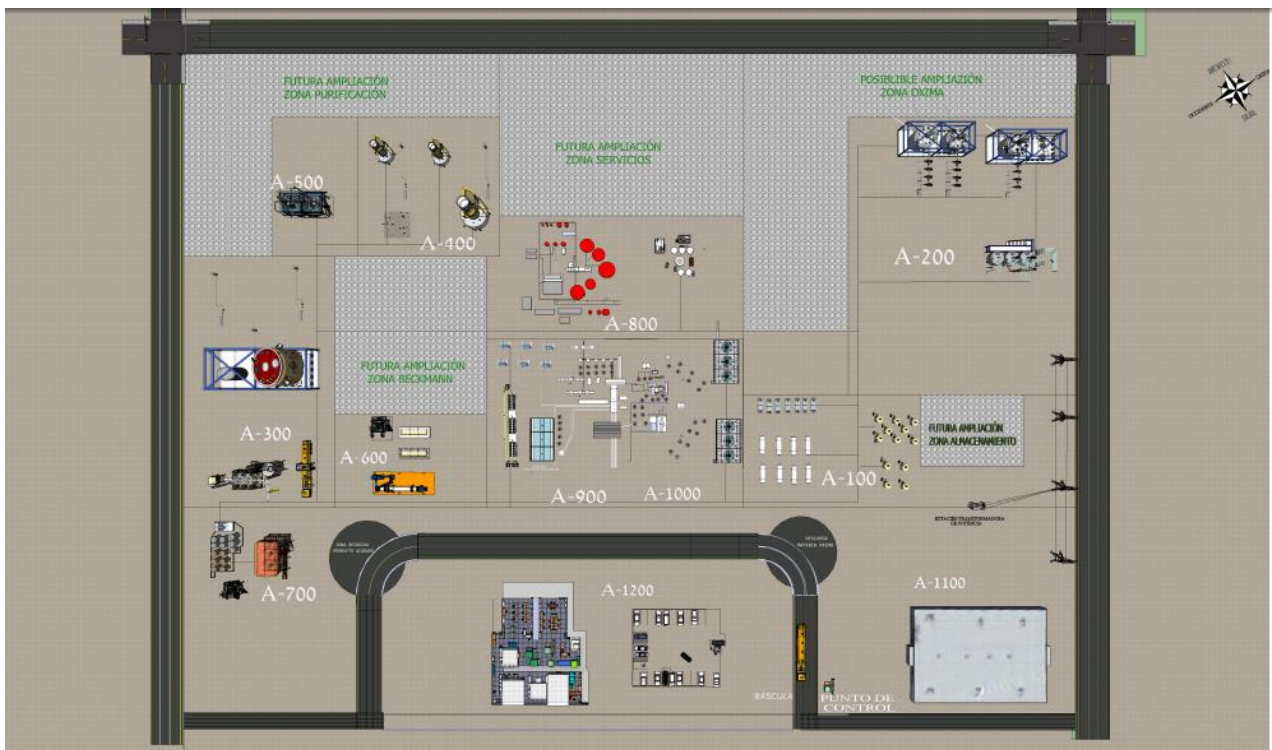


ENGINYERIA QUÍMICA

PROJECTO FINAL DE CARRERA – JUNIO 2013

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA



JOSE SALVADOR MBA MANGUE

Cerdanyola del Vallés, a 14 Junio de 2013

INDICE DE CONTENIDOS

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	
2. EQUIPOS	
3. DIAGRAMAS Y PLANOS	
1.1.-Definición del proyecto	6
1.1.1. Objetivo del proyecto	6
1.1.2. Alcance del proyecto.....	6
1.1.3.-Nomenclatura.....	7
1.1.3.1.-Áreas de la planta	7
1.1.3.2.-Fluidos de proceso.....	7
1.1.3.3.-Equipos	8
1.2. <i>Métodos de obtención de Caprolactama</i>	9
1.2.1. Métodos tradicionales	9
1.2.2. Producción de Caprolactama en fase gas	10
1.3.- Descripción general del proceso.....	11
1.3.1 Amoximación	11
1.3.1.1 Cinética del proceso de amoximación	11
1.3.1.2 Descripción del proceso amoximación	14
1.3.1.3. Detalles operaciones.....	18
1.3.2. Transposición en fase gas.....	19
1.3.3. Primera etapa de purificación. Ciclohexanona oxima.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.4. Segunda etapa de purificación. Caprolactama	¡Error! Marcador no definido.
1.4.-Constitución de la planta	21
1.4.1.-Normativas	21
1.4.2 Criterios a seguir en la construcción de la planta.....	21
1.4.4.-Plantilla de trabajadores.....	22
1.5.-Balance de materia	23
2.1.-Listado de equipos	32

2.2. Hojas de especificaciones de equipos	35
2.2.1. Hojas de especificación de equipos área 200	36
2.2.2. Hojas de especificación de equipos área 400	42
3.1. Layout de la planta	45
3.2. Diagrama de proceso	45
3.3. Diagrama de ingeniería área 200	45
3.4. Diagrama de ingeniería área 400	45

1.-Especificaciones del proyecto

1.1.-Definición del proyecto

1.1.1. Objetivo del proyecto

Este proyecto tiene como objetivo, en su carácter más amplio, estudiar la viabilidad la construcción y operación de una planta de fabricación de *Caprolactama* a partir de *Ciclohexanona*. El proyecto además de ser viable técnica y económicamente, ha de cumplir toda la normativa y legislación vigente.

Esta versión más resumida del proyecto incluye, además del diagrama general de proceso, el diseño de los equipos involucrados en un área de producción y una de separación. Se tienen en cuenta las normas básicas de diseño de equipos e instalación, seguridad, control, y se presenta una urbanización de la parcela.

La planta está pensada para satisfacer las siguientes especificaciones:

- Capacidad de producción: 45 .000 Tm/año.
- Funcionamiento de la planta: 300 días/año.
- Presentación de producto final: Sólido en Big-Bags 800 kg

1.1.2. Alcance del proyecto

El presente proyecto incluye los siguientes puntos:

- Diseño y especificaciones de los equipos involucrados en las áreas A-200 y A-400.
- Diseño y especificación del sistema de control de la planta en las áreas involucradas.
- Diseño y especificaciones de tuberías y bombas, compresores, etc.
- Estudio del sistema de seguridad a seguir en plantas químicas para cumplir la normativa legal vigente.
- Urbanización de la parcela (layout).
- Evaluación económica de las dos áreas.
- P&ID de las dos áreas.

1.1.3.-Nomenclatura

1.1.3.1.-Áreas de la planta

Tabla 1.1.1 Áreas de la planta

NOMBRE	ÁREA
A-100	Almacenamiento de materia prima
A-200	Producción de la Oxima
A-300	Producción de la Caprolactama
A-300	Tanques pulmón y mezcla
A-400	Separación y purificación de la Oxima
A-500	Separación de la Caprolactama
A-600	Purificación de la Caprolactama
A-700	Almacenamiento del producto acabado
A-800	Tratamiento de gases
A-900	Tratamiento de líquidos-
A-1000	Servicios
A-1100	Oficinas
A-1200	Laboratorios

1.1.3.2.-Fluidos de proceso

Tabla 1.1.2 Items de Servicios

SIMBOLO	ITEM
C	Vapor de agua condensado
V	Vapor de agua
O	Oxígeno
WS	Agua de la torre de refrigeración
GT	Gases a tratar
WT	Aguas a tratar
N	Nitrógeno
PL	Corriente de proceso líquido
PG	Corriente de proceso gas
CAT	Catalizador
WR	Agua de red
WW	Agua residual
AIR	Aire

1.1.3.3.-Equipos

Tabla 1.1.3. Equipos de proceso

SIMBOLO	ITEM
T	Tanque de almacenamiento
MT	Tanque de mezcla
R	Reactor
CG	Regenerador de catalizador
P	Bomba
CO	Compresor
HE	Intercambiador de calor
CN	Condensador
DC	Columna de destilación
CT	Torre refrigeración
CA	Caldera
RB	Reboiler
CL	Ciclón
AB	Absorbedor
ST	Tanque pulmón
FL	Escamadora
RD	Secador rotatorio
S	Separador

1.2. Métodos de obtención de Caprolactama

1.2.1. Métodos tradicionales

Las rutas de producción de Caprolactama (CPL) varían por fabricante. Los principales procesos de producción comerciales incluyen los de DSM, BASF, Inventa, Toray, SNIA, Bayer, Enichem y Allied Signal. Todos consisten en procesos multietapa con coproducción de diferentes cantidades de sulfato amónico y/u otros subproductos orgánicos (tabla 4).

Tabla 1.2.1. Principales productores de CPL. Comparación coproducción de sulfato amónico

EMPRESA	DESCRIPCIÓN	$\frac{T_m [NH_4SO_4]}{T_m CPL}$
BASF, Inventa	Proceso de reducción de monóxido de nitrógeno	0.7
BASF, Inventa	Proceso HSO (Sulfato de Hidroxilamonio- Oxima)	0.1
DSM	Proceso HPO (fosfato de hidroxilamina – Oxima)	0
EniChem	Proceso de la <i>Ammoxidación</i>	0
Toray	Proceso PNC de Fotonitrosificación de ciclohexano	0

Todos los procesos de producción comercial utilizan benceno o tolueno como materia prima para la obtención de CPL (figura 1). La producción de CPL a través de la formación de ciclohexanona, seguido por oximación y transposición de Beckmann (2), es la ruta principal de producción, siendo responsable de 90% de la cantidad producida (BASF, Bayer, DSM, Allied Signal, Inventa y EniChem). La fotonitrosación (1) se utiliza sólo en el proceso de Toray PNC. Varias compañías incluyendo SNIA siguen la ruta ciclohexano-carboxílico (3).

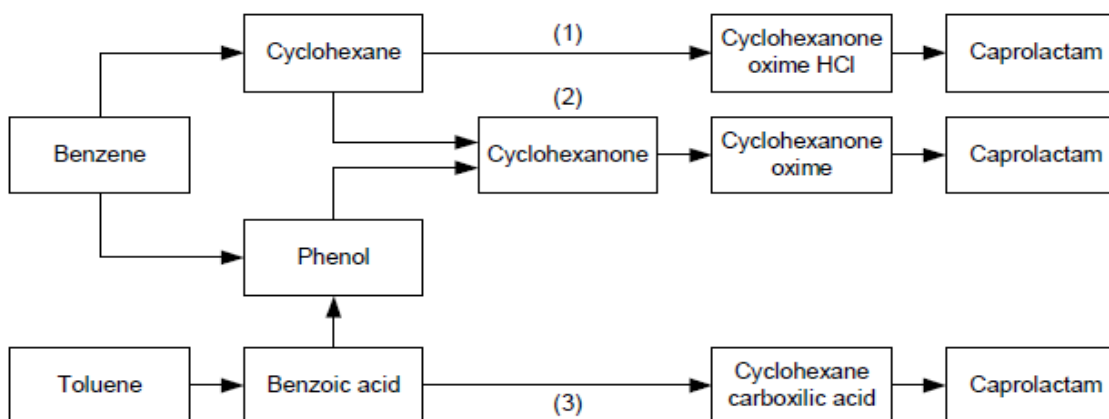


Figura 1.2.1 Rutas comerciales de la producción de CPL

De toda la capacidad mundial de producción de CPL, hasta un 90% se basa en la síntesis de la Ciclohexanona-Oxima (CHO) a partir de Ciclohexanona (CH), y en la hidroxilamina para hacer la transposición de Beckmann. La CPL obtenida por esta vía es recuperada de la mezcla de transposición mediante una neutralización con amoníaco gaseoso o acuoso formado así dos fases inmiscibles que se pueden separar mediante una pre-extracción con un disolvente orgánico, generalmente benceno o tolueno.

1.2.2. Producción de Caprolactama en fase gas

El interés por la reordenación catalítica heterogénea de ciclohexanona oxima fue motivada por consideraciones económicas con el fin de evitar la formación de sulfato de amonio generado en la transposición de Beckmann.

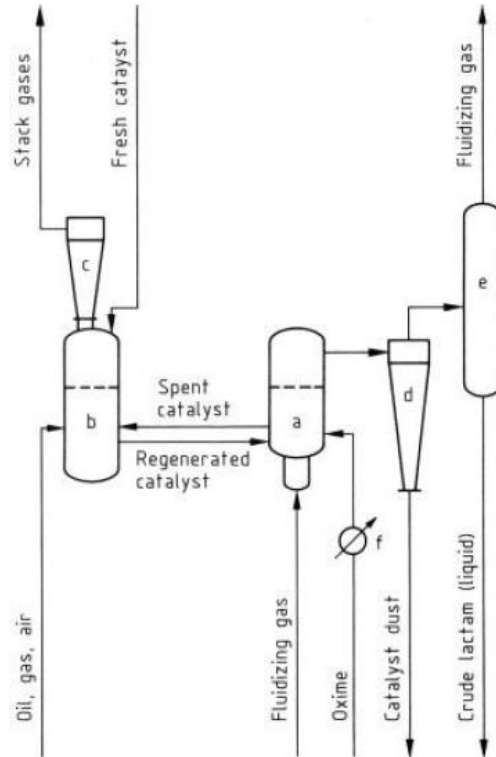


Figura 1.2.2 Transposición catalítica de la Oxima. A) reactor de lecho fluidizado. B) generador catalítico. C) ciclón. D) ciclón. e) condensador. f) pre-evaporador

La figura 2 muestra el proceso desarrollado y demostrado por BASF en una planta piloto a gran escala. La transposición catalítica de la oxima en fase gas está caracterizada por los siguientes aspectos:

- El catalizado (Principalmente, ácido bórico) puede ser transportado por medio de un transportador neumático desde el reactor de lecho fluidizado al regenerador de catalizador. En el regenerador de catalizador, este se regenera con aire a 700 - 900 ° C. El polvo es eliminado de los gases de la chimenea a través de un ciclón. El catalizador se puede enfriar hasta la temperatura de reacción antes de reciclarlo.

- El reactor de lecho fluidizado puede funcionar bajo presión atmosférica, reducida o elevada mediante la introducción de una cierta cantidad de gas inerte (N₂), como un agente de fluidización en la parte inferior del reactor. La CHO se puede inyectar a 275-375° C como gas o líquido a través de boquillas. Puede ser introducido como un sólido con la ayuda de una corriente de gas inerte. La pre-evaporación de ciclohexanona oxima es especialmente ventajosa.
- Catalizador, polvo, depositado en el ciclón puede ser reutilizado para la producción de catalizador fresco.
- Los vapores calientes procedentes del ciclón se pueden condensar en un condensador de superficie o en una columna de destilación. El gas inerte requerido para la fluidización se puede recircular. La CPL bruta obtenida por catalítica reordenamiento (rendimiento de hasta 96%, sobre la base de ciclohexanona oxima) es menos puro y las impurezas son diferentes de la CPL producida por transposición de Beckmann. Por lo tanto, su purificación es más compleja.

1.3.- Descripción general del proceso

1.3.1 Amoximación

La ciclohexanona oxima es un producto intermedio importante, principalmente utilizado en la producción de CPL. Casi todos los procesos comerciales actuales para la síntesis de la oxima emplean reactivos que son peligrosos para la salud y el medio ambiente (benceno-tolueno) y, sobre todo, producen una gran cantidad de sulfato de amonio, un subproducto con bajo valor añadido y gran coste de eliminación y purificación ^[1,2].

1.3.1.1 Cinética del proceso de amoximación

Se han hecho grandes esfuerzos para el desarrollo de procesos libres en amonio. La amoximación directa catalítica de ciclohexanona con NH₃ y H₂O₂ para la producción de oxima fue desarrollada por primera vez en 1967 por Toa Gosei ^[3], y luego desarrollado por ENICHEM mediante el uso de un catalizador de zeolita tipo MFI con titanio (silicato de titanio-1, TS-1), figura 1.3.1.1

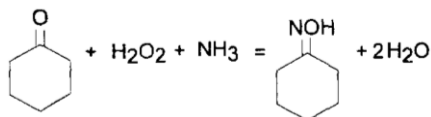


Figura 1.3.1.1 Reacción de amoximación directa de CH

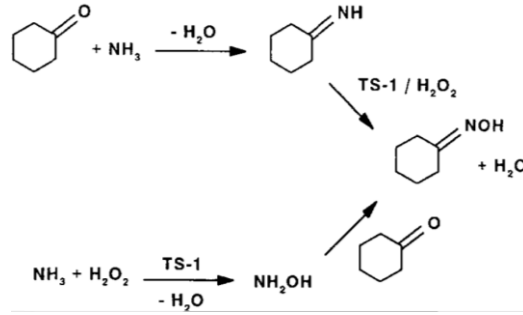


Figura 1.3.1.2. Posibles rutas en la obtención de la CHO en la amoxicación directa

Por el contrario de los procesos convencionales, el proceso de amoxicación es ventajoso desde el punto de vista ambiental dado que el oxidante es el peróxido de hidrógeno acuoso, que se convierte en agua, y la reacción (operada en fase líquida y en condiciones leves de presión y temperatura), muestra una selectividad y rendimiento muy altos.

En contraste con los importantes avances que se han logrado en la síntesis del TS-1, la investigación sobre su estructura tridimensional y la optimización de las condiciones operación, han hecho que la utilización de amoxicación directa en plantas industriales haya sido bastante decepcionante en las últimas dos décadas. Sólo dos plantas comerciales a escala mundial (70,000 y 60,000 Tm / a) de SINOPEC y SUMITOMO Tienen en funcionamiento plantas de producción de CPL basada en la amoxicación directa de la CH.

Además de los altos precios y volatilidad de H_2O_2 [5], otro obstáculo importante es que la actividad de TS-1 disminuye rápidamente después de un período de funcionamiento (figura 1.3.1).

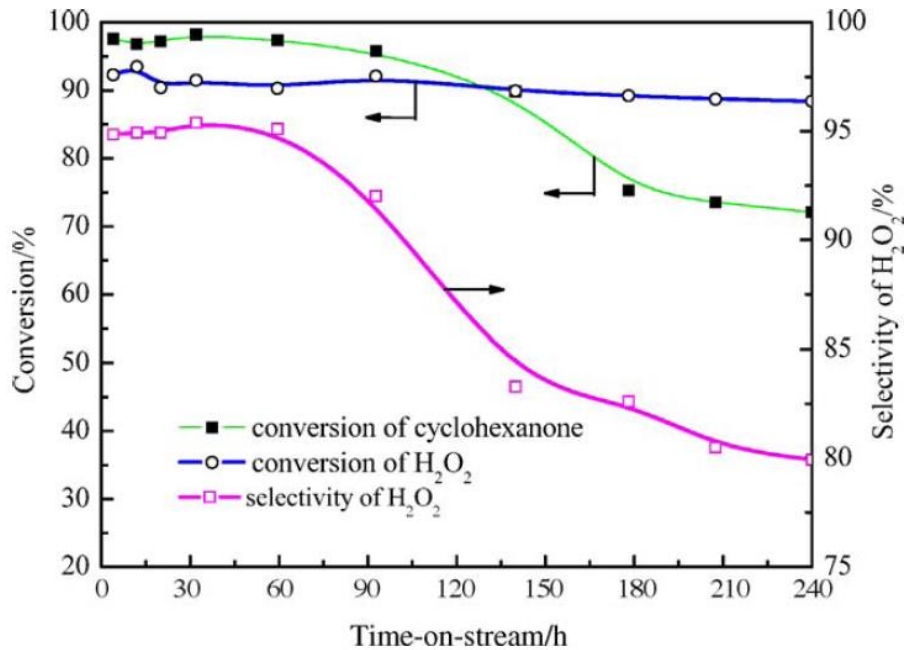


Figura 1.3.1.3 Desactivación del catalizador en función de la conversión del sistema de Amoxicación

Existen dos formas de desactivación del TS-1 que han sido investigados:

Lenta disolución del Si o Ti en el medio de reacción

- a) Impedimento estérico debido al llenado de los poros del catalizador con subproductos producidos durante la reacción.

No obstante, el modo dominante no ha sido determinado debido a la ausencia de una descripción detallada del proceso de desactivación en el TS-1, especialmente en catalizadores comerciales (figura 1.3.1.4). Liu et al.^[7] ha encontrado que la máxima pérdida de masa después de 100 horas de actividad es del 3,6% en experimentos realizados en condiciones similares a la de la amoxicación directa, pero sin CH y TBA.

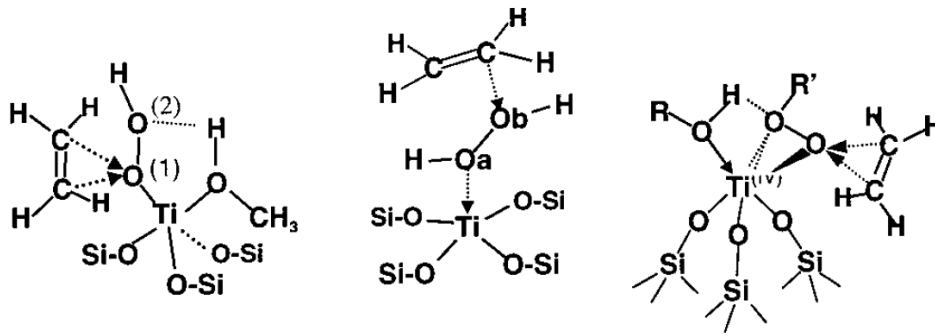


Figura 1.3.1.4. Modelos de centro activo del TS-1. De izquierda a derecha (a) Modelo de centro activo de cinco unidades, (b) epoxidación de eteno con un peróxido de hidrógeno no disociativamente adsorbido en los modelos de conglomerados del TS-1, (c) modelo complejo del Ti-(η^2 -OORc) (ROH)

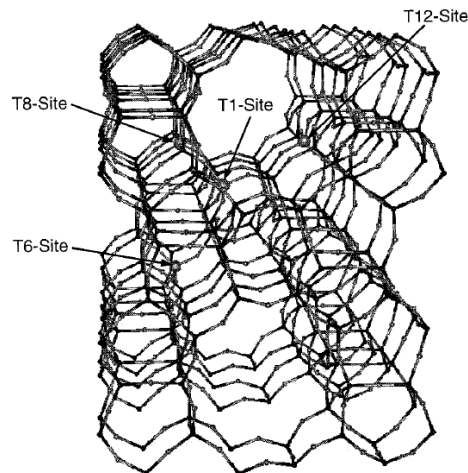


Figura 1.3.1.5. Sitios activos T (sitio Ti tetraédricamente coordinada). Modelos en los cristales tipo silicatos MFI

El mecanismo de reacción de la amoxicación catalizada por TS-1 está descrito en la figura 1.3.1.6. No obstante de esa cinética, se puede aislar una ecuación de velocidad con finalidades de simulación que en su forma más resumida se presenta la figura 1.3.1.7.

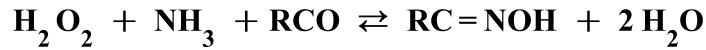
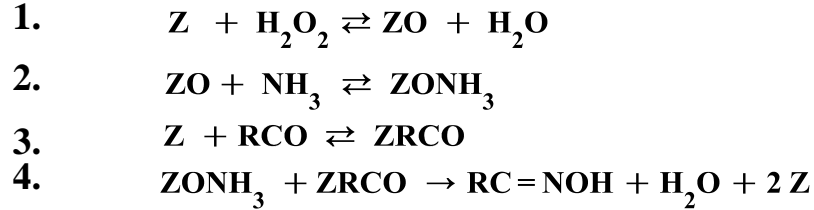


Figura 1.3.1.6. Mecanismo de reacción para la amoxicación de CH en fase líquida.
Donde Z es un sitio activo del TS-1

$$r = k[CH]^{0.6}[NH_3]^{0.25}[H_2O_2]^{0.16}, \quad \ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

Figura 1.3.1.7. Ecuación de velocidad de la amoxicación, con "k" parámetro cinético

1.3.1.2 Descripción del proceso amoxicación

El proceso de fabricación de Caprolactama, consiste en dos etapas productivas y dos de separación o purificación bien diferenciadas. La primera etapa en la producción de la CPL consiste en la producción de la CHO mediante el proceso multietapa de la figura 1.3.1.8 para la amoxicación en fase líquida de la ciclohexanona con peróxido de hidrógeno y amoníaco en un rango de temperaturas comprendido entre 60-100°C a 1.5-5 atm, y en presencia de un catalizador basado en sílice, titanio y oxígeno caracterizado en que:

- a) Se realiza en una o más etapas primarias con una relación molar entre el $H_2O_2:CH$ en el rango entre 1-1.1, de modo que la conversión basada en CH como mínimo está por encima de 96-99%
- b) En la última etapa (etapa exhaustiva), la relación molar anterior está comprendida entre 1.5-2.2

Como se ha comentado en el capítulo 1.3.1, el catalizador, basado en TS-1 permite obtener conversiones y selectividades muy elevadas. El proceso permite reducir la cantidad de ciclohexanona residual contenida en el efluente de las etapas primarias del proceso de amoxicación al mismo nivel que puede ser obtenido en los procesos basados en el sulfato de hidroxilamina sin la utilización de dicho sulfato, el cual se fabrica, *in situ*, mediante el proceso de Raschig

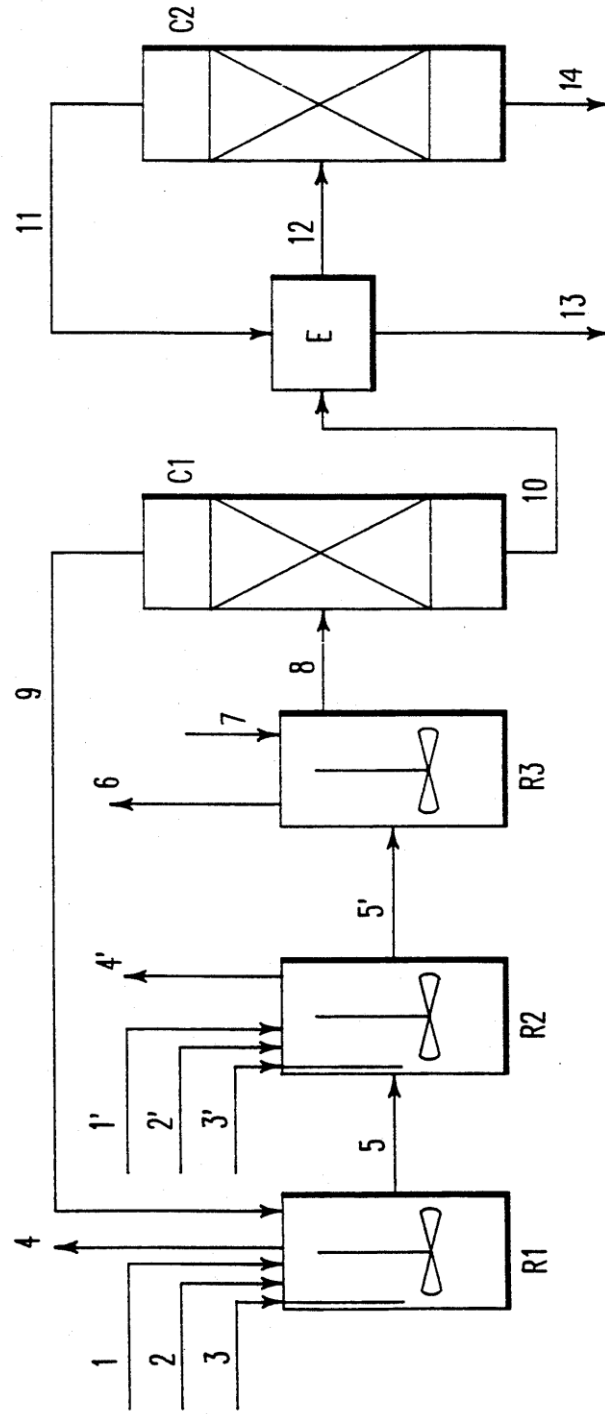


Figura 1.3.1.8. Amoxidación de CH en fase líquida. 1: entrada mezcla $\text{CH-H}_2\text{O}_2$, 2: NH_3 , 3: TBA; 4,6: venteos 9: Recirculación 11: Tolueno. 12: Fase orgánica. 13: agua 14: CHO. R1-R2: Reactores primarios, R3: Reactor secundario; C1-C2: Columnas de destilación. E: Columna de extracción

Una conversión cuantitativa de la ciclohexanona en un único reactor sin un reactor de secundario adicional y utilizando cantidades más grandes del oxidante (H_2O_2) y tiempos de reacción más elevados también es posible. El problema es que el exceso inicial de H_2O_2 y los largos tiempo d de reacción pueden llevar a la inestabilidad de sistemas de reacción. Es decir, se establecen reacciones competitivas para la oxima y/o ciclohexanona y/o amoniaco (figura 1.3.1.9). Estas reacciones competitivas (secundarias) llevan a la degradación de la calidad de la oxima producida y a una formación considerable de subproductos que contienen nitrógeno (N_2O , N_2 , NO_2^- , NO_3^-). Una consecuencia de esta degradación sería que la especificación de calidad de la Caprolactama producida en la consiguiente etapa de transposición no se satisfaga.

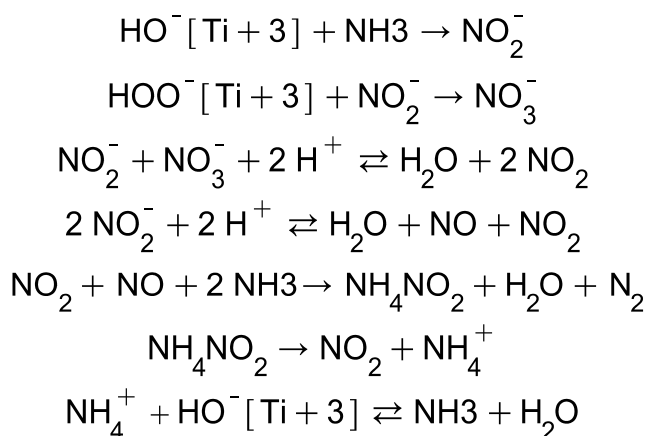


Figura 1.3.1.9 Algunas de las reacciones secundarias producidas en la amoximación de CH en fase líquida

En las figuras 1.3.1.10 y 1.3.1.11 se incluyen una gráficas donde se comparan las conversiones de la amoximación sin un reactor secundario y con dicho reactor respectivamente. Se puede ver que en el segundo caso, tanto la concentración de subproductos que contienen nitrógeno como “el color” expresado en términos de índice APHA son menores.

De modo que, es posible operar a altos exceso de H_2O_2 , si dicho exceso es añadido por encima de un nivel de conversión (el exceso se añade cuando la conversión de la ciclohexanona ya es superior al 95%). realizándose así sin la aparición de reacciones secundarias y obteniéndose una conversión completa de la ciclohexanona. La concentración de la ciclohexanona residual de las etapas primaras debe ser menor que el 0.5%.

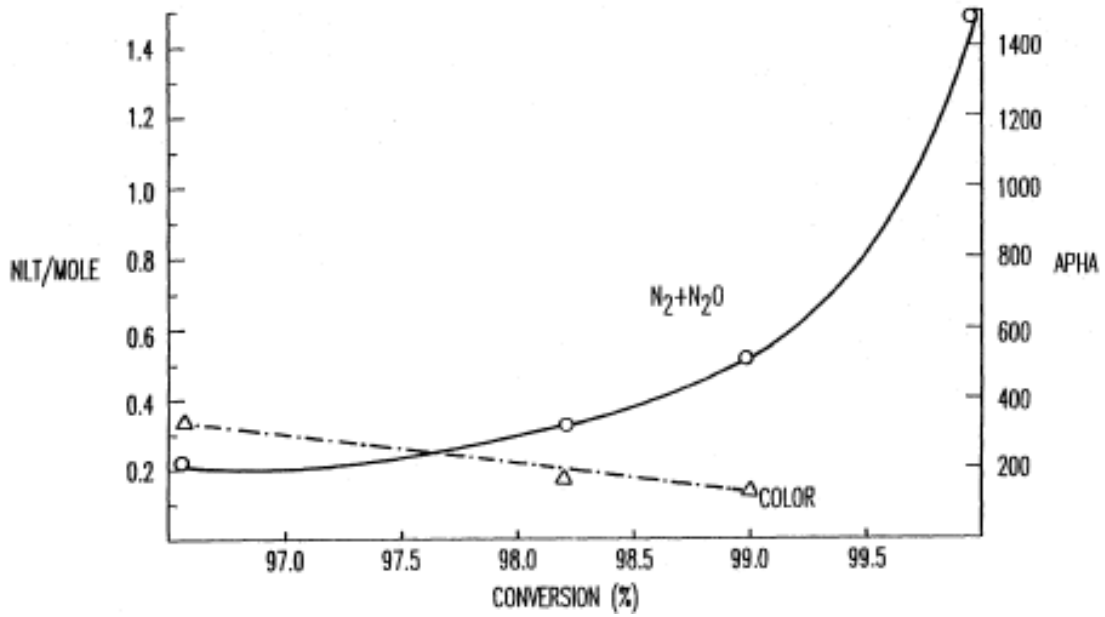


Figura 1.3.1.10 Concentración de gases de nitrógeno expresados N_2+N_2O en función de la conversión y el color APHA en la Amoximación de la CHO sin una etapa secundaria

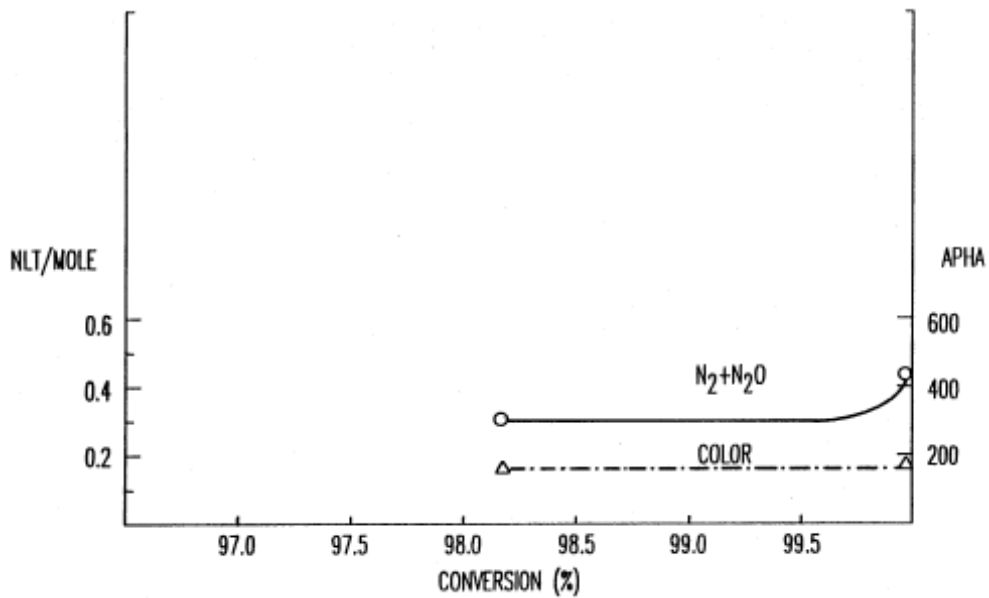


Figura 1.3.1.11 Concentración de gases de nitrógeno expresados N_2+N_2O en función de la conversión y el color APHA en la Amoximación de la CHO con una etapa secundaria

1.3.1.3. Detalles operaciones

1.3.1.3.1. Etapas primarias

La concentración de amoníaco disuelto en medio de reacción debe estar entre 1.5-2% en peso. La concentración del catalizador en suspensión debe ser de tal forma que tenga una productividad específica (expresada en partes en peso de oxima producida por parte de catalizador por hora: kg CHO/kg Cat. h), preferiblemente sobre 8. El tiempo de residencia no debe ser superior a 120min. Preferiblemente entre 30-90 min.

1.3.1.3.2 Etapa de exhaustiva

En la última etapa (etapa de exhaustiva) donde se alcanza una conversión cuantitativa de la ciclohexanona, en particular una concertación de CH sin reacción no más alta que 50ppm.

La relación molar entre H_2O_2 : CH debe ser entre 1.5-2.2 y el tiempo de residencia entre 10-60 minutos. En esta etapa es mejor no introducir amoníaco fresco, ya que la cantidad disuelta en el medio de reacción es suficiente para el propósito de la reacción. Un exceso de NH_3 en esta unidad, resultará en pérdida de capacidad oxidante del H_2O_2 y en la formación de gases no deseables como subproductos tal como: n_2 y n_2O . En la etapa de exhaustiva, la productividad específica de catalizador disminuye en su nivel más bajo (entre 0.3-0.5) dado a las condiciones de operación diferentes, la temperatura es preferiblemente mantenida en el mismo valor que en las etapas primarias.

CONSIDERACIONES GENERALES

- La entrada continua de reactivos cualquiera sea la etapa, debe ser regulada, con el fin de asegurar la productividad específica en un valor prefijado.
- Para garantizar una dispersión efectiva de catalizador en el medio de reacción, la concentración de este puede variar entre el 1-15% en peso. A concentraciones bajas, la productividad específica por etapa se vuelve baja y económicamente no viable, mientras que a grandes concentraciones de catalizador en el medio de reacción, existen problemas de filtrado y agitación en el reactor. Preferiblemente y aventajadamente, dicha concertación puede ser mantenida entre 1-60% en peso..
- Como catalizador es posible utilizar silicato de titanio. El diámetro medio del catalizador puede variar entre 1 -100 μ , preferiblemente entre 5-50 μ
- Los disolventes de mayor rendimiento (incluyendo la etapa exhaustiva), deben ser orgánicos y pueden ser o no soluble en agua, ya que dado a las condiciones de reacción, serán estables hacia la formación de radicales libres que pudieran darse por la presencia de H_2O_2 en el medio de reacción, y exhibir una buena selectividad hacia el oxima. En presencia de otras oximas, es posible operar en el medio acuoso sin necesidad de trabajar con el disolvente orgánico. Pero para la CHO, dado a su baja solubilidad en agua (90g/l H_2O a 20 °C) tenderá a depositarse sobre el catalizador, inhibiendo su actividad cuando el

límite de solubilidad es alcanzado (precipitación). De este modo, resulta ventajoso utilizar un disolvente orgánico para asegurar una gran productividad del catalizador y en el reactor. Como Disolventes, se pueden utilizar alcoholes ternarios que sean adecuado para el H_2O_2 , en particular, TBA, miscibles con agua a cualquier proporción, ciclohexanol, o compuestos aromáticos como el benceno, tolueno, xileno, etc. Se utilizan disolvente inmiscibles con el agua, se forman tres fases. Donde la fase acuosa (H_2O producida por la reacción), una fase orgánica (que consistirá principalmente en la oxima disuelta), y una fase sólida (que estará suspendida entre las dos fases y comprenderá el catalizador).

1.3.2. Transposición en fase gas

Proceso para la preparación de la Caprolactama a partir de CHO en la que hay una primera etapa evaporación de la CHO en presencia de un gas inerte poniendo en contacto en un lecho fluidizado de partículas sólidas inerte a una temperatura entre 150-250°C, y una segunda etapa en la que la mezcla entre el vapor de CHO y el gas inerte se pasa en una segunda etapa donde tiene lugar la transposición a temperaturas entre 230°C-450°C sobre un catalizador con soporte de trióxido de boro en un lecho fluidizado (figura 1.3.2.1)

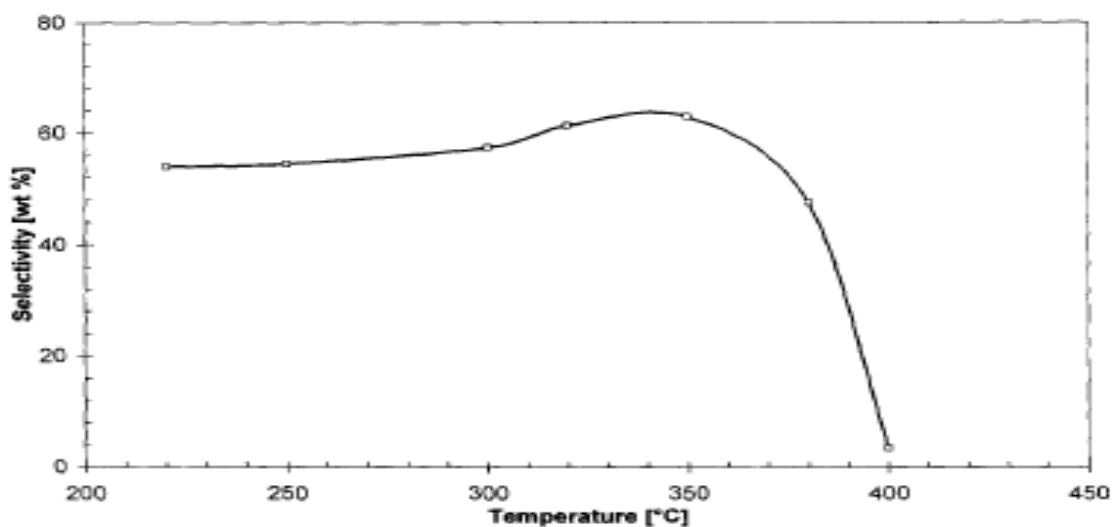


Figura 1.3.2.1 Selectividad hacia la CPL en la transposición catalítica en fase gas de la CHO

Existe la posibilidad de realizar la evaporación en una única unidad donde también tendría lugar la transposición. Sin embargo, en esta condición no es posible evitar cierto grado de descomposición de la CHO, que craqueará y se depositará sobre el catalizador. Además, las impurezas que se forman en la unidad de reacción reducen la calidad de CPL obtenida, en particular, estas impurezas resultan en un número de absorción UV y un grado de permanganato elevados.

También existen procesos, en los que se evapora la CHO en un evaporador de película descendente, que no es exitosa, ya que requiere una recirculación de cantidades sustanciales de CHO a alta temperatura, siendo económica poco asequible.

En el proceso aquí descrito, se evita la descomposición de la oxima y se minimiza la formación de impurezas que de otra forma sería difícil de eliminar. El proceso en consideración tiene la ventaja de que la CPL obtenida tiene una extinción UV u grado de permanganato más reducido, y por lo tanto su purificación es más simple, y no es necesario recircular grandes cantidades de CHO a alta temperatura, y la cantidad de CHO a vaporizar puede ser fácilmente regulado por el hecho de desacoplar las dos unidades de proceso.

- Las partículas sólidas que pueden ser utilizadas: perlas de vidrio, óxidos de aluminio, bohemita, sílica, dióxido de titanio, o componente de dichos óxidos, como silicatos de titanio así como arena de cuarzo, que particularmente ventajoso.
- El tamaño medio de las partículas sólidas pueden estar en el rango comprendido entre 50°C-250°C. preferiblemente el tiempo de residencia de la CHO durante de la vaporización debe ser de 0.01-30 segundos.
- La CHO a vaporizar, puede ser introducida en dicha unidad en forma sólida, o ventajosamente, en forma líquida.

CHO es inyectado en el vaporizador en la misma tasa en la que se evapora. El contenido en agua de la CHO a vaporizar comprende entre 3%-7% en peso

1.4.-Constitución de la planta

1.4.1.-Normativas

Para la constitución de la planta aplican las siguientes normativas:

-Normativas de almacenamiento donde se establecen las distancias mínimas entre las distintos quipos y equipos así como consideraciones para el diseño de estos.

- ITC MIE-APQ-001: "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
- ITC MIE-APQ-007: "Almacenamiento de líquidos tóxicos".
- ITC MIE-APQ-010: "Reglamentos de aparatos a presión"

-Normativa urbanística del polígono industrial NYLON-66, que se detalla a continuación:

Tabla 1.4.1.- Normativa urbanística del polígono NYLON-66

Edificabilidad	1,5 m ² techo/m ² suelo
Ocupación máxima de parcela	75%
Ocupación mínima de parcela	20% de la superficie de ocupación máxima
Retranqueos	5 m a viales y vecinos
Altura máxima	16 m y 3 plantas excepto en producción justificando la necesidad por el proceso
Altura mínima	4 m y 1 planta
Aparcamientos	1 plaza/150 m ² construidos
Distancia entre edificios	1/3 del edificio más alto con un mínimo de 5m

1.4.2 Criterios a seguir en la construcción de la planta

Se han tenido en cuenta distintos criterios para realizar la implantación de la planta:

- Situar un único acceso a la planta, para poder llevar un mejor control de todas las entradas y salidas
- Situar las distintas áreas de forma secuencial, de forma lógica de acuerdo con el orden del proceso productivo.
- Poner calles alrededor de cada área para facilitar su acceso.
- No dejar ninguna calle sin salida.
- Situar la báscula cerca de la garita de la entrada, para que ningún camión descargue reactivo o se vaya con producto sin haber hecho la tara
- Tener en cuenta la seguridad de los empleados con zonas de paso en el interior de los edificios. Colocar arcones y pasos de peatones en las calles del interior de la planta.

Se han considerado los siguientes parámetros para construir los edificios, las calles y parkings de la planta:

- Vía de sentido único: 5 metros de ancho.
- Vía de doble sentido: 10 metros de ancho.
- Diámetro superior/inferior para el giro de los camiones: 12m/6m.
- Puerta de acceso a la planta: 10 metros de ancho.
- Puertas de acceso a los edificios: 2 metros de ancho.
- Arcenes: 1,5 metros de ancho
- Plaza de parking para coches: 2 x 4,5m².
- Plaza de parking para camiones: 4 x 15m².

1.4.4.-Plantilla de trabajadores

La planta de producción de Caprolactama trabajará en continuo 300 días al año, lo que supone un total de 7200 horas. La parada prevista para la planta se dividirá en dos etapas, la primera de 35 días estará dedicada al mantenimiento, y la segunda de 30 días para vacaciones del personal. La primera etapa está prevista del 26 de junio al 1 de agosto, y la segunda del 1 al 31 de agosto.

La planta dispondrá de los siguientes grupos de trabajadores:

- Directivos y técnicos: serán los responsables de la gestión de la empresa y velarán por el buen funcionamiento de la planta desde la dirección, sala de control,... Se requerirá de 5 personas en este grupo.
- Especialistas: estarán divididos en diferentes campos como la ingeniería industrial, la ingeniería química, la ingeniería mecánica, la ingeniería electrónica,... Se necesitará un total de 10 personas, para así poder ser distribuidos en los diferentes horarios y cubrir las necesidades de personal.
- Auxiliares administrativos: serán los encargados/as de llevar a cabo la contabilidad marketing, entrada y salida de materias primas y atención a los clientes. Habrán 6 personas para realizar estas tareas.
- Operarios y obreros: estarán a pie de planta para realizar cualquier modificación mantenimiento de cualquier equipo. Este grupo constará de 50 personas
- Otros: personal de seguridad y limpieza. Se requerirá de un total de 10 personas para seguridad que estarán ubicados a la entrada de la planta para controlar, sobretodo, la entrada y salida de camiones. Para la limpieza de oficinas serán suficientes dos personas.

En total se tendrá una plantilla de 85 trabajadores. A continuación, se detalla la distribución de cada uno de los grupos.

Teniendo en cuenta que los trabajadores tienen jornadas laborales de como máximo 8 horas y que pueden trabajar 5 días a la semana, se distribuirá la plantilla de manera que no trabajen más de 40 horas semanales para ahorrar en gastos de personal.

Los directivos, técnicos y administrativos trabajarán en horario fijo de lunes a viernes de 9 a 17h con una hora para comer. Se ha de tener en cuenta que cada semana uno de los ingenieros responsables tendrá que estar de guardia por si surge cualquier incidente en la planta, fuera del horario de su jornada laboral. Habrán dos personas encargadas del control de calidad de materias primas y reactivos, que trabajarán en dos turnos, de 6 a 14h y de 14 a 22h.

Los trabajadores de planta, operarios y obreros, estarán distribuidos en cinco turnos rotativos y se precisará de 10 personas en cada turno:

- Primer turno: de lunes a viernes de 6-14h.
- Segundo turno: de lunes a viernes de 14 a 22h.
- Tercer turno: de lunes a viernes 22 a 6h.
- Cuarto turno: fines de semana, sábado y domingo, jornadas de 12 horas en horario de 6 a 18h.
- Quinto turno: fines de semana, sábado y domingo, jornadas de 12 horas en horario de 18h hasta las 6h.

El personal de seguridad cumplirá la misma distribución y los turnos se realizarán en grupos de dos personas.

1.5.-Balance de materia

A continuación se adjuntan las tablas con el balance de materia del proceso realizado para la producción de Caprolactama. Se ha utilizado el simulador Aspen Hysis para obtener los valores de la gran mayoría de los corrientes.

corriente	201	202	203	204	205	206	207	208	209
Temperatura	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Presión(atm)	1	1	1	4	4	4	1	4	4
Densidad(kg/m3)	946	946	1066	1066	1066	1066	1166	1166	1166
Estado físico	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Caudal másico									
Ciclohexanona	3243,82382	3600	3600	3600	1800	1800	0	0	0
peróxido de hidrogeno	0	0	2620,8	2620,8	1310,4	1310,4	3021,12	2620,8	3021,12
amoniac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxigeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dioxido de nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	0	0	0	0	0	0	0	0	0
agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tolueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metenol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-ETYLEXAN-1OL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anilina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
residuos(color forming)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AIBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	3243,82382	3600	6220,8	6220,8	3110,4	3110,4	3021,12	2620,8	3021,12

corriente	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
Temperatura	20	15	11,5	11,6	11,6	11,6	40	40	132,4	85
Presión(atm)	4	5,11	5,15	7	7	7	1	5,5	5,5	2,8
Densidad(kg/m3)	1166	0,73	3,5	3,5	3,5	3,5	787,7	787,7	637,2	725
Estado físico	L	G	G	G	G	G	L	L	L	L
Caudal másico									0	
Ciclohexanona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76,5068423
peróxido de hidrogeno	400,32		0	0	0	0	0	0	0	0
amoniac	0	84,0535525	361,5264	361,5264	299,0304	62,496	0	0	0	588,51
TBA	0	0	0	0	0	0	4308,1581	11855,52	11855,52	19579,86
Oxigeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dioxido de nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3825,34211
agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5355,47896
Tolueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metenol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-ETYLEXAN-10L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anilina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
residuos(color forming)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AlBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	400,32	84,0535525	361,5264	361,5264	299,0304	62,496	4308,1581	11855,52	11855,52	29425,7086

corriente	219	220	221	222	223	224	225	301	302
Temperatura	85	85	85	55,63	55,63	12,14	132	201	99
Presión(atm)	2,8	2,3	1,8	4,9	1	5,15	5,5	1	1
Densidad(kg/m3)	725	725,5	726	748	946	0,711	637	947	1000
Estado físico	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Caudal másico									
Ciclohexanona	76,5068	96,872	95,771	54,1534	356,176	0	0	0	41,619
peróxido de hidrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
amoniac	588,5141	661,965	638,47	361,03	0	277,4	0,277	0,27	0
TBA	19579,86	17485,57	17366,64	9820,22	0	0,277	7547,3	0	0
Oxigeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dioxido de nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	3825,34	6910,2731	6799,80	0,014	0	0	0	6799,30	0,010
agua	5355,47	7136,310	7023,27	3970,6	0	0,0037002	1,644	12,69	3051,63
Tolueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metenol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-ETYLEXAN-1OL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anilina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
residuos(color forming)	0	0	0	0	0			0	0
AIBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	29425,7086	32290,99	31923,971	14206,041	356,17	277,75	7549,28	6812,27	3093,26

corriente	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313
Temperatura	205	105	250	250	20	21,5	248	248	30	800
Presión(atm)	5	1	4	4	1	5	5	5	1	3
Densidad(kg/m3)	947	0,65	947	800	791	791	2,7	5,87	3000	2
Estado físico	L	G	L	L	L	L	G	G	S	G
Caudal másico										
Ciclohexanona	0	0		0	0	0	0	0	0	0
peróxido de hidrogeno	0	0		0	0	0	0	0	0	0
amoniac	0,2774	0	0,2774	0,2774	0	0	0,277	0,277	0	0
TBA	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Oxigeno	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Nitrogeno	0	7664,93	7664,93	7664,93	0	0	7664,938	7664,938	0	0
Dioxido de nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	6799,30	0	6799,30	6799,30	0	0	6799,3	6799,3	0	0
agua	12,69	0	12,690	12,690	0	0	12,69	12,690	0	0
Tolueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metenol	0	0	0	0	700	700	700	700	0	0
2-ETYLEXAN-10L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anilina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
residuos(color forming)	0	0			0	0	0	0	0	0
AIBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
total	6812,277	7664,93	14477,21	14477,216	700	700	15177,216	15177,21	500	1000

corriente	314	315	316	317	318	319	401	402	403	404
Temperatura	350	350	350	350	240	105	85	55	55	99
Presión(atm)	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
Densidad(kg/m3)	6	3000	6	6	6	0,66	799	800	800	1000
Estado físico	G	S	G	G	G	G	L	L	L	L
Caudal másico										
Ciclohexanona	356,173	0	356,1	356,173	356,176183	0	95,75	54,15	41,61983	41,613
peróxido de hidrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
amoníaco	0	0	0	0	0	0	638,479	361,03	277,472	277,472
TBA	0	0	0	0	0	0	17366,64	9820,22	7547,36	7547,36
Oxigeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrogeno	7664,93	0	7664,93	7664,938	7664,93	7664,93	0	0	0	0
Dioxido de nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	0	0	0	0	0	0	6799,8	0,0142	0,010	0,0101
agua	0	0	0	0	0	0	7023,27	3970,64	3051,6	0
Tolueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPL	7123,5237	0	7123,52	7123,52367	7123,527	0	0	0	0	0
metenol	700	0	700	700	700	0	0	0	0	0
2-ETYLEXAN-1OL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anilina	18,749	0	18,746	18,746	18,746	0	0	0	0	0
residuos(color forming)		0		0	0	0	0	0	0	0
AIBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	15863,38	0	15863,38	15863,3	15863,38	7664,938	31923,97	14206,041	10918,09	7866,46

corriente	405	406	407	408	409	501	502	503	601	602
Temperatura	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Presión(atm)	2,8	2,3	1,8	2	2	2,8	2,3	1,8	2	2
Densidad(kg/m3)	1,75	1,75	1,75	1,66	1,56	1,75	1,75	1,75	1,66	1,56
Estado físico	G	G	G	G	G	L	L	L	L	L
Caudal másico										
Ciclohexanona	0	0	0	0	0	356,17	356,17	41,6	0	0
peróxido de hidrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
amoniaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxigeno	12,96	13,248	75,36	101,574	101,574	0	0	0	0	0
Nitrogeno	14,95152	3,1248	33,07	51,174	51,1	0	0	0	0	0
Dioxido de nitrogeno	2,990304	0,62496	6,61965414	10,2349181	0,023	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	0	0	0	0	0	0	0	0,01091	0	0
agua	0	0	0	0	0	0	0	3051,63	0	0
Tolueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CPL	0	0	0	0	0	7123,52367	0	0	7123,52367	945,85625
metenol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-ETYLEXAN-1OL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anilina	0	0	0	0	0	18,7461149	18,7461149	0	0	0
residuos(color forming)	0	0	0	0	0	0	0	0	556,15	55,559385
AIBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	30,901	16,99	115,08	162,9	152,77	7498,44	374,922	3093,26	7679,673	1001,4154

corriente	603	604	605	606	607	608	609	610	611
Temperatura	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Presión(atm)	2,8	2,3	1,8	2	2	2,3	1,8	2	2
Densidad(kg/m3)	1,75	1,75	1,75	1,66	1,56	1,75	1,75	1,66	1,56
Estado físico	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Caudal másico									
Ciclohexanona	0	0	0	0	0	0	0	0	0
peróxido de hidrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
amoniaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxigeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dioxido de nitrogeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ciclohexanona oxima	0	0	0	0	0	0	0	0	0
agua	498,58	0	498,58	5,036	0,0050	498,58974	0	0	498,589
Tolueno	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CPL	7566,85	0	7566,85	6620,99	6614,37276	0	945,856	0	7123,52
metenol	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2-ETYLEXAN-1OL	2859,26	0	2859,296	0	0	2859,296	0	0	2859,296
anilina	0	1	0	0	0	0	0	0	0
residuos(color forming)	556,15	55,559	556,15	0,55615	0,278075	0	555,593	500,034	556,15
ALBO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	11480,88	58,559	11480,88	6626,586	6614,65	3357,88	1501,45	500,034	11037,559

2.-EQUIPOS

2. EQUIPOS

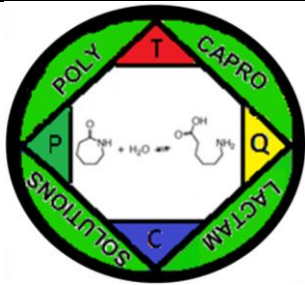
En esta versión más resumida de la memoria del PFC, el listado de equipos hace referencia a sólo a aquellos equipos que aparecen en el diagrama de proceso que se adjunta en “diagramas generales 02” y a la matrería prima básica necesaria para el sistema de reacción, es decir, a los tanques de almacenamiento del área 100.

2.1.-Listado de equipos (se incluye bombas y compresores)

Equipos área 200

	LISTADO DE EQUIPOS:	PLANTA: PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA		PREPARADO POR:		
	AREA 200	UBICACIÓN: TARRAGONA		HOJA: 1/1		
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA	MATERIAL	PRECIO (EUROS)
R-201	Reactor primario de Amoximación	1	L=8, D=2.5	-	AISI 317L	50,000
R-202	Reactor primario de Amoximación	1	L=8, D=2.5	-	AISI 317L	50,000
R-203	Reactor secundario de Amoximación	1	L=8, D=2.5	-	AISI 317L	50,000
MT-201	Tanque de mezcla CH-H ₂ O ₂	1	L=4, D=1.5	-	AISI 304	25000
P-201	Bomba centrífuga	2	-	3kW	AISI 316L	6,000
P-202	Bomba centrífuga	2	-	3kW	AISI 316L	6,000
P-203	Bomba centrífuga	2	-	3kW	AISI 316L	6,000
P-204	Bomba centrífuga	2	-	3kW	AISI 316L	6,000
CO-203	Compresor	2	-	50 CV	AISI 316L	12,000
						<u>211,000</u> <u>EUROS</u>

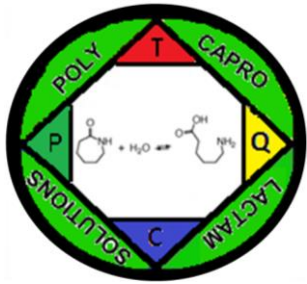
Equipos área 400

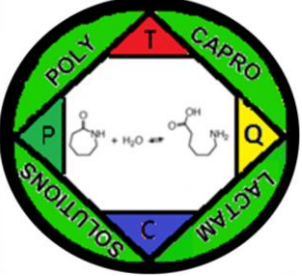
	LISTADO DE EQUIPOS:	PLANTA: PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA		PREPARADO POR:		
	AREA 200b	UBICACIÓN: TARRAGONA		HOJA: 1/1		
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA	MATERIAL	PRECIO (EUROS)
DC -401	Columna de destilación	1	L=15, D=6	-	AISI 316	60,000
DC -402	Columna de destilación	1	L=25, D=8	-	AISI 316	80,000
DC -402	Columna de destilación	1	L=16, D=6	-	AISI 316	60,000
HE -401	Intercambiador de calor	1	Q=1.75·10 ⁷	-	AISI 304	10,000
HE -402	Intercambiador de calor	1	Q=1.75·10 ⁶	-	AISI 304	10,000
HE -403	Intercambiador de calor	1	Q=1.75·10 ⁷	-	AISI 304	10,000
RE -401	Reboiler	1	Q=1.75·10 ⁸	-	AISI 304	10,000
RE -402	Reboiler	1	Q=1.75·10 ⁶	-	AISI 304	10,000
RE -403	Reboiler	1	Q=1.75·10 ⁷	-	AISI 304	10,000
RD -401	Reflux drum	1	-	-	AISI 317L	5000
RD -402	Reflux drum	1	-	-	AISI 317L	5000
P-401	Bomba centrífuga	2	-	3kW	AISI 316L	2000
P-402	Bomba centrífuga	2	-	4kW	AISI 316L	4000
P-403	Bomba centrífuga	2	-	5kW	AISI 316L	6000
						282,000 EUROS

2.2. Hojas de especificaciones de equipos

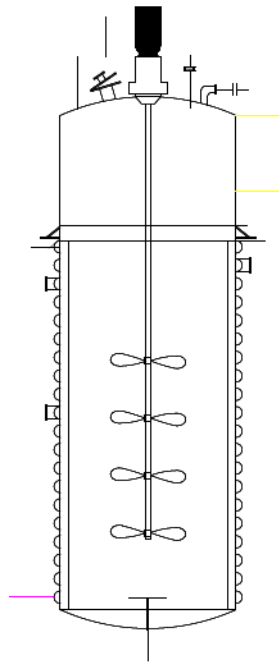
Las hojas de especificaciones para esta versión reducida de la memoria del PFC serán del área 200 y 400 que son las dos áreas a las que los P&ID que se adjuntan con esta memoria están referidos.

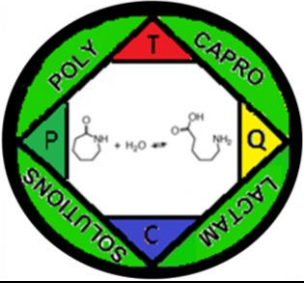
2.2.1. Hojas de especificación de equipos área 200

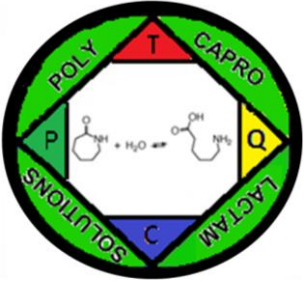
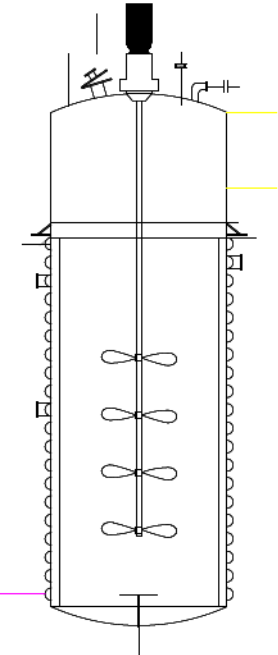
	TANQUE DE MEZCLA		Ítem nº:	Área: 200
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de caprolactama		Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	
Ubicación: Tarragona		Hoja: 1/1		
DATOS GENERALES				
Denominación: TANQUE DE MEZCLA MT-201a				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m³)	142	Densidad material(kg/m³)	8027	
Altura (m)	15,4	Peso equipo vacío (kg)	8570,4	
Diámetro (m)	3,5	Peso operación (kg)	116570,4	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 317-L		
Aislante:		Manta spintex 342-G-125		
Temperatura de operación (°C):		130		
Temperatura de diseño (°C):		180		
Presión de trabajo (bar):		1,01		
Presión de diseño (bar)		4,82		
Grosor del cilindro (mm):		12		
Grosor del cabezal (mm):		12		
Grosor del fondo (mm):		12		
Grosor por corrosión (mm):		1,5		
Norma de diseño aplicada:		ASME		
DETALLES DEL DISEÑO		RELACIÓN DE CONEXIONES		
Radiografiado: parcial	Marca	Denominación	Tamaño	
Eficacia soldadura: 0,85	A		5"	
Altura cilindro (m): 14	B		14"	
Altura cabezal (m): 0,7	C		2 1/2"	
	D		3"	
	E		1 1/2"	

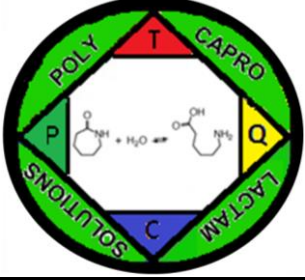
	REACTOR PRIMARIO DE AMMOXIMACIÓN	ITEM Nº: R201a	ÁREA: 200a
	Planta: Producción de caprolactama	Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	Fecha 05/06/2013
	Ubicación: Tarragona	HOJA: 2/2	

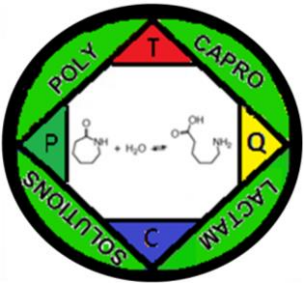
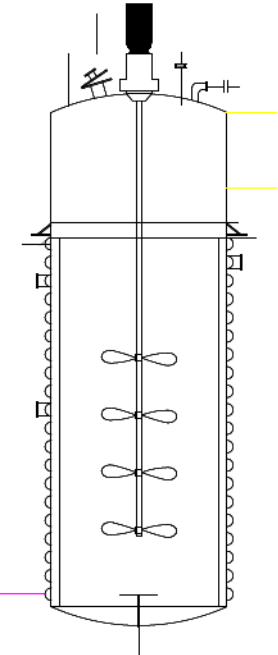
Denominación: TANQUE DE MEZCLA MT-201a



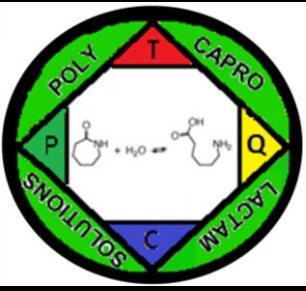
	REACTOR		Ítem nº:	Área: 200a
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de caprolactama		Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	
Ubicación: Tarragona		Hoja: 1/1		
DATOS GENERALES				
Denominación: REACTOR AMMOXIMACIÓN PRIMARIO R-201				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m ³)	142	Densidad material(kg/m ³)	8027	
Altura (m)	15,4	Peso equipo vacío (kg)	8570,4	
Diámetro (m)	3,5	Peso operación (kg)	116570,4	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 317-L		
Aislante:		Manta spintex 342-G-125		
Temperatura de operación (°C):		130		
Temperatura de diseño (°C):		180		
Presión de trabajo (bar):		1,01		
Presión de diseño (bar)		4,82		
Grosor del cilindro (mm):		12		
Grosor del cabezal (mm):		12		
Grosor del fondo (mm):		12		
Grosor por corrosión (mm):		1,5		
Norma de diseño aplicada:		ASME		
DETALLES DEL DISEÑO		RELACIÓN DE CONEXIONES		
Radiografiado: parcial	Marca	Denominación	Tamaño	
Eficacia soldadura: 0,85	A		5"	
Altura cilindro (m): 14	B		14"	
Altura cabezal (m): 0,7	C		2 1/2"	
	D		3"	
	E		1 1/2"	

	REACTOR	ITEM Nº: R201a	ÁREA: 200a
	Planta: Producción de caprolactama	Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	Fecha 05/06/2013
	Ubicación: Tarragona	HOJA: 2/2	
Denominación: REACTOR PRIMARIO DE AMMOXIMACIÓN R-201			
			

	Reactor		Ítem nº:	Área: 200a
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de caprolactama		Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	
Ubicación: Tarragona		Hoja: 1/1		
DATOS GENERALES				
Denominación: REACTOR DE AMMOXIMACIÓN SECUNDARIO				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m³)	142	Densidad material(kg/m³)	8027	
Altura (m)	15,4	Peso equipo vacío (kg)	8570,4	
Diámetro (m)	3,5	Peso operación (kg)	116570,4	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 317-L		
Aislante:		Manta spintex 342-G-125		
Temperatura de operación (°C):		130		
Temperatura de diseño (°C):		180		
Presión de trabajo (bar):		1,01		
Presión de diseño (bar)		4,82		
Grosor del cilindro (mm):		12		
Grosor del cabezal (mm):		12		
Grosor del fondo (mm):		12		
Grosor por corrosión (mm):		1,5		
Norma de diseño aplicada:		ASME		
DETALLES DEL DISEÑO		RELACIÓN DE CONEXIONES		
Radiografiado: parcial	Marca	Denominación	Tamaño	
Eficacia soldadura: 0,85	A		5"	
Altura cilindro (m): 14	B		14"	
Altura cabezal (m): 0,7	C		2 1/2"	
	D		3"	
	E		1 1/2 "	

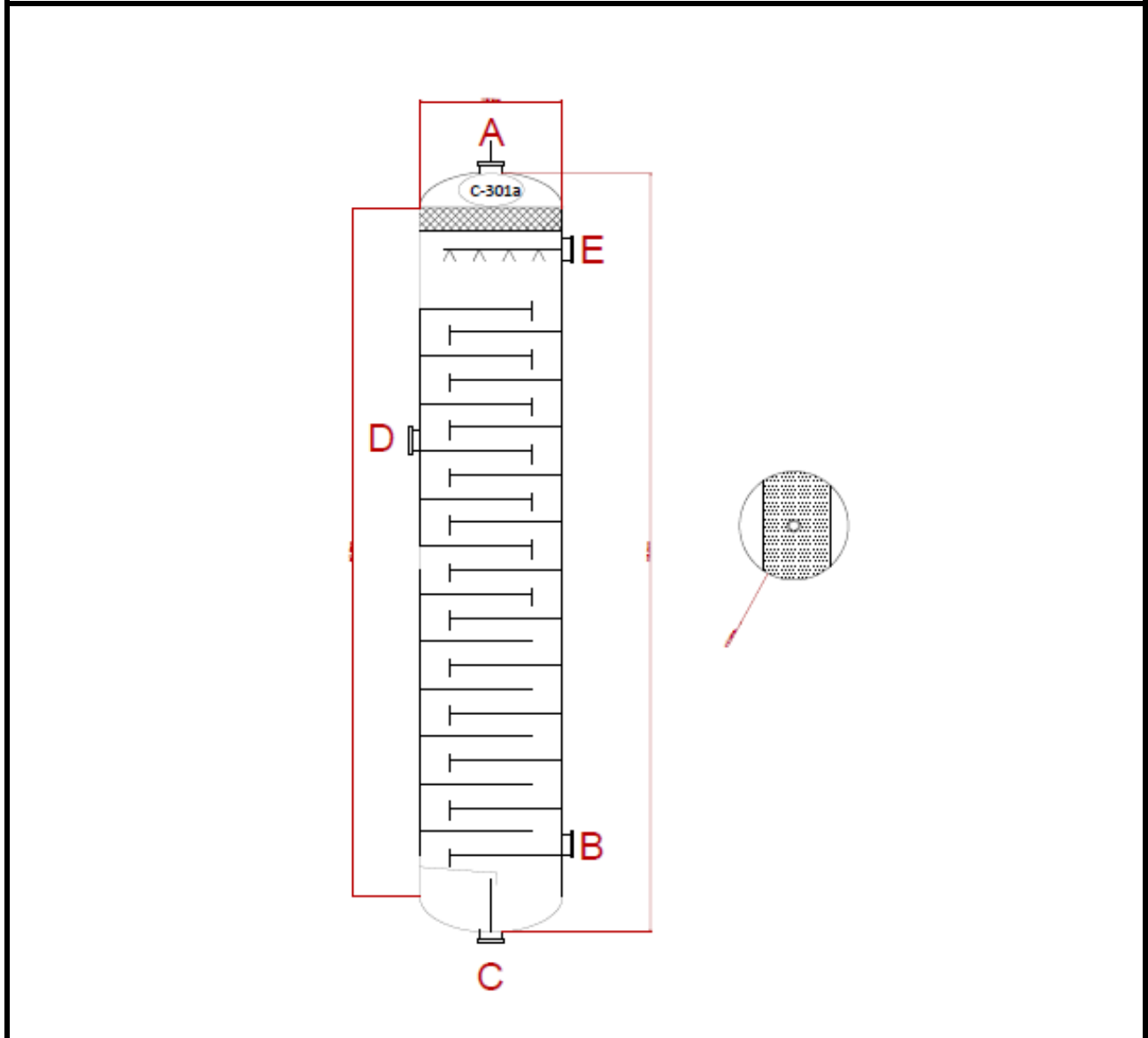
	REACTOR PRIMARIO DE AMMOXIMACIÓN	ITEM Nº: R201a	ÁREA: 200a
	Planta: Producción de caprolactama	Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	Fecha 05/06/2013
	Ubicación: Tarragona	HOJA: 2/2	
Denominación: Reactor tipo columna de burbujeo R-201			
			

2.2.2. Hojas de especificación de equipos área 400

	Reactor		Ítem nº:	Área: 200a
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de caprolactama		Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.	
Ubicación: Tarragona		Hoja: 1/1		
DATOS GENERALES				
Denominación: Reactor tipo columna de burbujeo R-201				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m³)	142	Densidad material(kg/m³)	8027	
Altura (m)	15,4	Peso equipo vacío (kg)	8570,4	
Diámetro (m)	3,5	Peso operación (kg)	116570,4	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 317-L		
Aislante:		Manta spintex 342-G-125		
Temperatura de operación (°C):		130		
Temperatura de diseño (°C):		180		
Presión de trabajo (bar):		1,01		
Presión de diseño (bar)		4,82		
Grosor del cilindro (mm):		12		
Grosor del cabezal (mm):		12		
Grosor del fondo (mm):		12		
Grosor por corrosión (mm):		1,5		
Norma de diseño aplicada:		ASME		
DETALLES DEL DISEÑO		RELACIÓN DE CONEXIONES		
Radiografiado: parcial		Marca	Denominación	Tamaño
Eficacia soldadura: 0,85		A		5"
Altura cilindro (m): 14		B		14"
Altura cabezal (m): 0,7		C		2 1/2"
		D		3"
		E		1 1/2 "

	<p>REACTOR PRIMARIO DE AMMOXIMACIÓN</p>	<p>ITEM Nº: R201a</p>	<p>ÁREA: 200a</p>
	<p>Planta: Producción de caprolactama</p>	<p>Preparado por: POLYCAPROLACTAM SOLUTIONS.</p>	<p>Fecha 05/06/2013</p>
	<p>Ubicación: Tarragona</p>	<p>HOJA: 2/2</p>	

Denominación: Reactor tipo columna de burbujeo R-201



3. DIAGRAMAS Y PLANOS

- 3.1. Nomenclatura
- 3.2. Layout de la planta
- 3.3. Diagrama de proceso
- 3.4. Diagrama de ingeniería área 200
- 3.5. Diagrama de ingeniería área 400

