-401 por la zona de rectificación, compuesta mayoritariamente de acrilonitrilo, Acetonitrilo y HCN se introducirá en una segunda columna de destilación (TD-402), donde se recuperará por el destilado el ácido cianhídrico producido en la reacción con una elevada pureza, por lo que será vendido como sub-producto del proceso.

La corriente obtenida de las colas de la columna TD-402, que contiene mayoritariamente Acrilonitrilo, Agua y Acetonitrilo será enfriada e introducida en un decantador (D-402). Ello se realiza para separar la fase gaseosa, acuosa y orgánica. El objetivo de introducir este equipo en la línea del proceso radica en la necesidad de purificar más nuestro producto, por ello al separar la fase acuosa (agua) estamos concentrando el Acrilonitrilo, además poder reutilizar el agua extraída.

La fase orgánica que abandona el decantador, concentrada en Acrilonitrilo, es introducida en una última torre de destilación (TD-403), donde se llevará a cabo la purificación final del producto, obteniendo un producto por el destilado con una pureza del 99.9% por la zona de rectificación y una corriente por colas que se enviará, junto a la ya mencionada corriente que abandona D-401, a una empresa externa para ser tratada.

A-500. Área de medio ambiente

En la zona de medio ambiente se encuentra la incineración térmica, que permite la oxidación total hasta dióxido de carbono de todos los componentes orgánicos, mayoritariamente el propileno y el monóxido de carbono.

1. Especificaciones del proyecto

A-600. Área de servicios

Esta área dispone de todos los servicios necesarios para el funcionamiento de la planta.

- Electricidad: La estación transformadora, en la que se transforma la corriente eléctrica de media tensión a trifásico, para ser utilizada en la planta.
- Agua: Se dispone de un tanque de agua, en la que se utilizará el agua proveniente de la red y la corriente de los condensadores de la turbina. Cabe resaltar que en vías de proteger nuestros equipos, se evitará la aparición de corrosión e incrustaciones mediante la descalcificación y la desionización del agua.
- Vapor: Se dispondrá de 7 calderas de vapor de 3 pasos con economizador, que serán las encargadas de suministrar vapor a los reboilers de las columnas de destilación y a los reboilers E-413 y E-414. El vapor producido será conducido a un colector, desde donde se proporcionara a los diferentes equipos. Además cabe resaltar, que en condiciones normales de operación las calderas operarán al 90% de su capacidad para suministrar el vapor necesario a la planta.
- Agua de refrigeración: Se dispondrá de 3 tres Chillers capaces de operar con agua etileno-glicolada al 40 % en peso, capaces de generar un salto térmico de 0 a -8°C. Además se dispondrá de 2 grupos de frío de la casa comercial “Frigopack”, capaces de operar de -20 a 20°C.
- Aire Comprimido: En la planta se utilizara de un compresor de Tornillo, el cual suministrará el aire comprimido necesario a 8 bares a los equipos de instrumentación neumática de la planta.

A-700. Área de turbinas

La zona de turbinas, es el área utilizada para generar corriente eléctrica a partir de vapor de agua a presión y temperatura elevada.

El agua utilizada por la turbina es una corriente proveniente del tanque de agua del área 600, la cual se encuentra descalcificada y desionizada. Esta corriente pasa por una serie de intercambiadores de calor del área 400, en la que va absorbiendo el calor de estos equipos, calentándose. Dentro de los equipos que ceden calor a nuestra corriente de agua, cabe resaltar los intercambiadores E401/E402 los cuales al enfriar las corrientes de salida de los reactores R301/R302 que operan a 470 °C, ceden una gran cantidad de energía térmica a nuestra corriente. Esta corriente de salida a 220°C y 30 bares de presión, aún en fase líquida es la encargada de mantener la temperatura en nuestros reactores constante, por lo que a su salida se encuentra temperatura y presión elevada. A continuación ingresa a la turbina Siemens SST-150 (TB-701) produciendo 14 MW y descargando el vapor a una presión de 0.25 bares y 65°C. Esta Corriente entra a 3 condensadores en paralelo, que operan con agua etileno-glicolada proporcionada por los grupos de frío GF601/GF602, los cuales condensan la corriente y la devuelven al tanque de Agua del área de servicios para su reutilización.

1. Especificaciones del proyecto

A-900. Área de tanques de producto

En esta zona se dispone de 9 tanques de almacenamiento de acrilonitrilo, de 100 m³ cada uno y de 4 tanques de almacenamiento de HCN, que se venderá como subproducto.

1.6. Servicios

1.6.1 Aire comprimido

Los requerimientos de aire comprimido, necesarios para los equipos de instrumentación neumática de la planta, serán suministrados mediante un compresor de tornillo con aceite, el cual suministrará aire a una presión de 8 bares. Concretamente se utilizara el modelo SL-341 de la casa BOGE, el cual se detalla a continuación.

1.6.1.1 Descripción del proceso de compresión

El proceso de compresión se aprecia en la figura 1.6.1.1.1.

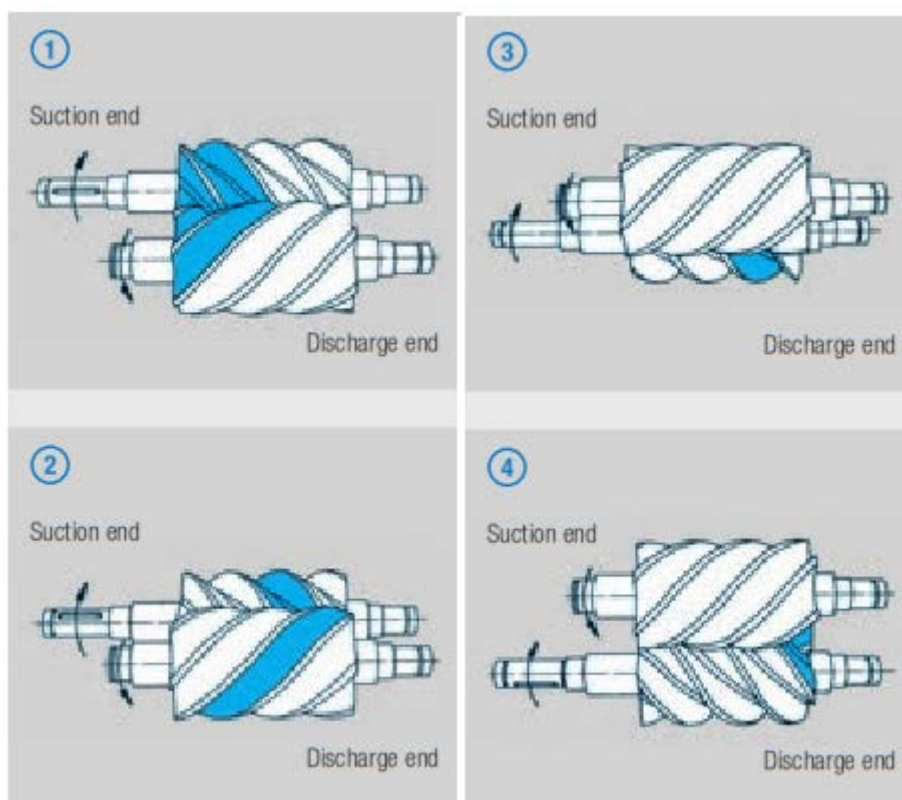


Figura 1.6.1.1.1 Proceso de Compresión.

Descripción:

1.- El aire es succionado y entra a los rotores.

2 y 3.- Al rotar los tornillos, la apertura de entrada del aire se va cerrando, el volumen de la cámara se reduce y la presión se incrementa. Durante este procedimiento, se inyecta aceite en los rotores para sellarlos y disipar el calor por compresión.

4.- Al finalizar la compresión empieza la etapa de descarga.

1. Especificaciones del proyecto

1.6.1.2 Descripción del Equipo (modelo SL-341)

En la Figura 1.6.1.2.1, se aprecia el equipo escogido.



Figura 1.6.1.2.1 Compresor de Aire de Servicio “Boge”, Modelo SL-341

Cuyas partes se detallan en la figura 1.6.1.2.2

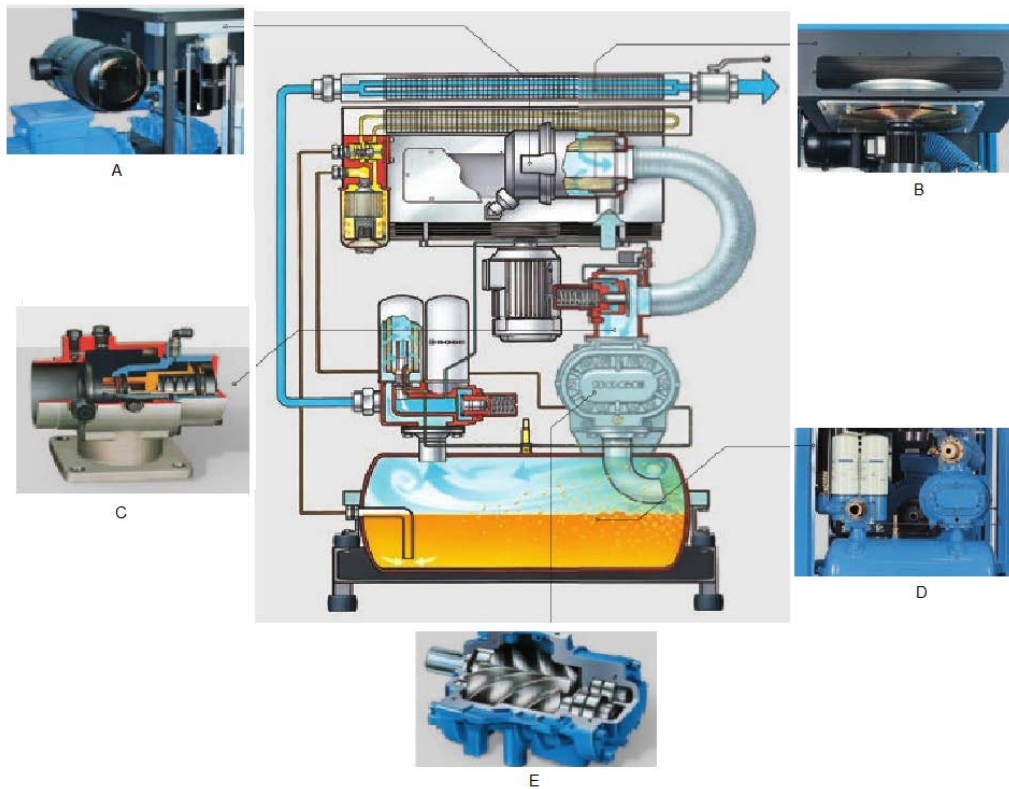


Figura 1.6.1.2.2 Esquema del Compresor SL-341

1. Especificaciones del proyecto

A.- Filtro de entrada de aire. Este filtro limpia la entrada de aire para prolongar los componentes del sistema lo máximo posible.

B.- Zona de enfriamiento. Ubicado en la zona de descarga del compresor, donde la temperatura es más alta. El aire de enfriamiento se descarga a la atmosfera.

C.- Control multifuncional. Asegura la mínima cantidad de aceite en el sistema, minimiza la pérdida de presión y sella herméticamente el circuito para prevenir la descarga de vapores de aceite. De este modo, operamos de forma segura en toda la operación y en situaciones de arranque o parada.

D.- Sistema de separación de aceite. Es un separador de aceite horizontal, en el que se minimiza la pérdida de presión.

E.- Compresor de tornillo con motor eléctrico. Posee un motor eléctrico clase F, IP55 Standard que se encuentra en la sección más fría del compresor.

1.6.1.3 Especificaciones del Equipo (modelo SL-341)

En la tabla 1.6.1.3.1 se detallan las especificaciones principales del equipo.

Figura 1.6.1.3.1 Especificaciones Principales del Compresor

Especificaciones del modelo SL 341		
Presión Max	(bar)	8
Descarga de Aire	(m3/min)	43.7
Consumo Motor	(kw)	250
Consumo ventilador	(kw)	7.5
Dimensiones W x D x H (mm)		3100 x 1910 x 2645
Salida del aire comprimido		DN 100
Peso equipo	(kg)	5000
ruido	dB(A)	83

Ventajas Adicionales

- Mantenimiento sencillo, ya que todas las partes del equipo son accesibles desde uno de los lados del compresor.
- Las tuberías de aceite son a prueba de fugas, incluso a presiones altas.
- Posibilidad de incorporar un sistema de refrigeración de agua.
- Posee un controlador integrado “BOGE focus control”, el que otorga varias opciones de control y monitoreo.
- Incluye un controlador de frecuencia que actúa entre el 25 y el 100% del flujo volumétrico de aire, produciendo el volumen exacto de aire a la presión requerida, minimizando los costos energéticos considerablemente.

1. Especificaciones del proyecto

- Detector de goteo integrado
- Posibilidad de recuperar el 85 % de la energía eléctrica suministrada.
- Reportes de Suministro de aire.

1.6.2 Calderas de Vapor

Las calderas de Vapor son equipos de servicio diseñados para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en el cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado. Estos equipos tienen la función de suministrar el calor necesario a los equipos que lo requieren.

En función de las condiciones de vapor requeridas, el caudal másico de vapor y la potencia calorífica necesaria, se ha escogido concretamente la caldera de 3 pasos del modelo BWR 270 de la casa Babcock Wanson, cuyo equipo se aprecia en la figura 1.6.2.1.

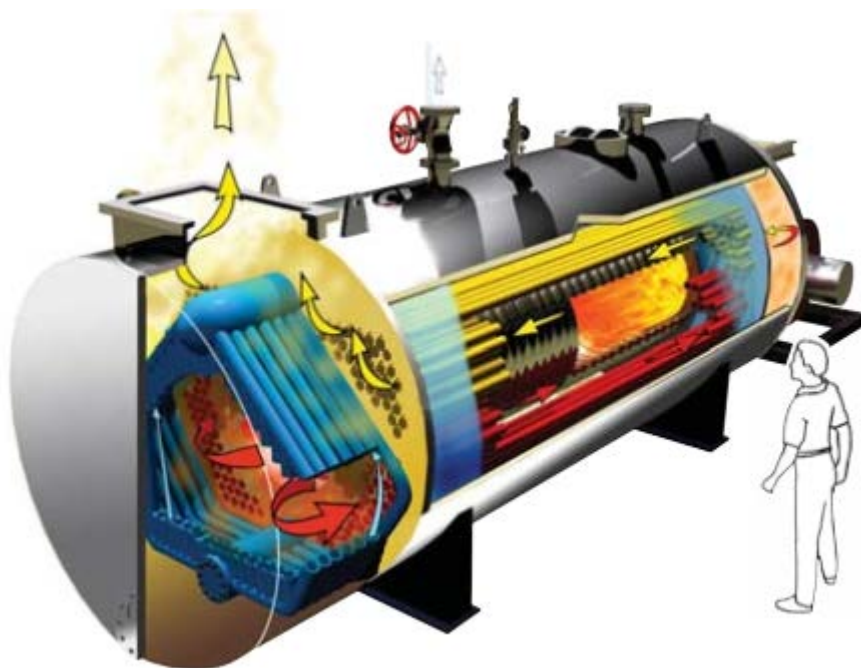


Figura 1.6.2.1 Ilustración de la caldera Babcock Wanson, modelo BWR 270

1. Especificaciones del proyecto

1.6.3 Descalcificadora de Agua

En la planta se dispondrá de equipos de descalcificación, lo cual nos permitirá disponer de agua descalcificada en la planta.

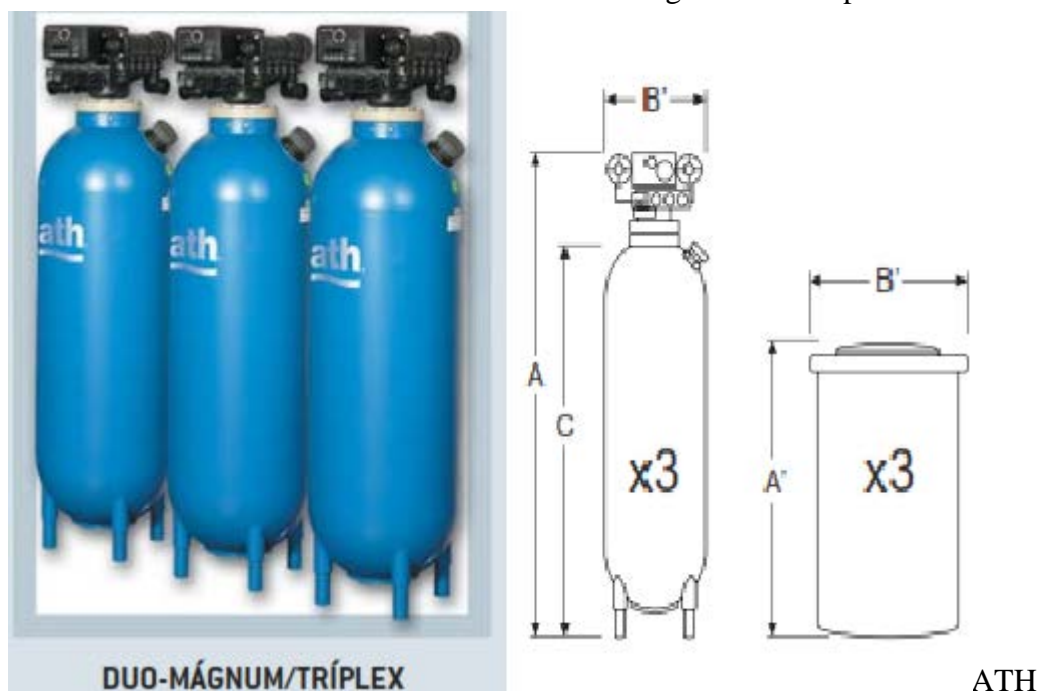
El objetivo de este equipo, es poner a la disposición de la planta toda el agua descalcificada necesaria en la puesta en marcha del proceso y reponer las pérdidas de agua que se producen en cada equipo en el que se utiliza vapor.

Es importante garantizar que el agua que se encuentra en el circuito esté libre de iones, ya que al producir vapor en las calderas estos se depositan y forman incrustaciones perjudicando la instalación y el correcto funcionamiento de los equipos, encareciendo el mantenimiento.

Por otro lado, el agua descalcificada tiene tendencia a producir corrosión, por lo que es conveniente tratar el agua con un método complementario, como la adición de productos anticorrosivos.

Concretamente en nuestra planta utilizaremos Duo-Mágnum/750/Tríplex de la casa ath, tal como se aprecia en la figura 1.6.3.1.

Figura 1.6.3.1 Ilustración de la descalcificadora Duo-Mágnum/750/Tríplex de la casa



Estos equipos son construidos con poliéster reforzado con fibra de vidrio, posee un microprocesador incorporado, que ofrece múltiples posibilidades de programación y ajuste. Además, el funcionamiento de las 3 columnas es secuencial, regenerándose secuencialmente, lo que permite tratar altos caudales en continuo.

1.6.4 Agua desionizada

En nuestra planta hemos de tratar el agua que va a las turbinas, ya que al producirse vapor si el agua no estuviese desionizada se producirían incrustaciones o sarros, los cuales producirían corrosión y disminuirían la transferencia térmica en los equipos.

Es por ello que en la planta se utilizara un electro-desionizador, específicamente el modelo Vantage™ VNX 12 de la casa Siemens, el cual posee una estructura de acero al carbono o inoxidable y se aprecia en la figura 1.6.4.1.



Figura 1.6.4.1 Ilustración del desionizador Siemens, modelo Vantage™ VNX 12

La electrodesionización es un proceso continuo, en el que intervienen una pequeña cantidad de resinas de intercambio iónico, membranas semipermeables aniónicas y catiónicas alternadas y una corriente eléctrica continua entre dos electrodos.

El agua atraviesa un modulo, en el que debido al potencial eléctrico aplicado a los electrodos, se provoca la migración de los iones, produciéndose así la desionización, desviándolos a los compartimentos concentrados. Este flujo de iones en el equipo está limitado por las membranas catiónicas y aniónicas, tal como se aprecia en la figura 1.6.4.2.

1. Especificaciones del proyecto

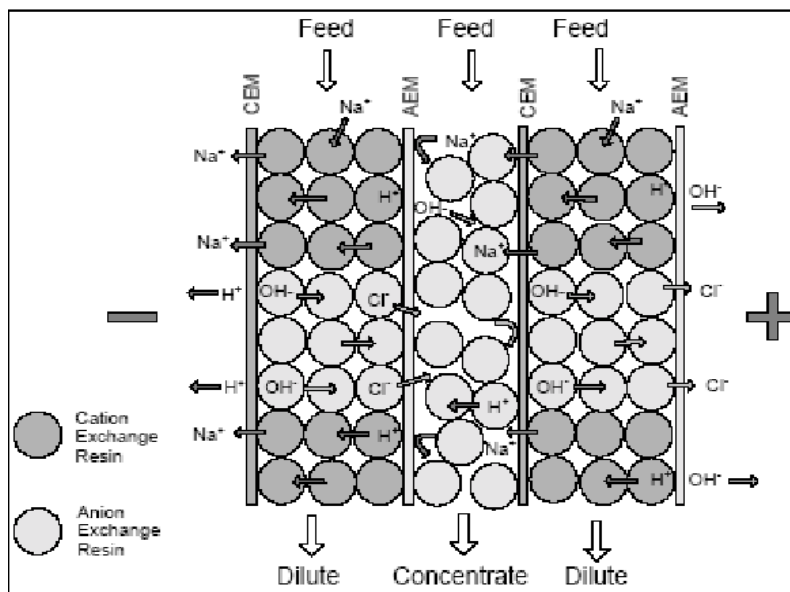


Figura 1.6.4.2 Esquema de las membranas del desionizador.

A continuación, en la tabla 1.6.4.1 se presentan las especificaciones del electrodesionizador Vantage™ VNX 12.

Tabla 1.6.4.1 Especificaciones del electro-desionizador modelo Vantage™ VNX 12

Especificaciones del Equipo	
Producto máximo (m3/h)	204
Producto nominal (m3/h)	136.3
Producto mínimo (m3/h)	68.1
Voltaje (VAC)	575
Frecuencia (Hz)	60
Dimensiones (cm)	457 x 244 229
Recuperación Típica (%)	90- 95
Presión Entrada (bar)	3.1
Presión de Salida (bar)	1.37
Temperatura de entrada (-C)	15.56

Ventajas del Equipo

- Instalación y puesta en marcha rápida
- Es amigable con el medio ambiente
- Bajo mantenimiento y costo operacional
- Diseño compacto, ahorrando espacio
- Modulo operativo libre de fugas al 100%

1. Especificaciones del proyecto

- No hay necesidad de agentes químicos o tanque desionizantes
- Certificado ISO9001

1.6.5 Nitrógeno

El nitrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido y no tóxico, es un gas no inflamable que existe a la temperatura y presión atmosférica. Es más ligero que el aire, debido a su baja densidad relativa, es soluble en el agua y en otros líquidos y es un mal conductor del calor y de la electricidad. Su característica de gas inerte lo hace ideal en diversas aplicaciones, especialmente en la industria química.

El nitrógeno se utilizará en nuestra planta por las siguientes razones:

- Seguridad: Para eliminar el riesgo de inflamaciones y explosiones, dado la posibilidad de crear ambientes explosivos entre el acrilonitrilo y el aire.
- Calidad: Para crear una atmósfera inerte en los equipos en los que la presencia de oxígeno y humedad puedan causar el deterioro de nuestros productos, al causar reacciones secundarias o productos secundarios.
- Protección: Debido a la atmósfera inerte, no se forman productos corrosivos que debido a la acción del oxígeno o el agua, este hecho hace aumentar el tiempo de vida de los equipos y de las instalaciones, además de conllevar a un ahorro importante en el mantenimiento.

En concreto nosotros utilizaremos tanques de nitrógeno líquido de la casa Air Liquide, el cual contará con un volumen de nitrógeno líquido de 3 metros cúbicos, equivalentes a 2073 metros cúbicos a 1 atmósfera y 15 °C.

El diseño de la instalación típica proporcionada por Air liquide y el tanque de almacenaje se aprecian en la figura 1.6.5.1.

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

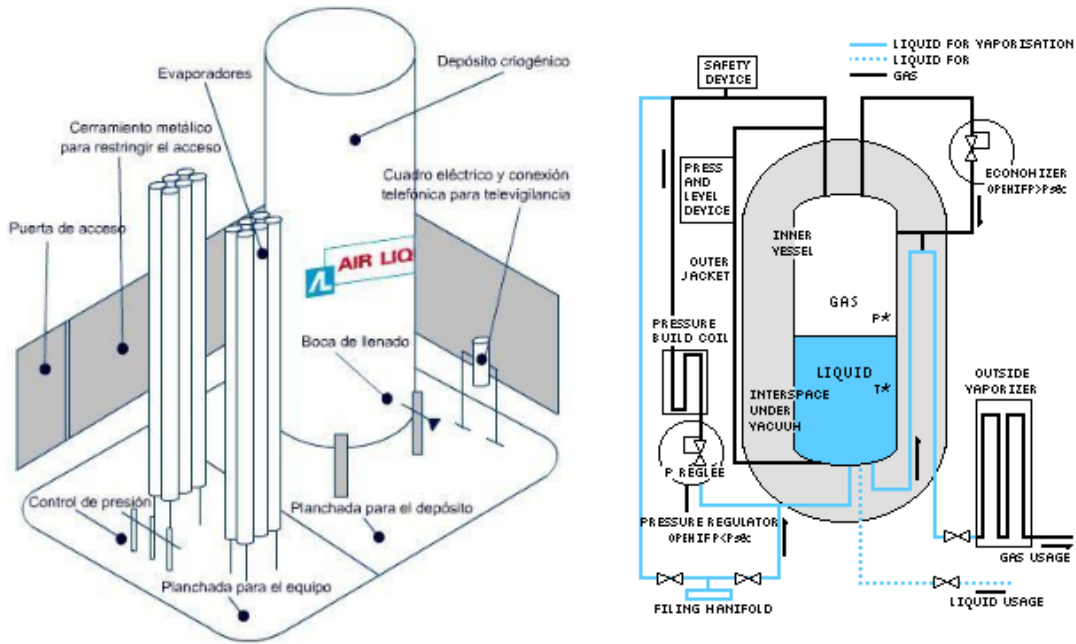


Figura 1.6.5.1 Diseño de la instalación típica y tanque de almacenaje de nitrógeno líquido.

1.6.6 Agua de la Red

El agua de la Red llegará a nuestra planta a pie de parcela a una presión de 4kg/cm² en una tubería de 200 mm de diámetro.

1.6.7 Gas natural

Nuestra planta dispondrá de una conexión a pie de parcela de gas natural a una presión de 1.5 kg/cm².

En vías de conocer la demanda de gas natural, en la tabla 1.6.7.1 se detallan los equipos que lo requieren y el consumo total en m³/h.

Figura 1.6.7.1 Equipos consumidores de Gas Natural

Equipo	Consumo m ³ /h
CV-601	2527.5
CV-602	2527.5
CV-603	2527.5
CV-604	2527.5
CV-605	2527.5
CV-606	2527.5
CV-607	2527.5
TOTAL	17692.5

1. Especificaciones del proyecto

1.6.8 Grupo electrógeno

Nuestra planta dispondrá de un grupo electrógeno Diesel, para asegurar la continuidad del suministro eléctrico en el caso que exista algún problema en la red de suministro eléctrico. Con ello nos aseguraremos que los principales equipos y sistemas de control operen de forma segura en nuestra planta.

Concretamente utilizaremos el modelo STANDBY 5720 ekW 7150 kVA de la casa Caterpillar, el cual se aprecia en la figura 1.6.8.1



El cual es capaz de suministrar la energía necesaria (5720 Kw) para operar con seguridad en nuestra planta.

1.6.9 Agua de refrigeración (Chiller)

En nuestra planta dispondremos de una unidad enfriadora de líquido o Chiller. Este equipo consta de un circuito cerrado en el interior, en el cual circula un fluido refrigerante. El equipo posee un sistema completo de refrigeración que incluye un compresor, un condensador, evaporador, válvula de expansión, refrigerante, tuberías y una bomba de impulsión.

En concreto utilizaremos el modelo 1450.2 (AB) versión de la casa Ferroli, el cual se aprecia en la figura 1.6.9.1.



Figura 1.6.9.1 Ilustración del Chiller de la casa “Ferroli”, modelo 1450.2 (AB)

1. Especificaciones del proyecto

Las especificaciones generales del equipo se aprecian en la tabla 1.6.9.1

Tabla 1.6.9.1 Especificaciones generales del Chiller

Temperatura exterior (·C)	25
Temperatura agua de salida (·C)	5
Caudal de agua (l/s)	68.3
Perdida de presión en el agua (kPa)	46
Capacidad de enfriamiento (kW)	1511
Potencia de entrada al compresor (kW)	366
Total Power input (kW)	494

Dado a que en nuestra planta hemos de operar a temperaturas de salida de agua de refrigeración más baja, operaremos con agua etileno glicolada al 40% en peso para obtener agua de refrigeración a -8·C, por lo que hemos de tomar en consideración, los factores de corrección que implican esa variación, los cuales se aprecian en la tabla 1.6.9.2.

Tabla 1.6.9.2 Factores de Corrección del Chiller

Caudal de agua (l/s)	0.607
Perdida de presión en el agua c.f	1.25
Total Power input c.f	0.76

Y tomando en consideración los factores de corrección, en la tabla 1.6.9.2, se resume las condiciones de operación de nuestro Chiller.

Tabla 1.6.9.1 Condiciones de Operación del Chiller

Temperatura exterior (·C)	25
Temperatura agua de salida (·C)	-8
Caudal de agua (kg/h)	161636.84
Presión de entrada (kPa)	257.5
Presión de salida (kPa)	200
Perdida de presión en el agua (kPa)	57.5
Capacidad de enfriamiento (kW)	1511
Total Power input (kW)	375.44

1.6.10 Bombas contra incendios

Para cumplir la normativa general de seguridad industrial contra incendios (RD 2267/2004), se colocaran bombas capaces de impulsar un caudal de 350 m³/h para subministrar el agua necesaria para todos los equipos anti incendios situados en la planta. Además, cabe recalcar que se dispone de una reserva de agua en función del riesgo de la planta en un plazo de 1.5 horas.

La distancia entre los hidrantes de la planta será de 80 metros de forma que desde cualquier punto de la planta haya uno disponible a unos 40 metros de distancia i las tuberías que subministran el agua serán de acero al carbono con un diámetro nominal de 12 pulgadas.

Cada hidrante subministrará agua en un radio aproximado de 40 metros i cada zona de la planta contará con un mínimo de dos hidrantes.

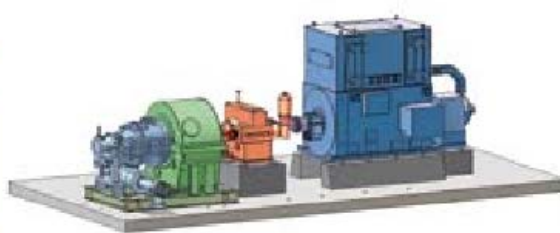
1.6.11 Turbinas

En nuestra planta dispondremos de una Turbina, con la que generaremos energía eléctrica a partir del vapor generado en el proceso, disminuyendo así nuestros costos energéticos en la planta. En vías de escoger la turbina que emplearemos en la planta, en primero instancia hemos de decidir, que tipo de turbina será. Existen dos tipos de turbinas en el mercado, de contrapresión y de condensación. La primera se utiliza como expansor para reducir la presión de vapor, generando energía y descargando el vapor de salida a una presión elevada, siendo esta aprovechable en el proceso. El segundo tipo de turbinas presenta un gran rendimiento, esta turbina tiene una presión de descarga que puede ser inferior a la atmosférica debido a la condensación del vapor de salida.

En concreto se ha seleccionado la turbina SST-150 de la casa Siemens para generar energía eléctrica, la cual se aprecia en la figura 1.6.11.1.



SST-150 (hasta 20 MW)



1.6.12 Bomba de vacío

Nuestra planta cuenta con una bomba de vacío, que se utilizará sobre el condensador de la torre de destilación TD-403 (CD-403) a 0.3 bar de presión. Esta bomba se conectará

1. Especificaciones del proyecto

al condensador y succionará el aire que ocupa el volumen equivalente al del condensador, la propia columna y el reboiler (RB-403), ya que todos ellos deben operar al vacío.

Para dimensionar la bomba se ha calculado el volumen mencionado y definiendo un tiempo de succión de 4 minutos para hacer el vacío y con el caudal volumétrico obtenido se ha seleccionado una bomba de la marca comercial Sterling Sihi, en concreto el modelo SL2100, cuya ficha de especificación se puede encontrar en el apartado de tuberías, válvulas y accesorios de esta memoria.

La figura siguiente muestra una imagen de la bomba seleccionada.



1.6.13 Electricidad

En nuestra planta disponemos de equipos, sistemas de control, ordenadores, equipos lumínicos que consumen electricidad. Por ello, en vías diseñar la estación transformadora que necesitamos hemos de conocer cuál es el requerimiento eléctrico de nuestra planta.

La función de la estación transformadora es convertir la electricidad que llega a la planta de media tensión (disponemos de una conexión de 20 Kv) a baja tensión. La tensión entre las fases será de 380 V.

Desde la estación transformadora, se distribuirán las líneas trifásicas con toma a tierra, neutro y las 3 fases a cada zona cada zona (cada una con su correspondiente tensión). Los cables son de cobre recubierto con PVC.

A continuación se presentan los equipos consumidores de electricidad en cada área.

Área 100

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

Ítem	Potencia Requerida (KW)
P101	1.06
P102	1.06
P103	1.01
P104	1.01
P105	2.15
P106	1.51
P107	1.51
TOTAL	9.32

Área 200

Ítem	Potencia Requerida (KW)
C-201	848.16
B-201	223.80
TOTAL	1071.96

Área 300

Esta área no dispone de ningún equipo consumidor de electricidad.

Área 400

Ítem	Potencia Requerida (KW)
P401	0.45
P402	0.45
P403	13.79
P404	0.08
P405	1.80
P406	5.98
P407	9.20
P408	0.59
P409	15.09
P410	1.61
P411	1.43
P412	2.27
P413	0.33
P414	5.65
P415	14.14
P416	79.51
P417	0.26
P418	6.82
P419	0.13

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

P420	6.29
P421	5.11
P422	0.14
P423	0.44
P424	0.37
P425	0.69
P426	0.12
P427	1.89
P428	5.99
P429	3.05
P430	0.32
P431	0.13
P432	1.33
AG-401	0.03
AG-402A	5.92
AG-402B	5.92
AG-403A	0.14
AG-404	0.02
TOTAL	197.46

Área 500

Esta área no dispone de ningún equipo consumidor de electricidad.

Área 600

Ítem	Potencia Requerida (KW)
P601	30.43
P602	1.09
P603	5.42
P604	61.60
CV-601	88.30
CV-602	88.30
CV-603	88.30
CV-604	88.30
CV-605	88.30
CV-606	88.30
CV-607	88.30
CHI-601	375.44
CHI-602	375.44
CHI-603	375.44

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

CC-601	257.50
GF-601	1500.00
GF-602	1500.00
TOTAL	5100.47

Área 700

Ítem	Potencia Requerida (KW)
P701	64.73

Área 800

Esta área no dispone de ningún equipo consumidor de electricidad.

Área 900

Esta área no dispone de ningún equipo consumidor de electricidad.

Área 1000

Esta área no dispone de ningún equipo consumidor de electricidad.

Área 1100

Esta área no dispone de ningún equipo consumidor de electricidad.

1.6.12.2 Potencia total requerida en la planta

En vías de calcular la potencia total requerida en la planta, además de conocer la potencia requerida por los equipos de cada área, se ha de calcular la potencia lumínica requerida. Para ello se ha hecho uso de la siguiente ecuación.

$$P_{lumínica} = A_{zona} * 0.05$$

Siendo

- $P_{lumínica}$: La potencia requerida para el sistema de iluminación
- A_{zona} : Área de la zona en metros cuadrados.

Las potencias totales de cada área y la potencia total requerida se aprecian en la tabla 16.11.2.1

Tabla 1.6.11.2.1 Potencia total requerida en la Planta

Planta de producción de Acrilonitrilo

1. Especificaciones del proyecto

Área	Potencia Requerida por los equipos [kw]	Área de la zona [m2]	Potencia Lumínica requerida [kw]	Potencia Total Requerida [kw]
100	9.32	1947.75	97.39	106.71
200	1155.80	237.80	11.89	1167.69
300	0.00	320.16	16.01	16.01
400	197.46	2194.88	109.74	307.20
500	0.00	553.75	27.69	27.69
600	5100.47	6594.51	329.73	5430.19
700	64.73	444.08	22.20	86.93
800	0.00	226.98	11.35	11.35
900	0.00	1194.64	59.73	59.73
1000	0.00	3216.00	160.80	160.80
1100	0.00	5339.00	266.95	266.95
POTENCIA TOTAL REQUERIDA POR LA PLANTA				7641.25

En vías de prever la posible incorporación de equipos nuevos que requieran suministro eléctrico, consideraremos un incremento del 10 % en la potencia total requerida. Siendo la Potencia sobredimensionada requerida de 8405.6 kW.

Para conocer en definitiva la potencia requerida, hemos de considerar el factor de potencia (85%) para obtener la capacidad total de la potencia eléctrica en la planta, según la siguiente ecuación.

$$KVA = \frac{P_{total\ sobredimensionada}}{factor\ de\ potencia}$$

Obteniendo de este modo, una potencia total de 9888.7 KVA.

1.6.12.3 Dimensionamiento de las líneas

Conocidos los requerimientos eléctricos de cada zona hemos de calcular la sección del cable a utilizar, ello se realiza teniendo en cuenta la longitud entre la estación transformadora y los equipos. Para ello hemos de tomar en cuenta las medidas estandarizadas en mm2.

1,5 / 2,5 / 4 / 6 / 10 / 16 / 25 / 35 / 50 / 70 / 95 / 120 / 150 / 185 / 240

En el caso que la sección del cable sea superior a 240 mm2, lo que se hace es distribuir la potencia en otras líneas hasta que la sección estandarizada sea inferior a la máxima.

Para ello se ha de determinar la intensidad de la línea, según la siguiente ecuación.

$$A = (1000 \cdot Kw) / (3^{0.5} \cdot PF \cdot V)$$

1. Especificaciones del proyecto

Siendo:

- A = intensidad
- PF = Factor de potencia
- V = voltaje (380 V)

Y en la realización del cálculo de la sección de cable se ha aplicado la siguiente ecuación.

$$S = \frac{3^{0.5} \cdot \rho \cdot L \cdot A \cdot \text{Cos}\phi}{\Delta V}$$

Siendo

- S = Área de la sección (mm²)
- L = Longitud del cable
- Cos ϕ = Factor de Potencia Activa (0.85)
- ΔV = Caída de tensión de Voltios como consecuencia de las resistencias, se considera el 5% en plantas industriales.
- ρ = Resistividad del Cobre

Los resultados obtenidos del dimensionamiento de las líneas de cada zona se aprecian en la tabla 1.6.11.3.1

Tabla 1.6.11.3.1 Dimensionamiento de las líneas de cada área.

Área	Potencia Requerida por los equipos [kw]	Intensidad [A]	Longitud [m]	Número de líneas	Sección Calculada [mm ²]	Sección normalizada [mm ²]	Diámetro del cable [mm]
100	106.71	190.96	120	1	30.58	35	6.68
200	1167.69	2089.68	40	1	111.53	120	12.36
300	16.01	28.65	80	1	3.06	4	2.26
400	307.20	549.76	50	1	36.68	50	7.98
500	27.69	49.55	40	1	2.64	4	2.26
600	5430.19	9717.77	40	3	172.88	185	15.35
700	86.93	155.58	40	1	8.30	10	3.57
800	11.35	20.31	80	1	2.17	4	2.26
900	59.73	106.90	120	1	17.12	25	5.64
1000	160.80	287.76	150	1	57.59	70	9.44
1100	266.95	477.73	120	1	76.49	95	11.00

1. Especificaciones del proyecto

1.7. Estación transformadora

La planta dispondrá de una estación transformadora, cuya función es convertir la electricidad que llega a la planta de media tensión (disponemos de una conexión de 20 Kv) a baja tensión. La tensión entre las fases será de 380 V.

Desde la estación transformadora, se distribuirán las líneas trifásicas con toma a tierra, neutro y las 3 fases a cada zona cada zona (cada una con su correspondiente tensión). Los cables son de cobre recubierto con PVC.

Según los requerimientos eléctricos de la planta (9888.7 KVA), se ha escogido la estación transformadora de la casa comercial “CNC”, modelo sfz9-10000/35, la cual se aprecia en la figura 1.7.1



Tabla 1.7.1 Estación transformadora CNC, modelo sfz9-10000/35

La estación transformadora escogida permite operar con un voltaje primario entre [35-10] Kv, a una frecuencia de 50 Hz y ofreciendo una capacidad de hasta 10000 KVA en un sistema trifásico.

1. Especificaciones del proyecto

1.8. Nomenclatura

A continuación se muestra una tabla con el contenido de las diversas abreviaturas que se emplean en el grueso del proyecto.

Ítem	Nomenclatura
Tanque	T
Filtro	F
Soplador (blower)	B
Compresor	C
Bomba	P
Reactor	R
Intercambiador de calor	E
Ciclón	CN
Agitador	AG
Condensador	CD
Decantador (separador trifásico)	D
Tanque de mezcla	M
Quench	Q
Reboiler	RB
Separador bifásico gas-líquido	S
Absorbedor	SC
Tanque de condensados	TC
Torre de destilación	TD
Tanque pulmón	TP
Cristalizador	KRY
Chimenea	CH
Incineradora térmica	IT
Chiller	CHI
Compresor de tornillo	CT
Caldera de vapor	CV
Descalcificadora de agua	DA
Electro-desionizador	ED
Estación transformadora	ET
Generador de electricidad	GE
Grupo de frío	GF
Tanque de agua de servicio	TA
Turbina	TB
Silo	SL

1. Especificaciones del proyecto

1.9. Propuesta de mejoras

Debido fundamentalmente a la falta de tiempo, no ha sido posible profundizar en todos los aspectos de los que se forma el proyecto ni evaluar todas las alternativas posibles ante las decisiones que se han tenido que tomar. Es por eso que el diseño de la planta se podría haber mejorado en algunos ámbitos. Aunque no se van a calcular o a describir con detalle, aquí se presenta una lista de mejoras que creemos que podrían mejorar el rendimiento de nuestra hipotética planta de producción de acrilonitrilo.

- La columna TD-401, que tiene como objetivo la eliminación del acetonitrilo del corriente de proceso para obtener una corriente más pura en acrilonitrilo, se podría haber diseñado de forma que, además de recuperar el acrilonitrilo, se obtuviera un corriente lateral que contuviera el acetonitrilo con una elevada pureza, con lo que se podría haber vendido como sub-producto y aumentar así los beneficios de la planta.
- El sistema de blower (B-201) y compresor (C-201) del área 200 (tratamiento del aire) se podría haber simplificado a únicamente un blower, ya que tal y como está diseñado en este proyecto, el blower eleva la presión del aire a 1.1 bar y el compresor vuelve a comprimir el gas hasta 2 bar. Una vez vista las características que ofrecen los blowers comerciales, hemos visto que sería posible elevar la presión del aire de 1 a 2 bar en una única etapa. De esta forma, se ahorrarían costos y por tanto mejoraría el beneficio económico.
- Las corrientes de servicio (agua) que abandonan el intercambiador de calor E-301 y E-302 no tienen un uso definido así que se ha tomado la decisión de deshacerse de ellas. Es probable que con otra configuración de las corriente de servicio consiguiéramos aprovechar toda el agua generada en la reacción y la que subministramos de la red, con lo que optimizaríamos más los recursos disponibles y por tanto se reducirías los costes de servicio de nuestra planta.
- Durante la reacción se forman cantidades significativas de CO₂, que en nuestra planta es incinerado junto a otros gases no deseados y evacuados a la atmosfera. Se podría haber buscado una empresa que produjera carbonato sódico que estuviera interesada en adquirirlo.
- Una gran parte del coste inmovilizado de nuestra planta recae en los tanques de almacenamiento de materias primas, ya que se requieren grandes cantidades para llevar a cabo la reacción. Se podría haber reducido el número de tanques intentando optimizar al máximo el reactor de manera que la conversión alcanzada fuera más elevada. Otra alternativa hubiese sido considerar menos días de stock, que si bien es cierto que implicaría correr el riesgo de no poder abastecer la planta o no poder almacenar el acrilonitrilo y los sub-productos en caso de una huelga de transportistas, por ejemplo, esto generaría unos beneficios significativamente mayores para la planta.