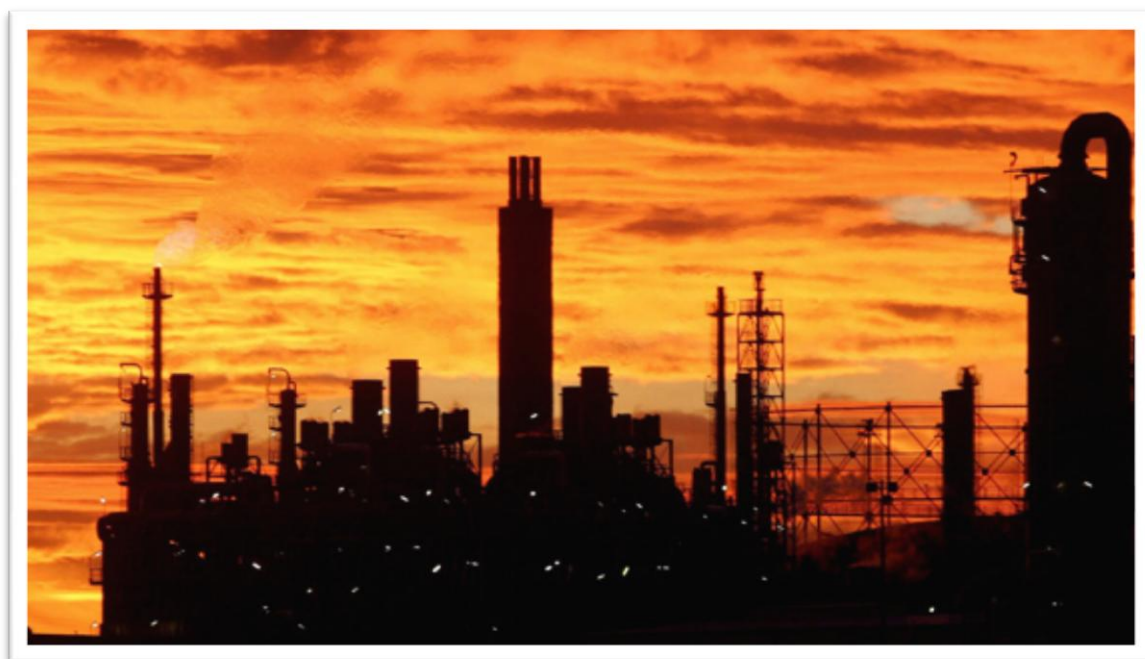


ENGINYERIA QUÍMICA

Proyecto final de carrera - Junio 2010

Planta de producción de acetaldehído



Joaquim Casanovas Gonzalez
Macià Morell Villalbí
Cristian Blanco López
Laura Martínez José
Silvia Mata Rubiejo
Nieves Carballo Costa

Tutor: Oscar Benito

VOLUMEN I

VOLUMEN I

1.-Especificaciones del proyecto

- 1.1.-Definición del proyecto
- 1.2.-Métodos de obtención del acetaldehído
- 1.3.- Descripción general del proceso
- 1.4.-Constitución de la planta
- 1.5.-Caracterización y aplicaciones del acetaldehído
- 1.6.-Balance de materia
- 1.7.- Servicios de planta
- 1.8.-Aprovechamiento energético en el acondicionamiento de los reactivos de entrada
- 1.9.-Programación temporal de construcción y montaje de la planta

2.-Equipos

- 2.1.-Listado de equipos
- 2.2.-Listado de bombas y compresores

3.-Control y instrumentación

- 3.1 Características del sistema de control
- 3.2 Implantación del sistema de control
- 3.3.-Nomenclatura
- 3.4.- Descripción y diagramas de los lazos de control
- 3.5.-Instrumentación
- 3.6.-Elementos primarios
- 3.7- Elementos finales de control
- 3.8.-Recuento de señales

VOLUMEN II

4.-Tuberías, válvulas, bombas y accesorios

4.1.-Designación de tuberías

4.2.-Designación de válvulas

4.3.-Designación de equipos de impulsión

5.-Seguridad y higiene

5.1.-Introducción

5.2.-Normativa de aplicación

5.3.-Principales riesgos de la industria

5.4.-Clasificación de la industria

5.5.-Identificación de la obra y datos generales

5.6.-Disposiciones de la planta

5.7.-Normas generales de seguridad e higiene

5.8.-Sustancias químicas

5.9.-Señalización

5.10.-Equipos de protección

5.11.-Protección contra incendios

5.12.-Planes de emergencia

5.13.-Plan de evacuación

6.-Medio ambiente

6.1.-Introducción

6.2.-Legislación actual de contaminación ambiental

6.3.-Tratamientos de los residuos generados en la producción de acetaldehído

6.4.-Tratamiento de otros residuos

6.5.-Estudio del impacto ambiental

7.-Evaluación económica

7.1 Introducción

7.2 Valoración económica de la planta: Estimación de la inversión inicial

8.-Puesta en marcha

8.1 Introducción

8.2 Tareas previas a la puesta en marcha de la planta

8.3 Puesta en marcha de servicios de la planta

8.4 Puesta en marcha de la línea de producción

9.-Operación en planta

VOLUMEN III

10.-Diagramas y planos

10.1.-Diagramas generales

10.2.-Planos de ingeniería (PID)

10.3.-Planos de implantación

VOLUMEN IV

11.-Manuales de cálculo

11.1.-Tanques de almacenamiento

11.2.-Tanques de proceso

11.3.-Reactores

11.4.-Separadores de fases

11.5.-Columnas de absorción, desabsorción, destilación y de adsorción

11.6.-Intercambiadores

11.7.-Bombas, compresores y ventiladores

11.8.-Equipos de servicio de la planta

12.-Bibliografía

CRISTIAN:

Este día tenía que llegar...cuanto tiempo pensando si sería capaz de conseguir esta meta...lo lejos k parecía estar. Ha sido una carrera de fondo que no podría haber finalizado sin el apoyo, la ayuda y motivación que todos me habéis trasmitido. A mi madre; siempre has creído en mí y me lo demuestras día a día. Me quedo con todo lo que has hecho y haces por tu familia y amigos. A mi padre; tu constancia y tesón son los mejores valores que podrías haberme inculcado. Me quedo con tu tranquilidad y paciencia, que desafortunadamente no heredé. A mi hermano; gracias por apoyarme "tete"; a mi preciosa y cariñosa novia, gracias por aguantar todos mis momentos y compartir conmigo tantos pasos....bueno a tanta gente: cuñados\as, suegros, primos, tíos, amigos,... pero sobretodo agradezco todo lo que han hecho por mí, mis abuelos. No tan sólo permitieron que yo pudiera venir a la vida sino que me rodearon de la mejor gente. Os quiero familia!!!

Por otra parte, en estos tres/cuatro últimos meses no pasaba ningún día sin pensar en cuando llegaría éste día. Ha sido el primer proyecto de tal magnitud para todos los componentes del grupo y, aunque inicialmente todo era un caos, se ha conseguido un proyecto muy interesante. Tantos líos, problemas y discusiones han dado su fruto, porque estoy seguro que sin éstos momentos no tendríamos a día de hoy un proyecto como el que se ha conseguido. Pero también ha habido algunos momentos para las risas y el cachondeo que han hecho un poco más ameno tanto tiempo de trabajo duro. Por eso quiero daros las gracias a todos; Siempre he pensado que sí el azar hizo que nos juntásemos en la etapa final de la carrera para trabajar codo con codo era por algo. Ahora ya sé por qué, para hacernos más sabios y fuertes. Un abrazo a todos y mis disculpas si en algún momento he sido insoportable.

No quiero acabar sin antes hacer mención especial a todos aquellos con los que he compartido tantas cosas en estos años de carrera. Cuantos buenos momentos desde el primer año hasta el último. Son los momentos que nunca olvidaré y todo gracias a vosotros: Marcus, Marc, Sergio, Víctor, Chechi, Sergi, Quim, Juli,...en fin y a tantos otros que se me quedan en el tintero. Os deseo lo mejor y ánimos a los que aún tenéis que hacer el proyecto.

A mis mascotas: Siempre me habéis dado cariño sin esperar nada a cambio. Un apoyo incondicional que ningún humano es capaz de proporcionar. Mafi siempre te recordaré saltando y corriendo...gracias guapa por compartir tu vida conmigo.Rocky, te quiero "pelusilla".

Por fin!!!! Cristian ya lo tienes, ya lo has conseguido!!! Cuanto tiempo esperando a éste día que tenía que llegar.

Quim:

Al·leluia, ja esta fet! Una cosa menys.

Quan vaig començar la carrera mai m'havia imaginat que pogués fer-me sentir tantes coses diferents. Els moments d'angoixa avanç d'un examen. Els matins al sol gaudint de l'autònoma. Els companys que s'han convertit en més que amics, en definitiva una experiència que mai a la vida oblidaré i que se que hem queda un gran record. Per tots aquells, que heu fet que els meus matins i tardes de practiques a la ETSE, més amens, i sobretot per aquells que se que sempre estaran quan els necessiti . Gracies per tot: **JULI, PABLO, JUANCHO**, i tots els que em deixo (Gerard, Victor, Marcs, Cristian, Sergio, Sergi) sense vosaltres no hauria arribat mai aquí.

Per no fer-me mes extens, agrairé tot el que he aconseguit fins avui a les dues persones que més m'han recolzat, compres y suportat durant aquets anys de esforç i plaer.

A ells, el meus **PARES** i també als meus germans, els hi dedico aquest projecte, per que són ells els que saben per tot el que he passat, tan els bons com els mals moments.

Finalment vull agrair a tots i cada un dels professors de la carrera que sempre m'han ates amb una gran proximitat, a ells gracies també.

A tots els meus **amics** i coneguts que han vist com he desaparegut durant quatre mesos, tranquils que ja estic aquí de NOU!!

“Un dia sense riure, es un dia perdut”

Laura:

Agraïments més que mai als meus pares per que realment sense ells no hagués pogut arribar fins aquí. MOLTES GRACIES

A la Marta: per aguantar-me els dijous a la nit amb els meus histerismes y omplir-me aquells tapers. Per sempre estar pendent de mi i per animar-me en tot moment. MOLTES GRACIES

A la meva “cari cari tu flotas” per que sempre has estat al meu costat. Realment has viscut amb mi tots els nervis, alegries,...que he viscut durant tots aquests anys. MOLTES GRACIES

I per que d'aquí uns anys només vosaltres obrireu aquests volums, dir-vos que malgrat tot fent un balanç de tot el que hem viscut estic agraïda d'haver-vos conegut, per que de cadascú de vosaltres hem quedo amb una cosa bona.

A la meva Sil per totes les hores que hem estat juntes, y per que d'aquí surt una forta amistat que mai es trencarà.

Por fin, hemos acabado!!!

El camino ha sido duro, pero nadie dijo que fuera fácil, ha valido mucho la pena!!!

La experiencia del PFC es única!!!

Quiero agradecer a mis hermanas/os (Alicia, Maria,...) por ser tan comprensivas y venir a casa con los niños cuando tenía que currar... a mi sobrino Rubén por tener tanta paciencia y esperarse para que le pusiera el lobo feroz en el youtube, a mi sobrino Manel por comprender que su tia le quiere igual aunque sea un poquito histérica, gracias mi sobrina Lucía por recomendarme ese café para aguantar despierta... supongo.

Gracias a mi hermano Jose& company por echar esa mano de última hora!!! Las pruebas de impresión son muy importantes.

También gracias a mi madre, familia y amigos, sobretodo a ti Ana ya sabes porqué, por comprender mi estrés y mi ausencia, Mama que vuelvo a casa!!!

Sobretodo gracias a mis compañeros Nieves, Macia, Kim, Laura y Cristian todos hemos hecho un gran trabajo.

Sílvia Mata Rubiejo.

Nieves

Quero comezar este parágrafo agradecendo o apoio incondicional dos meus pais dende que comecei esta andadura, que saben que tantas dores de cabeza me dou. Despois de tanto pasado, por fin cheguei á meta. Gracias por todo!

A miña irmán, á que ás veces, fago responsable de ter estudiado esta carreira; que saibas que che quero e que estou moi orgullosa de ti e de todo o que levas feito ata hoxe, espero poder igualarche algún día.

A Jesús, máis que un tío de Oscar, referente moitas veces na miña vida e o máis guapo entre os guapos. Un bico tamén enorme para a miña prima pequecha, María, a ledicia da casa; encántame que sexas feliz comendo chocolate.

Quero deixar unas palabras, unhas das que máis me costa escribir, para una persoa que estaría moi orgullosa de min neste momento, sinto que non poida facelo, sei que estaría inmensamente feliz e eu encantada de poderlle dar una aperta e un bico enorme. Sempre estarás comigo. Quéroche.

Ás miñas amigas Tamara e Cris. A primeira a miña psicóloga caseira, a amiga super responsable e constante (horario de biblioteca de 8.30 a 2 de 3 a 9), a das palabras máxicas, a que sabe qué dicir en cada momento, no bo e no malo. A Cris, ti que recargas batería estirada ó sol, gracias polo teu sorriso e por terme pasado e aclarado cousas de lexislación para o proxecto, menudo lío!!!! Doulle gracias á Santiago e á carreira por tervos atopado no camiño, fostedes e sodes imprescindibles.

A Alex, María e Jose, os meus compañeiros cóbado con cóbado do esforzo no estudio na facultade. Ás horas de traballo compartidas, ás risas e ós agobios que temos pasado xuntos. Non cambiades nunca, sodes especiais.

Quero tamén dedicar unhas palabras ás persoas que fixeron que a miña estadía nesta cidade fose máis levadeira; especialmente a unha que me fixo ver que non o que vexo negro a primeira vista é realmente negro, gracias polos minutos que me dedicastes nas horas baixas e ós bos momentos que pasamos xuntos.

Por último e en catalán: Agraïments als meus companys de grup de projecte per fer-me aprendre una mica de català i per el esforç de tota la feina feta.

Como di unha canción: “Llegaremos a tiempo”

Macià

Són les nou del vespre de l'11 de juny de 2010. Després de tants esforços el projecte està gairebé enllestit, malgrat que en les últimes setmanes semblés que això fos una tasca impossible.

Un cop arribat en aquest moment només puc dir que sento que em trec un gran pes de sobre, ja que aquest document és el reflex d'acabar una etapa molt important de la meua vida. Han sigut uns anys molt intensos que m'han passat realment volant.

M'agradaria agrair en primer lloc als meus pares. Al meu pare li dono les gràcies per la seva paciència, per la seva generositat i per estar al meu costat en tot moment. A la meua mare, a més pels seus consells en els moments en que més ho necessitava; espero que tot surti bé i et recuperis el més aviat possible.

Una persona té especial responsabilitat en que acabés estudiant Enginyeria Química. Gràcies al meu tiet Eduardo per les teves classes i la teua paciència. Gràcies igualment a la meua tieta Olga per tots els bons moments viscuts al llarg de tots aquests anys.

També m'agradaria agrair el suport dels meus amics de tota la vida, els quals també han estat sempre al meu costat. Gràcies Ferran, Sergi, Robert, Albert, Pepo,.. Espero recuperar el temps perdut en aquests últims mesos, començant pel viatge a Menorca.

Gràcies també pels bons moments viscuts amb els companys de classe durant aquests cinc anys. En especial gràcies al suport i el bon rollo que hi ha hagut amb vosaltres: Ruben, Alba, Chus, Canet, Luis, Xavi, Enric, Calleja,....Espero un viatge de final de carrera en condicions eh?

Gràcies a l'Alvaro, per la seva amistat i pels moments d'evasió que han fet el projecte més amè. Ens veiem aquest estiu a Burgos!

1.-Especificaciones del proyecto

1.-ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1.-Definición del proyecto.....	1
1.1.1.-Objetivo del proyecto.....	1
1.1.2.-Alcance del proyecto.....	1
1.1.3.-Localización de la planta.....	2
1.1.4.-Evaluación de las comunicaciones y accesibilidad de la planta.....	3
1.1.5.-Nomenclatura.....	5
1.1.5.1.-Áreas de la planta.....	5
1.1.5.2.-Fluidos de proceso.....	5
1.1.5.3.-Equipos.....	6
 1.2.-Métodos de obtención del acetaldehído.....	 7
1.2.1.-Hidratación de acetileno.....	7
1.2.2.-Oxidación del etanol.....	9
1.2.3.-Deshidrogenación de etanol.	11
1.2.4.-Oxidación parcial de hidrocarburos saturados.....	11
1.2.5.-Obtención de acetaldehído a partir de compuestos C1.....	12
1.2.6.-Oxidación de etileno.	13
 1.3.-Caracterización y aplicaciones del acetaldehído.....	 17
1.3.1.-Propiedades físicas.....	17
1.3.2.-Propiedades químicas.....	20
1.3.2.1.-Descomposición.....	20
1.3.2.2.-Oxidación.....	20
1.3.2.3.-Reducción.....	21
1.3.2.4.-Reacciones de condensación.....	21
1.3.2.5.-Reacciones de adición.....	22
1.3.2.6.-Reacciones con compuestos nitrogenados.....	22
1.3.2.7.-Reacciones con compuestos halogenados.....	23
1.3.2.8.-Reacciones de polimerización.....	23

1.3.3.-Aplicaciones del acetaldehído.....	24
1.4.-Descripción general del proceso.....	25
1.5.-Constitución de la planta.....	33
1.5.1.-Normativas.....	33
1.5.2 Criterios a seguir en la construcción de la planta.....	34
1.5.3. Descripción de las zonas de la planta.	35
1.5.4.-Plantilla de trabajadores.....	37
1.6.-Balance de materia.....	39
1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 50%	40
1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 100%	43
1.7.- Servicios de planta.....	46
1.7.1. Agua de red.....	46
1.7.2. Agua de refrigeración.....	46
1.7.2.1 Torres de refrigeración.....	47
1.7.2.2. Chillers de agua de refrigeración.....	50
1.7.3. Agua glicolada.....	51
1.7.4. Vapor de agua.....	52
1.7.5. Gas natural.....	54
1.7.6. Agua descalcificada.....	54
1.7.7. Aire comprimido.....	55
1.7.8. Electricidad.....	56
1.7.8.1.-Cálculo del consumo total de electricidad en la planta.....	56
1.7.8.2.-Cálculo del diámetro de los cables eléctricos.....	59
1.7.8.3.-Estación transformadora.....	60
1.7.8.4.-Grupos electrógenos.....	61

1.8.-Aprovechamiento energético en el acondicionamiento de los reactivos de entrada.....62

1.9.-Programación temporal de la construcción y montaje de la planta.....64

1. Especificaciones del proyecto

1.1.-Definición del proyecto

1.1.1.-Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto es el diseño de una planta de fabricación de acetaldehído mediante oxidación de etileno. El proceso conocido como proceso Wacker-Hoeschst, se llevará a cabo en una única etapa, usando como agente oxidante oxígeno. El proyecto además de ser viable técnica y económicamente, ha de cumplir toda la normativa y legislación vigente.

En el proyecto se incluyen el diseño de todos los equipos de proceso, los diagramas y planos correspondientes así como la puesta en marcha de la planta y la operación en continuo de la misma.

El diseño de la planta de producción de acetaldehído se lleva a cabo en base a unas determinadas especificaciones, las cuales se detallan a continuación:

- **Capacidad de producción:** 60.000 Tm/año.
- **Funcionamiento de la planta:** 300 días/año.
- **Presentación de producto final:** Acetaldehído líquido puro listo para llenar cisternas a granel.

1.1.2.-Alcance del proyecto

El presente proyecto incluye los siguientes puntos:

- Diseño y especificaciones de los equipos involucrados en el proceso.
- Diseño de los diagramas de implantación, ingeniería,...
- Diseño y especificaciones del sistema de control de la planta.
- Diseño y especificaciones de tuberías.
- Estudio del sistema de seguridad e higiene a seguir en plantas químicas para cumplir la normativa legal vigente.
- Estudio medioambiental de la planta a fin de que cumpla la normativa legal vigente.

- Evaluación económica de la planta.
- Puesta en marcha.

1.1.3.-Localización de la planta

La planta de producción de acetaldehído estará localizada en el término municipal de Castellbisbal, más concretamente en el ficticio Polígono Industrial “Metalls Pesants”.

A la hora de diseñar la planta se ha de tener en cuenta que ésta debe cumplir rigurosamente la normativa urbanística municipal, en lo referente a distancias a viales y vecinos, altura de edificios, ocupación de la parcela y edificabilidad.

En la figura 1.1. se muestra un mapa político de Cataluña en el que se puede observar la comarca del Vallès Occidental, a la cual pertenece el municipio de Castellbisbal, en la provincia de Barcelona.



Figura 1.1.3.- Mapa político de Cataluña.

1.1.4.-Evaluación de las comunicaciones y accesibilidad de la planta

La elección de la ubicación de una planta industrial responde a una serie de criterios entre los que podemos destacar:

- Proximidad de las explotaciones que proporcionarán la materia prima principal del proceso.
- Existencia de una red de comunicaciones adecuada para el transporte, tanto de materias primas como de producto acabado.
- Disponibilidad de una red de infraestructuras adecuadas, en cuanto a servicios de agua, energía eléctrica, saneamiento y telecomunicaciones.
- Coste y disponibilidad de suelo industrial.
- Topografía del terreno.

La red de comunicaciones e infraestructuras de que disponga el polígono industrial en el que se pretende llevar a cabo la construcción de la instalación debe ser objeto de un estudio previo, puesto que se debe garantizar una buena accesibilidad a la planta.

Castellbisbal, municipio situado en la comarca del Vallès Occidental, se encuentra bien comunicado por carretera gracias a su proximidad a las autopistas y autovías centrales AP-7 y A-2. Estas vías permiten la llegada de materias primas a la planta y la distribución del producto acabado a otros puntos de la geografía catalana, española y continental por carretera y a su vez, comunica la planta con el aeropuerto de El Prat de Barcelona y con el propio puerto de Barcelona, lo que facilitaría el transporte aéreo y marítimo, respectivamente, en caso de que fuese necesario.

A continuación, en la figura 1.2. se muestra un mapa de la red de carreteras cercana al polígono industrial “Metalls Pesants”.

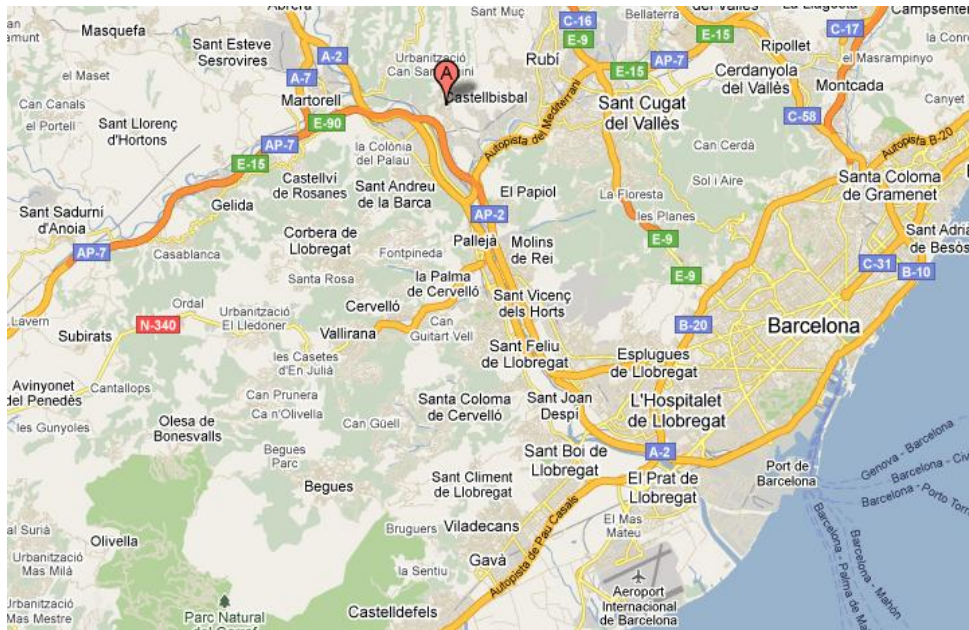


Figura 1.1.4.1- Red de carreteras

Además del transporte por carretera, existe la posibilidad de utilizar la red ferroviaria para el transporte de mercancías. Las líneas de RENFE que conectan respectivamente Barcelona-Vilafranca-Sant Vicenç de Calders, y Mollet-Sant Cugat-Castellbisbal pasan por la estación de ferrocarril de Castellbisbal, acondicionada para el transporte de personas y mercancías. A su vez estas líneas permiten el tráfico ferroviario de mercancías hacia Amposta y hacia Francia.



Figura 1.1.4.2- Red ferroviaria

Además existe un ramal exclusivo para el transporte de mercancías entre el nudo de Castellbisbal y Can Tunis/Puerto de Barcelona y se están mejorando las infraestructuras entre Castellbisbal y Mollet con el objetivo de acelerar el tráfico de mercancías hacia Francia.

1.1.5.-Nomenclatura

1.1.5.1.-Áreas de la planta

Tabla 1.1.5.1- Nomenclatura áreas de la planta.

NOMBRE	ÁREA
A-100	Almacenamiento etileno
A-200	Reacción
A-300	Tanques
A-400	Purificación
A-500	Almacenamiento acetaldehído
A-600	Almacenamiento crotonaldehído
A-700	Tratamiento de aguas
A-800	Tratamiento de gases
A-900	Servicios
A-1000	Oficinas
A-1100	Aparcamiento

1.1.5.2.-Fluidos de proceso

Tabla 1.1.5.2- Nomenclatura fluidos de proceso de la planta

C	Vapor de agua condensado
WV	Vapor de agua
E	Etileno
O	Oxígeno
WS	Agua de la torre de refrigeración
A	Acetaldehído
CR	Crotonaldehído
GW	Agua glicolada
GT	Gases a tratar

WT	Aguas a tratar
N	Nitrógeno
PL	Corriente proceso líquido
PG	Corriente proceso gas
CAT	Catalizador
WT	Agua de red
RW	Agua residual
AI	Aire

1.1.5.3.-Equipos

Tabla 1.1.5.3- Nomenclatura equipos de la planta

CÓDIGO	EQUIPO
T	Tanque de almacenamiento
TD	Tanque disolución
TM	Tanque de mezcla
R	Reactor
RC	Reactor catalítico oxidación gases residuales
RG	Regenerador
S	Separador de fases
B	Bomba
C	Compresor
IC	Intercambiador por convección natural
I	Intercambiador carcasa y tubos
CN	Condensador
AB	Columna de absorción
DA	Columna de desabsorción
AD	Columna de adsorción
CD	Columna de destilación
TR	Torre refrigeración
CA	Caldera
CH	Chiller

1.2.-Métodos de obtención del acetaldehído

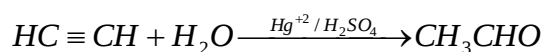
La producción comercial de acetaldehído se lleva a cabo mediante hidratación de acetileno, oxidación parcial de etanol o deshidrogenación de etanol, oxidación parcial de hidrocarburos saturados y oxidación directa de etileno. Actualmente, la oxidación en fase líquida del etileno es la principal ruta comercial de producción de acetaldehído.

1.2.1.-Hidratación de acetileno

La hidratación de acetileno constituyó la principal vía de producción comercial de acetaldehído desde 1916 hasta mediados de la década de los setenta, cuando este proceso fue prácticamente reemplazado por la oxidación directa del etileno.

El acetileno de alta pureza y a una presión de 103.4 kPa (15 psi) se hace pasar a través de un reactor vertical que contiene la solución catalítica de sales de mercurio en ácido sulfúrico al 18-25% y a una temperatura de entre 70-90°C. La conversión del acetileno por paso es del 55%.

La reacción que tiene lugar es la siguiente:



Los gases de salida del reactor se enfrían y se pasan a una columna de absorción, en la que con agua, se recupera el acetaldehído que pueda permanecer en fase vapor. El acetaldehído crudo se purifica posteriormente mediante destilación y el exceso de acetileno que sale por cabezas de la columna de absorción se recircula al reactor.

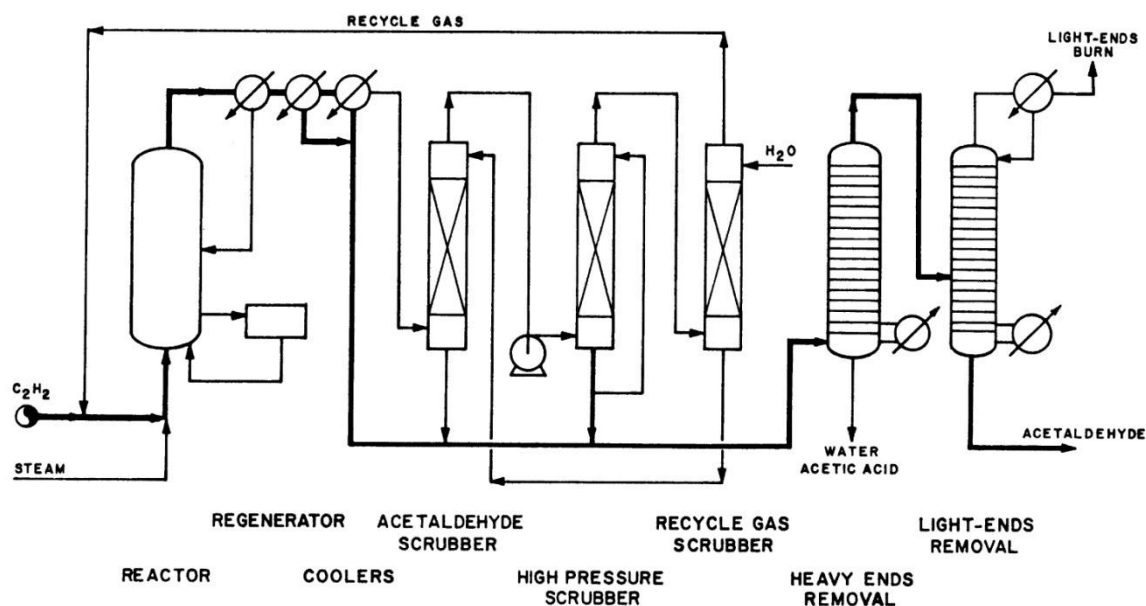


Figura 1.4. Esquema ilustrativo de la producción de acetaldehído mediante hidratación de acetileno.

El catalizador fresco se introducía al reactor de manera periódica en forma de mercurio metal, si bien es sabido que la actividad catalítica se debe a los complejos iónicos a los que da lugar. El consumo de mercurio es de alrededor del 0,1% relativamente al acetaldehído formado.

Durante la reacción, los iones catalíticos de mercurio (+2) se reducen a sulfato de mercurio (+1), catalíticamente inactivo y a mercurio metálico, dando lugar a unos lodos que deben ser retirados periódicamente del reactor. La velocidad de agotamiento del catalizador y por tanto, la cantidad de lodos generados, se puede reducir añadiendo a la solución catalítica iones hierro (+3) que actúan reoxidando los iones mercurio (+1) a iones mercurio (+2), la especie catalíticamente activa.

La porción de lodos retirados del reactor son tratados antes de volver a introducirlos. Los lodos se desgasifican, se filtran, se tratan con ácido nítrico (para reoxidar las sales ferrosas a hierro metal) y por último, se les eliminan los óxidos de nitrógeno.

Existe una alternativa a este proceso, en la cual el acetileno se hidrata completamente con agua para dar lugar a acetaldehído. Esta operación tiene lugar a una temperatura de entre 68-73°C y presión atmosférica, usando como catalizador una solución de sales de mercurio-hierro. La corriente de colas del reactor conteniendo solución catalítica y acetaldehído es sometida a una destilación a vacío, aprovechando para ello el calor generado durante la reacción. En el

proceso se separa el acetaldehído de la solución catalítica, que se recircula al reactor. El acetaldehído en fase gas se enfría a 35 °C, se comprime hasta 2,5 atm y condensa. Por último se somete a una última destilación para separar el acetaldehído de otros compuestos volátiles.

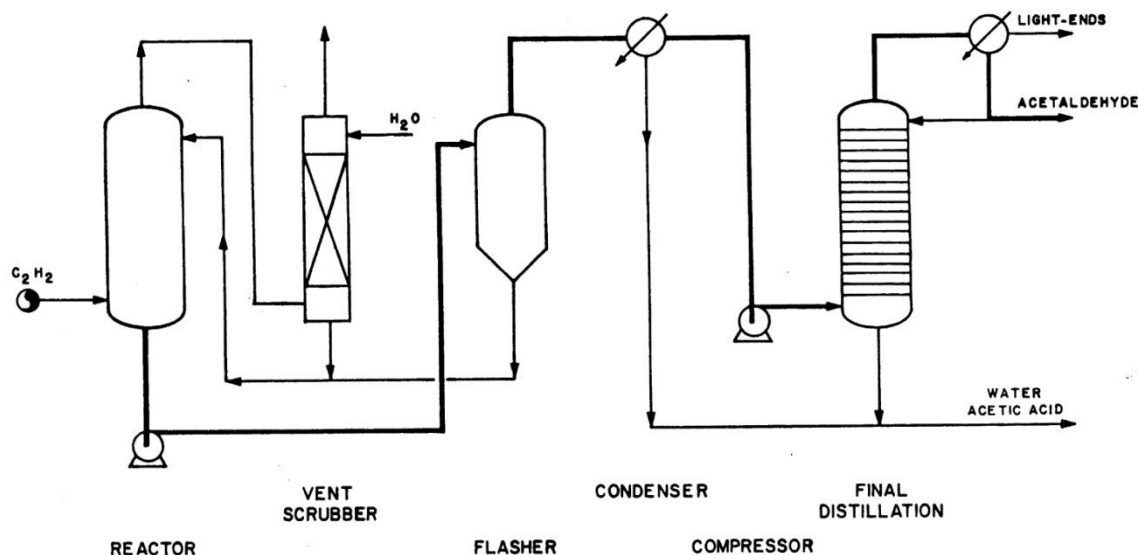


Figura 1.5. Esquema ilustrativo de producción de acetaldehído por hidratación total de acetileno.

Esta combinación de presión y vacío permite reducir los costes de calefacción y refrigeración.

1.2.2.-Oxidación de etanol

La oxidación de etanol es el método más eficaz y más antiguo para producir acetaldehído en el laboratorio.

En el proceso comercial, el etanol se oxida catalíticamente con oxígeno o aire en la fase vapor siendo los catalizadores más utilizados el cobre, la plata y sus óxidos y aleaciones. La reacción que tiene lugar es la siguiente:



El etanol en fase vapor se mezcla con aire precalentado y se hace pasar sobre el catalizador de plata que contiene el reactor a 500-650 °C y presión atmosférica. La temperatura de la reacción depende de la relación alcohol-aire y de la velocidad de circulación del gas sobre el

catalizador. La conversión del alcohol varía entre el 50 y el 70% (si el reactor es multitubular se puede alcanzar una conversión del 74-82%) y la producción se encuentra entre el 97-99% dependiendo de las condiciones de reacción.

El acetaldehído y el etanol no reaccionados se eliminan de la corriente de salida del reactor lavándola con etanol frío. La corriente de salida del scrubber se somete a una destilación fraccionada en la cual se separa por cabezas el acetaldehído. El residuo de colas de la columna de destilación, formada fundamentalmente por agua y etanol, junto a pequeñas cantidades de ácido acético y ácido fórmico entre otros, se lleva a una segunda columna de destilación para separar el etanol que se recirculará al reactor. El residuo de la segunda columna de destilación por su composición podrá recibir un tratamiento biológico.

Los gases de salida de la torre de absorción de acetaldehído se vuelven a lavar con agua fría para recuperar los posibles restos de etanol y acetaldehído que la corriente pueda contener. Los gases de salida de esta segunda torre de absorción formados principalmente por nitrógeno, hidrógeno, metano, monóxido de carbono y dióxido de carbono se queman en los generadores de vapor (los gases se denominan como gases pobres pues tienen bajo poder calorífico).

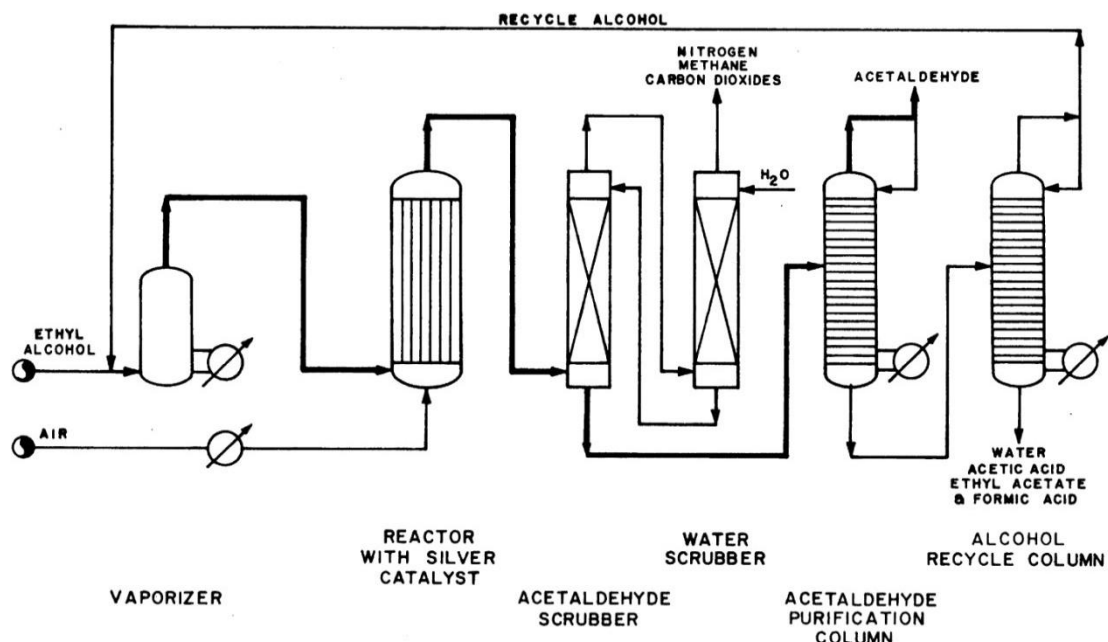


Figura 1.6. Esquema ilustrativo de producción de acetaldehído mediante oxidación de etanol.

El calor generado en la reacción se utiliza para producir vapor usando un sistema de recuperación calor-residuo inmediatamente después de la zona de reacción.

1.2.3.-Deshidrogenación de etanol

El acetaldehído también puede obtenerse a partir del etanol por deshidrogenación usando como catalizador una mezcla de óxido de cromo, Cr_2O_3 , y de cobre. La reacción que tiene lugar es la siguiente:



El etanol en fase vapor se hace pasar a través del catalizador de cromo-cobre que contiene el reactor tubular a una temperatura de 260-290°C y a presión atmosférica. La conversión del etanol oscila entre el 30-50% por paso dependiendo de la velocidad del flujo del alcohol y de la temperatura de reacción.

La corriente gaseosa de salida del reactor se enfría y se lava con etanol y agua, produciéndose la separación del acetaldehído y del etanol y dando lugar a una corriente gaseosa formada fundamentalmente por hidrógeno (por cada mol de etanol se genera un mol de hidrógeno), pero que también contiene pequeñas cantidades de metano y dióxido de carbono. Esta corriente gaseosa de hidrógeno se envía a una antorcha y se quema.

La corriente líquida que contiene acetaldehído y etanol pasa a una columna de destilación en la cual se separa el acetaldehído por cabezas. La corriente de colas de la columna de destilación se envía a otra columna de destilación en la cual se separa el etanol del agua y de otros productos como ácido butírico, acetato de etilo o crotonaldehído. El etanol en exceso recuperado se recircula al reactor.

1.2.4.-Oxidación parcial de hidrocarburos saturados

El acetaldehído aparece como un coproducto en la oxidación parcial en fase vapor de hidrocarburos saturados como el butano, el propano o mezclas de ambos. El agente oxidante empleado es oxígeno o aire.

Este proceso de producción de acetaldehído no es muy relevante desde el punto de vista comercial puesto que no es selectivo y es necesaria la recuperación de una amplia gama de compuestos químicos. A continuación, se refleja para el caso de la oxidación del butano los productos y subproductos que se generan: como productos principales se obtienen acetaldehído, formaldehído, metanol y acetona pero además, en menores cantidades, se obtienen otros aldehídos, alcoholes, cetonas, glicoles, acetales, epóxidos y ácidos orgánicos.

1.2.5.-Obtención de acetaldehído a partir de compuestos C1

Los compuestos C1 son aquellos que solo contienen un átomo de carbono.

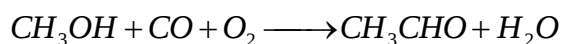
El acetaldehído se puede obtener a partir de gas de síntesis en un proceso en una única etapa utilizando un catalizador de rodio o de cobalto activado por cloruro de magnesio en un soporte de sílice.



En el proceso se hace pasar el gas de síntesis sobre el catalizador de rodio en un 5% a una temperatura y presión de 300°C y 2.00 MPa (20 atm), respectivamente.

Los principales productos son: acetaldehído (24%), ácido acético (20%) y etanol (16%). Además, se forman otros hidrocarburos saturados como el metano, como subproductos. Este proceso no se utiliza comercialmente.

A pesar del descenso en el consumo del acetaldehído de los últimos años, se han seguido investigando nuevas rutas de obtención a partir de compuestos no derivados directamente del petróleo, debido al aumento de precio que vienen experimentando. Así, una nueva ruta posible para obtener acetaldehído y etanol es la hidroformilación del metanol con CO/H₂.



La reacción tiene lugar en presencia de catalizadores como sales de cobalto, níquel o hierro (por ejemplo, CoBr₂, CoI₂), a una temperatura de 140-200 °C, y a alta presión (30-40 MPa). Se puede conseguir una selectividad del 80% en acetaldehído, o incluso más, utilizando un catalizador de níquel-cobalto en presencia de aminas terciarias, fosfinas o nitrilo.

También se puede obtener acetaldehído mediante carbonilación de metil acetato y por reducción de anhídrido acético.

Ninguno de estos procesos se ha llevado a cabo comercialmente.

1.2.6.-Oxidación de etileno

Wacker-Chimie y Farbwerker Hoeschst desarrollaron entre 1957 y 1959 la oxidación parcial en fase líquida del etileno a acetaldehído, usando como catalizador una disolución acuosa de cloruros de paladio y de cobre (PdCl_2 y CuCl_2).

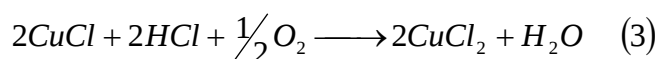
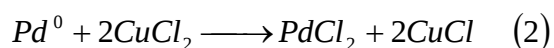
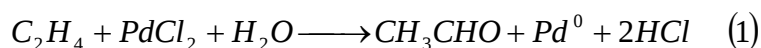
El proceso también conocido como proceso Wacker-Hoeschst, es la principal vía de obtención comercial de acetaldehído.

El proceso se representa sencillamente como la oxidación directa y catalítica del etileno por la siguiente reacción exotérmica:



En realidad, la reacción no tiene lugar en una única etapa sino que el mecanismo es bastante más complejo, involucrando reacciones de formación de complejos intermedios y reacciones de oxidación-reducción.

El proceso está basado en tres reacciones químicas:



La reacción (1) es suficiente para la producción de acetaldehído. Como se observa la propia función catalítica reside en la especie PdCl_2 que forma un complejo con el etileno y un cambio de ligandos. Sin embargo, esta reacción por sí sola no da lugar a un proceso comercialmente viable para la obtención de acetaldehído puesto que se necesitan grandes cantidades de

cloruro de paladio, al desactivarse este durante la reacción. Así se introducen las reacciones (2) y (3), que permiten regenerar la especie catalítica y hacer el proceso viable comercialmente.

En la reacción (2), el paladio metálico se reoxida a PdCl_2 mediante CuCl_2 que se reduce a CuCl , siendo regenerado en la reacción (3) con oxígeno. La reoxidación del Pd^0 no se lleva a cabo con oxígeno directamente porque la reacción es muy lenta. Se utiliza como agente oxidante el CuCl_2 porque el proceso redox es más rápido y porque el cobre monovalente del CuCl se oxida fácilmente con oxígeno a cobre divalente. Cabe destacar que la cantidad de PdCl_2 necesaria para la conversión del etileno a acetaldehído es muy pequeña.

Uno de los principales problemas de esta vía de obtención de acetaldehído son las propiedades extremadamente corrosivas de la solución catalítica. Habitualmente se utilizan equipos de titanio o recubiertos de material cerámico. Además es necesario controlar cuidadosamente la composición de las disoluciones para mantener la conversión alcanzada en la etapa de reacción.

El proceso industrial puede llevarse a cabo en una o dos etapas:

- En el *proceso en una etapa*, la reacción de formación de acetaldehído y la regeneración del catalizador tienen lugar en el mismo reactor y se emplea como agente oxidante oxígeno. Este proceso se explicará con más detalle en apartados posteriores al ser el proceso utilizado en el presente proyecto para la producción del acetaldehído.

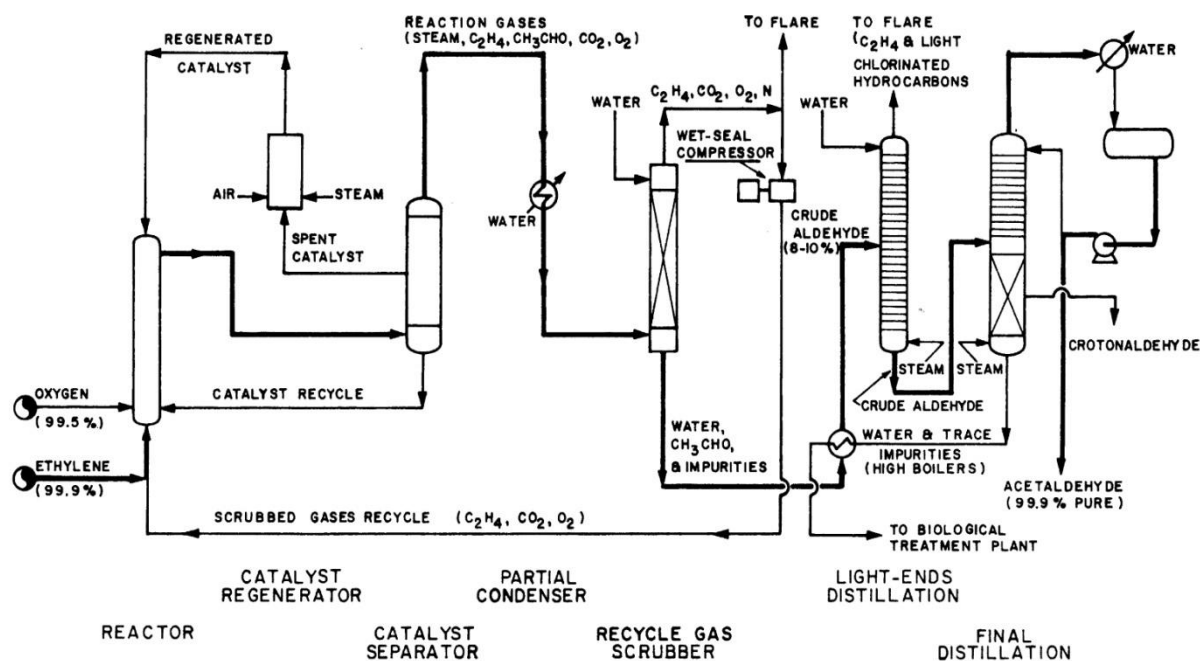


Figura 1.7. Esquema ilustrativo de producción de acetaldehído por oxidación de etileno en una etapa.

- En el *proceso en dos etapas*, la reacción de formación de acetaldehído y la regeneración del catalizador tienen lugar en reactores separados y en este caso el agente oxidante utilizado es el aire. A continuación, se procede a explicar con más detenimiento el proceso en dos etapas:

El etileno se alimenta de manera continua a un reactor tubular de flujo pistón en el cual se mezcla con la solución catalítica acuosa de PdCl_2 y CuCl_2 a una temperatura de 105-110° C y presión de 9-10 atm. La conversión del etileno es total a la salida del reactor. La corriente de salida del reactor se somete a una destilación flash a presión atmosférica de modo que se produce la evaporación de agua y acetaldehído. La corriente de cabezas del separador flash se lleva a una columna de acetaldehído crudo en la cual se separa agua, que se recircula al scrubbing de gases y a la columna de destilación flash (para mantener constante la concentración de catalizador), de una disolución de acetaldehído más concentrada.

La corriente líquida que sale del separador flash (disolución catalítica) se envía al segundo reactor, también tubular, en el cual se produce la oxidación de las sales de cobre utilizando aire para tal efecto. La solución de sales reoxidadas entra a un separador de fases en el cual se separan en la fase gaseosa el oxígeno no reaccionado, inertes y algunos compuestos orgánicos. Esta corriente gaseosa se somete a continuación a un scrubbing para recuperar el acetaldehído que pudiese contener, y una vez limpia se puede usar como gas inerte debido a que en su mayor parte es nitrógeno. Por otra parte, la solución de sales líquida que sale del separador se divide en dos corrientes; una de ellas se recicla al reactor directamente y la segunda se somete a un tratamiento térmico a 170° C para descomponer oxalato de cobre y otros compuestos no volátiles indeseables. La corriente que sale del regenerador se introduce directamente en la torre de destilación flash.

La disolución de acetaldehído más concentrada se introduce en una columna de destilación de ligeros en la que por cabezas se separan sustancias de bajo punto de ebullición como clorometano, cloroetano o dióxido de carbono. La corriente de colas de esta columna de destilación se introduce en una nueva columna de destilación en la cual se recuperan

acetaldehído por cabezas, derivados halogenados del acetaldehído por una salida lateral y un agua residual por el fondo de la columna que contiene básicamente ácido acético y agua.

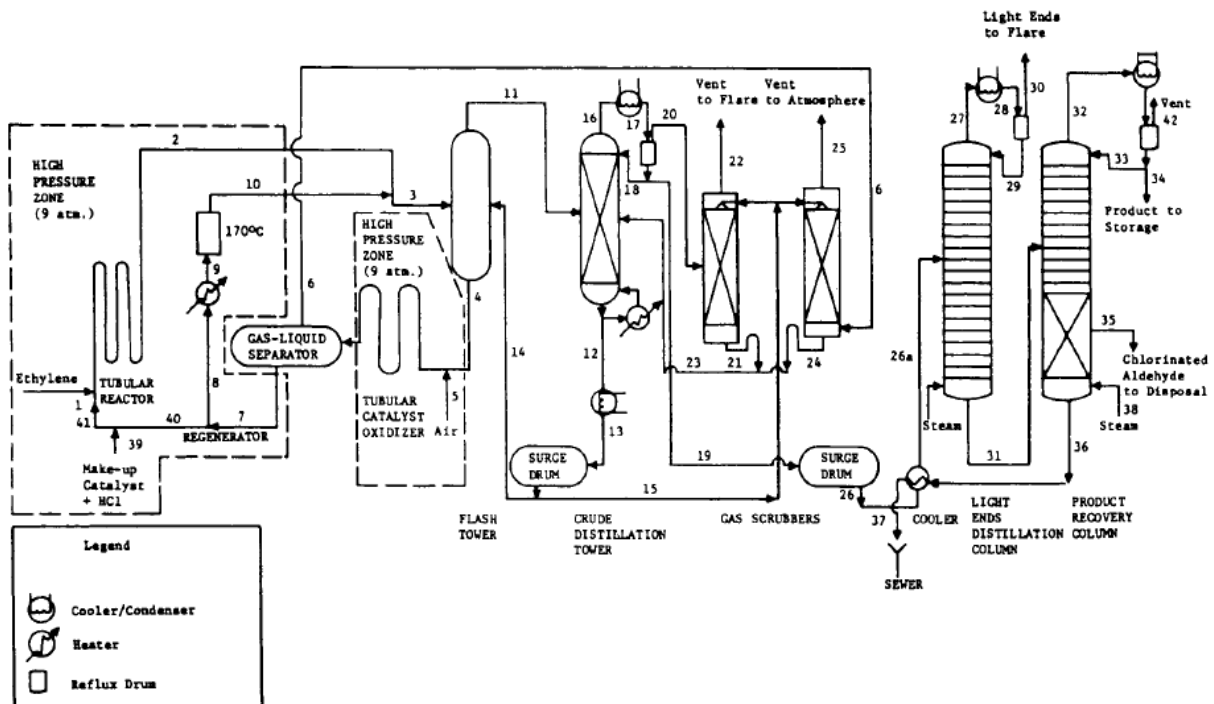


Figura 1.8. Esquema ilustrativo de la producción de acetaldehído mediante oxidación de etileno en dos etapas.

Por lo general, la elección del proceso en una o dos etapas se hace en función de las materias primas y de la situación energética así como del precio del oxígeno en el mercado, puesto que ambos procesos son muy similares. En ambos casos la producción de acetaldehído es de alrededor del 95% y los costes de producción son prácticamente iguales. La ventaja que en el proceso en dos etapas constituye el uso de aire está compensado con la mayor inversión inicial necesaria para el proceso. Además, en ambos métodos se obtienen los mismos subproductos.

1.3.-Caracterización y aplicaciones del acetaldehído

El acetaldehído fue preparado por primera vez por Scheele en 1774 mediante la oxidación de etanol con dióxido de manganeso (MnO_2) en presencia de ácido sulfúrico. En 1835, Liebig estableció su estructura molecular preparando acetaldehído puro mediante oxidación de etanol con ácido crómico. Liebig denominó al compuesto “aldehído”, de los términos del latín *al* (alcohol) y *dehído* (deshidrogenado). Más tarde, en el 1881, Kutscherow observó la formación de acetaldehído mediante la adición de agua al acetileno.

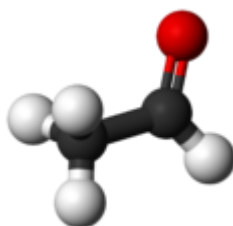


Figura 1.9. Representación de la estructura molecular del actaldehído.

El acetaldehído se obtiene como producto en la mayoría de oxidaciones de hidrocarburos. Es un producto intermedio en el metabolismo de plantas y animales, en los cuales se detecta en pequeñas cantidades. El acetaldehído en grandes cantidades interfiere con los procesos biológicos. Es también un intermedio de los procesos de fermentación, pero se reduce inmediatamente a etanol. Se puede formar en el vino y demás bebidas alcohólicas después de su exposición al aire, confiriéndoles un sabor desagradable.

1.3.1.-Propiedades físicas

El acetaldehído también denominado etanal, es un líquido incoloro, móvil, de olor asfixiante y penetrante. Cuando se encuentra diluido pasa a tener un olor afrutado agradable. Es completamente miscible en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos comunes.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades físicas del acetaldehído:

Tabla 1.3.1.1.- Propiedades físicas del acetaldehído

PROPIEDADES FÍSICAS	
Peso molecular	44,053
Punto de fusión (°C)	-123,5
Punto de ebullición (°C) a 1 atm	20,16
Densidad relativa (g/mL)	$d_4^t = 0,8045 - 0,001325 \cdot t \text{ (t}^\circ\text{C)}$
Coeficiente de expansión para (0-30°C)	0,00169
Índice de refracción	$n_D^t = 1,34240 - 0,0005635 \cdot t \text{ (t}^\circ\text{C)}$
Densidad de vapor (aire=1)	1,52
Tensión superficial a 20 °C (mN/m)	21,2
Viscosidad a 15°C (cP)	0,02456
Calor específico del líquido (J/(g.K))	
a 0°C	2,18
a 20°C	1,38
Calor específico del vapor a 25°C (J/(g.K))	1,24
$\alpha = C_p/C_v$ a 30 °C y 1 atm	1,145
Calor latente de fusión (kJ/mol)	3,246
Calor latente de vaporización a 20,2°C (kJ/mol)	25,73
Calor de disolución en agua (kJ/mol)	17,906
Calor de combustión del líquido a P cte (kJ/mol)	1168,79
Calor de formación a 298K (kJ/mol)	-166,47
Energía libre de formación a 298 K (kJ/mol)	-133,81
Temperatura crítica (°C)	181,5
Presión crítica (MPa)	6,44
Momento dipolar fase gas (C.m)	$8,97 \cdot 10^{-30}$
Primer potencial de ionización (eV)	10,5
Constante de disociación a 0°C (mol/L)	$0,7 \cdot 10^{-14}$
Temperatura de ignición en aire (°C)	165
Límite de explosividad en mezclas con aire (%vol. Acetaldehído)	4,5-60,5

Punto de inflamabilidad (°C)	-38
Constante dieléctrica	
líquido a 10°C	21,8
vapor a 20,16°C y 1 atm	1,0216
Volumen específico del vapor a 20,16°C (m ³ /kg)	0,531
Volumen molar del gas (L/mol)	
a 25°C	23,84
a 20,16°C y 1atm	23,4
Conductividad térmica (W/mK)	
líquido a 20°C	0,174
vapor a 25°C	1,09.10 ⁻²

Tabla 1.3.1.2.- Datos de presiones de vapor del acetaldehído a diferentes temperaturas.

TEMPERATURA(°C)	PRESIÓN DE VAPOR (kPa)
-50	2,5
-20	16,4
0	44
5	54,8
10	67,7
15	82,9
20	100,6
20,16	101,3
30	145,2
50	279,4
70	492,6
100	1014

Tabla 1..3.1.3. Datos de presión de vapor para soluciones acuosas de acetaldehído a distintas temperaturas.

TEMPERATURA (°C)	MOL %	PRESIÓN DE VAPOR TOTAL (kPa)
10	4,9	9,9
10	10,5	18,6
10	46,6	48,4
20	5,4	16,7
20	12,9	39,3
20	21,8	57,7

1.3.2.-Propiedades químicas

El acetaldehído es un compuesto altamente reactivo. Reacciones de oxidación, hidrogenación, condensación, adición y polimerización son ejemplos de su reactividad.

1.3.2.1.-Descomposición

El acetaldehído se descompone a temperaturas del orden de los 400°C, formando principalmente metano y monóxido de carbono, siendo la energía de activación de la reacción de pirolisis es de 97,7 kJ/mol.

1.3.2.2.-Oxidación.

El acetaldehído se oxida fácilmente en presencia de oxígeno o aire para dar lugar a ácido acético, anhídrido acético y ácido peracético. El producto principal depende de las condiciones de reacción.

La reacción de oxidación del acetaldehído con oxígeno/aire es una reacción en cadena en la cual se forma como intermedio, acetaldehído monoperacetato (AMP). El AMP se descompone en ácido peracético ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$) y acetaldehído a baja temperaturas y en presencia de cantidades catalíticas de sales de cobalto y hierro. Sin embargo, en presencia de un catalizador de sales de manganeso (Mn^{+2}), da lugar a ácido acético y si se utilizan sales de cobre (Cu^{+2}) y cobalto (Co^{+2}), se obtiene anhídrido acético.

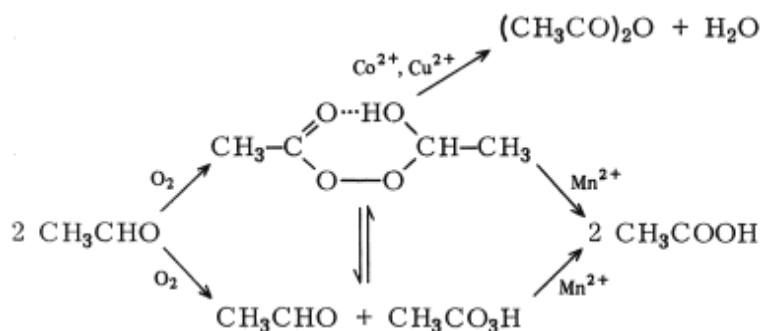


Figura 1.10. Reacción de oxidación de acetaldehído con oxígeno/aire.

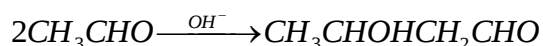
Además, si se utiliza como agente oxidante ácido nítrico se obtiene glioxal a partir del acetaldehído.

1.3.2.3.-Reducción

El acetaldehído se reduce fácilmente a etanol. Aunque existen muchos catalizadores efectivos para reducirlo, los catalizadores más apropiados para la hidrogenación en fase vapor del acetaldehído son el níquel Raney y el óxido de cobre (II).

1.3.2.4.-Reacciones de condensación.

El acetaldehído en presencia de soluciones alcalinas diluídas y a temperaturas próximas a la ambiente, da lugar al aldol correspondiente, el acetaldol:



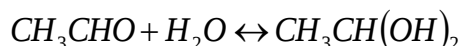
A elevadas temperaturas, el acetaldol se deshidrata fácilmente, formando crotonaldehído. El acetaldol es, además, un importante intermedio en la producción de butenal y 1-butanol vía crotonaldehído, así como en la producción de 1,3-butileno.

La condensación aldólica del acetaldehído con formaldehído en exceso en presencia de NaOH o $\text{Ca}(\text{OH})_2$, se utiliza para producir pentaeritritol comercialmente; y la condensación aldólica de acetaldehído y butanal se usa industrialmente para la producción del 2-etil-1-butanol.

Por otra parte, la condensación aldólica del acetaldehído usando como catalizador una disolución de alcoholato de aluminio en etanol da lugar a acetato de etilo. Esta reacción conocida como condensación de Tischenko es la ruta de producción comercial del acetato de etilo.

1.3.2.5.-Reacciones de adición.

El acetaldehído en agua se encuentra en equilibrio con su hidrato:



En presencia de ácidos minerales, los alcoholes se adicionan al acetaldehído para formar acetales. Del mismo modo, se forman acetales cíclicos por adición de glicoles u otros compuestos con varios grupos hidroxilo.

El acetaldehído si se calienta en presencia de anhídridos de ácido, forma diésteres de su hidrato. Por ejemplo, el acetaldehído reacciona con anhídrido acético para formar diacetato de etilideno, $CH_3CH(OOCCH_3)_2$, un intermedio en el proceso de obtención comercial del acetato de vinilo.

También reacciona con soluciones acuosas de bisulfito sódico para dar lugar a un compuesto cristalino; esta reacción se utiliza para aislar el acetaldehído de disoluciones y para purificarlo.

El acetaldehído reacciona también con ácido hidrocianico en presencia de catalizador formando cianhidrina, $CH_3CH(OH)CN$. Si se calienta la cianhidrina a 600-700°C se obtiene acrilonitrilo, siendo esta la principal vía de obtención.

1.3.2.6.-Reacciones con compuestos nitrogenados.

El acetaldehído reacciona fácilmente con amoníaco formando un compuesto cristalino, $CH_3CH(OH)NH_2$, que es soluble en agua pero no en éter. Otros compuestos nitrogenados como hidroxilamina, hidracina, fenilhidracina y semicarbacida reaccionan con el acetaldehído para dar compuestos cristalinos que se utilizan en la caracterización y determinación de aldehídos.

La síntesis de piridina y sus derivados a partir de acetaldehído también es importante. Por ejemplo, la 5-etil-2-etilpiridina se obtiene mediante reacción de soluciones acuosas de amoníaco con acetaldehído o paraldehído (polímero de acetaldehído) en presencia de iones fluoruro, a elevada temperatura.

1.3.2.7.-Reacciones con compuestos halogenados.

Los halógenos substituyen rápidamente a los átomos de hidrógeno del grupo metilo del acetaldehído.

Los derivados clorados son los derivados halogenados más importantes del acetaldehído. El cloro reacciona con el acetaldehído o con el paraldehído a temperatura ambiente para dar monocloroacetaldehído, ClCH_2CHO ; si se aumenta la temperatura a $70\text{-}80^\circ\text{C}$, se obtiene dicloroacetaldehído y a temperaturas de $80\text{-}90^\circ\text{C}$, se forma tricloroacetaldehído (cloral). Se utilizan como catalizadores de la reacción antimonio o combinaciones de cloruro de aluminio-cloruro de hierro.

Los hipocloritos e hipoioditos reaccionan con el acetaldehído para producir cloroformo e iodoformo, respectivamente. Además, el acetaldehído reacciona con tetracloruro de carbono para formar fosgeno, COCl_2 , en presencia de cloruro de aluminio.

1.3.2.8.-Reacciones de polimerización.

El paraldehído, es un trímero cíclico del acetaldehído. Es un líquido incoloro, soluble en agua y de olor agradable que se forma cuando un ácido mineral, como el ácido sulfúrico, fosfórico, o el ácido clorhídrico, se adicionan al acetaldehído a temperatura ambiente.

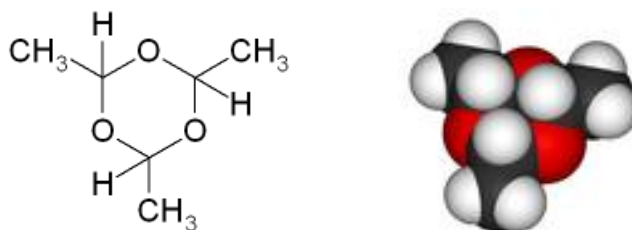


Figura 1.4. Representación plana y tridimensional de la estructura molecular del paraldehído.

El metaldehído es un tetrámero del acetaldehído que se obtiene al hacer reaccionar acetaldehído con cloruro de hidrógeno seco a baja temperatura. Es un compuesto cristalino blanco que sublima a una temperatura de entre $112\text{-}115^\circ\text{C}$. Es insoluble en agua, pero es soluble en éter y en alcohol caliente. Si se mantiene por unos días a una temperatura de entre $60\text{-}65^\circ\text{C}$ se transforma en acetaldehído y paraldehído.

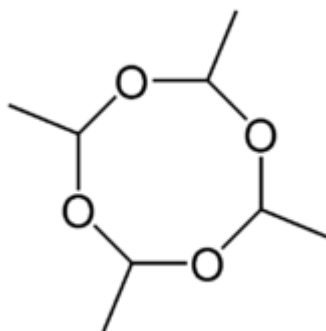


Figura 1.3. Representación plana de la estructura química del metaldehído.

1.3.3.-Aplicaciones del acetaldehído

El acetaldehído es un importante producto intermedio en la industria química. El ácido acético, el anhídrido acético, el n-butanol y el 2-etilhexanol son los principales productos de interés industrial derivados del acetaldehído. Cantidades menores de acetaldehído se consumen en la obtención de otros compuestos como el pentaeritritol, trimetilpropano, piridina, ácido peracético, crotonaldehído, cloral, ácido láctico y el 1,3-butileno.

Además se utiliza como producto de partida en la síntesis de plásticos, pinturas, lacas, en la industria del caucho, del papel y en el curtido de cuero. Incluso se utiliza como conservante en la industria alimentaria.

1.4. –Descripción general del proceso

En este apartado se hace una descripción del proceso empezando por la zona de reactivos, pasando por la zona de reacción y purificación y acabando por la recogida de acetaldehído puro.

Reactivos

Los reactivos necesarios para llevar a cabo la reacción son el oxígeno y el etileno.

El oxígeno llega al recinto por conducción desde la estación de fraccionamiento del aire próxima a las instalaciones. Este reactivo se encuentra licuado a 8 atm y -156°C . Antes de entrar al reactor se descomprime mediante una válvula de expansión hasta 3 atm, disminuyéndose la temperatura a -171°C . Para aumentar su temperatura se hace pasar por un intercambiador de convección natural donde alcanza la temperatura adecuada para entrar al reactor, unos 20°C .

El etileno se encuentra almacenado en los tanques que se dispone para este fin en el área 100. Se trata de cuatro tanques criogénicos que suministran de forma continua el reactivo hacia la zona de reacción. La carga de etileno se realiza con camiones cisterna, que periódicamente traen la materia prima al muelle de carga y descarga para realizar el llenado mediante mangueras especiales. El etileno en los tanques se encuentra presurizado a 8 atm y sufre un proceso similar al oxígeno para adecuar sus condiciones antes de entrar al reactor. En primer lugar se descomprime a 3 atm mediante una válvula de expansión y a continuación se aumenta su temperatura a 20°C utilizando otro intercambiador de convección. Esta corriente de etileno se introduce al reactor junto con la recirculación de oxígeno y etileno que viene de la torre de absorción.

Etapas de reacción

El proceso de obtención de acetaldehído se basa en la oxidación del etileno en una sola etapa. La reacción tiene lugar en una columna de burbujeo a 130°C y 3 atm, en la que los reactivos entran por su parte inferior en forma gas gracias a unos dispersores radiales.

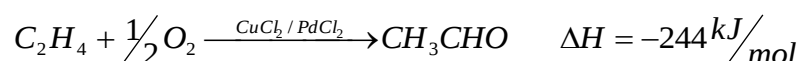
Al tratarse de un equipo a presión se diseña con un espesor sobredimensionado de 12mm. Igualmente tiene una válvula de seguridad que se abre en caso de superar una presión máxima a 3,5 atm.

Catalizador

El medio de reacción consiste en una solución líquida de catalizador formada por una pequeña cantidad de CuCl_2 y PdCl_2 disuelta en un medio acuoso. El primero se encuentra en exceso mientras que el segundo está a nivel de trazas; por ejemplo en la preparación de una solución de catalizador de 108 m^3 se introducen unos 70 kg de CuCl_2 por tan solo 0,5 kg de PdCl_2 . Es una solución altamente corrosiva, así que la construcción del reactor se ha realizado con un acero inoxidable resistente a la corrosión recubierto de una capa de teflón.

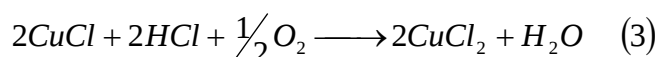
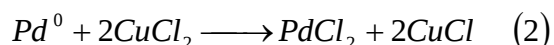
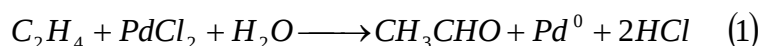
Reacciones implicadas

Como se ha dicho la reacción global consiste en la oxidación directa y catalítica del etileno por la siguiente reacción exotérmica:



La reacción no tiene lugar en una única etapa; el mecanismo es bastante más complejo y requiere de la acción de la solución de catalizador, involucrando reacciones de formación de complejos intermedios y reacciones de oxidación-reducción.

El proceso está basado en tres reacciones químicas:



La reacción (1) no sería suficiente para la producción de acetaldehído. Como se observa la función catalítica la realiza el PdCl_2 , que forma un complejo con el etileno y un cambio de ligandos. Sin embargo, esta reacción requiere gran cantidad de cloruro de paladio, ya que este se desactiva rápidamente.

Las reacciones (2) y (3) permiten regenerar el PdCl_2 y hacer el proceso viable comercialmente. En la reacción (2), el paladio metálico se reoxida a PdCl_2 mediante CuCl_2 que se reduce a CuCl , siendo regenerado en la reacción (3) con oxígeno. La reoxidación del Pd^0 no se lleva a cabo con oxígeno directamente porque la reacción es muy lenta. Se utiliza como agente oxidante el

CuCl_2 porque el proceso redox es más rápido y porque el cobre monovalente del CuCl se oxida fácilmente con oxígeno a cobre divalente.

En el reactor los reactivos entran en fase gas ya que estos se encuentran en este estado en condiciones normales; y de paso se consigue homogenizar rápidamente la mezcla reactante. No obstante la reacción tiene lugar en fase líquida, siendo la transferencia de materia una etapa previa a la reacción. En el manual de cálculo del reactor se explica en más detalle el modelo de reacción considerado.

La reacción es fuertemente exotérmica por lo que la mayor parte del acetaldehído formado, subproductos y reactivos no reaccionados salen en forma gas por la parte superior de la columna, junto con una parte de solución líquida de catalizador.

Se considera que la reacción se mantiene isoterma debido al agua que constantemente se está evaporando dentro del equipo.

Debido a la alta temperatura que alcanza el reactor se utiliza un aislante para reducir la temperatura de la pared hasta los 40°C .

Recirculaciones en el reactor

Junto con la necesidad de usar costosos catalizadores, el punto débil de este sistema de reacciones es la baja conversión de acetaldehído que se consigue; en el proceso diseñado esta es de un 35%. Para resolver estos inconvenientes se plantean las siguientes soluciones.

En primer lugar, para minimizar el consumo de catalizador, se hace una recirculación de la solución líquida que asciende hasta la salida superior del reactor, a través de un separador de fases (S-201). Al mismo tiempo se aprovecha esta recirculación para hacer una purga del 20% de esta. La corriente de purga se introduce a un regenerador tipo caldera (RG-201); el cual opera a alta temperatura mediante vapor directo con el fin de descomponer ciertos subproductos no deseados.

En segundo lugar se plantea una recirculación de todo el oxígeno y etileno que no han reaccionado a su paso por el reactor. Con esta se considera que se alcanza una conversión global del proceso respecto al etileno de un 95%, con tan solo un 5% de pérdidas y formación

de subproductos. Esta corriente recirculada viene de la columna de absorción que se describe más adelante.

Tanque para la preparación de catalizador

Como se ha dicho el reactor dispone de una entrada, situada en su parte superior, para recircular la solución de catalizador que abandona el equipo con los gases de la corriente de proceso. Esta recirculación es el resultado de unir la corriente de salida del separador de fases (S-201), con la purga del regenerador (RG-201) y con una conducción que conecta con un tanque de disolución (TD-201).

Este tanque normalmente está vacío y se utiliza solo en momento puntuales. En la puesta en marcha de la planta se usa para preparar la solución de catalizador y en las paradas programadas para reemplazar la solución catalítica. También puede servir para añadir agua directamente al reactor en caso de aumento drástico de la temperatura.

Separadores de fase y condensadores

La corriente gas de proceso que sale del separador de fases (S-201) entra a un condensador (CN-201). Con este equipo se hace descender la temperatura del corriente de 130°C a 110°C. A esta temperatura y teniendo en cuenta que la presión es de 3 atm, condensa la mayor parte del agua. Para separarla se dispone del separador de fases (S-202).

El agua condensada sale del separador de fases S-202 por la salida inferior de este hacia el tanque de mezcla (TM-201). En este punto se une este caudal de agua junto con otro de agua residual que viene de la zona de purificación. Una vez el agua se ha homogeneizado dentro del tanque, se reintroduce en el separador de fases S-201. Con esta acción se pretende minimizar el consumo de agua en el sistema que conforman el reactor R-201 junto con el separador S-201.

La corriente de proceso con el acetaldehído, los reactivos no reaccionados y algunos subproductos, sale del separador S-202 por su salida superior. Este caudal de gas pasa a continuación por una válvula de expansión que reduce la presión de 3 atm a 1 atm, por el condensador CN-202 y por el separador de fases S-203.

En el separador de fases S-203 se pretende separar una fase gas con el etileno, el oxígeno y el acetaldehído; de otra líquida que contiene básicamente agua con subproductos. Como el

etileno y el oxígeno son compuestos muy volátiles respecto al resto, su separación no supone ningún problema. En cambio el acetaldehído tiene una volatilidad más baja, esto implica que el condensador trabaje a 50°C para conseguir su separación de la mezcla líquida, ya que el punto de ebullición a presión atmosférica es de 20°C.

Columna de absorción

La corriente gaseosa con etileno, oxígeno y acetaldehído se introduce en la parte inferior de la torre de absorción AB-201. El objetivo de esta torre es realizar un lavado con agua residual de proceso para absorber el acetaldehído; y recuperar los reactivos no reaccionados.

Por cabezas de la columna sale la corriente de gas con todo el oxígeno y etileno que se recircula al reactor R-201. Para evitar la acumulación de pequeñas trazas de subproductos se realiza una pequeña purga del 5% que se envía a la zona de tratamiento de gases.

Por colas de la columna se obtiene una corriente acuosa con el acetaldehído retenido. Este caudal líquido se introduce en los tanques de mezcla TM-301 y TM-302. En estos se mezcla esta agua rica en acetaldehído, junto con la corriente líquida de salida por colas del separador S-203.

El líquido de estos tanques se denomina crudo de acetaldehído. Este contiene en su mayor parte agua, siendo el acetaldehído su segundo mayor componente con un 7% en peso, seguido del ácido acético, el crotonaldehído, el cloroacetaldehído y el cloruro de metilo.

Estos tanques tienen dos propósitos. El primero es homogenizar los dos corrientes de entrada para facilitar su posterior tratamiento. El segundo es almacenar una cantidad de líquido de proceso suficiente que pueda garantizar el suministro de este hacia la zona de purificación durante un tiempo máximo de 2 horas, en caso de fallo parcial de la planta en la zona de reacción.

Las siguientes etapas del proceso consistirán en purificar esta corriente de acetaldehído separando estos subproductos.

Torre de desabsorción

El crudo de acetaldehído procedente de los tanques TM-301 y TM-302 se introduce en un intercambiador de carcasa y tubos (I-402) para disminuir la temperatura de 32°C a 15 °C. La

entrada a la torre DA-401 se realiza a una altura intermedia. En esta columna también se introduce por la sección superior una corriente líquida de agua residual, así como un caudal de vapor directo por la sección inferior a 140°C.

La corriente de salida por cabezas consiste básicamente en un caudal gas de subproductos clorados, principalmente cloruro de metilo. La corriente de salida por colas sigue conteniendo mayoritariamente agua, junto con acetaldehído y en menor cantidad ácido acético, cloroacetaldehído y crotonaldehído.

Torres de destilación

A continuación la corriente de colas de la columna DA-401 se introduce en una etapa intermedia de la columna de destilación CD-401.

Por cabezas se obtiene el destilado rico en acetaldehído, con un caudal de 8334Kg/h para una producción del 100% de acetaldehído, con una pureza del 99,92% en peso. El producto se almacena en los doce tanques que conforman el área 500, a la espera de la recogida por parte de los camiones cisterna.

La columna tiene una salida lateral que tiene como objetivo separar el crotonaldehído. Esta corriente va a una segunda torre de destilación más pequeña, la CD-402. En esta columna se concentra el caudal con compuestos clorados para facilitar su posterior tratamiento.

El crotonaldehído se almacena en los dos tanques del área 600. Periódicamente una empresa de gestión de residuos realiza la recogida de este producto.

Recirculación agua residual

Como se ha mencionado, minimizar el consumo de agua en la planta es uno de los objetivos de diseño del proceso. En la zona de purificación este cometido es recircular el caudal acuoso de salida por colas de la columna de destilación CD-401 para cubrir las necesidades internas de consumo de agua residual del proceso.

Esta recirculación se envía hacia los tanques T-301 y T-302. excepto un 35% de purga que se envía a tratar junto con la corriente acuosa de colas de la columna CD-402. Esta purga se

realiza para evitar la acumulación de subproductos no deseados en el agua residual de proceso.

Debido a la elevada temperatura de salida de la torre, de unos 100°C, se dispone de un intercambiador de carcasa y tubos (I-301) para disminuir la temperatura hasta 32°C antes de entrar a los tanques pulmón.

Estos tanques de almacenaje sirven, como en el caso de los tanques TM-301 y TM-302 con el crudo de acetaldehído hacia la zona de purificación; para suministrar una cantidad de agua residual a la planta suficiente para seguir operando durante un tiempo determinado en caso de parada parcial.

A la salida de los tanques el caudal de agua se divide en dos. Un primer caudal se dirige a la zona de reacción, hacia el tanque TM-201 que suministra agua al separador S-201 y al reactor R-201; y otro hacia las torres AB-201 y DA-401.

El agua que se dirige a las torres se mezcla previamente en el tanque T-401 con agua de red. En este punto se realiza la única entrada de agua nueva del proceso, la cual se añadirá en función de los requerimientos del proceso

Esta corriente de agua debe introducirse en la parte superior de la columna de absorción AB-201 y en la parte intermedia de la torre de desabsorción DA-401, a una temperatura de 5°C. Para disminuir la temperatura a continuación del tanque T-401 se dispone un intercambiador de carcasa y tubos (I-401).

Zona de tratamiento de gases

Las corrientes de gas residual que provienen de las torres de absorción AB-201 y desabsorción DA-401 se conducen hasta la zona de tratamiento de gases. Los contaminantes principales que se quieren minimizar y/o eliminar son los compuestos orgánicos volátiles (COV's) y los compuestos clorados.

Los gases residuales son introducidos en un reactor de oxidación catalítica con dos lechos de catalizador. En este equipo se combustionan los gases con un caudal de aire para reducir la gran mayoría de los COV's, así como para retener el HCl en el catalizador.

La corriente de salida del reactor sale a alta temperatura, así que se aprovecha para precalentar el aire en el intercambiador I-802 y los gases residuales antes de entrar al reactor mediante el intercambiador I-801.

Para mayor eliminación del HCl se dispone de las columnas de adsorción AD-801 y AD-802. La temperatura de entrada no debe ser mayor a los 50°C; por lo que un intercambiador de carcasa y tubos (I-803) se coloca antes de la entrada usando una corriente de agua que se aprovecha para generar vapor a 145°C para el proceso.

Finalmente hay una antorcha (A-801) para garantizar que la eliminación de los contaminantes es casi completa. Este equipo también permite cumplir la legislación de emisiones de COV's aunque el reactor catalítico RC-801 esté inoperativo.

Zona de tratamiento de aguas

La purga del caudal de salida por colas de la columna de destilación CD-401 así como el caudal de salida por colas de la columna CD-402 se envían a una balsa aireada.

El objetivo de esta balsa es únicamente diluir un posible pico de DQO en la salida de agua del proceso, puesto que normalmente la DQO en las aguas de salida es de 400ppm estando este valor por debajo del permitido por la legislación (1500ppm).

Con las dimensiones que tiene la balsa se puede permitir una concentración de DQO en la salida del agua residual a tratar de 2000ppm durante aproximadamente seis horas. Durante este tiempo el equipo de la planta trabajaría para restablecer las condiciones normales de proceso.

En caso de no restablecerse la concentración de salida de DQO en las aguas a tratar se deberá parar la línea de producción y esperar a que la DQO en la balsa aireada se reduzca a valores dentro del rango permitido.

1.5.-Constitución de la planta

1.5.1.- 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.

o ITC MIE-APQ-001: "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.

o ITC MIE-APQ-007: "Almacenamiento de líquidos tóxicos".

o ITC MIE-APQ-010: "Reglamentos de aparatos a presión"

-Normativa urbanística del polígono industrial Metalls Pesants, que se detalla a continuación:

Tabla 1.5.1.- Normativa urbanística del polígono Metalls pesants

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 mas alto con un mínimo de 5 m

1.5.2 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: $2 \times 4,5\text{m}^2$.
- Plaza de parking para camiones: $4 \times 15\text{m}^2$.

1.5.3. Descripción de las zonas de la planta

La planta de producción de acetaldehído está constituida por las siguientes áreas:

Área 100-Tanques de almacenamiento de reactivos: En esta área se encuentran cuatro tanques criogénicos de etileno colocados en el interior de un cubeto de retención con el fin de evitar posibles fugas.

Área 200-Área de reacción: En esta zona se produce la reacción de oxidación del etileno en una sola etapa. La reacción tiene lugar en una torre de burbujeo (R-201), con un separador de fases (S-201) en su salida superior. Por colas del separador sale una corriente líquida de catalizador que se recircula al reactor; y una purga de esta se hace pasar por el regenerador (RG-201), un tipo de caldera que mediante vapor directo permite descomponer ciertos subproductos.

Por cabezas del separador de fases sale una corriente gaseosa que entra a un condensador (CN-201) seguido de un separador de fases (S-202) para recircular el agua al reactor. La corriente gas de salida vuelve a entrar a un condensador (CN-202) seguido de un separador de fases (S-203). La corriente gaseosa de salida entra a una columna de absorción (AB-201) para separar y recircular al reactor el oxígeno y el etileno.

Área 300-Área de tanques: En esta área se encuentran dos tanques de mezcla (TM-301 y TM-302) de corriente de proceso colocados en paralelo y dos tanques pulmón (T-301 y T-302) también colocados en paralelo. Estos tanques sirven de separación entre las áreas de reacción y purificación, permitiendo en caso de parada parcial de la planta seguir trabajando sin parar el proceso durante un cierto tiempo. Los tanques T-301 y T-302 mezclan una corriente que proviene del área de reacción con otra que proviene de la torre de absorción con el fin de homogeneizar el fluido. Los tanques pulmón TM-301 y TM-302 permiten almacenar el agua residual proveniente de la torre de destilación con el fin de garantizar el suministro de esta al proceso en caso de una avería.

Área 400-Área de purificación: En esta área se encuentran tres torres (una de desabsorción y dos de destilación) con el fin de purificar el corriente de salida del reactor para obtener acetaldehído puro. Un intercambiador de carcasa y tubos y un separador de fases se encuentran antes de la primera columna de absorción. El corriente de salida pasa a una torre de desabsorción y el producto final se obtiene mediante una torre de destilación. El agua recirculada que proviene de la cola de la columna de destilación pasa por dos intercambiadores de carcasa y tubos antes de entrar en la torre de absorción y en la de desabsorción. Mediante otra torre de destilación se concentra el crotonaldehído para enviar a tratar.

Área 500-Área de almacenamiento de acetaldehído: En esta zona se encuentran doce tanques para almacenar el acetaldehído puro que sale por cabezas de la columna de destilación CD-401.

Área 600-Área de almacenamiento de crotonaldehído: En esta zona hay dos tanques para almacenar el crotonaldehído que obtenemos por una salida lateral de la torre CD-402.

Área 700-Área de tratamiento de aguas residuales: Esta zona consiste en una balsa aireada por la que pasa el agua residual de la planta antes de enviarse a la depuradora.

Área 800-Área de tratamiento de gases: Se quieren minimizar las emisiones de COV's y HCl a la atmosfera. Las corrientes gaseosas de salida de la torre de absorción y de desabsorción se envían a tratar en un reactor de oxidación catalítica, seguido de dos torres de adsorción y una antorcha.

Área 900-Servicios: en esta planta se encuentran todos los servicio de la planta, como por ejemplo, las torres de refrigeración, los chillers, calderas, etc.

Área 900-Servicios: Área 1000-Oficinas:

En esta zona se encuentra el edificio de oficinas. En este hay los despachos de directivos y trabajadores, sala de reuniones, sala de descanso, etc. También se encuentra aquí el laboratorio para realizar el control de calidad

Área 1100-Parking: en esta zona se encuentran los aparcamientos de empleados y de camiones.

1.5.4.-Plantilla de trabajadores

La planta de producción de acetaldehído 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 o 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 primeras y reactivos que trabajará 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.

1.6.-Balance de materia

A continuación se adjuntan las tablas con el balance de materia del proceso realizado para una producción máxima de acetaldehído del 50% y el 100% respectivamente.

Se ha utilizado el simulador Aspen Hysis para obtener los valores de la gran mayoría de los corrientes.

1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 50% (1)

Corriente	1	1a	1b	2	2a	2b	4	4a	5	6	7
Temperatura (°C)	20,00	-51,66	20,00	-58,00	-82,60	20,00	5,29	99,74	30,56	130	130,00
Presión (atm)	8	3	3	8	3	3	1	3	3	3	3
Densidad (Kg/m ³)	10,64	5,28	3,99	12,71	5,81	3,50	1,29	2,88	3,47	138,73	2,19
Estado físico	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G+L	G
Caudal másico											
Etileno	0	0,00	0,00	2875,50	2875,50	2875,50	4870,24	4870,24	10621,24	5127,10	5127,10
Oxígeno	1696,00	1696,00	1696,00	0	0	0	2887,00	2887,00	2887,00	3039,70	3039,75
Acetaldehído	0	0	0	0	0	0	36,85	36,85	36,85	4309,30	4309,33
Agua	0	0	0	0	0	0	42,31	42,31	42,31	14372,92	10602,71
Ácido acético	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	43,23	43,23
Crotonaldehído	0	0	0	0	0	0	0,19	0,19	0,19	21,62	21,62
Cloruro de metilo	0	0	0	0	0	0	4,95	4,95	4,95	10,39	10,39
Cloroacetaldehído	0	0	0	0	0	0	0,35	0,35	0,35	153,38	153,38
CO ₂	0	0	0	0	0	0	34,22	34,22	34,22	36,21	36,21
Total	1696,00	1696,00	1696,00	2875,50	2875,50	2875,50	7876,12	7876,12	13627,12	27113,85	23343,70

Corriente	7a	8	9	10	13	14	14a	14b	15	16	17
Temperatura (°C)	110,00	120	120	120	180,00	110,00	107,35	50,00	50,00	50,00	5,29
Presión (atm)	3	3	3	3	9	3	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m ³)	3,13	984,27	984,27	984,27	880,41	2,50	0,84	1,66	981,40	1,19	1,29
Estado físico	G+L	L	L	L	L	G	G	G+L	L	G	G
Caudal másico											
Etileno	5127,10	0,04	0,01	0,03	0,01	5127,10	5127,10	5127,10	0,03	5127,03	5126,57
Oxígeno	3039,75	0,05	0,01	0,04	0,01	3039,70	3039,70	3039,70	0,05	3039,65	3038,95
Acetaldehído	4309,33	64,39	12,88	51,51	12,88	4244,90	4244,90	4244,90	164,98	4079,95	38,79
Agua	10602,71	14455,92	2891,18	11564,74	2891,18	5987,00	5987,00	5987,00	5069,20	917,80	44,54
Ácido acético	43,23	18,13	3,63	14,50	3,63	27,77	27,77	27,77	22,08	5,70	0,01
Crotonaldehído	21,62	1,19	0,24	0,95	0,24	20,44	20,44	20,44	4,66	15,78	0,20
Cloruro de metilo	10,39	0,08	0,02	0,06	0,02	10,31	10,31	10,31	0,18	10,12	5,21
Cloroacetaldehído	153,38	6,17	1,23	4,94	1,23	147,20	147,20	147,20	20,77	126,43	0,37
CO ₂	36,21	0,01	0,00	0,01	0,00	36,20	36,20	36,20	0,01	36,19	36,02
Total	23343,70	14545,99	2909,19	11636,79	2909,19	18640,61	18640,61	18640,61	5281,95	13358,65	8290,65

1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 50% (2)

Corriente	18	19	20	20b	21	22	23	24	24a	25
Temperatura (°C)	5,29	29,66	31,48	15,00	5,00	5,00	20,00	28,23	5,00	145,00
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m ³)	1,29	987,20	986,67	999,40	1022,13	1022,13	1011,10	1004,90	1022,20	0,53
Estado físico	G	L	L	L	L	L	L	L	L	G
Caudal másico										
Etileno	256,33	0,46	0,47	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno	151,95	0,69	0,73	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acetaldehído	1,94	4057,08	4222,05	4222,05	15,91	9,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua	2,23	50731,07	55800,27	55800,27	49857,81	29914,68	25029,00	79657,99	79657,99	9979,90
Ácido acético	0,00	14,67	36,75	36,75	8,99	5,39	0,00	24,01	24,01	0,00
Crotonaldehído	0,01	22,69	27,34	27,34	7,11	4,26	0,00	0,03	0,03	0,00
Cloruro de metilo	0,26	4,92	5,10	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloroacetaldehído	0,02	130,77	151,54	151,54	4,70	2,82	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂	1,80	0,17	0,18	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	414,53	54962,51	60244,43	60244,43	49894,52	29936,71	25029,00	79682,03	79682,03	9979,90

Corriente	27	31	32	33	34	34a	34b	35	35a	36
Temperatura (°C)	77,23	20,37	100,00	100,00	100,00	32,00	32,00	32,00	32,02	65,80
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
Densidad (Kg/m ³)	950,34	772,82	947,90	947,90	947,90	1002,10	1002,10	1002,10	1002,10	974,59
Estado físico	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Caudal másico										
Etileno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Oxígeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Acetaldehído	4202,29	4181,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,39
Agua	95693,59	0,03	93382,89	32684,01	60698,88	60698,88	60698,88	6069,89	6069,89	10685,59
Ácido acético	42,14	0,00	41,04	14,36	26,68	26,68	26,68	2,67	2,67	18,13
Crotonaldehído	31,60	0,00	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	1,19
Cloruro de metilo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Cloroacetaldehído	154,36	18,39	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,17
CO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Total	100123,98	4200,05	93423,98	32698,39	60725,59	60725,59	60725,59	6072,56	6072,56	10775,66

1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 50% (3)

Corriente	37	38	39	40	41	42	43
Temperatura (°C)	110,00	32,00	42,60	89,43	60,75	99,99	100,00
Presión (atm)	3	1	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m ³)	936,13	1002,10	1,63	958,38	963,06	947,92	947,90
Estado físico	L	L	G	L	L	L	L
Caudal másico							
Etileno	0,04	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno	0,05	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00
Acetaldehído	64,39	0,00	29,31	20,66	20,66	0,00	0,00
Agua	4615,70	54628,99	1,23	2310,67	42,37	2268,31	34952,31
Ácido acético	15,46	24,01	0,00	1,10	0,04	1,05	15,42
Crotonaldehído	1,19	0,03	0,00	31,56	31,44	0,12	0,13
Cloruro de metilo	0,08	0,00	5,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloroacetaldehído	6,17	0,00	0,00	135,96	135,91	0,05	0,05
CO ₂	0,01	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	4703,10	54653,03	37,02	2499,95	230,43	2269,52	34967,92

1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 100% (1)

Corriente	1a	1b	1c	2a	2b	2c	4	4a	5	6	7
Temperatura (°C)	20,00	-51,66	20,00	-58,00	-82,60	20,00	5,29	99,39	54,65	130	130,00
Presión (atm)	8	3	3	8	3	3	1	3	3	3	3
Densidad (Kg/m ³)	10,64	11,44	1,33	495,67	535,84	3,50	1,29	2,88	3,23	138,73	2,18
Estado físico	G	G	G	GL	GL	G	G	G	G	G+L	G
Caudal másico											
Etileno	0	0	0	5751,00	5751,00	5751,00	9682,09	9682,09	15433,09	10254,20	10192,74
Oxígeno	3392,00	3392,00	3392,00	0	0	0	5515,84	5515,84	5515,84	6079,40	5807,70
Acetaldehído	0	0	0	0	0	0	66,22	66,22	66,22	8618,60	8618,65
Agua	0	0	0	0	0	0	82,97	82,97	82,97	28745,84	21586,24
Ácido acético	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,03	86,46	86,46
Crotonaldehído	0	0	0	0	0	0	0,38	0,38	0,38	43,25	43,25
Cloruro de metilo	0	0	0	0	0	0	9,67	9,67	9,67	20,77	20,77
Cloroacetaldehído	0	0	0	0	0	0	0,68	0,68	0,68	306,76	306,76
CO ₂	0	0	0	0	0	0	68,43	68,43	68,43	72,41	72,41
Total	3392,00	3392,00	3392,00	5751,00	5751,00	5751,00	15426,30	15426,30	21177,30	54227,69	46734,98

Corriente	7a	8	9	10	13	14	14a	14b	15	16	17
Temperatura (°C)	110,00	120	120	120	180,00	110,00	107,36	50,00	50,00	50,00	50,00
Presión (atm)	3	3	3	3	9	3	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m ³)	3,18	984,27	984,27	984,27	880,41	2,51	0,84	1,66	981,29	1,19	1,29
Estado físico	G+L	L	L	L	L	G	G	G+L	L	G	G
Caudal másico											
Etileno	10192,74	0,08	0,02	0,07	0,02	10192,65	10192,65	10192,65	0,05	10192,60	10191,67
Oxígeno	5807,70	0,11	0,02	0,09	0,02	5807,59	5807,59	5807,59	0,09	5807,50	5806,15
Acetaldehído	8618,65	128,78	25,76	103,03	25,76	8480,18	8480,18	8480,18	330,07	8150,12	69,70
Agua	21586,24	28911,84	5782,37	23129,47	5782,37	11799,03	11799,04	11799,04	9990,66	1808,38	87,34
Ácido acético	86,46	36,25	7,25	29,00	7,25	54,07	54,07	54,07	42,99	11,08	0,03
Crotonaldehído	43,25	2,38	0,48	1,90	0,48	40,70	40,70	40,70	9,29	31,41	0,39
Cloruro de metilo	20,77	0,16	0,03	0,13	0,03	20,60	20,60	20,60	0,36	20,23	10,18
Cloroacetaldehído	306,76	12,35	2,47	9,88	2,47	293,51	293,51	293,51	41,50	252,00	0,72
CO ₂	72,41	0,02	0,00	0,01	0,00	72,39	72,39	72,39	0,02	72,38	72,03
Total	46734,98	29091,97	5818,40	23273,58	5818,40	36760,73	36760,73	36760,73	10415,03	26345,70	16238,21

1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 100% (2)

Corriente	18	19	20	20b	21	22	23	24	24a	25
Temperatura (°C)	5,29	29,70	31,48	15,00	5,00	5,00	20,00	28,23	5,00	145,00
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m ³)	1,29	987,17	986,64	999,38	1022,10	1022,10	1011,10	1004,91	1022,20	0,53
Estado físico	G	L	L	L	L	L	L	L	L	G
Caudal másico										
Etileno	509,58	0,93	0,95	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno	290,31	1,35	1,43	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acetaldehído	3,49	8112,24	8442,28	8442,28	31,82	19,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua	4,37	101406,74	111397,40	111397,40	99685,70	59809,42	49978,00	159083,58	159083,58	19959,72
Ácido acético	0,00	29,02	72,01	72,01	17,97	10,78	0,00	47,16	47,16	0,00
Crotonaldehído	0,02	45,23	54,52	54,52	14,21	8,53	0,00	0,05	0,05	0,00
Cloruro de metilo	0,51	10,06	10,42	10,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloroacetaldehído	0,04	260,68	302,19	302,19	9,40	5,64	0,00	0,01	0,01	0,00
CO ₂	3,60	0,34	0,36	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	811,91	109866,59	120281,55	120281,55	99759,10	59853,46	49978,00	159130,79	159130,79	19959,72

Corriente	27	31	32	33	34	34a	34b	35	35a	36
Temperatura (°C)	77,28	20,41	100,00	100,00	100,00	32,00	32,00	32,00	32,02	66,96
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
Densidad (Kg/m ³)	950,33	773,57	947,90	947,90	947,90	1002,10	1002,10	1002,10	1002,10	973,60
Estado físico	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Caudal másico										
Etileno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Oxígeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Acetaldehído	8369,57	8333,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,47
Agua	191162,74	0,09	186505,26	65276,84	121228,42	121228,42	121228,42	12122,84	12122,84	21910,05
Ácido acético	82,79	0,00	80,61	28,21	52,40	52,40	52,40	5,24	5,24	37,63
Crotonaldehído	63,04	0,00	0,09	0,03	0,06	0,06	0,06	0,01	0,01	2,55
Cloruro de metilo	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Cloroacetaldehído	307,82	65,92	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	13,26
CO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Total	199985,97	8399,98	186585,96	65305,09	121280,88	121280,88	121280,88	12128,09	12128,09	22102,34

1.6.1.- Balance de materia para el proceso al 100% (3)

Corriente	37	38	39	40	41	42	43
Temperatura (°C)	110,00	32,00	43,51	90,37	58,42	100,00	100,00
Presión (atm)	3	1	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m ³)	936,08	1002,07	1,62	957,28	958,08	947,90	947,90
Estado físico	L	L	G	L	L	L	L
Caudal másico							
Etileno	0,09	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno	0,11	0,00	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Acetaldehído	138,47	0,00	91,80	35,62	35,62	0,00	0,00
Agua	9787,20	109105,58	3,80	4657,39	48,84	4608,55	69885,39
Ácido acético	32,39	47,16	0,00	2,18	0,04	2,14	30,35
Crotonaldehído	2,55	0,05	0,01	62,95	62,94	0,00	0,03
Cloruro de metilo	0,17	0,00	10,41	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloroacetaldehído	13,26	0,01	0,01	241,89	241,89	0,00	0,00
CO ₂	0,02	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	9974,25	109152,79	108,76	5000,02	389,33	4610,69	69915,78

1.7.-Servicios de planta

En la planta de producción de acetaldehído existen una serie de servicios que deben ser garantizados para asegurar el correcto funcionamiento de la misma.

1.7.1. Agua de red

La planta de acetaldehído dispone de red de abastecimiento de agua a pie de parcela con una presión máxima de servicio de 4 kg/cm^2 , siendo la conducción de salida de un diámetro de 200 mm.

El agua de red es el servicio más importante de la planta. Una parte de esta agua debe ser descalcificada para utilizar en el proceso, mientras que el agua destinada a limpieza general de la planta, el agua contra incendios y el agua destinada a uso personal (vestuarios, lavabos, ...) no tiene que ser sometida a ningún proceso de descalcificación.

1.7.2. Agua de refrigeración

El agua de refrigeración se utiliza en diferentes equipos de la instalación industrial para enfriar corrientes de proceso. Los equipos en los que se utiliza esta agua se muestran en la tabla 1.8.1:

Tabla 1.7.1. Caudales de agua de refrigeración necesarios.

EQUIPO	Caudal (m^3/h)
CN-201	335,41
CN-202	225,29
I-301	409,51
CN-402	55,81
I-403	150,50
TOTAL	1176,52

La temperatura del agua de refrigeración se rebajará desde 45 a 30°C utilizando torres de refrigeración y una parte de la corriente de salida de las mismas será enfriada mediante chillers desde 30 a $15,8^\circ\text{C}$, por necesidad del proceso.

1.7.2.1 Torres de refrigeración

Una torre de refrigeración es un equipo en el cual se produce el enfriamiento de agua por transferencia de calor y masa al aire que se pone en contacto con el agua en el interior de la torre. Es importante conseguir el mayor contacto posible entre el aire y el agua de modo que la transferencia de materia y energía sea lo más eficaz posible, lo cual se consigue mediante la colocación de un relleno (proporciona mayor superficie de contacto entre los fluidos).

El agua entra en las torres de refrigeración por su parte superior y se pulveriza uniformemente sobre el relleno mediante unos distribuidores. La transferencia de masa y energía se realiza principalmente por calor latente de cambio de estado de una parte del agua que pasa a la corriente de aire en forma de vapor y, en menor medida, mediante convección entre el agua y el aire debido a la diferencia de temperatura entre ambos fluidos.

A continuación, se muestra en la figura 1.8.1 el esquema de funcionamiento de una torre de refrigeración.

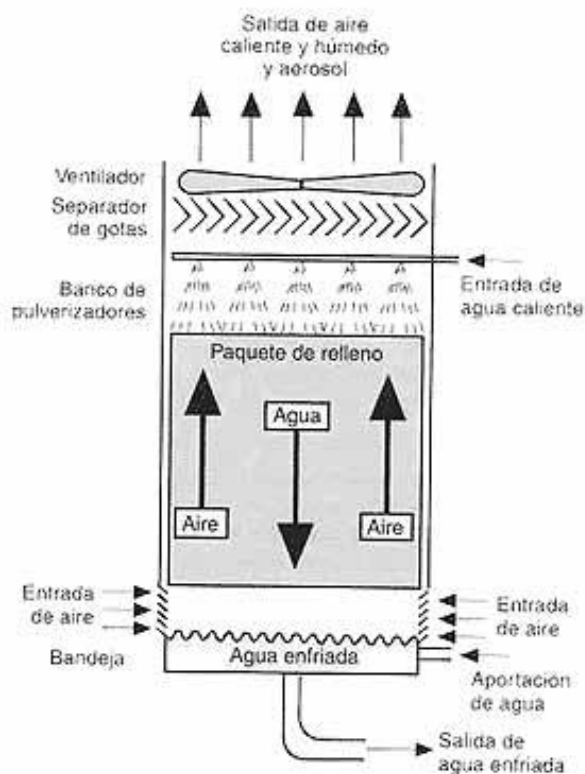


Figura 1.7.1. Esquema de funcionamiento de una torre de refrigeración.

Los factores más importantes que influyen en el rendimiento de una torre de refrigeración de tiro mecánico son los cuatro siguientes:

- Superficie de relleno
- Distribución del agua sobre el relleno
- Cantidad de aire en circulación
- Temperatura de termómetro húmedo del aire exterior.

El caudal total de agua que debe acondicionarse en la torre de refrigeración es de 1176,2 kg/m³. La temperatura de las corrientes a la entrada y salida de la torre de refrigeración son de 45 y 30°C, respectivamente. La potencia frigorífica necesaria para lograr el salto térmico de 15°C en ese caudal es de 20520,48 kW, tal como se explica en el manual de cálculo correspondiente.

La casa comercial INDUMEC, S.L dispone de una amplia gama de modelos de torres de refrigeración. En este caso, se ha seleccionado el modelo TC-865 capaz de disipar un calor de 11779 kW, de modo que la planta deberá disponer como mínimo de 2 torres de refrigeración de este tipo para satisfacer la demanda de agua de refrigeración. Para garantizar el servicio de agua de refrigeración a la planta en el caso de que se produzca un fallo en alguna de las torres se decide instalar una torre de refrigeración a mayores de las mismas características.

A continuación, se muestra en la figura 1.7.2. las vistas de la torre de refrigeración seleccionada y en las tablas 1.7.2. y 1.7.3. las dimensiones y especificaciones de la misma.

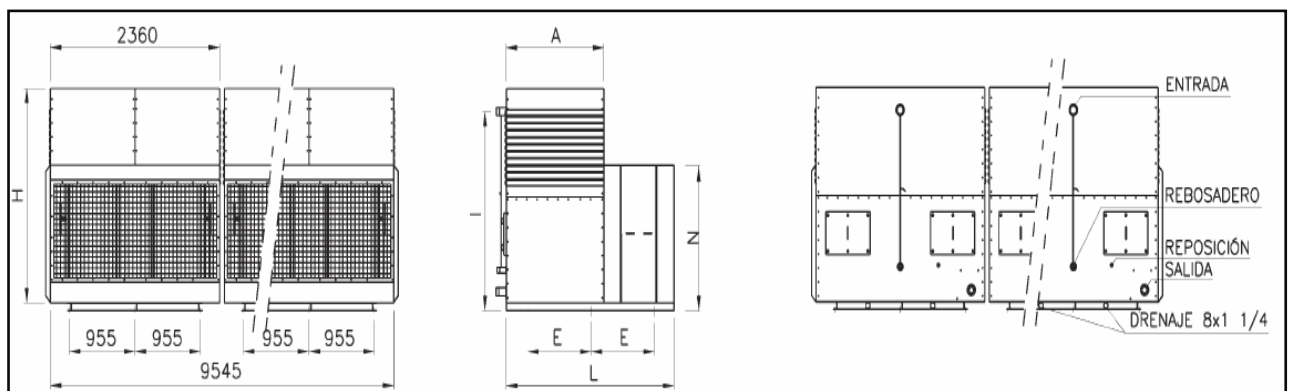


Figura 1.7.2. Modelo TC-865.

Tabla 1.7.2. Dimensiones modelo TC-865

A (mm)	E (mm)	I (mm)	N (mm)	L (mm)	H (mm)
3610	1100	2335	1910	5110	2580

Tabla 1.7.3. Especificaciones TC-865

Motor ventilador	Peso en vacío	Peso con carga	Conexiones				Puntos de apoyo
KW	Kg	kg	Entrada	Salida	Rebosadero	Reposición	
8*15	8720	20800	4*6"	4*8"	4*3"	4*1 1/2"	60

Las torres de refrigeración que se utilizan habitualmente son torres de circuito abierto, en las que sale aire saturado de humedad por lo que se produce una pérdida de agua que se debe reponer. El agua que debe reponerse a la torre se hará siempre a través de colectores y debe ser agua descalcificada. El caudal de agua que se deberá introducir está especificado en el manual de cálculo correspondiente.

Las torres de refrigeración deberán disponer de unos equipos para el tratamiento del agua que se podrán adquirir en la misma casa comercial. El equipo de tratamiento está formado por tres equipos, uno para tratamiento biológico, un segundo para tratamiento inhibidor de corrosión y antiincrustante y un tercer equipo para purga automática por conductividad, que son convenientemente explicados en el manual de cálculo de la torre.



Figura 1.8.3. Imagen de una torre de refrigeración INDUMEC modelo TC.

1.7.2.2. Chillers de agua de refrigeración

Un chiller (unidad enfriadora de líquidos) o grupo de frío es un equipo que consta de un circuito cerrado por el interior del cual circula un fluido refrigerante. El equipo consta de un condensador, un evaporador, una válvula de expansión y un compresor, tal y como se muestra en la figura 1.8.2.2.1:

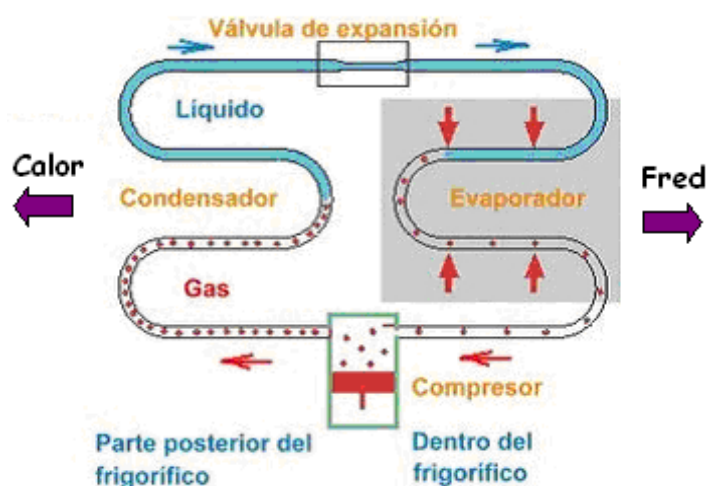


Figura 1.7.2.2.1. Esquema del circuito frigorífico de un chiller.

Como se ha comentado anteriormente, existen una serie de equipos en la planta que necesitan agua de refrigeración a una temperatura inferior a la de salida de la torre de modo que se deberá disponer de grupos de frío (chillers) que rebajen la temperatura desde 30 a 15,8°C. Los equipos y los correspondientes caudales de agua a 15,8°C que necesita cada uno de ellos para su correcto funcionamiento se muestran en la tabla 1.8.2.2.1:

Tabla 1.7.2.2.1. Equipos y caudales de agua a 15°C.

EQUIPO	CAUDAL (kg/h)
CN-402	37483,8
I-403	151600
I-301	275000

La potencia frigorífica necesaria para rebajar la temperatura de estos caudales de agua de 30 a 15,8°C es de 8101,99 kW, tal como se especifica en el manual de cálculo correspondiente.

Para ello se utilizarán 5 chillers de la casa comercial Novair-MTA, modelo PHOENIX con potencia frigorífica de 1536 kW. Este modelo de chiller es una unidad enfriadora de agua condensada por aire con compresores de doble tornillo, siendo el fluido refrigerante el R407C.



Figura 1.7.2.2.2. Imagen de un chiller modelo PHOENIX de Novair-MTA.

1.7.3. Agua glicolada

Los equipos CN-401, I-401, I-402 y la media caña T-801/802 utilizan como fluido de refrigeración agua glicolada al 40% en lugar de agua procedente de la torre de refrigeración. La temperatura de entrada del agua glicolada a estos equipos es de -13°C y el de salida es de -5°C , de modo que el salto térmico es de 8°C .

En la tabla 1.7.3.1 se muestran los equipos y los caudales de agua glicolada necesarios para cada uno de ellos:

Tabla 1.7.3.1. Caudales de agua glicolada.

EQUIPO	Caudal (kg/h)
CN-401	3127944,86
I-401	615945,66
I-402	320000,00
Media Caña T-801/812	90099,81

Esta agua glicolada se enfriará en uno o varios chillers desde -3 a -15°C , siendo la potencia frigorífica necesaria para tratar el caudal total de agua de 18005,31 kW. Los cálculos de la potencia frigorífica necesaria se encuentran detallados en el manual de cálculo correspondiente.

Se selecciona el mismo modelo de chiller que para el caso del agua de refrigeración, esto es, modelo PHOENIX de la casa comercial Novair-MTA con potencia frigorífica de 1536 kW. Después de aplicar el factor de corrección a la potencia frigorífica para el caso del agua glicolada al 40%, se obtiene que la potencia frigorífica real del chiller elegido es de 1454,592

kW. De este modo, se necesitan 13 chillers del modelo PHOENIX para adecuar el agua glicolada a las necesidades frigoríficas de los equipos.

Para garantizar los caudales de agua y agua glicolada en las condiciones de operación necesarias en los diferentes equipos de la planta, se deciden instalar 3 chillers a mayores de los estrictamente necesarios por potencia frigorífica necesaria.

1.7.4. Vapor de agua

El vapor de agua necesario en la planta de producción de acetaldehído se generará en calderas de vapor. Una caldera es un equipo diseñado para generar vapor saturado a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado.

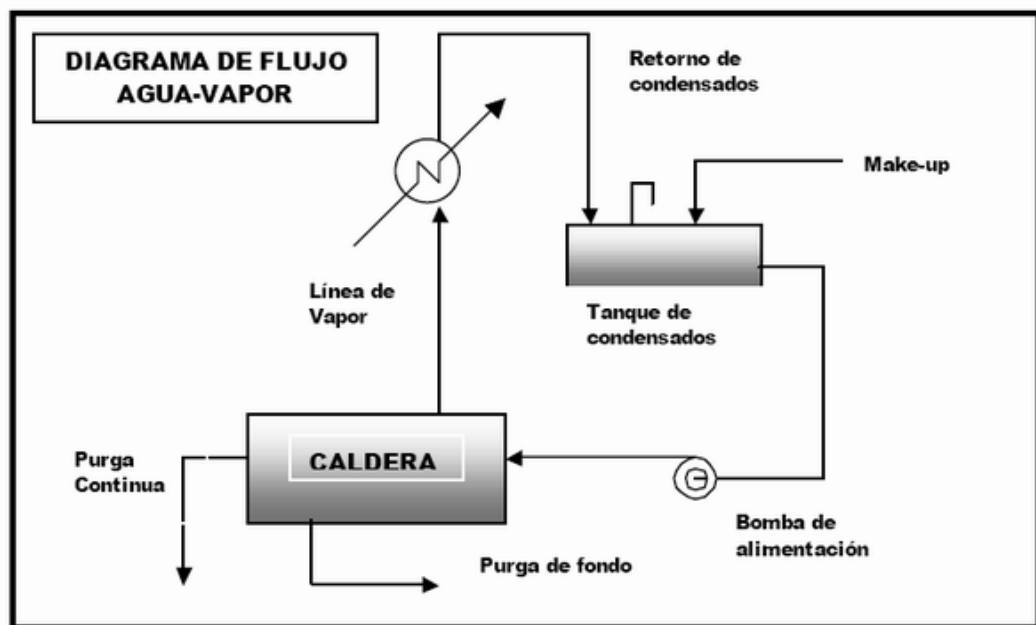


Figura 1.7.4.1. Instalación típica de una caldera.

La alimentación de vapor a los diferentes equipos se realiza mediante un colector del cual sale una red de tuberías que parte desde la caldera. Para alimentarla junto a ella se dispone un depósito (a una cierta altura) de recogida de condensados que recibe un aporte de agua previamente descalcificada.

Los requerimientos de vapor de agua en la planta se recogen en la tabla 1.7.4.1:

Tabla 1.7.4.1. Caudales de vapor necesarios en cada equipo.

EQUIPO	Caudal (kg/h)
RG-201	661,00
CA-401	27017,59
CA-402	2427,64
DA-401	19960,00

La potencia calorífica que debe tener la caldera para proporcionar el vapor de agua en las condiciones de presión y temperatura requeridas ($T=209,9^{\circ}\text{C}$ y $P=19,09$ bar) es de 30411,05 kW, de acuerdo a los cálculos realizados, que se pueden encontrar en el manual de cálculo de la caldera. Por otro lado, el caudal de vapor necesario es de 49,768 ton/h.

En base a estos dos parámetros se acude al catálogo de la casa comercial Veissmann y se selecciona un generador de vapor de alta presión. El modelo seleccionado es el VITOMAX 200 HS Modelo M235 a gas natural sin economizador que genera un caudal de vapor de 12 ton/h y trabaja a 20 bar de presión.



Figura 1.7.4.2. Generador de vapor de alta presión.

De este modo se necesitarán 4 calderas de las mismas características para satisfacer los requerimientos de vapor en el proceso. Con el objetivo de asegurar el funcionamiento de la planta en caso de que se produzca un fallo en alguna de estas 4 calderas, se instalará una quinta de las mismas características.

1.7.5. Gas natural

El gas natural llega a pie de parcela mediante tubería a media presión (1,5 kg/cm²).

El mayor consumo de gas natural tiene lugar en las calderas de generación de vapor a alta presión. En estas se consume un caudal volumétrico de 874,945 m³/h. Los cálculos para la obtención de este caudal se detallan en el manual de cálculo de la caldera de vapor.

Además del consumo de gas natural de las calderas de generación de vapor, también será necesario suministro de gas natural en el área de tratamiento de gases A-800, tanto en el reactor de oxidación catalítico RC-801 como para el encendido de la antorcha A-801.

1.7.6. Agua descalcificada

Toda el agua de proceso debe ser descalcificada para evitar problemas de ensuciamiento e incrustaciones en los equipos de proceso. En sistemas de agua industrial como calderas, torres de enfriamiento, intercambiadores, destiladores y condensadores, se presentan casi sin excepción problemas diversos causados por la formación de depósitos duros incrustados, comúnmente llamados sarro, sobre las superficies que presentan algún tipo de transferencia térmica; asimismo, y no menos importante, hay problemas relacionados con procesos naturales de corrosión de metales susceptibles.

Las consecuencias habituales se relacionan con pérdidas inmensurables, no sólo en términos económicos, sino y más importante aún, en términos de confiabilidad de los sistemas, eficiencia, aseguramiento de la salud y excesos evitables de polución ambiental.

Para evitar estos problemas se utilizarán en la planta desionizadores de la marca IONIS.



Figura 1.7.6.1 Desionizador marca IONIS

Cada equipo IONIS consta de dos semipiezas de pequeñas dimensiones (60X32X85 mm). Cada una de ellas aloja en su interior un sistema de imanes permanentes de alta coercitividad. Este compendio de piezas es capaz de generar un campo magnético suficientemente consistente como para producir un proceso electrolítico en el fluido de manera autónoma, esto es, sin necesidad de energía eléctrica externa.

Los carbonatos (sales) en estado de cristales de calcita presentes en el agua son deformados en su estructura física, hacia una estructura amorfa no incrustante, cristales de aragonita, al pasar a través de un campo magnético generado por imanes cerámicos permanentes, los cuales constituyen el fundamento de *IONIS*.

El sistema de imanes permanentes provisto con el equipo IONIS se basa en materiales cerámicos magnéticos de altos grados de fuerza coercitiva e inducción de saturación, además de una lata resistencia a la desmagnetización por efecto de cambios de temperatura bruscos o sostenidos (hasta 350°C). Estos factores hacen de IONIS un dispositivo extremadamente flexible en su utilización en un muy elevado número de aplicaciones diferentes.

1.7.7. Aire comprimido

El aire comprimido utilizado en la planta de producción de acetaldehído se emplea para accionar las válvulas neumáticas de control. Este necesita una presión de 7 bares, que se obtendrá mediante un circuito o sistema de aire comprimido que se basa en dos rotores helicoidales que giran entre sí. Normalmente, el primero gira más rápido que el segundo, generando así el aire comprimido. Los dos rotores nunca llegan a tocarse gracias a la precisión de los engranajes de sincronismo que mantienen una separación suficiente entre las superficies de los rotores, esto no provoca desgaste, por lo tanto el equipo no requiere lubricación en el espacio de compresión.

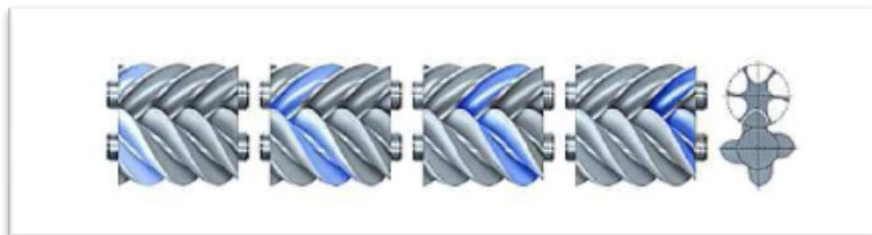


Figura 1.7.7.1. Engranajes del sistema de generación de aire comprimido.

Por los extremos de los rotores abiertos, el aire entra en la cámara de compresión. Este queda atrapado entre el compartimento formado por un lóbulo macho y una estría hembra. Cuando los rotores giran, el compartimento se estrecha y finalmente sale el aire comprimido. Este equipo estará suministrado por la empresa UNIAIR S.A.

1.7.8. Electricidad

Cualquier empresa, ya sea debido al funcionamiento de los equipos o a la iluminación, requiere de una conexión a la red de distribución eléctrica. En la planta se tienen unas necesidades de energía elevadas, de manera que la empresa distribuidora de electricidad proporcionará electricidad en alta tensión (20 kV), haciendo necesaria una estación transformadora dentro de la planta, de manera que se convierta en baja tensión y 380 V, corriente habitual necesaria para los equipos industriales.

A continuación, esta será distribuida por todas las áreas. Las líneas eléctricas serán trifásicas, con 5 hilos conductores: las tres fases, el neutro y la toma tierra. Todas ellas serán de cobre recubierto con material aislante, además, en las zonas con mayor riesgo de incendio o explosión los cables llevarán protección adicional.

1.7.8.1.-Cálculo del consumo total de electricidad en la planta

En las siguientes tablas se muestran las potencias eléctricas requeridas expresadas en KW, de los principales equipo de la planta que consumen energía eléctrica. Estos se agrupan por áreas:

Área 100:

En esta área no hay ningún equipo diseñado que consuma energía eléctrica, aunque realmente hay una bomba de vacío.

Área 200:

Tabla 1.7.8.1.1. Potencia de los equipos en el área 200.

Área 200	
Equipo	Potencia (KW)
P-201a/b	3
P-202a/b	1,5
P-203a/b	0,6
P-204a/b	3
P-205a/b	3
CO-201	68,5
Agitador TD-201	6,12
Agitador TM-201	1

Área 300:

Tabla 1.7.8.1.2. Potencia de los equipos en el área 300.

Área 300	
Equipo	Potencia (KW)
P-301a/b	3
P-302a/b	3
Agitador TM-301/302	55,8

Área 400:

Tabla 1.7.8.1.3. Potencia de los equipos en el área 400.

Área 400	
Equipo	Potencia (KW)
P-401a/b	5,5
P-402a/b	9,8
P-403a/b	7,5
P-404a/b	15
P-405a/b	1,5
P-406a/b	0,6
P-407a/b	1,1
P-408a/b	1,5
P-409a/b	2,2
P-410a/b	5,5

Área 500:

No hay ningún equipo con requerimiento energético.

Área 600:

No hay ningún equipo con requerimiento energético.

Área 700:

No hay ningún equipo diseñado con requerimiento energético, aunque hay un ventilador para el aire de aireación de la balsa.

Área 800:

No hay ningún equipo diseñado con requerimiento energético, aunque hay un ventilador para el aire de oxidación del reactor catalítico.

Área 900:

Tabla 1.7.8.1.4. Potencia de los equipos en el área 900.

Área 900	
Equipo	Potencia (KW)
CH-901/919	9090
TR-901/902	240

Área 1000:

En esta área se estima un consumo de energía de:

- 25 KW para el laboratorio.
- 35 KW para la sala de control
- 20 KW para oficinas i comedor.

Finalmente, se estima un consumo de iluminación general de la planta de 200 KW.

Así, se concluye que el consumo total de la planta sobredimensionado un 10% por los equipos cuya potencia se desconoce es de 10790,47 KW.

1.7.8.2.-Cálculo del diámetro de los cables eléctricos

Para escoger la sección real del cable, se calculan las secciones de los cables mediante las siguientes ecuaciones y, consecuentemente, se escogen las secciones normalizadas que se muestran a continuación: 1, 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 75, 95, 120, 185 i 240.

Para calcular la intensidad del corriente se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{\cos\varphi \cdot V}$$

Donde: P es la potencia (W), el $\cos(\varphi)$ y V el voltaje requerido (380 V).

También se debe calcular la tensión máxima admisible, teniendo en cuenta que la caída de tensión es de 4,5% por iluminación y 6,5% para motores.

$$e = \frac{4,5 \cdot V}{100}$$

Para el cálculo de la sección se utiliza la siguiente ecuación:

$$e = \frac{1,73 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$$

Donde: L es la longitud del cable (m), I es la intensidad(A) y K tiene un valor constante de 56.

En la siguiente tabla 1.7.8.2.1, se muestran los valores de los diámetros de los cables de cada área calculados mediante las ecuaciones anteriores.

Tabla 1.7.8.2.1.- Diámetros de los cables eléctricos para cada área.

Área	Potencia (KW)	Intensidad (A)	Caída de tensión %	Longitud (m)	E	Sección calculada (mm2)	Sección real (mm2)	D(mm)
200	86,72	197,79	6,5	30	24,7	5,94	6	2,76
300	61,8	140,95	6,5	12	24,7	1,69	2,5	1,78
400	50,2	114,50	6,5	30	24,7	3,44	4	2,26
500	--	--	--	--	--	--	--	--
600	--	--	--	--	--	--	--	--
800	0,8	1,82	6,5	20	24,7	0,04	1	1,13
900	9330	21279,80	6,5	10	24,7	212,92	240	17,48
1000	85	193,87	4,5	60	17,1	16,81	25	5,64
Iluminación	200	456,16	4,5	250	17,1	164,82	185	15,35

Ahora solo falta calcular el diámetro del cable que sale de la estación transformadora y que suministra toda la potencia a la planta. Como el valor de la potencia es muy elevado, se decide dividir esta corriente en 5 cables, con las dimensiones que se muestran en la siguiente tabla 1.7.8.2.2:

Tabla 1.7.8.2.2.- Diámetros de los cables eléctricos que salen de la estación transformadora.

Total	Potencia (KW)	Intensidad (A)	Caída de tensión %	Longitud (m)	E	Sección calculada (mm2)	Sección real (mm2)	D(mm)
1 cable	9814,52	22384,90	6,5	50	24,7	1119,89	--	--
5 cables	1962,904	4476,98	6,5	50	24,7	223,98	240	17,48

1.7.8.3.-Estación transformadora

Como ya se ha explicado anteriormente, el voltaje necesario proviene de la red eléctrica a 20 kV y hace falta transformarlo a 380 V. Debido a esta transformación de voltaje, se pensó en instalar una estación transformadora que proporcione el voltaje deseado para los equipos.

A continuación se realiza el cálculo para la elección de la estación transformadora:

$$KVA = \frac{\text{Potencia requerida en la planta}}{\cos\varphi} = \frac{10790,47}{0.8} = 13488,09 \text{ KVA}$$

En la figura 1.7.8.3 se muestra una imagen de las estaciones de transformación de energía para la planta de acetaldehído. Estas serán suministradas por *Ormazabal* y la potencia de estas estaciones transformadoras de 1000 KVA.

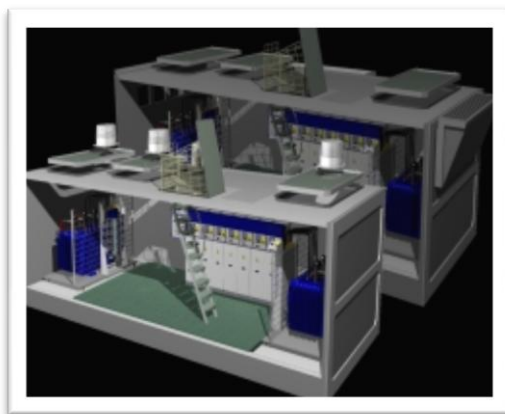


Figura 1.7.8.3. Estación transformadora de energía de alta tensión 20kV a baja tensión 330V/220V

1.7.8.4.-Grupos electrógenos

Se prevé una instalación de un grupo electrógeno para asegurar la continuidad del suministro eléctrico en caso de posibles problemas en la red de distribución de electricidad. En estos casos de emergencia se quiere garantizar el suministro eléctrico para los sistemas de control, los equipos informáticos y el funcionamiento de los equipos más importantes de la planta.

Se escoge un grupo electrógeno Diesel de 2500 kW ya que es la energía mínima necesaria para alimentar toda la planta menos los servicios de frío.



Figura 1.7.8.4. Grupo electrógeno.

1.8.-Aprovechamiento energético en el acondicionamiento de los reactivos de entrada

Aprovechamiento del agua refrigerante de las torres

Se han instalado unos equipos de expansión en los que se reduce la presión de las dos corrientes de reactivos de entrada, de 8 atm a 3 atm.

Al realizar la expansión la temperatura del etileno pasa de -58°C hasta -82.6°C , mientras que la del oxígeno pasa de 20°C a $-51,66^{\circ}\text{C}$. Pero en el reactor las corrientes deben entrar a 20°C . Para conseguir esto se ha instalado un intercambiador en cada una de las dos conducciones, los cuales funcionan con agua refrigerante que proviene de las torres del área de servicios.

Introduciendo el agua que proviene de las torres de refrigeración en estos intercambiadores se consigue evitar la instalación de un chiller adicional. En la planta hay dos torres de refrigeración operativas que enfrían el agua que vuelve del proceso de 45°C a unos 30°C . Pero es necesario bajar más la temperatura, hasta unos 15°C . En la planta esta disminución de temperatura se realiza con cinco chillers dispuestos en paralelo, y con estos dos intercambiadores.

Aprovechamiento del calor generado en la expansión

Un aspecto interesante de esta expansión de los reactivos es que se genera una energía que también podría aprovecharse para realizar un aprovechamiento energético.

Se ha considerado la viabilidad de instalar unos turboexpansores en cada una de las corrientes de entrada de reactivos. Este turboexpansor consiste en una turbina centrífuga que aprovecha la expansión de un gas a alta presión para generar electricidad o bien para ceder su energía mecánica a otro compresor.

La expansión isoentrópica permite una temperatura menor del refrigerante expandido para una misma reducción de presión. Este ciclo más eficiente del turboexpansor permite usar hidrocarburos alifáticos como refrigerantes, como es el caso del etileno.

En la figura 1.8.1.- se muestra un ejemplo de aplicación de un turboexpansor en un circuito de refrigeración de tanques criogénicos.



Figura 1.8.1.-Turboexpansor Modelo ETAC-7R de Air Products. (junta de unión para un compresor a la izquierda)

Este equipo se usa para refrigerar la corriente al realizarse la expansión y al mismo tiempo aprovechar la energía mecánica en la compresión del sistema.

Pero para la planta interesaría poder producir electricidad a partir de la expansión de los reactivos de entrada. Esta operación se realizaría en un turboexpansor como el de la figura 1.8.2.



Figura 1.8.2.-Turboexpansor con un generador integrado de la empresa L.A. Turbine.

Se han consultado varios catálogos comerciales sobre estos equipos y se han descartado porque suelen trabajar en un rango de caudales mayor. Con el simulador Hysis se ha calculado una potencia máxima suministrable de 62kW para el oxígeno y de 106 kW para el etileno; siendo la potencia del equipo comercial más pequeño de 500kW.

1.9.-Programación temporal de la construcción y montaje de la planta

En este apartado se muestra la planificación temporal que se llevará a cabo para la construcción y montaje de la planta teniendo en cuenta que los permisos de obra y de actividades tienen una duración de 4 y 5 meses, respectivamente.

La planificación temporal es la organización de las tareas a realizar durante la construcción y montaje de la planta siguiendo un camino preferencial para las tareas críticas, y teniendo en cuenta las tareas flotantes. La planificación temporal se representa mediante los diagramas de Gantt, los cuales muestran cada una de las actividades a realizar a lo largo de una línea temporal, de forma que se puedan identificar las relaciones entre ellas, y saber cuáles son independientes o dependientes.

En nuestro caso, los trámites de licencia se iniciaran el día 1 de setiembre de 2010; demorando las labores de construcción de la planta hasta el 16 de febrero del 2010, con una duración estimada de 2 años. La construcción y el montaje finalizarían completamente el 1 de setiembre de 2012.

En primer lugar se presenta una tabla con la lista de tareas necesarias para la construcción de la planta. En segundo lugar se grafica la duración de estas tareas mediante un diagram de Gantt.

	①	Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resources
1		Licencia de Obras	120d	09/01/2010	02/15/2011		
2		Licencia de actividades	150d	09/01/2010	03/29/2011		
3		Urbanización	140d	02/16/2011	08/30/2011	1	
4		Limpieza de los terrenos	20d	02/16/2011	03/15/2011		
5		Excavaciones y cimientos	60d	03/16/2011	06/07/2011	4	
6		Instalaciones de suministros	30d	06/08/2011	07/19/2011	5	
7		Viales y aceras	30d	07/20/2011	08/30/2011	6	
8		Edificación de oficinas y aparcamientos	165d	08/31/2011	04/17/2012	3	
9		Instalaciones de soportes, estructuras y escaleras	65d	08/31/2011	11/29/2011		
10		Edificio de oficinas	100d	11/30/2011	04/17/2012	9	
11		Aparcamiento	60d	11/30/2011	02/21/2012	9	
12		Edificio proceso	115d	06/08/2011	11/15/2011	5	
13		Zona 100	15d	06/08/2011	06/28/2011		
14		Zona 200	15d	06/29/2011	07/19/2011	13	
15		Zona 300	15d	07/20/2011	08/09/2011	14	
16		Zona 400	15d	08/10/2011	08/30/2011	15	
17		Zona 500	15d	08/31/2011	09/20/2011	16	
18		Zona 600	15d	09/21/2011	10/11/2011	17	
19		Zona 700	10d	10/12/2011	10/25/2011	18	
20		Zona 800	15d	10/26/2011	11/15/2011	19	
21		Instalaciones equipos	115d	11/16/2011	04/24/2012	12	
22		Zona 100	15d	11/16/2011	12/06/2011		
23		Zona 200	15d	12/07/2011	12/27/2011	22	
24		Zona 300	15d	12/28/2011	01/17/2012	23	
25		Zona 400	15d	01/18/2012	02/07/2012	24	
26		Zona 500	15d	02/08/2012	02/28/2012	25	
27		Zona 600	15d	02/29/2012	03/20/2012	26	
28		Zona 700	10d	03/21/2012	04/03/2012	27	
29		Zona 800	15d	04/04/2012	04/24/2012	28	
30		Calibración de los equipos	10d	04/25/2012	05/08/2012	21	
31		Instalación de tuberías	115d	11/16/2011	04/24/2012	12	
32		Instalación de tuberías de proceso	40d	11/16/2011	01/10/2012	12	
33		Conexión tuberías y equipos	20d	01/11/2012	02/07/2012	32	
34		Instalación tuberías servicios	40d	02/08/2012	04/03/2012	33	
35		Conexión tuberías de servicios y equipos	15d	04/04/2012	04/24/2012	34	
36		Instrumentación	40d	04/25/2012	06/19/2012	31	
37		Instalación instrumentación	25d	04/25/2012	05/29/2012		
38		Conexión instrumentación equipos	15d	05/30/2012	06/19/2012	37	
39		Instalación eléctrica	30d	04/25/2012	06/05/2012	31	
40		Instalación	30d	04/25/2012	06/05/2012		
41		Conexión a los equipos	15d	04/25/2012	05/15/2012		
42		Aislamientos	15d	04/25/2012	05/15/2012	31	
43		Aislamientos equipos	10d	04/25/2012	05/08/2012		
44		Aislamientos tuberías	15d	04/25/2012	05/15/2012		
45		Pruebas	9d	06/20/2012	07/02/2012	38	

Figura 1.8.1.- Lista de tareas para efectuar la construcción de la planta.

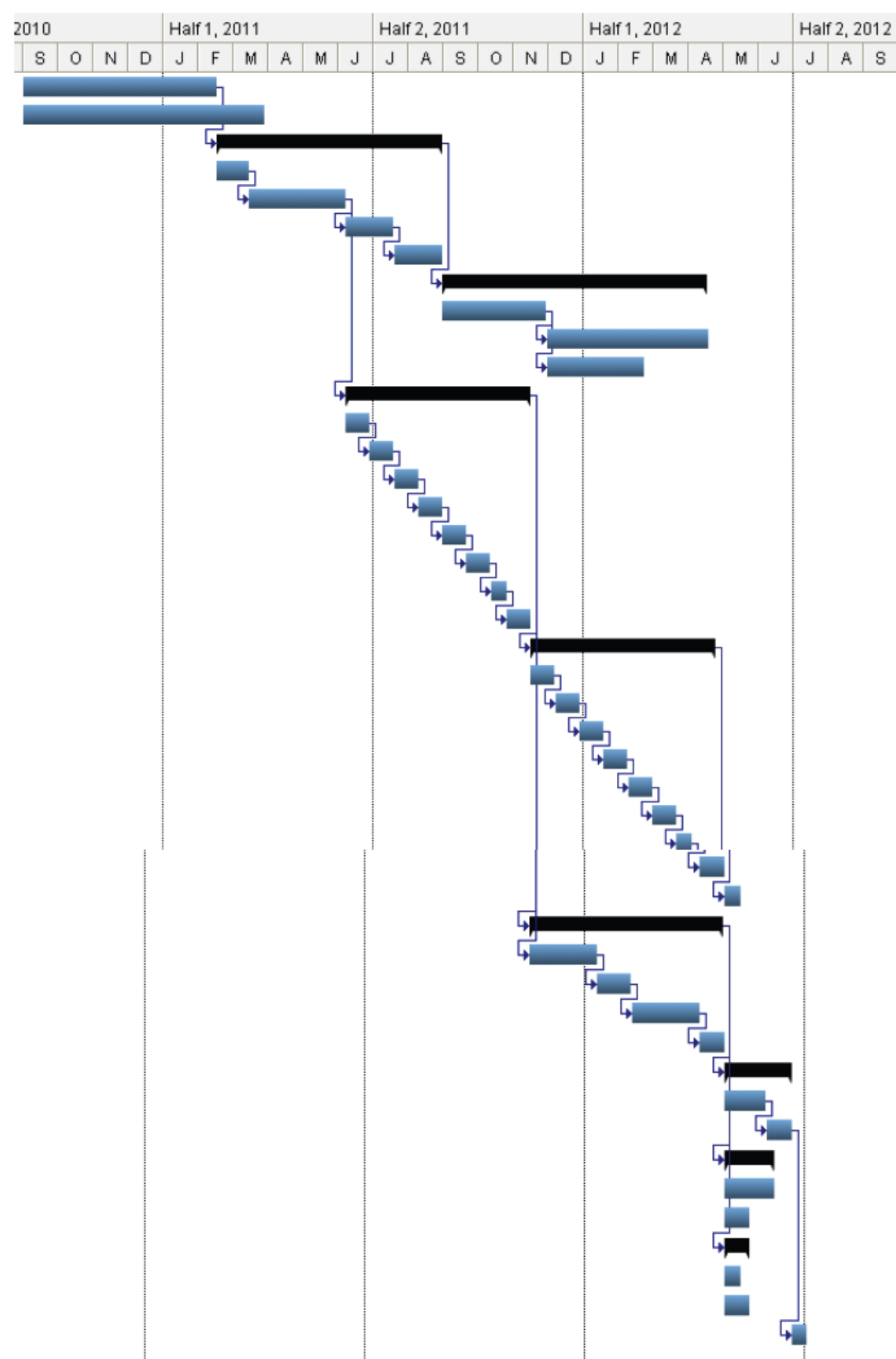


Figura 1.8.2.- Representación gráfica en forma de diagramas de Gantt de las tareas necesarias para la construcción de la planta.

2.-Equipos

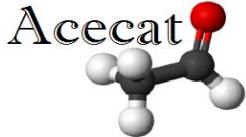
2. EQUIPOS

2.1. Listado de equipos	1
2.1.1. Hojas de especificaciones de equipos	8
2.1.1.1.-Equipos Área 100	9
2.1.1.1.1.- Tanque de mezcla T-101	10
2.1.1.2 Equipos Área 500	12
2.1.1.2.1.- Tanque de mezcla T-501	13
2.1.1.3 Equipos Área 600	15
2.1.1.3.1.- Tanque de mezcla T-601	16
2.1.1.4 Equipos Área 200	18
2.1.1.4.1.- Reactor R-201	19
2.1.1.4.2.- Separador de fases S-201	21
2.1.1.4.3.- Separador de fases S-202	23
2.1.1.4.4.- Separador de fases S-203	25
2.1.1.4.5.- Regenerador RG-201	27
2.1.1.4.6.- Condensador CN-201	29
2.1.1.4.7.-Condensador CN-202	31
2.1.1.4.8.- Torre de absorción AB-201	33
2.1.1.4.9.- Tanque de mezcla TM-201	35
2.1.1.4.10.- Tanque de disolución TD-201	37
2.1.1.5 Equipos Área 300	39
2.1.1.5.1.-Tanque de mezcla TM-301	40
2.1.1.5.2.-Tanque pulmón T-301	42
2.1.1.5.3.-Intercambiador de carcasa y tubos I-301	44
2.1.1.6 Equipos Área 400	46
2.1.1.6.1.- Columna desabsorción DA-401	47
2.1.1.6.2.- Columna destilación CD-401	49
2.1.1.6.3.- Condensador CN-401	51
2.1.1.6.4.- Caldera CA-401	53
2.1.1.6.5.- Columna destilación CD-402	55

2.1.1.6.7.-Condensador CN-402.....	57
2.1.1.6.7.- Caldera CA-402.....	59
2.1.1.6.8.-Intercambiador de carcasa y tubos I-401.....	61
2.1.1.6.9.- Intercambiador de carcasa y tubos I-402.....	63
2.1.1.6.10.- Intercambiador de carcasa y tubos I-403.....	65
2.1.1.6.11.- Tanque de mezcla TM-401.....	67
2.1.1.7 Equipos Área 700	69
2.1.1.7.1.-Balsa aireada B-701.....	70
2.1.1.8 Equipos Área 800	72
2.1.1.8.1.- Reactor catalítico de combustión RC-801.....	73
2.1.1.8.2.-Columna de adsorción AD-801.....	75
2.1.1.9 Equipos Área 900.....	77
2.1.1.9.1.- Caldera CA-901.....	78
2.1.1.9.1.-Chiller CH-901.....	80
2.1.1.9.3.-Torre de refrigeración TR-901.....	82
 2.2. Listado de bombas y compresores	 84
2.2.1. Hojas de especificaciones	86

2.1. Listado de equipos

Equipos Área 100

	LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
	ÁREA 100		UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIAL
T-101/104	Tanques de almacenamiento de etileno	4	L=38 m; D=3,658 m (horizontal)	--	Acero al 9% Ni

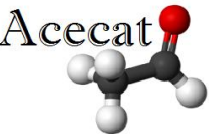
Equipos Área 500

	LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
	ÁREA 500		UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIAL
T-501/512	Tanques de almacenamiento de acetaldehído	12	H=7,7 m; D=4,4 m	--	AISI 304

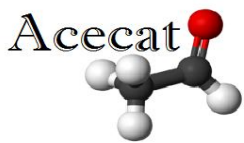
Equipos Área 600

	LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
	ÁREA 600		UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIA L
T-601/602	Tanques de almacenamiento de crotonaldehído	2	H=4,70 m; D=2,940 m	--	AISI 304

Equipos Área 300

	LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
	ÁREA 300		UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIAL
TM-301/302	Tanque mezcla/pulmón	2	H=5,95 m; D=3,492 m	61,15	AISI 304L
T-301/302	Tanque pulmón	2	H=6,31 m; D=3,71 m	--	AISI 304
I-301	Intercambiador de calor	1	L _s =4,88 m; D _s =0,98m	--	AISI 304

Equipos Área 200

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído		PREPARADO POR: Acecat S.A	
		ÁREA 200		UBICACIÓN: Castellbisbal		HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		POTENCIA (KW)	MATERIAL	
R-201	Reactor de burbujeo	1	H=15,4 m; D=3,5 m		--	AISI 317L	
RG-201	Regenerador de solución catalítica	1	L=1,9 m; D=0,411m		--	AISI 317L	
TD-201	Tanque disolución de catalizador	1	H=5,66 m; D=3,32 m		263,22	AISI 317L	
TM-201	Tanque de mezcla	1	H=5 m; D=2,94 m		34,28	AISI 304 AISI 317L AISI 316L AISI 316L	
S-201	Separador de fases	1	H=5,9 m; D=1,7 m		--		
S-202	Separador de fases	1	H=5,3 m; D=1,5 m		--		
S-203	Separador de fases	1	H=5,5 m; D=1,6 m		--		
CN-201	Condensador	1	L=3,66 m; D _s =0,616 m		--	AISI 304	
CN-202	Condensador	1	L=3,66 m; D=0,86 m		--	AISI 304	
AB-201	Columna de absorción	1	H=6,892 m; D=1,981 m		--	AISI 316	

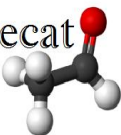
Equipos Área 400

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído		PREPARADO POR: Acecat S.A	
		ÁREA 400		UBICACIÓN: Castellbisbal		HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIAL		
I-401	Intercambiador de calor	1	Ls=3,66 m; Ds=0,912 m	--	AISI 304		
I-402	Intercambiador de calor	1	Ls=3,66 m; Ds=0,71 m	--	AISI 304		
I-403	Intercambiador de calor	1	Ls=3,66 m; Ds=0,71 m	--	AISI 304		
TM-401	Tanque de mezcla	1	H=5,02 m; D=2,94 m	--	Acero al carbono 1020		
DA-401	Columna de desabsorción	1	H=17,666 m; D=2,286 m	--	AISI 316		
CD-401	Columna de destilación	1	H=17,631 m; D=3,962 m	--	AISI 316		
CD-402	Columna de destilación	1	H=9,416 m; D=0,914 m	--	AISI 316		
CN-401	Condensador de CD-401	1	Ls=6,096 m; Ds=1,355 m	--	AISI 304		
CN-402	Condensador de CD-402	1	Ls=3,607 m; Ds=0,617 m	--	AISI 304		
CA-401	Caldera de CD-401	1	Ls=3,66 m; Ds=0,843 m; Dt=0,526 m	--	AISI 316		
CA-402	Caldera de CD-401	1	Ls=1,83 m; Ds=0,359 m; Dt=0,359 m	--	AISI 316		

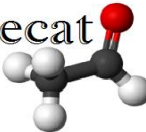
Equipos Área 700

Acocat 		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído		PREPARADO POR: Acecat S.A	
		ÁREA 700		UBICACIÓN: Castellbisbal		HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		POTENCIA (KW)	MATERIAL	
B-701	Balsa aireada	1	H=3 m; L= 11,5 m; A= 11,6 m		--	Hormigón armado	

Equipos Área 800

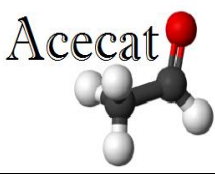
Acecat 	LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
	ÁREA 800		UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIAL
RC-801	Reactor de oxidación catalítica	1	L=7 m; D=1,54 m	--	AISI 317L
AD-801/802	Columna de adsorción	2	H=4,6 m; D=1,6 m	--	AISI 317L

Equipos Área 900

Acecat 		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
		ÁREA 900		UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/1	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA (KW)	MATERIAL	
TR-901/903	Torre de refrigeración	3	H=2,58 m; L= 4,72 m; A= 5,11 m	11779		
CA-901/904	Caldera de servicios	4	H=3,75 m; L= 6,09 m; D= 2,98 m	8940		
CH-901/922	Chillers	22	H=2,35 m; L= 12,2 m; A= 21,9 m	1536		

2.1.1. Hojas de especificaciones de equipos

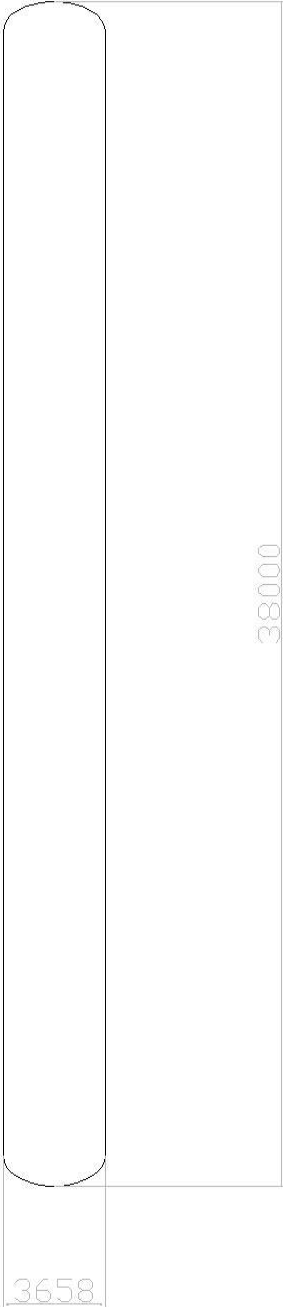
2.1.1.1.-Hojas de especificación de equipos área 100

	ESPECIFICACIÓN DE RECIPIENTES		Ítem nº: T-101/T-104	Área: 100
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat S.A	Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanque de almacenamiento de etileno				
Posición:	Horizontal	Densidad material(kg/m³)	7850	
Volumen (m³)	297	Peso equipo vacío (kg)	86830	
Longitud (m)	38	Peso operación (kg)	338942	
Anchura (m)	3,658			
DATOS DE DISEÑO/ RECIPIENTE INTERIOR				
Producto		Etileno en estado líquido		
Material de construcción:		Acero al 9% en Níquel		
Temperatura de operación (°C):		-60		
Temperatura de diseño (°C):		-80		
Presión de trabajo (atm):		8		
Presión de diseño (atm)		10		
Fondo superior		Fondo hemisférico		
Fondo inferior		Fondo hemisférico de acero al 9% en níquel		
Acabado inferior		Acero al 9% en níquel		
Acabado exterior		Acero al 9% en níquel		
DATOS DE DISEÑO/ RECIPIENTE EXTERNO				
Material de construcción		SA-36 de acero al carbono		
Fondos		Toriesféricos		
Conexión/espaciado anular tubería		Boquilla Sch Cuello 40/ tubería Sch 10S		
DETALLES DE DISEÑO				
Norma de diseño		ASME		
Aislante		Perlíta de vacío completo		
Radiografiado		Si		
OBSERVACIONES				
				

	TANQUES DE ETILENO	ITEM N°: T101-T104	AREA: 100	
		PROYECTO N°: 1		
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.		FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2		

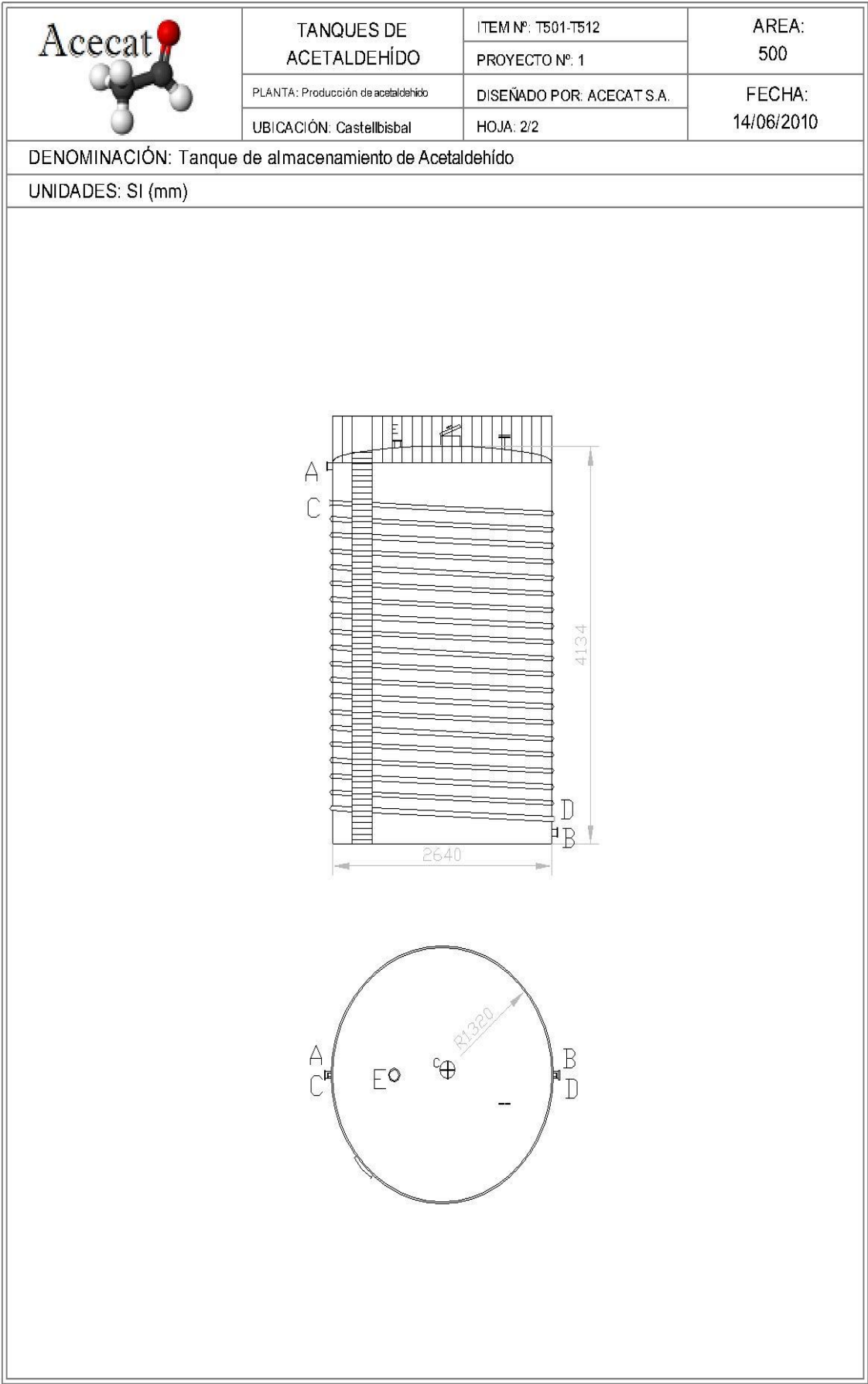
DENOMINACIÓN: Tanque de almacenamiento criogénico de etileno

UNIDADES: SI (mm)

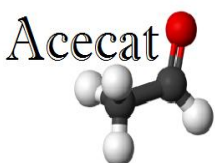


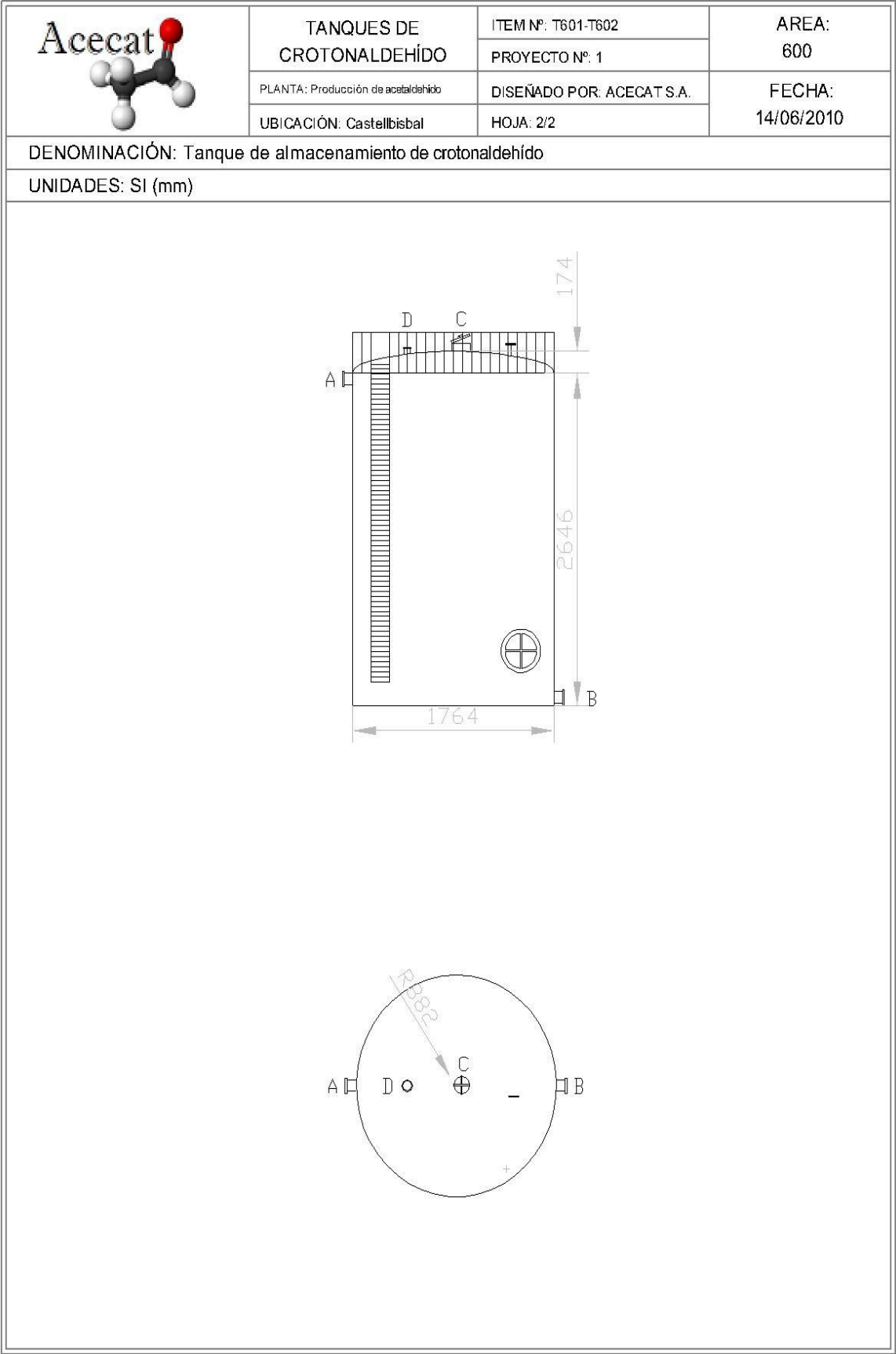
2.1.1.2.-Hojas de especificación de equipos área 500

	TANQUE ALMACENAMIENTO ACETALDEHIDO		Ítem nº: T-501/512		Área: 500
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Tanque de almacenamiento de producto T-501/512					
Productos manipulados: Acetaldehído al 99,21%					
Posición	Vertical	Volumen(m ³)	104	Densidad (kg/m ³)	773,57
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	6,87	Peso equipo vacío	3368,16
Fondo/	Plano/toricsférico	Diámetro (m)	4,39	Peso operación	73329,46
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción			AISI 304		
Temperatura de operación (°C)			10		
Temperatura de diseño (°C)			-15		
Presión de trabajo (bar)			1,01		
Presión de diseño (bar)			1,68		
Espesor cilindro (mm)			4		
Espesor del cabezal/fondo (mm)			2/8		
Sobre espesor de corrosión (mm)			1		
Norma de diseño seguida			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm)			Manta spintex 342-G-125		
Disco de rotura / radiografiado			No/0,85		
DATOS CAMISA					
Tipo	Media caña	ΔTmI (°C)	24,18		
Diámetro	43/3	Área intercambio	11,23		
Fluido refrigerante	Agua glicolada al 30%	Velocidad de paso	3		
Nº vueltas	20	U (W/m ² °C)	200		
CONEXIONES					OBSERVACIONES:
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Entrada acetaldehído tanque	1 ½"			
B	Salida acetaldehído tanque	3"			
C	Entrada agua glicolada media caña	3/8"			
D	Salida agua glicolada media caña	3/8"			

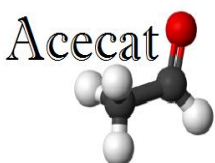


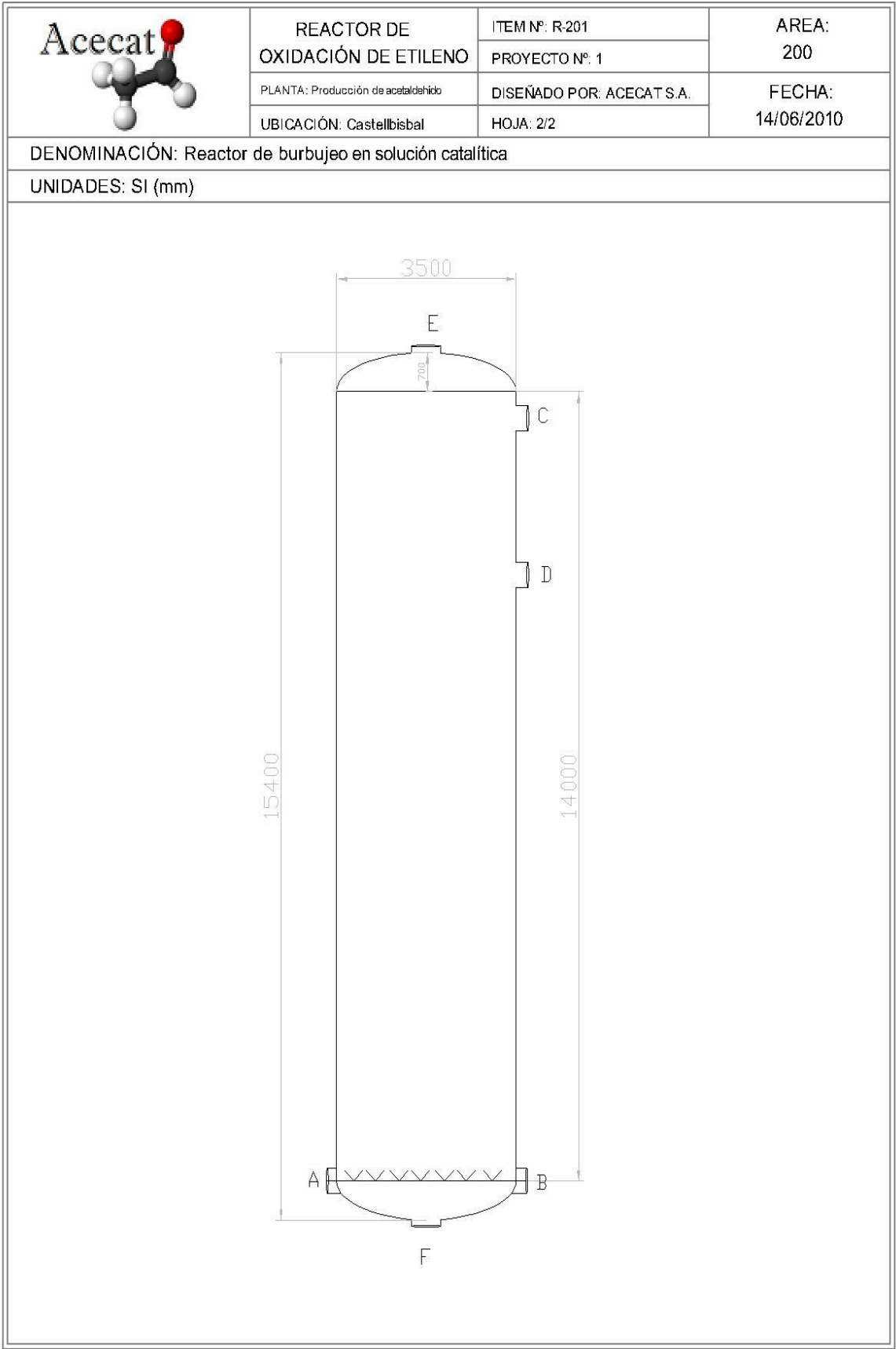
2.1.1.3.-Hojas de especificación de equipos área 600

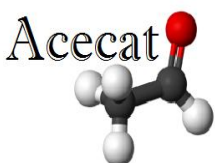
	TANQUE ALMACENAMIENTO		Ítem nº: T-601/602	Área: 600
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat S.A	Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanque almacenamiento T-601 y T-602				
Reactivos manipulados: acetaldehído, agua, ácido acético, crotonaldehído y cloroacetaldehído.				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Plano	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m³)	32	Densidad fluido (kg/m³)	957,36	
Altura (m)	4,71	Peso equipo vacío (kg)	1213,82	
Diámetro (m)	2,94	Peso operación (kg)	11142,85	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 304		
Aislante/espesor:		Manta spintex 342-G-125/10		
Temperatura de operación (°C):		58,42		
Temperatura de diseño (°C):		68,42		
Presión de trabajo (bar):		1,01		
Presión de diseño (bar)		1,55		
Grosor del cilindro (mm):		3		
Grosor del cabezal (mm):		1		
Grosor del fondo (mm):		8		
Grosor por corrosión (mm):		1		
Norma de diseño aplicada:		ASME		
DETALLES DEL DISEÑO		RELACIÓN DE CONEXIONES		
Radiografiado: parcial	Marca	Denominación	Tamaño	
Eficacia soldadura: 0,85	A	Entrada proceso	1/4"	
Altura cilindro (m): 4,41	B	Salida proceso	1/4"	
Altura cabezal (m): 0,29	C	Venteo gases a tratar	1 ½"	
OBSERVACIONES				



2.1.1.4.-Hojas de especificación de equipos área 200

	Reactor		Ítem nº:	Área: 200
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat	Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		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	Entrada oxígeno	5"	
Altura cilindro (m): 14	B	Entrada etileno y recirculación	14"	
Altura cabezal (m): 0,7	D	Entrada recirculación catalizador	2 ½"	
OBSERVACIONES	C	Salida superior proceso	3"	
	E	Salida gases	1 ½"	

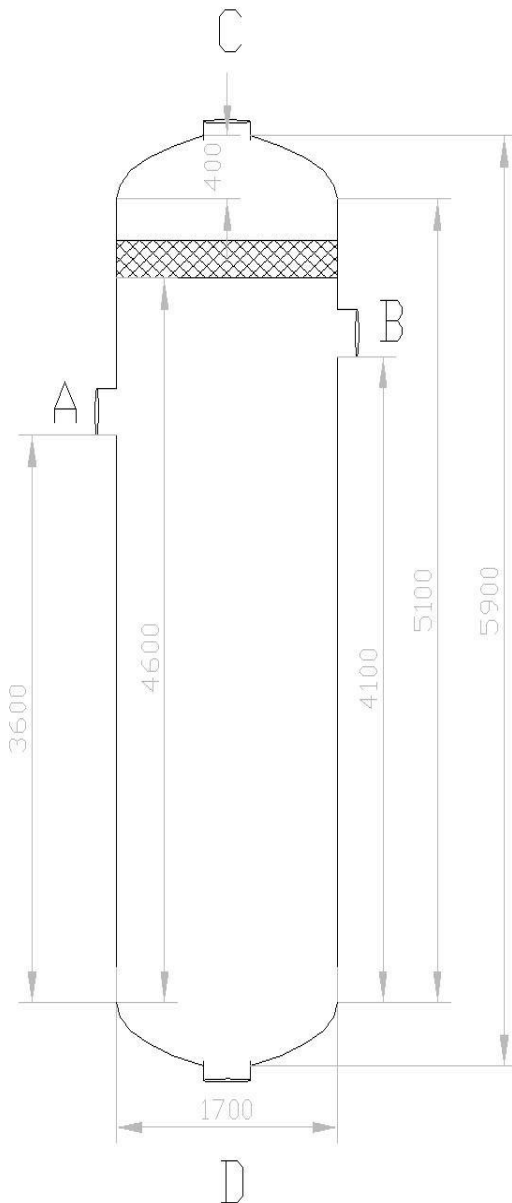


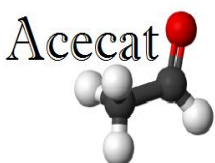
	Separador de fases		Ítem nº:	Área: 200
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat	
Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1		
DATOS GENERALES				
Denominación: Separador de fases S-201				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados.				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m³)	12,6	Densidad material(kg/m³)	8027	
Altura (m)	5,9	Peso equipo vacío (kg)	1695,8	
Diámetro (m)	1,7	Peso operación (kg)	7597,3	
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):		7		
Grosor del cabezal (mm):		7		
Grosor del fondo (mm):		7		
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	Entrada proceso del reactor R-201	3"	
Altura cilindro (m): 5,1	B	Entrada agua recirculación	3"	
Altura cabezal (m): 0,4	C	Salida gases proceso	24"	
OBSERVACIONES	D	Salida líquido solución catalizador	3"	

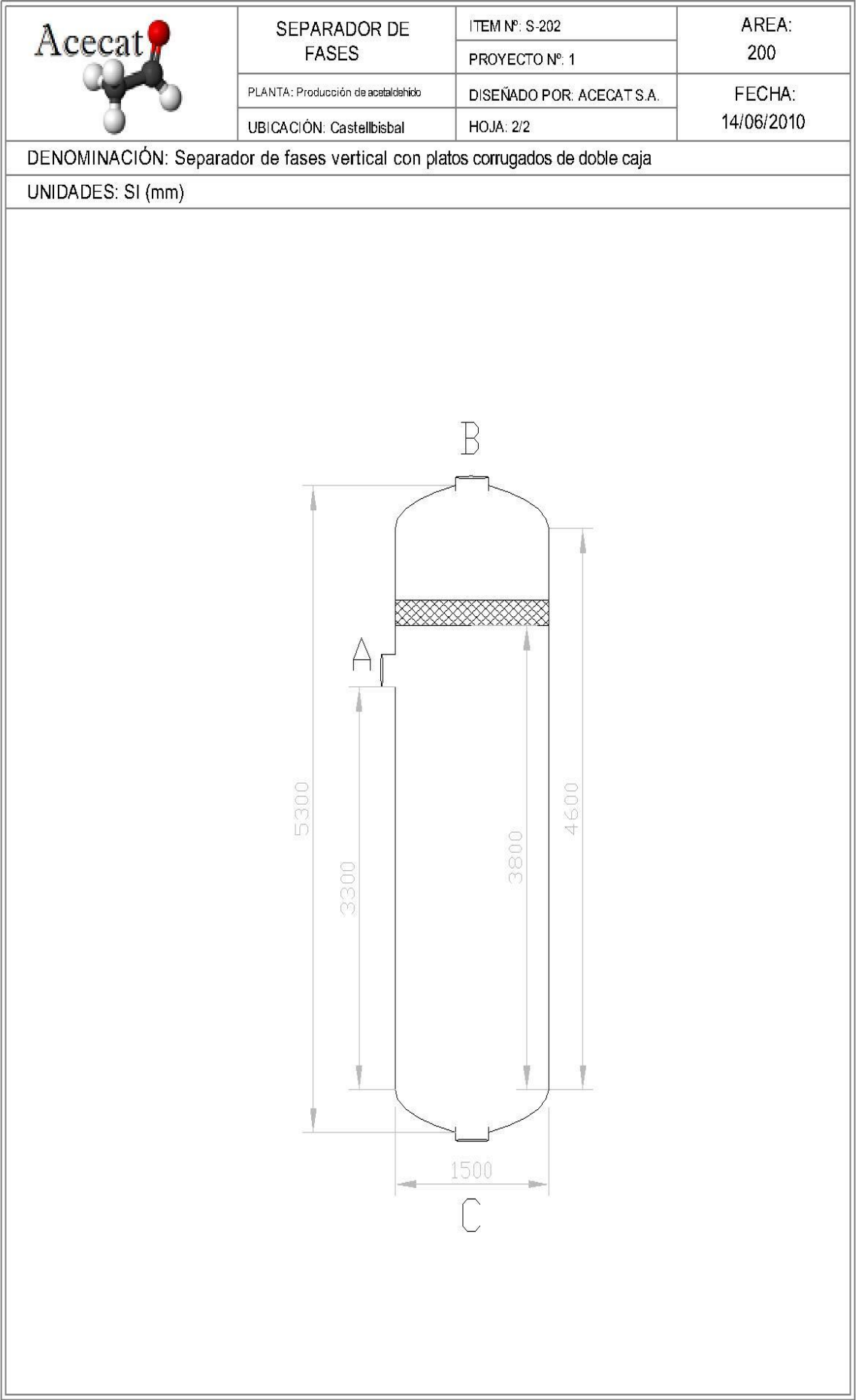
	SEPARADOR DE FASES	ITEM Nº: S-201	AREA: 200	
		PROYECTO Nº: 1		
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.		FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2		

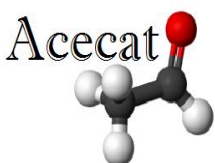
DENOMINACIÓN: Separador de fases vertical con platos corrugados de doble caja

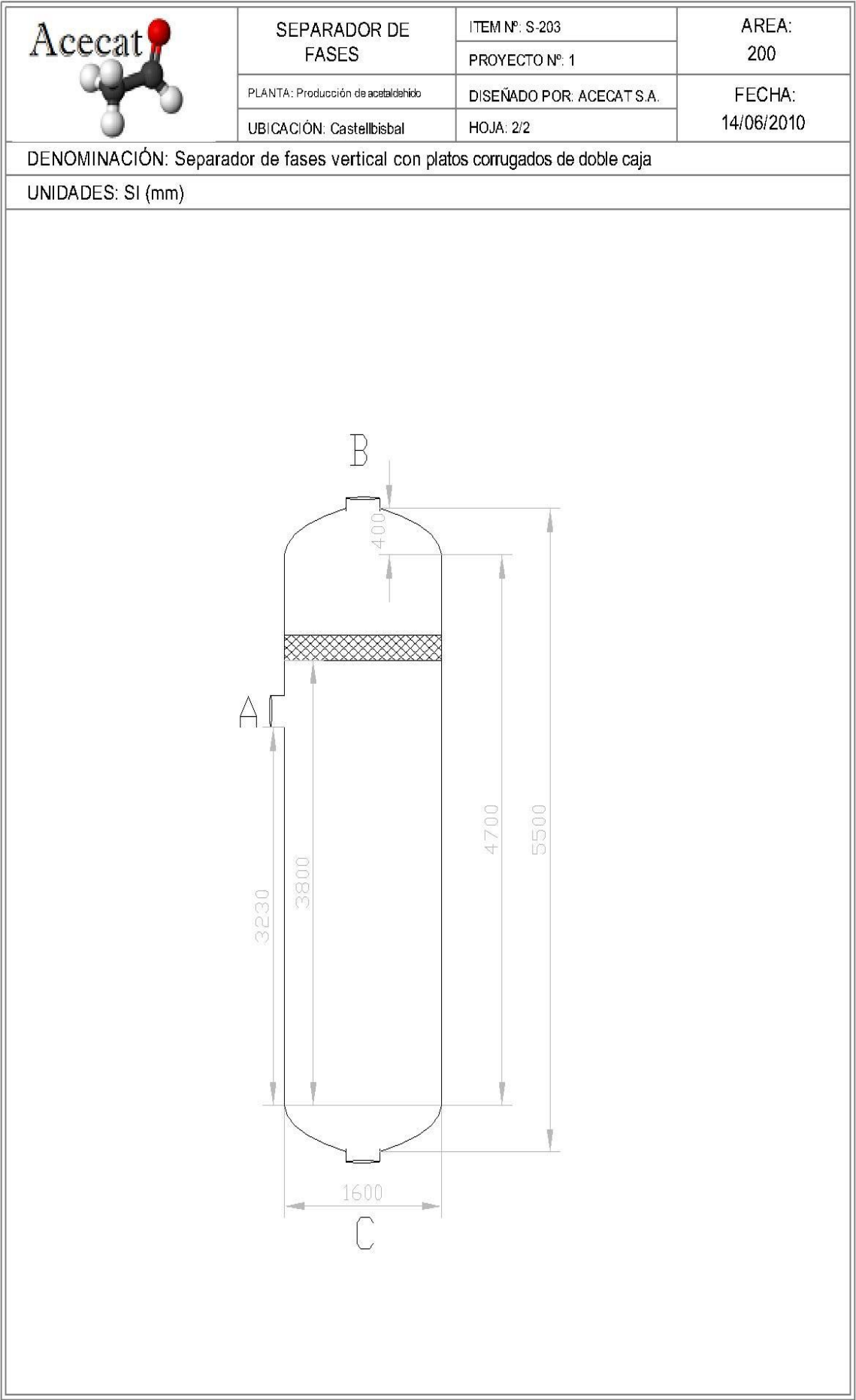
UNIDADES: SI (mm)



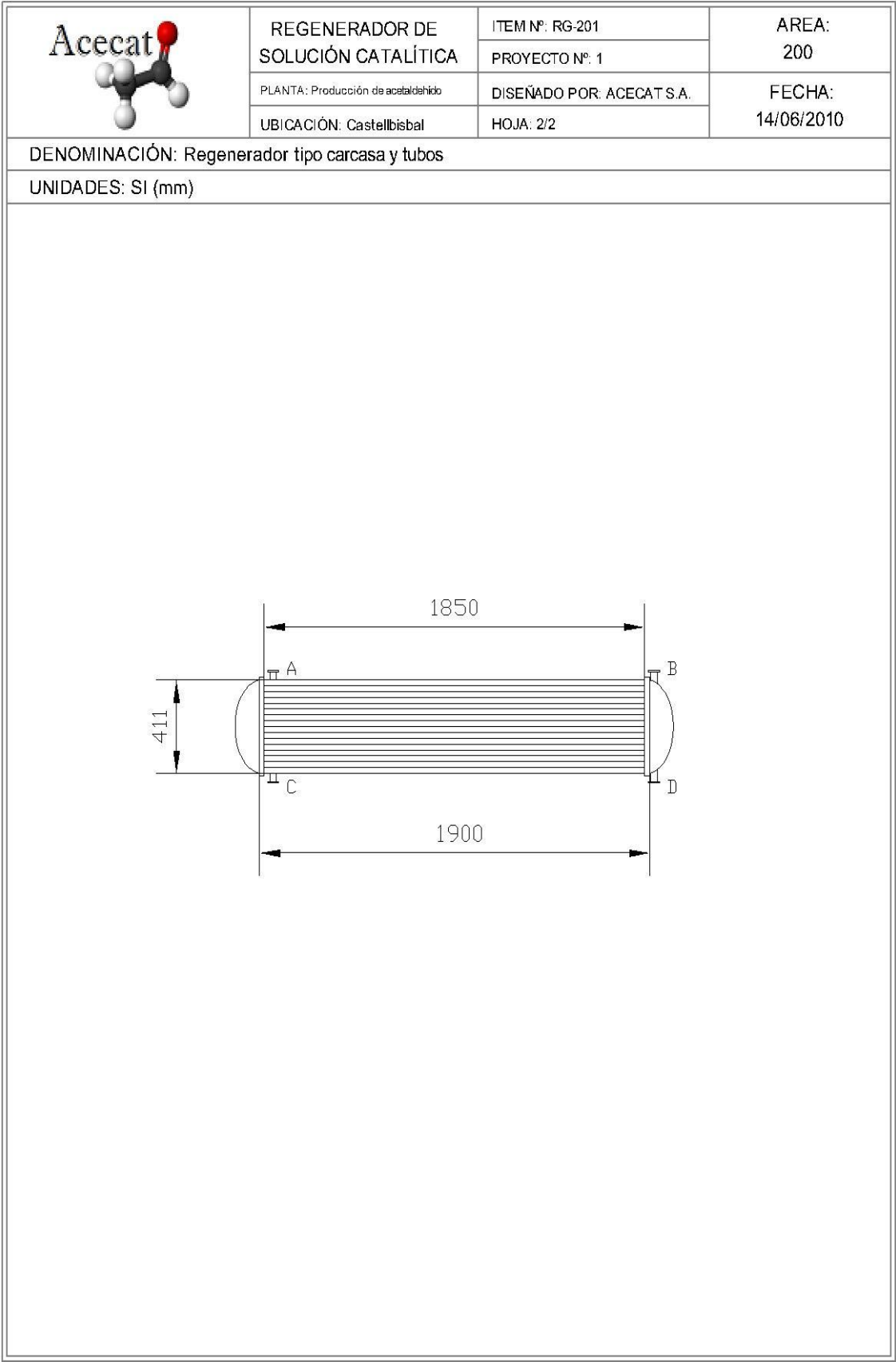
	Separador de fases		Ítem nº: S-202	Área: 200
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat	Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	
DATOS GENERALES				
Denominación: Separador de fases S-202				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados.				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m ³)	8,75	Densidad material(kg/m ³)	8000	
Altura (m)	5,3	Peso equipo vacío (kg)	1343	
Diámetro (m)	1,5	Peso operación (kg)	5407,4	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 316-L		
Aislante:		Manta spintex 342-G-125		
Temperatura de operación (°C):		110		
Temperatura de diseño (°C):		140		
Presión de trabajo (bar):		3,04		
Presión de diseño (bar)		4,82		
Grosor del cilindro (mm):		7		
Grosor del cabezal (mm):		7		
Grosor del fondo (mm):		7		
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	Entrada proceso	20"	
Altura cilindro (m): 4,6	B	Salida gases proceso	20"	
Altura cabezal (m): 0,35	C	Salida líquido proceso	1 ½"	
OBSERVACIONES				



	Separador		Ítem nº: S-203	Área: 200
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat	Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	
DATOS GENERALES				
Denominación: Separador de fases S-203				
Reactivos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, subproductos clorados.				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m³)	10,2	Densidad material(kg/m³)	8000	
Altura (m)	5,5	Peso equipo vacío (kg)	1469,2	
Diámetro (m)	1,6	Peso operación (kg)	6204,7	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 316-L		
Aislante:		Manta spintex 342-G-125		
Temperatura de operación (°C):		50		
Temperatura de diseño (°C):		80		
Presión de trabajo (bar):		1,04		
Presión de diseño (bar)		3,83		
Grosor del cilindro (mm):		7		
Grosor del cabezal (mm):		7		
Grosor del fondo (mm):		7		
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		Entrada proceso	24"	
Altura cilindro (m): 4,7		Salida gases proceso	24"	
Altura cabezal (m): 0,4		Salida líquido proceso	1 ½"	
OBSERVACIONES				



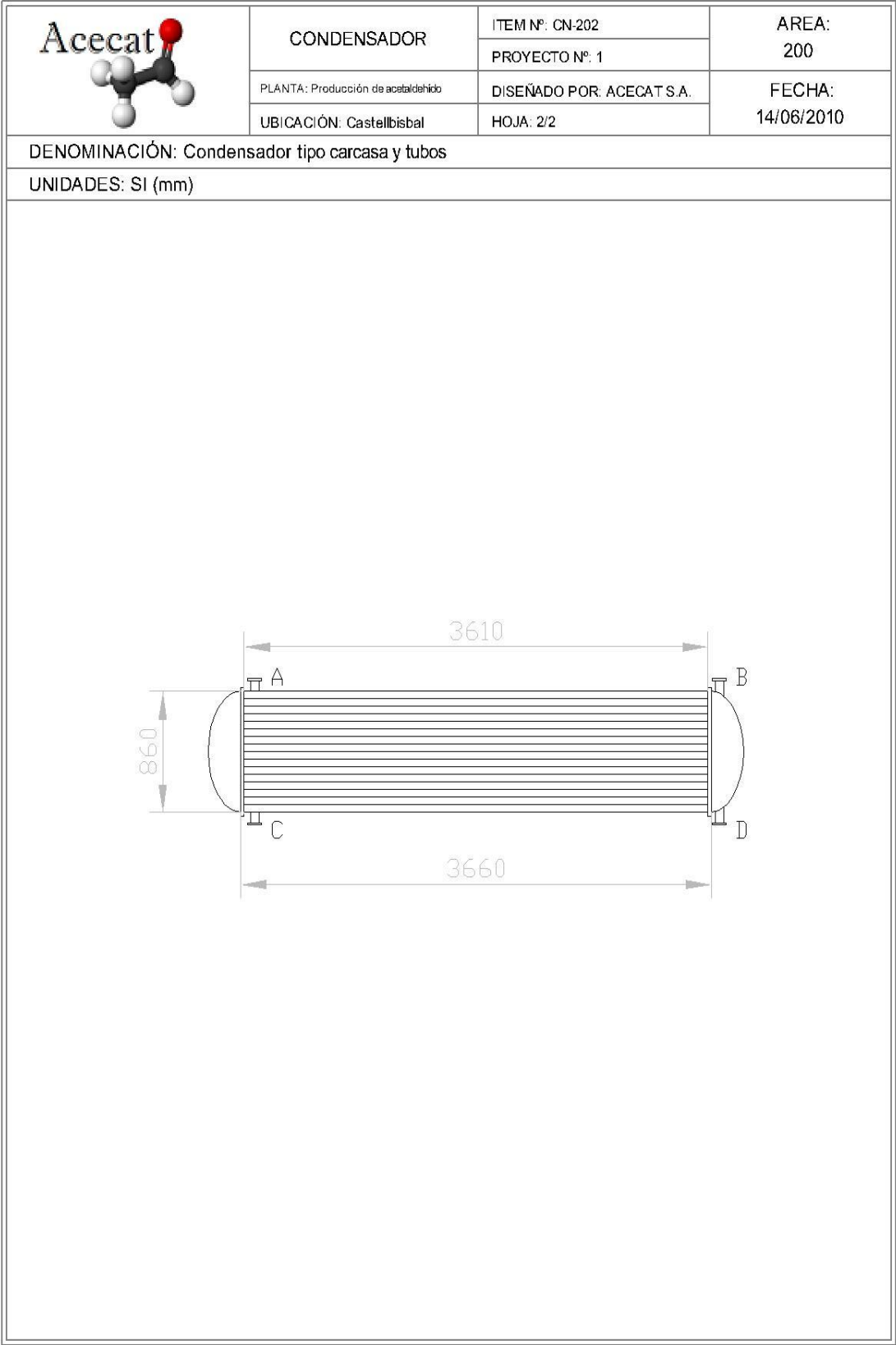
	REGENERADOR		Ítem nº: RG-201		Área: 200
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por:		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Intercambiador de calor de carcasa y tubos con cambio de fase					
Productos manipulados: cloruro de cobre (II), cloruro de paladio y agua					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA		TUBOS		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
	Vapor de servicio		Solución catalítica		
Fase	V	L	L	L	
Caudal total (kg/h)	661	661	9,12·10 ⁵	9,12·10 ⁵	
Temperatura (°C)	209,9	180	120	173	
Presión trabajo abs (bar)	19,01	19,01	9,2	9,1	
Peso molecular (kg/Kmol)	18,015		18,085		
Densidad (kg/m³)	8,53	875,36	930	880,41	
Viscosidad (kg/(m·s))	1,60·10 ⁻⁵	1,49·10 ⁻⁴	1,26·10 ⁻⁴	5,34·10 ⁻⁵	
Calor específico(J/(Kg°C))	34017,78	4417,26	4214,44	4390,54	
Conductividad (W/(m°C))	1,03	0,68	0,69	0,68	
Calor latente (KJ/kg)	—		—		
Velocidad (m/s)	0,6		1,01		
Número de pasos	1		6		
Pérdida de carga (N/m²)	Despreciable		5263,94		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA		TUBOS		
Temperatura diseño (°C)	260		193		
Presión diseño abs (bar)	21,01		11,2		
Material	AISI 317L		AISI 317L		
Diámetro /espesor (mm)	391,34/10		13,51/2,77		
Longitud (m)	1,9		1,85		
Aislante/ espesor (mm)	Manta spintex 342-G125/110				
Calor intercambiad (W)	3,69·10 ⁵	Nº pantallas		3	
Coef. global (W/m²°C)	995,47	Espaciado pantallas (mm)		391,34	
Área intercambio (m²)	8,38	DTML (°C)		43,95	
Nº tubos	74	Peso equipo vacío (kg)		155,04	
Disposición	triangular	Peso con agua (kg)		409,077	
Espaciado (mm)	23,81	Peso en operación (kg)		536,63	
CONEXIONES					
Marca	Denominación				Tamaño:
A	Entrada por tubos proceso				1 ¼"
B	Entrada por carcasa vapor servicio				1 ¼"
C	Salida por tubos proceso				1 ¼"
E	Salida por carcasa condensado				1/4"

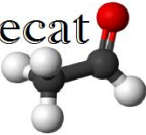


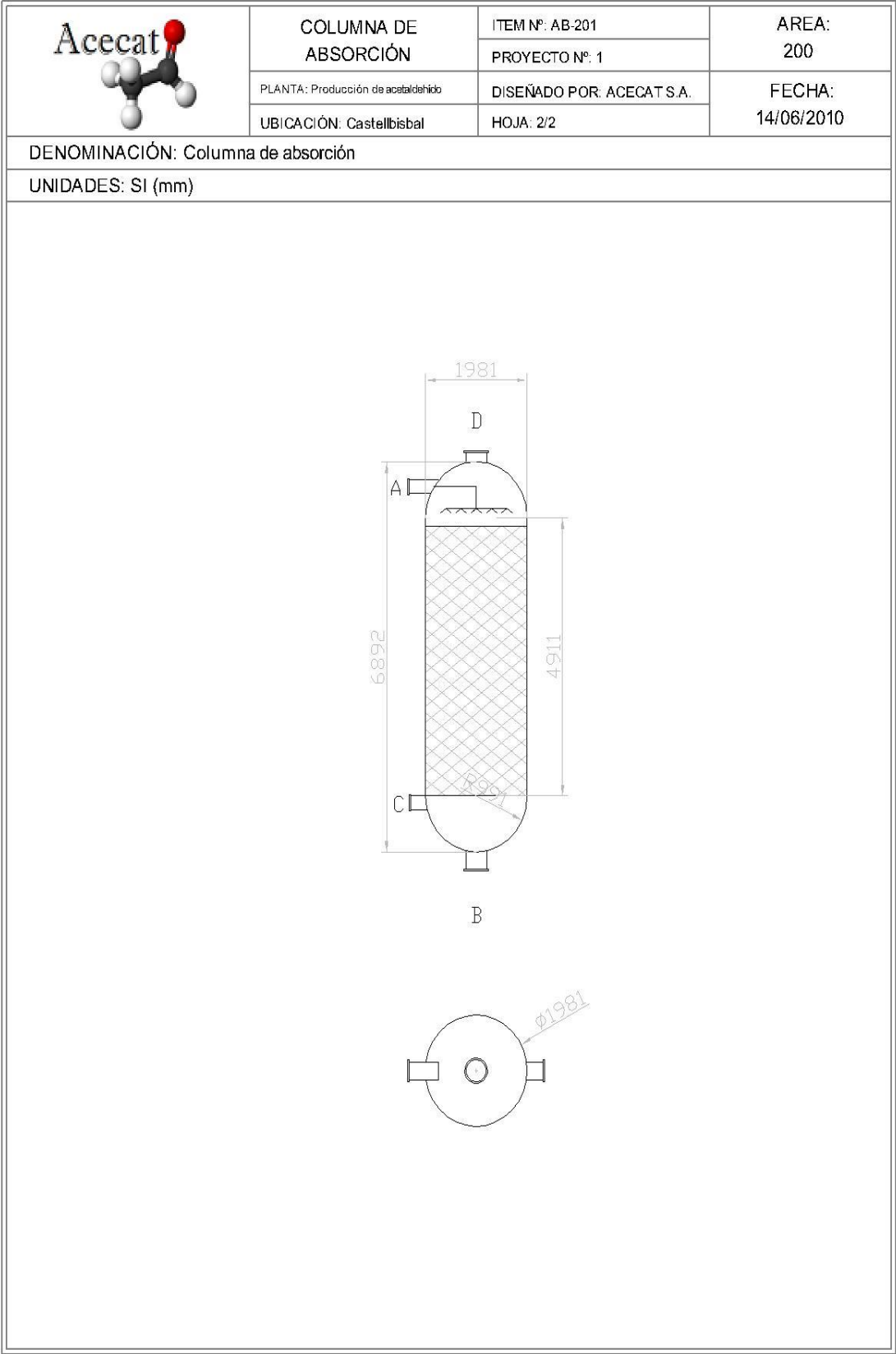
	CONDENSADOR		Ítem nº: CN-201		Área: 200
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por: Acecat		Fecha: 8/06/10
	Ubicación: Castell Bisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Condensador parcial					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, ácido acético, crotonaldehído,					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA			TUBOS	
	Entrada	Salida		Entrada	Salida
	Proceso			Agua	
Fase	V	V	L	L	L
Caudal total (kg/h):	46735	36761	9974,3	336618,8	336618,8
Temperatura (°C):	130	110	110	30	45
Presión trabajo (atm):	3	3	3	3	2,94
Peso molecular (kg/Kmol):	24,01	26,27	18,23	18,02	
Densidad (kg/m³):	2,18	2,51	936,08	1003,60	992,11
Viscosidad (kg/(m·s)):	1,18E-05	1,19E-05	1,56E-04	7,97E-04	5,94E-04
Calor específico(J/(Kg·°C)):	1827,51	1706,62	4177,03	4188,95	4190,95
Conductividad (W/(m·°C)):	0,05	0,03	0,68	0,62	0,64
Calor latente (KJ/kg):	1994,9			-	
Velocidad (m/s):	0,58			2,01	
Número de pasos	1			1	
Pérdida de carga (N/m²):	5,18			5867,77	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA			TUBOS	
Temperatura diseño (°C):	160			55	
Presión diseño (atm):	5			5	
Material	AISI 304			AISI 304	
Diámetro /espesor (mm)	616,6/2			13,51/2,77	
Aislante/espesor(mm)	MANTA SPINTEX 342-G-125/50				
Longitud (m):	3,66			3,61	
Calor intercambiado (W):	5875686,1	Nºpantallas		4	
Coef. Global (W/m²°C):	1095,27	Espaciado pantallas (mm)		616,6	
Área intercambio (m²)	74,80	DTML (°C)		82,47	
Nº tubos	326	Peso equipo vacío (kg)		1157,73	
Disposición	Cuadrada	Peso con agua (kg)		2653,19	
Espaciado (mm)	23,8	Peso en operación (kg)		2310,46	
CONEXIONES					
Marca	Denominación				Tamaño:
A	Entrada por tubos agua refrigeración				10"
B	Entrada por carcasa de la mezcla				24"
C	Salida por tubos agua refrigeración				10"
D	Salida por carcasa de la mezcla				20"

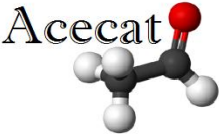
Acecat	CONDENSADOR	ITEM Nº: CN-201	AREA: 200
		PROYECTO Nº: 1	
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.	FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	
DENOMINACIÓN: Condensador tipo carcasa y tubos			
UNIDADES: SI (mm)			
Technical drawing of a shell and tube condenser. The drawing shows a horizontal bundle of tubes with a semi-circular head on the left. The overall length of the condenser is 3660 mm, and the length of the tube bundle is 3610 mm. The diameter of the semi-circular head is 616 mm. The drawing is labeled with points A, B, C, and D at the corners of the tube bundle.			

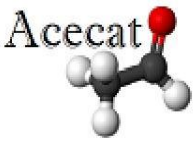
	CONDENSADOR		Ítem nº: CN-202		Área:
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por: Acecat		Fecha:
	Ubicación: Castell Bisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Condensador parcial					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, ácido acético, crotonaldehído,					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA			TUBOS	
	Entrada	Salida		Entrada	Salida
	Proceso			Agua	
Fase	V	V	L	L	L
Caudal total (kg/h):	36761	26346	10415	302791,56	302791,56
Temperatura (°C):	107,36	50	50	30	45
Presión trabajo (atm):	1	1	1	3	2,85
Peso molecular (kg/Kmol):	26,27	31,51	18,48	18,02	
Densidad (kg/m ³):	0,84	1,19	981,29	1003,60	992,11
Viscosidad (kg/(m·s)):	1,17E-05	1,13E-05	4,71E-04	7,97E-04	5,94E-04
Calor específico(J/(Kg·°C)):	1622,02	1378,41	4112,04	4188,95	4190,95
Conductividad (W/(m·°C)):	1,53E-02	2,69E-02	0,63	0,62	0,64
Calor latente (KJ/kg):	1626,1			-	
Velocidad (m/s):	0,76			1,59	
Número de pasos	1			2	
Pérdida de carga (N/m ²):	0,55			12028,95	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA			TUBOS	
Temperatura diseño (°C):	157			55	
Presión diseño (atm):	3			5	
Material	AISI 304			AISI 304	
Diámetro /espesor (mm)	860,4/2			13,51/2,77	
Aislamiento/espesor(mm)	MANTA SPINTEX 342-G-125/30				
Longitud (m):	3,66			3,61	
Calor intercambiado (W):	5283025	Nºpantallas		3	
Coef. Global (W/m ² °C):	1095,27	Espaciado pantallas (mm)		860,44	
Área intercambio (m ²)	170,1	DTML (°C)		32,59	
Nº tubos	888	Peso equipo vacío (kg)		2044,76	
Disposición	Cuadrada	Peso con agua (kg)		4662,96	
Espaciado (mm)	24	Peso en operación (kg)		5855,95	
CONEXIONES					
Marca	Denominación				Tamaño:
A	Entrada por tubos agua refrigeración				8"
B	Entrada por carcasa de la mezcla				34"
C	Salida por tubos agua refrigeración				8"
D	Salida por carcasa de la mezcla				24"



Acecat 	COLUMNA DE ABSORCIÓN		Ítem nº: AB-201		Área: 200
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Columna de absorción AB-201					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehido, cloruro de					
Posición	Vertical	Volumen (m³)	19,2	Densidad (kg/m³)	8000
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	6,9	Peso equipo vacío (kg)	2452,9
Fondo/ Cabezal	Esférica	Diámetro (m)	1,98	Peso lleno de agua (kg)	21652,9
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción:			AISI-316		
Temperatura de operación (°C):			50		
Temperatura de diseño (°C):			70		
Presión de trabajo (atm):			1		
Presión de diseño (atm):			2		
Espesor cilindro (mm):			7		
Espesor del cabezal/fondo (mm):			7/7		
Sobre espesor de corrosión (mm):			2		
Norma de diseño seguida:			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm):			Manta spintex 342-G-138 (10 mm)		
Radiografiado			0,8		
DATOS DE LA COLUMNA					
Numero de etapas:			8		
Tipo de relleno :			Pall Rings (plástico, 3,5 in)		
Número estimado de piezas de relleno:			17712		
Inundación:			58,59%		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Entrada agua	6''			
B	Salida proceso	6''			
C	Entrada proceso	24''			
D	Salida recirculación de reactivos	20''			

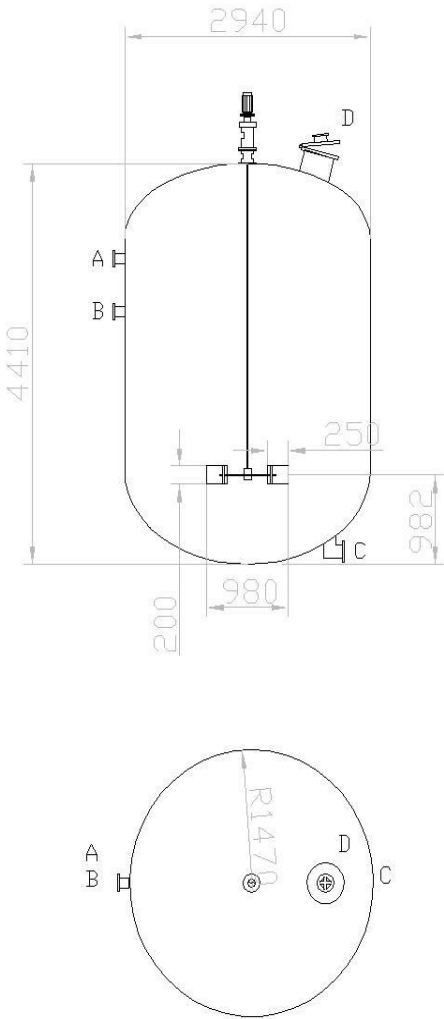


	TANQUE DE MEZCLA		Ítem nº: TM-201		Área: 200
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat S.A		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Tanque de mezcla TM-201					
Productos manipulados: etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehído, cloruro de metilo,					
Posición	Vertical	Volumen (m ³)	34,12	Densidad fluido(kg/m ³)	973,60
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	5,02	Peso equipo vacío (kg)	1854,22
Fondo/ Cabezal	Toriesférico	Diámetro (m)	2,94	Peso operación (kg)	31751,26
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción			AISI 304		
Temperatura de operación (°C)			67		
Temperatura de diseño (°C)			77		
Presión de trabajo (bar)			1,01		
Presión de diseño (bar)			1,66		
Espesor cilindro (mm)			3		
Espesor del cabezal/fondo (mm)			4/5		
Espesor de corrosión (mm)			1		
Norma de diseño seguida			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm)			Manta spintex 342-G-125/ 20		
Disco de ruptura / radiografiado			No/ 0,85		
DATOS DEL AGITADOR					
Tipo de agitador/ Posición			Turbina de 6 palas/Vertical		
Diámetro impulsor (m)			0,98		
Anchura palas (m)			0,25		
Altura palas (m)			0,20		
Número deflectores/Anchura deflectores (mm)			4/88		
Velocidad de agitación (rpm)			110		
Potencia (kW)			34,28		
CONEXIONES					OBSERVACIONES:
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Entrada líquido proceso	1 ½"			
B	Entrada líquido proceso	2"			
C	Salida líquido proceso	3"			
D	Boca de hombre	20"			
E	Venteo	1 ½"			

	TANQUE DE MEZCLA	ITEM Nº: TM-201	AREA: 200
		PROYECTO Nº: 1	
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.	FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	

DENOMINACIÓN: Tanque de mezcla

UNIDADES: SI (mm)

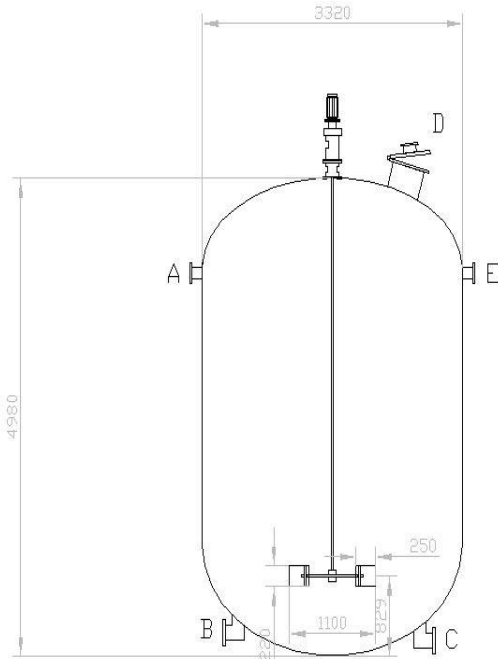


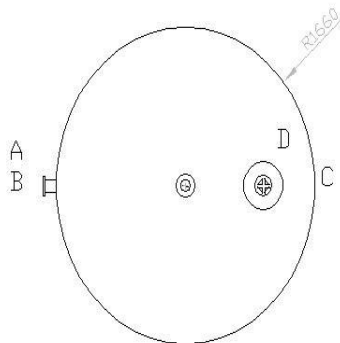
	TANQUE DE DISOLUCIÓN		Ítem nº: TD-201		Área: 200	
			Proyecto nº: 1			
	Planta: Producción		Preparado por: Acecat S.A			Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2			
DATOS GENERALES						
Denominación: Tanque de disolución TD-201						
Productos manipulados: Cloruro de cobre (II), cloruro de paladio (II), agua						
Posición	Vertical	Volumen	48,90	Densidad	8027	
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	5,66	Peso equipo	2502,144	
Fondo/ Cabezal	Toriesférico	Diámetro	3,32	Peso	41509,9	
DATOS DE DISEÑO						
Material de construcción			AISI 317L			
Temperatura de operación (°C)			20			
Temperatura de diseño (°C)			30			
Presión de trabajo (bar)			1,01			
Presión de diseño (bar)			1,67			
Espesor cilindro (mm)			4			
Espesor del cabezal/fondo (mm)			4/5			
Espesor de corrosión (mm)			1,5			
Norma de diseño seguida			ASME			
Aislante utilizado (tipo y espesor mm)			-			
Disco de rotura / radiografiado			No/ 0,85			
DATOS DEL AGITADOR						
Tipo de agitador			Turbina 6 palas			
Diámetro impulsor (m)			1,16			
Anchura palas (m)			-			
Altura palas (m)			0,22			
Número deflectores/Anchura deflectores (mm)			4/995			
Velocidad de agitación (rpm)			111,52			
Potencia consumida (kW)			6,23			
CONEXIONES					OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:				
A	Entrada solución	1 ¼"				
B	Salida solución	1 ¼"				
C	Purga de solución	1 ¼"				
D	Carga de catalizador	5"				
E	Entrada de agua de red	1 ¼"				

	TANQUE DE DISOLUCIÓN	ITEM Nº: TD-201	AREA: 200	
		PROYECTO Nº: 1		
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.		FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2		

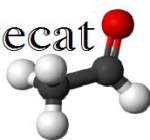
DENOMINACIÓN: Tanque de mezcla para la carga y descarga de la solución catalítica

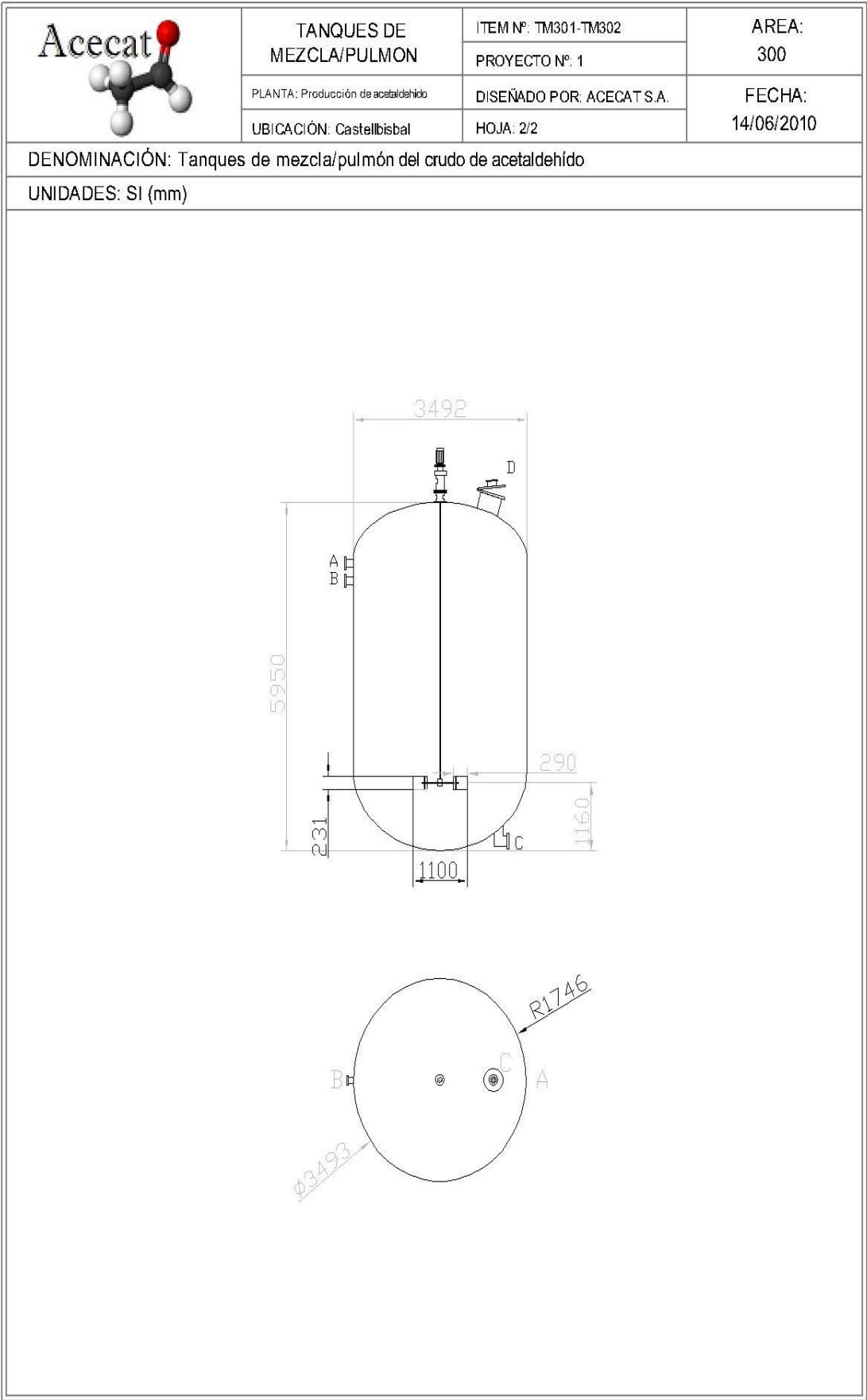
UNIDADES: SI (mm)

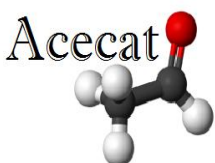


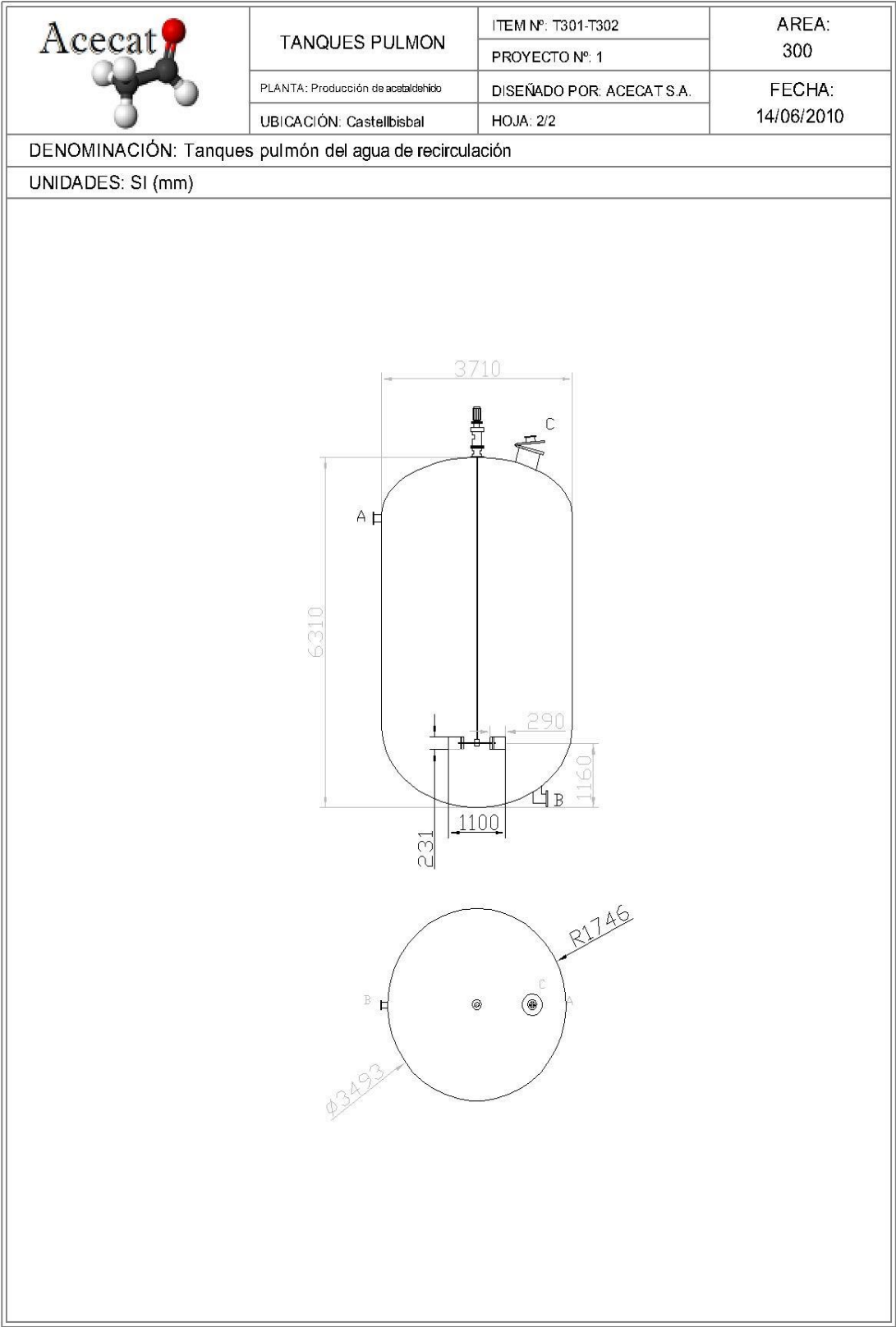


2.1.1.5.-Hojas de especificación de equipos área 300

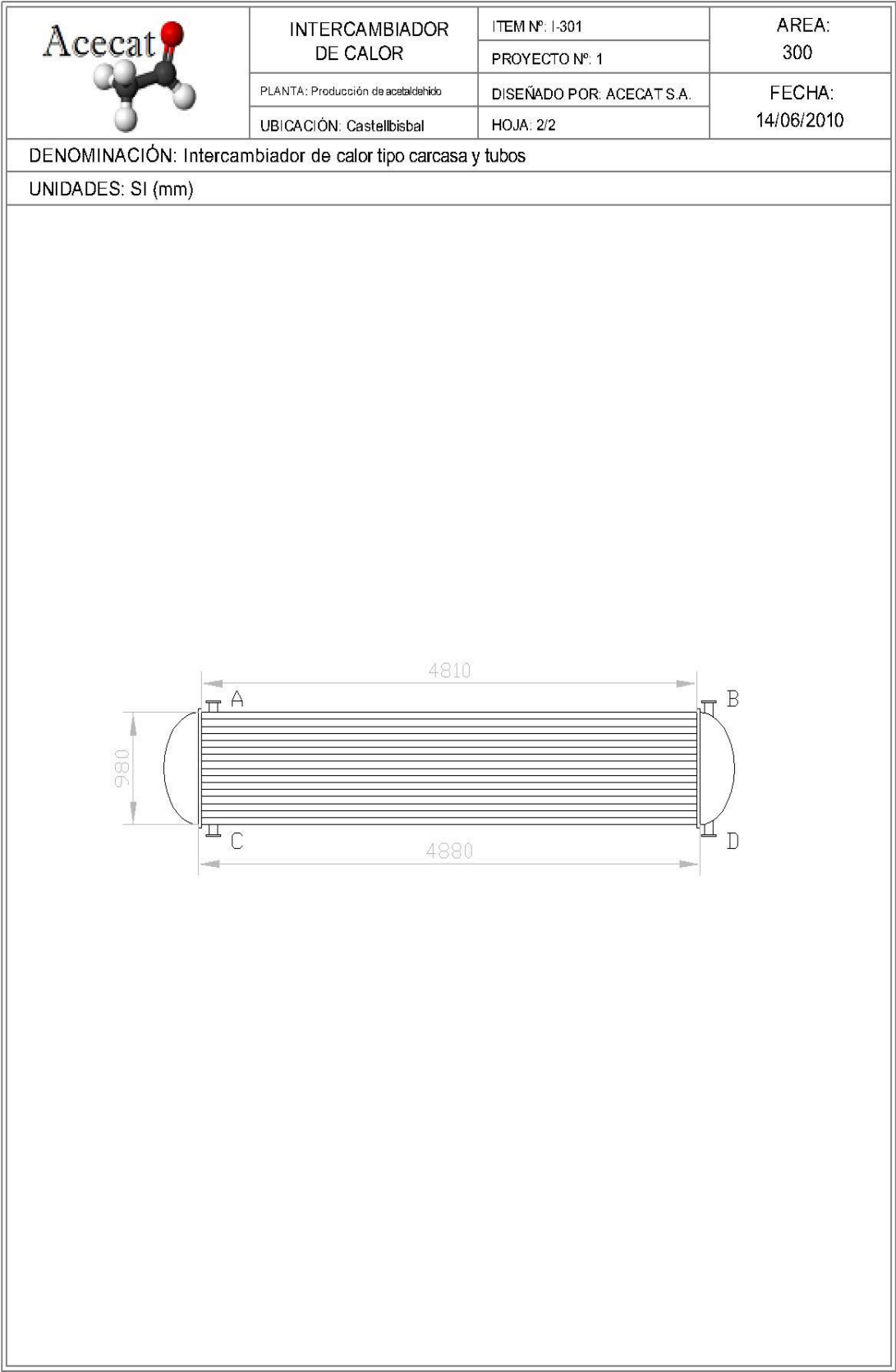
Acecat 	TANQUE DE MEZCLA		Ítem nº: TM-301/302		Área:
			Proyecto nº: 1		300
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat S.A		Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		08/06/10
DATOS GENERALES					
Denominación: Tanque de mezcla TM-301 y TM-302					
Productos manipulados: etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehído, cloruro de metilo,					
Posición	Vertical	Volumen (m³)	56,87	Densidad fluido(kg/m³)	986,64
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	5,95	Peso equipo vacío (kg)	2426,53
Fondo/ Cabezal	Toriesférico	Diámetro (m)	3,49	Peso operación (kg)	47311,62
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción			AISI 304L		
Temperatura de operación (°C)			31,48		
Temperatura de diseño (°C)			110		
Presión de trabajo (bar)			1,01		
Presión de diseño (bar)			1,47		
Espesor cilindro (mm)			4		
Espesor del cabezal/fondo (mm)			4/5		
Espesor de corrosión (mm)			1		
Norma de diseño seguida			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm)			Manta spintex 342-G-125/ 40		
Disco de rotura / radiografiado			No/ 0,85		
DATOS DEL AGITADOR					
Tipo de agitador			Turbina 6 palas		
Diámetro impulsor (m)			1,16		
Anchura palas (m)			0,29		
Altura palas (m)			0,23		
Número deflectores/Anchura deflectores (mm)			4/105		
Velocidad de agitación (rpm)			100		
Potencia (kW)			61,15		
CONEXIONES					OBSERVACIONES:
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Entrada tanque	4"			
B	Salida tanque	4"			
C	Boca de hombre	20"			
D	Venteo	1 ½"			



	TANQUE PULMÓN		Ítem nº: T-301/302	Área: 300
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat S.A	Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanque pulmón				
Reactivos manipulados: agua y ácido acético.				
Posición:	Vertical	Forma fondo: Toriesférica	Forma cabezal: Toriesférica	
Volumen (m ³)	68,24	Densidad material(kg/m ³)	7800	
Altura (m)	6,31	Peso equipo vacío (kg)	2543,96	
Diámetro (m)	3,71	Peso operación (kg)	50644,76	
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción:		AISI 304		
Aislante:		—		
Temperatura de operación (°C):		32		
Temperatura de diseño (°C):		42		
Presión de trabajo (atm):		1,01		
Presión de diseño (atm)		1,74		
Grosor del cilindro (mm):		4		
Grosor del cabezal (mm):		4		
Grosor del fondo (mm):		6		
Grosor por corrosión (mm):		1		
Norma de diseño aplicada:		ASME		
DETALLES DEL DISEÑO		RELACIÓN DE CONEXIONES		
Radiografiado: parcial	Marca	Denominación	Tamaño	
Eficacia soldadura: 0,85	A	Entrada proceso	4"	
Altura cilindro (m): 5,56	B	Salida proceso	4"	
Altura cabezal (m): 0,38	C	Boca de hombre	20"	
OBSERVACIONES	D	Venteo	1 ½"	



	Intercambiador carcasa y tubos		Ítem nº: I-301		Área: 300
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por:		Fecha: 8/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Intercambiador de calor de carcasa y tubos sin cambio de fase					
Productos manipulados: agua, ácido acético					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA		TUBOS		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
	Agua		Agua residual		
Fase	L	L	L	L	
Caudal total (kg/h)	$2,75 \cdot 10^5$	$2,75 \cdot 10^5$	$1,21 \cdot 10^5$	$1,21 \cdot 10^5$	
Temperatura (°C)	15	45	99,997	32	
Presión trabajo (atm)	3	2,5	1	0,79	
Peso molecular (kg/Kmol)	18,015		18,021		
Densidad (kg/m ³)	1014,80	992,18	947,94	1002,10	
Viscosidad (kg/(m·s))	$1,14 \cdot 10^{-3}$	$5,94 \cdot 10^{-3}$	$2,79 \cdot 10^{-4}$	$7,64 \cdot 10^{-4}$	
Calor específico(J/(Kg·°C))	4188	4191	4195,72	4188,39	
Conductividad (W/(m·°C))	0,595	0,637	0,681	0,621	
Calor latente (KJ/kg)	—		—		
Velocidad (m/s)	1		1,8		
Número de pasos	2		6		
Pérdida de carga (N/m ²)	50482		21423,86		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA		TUBOS		
Temperatura diseño (°C)	55		110		
Presión diseño (atm)	5		3		
Material	AISI 304		AISI 304		
Diámetro /espesor (mm)	937,88/3		10,34/2,77		
Longitud (m)	4,88		4,83		
Aislante/ espesor (mm)	—				
Calor intercambiado (W)	$9,6 \cdot 10^6$	Nº pantallas	6		
Coef. global (W/m ² °C)	768,67	Espaciado pantallas (mm)	750		
Área intercambio (m ²)	370,90	DTML (°C)	32,36		
Nº tubos	1524	Peso equipo vacío (kg)	5351		
Disposición	triangular	Peso con agua (kg)	14057		
Espaciado (mm)	19,85	Peso en operación (kg)	14069		
CONEXIONES					
Marca	Denominación			Tamaño:	
A	Entrada por tubos proceso			6"	
B	Entrada por carcasa agua refrigeración			10"	
C	Salida por tubos proceso			6"	
	Salida por carcasa agua refrigeración			10"	



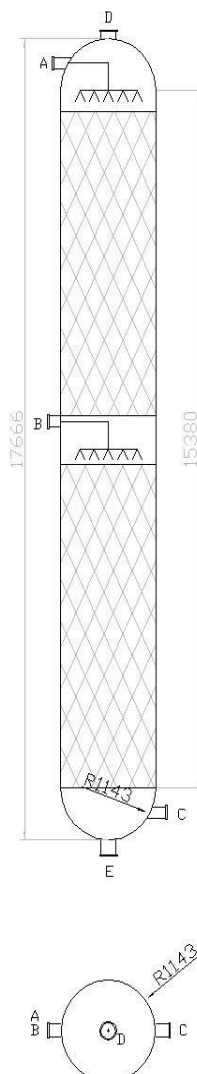
2.1.1.6.-Hojas de especificación de equipos área 400

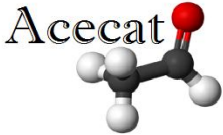
	COLUMNA DE DESABSORCIÓN		Ítem nº: DA-401		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Columna de desabsorción DA-401					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehído, cloruro de					
Posición	Vertical	Volumen (m ³)	69,3	Densidad (kg/m ³)	8000
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	17,7	Peso equipo vacío (kg)	10017,9
Fondo/ Cabezal	Esférica	Diámetro (m)	2,3	Peso lleno de agua (kg)	79397,4
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción:			AISI-316		
Temperatura de operación (°C):			145		
Temperatura de diseño (°C):			165		
Presión de trabajo (atm):			1		
Presión de diseño (atm):			2		
Espesor cilindro (mm):			9		
Espesor del cabezal/fondo (mm):			9/9		
Sobre espesor de corrosión (mm):			2		
Norma de diseño seguida:			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm):			Manta spintex 342-G-138 (60 mm)		
Radiografiado			0,8		
DATOS DE LA COLUMNA					
Numero de etapas:			24		
Tipo de relleno :			Pall Rings (plástico, 3,5 in)		
Número estimado de piezas de relleno:			73847		
Inundación:			70%		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Entrada agua recirculada	4"			
B	Entrada corriente de proceso	6"			
C	Salida corriente de proceso	8"			
D	Salida gases des absorbidos reactivos	1 1/2"			
E	Entrada vapor directo	48"			

	COLUMNA DE DESABSORCIÓN	ITEM Nº: DA 401	AREA: 400
		PROYECTO Nº: 1	
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.	FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	

DENOMINACIÓN: Columna de desabsorción

UNIDADES: SI (mm)

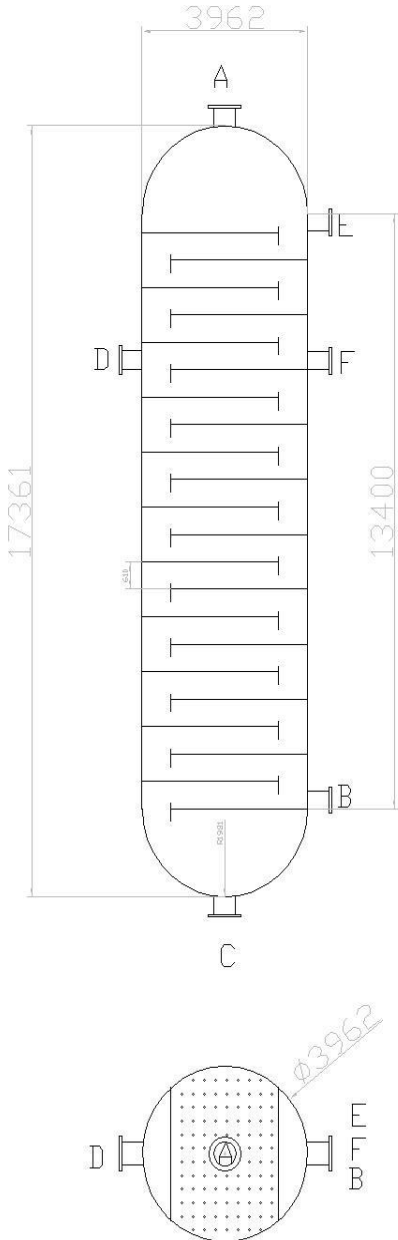


	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Ítem nº: CD-401		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Columna de destilación CD-401					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehido, cloruro de					
Posición	Vertical	Volumen (m³)	197,7	Densidad (kg/m³)	8000
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	17,4	Peso equipo vacío (kg)	21678,3
Fondo/ Cabezal	Esférica	Diámetro (m)	3,96	Peso lleno de agua (kg)	219448,3
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción:			AISI-316		
Temperatura de operación (°C):			100		
Temperatura de diseño (°C):			120		
Presión de trabajo (atm):			1		
Presión de diseño (atm):			2		
Espesor cilindro (mm):			12		
Espesor del cabezal/fondo (mm):			12/12		
Sobre espesor de corrosión (mm):			2		
Norma de diseño seguida:			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm):			Manta spintex 342-G-138 (40 mm)		
Radiografiado			0,8		
DATOS DE LA COLUMNA					
Numero de etapas reales:			22		
Tipo de columna:			platos		
Tipo de platos:			Perforados		
Inundación:			82,7%		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Salida acetaldehido	48"			
B/E	Reflujo caldera/condensador	48"/8"			
C	Salida agua proceso	8"			
D	Entrada proceso	8"			
F	Salida lateral crotonaldehido	1 ¼"			

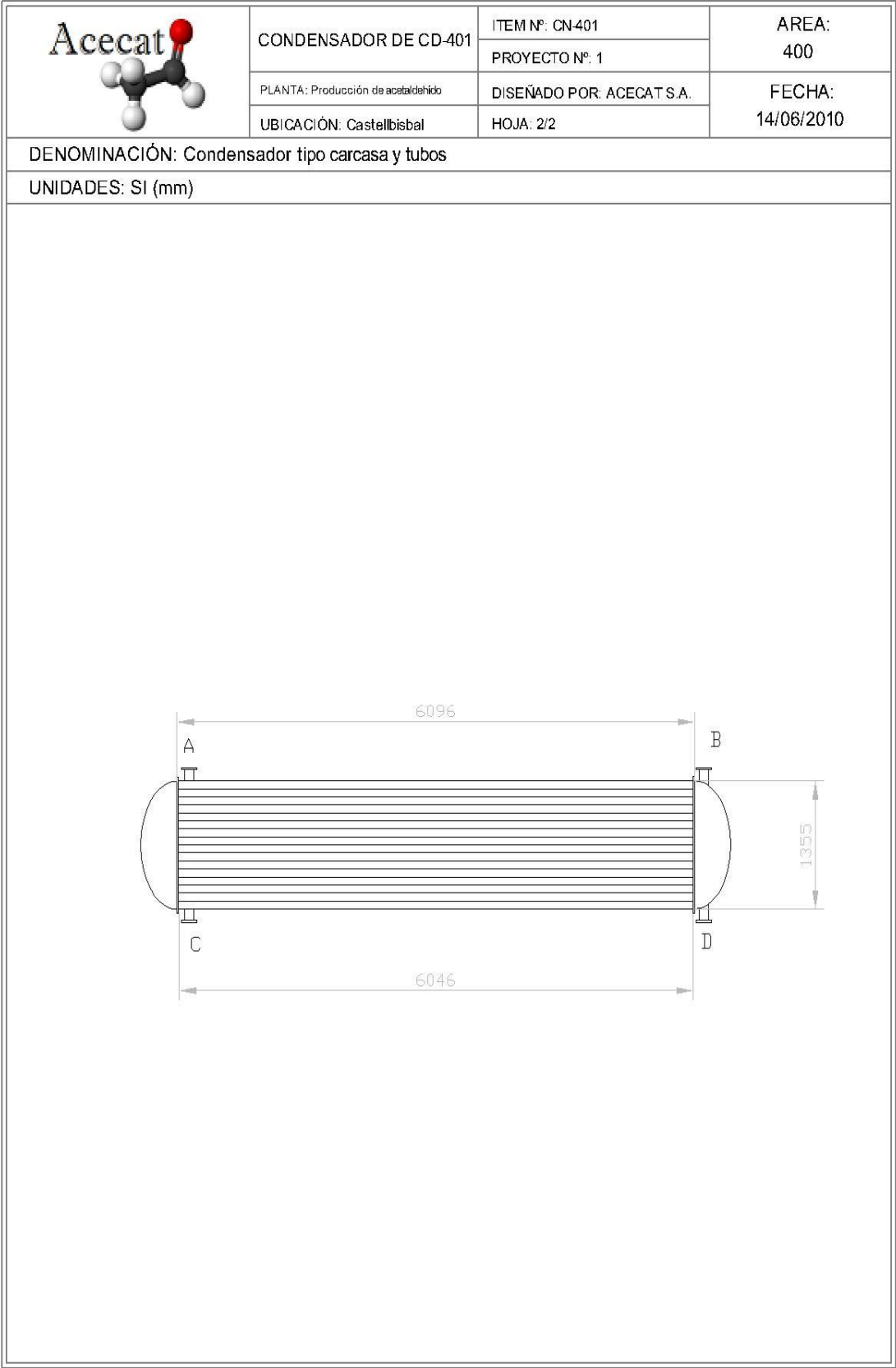
	COLUMNA DE DESTILACIÓN	ITEM Nº: CD-401	AREA: 400
		PROYECTO Nº: 1	
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.	FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	

DENOMINACIÓN: Columna de destilación

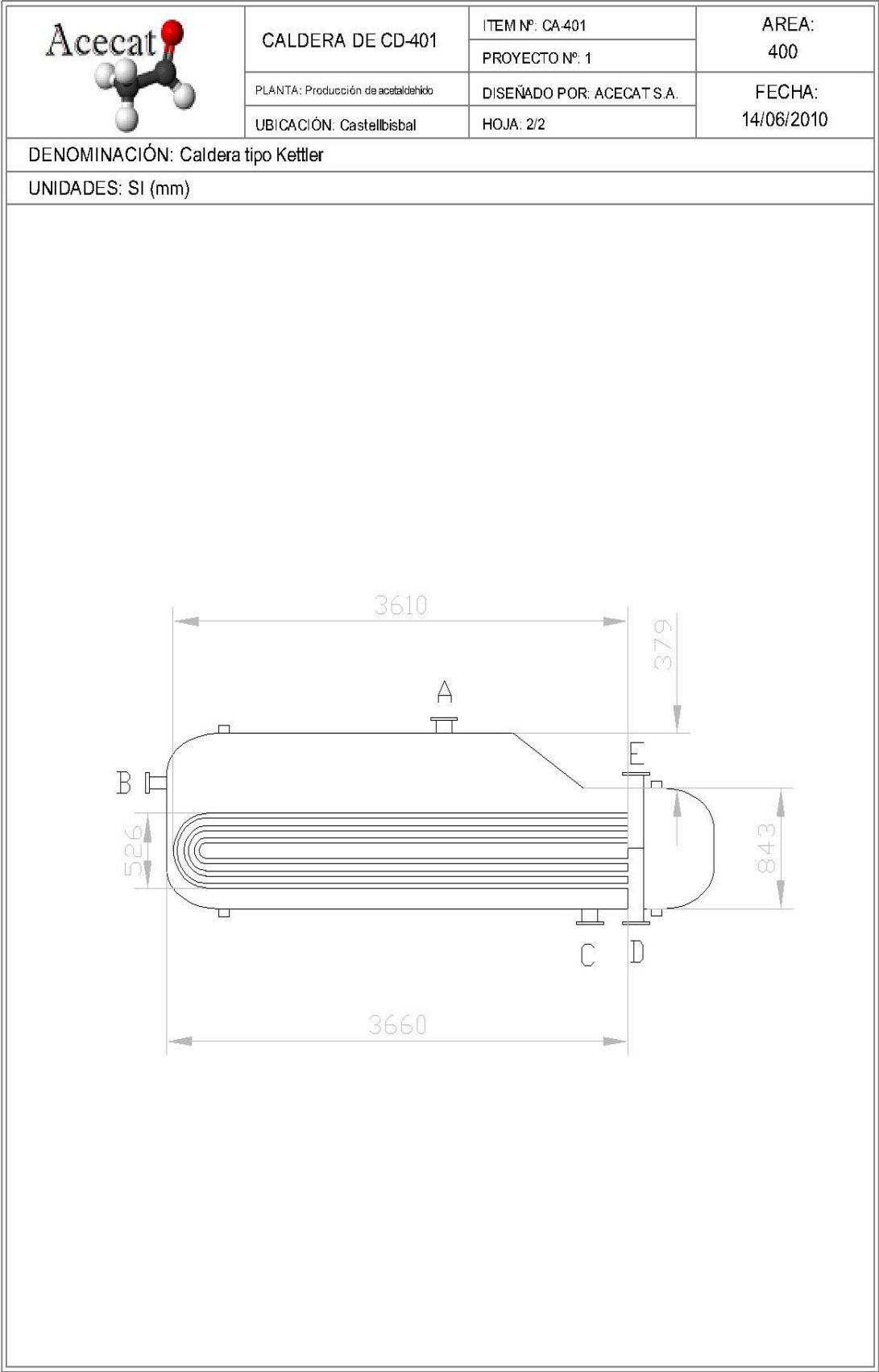
UNIDADES: SI (mm)



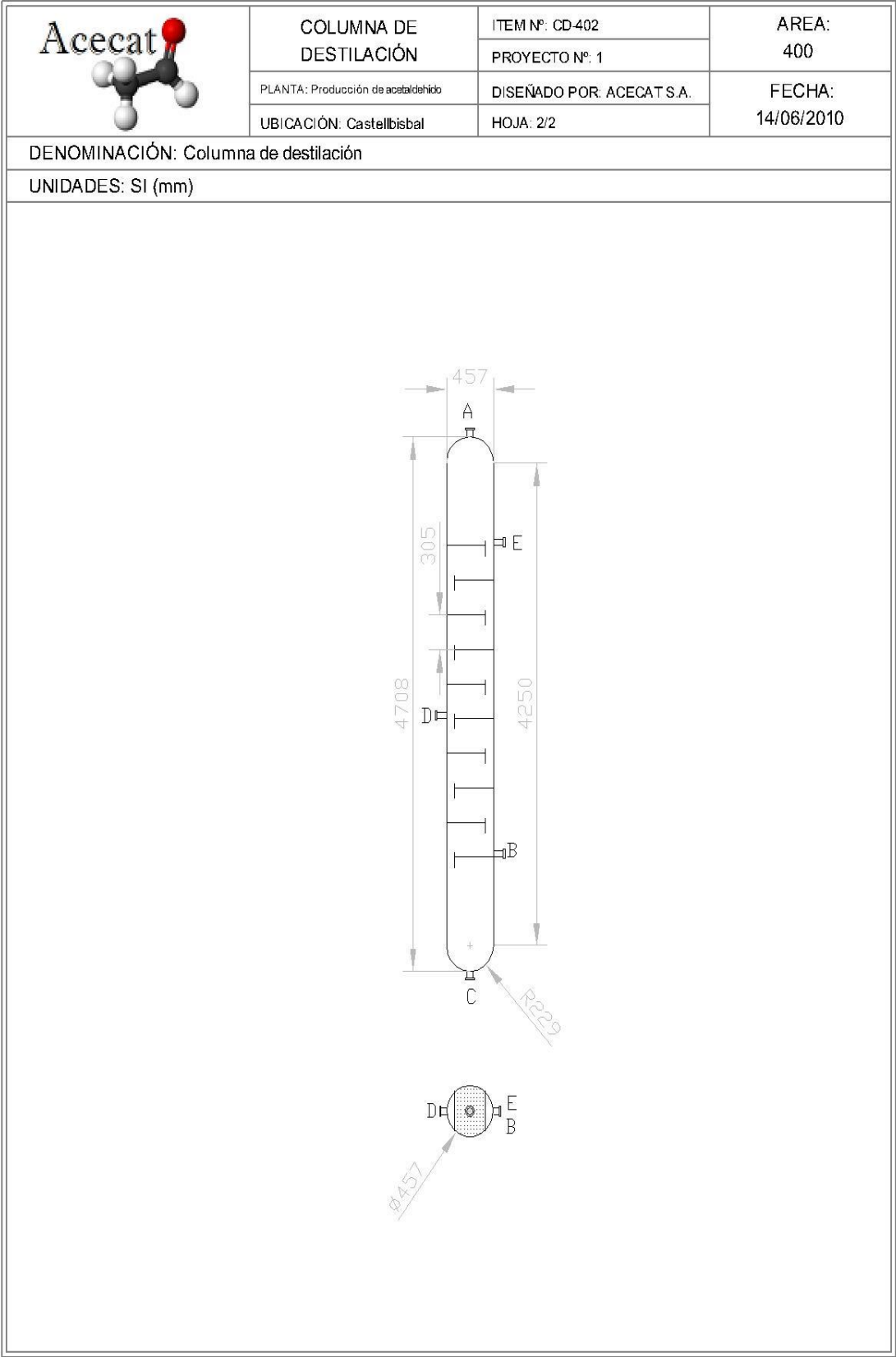
	CONDENSADOR		Ítem nº: CN-401		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castell Bisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Condensador total					
Productos manipulados: Acetaldehído.					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA		TUBOS		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
	Proceso		Agua		
Fase	V	L	L	L	
Caudal total (kg/h):	134400	134400	3127944,86	3127944,86	
Temperatura (°C):	20,79	19	-13	-5	
Presión trabajo (atm):	1	1	3	2,76	
Peso molecular (kg/Kmol):	44,205	44,205	25,939		
Densidad (kg/m³):	0,84	1,19	1108,80	1102,5	
Viscosidad (kg/(m·s)):	6,92 E-06	2,25E-04	1,21E-02	9,76E-03	
Calor específico(J/(Kg·°C)):	1205,77	2259,36	3123,09	3146,21	
Conductividad (W/(m·°C)):	1,31E-02	0,167	0,82	0,81	
Calor latente (KJ/kg):	583,66		-		
Velocidad (m/s):	0,65		2,03		
Número de pasos	1		1		
Pérdida de carga (N/m²):	1,48		24726,33		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA		TUBOS		
Temperatura diseño (°C):	30		-23		
Presión diseño (atm):	3		5		
Material	AISI 304		AISI 304		
Diámetro /espesor (mm)	1355,3/2		14,83/2,11		
Aislamiento/espesor(mm)	-		-		
Longitud (m):	6,096		6,046		
Calor intercambiad (W):	21788888,9	Nºpantallas	3		
Coef. Global (W/m²°C):	783,06	Espaciado pantallas (mm)	1355,3		
Área intercambio (m²)	817,62	DTML (°C)	29,61		
Nº tubos	2241	Peso equipo vacío (kg)	10634,24		
Disposición	Cuadrada	Peso con agua (kg)	24661,55		
Espaciado (mm)	23,8	Peso en operación (kg)	30038,36		
CONEXIONES					
Marca	Denominación			Tamaño:	
A	Entrada por tubos agua glicolada			30"	
B	Entrada por carcasa de la mezcla			8"	
C	Salida por tubos agua glicolada			30"	
D	Salida por carcasa de la mezcla			8"	



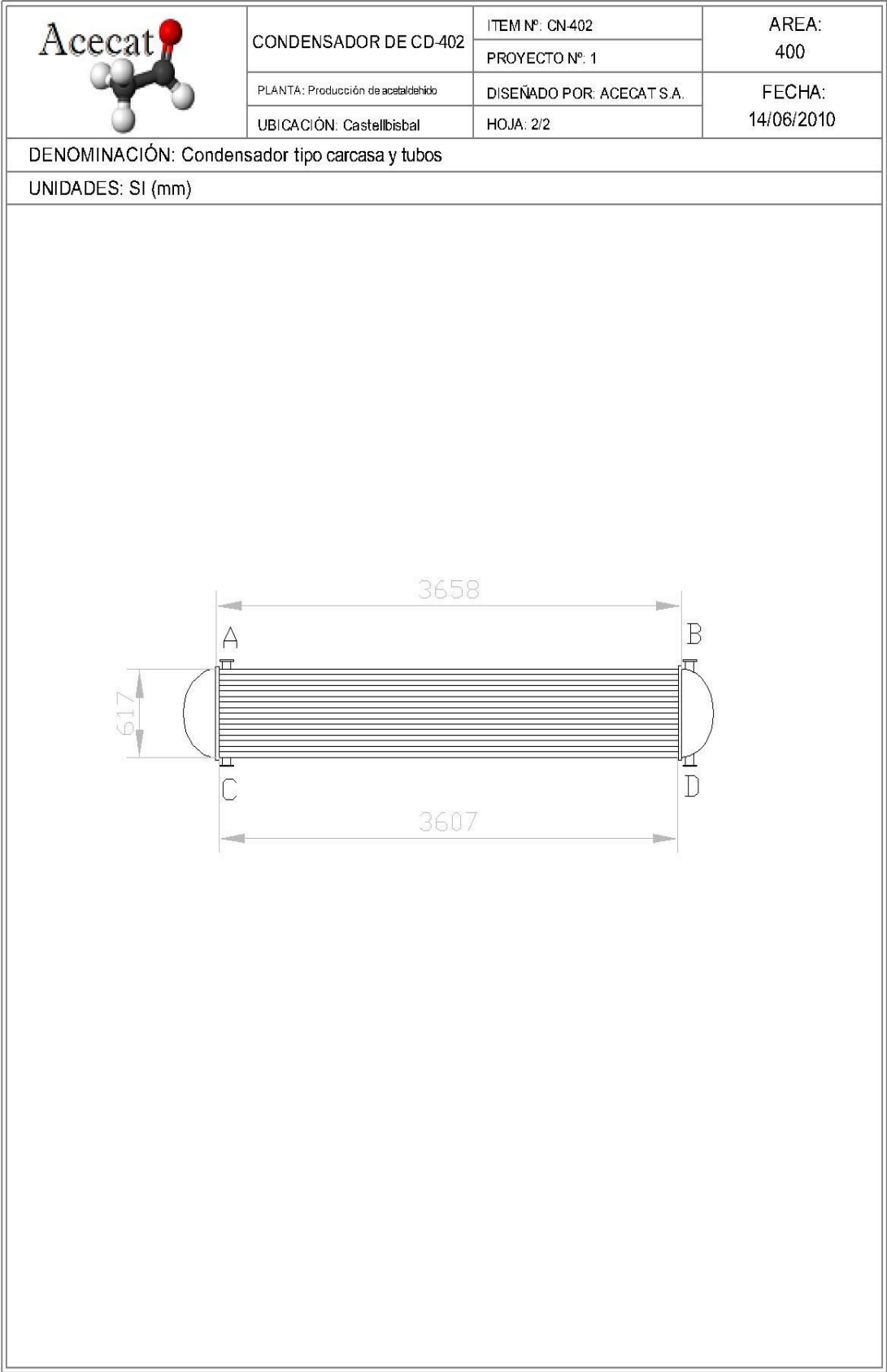
	KETTLE-REBOILER			Ítem nº: CA-401		Área:
				Proyecto nº: 1		400
	Planta: Producción acetaldehído			Preparado por:		Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal			Hoja: 1/2		08/06/10
DATOS GENERALES						
Denominación: Intercambiador de calor con cambio de fase						
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, agua, ácido acético, crotonaldehído,						
DATOS DE DISEÑO						
	CARCASA			TUBOS		
	Entrada	Salida		Entrada	Salida	
	Proceso			Vapor servicio		
Fase	L	V	L	V	L	
Caudal total (kg/h):	228861,08	42262,55	186598,5	48269,60	48269,60	
Temperatura (°C):	99,997	99,997	99,997	209,9	160	
Presión trabajo (bar):	1	1	1	18,76	18,76	
Peso molecular (kg/Kmol):	18,02	18,02	18,02	18,02		
Densidad (kg/m³):	947,9	0,59	947,89	8,53	895,15	
Viscosidad (kg/(m·s)):	2,79·10 ⁻⁴	1,21·10 ⁻⁵	2,79·10 ⁻⁴	1,60·10 ⁻⁵	1,69·10 ⁻⁴	
Calor específico(J/(Kg·°C)):	4197,38	2124,85	4197,61	3401,77	4339,33	
Conductividad (W/(m·°C)):	0,68	0,02	0,68	0,66	1,18	
Calor latente (KJ/kg):	1904,1			1901,3		
Velocidad (m/s):	0,23			0,41		
Número de pasos	1			1		
Pérdida de carga (N/m²):	417,96			1824,88		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN						
	CARCASA			TUBOS		
Temperatura diseño (°C):	150			260		
Presión diseño (atm):	3			21		
Material	AISI 316			AISI 316		
Diámetro /espesor (mm)	1157,24/5			10,34/2,77		
Aislante/espesor(mm)	MANTA SPINTEX 342-G-131/110					
Longitud (m):	6,32			5,32		
Calor intercambiad (W):	2,65·10 ⁷	Nº pantallas				4
Coef. Global (W/m ^{2o} C):	1099,92	Espaciado pantallas (mm)				1134
Área intercambio (m²)	256,95	DTML (°C)				82,47
Nº tubos	814	Peso equipo vacío (kg)				3296,73
Disposición	Cuadrada	Peso con agua (kg)				13598,49
Espaciado (mm)	23,82	Peso en operación (kg)				12870
CONEXIONES						
Marca	Denominación					Tamaño:
A	Entrada por tubos vapor de servicio					16"
B	Entrada por carcasa del líquido proceso					8"
C	Salida por tubos vapor condensado					4"
D	Salida por carcasa líquido de proceso					2"
E	Salida carcasa vapor proceso					48"



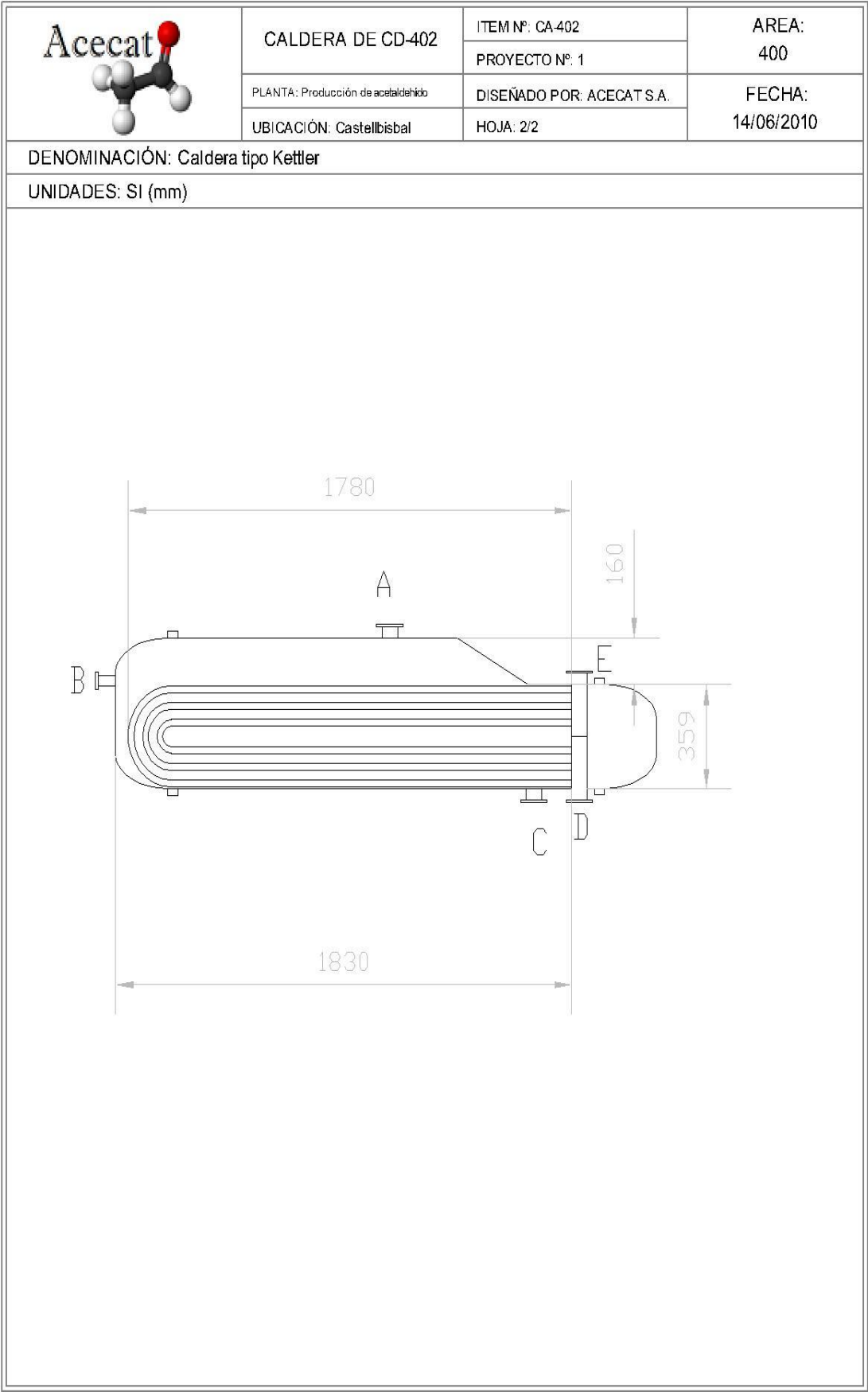
	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Ítem nº: CD-402		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Columna de destilación CD-402					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehido, cloruro de					
Posición	Vertical	Volumen (m³)	5,98	Densidad (kg/m³)	8000
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	9,4	Peso equipo vacío (kg)	1212,8
Fondo/ Cabezal	Esférica	Diámetro (m)	0,91	Peso lleno de agua (kg)	7192,8
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción:			AISI-316		
Temperatura de operación (°C):			100		
Temperatura de diseño (°C):			120		
Presión de trabajo (atm):			1		
Presión de diseño (atm):			2		
Espesor cilindro (mm):			5		
Espesor del cabezal/fondo (mm):			5/5		
Sobre espesor de corrosión (mm):			2		
Norma de diseño seguida:			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm):			Manta spintex 342-G-138 (40 mm)		
Radiografiado			0,8		
DATOS DE LA COLUMNA					
Numero de etapas reales:			14		
Tipo de columna:			Platos		
Tipo de platos:			Perforados		
Inundación:			40,2%		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Salida crotonaldehido	10''			
B	Reflujo caldera	10''			
C	Salida agua proceso	1 ½''			
D	Entrada crotonaldehido	1 ¼''			
E	Reflujo condensador	1 ¼''			

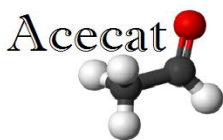


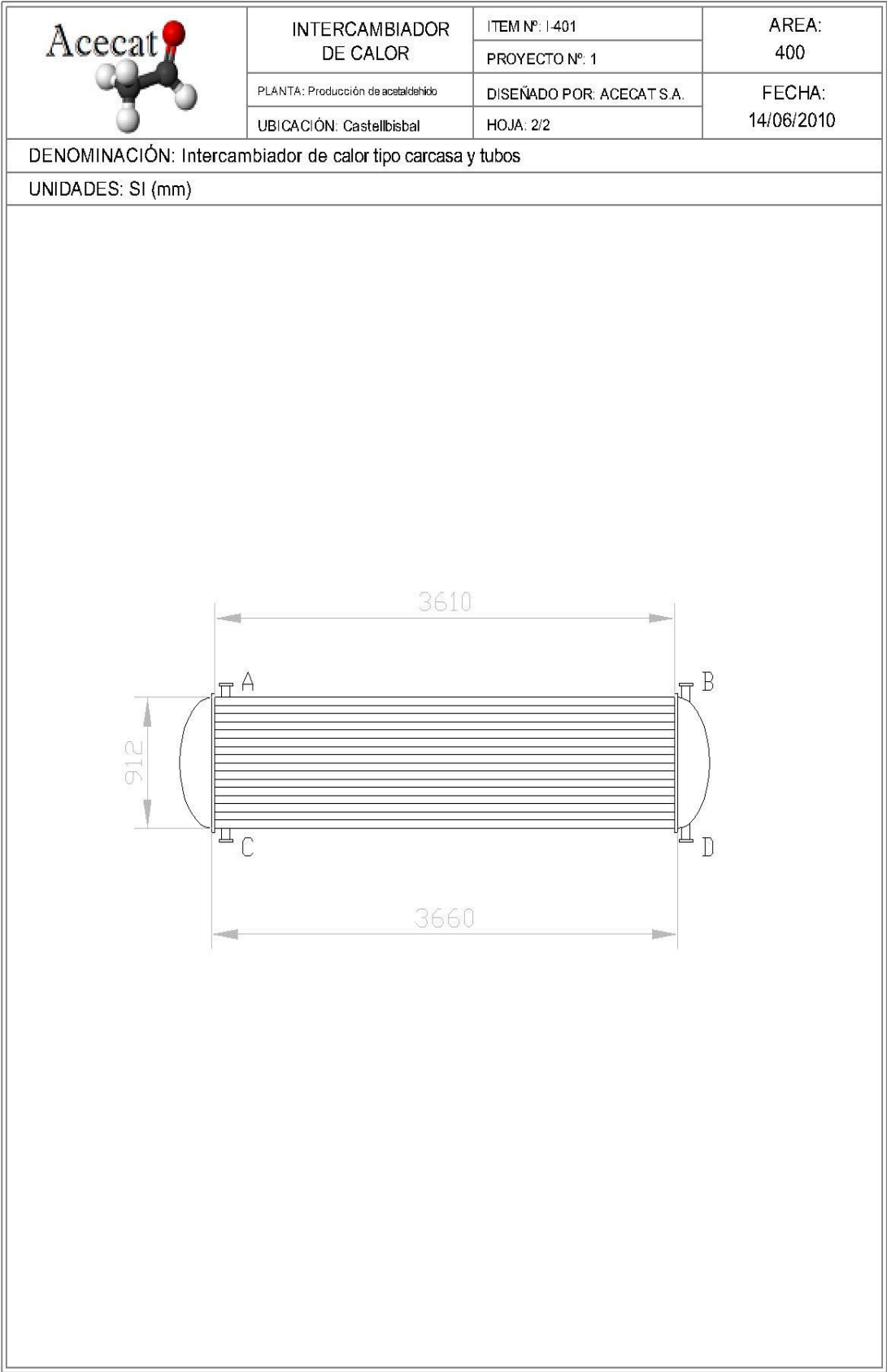
	CONDENSADOR		Ítem nº: CN-402		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por: Acecat		Fecha: 8/06/10
	Ubicación: Castell Bisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Condensador total					
Productos manipulados: Crotonaldehido, agua.					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA		TUBOS		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
	Proceso		Agua		
Fase	V	L	L	L	
Caudal total (kg/h):	6229	6229	37483,8	37483,8	
Temperatura (°C):	78,11	58,42	15	45	
Presión trabajo (atm):	1	1	3	2,72	
Peso molecular (kg/Kmol):	51,897	44,205	18,015		
Densidad (kg/m ³):	1,8005	958,08	1014,8	992,18	
Viscosidad (kg/(m·s)):	9,38E-03	2,89E-04	1,14E-03	5,94E-03	
Calor específico(J/(Kg·°C)):	1199,84	2259,36	4187,95	4190,95	
Conductividad (W/(m·°C)):	0,016	0,167	0,60	0,64	
Calor latente (KJ/kg):	756,51		-		
Velocidad (m/s):	0,6		1,34		
Número de pasos	1		6		
Pérdida de carga (N/m ²):	0,059		27808,84		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA		TUBOS		
Temperatura diseño (°C):	85,92		55		
Presión diseño (atm):	3		5		
Material	AISI 304		AISI 304		
Diámetro /espesor (mm)	617,29/2		15,75/1,65		
Aislamiento/espesor(mm)	MANTA SPINTEX 342-G-125/10				
Longitud (m):	3,6576		3,6076		
Calor intercambiad (W):	1308638,89	Nºpantallas	4		
Coef. Global (W/m ² °C):	883,58	Espaciado pantallas (mm)	617,29		
Área intercambio (m ²)	54,65	DTML (°C)	29,72		
Nº tubos	240	Peso equipo vacío (kg)	620,04		
Disposición	Cuadrada	Peso con agua (kg)	2110,70		
Espaciado (mm)	23,8	Peso en operación (kg)	2329,73		
CONEXIONES					
Marca	Denominación			Tamaño:	
A	Entrada por tubos agua refrigeración			3"	
B	Entrada por carcasa de la mezcla			10"	
C	Salida por tubos agua refrigeración			3"	
D	Salida por carcasa de la mezcla			11/2"	

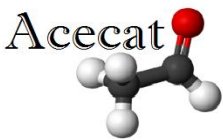


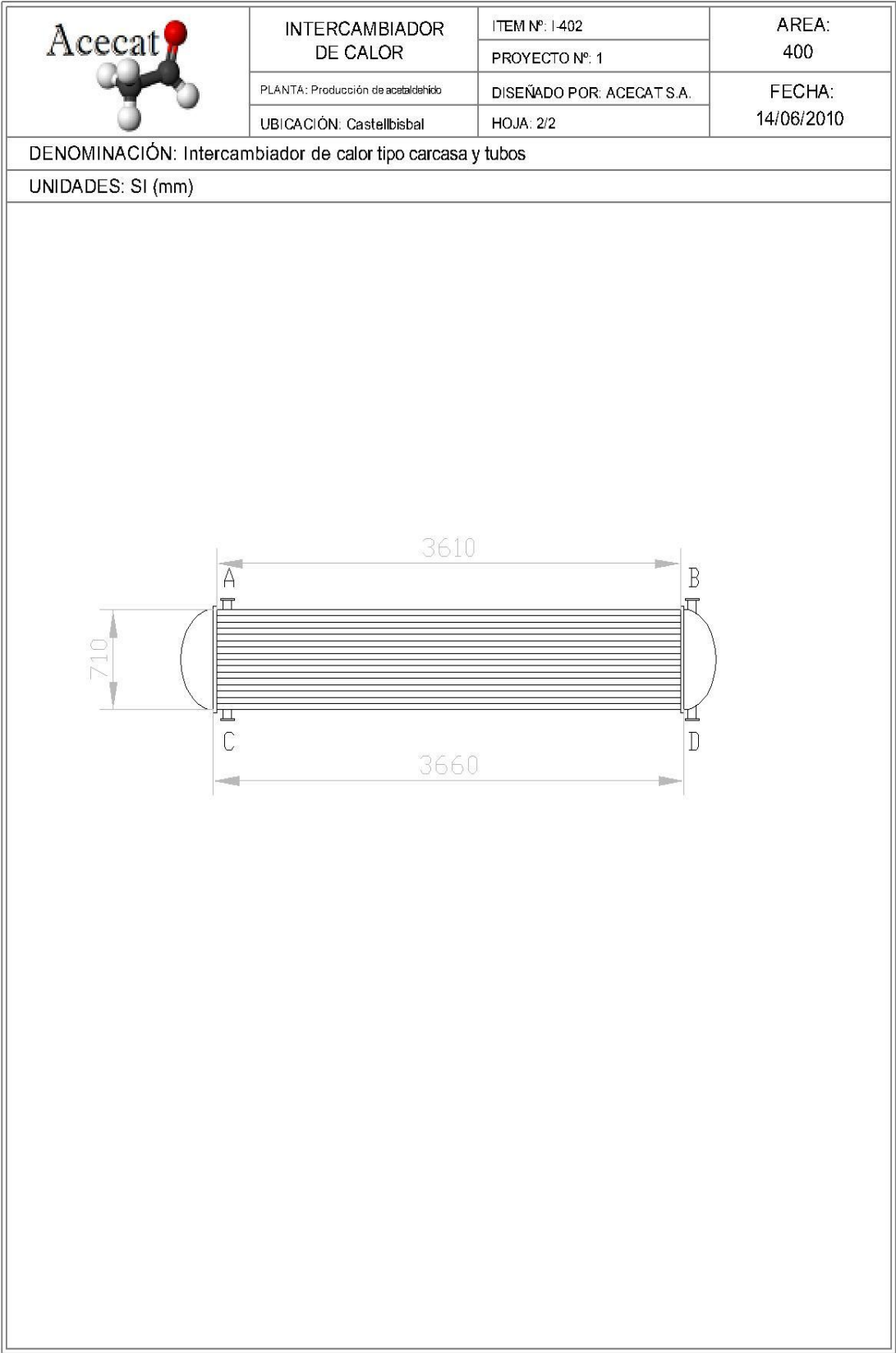
	KETTLE-REBOILER			Ítem nº: CA-402		Área: 400
				Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído			Preparado por:		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal			Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES						
Denominación: Intercambiador de calor de carcasa y tubos con cambio de fase						
Productos manipulados: acetaldehido, agua, ácido acético, crotonaldehido, cloruro de metilo,						
DATOS DE DISEÑO						
	CARCASA			TUBOS		
	Entrada	Salida		Entrada	Salida	
	Proceso			Vapor servicio		
Fase	L	V	L	V	L	
Caudal total (kg/h):	6770	2159	4611	2549	2549	
Temperatura (°C):	99,996	99,996	99,996	209,9	180	
Presión trabajo (atm):	1	1	1	18,76	18,76	
Peso molecular (kg/Kmol):	18,02	18,02	18,02	18,02		
Densidad (kg/m³):	947,9	0,59	947,9	8,53	875,36	
Viscosidad (kg/(m·s)):	2,79·10 ⁻⁴	1,21·10 ⁻⁵	2,79·10 ⁻⁴	1,60·10 ⁻⁴	1,49·10 ⁻⁴	
Calor específico(J/(Kg·°C)):	4197,38	2124,67	4197,61	3401,78	4417,26	
Conductividad (W/(m·°C)):	0,68	0,02	0,68	0,66	1,18	
Calor latente (KJ/kg):	1904,1			1901,3		
Velocidad (m/s):	-			0,11		
Número de pasos	1			1		
Pérdida de carga (N/m²):	-			172,74		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN						
	CARCASA			TUBOS		
Temperatura diseño (°C):	150			260		
Presión diseño (atm):	3			21		
Material	AISI 316			AISI 316		
Diámetro /espesor (mm)	531,35/3			10,34/2,77		
Aislante/espesor(mm)	MANTA SPINTEX 342-G-132/110					
Longitud (m):	2,44			1,44		
Calor intercambiad (W):	1,35·10 ⁶	Nº pantallas				3
Coef. Global (W/m ^{2o} C):	1101,37	Espaciado pantallas (mm)				531
Área intercambio (m²)	14,36	DTML (°C)				94,16
Nº tubos	98,37	Peso equipo vacío (kg)				1239,73
Disposición	Cuadrada	Peso con agua (kg)				3179,34
Espaciado (mm)	23,82	Peso en operación (kg)				2052,26
CONEXIONES						
Marca	Denominación					Tamaño:
A	Entrada por tubos vapor de servicio					3"
B	Entrada por carcasa del líquido proceso					1 1/2"
C	Salida por tubos vapor de servicio					1"
D	Salida por carcasa líquido de proceso					1 1/4"
E	Salida por carcasa vapor proceso					10"

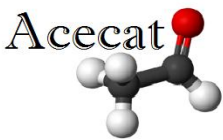


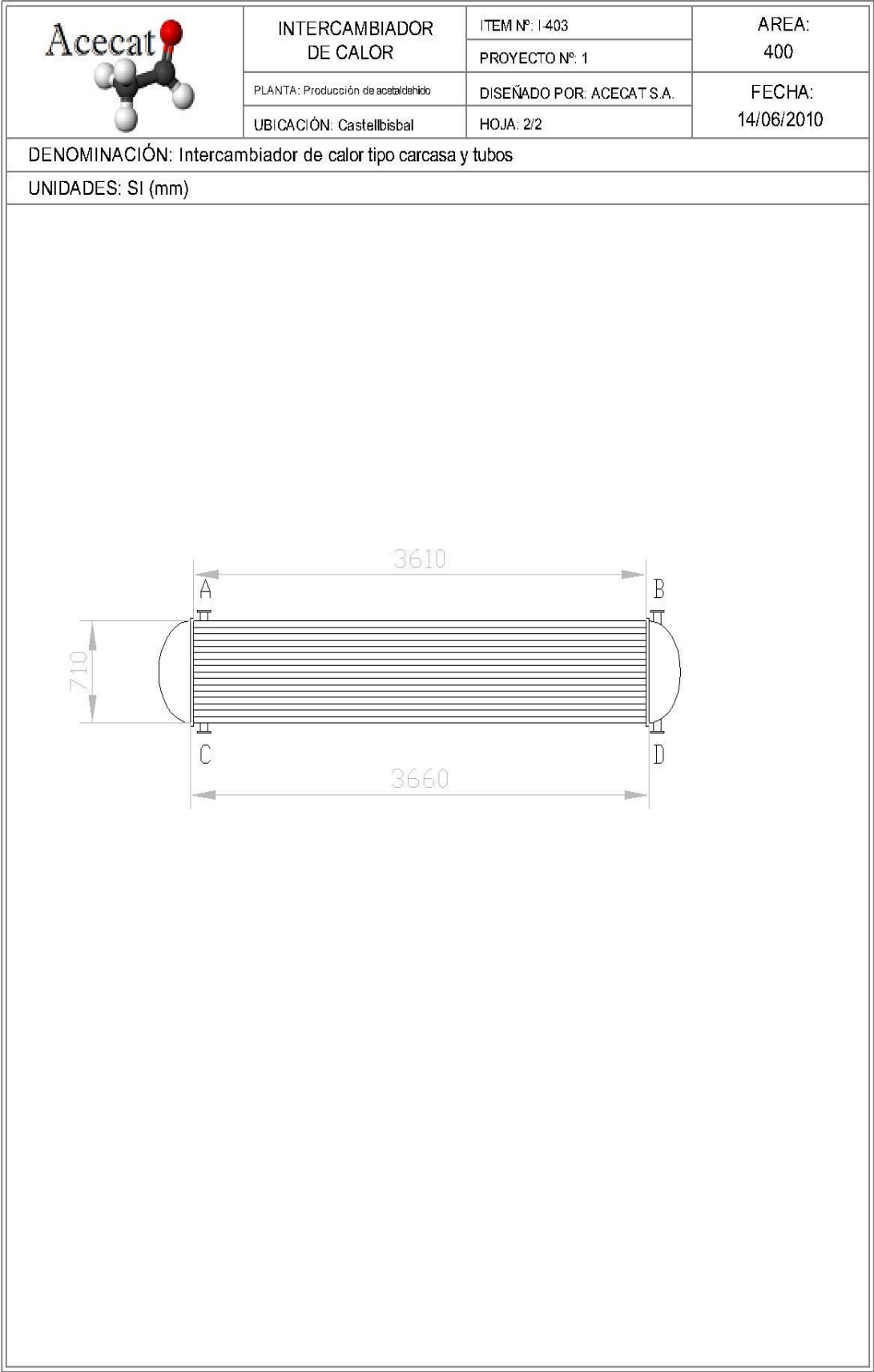
	Intercambiador carcasa y tubos		Ítem nº: I-401		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por:		Fecha: 8/6/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Intercambiador de calor de carcasa y tubos sin cambio de fase					
Productos manipulados: agua, ácido acético, agua glicolada					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA		TUBOS		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
	Agua residual		Agua glicolada		
Fase	L	L	L	L	
Caudal total (kg/h)	1,59·10 ⁵	1,59·10 ⁵	6,16·10 ⁵	6,16·10 ⁵	
Temperatura (°C)	28,234	5	-13	-5	
Presión trabajo (atm)	1	0,76	3	2,83	
Peso molecular (kg/Kmol)	18,019		31,360		
Densidad (kg/m ³)	1004,9	1022,2	1108,70	1102,5	
Viscosidad (kg/(m·s))	8,28·10 ⁻⁴	1,50·10 ⁻³	1,21·10 ⁻²	9,76·10 ⁻³	
Calor específico(J/(Kg·°C))	4169,46	4186,11	3123,09	3146,21	
Conductividad (W/(m·°C))	0,62	0,59	0,82	0,81	
Calor latente (KJ/kg)	–		–		
Velocidad (m/s)	0,51		1,4		
Número de pasos	1		2		
Pérdida de carga (N/m ²)	24613,14		17484,16		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA		TUBOS		
Temperatura diseño (°C)	39		-23		
Presión diseño (atm)	3		5		
Material	AISI 304		AISI 304		
Diámetro /espesor (mm)	924,57/3		16,56/1,24		
Longitud (m)	4,88		4,83		
Aislante/ espesor (mm)	–				
Calor intercambiad (W)	4,29·10 ⁶	Nº pantallas		10	
Coef. global (W/m ² °C)	531,76	Espaciado pantallas (mm)		462,29	
Área intercambio (m ²)	303	DTML (°C)		23,60	
Nº tubos	1038	Peso equipo vacío (kg)		2699,34	
Disposición	triangular	Peso con agua (kg)		8664,78	
Espaciado (mm)	23,80	Peso en operación (kg)		8709,19	
CONEXIONES					
Marca	Denominación			Tamaño:	
A	Entrada por tubos proceso			8"	
B	Entrada por carcasa agua glicolada			12"	
C	Salida por tubos proceso			8"	
D	Salida por carcasa agua glicolada			12"	

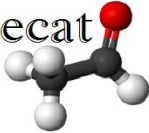


	Intercambiador carcasa y tubos		Ítem nº: I-402		Área:
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción		Preparado por:		Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Intercambiador de calor de carcasa y tubos					
Productos manipulados: agua, ácido acético, agua glicolada					
DATOS DE DISEÑO					
	CARCASA		TUBOS		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
	Agua residual		Agua glicolada		
Fase	L	L	L	L	
Caudal total (kg/h)	1,20·10 ⁵	1,20·10 ⁵	3,20·10 ⁵	3,20·10 ⁵	
Temperatura (°C)	31,483	15	-13	-5	
Presión trabajo (atm)	1	0,80	3	2,78	
Peso molecular (kg/Kmol)	18,849		31,360		
Densidad (kg/m ³)	986,64	999,38	1108,70	1102,5	
Viscosidad (kg/(m·s))	6,48·10 ⁻⁴	9,22·10 ⁻⁴	1,21·10 ⁻²	9,76·10 ⁻³	
Calor específico(J/(Kg·°C))	4048,81	4042,71	3123,09	3146,21	
Conductividad (W/(m·°C))	0,60	0,58	0,82	0,81	
Calor latente (KJ/kg)	—		—		
Velocidad (m/s)	0,67		1,7		
Número de pasos	1		2		
Pérdida de carga (N/m ²)	20598,63		22711,52		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
	CARCASA		TUBOS		
Temperatura diseño (°C)	42		-23		
Presión diseño (atm)	3		5		
Material	AISI 304		AISI 304		
Diámetro /espesor (mm)	709,66/3		14,83/2,11		
Longitud (m)	3,66		3,61		
Aislante/ espesor (mm)	—				
Calor intercambiad (W)	2,22·10 ⁶	Nº pantallas		10	
Coef. global (W/m ² °C)	591,34	Espaciado pantallas (mm)		354,8	
Área intercambio (m ²)	118,23	DTML (°C)		31,41	
Nº tubos	540	Peso equipo vacío (kg)		1564,68	
Disposición	triangular	Peso con agua (kg)		4571	
Espaciado (mm)	23,81	Peso en operación (kg)		4560,91	
CONEXIONES					
Marca	Denominación			Tamaño:	
A	Entrada por tubos proceso			6"	
B	Entrada por carcasa agua refrigeración			10"	
C	Salida por tubos proceso			6"	
D	Salida por carcasa agua refrigeración			10"	



	Intercambiador carcasa y tubos		Ítem nº: I-403	Área:
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción		Preparado por:	Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2	
DATOS GENERALES				
Denominación: Intercambiador de calor de carcasa y tubos sin cambio de fase				
Productos manipulados: agua, ácido acético				
DATOS DE DISEÑO				
	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
	Agua		Agua residual	
Fase	L	L	L	L
Caudal total (kg/h)	1,52·10 ⁵	1,52·10 ⁵	6,99·10 ⁴	6,99·10 ⁴
Temperatura (°C)	15	45	99,997	35
Presión trabajo abs (atm)	3	2,74	1	0,86
Peso molecular (kg/Kmol)	18,015		18,021	
Densidad (kg/m ³)	1014,80	992,18	947,90	995,97
Viscosidad (kg/(m·s))	1,14·10 ⁻³	5,94·10 ⁻⁴	2,79·10 ⁻⁴	6,51·10 ⁻⁴
Calor específico(J/(Kg·°C))	4188	4191	4197,38	4189,17
Conductividad (W/(m·°C))	0,595	0,637	0,681	0,631
Calor latente (KJ/kg)	—		—	
Velocidad (m/s)	0,84		1,7	
Número de pasos	2		8	
Pérdida de carga (N/m ²)	26232,74		14494,79	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
	CARCASA		TUBOS	
Temperatura diseño (°C)	25		110	
Presión diseño abs (atm)	3		5	
Material	AISI 304		AISI 304	
Diámetro /espesor (mm)	846,57/3		10,34/2,77	
Longitud (m)	3,66		3,61	
Aislante/ espesor (mm)	—			
Calor intercambiad (W)	5,29·10 ⁶	Nº pantallas	4	
Coef. global (W/m ² °C)	750,11	Espaciado pantallas (mm)	677,26	
Área intercambio (m ²)	203	DTML (°C)	32,59	
Nº tubos	1113	Peso equipo vacío (kg)	2904,80	
Disposición	triangular	Peso con agua (kg)	7668,23	
Espaciado (mm)	19,85	Peso en operación (kg)	7861	
CONEXIONES				
Marca	Denominación		Tamaño:	
A	Entrada por tubos proceso		5"	
B	Entrada por carcasa agua refrigeración		5"	
C	Salida por tubos proceso		5"	
D	Salida por carcasa agua refrigeración		5"	

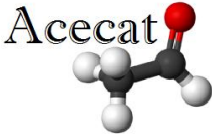


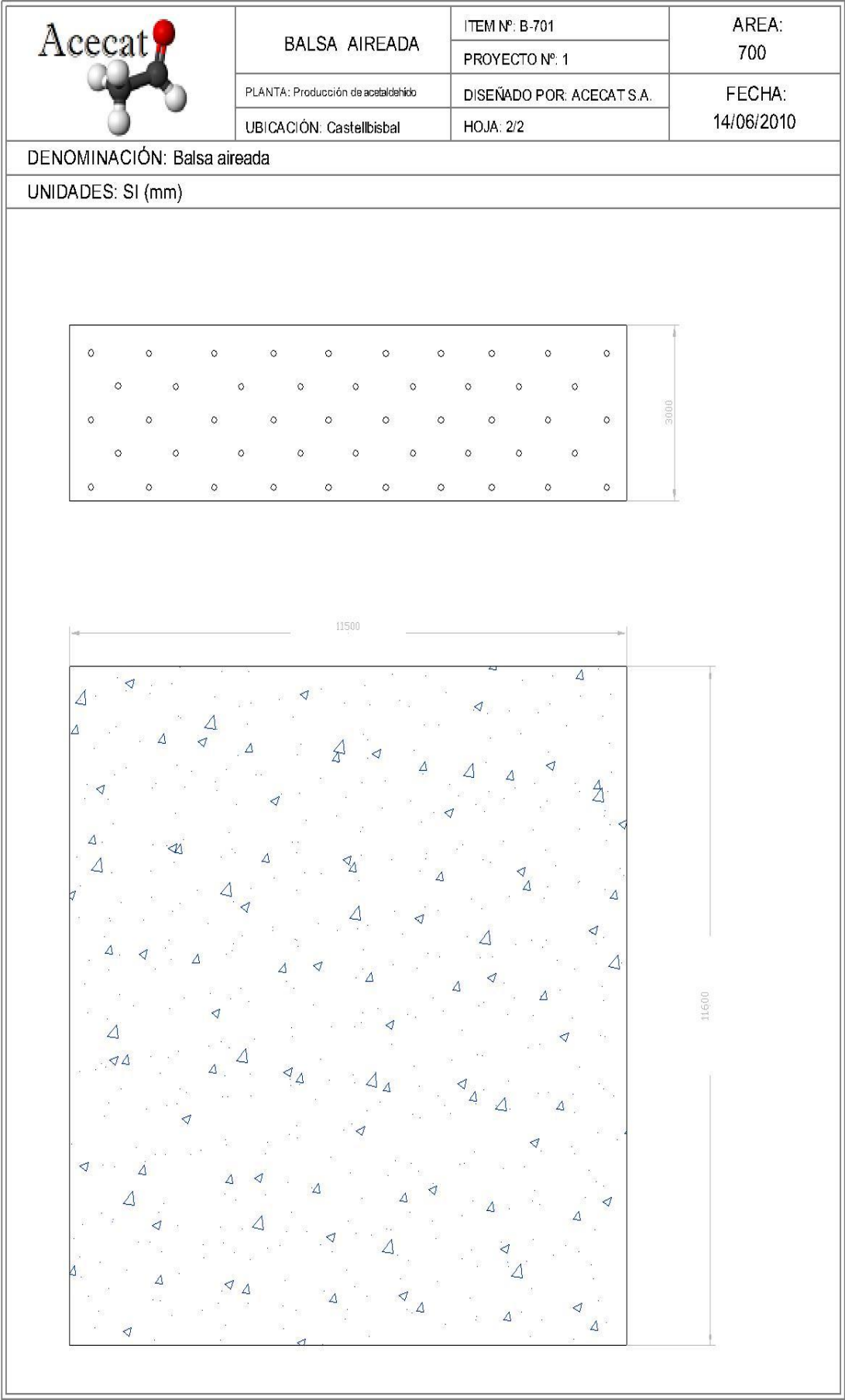
Acecat 	TANQUE DE MEZCLA		Ítem nº: TM-401		Área: 400
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat S.A		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Tanque de mezcla					
Productos manipulados: ácido acético y agua					
Posición	Vertical	Volumen (m³)	34,12	Densidad fluido(kg/m³)	1004,91
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	5,02	Peso equipo vacío (kg)	1661,49
Fondo/ Cabezal	Toriesférico	Diámetro (m)	2,94	Peso operación (kg)	32520,05
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción			Acero al carbono tipo 1020		
Temperatura de operación (°C)			28,234		
Temperatura de diseño (°C)			40		
Presión de trabajo (bar)			1,01		
Presión de diseño (bar)			1,46		
Espesor cilindro (mm)			3		
Espesor del cabezal/fondo (mm)			3/3		
Espesor de corrosión (mm)			1		
Norma de diseño seguida			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm)			–		
Disco de ruptura / radiografiado			No/ 0,85		
DATOS DEL AGITADOR					
Tipo de agitador			–		
Diámetro impulsor (m)			–		
Anchura palas (m)			–		
Altura palas (m)			–		
Número deflectores/Anchura deflectores (mm)			–		
Velocidad de agitación (rpm)			–		
Potencia (kW)			–		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:		No es necesaria la agitación mecánica.	
A	Entrada tanque agua residual	5"			
B	Entrada tanque agua de red	4"			
C	Salida tanque	8"			
D	Venteo	1 ½"			
E	Boca de hombre	20"			

Acecat	TANQUE DE MEZCLA	ITEM Nº: TM401	AREA: 400
		PROYECTO Nº: 1	
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.	FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	

DENOMINACIÓN: Tanque de mezcla
UNIDADES: SI (mm)

2.1.1.7.-Hojas de especificación de equipos área 700

	BALSA AIREADA	Ítem nº: B-701	Área:
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído	Preparado por: Acecat	Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal	Hoja: 1/2	
DATOS GENERALES			
Denominación: Balsa aireada			
Finalidad: Tratamiento de aguas			
CARACTERÍSTICAS			
Material	Hormigón armado		
Volumen (m³)	400		
Profundidad (m)	3		
Anchura (m)	11,6		
Longitud (m)	11,5		
Tiempo de residencia (h)	6		
Caudal (m³/h)	70		
AIREADORES			
Marca	REHAU		
Modelo	RAUBIOXON		
Material	Acero inoxidable		
Número de distribuidores	6		
			



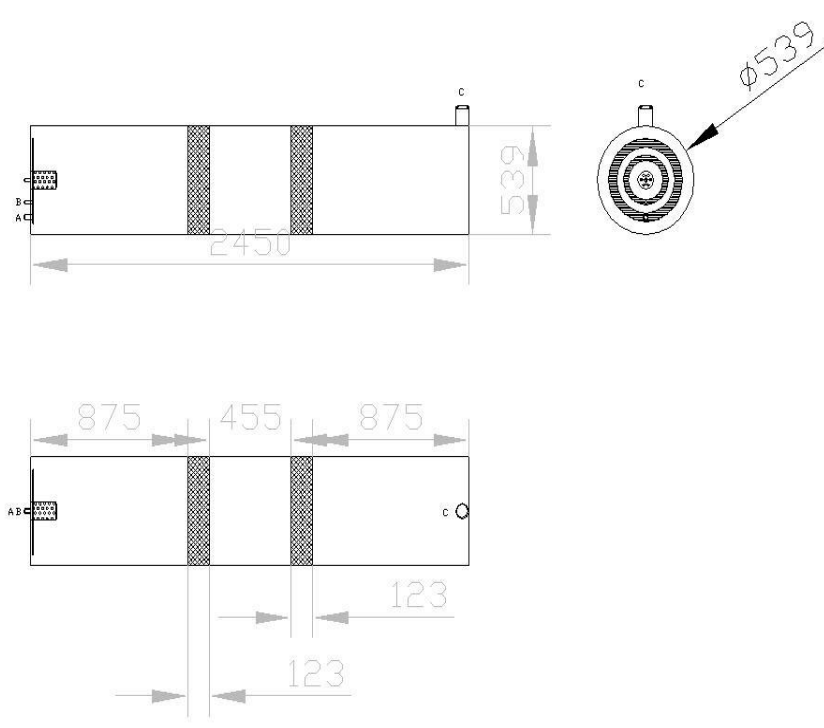
2.1.1.8.-Hojas de especificación de equipos área 800

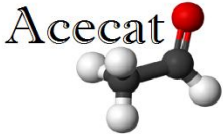
	REACTOR DE OXIDACIÓN		Ítem nº: RC-801		Área: 800
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat		Fecha: 08/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Columna de destilación CD-401					
Productos manipulados: Etileno, oxígeno, acetaldehído, ácido acético, cloruro de metilo,					
Posición	Horizontal	Volumen (m³)	13	Densidad (kg/m³)	8030
Forma cuerpo	Cilíndrica	Longitud (m)	7	Peso equipo vacío (kg)	2452,3
Fondo/ Cabezal	Plana	Diámetro (m)	1,54	Peso lleno de agua (kg)	14452,3
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción:			AISI-317-L		
Temperatura de operación (°C):			750		
Temperatura de diseño (°C):			800		
Presión de trabajo (atm):			1		
Presión de diseño (atm):			2		
Espesor cilindro (mm):			7		
Espesor del cabezal/fondo (mm):			7/7		
Sobre espesor de corrosión (mm):			2		
Norma de diseño seguida:			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm):			Manta spintex 342-G-138 (120 mm)		
Radiografiado			0,8		
DATOS DEL REACTOR					
Placas de catalizador:			2		
Tipo de catalizador:			CuO/Cr ₂ O ₃ /γ -Al ₂ O ₃		
Distancia entre placas (m):			1,3		
Grosor de las placas (m):			0,35		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Entrada aire	1/8"			
B	Entrada gas a tratar	6"			
C	Salida gas sin COV's	36"			

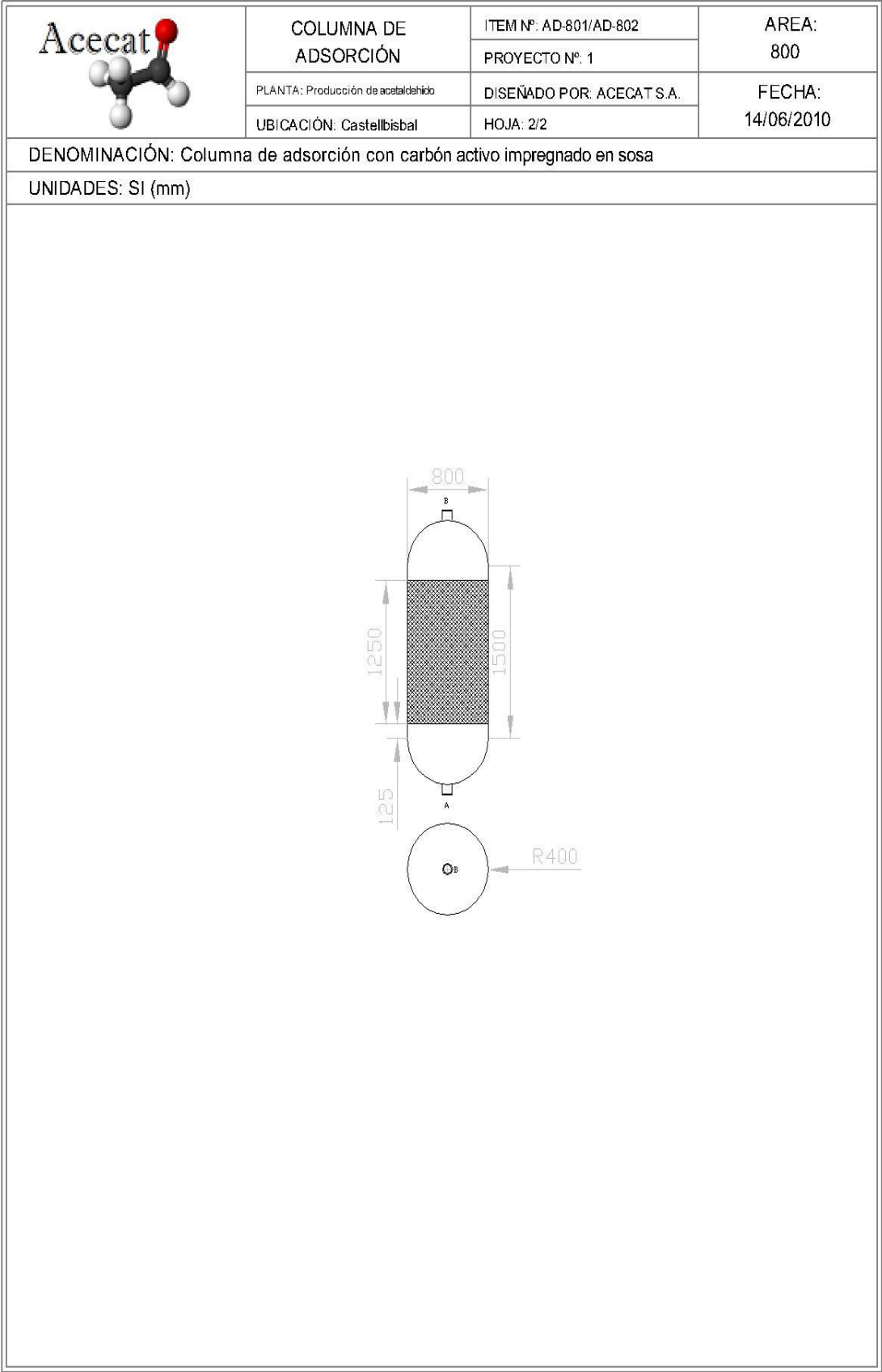
	REACTOR DE	ITEM Nº: RC-801	AREA: 800
	OXIDACIÓN CATALÍTICA	PROYECTO Nº: 1	
	PLANTA: Producción de acetaldehído	DISEÑADO POR: ACECAT S.A.	FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	

DENOMINACIÓN: Reactor de oxidación con dos lechos catalíticos

UNIDADES: SI (mm)

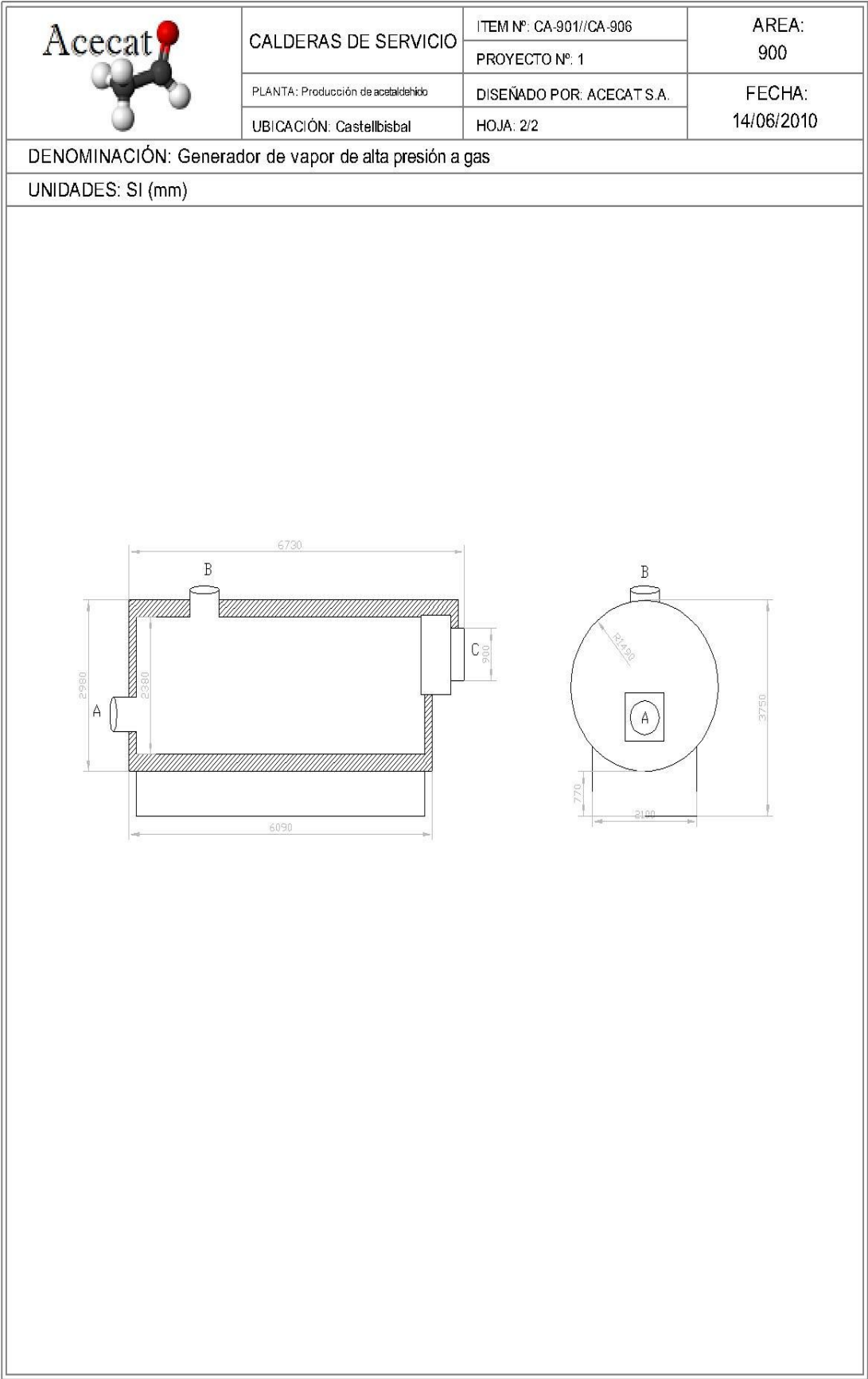


	COLUMNA DE ADSORCIÓN			Ítem nº: AD-801/AD-802	Área: 800
				Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído			Preparado por: Acecat	Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal			Hoja: 1/2	08/06/10
DATOS GENERALES					
Denominación: Columna de adsorción AD-801/802					
Productos manipulados: Dióxido de carbono, ácido acético, nitrógeno, oxígeno y agua.					
Posición	Vertical	Volumen (m³)	7	Densidad (kg/m³)	8030
Forma cuerpo	Cilíndrica	Altura (m)	4,6	Peso equipo vacío (kg)	1328,55
Fondo/ Cabezal	Esférica	Diámetro (m)	1,6	Peso lleno de agua (kg)	9328,55
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción:			AISI-317-L		
Temperatura de operación (°C):			50		
Temperatura de diseño (°C):			70		
Presión de trabajo (atm):			1		
Presión de diseño (atm):			2		
Espesor cilindro (mm):			7		
Espesor del cabezal/fondo (mm):			7/7		
Sobre espesor de corrosión (mm):			2		
Norma de diseño seguida:			ASME		
Aislante utilizado (tipo y espesor mm):			--		
Radiografiado			0,8		
DATOS DE LA COLUMNA					
Lecho :			Carbón activo		
Impregnación :			NaOH		
Longitud del lecho (m):			2,5		
Peso del lecho (kg):			2500		
CONEXIONES				OBSERVACIONES:	
Marca	Denominación	Tamaño:			
A	Corriente gas con cloro	18''			
B	Corriente gas sin cloro	18''			

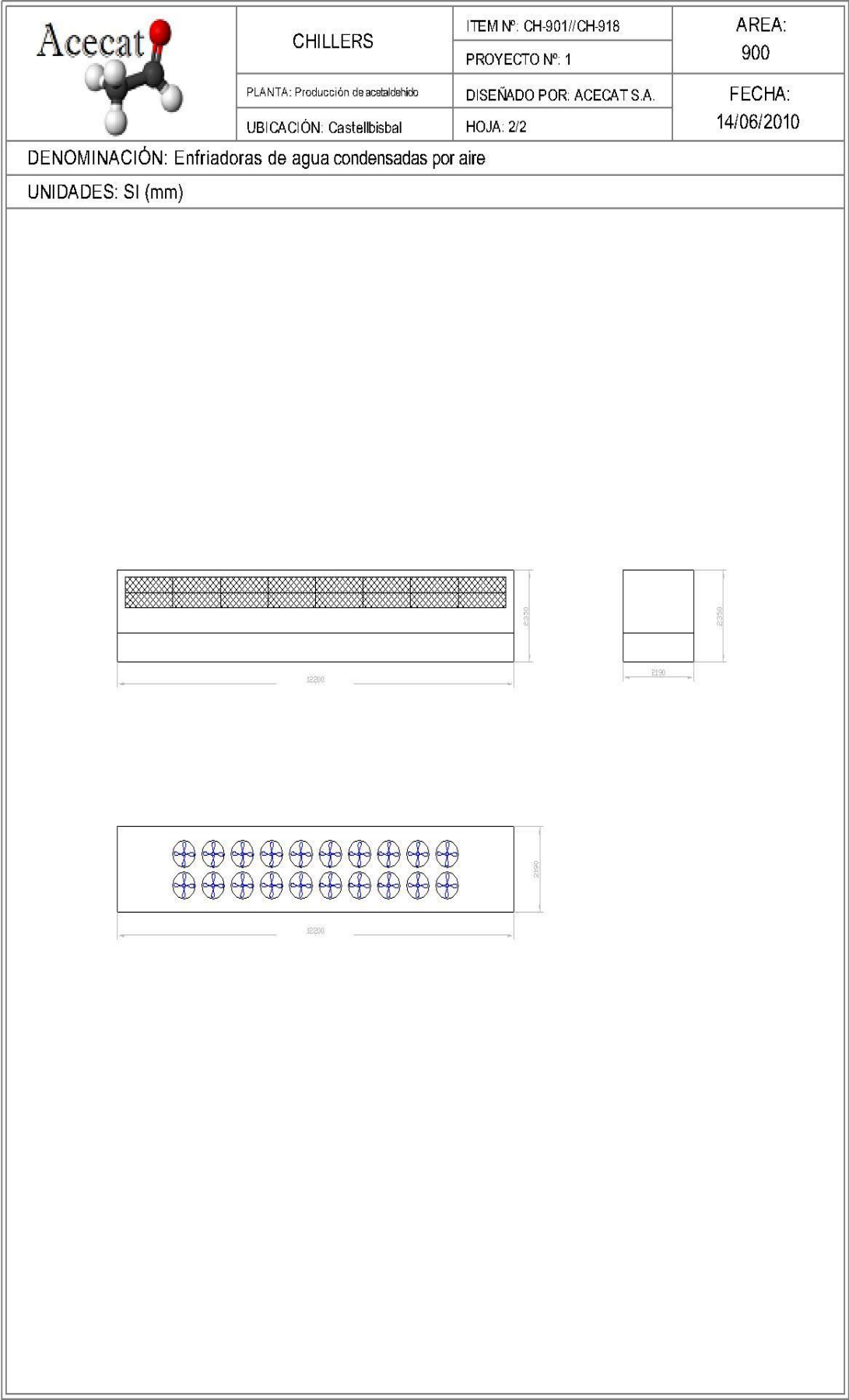


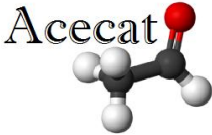
2.1.1.9.-Hojas de especificación de equipos área 900

	CALDERA		Ítem nº: CA-901/905	Área:
			Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído		Preparado por: Acecat	Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/2	
DATOS GENERALES				
Denominación: Caldera de gas natural				
Finalidad/servicio: Generación de vapor de agua a alta presión a temperatura de 209,9ºC				
CARACTERÍSTICAS				
Marca comercial		VIESSMANN		
Serie		VITOMAX 200 HS		
Modelo		M235		
Descripción		Caldera de 3 pasos de humos sin economizador		
Producción de vapor (kg/h)		12000		
Potencia térmica útil (kW)		8940		
Presión de operación (bar)		20		
Peso total (con aislante) (kg)		35,5		
DIMENSIONES				
Longitud (m)			6,73	
Anchura (m)			3,35	
Altura (m)			3,75	
				



	CHILLER	Ítem nº: CH-901/922	Área:
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción	Preparado por: Acecat	Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal	Hoja: 1/2	
DATOS GENERALES			
Denominación: Chillers de agua de refrigeración y agua glicolada			
Finalidad: Enfriar el agua de refrigeración y la mezcla de agua glicolada			
CARACTERÍSTICAS			
Marca comercial	PHOENIX		
Modelo	1536		
Descripción	Enfriadora de agua condensada por aire con compresores de doble tornillo		
Fluido refrigerante	R407C		
Potencia frigorífica (kW)	1536		
Potencia absorbida (kW)	505		
Peso en ejercicio (kg)	10384		
Nivel sonoro (dB(A))	70,0		
DIMENSIONES			
Longitud (m)	12,20		
Anchura (m)	2,19		
Altura (m)	2,35		
			



	TORRE DE REFRIGERACIÓN	Ítem nº: TR-901/903	Área:
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción acetaldehído	Preparado por: Acecat	Fecha:
	Ubicación: Castellbisbal	Hoja: 1/2	
DATOS GENERALES			
Denominación: Torres de refrigeración			
Finalidad: Enfriar el agua de refrigeración de 45 a 30ºC			
CARACTERÍSTICAS			
Marca comercial	INDUMEC		
Serie	TC-865		
Descripción	Torre de refrigeración de circuito abierto con ventilador centrífugo		
Número de ventiladores	8		
Potencia motor ventilador	15		
Peso vacío (kg)	8720		
Peso en carga (kg)	20800		
Puntos de apoyo	60		
DIBUJO			
			

Acecat	TORRES DE REFRIGERACIÓN		ITEM Nº: TR901//TR903	AREA: 900	
			PROYECTO Nº. 1		
	PLANTA: Producción de acetaldehído		DISEÑADO POR: ACECAT S.A.		FECHA: 14/06/2010
	UBICACIÓN: Castellbisbal		HOJA: 2/2		

DENOMINACIÓN: Torre de refrigeración

UNIDADES: SI (mm)

2.2. Listado de bombas y compresores

		LISTADO DE BOMBAS Y COMPRESORES		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
				UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 1/2	
ÁREA	ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA	MATERIAL
200	CO-201 A/B	Compresor	2	-	50 CV	-
200	P-201 A/B	Bomba centrífuga	2	-	3KW	-
200	P-202 A/B	Bomba centrífuga	2	-	1,5 KW	-
200	P-203 A/B	Bomba centrífuga	2	-	0,55 KW	-
200	P-204 A/B	Bomba centrífuga	2	-	3 KW	-
200	P-205 A/B	Bomba centrífuga	2	-	3 KW	-
300	P-301 A/B	Bomba centrífuga	2	-	3 KW	-
300	P-302 A/B	Bomba centrífuga	2	-	3 KW	-

		LISTADO DE BOMBAS Y COMPRESORES		PLANTA: Producción de acetaldehído	PREPARADO POR: Acecat S.A	
				UBICACIÓN: Castellbisbal	HOJA: 2/2	
ÁREA	ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	POTENCIA	MATERIAL
400	P-401 A/B	Bomba centrífuga	2	-	5,5 KW	-
400	P-402 A/B	Bomba centrífuga	2	-	9,8 KW	-
400	P-403 A/B	Bomba centrífuga	2	-	7,5 KW	-
400	P-404 A/B	Bomba centrífuga	2	-	15 KW	-
400	P-405 A/B	Bomba centrífuga	2	-	1,5 KW	-
400	P-406 A/B	Bomba centrífuga	2	-	0,55 KW	-
400	P-407 A/B	Bomba magnética	2	-	1,1 KW	-
400	P-408 A/B	Bomba centrífuga	2	-	1,5 KW	-
400	P-409 A/B	Bomba centrífuga	2	-	2,2 KW	-
400	P-410 A/B	Bomba centrífuga	2	-	5,5 KW	-