UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

Carles Cervantes Ricaldi
Mario Fernández Herrán
Adrian Leo Herrera
Eric Miras Brea
Leandro Rafaelich Piulats
Uc Riera Rojas

TUTOR
Josep Anton Torà



CC BY SA

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

CAPÍTOL 2: EQUIPS

Taula de continguts

2.1. Introducció 7

2.2. Nomenclatura dels equips 7

2.3. Descripció dels equips 9

2.3.1. Tancs d'emmagatzematge (TE) 9

2.3.2. Reactors de síntesi de formaldehid (R-201 i R-202) 10

2.3.3. Bescanviadors de calor (E-202, E-302 i E-303) 11

2.3.4. Reboilers i Evaporadors (E-201 i RB-301) 13

2.3.5 . Condensadors (E-301 i CN-301) 14

2.3.6 . Caldera (CAL-601) 15

2.3.7. Aerorefrigerador (ACHE-601) 16

2.3.8 . Torre de refrigeració (TR-601) 16

2.3.9 . Columna d'absorció (AC-301) 17

2.3.10. Columna de destil·lació (DC-301) 18

2.3.11. Tanc pulmó (TP-301) 19

2.3.12. Mescladors (M) 20

2.3.13. Descalcificador d'aigua (DESC-601) 22

2.4. Llistat dels equips 23

2.4.1. Magatzem de matèria primera (A-100) 24

2.4.2. Pretractament i reacció (A-200) 25

2.4.3. Operacions de separació (A-300) 26

2.4.4. Magatzem de producte (A-500) 27

2.4.5. Serveis i manteniment (A-600) 28

2.5. Fulls d'especificacions dels equips 29

2.5.1. Magatzem de matèria primera (A-100) 30

2.5.2. Pretractament i reacció (A-200) 34

2.5.3. Operacions de separació (A-300) 41

2.5.4. Magatzem de producte (A-500) 57

2.5.5. Serveis i manteniment (A-600) 61

2.6. Bibliografia 65

2. Equips

2.1. Introducció

En aquest capítol es desenvolupa una descripció detallada dels equips que formen part de les diferents àrees de la planta. L'objectiu principal és identificar i caracteritzar cada equip, explicant-ne la funció dins del procés i recollint les dades tècniques més rellevants per al seu disseny i dimensionament.

A més de la descripció dels equips, es podran incloure taules resum per facilitar-ne la identificació i organització segons l'àrea de la planta a la qual pertanyen. No obstant això, el contingut principal del capítol se centrarà en la presentació individual de cada equip i en les seves corresponents fitxes d'especificacions.

Aquestes fitxes recolliran les característiques principals de cada equip, les condicions de disseny i operació, així com altres paràmetres importants segons la tipologia de l'equip. D'aquesta manera, es proporciona una visió completa dels elements necessaris per al correcte funcionament de la planta.

El disseny i dimensionament dels equips constitueix una part fonamental del projecte, ja que permet assegurar que aquests poden treballar sota les condicions establertes en el procés, complint amb la normativa aplicable i garantint un funcionament segur, eficient i adequat.

Aquest capítol està directament relacionat amb el Capítol 11, corresponent al Manual de Càlculs, ja que bona part de les dades incloses en les fitxes d'especificacions provenen dels càlculs realitzats durant el desenvolupament del projecte. També s'han emprat dades obtingudes mitjançant el simulador Aspen HYSYS V14, eina que ha estat essencials per al disseny, dimensionament i definició tècnica dels equips de la planta.

2.2. Nomenclatura dels equips

Per tal de facilitar la identificació dels equips dins del procés, s'ha establert una nomenclatura específica basada en una lletra identificativa i un número correlatiu. La lletra inicial indica el tipus d'equip, mentre que la numeració permet diferenciar els diferents elements d'una mateixa categoria.

Per exemple: TE-101

Aquesta nomenclatura correspon al tanc d'emmagatzematge número 1 de l'àrea 100.

Aquesta codificació s'utilitza de manera homogènia al llarg del capítol i en els diagrames de procés, permetent relacionar fàcilment cada equip amb la seva descripció i la seva corresponent fitxa d'especificacions. D'aquesta manera, es millora l'organització de la informació i es facilita la comprensió global de la planta.

A la taula següent es pot veure la nomenclatura per identificar els equips.

Taula 2.1. Nomenclatura dels equips de la planta.

Equip	Nomenclatura
Tanc d'emmagatzematge	TE
Reactor	R
Columna d'absorció	AC
Columna de destil·lació	DC
Mesclador	M
Bescanviador de calor	E
Reboiler	RB
Condensador	CN
Caldera	CAL
Torre de refrigeració	TR
Aerorefrigerador	ACHE

2.3. Descripció dels equips

En aquest apartat es parlarà més detalladament sobre els diferents equips presents en la planta, les seves característiques i justificacions de disseny.

2.3.1. Tancs d'emmagatzematge (TE)

Els tancs d'emmagatzematge són els equips destinats a conservar tant els reactius utilitzats en el procés com els productes finals obtinguts. A la planta seran els primers equips que es descriuen, ja que tenen la funció de contenir les matèries primeres que posteriorment seran transformades, així com d'emmagatzemar els productes resultants.

A la Taula 2.2 es recull el conjunt de tancs instal·lats a la planta. En total, es disposen de 2 tancs destinats a l'emmagatzematge de metanol i 2 per al formaldehid.

Taula 2.2. Tancs de la planta.

Equip	Substància química	Volum (m^3)
TE-101	Metanol	278
TE-102	Metanol	278
TE-501	Formaldehid	485
TE-502	Formaldehid	485

El disseny d'aquests equips s'ha dut a terme seguint la norma de disseny: API 650, amb l'objectiu d'assegurar que tant la instrumentació com els sistemes de seguretat compleixin els requisits necessaris. Els càlculs corresponents es poden consultar al Manual de Càlculs.

Pel que fa al material de construcció, s'ha seleccionat acer inoxidable 316L amb un contingut elevat de níquel, superior als valors habituals establerts per la normativa ASTM. Aquesta elecció respon a les seves propietats, especialment la seva alta resistència a la corrosió i la seva llarga vida útil, que el fan adequat per a les condicions de funcionament de la planta.

2.3.2. Reactors de síntesi de formaldehid (R-201 i R-202)

La unitat de reacció de planta està formada per dos reactors multi tubulars de llit fix operats en paral·lel basats en la tecnologia FORMOX per a la producció de formaldehid mitjançant l'oxidació parcial del metanol amb aire. Aquests reactors constitueixen el nucli del procés, ja que és on té lloc la transformació química principal i on es defineixen bona part dels paràmetres de rendiment global de la planta.

La selecció d'un reactor multi tubular respon principalment al caràcter fortament exotèrmic de la reacció. En aquest tipus de processos, el control de la temperatura és un aspecte crític, ja que desviacions importants poden afavorir reaccions secundàries i reduir tant el rendiment com l'estabilitat operativa del sistema. Per aquest motiu, la configuració multi tubular és una de les més utilitzades industrialment en oxidacions catalítiques, ja que proporciona una elevada superfície d'intercanvi de calor i permet evacuar de manera contínua l'energia alliberada durant la reacció.

Cada reactor està format per una carcassa cilíndrica que allotja un feix d'aproximadament 4200 tubs disposats en configuració triangular. A l'interior d'aquests tubs es troba el llit catalític, mentre que pel costat de carcassa circula el fluid tèrmic encarregat de retirar la calor generada. Aquesta configuració permet mantenir un perfil tèrmic més homogeni al llarg del reactor i limitar l'aparició de punts calents excessius dins del llit catalític.

La disposició en paral·lel dels reactors permet dividir el cabal total d'alimentació entre dues línies equivalents, reduint la càrrega tèrmica individual de cada unitat i facilitant el control del procés. Des del punt de vista industrial, aquesta configuració és preferible a un únic reactor de grans dimensions, especialment en processos exotèrmics on la dissipació de calor resulta determinant.

El funcionament del reactor es basa en el pas axial de la mescla de metanol i aire a través dels tubs catalítics. La reacció té lloc sobre un catalitzador basat en òxids de ferro i molibdè, formulació habitual en tecnologia FORMOX per la seva elevada eficiència en l'oxidació parcial del metanol. Els resultats obtinguts mostren una conversió de metanol pròxima al 99,2 %, amb una selectivitat superior al 95%, valors coherents amb els rendiments esperats industrialment per aquest tipus de procés. Aquest comportament permet assolir una producció elevada mantenint alhora una generació moderada de subproductes.

Pel que fa a les condicions d'operació, el reactor treballa al voltant dels 280 ºC i a una pressió lleugerament superior a l'atmosfèrica. Tot i que el sistema de refrigeració permet

controlar de manera efectiva la temperatura, a l'interior del llit apareix un màxim local de temperatura, fenomen característic dels reactors d'oxidació catalítica. En aquest cas, el màxim de temperatura es manté per sota del límit admissible del catalitzador garantint així un funcionament segur i estable.

Per a la retirada de calor s'utilitza un circuit extern de Therminol 66 pel costat de carcassa. Aquest fluid tèrmic s'ha seleccionat per la seva estabilitat a temperatures elevades i per les seves bones propietats de transferència de calor, fet que el converteix en una opció adequada per a processos amb càrregues tèrmiques importants. L'ús d'aquest fluid permet absorbir de manera eficient la calor generada durant la reacció i contribueix a mantenir unes condicions d'operació més homogènies dins del reactor.

La selecció dels materials de construcció també està directament relacionada amb les condicions de servei del procés. La carcassa del reactor està fabricada amb acer al carboni de SA-516 Gr. 70, material àmpliament utilitzat en equips a pressió per la seva bona resistència mecànica i el seu cost moderat. En canvi, els tubs es fabriquen en acer inoxidable SA-213 TP316L, ja que aquesta zona està en contacte directe amb la mescla reactiva a elevada temperatura. L'acer inoxidable 316L presenta una millor resistència a la corrosió i una major estabilitat davant ambients oxidants, fet que contribueix a augmentar la vida útil de l'equip i reduir problemes associats a degradació dels tubs o contaminació del procés.

De manera similar, el tube sheet incorpora revestiment d'acer inoxidable per protegir la zona d'unió entre tubs i carcassa, una de les àrees més sensibles des del punt de vista mecànic i de corrosió. Aquesta combinació de materials permet optimitzar el cost global de l'equip mantenint alhora unes condicions adequades de resistència mecànica i compatibilitat química.

En conjunt, la configuració seleccionada de reactors multi tubulars de llit fix en paral·lel resulta plenament coherent amb els requeriments del procés FORMOX. El sistema permet combinar una elevada conversió i selectivitat amb un bon control tèrmic i una operació industrial estable, aspectes especialment importants de construcció i del sistema de refrigeració contribueix a garantir la seguretat, la durabilitat i la viabilitat tècnica del conjunt de la instal·lació.

2.3.3. Bescanviadors de calor (E-202, E-302 i E-303)

Els bescanviadors de calor de la planta s'han dimensionat mitjançant el mètode de Kern, una metodologia àmpliament utilitzada en el disseny preliminar d'equips de transferència de calor de tipus carcassa i tubs. Aquest mètode permet determinar les

principals característiques geomètriques i operatives dels equips a partir de les necessitats tèrmiques del procés, garantint una transferència de calor adequada i unes pèrdues de càrrega acceptables.

A la planta s'han instal·lat tres bescanviadors de calor, dos destinats a operacions d'escalfament i un destinat a una operació de refredament. Aquests equips tenen una funció fonamental dins del procés, ja que permeten adaptar la temperatura de les diferents corrents a les condicions requerides en cada etapa de producció, assegurant tant el correcte funcionament dels equips posteriors com l'eficiència global de la planta.

Els tres equips seleccionats són de tipus carcassa i tubs, una configuració especialment adequada per a aplicacions industrials que impliquen temperatures elevades, diferències importants de temperatura entre fluids i requisits elevats de fiabilitat. El principi de funcionament es basa en la transferència de calor entre dues corrents que circulen separades físicament, evitant qualsevol contacte directe entre el fluid de procés i el de servei.

El primer bescanviador (E-202) té com a objectiu escalfar la mescla reactiva formada per metanol i aire abans de la seva entrada al reactor FORMOX. Aquesta operació és especialment crítica ja que la temperatura d'alimentació condiciona directament el desenvolupament de la reacció catalítica i, per tant, el rendiment global de la reacció. Per aquest motiu, en aquest intercanviadors s'utilitza un circuit independent de Therminol 66 operant aproximadament a 300ºC. La necessitat d'assolir temperatures elevades abans de l'entrada al reactor fa imprescindible l'ús d'un fluid tèrmic capaç de treballar de manera segura en aquest rang de temperatures. Un control adequat d'aquest equip és essencial per garantir l'estabilitat del procés i evitar desviacions que podrien afectar la conversió del metanol o la selectivitat cap al formaldehid.

El segon bescanviador (E-302) s'utilitza per escalfar el corrent procedent de l'absorbidor abans de la seva alimentació a la columna de destil·lació. En aquest cas, l'escalfament es realitza mitjançant Therminol 66 procedent del mateix circuit utilitzat a la refrigeració dels reactors. Tot i que aquest fluid actua com a refrigerant del reactor, la temperatura del fluid a 265ºC en aquest cas és suficientment elevada com per ser una font de calor en aquest cas, a diferència del que succeeix al reactor.

Finalment, el tercer bescanviador (E-303) té la funció de refredar el corrent de formaldehid que surt de la columna de destil·lació abans del seu emmagatzematge. Per aquesta operació s'utilitza aigua de refrigeració a 20 ºC com a fluid de servei. L'objectiu és reduir la temperatura del producte final fins a un valor adequat per a les operacions

posteriors de manipulació i emmagatzematge, minimitzant riscos operatius i evitant pèrdues de producte per evaporació. A diferència dels altres dos equips, aquest bescanviador treballa per eliminar la calor residual que conté el corrent de procés abans de la seva expedició o emmagatzematge.

D'aquesta manera és possible mantenir les temperatures de sortida de les corrents de procés dins dels valors de disseny establerts, contribuint a la seguretat, l'eficiència energètica i la fiabilitat operativa de la instal·lació.

2.3.4. Reboilers i Evaporadors (E-201 i RB-301)

En el procés s'utilitzen dos equips de tipus *kettle reboiler* que treballen amb Therminol 66 com a fluid calefactor. Aquest fluid tèrmic circula a una temperatura aproximada de 265 ºC i aporta la calor necessària per vaporitzar corrents del procés. Tot i que els dos equips tenen la mateixa tipologia constructiva, la seva funció dins de la planta és diferent: un actua com a evaporador del metanol d'alimentació (E-201) i l'altre com a reboiler de la columna de destil·lació final (RB-301).

En aquest equip, el metanol líquid entra a la carcassa del *kettle reboiler* i rep calor del Therminol 66, que circula pel feix tubular. A mesura que el metanol absorbeix energia, es produeix el canvi de fase de líquid a vapor. El vapor generat surt de l'equip i es dirigeix cap al mesclador, on s'uneix amb el corrent d'aire.

El segon *kettle reboiler* està associat a la columna de destil·lació situada al tram final del procés. En aquest cas, la seva funció és aportar calor al fons de la columna per generar el vapor ascendent necessari per dur a terme la separació dels components.

El líquid procedent del fons de la columna entra al *kettle reboiler*, on s'escalfa mitjançant el Therminol 66 que circula pels tubs. Una part del líquid es vaporitza i retorna a la columna com a vapor de reescalfament, mentre que la fracció líquida restant constitueix el corrent de fons o es manté en circulació segons la configuració de l'equip. El vapor generat ascendeix per la columna i entra en contacte amb el líquid descendent, permetent la transferència de matèria necessària per a la separació.

Aquest equip és essencial per al funcionament de la columna, ja que proporciona l'energia tèrmica que manté el flux de vapor intern. La selecció d'un *kettle reboiler* és adequada en aquest servei perquè ofereix una operació estable, permet una bona separació entre la fase líquida i la fase vapor i facilita el control del nivell de líquid al fons de la columna.

En ambdós casos, el Therminol 66 actua com a fluid calefactor indirecte i no entra en contacte amb els corrents de procés. La seva temperatura de treball, al voltant de 265 ºC, permet aportar la calor necessària per a la vaporització sense requerir vapor d'aigua a alta pressió. Aquesta configuració proporciona un intercanvi de calor controlat i coherent amb les necessitats tèrmiques del procés.

2.3.5 . Condensadors (E-301 i CN-301)

En el procés s'utilitzen dos condensadors que treballen amb aigua de refrigeració com a servei auxiliar. L'aigua entra als equips a una temperatura aproximada de 20 ºC i permet retirar calor dels corrents de procés. Tot i que els dos equips tenen com a funció principal refredar i condensar parcialment o totalment una mescla, el seu paper dins de la planta és diferent: un actua com a condensador parcial a la sortida del reactor i l'altre com a condensador de cap de la columna de destil·lació.

El primer condensador està situat després del reactor FORMOX. La seva funció és refredar el corrent gasós que surt del reactor fins a una temperatura aproximada de 40 ºC abans de la seva entrada a l'absorbidor. Durant aquest refredament es condensen els components més fàcilment condensables de la mescla, principalment el metanol no reaccionat, el formaldehid format i l'aigua generada o present en el procés. En canvi, els components més volàtils, com el nitrogen, l'oxigen i el monòxid de carboni, romanen majoritàriament en fase gasosa.

Aquest equip no actua com un condensador total, ja que no es busca liquar completament el corrent de sortida del reactor. El seu objectiu principal és reduir la temperatura de la mescla i separar parcialment la fracció condensable abans de l'etapa d'absorció. Aquesta operació és important perquè facilita el funcionament posterior de l'absorbidor, redueix la càrrega tèrmica del sistema i permet que el corrent entri en unes condicions més adequades per a la transferència de matèria.

El segon condensador està associat a la columna de destil·lació situada al tram final del procés. En aquest cas, la seva funció és condensar el vapor que surt pel cap de la columna i permetre la generació del reflux necessari per mantenir la separació. La columna treballa amb una relació de reflux igual a 2, de manera que una part del líquid condensat retorna a la columna com a reflux, mentre que la resta constitueix el corrent de destil·lat.

El vapor procedent del cap de la columna entra al condensador i cedeix calor a l'aigua de refrigeració que circula per l'equip. Com a resultat, el vapor es transforma en líquid condensat. El retorn d'una part d'aquest líquid a la part superior de la columna permet

millorar el contacte entre el vapor ascendent i el líquid descendent, afavorint la separació dels components segons la seva volatilitat.

Aquest condensador és essencial per al funcionament estable de la columna, ja que permet controlar el reflux i retirar la calor associada a la condensació del vapor de cap. La utilització d'aigua de refrigeració a 20 ºC és adequada per a aquest servei, ja que proporciona un refredament indirecte suficient sense entrar en contacte amb els corrents de procés.

En ambdós casos, l'aigua de refrigeració actua com a fluid fred indirecte i circula separada dels corrents de procés. Aquesta configuració permet retirar calor de manera controlada, evita la contaminació entre fluids i és coherent amb les necessitats tèrmiques del procés. El primer condensador prepara el corrent de sortida del reactor per a l'absorció, mentre que el segon garanteix el reflux necessari per al correcte funcionament de la columna de destil·lació.

2.3.6 . Caldera (CAL-601)

Les calderes són els equips encarregats de tornar a escalfar el fluid tèrmic fins a la temperatura de treball requerida, amb l'objectiu de donar servei als equips del procés que necessiten aportació de calor. En aquest cas, la caldera CAL-601 s'utilitza per reescalfar el Therminol 66 del circuit tèrmic després del seu pas pel bescanviador E-202, on aquest fluid ha cedit part de la seva energia per escalfar la mescla reactiva abans de l'entrada al reactor FORMOX.

A la caldera arriba el Therminol 66 a una temperatura de 271 ºC i s'escalfa fins a 300 ºC. Aquest augment de temperatura permet recuperar el nivell tèrmic necessari perquè el fluid pugui continuar circulant pel circuit i aportar calor de manera adequada al corrent de procés. Segons la fitxa de l'equip, el cabal de Therminol 66 és de 178.373,5 kg/h i la potència tèrmica de l'equip és de 3.750 kW.

L'escalfament del fluid tèrmic es realitza mitjançant la combustió de gas natural, amb un consum estimat de 425 Nm^3/h. La calor alliberada en aquesta combustió es transfereix al Therminol 66, que actua com a fluid intermedi entre la caldera i el procés. L'ús d'un oli tèrmic és adequat en aquest cas perquè permet treballar a temperatures elevades sense necessitat de pressuritzar excessivament el circuit, fet que simplifica l'operació i redueix les exigències mecàniques respecte a altres fluids calefactors.

La caldera seleccionada correspon al model GFT 300 de l'empresa Pirobloc. L'equip presenta unes dimensions aproximades de 3,01 m d'altura, 5,56 m de longitud i 2,50 m

d'amplada, amb un pes de 11.000 kg. Aquestes característiques permeten considerar-lo un equip industrial adequat per al servei tèrmic requerit dins del circuit de Therminol 66 associat al preescalfament de la mescla reactiva.

2.3.7. Aerorefrigerador (ACHE-601)

L'aerorefrigerador ACHE-601 és l'equip encarregat de refredar de manera final el retorn del circuit de Therminol 66, amb l'objectiu d'ajustar la temperatura del fluid tèrmic abans que continuï circulant pel procés. Aquest circuit dona servei als bescanviadors de calor que escalfen diferents corrents de procés i també actua com a fluid refrigerant en els reactors FORMOX disposats en paral·lel.

A l'aerorefrigerador arriba el Therminol 66 a una temperatura de 265,62 ºC i es refreda fins a 265 ºC. Tot i que la diferència de temperatura és reduïda, aquest refredament permet fer un ajust fi de la temperatura del circuit i assegurar que el fluid retorna a les condicions adequades d'operació. Segons la fitxa de l'equip, el cabal de Therminol 66 és de 648.642 kg/h i la potència tèrmica retirada és de 300 kW.

El refredament es realitza mitjançant aire impulsat per ventiladors, sense necessitat d'utilitzar aigua de refrigeració. Aquesta configuració és adequada per a aquest servei, ja que permet dissipar calor directament a l'ambient i simplifica la gestió del sistema auxiliar de refrigeració. L'equip disposa de 6 mòduls i els ventiladors tenen una potència total de 25 kW, suficient per garantir el pas d'aire necessari a través de la superfície d'intercanvi.

L'aerorefrigerador seleccionat correspon al model ACE Model E de l'empresa Alfa Laval. L'equip presenta unes dimensions aproximades de 3,5 m d'altura, 8 m de longitud i 5 m d'amplada, amb un pes de 11.000 kg. Aquestes característiques permeten considerar-lo un equip industrial adequat per al refredament de trim del circuit de Therminol 66 associat als bescanviadors de calor i als reactors FORMOX del procés.

2.3.8 . Torre de refrigeració (TR-601)

La torre de refrigeració TR-601 és l'equip encarregat de refredar l'aigua de servei que retorna dels condensadors del procés i del bescanviador de calor encarregat de refredar el producte final abans del seu emmagatzematge. La seva funció és reduir la temperatura d'aquest corrent d'aigua perquè pugui tornar a utilitzar-se com a fluid refrigerant, mantenint així el funcionament continu del circuit d'aigua de refrigeració.

A la torre arriba un cabal d'aigua de 650.878 kg/h a una temperatura de 32,63 ºC, i es refreda fins a 20 ºC. Aquest descens de temperatura permet recuperar la capacitat de refrigeració necessària perquè l'aigua pugui tornar als condensadors i al bescanviador final, retirant la calor dels corrents de procés corresponents. Segons la fitxa de l'equip, la potència tèrmica retirada és de 3.750 kW.

El refredament es duu a terme mitjançant el contacte de l'aigua amb aire impulsat pels ventiladors de la torre. Durant aquest procés, una petita part de l'aigua s'evapora i afavoreix l'extracció de calor de la resta del corrent. Aquest tipus d'equip és adequat quan es necessita refredar un cabal elevat d'aigua de servei i reutilitzar-lo dins d'un circuit tancat de refrigeració, reduint el consum d'aigua fresca respecte a un sistema d'un sol pas.

La torre seleccionada correspon a un model de l'empresa Baltimore Aircoil Company, concretament BAC Series 3000, S3E-1424-14U-2. L'equip presenta unes dimensions aproximades de 6,83 m d'altura, 8,59 m de longitud i 7,34 m d'amplada, amb un pes buit de 22.915 kg. Aquestes característiques permeten considerar-lo un equip industrial adequat per al servei de refrigeració dels condensadors del procés i del bescanviador de calor associat al refredament del producte final abans de l'emmagatzematge.

2.3.9 . Columna d'absorció (AC-301)

La columna d'absorció AC-301 és l'equip encarregat de recuperar el formaldehid i part del metanol presents en el corrent gasós procedent del reactor, separant-los dels gasos no condensables, principalment nitrogen, oxigen i monòxid de carboni. Per aconseguir-ho, la columna opera mitjançant contacte en contracorrent entre el corrent gasós ascendent, alimentat per la part inferior de l'equip, i un corrent d'aigua freda introduït per la part superior, que actua com a absorbent. D'aquesta manera, els components més solubles en aigua, especialment el formaldehid, es transfereixen a la fase líquida, mentre que els gasos no absorbibles abandonen la torre pel cap.

La torre s'ha modelitzat a Aspen HYSYS com una columna de rebliment amb 12 etapes teòriques, utilitzant el paquet termodinàmic NRTL-PR.

L'elecció d'una columna de rebliment es justifica pel tipus de servei de la unitat. Els rebliments estructurats són habituals en aplicacions on és important minimitzar la pèrdua de pressió, i els rebliments poden presentar una caiguda de pressió molt inferior a la dels plats en aplicacions similars. A més, els autors indiquen que les torres de rebliment proporcionen contacte continu entre vapor i líquid, presenten una gran

àrea oberta i poden operar amb menors pèrdues de càrrega globals que les torres de plats [1].

En el cas de la columna AC-301, aquest criteri és especialment adequat perquè el procés treballa a una pressió moderada, propera a 1,2 bar, i amb una fase gasosa important. L'ús de rebliment permet afavorir el contacte gas-líquid sense penalitzar excessivament la pressió del sistema. A més, el document consultat assenyala que el rebliment estructurat és especialment avantatjós en sistemes de baixa pressió i amb elevada capacitat de tractament de vapor, fet que reforça la selecció d'aquest tipus d'intern per a aquesta aplicació.

L'alçada útil de contacte s'ha estimat a partir del nombre d'etapes teòriques i de l'espaiat equivalent introduït a HYSYS, obtenint-se un valor aproximat de 6 m. Considerant, a més, els marges necessaris a la zona superior i inferior de la columna per a la distribució del líquid, l'entrada del gas, la separació de fases i les toleràncies constructives, s'estima una alçada total de la torre d'aproximadament de 7,12 m.

Cal indicar que la simulació s'ha dut a terme assumint una eficiència unitària a cada etapa, és a dir, considerant que totes les etapes es comporten com a etapes ideals. Aquesta hipòtesi és habitual en una fase preliminar de disseny, però en una columna real l'eficiència de cada plat depèn de factors com la hidrodinàmica, les propietats físiques del sistema i les condicions d'operació. En columnes de plats, la bibliografia especialitzada descriu habitualment el comportament real mitjançant la eficiència de Murphree [2] o bé mitjançant eficiències globals de columna, mentre que en torres de rebliment és més habitual treballar amb metodologies basades en HTU i NTU.

Quant als materials de construcció, es proposa l'ús d'acer inoxidable 316L tant per a la carcassa com per als interns principals de la torre. Aquesta elecció es justifica per la presència d'una fase aquosa amb formaldehid i metanol, així com per la necessitat de disposar d'un material amb bona resistència a la corrosió i una durabilitat adequada en operació contínua. Tot i que les condicions de temperatura i pressió no són especialment severes, l'ús d'acer inoxidable proporciona una solució conservadora i tècnicament adequada per a aquest servei.

2.3.10. Columna de destil·lació (DC-301)

La torre de destil·lació DC-301 té com a objectiu tractar la corrent líquida procedent de la torre d'absorció, rica en aigua, formaldehid i petites quantitats de metanol i els gasos

que s'han dissolt, amb la finalitat de reduir-ne el contingut en aigua i separar-ne els components més volàtils. D'aquesta manera, s'obté una corrent de fons més concentrada en formaldehid. Aquesta etapa no té per finalitat obtenir directament la dissolució comercial final, sinó generar una corrent intermèdia adequada per al condicionament posterior del producte. Així, en una etapa final del procés, la composició podrà ajustar-se mitjançant l'addició controlada de metanol fins a assolir aproximadament un 37% en massa de formaldehid, un 7% en massa de metanol i la resta aigua.

La columna s'ha modelitzat a HYSYS com una columna de rebliment amb 16 etapes teòriques, amb l'alimentació introduïda a l'etapa 13. El sistema disposa de condensador parcial i rebullidor, i s'ha fixat un reflux ratio de 2 i boilup ratio de 0,7071, valors que permeten afavorir la separació entre els components més volàtils i la corrent líquida enriquida en formaldehid.

Per al correcte funcionament de la columna de destil·lació és necessària la incorporació de dos equips d'intercanvi tèrmic: un condensador a la part superior i un reboiler a la part inferior.

Pel que fa als materials de construcció, es proposa l'ús d'acer inoxidable 316L, tant per a la carcassa com per als interns principals de la columna, atesa la presència d'una fase aquosa amb formaldehid i metanol i la necessitat de garantir una resistència adequada a la corrosió.

Finalment, la simulació s'ha realitzat assumint etapes ideals, és a dir, una eficiència unitària a cada plat. Aquesta hipòtesi és adequada en una fase preliminar de disseny, tot i que en un desenvolupament posterior caldria corregir el nombre d'etapes a partir d'eficiències reals. En conjunt, la torre DC-301 constitueix una etapa clau en la concentració del producte, ja que permet obtenir una corrent intermèdia més rica en formaldehid i apta per a l'ajust final de composició.

2.3.11. Tanc pulmó (TP-301)

El tanc pulmó TP-301 es troba situat a la sortida del condensador CN-301 i té com a funció principal emmagatzemar temporalment el condensat procedent del cap de la columna de destil·lació DC-301. Aquest equip proporciona un volum d'acumulació que permet absorbir les fluctuacions entre la condensació dels vapors i les necessitats de les corrents de reflux i destil·lat, contribuint a un funcionament més estable de la columna.

Des del TP-301, el condensat es distribueix en dues corrents diferenciades: una fracció es retorna a la part superior de la columna com a reflux, mentre que la resta s'extreu com a producte destil·lat. La presència d'aquest tanc facilita el control del nivell de líquid disponible i permet regular adequadament la relació entre reflux i destil·lat, paràmetre fonamental per garantir l'eficiència de la separació.

A causa de la disposició de l'equip dins de la planta i de les condicions de pressió existents en el sistema, la circulació del condensat es realitza aprofitant les condicions hidràuliques disponibles, sense necessitat d'incorporar equips de bombeig associats. D'aquesta manera, es redueix la complexitat de la instal·lació i es minimitzen els requeriments de manteniment, mantenint alhora l'operativitat del procés.

El dimensionament d'aquest equip s'ha realitzat a partir del cabal d'entrada de la corrent, corresponent a 4,53 m3/h, així com de les condicions d'operació del sistema, amb una pressió de 376,13 kPa i una temperatura de 135 ºC.

Per al càlcul del volum útil del tanc s'ha establert un temps de residència de 2 minuts, seleccionat d'acord amb les característiques de la mescla i els requeriments operatius del procés. A partir del cabal i del temps de residència definits, s'ha determinat el volum necessari del tanc incorporant un marge de sobredimensionament del 15% per garantir un funcionament adequat en diferents situacions d'operació.

El disseny mecànic del tanc pulmó TP-301, tal com s'indica al capítol de manual de càlculs, s'ha realitzat mitjançant el codi ASME. En aquest codi es troba reflectit el procediment el qual s'ha de seguir per tal de realitzar el dimensionament mecànic d'un tanc. S'ha obtingut un volum de tanc de 0,434m^3.

2.3.12. Mescladors (M)

Els mescladors del procés tenen com a funció principal homogeneïtzar diferents corrents abans de la seva entrada a una etapa posterior del procés o abans de l'obtenció del producte final. En total, es consideren dos equips de mescla, identificats com M-201 i M-301, diferenciats segons la naturalesa de les corrents tractades i l'objectiu específic de cadascun.

El mesclador M-201 s'utilitza per barrejar el corrent d'aire comprimit amb el corrent de metanol en fase vapor abans de l'entrada al reactor. Per aquest servei es proposa l'ús d'un mesclador estàtic en línia, ja que permet obtenir una mescla homogènia entre gasos i vapors sense necessitat de parts mòbils. Aquest tipus d'equip presenta un disseny senzill, una baixa necessitat de manteniment i és adequat per treballar en

continu. En aquest cas, la qualitat de mescla és especialment important, ja que la relació aire-metanol condiciona directament l'alimentació al reactor.

El mesclador M-301 s'encarrega de barrejar les corrents líquides miscibles que intervenen en l'ajust de la composició del producte final. Aquest equip rep una corrent principal líquida i dues corrents secundàries, entre les quals es troba el metanol necessari per estabilitzar la solució de formaldehid. Per aquest motiu, també es proposa un mesclador estàtic, ja que permet garantir una composició uniforme del producte final sense necessitat d'un equip agitat. El seu dimensionament s'ha dut a terme seguint el mateix criteri general aplicat als mescladors anteriors, verificant prèviament que el règim de circulació és turbulent.

Pel que fa als materials de construcció, es proposa l'ús d'acer inoxidable 316L per als dos mescladors. Aquesta selecció es justifica per la presència de compostos com metanol, aigua i formaldehid, així com per les condicions d'operació del procés. L'acer inoxidable 316L presenta una bona resistència a la corrosió i és adequat per al contacte amb corrents líquids i gasosos amb presència de compostos orgànics i humitat. D'aquesta manera, es manté el mateix criteri de selecció de materials aplicat a altres equips principals de la planta.

El diàmetre dels mescladors ve determinat pel diàmetre de la canonada corresponent al tram on s'instal·len. Per tant, el diàmetre nominal de cada mesclador s'adapta directament a la línia de procés. A partir del dimensionament realitzat, s'han obtingut les longituds necessàries i les pèrdues de càrrega estimades que es mostren a la taula següent.

Taula 2.3. Dimensionament dels mescladors.

Equip	Servei	Diàmetre intern (m)	Longitud (m)	Caiguda de pressió estimada (kPa)
M-201	Mescla aire comprimit i metanol vapor	0,86816	4,59	2
M-301	Mescla de corrents líquides miscibles	0,0669	0,38	9,58

2.3.13. Descalcificador d'aigua (DESC-601)

El sistema de descalcificació té com a finalitat reduir la concentració de sals responsables de la duresa de l'aigua, principalment calci i magnesi, presents en l'aigua d'aportació al procés. L'eliminació d'aquests compostos permet disposar d'una aigua de major qualitat, minimitzant la formació d'incrustacions, dipòsits i problemes operatius en els equips situats aigües avall de la instal·lació.

En el procés projectat, l'aigua descalcificada s'utilitza com a aigua d'alimentació del sistema d'absorció, contribuint a millorar la puresa del medi absorbent i garantint unes condicions d'operació més estables i eficients. La reducció de la duresa evita la precipitació de sals en canonades, intercanviadors de calor, bombes i altres equips de procés, allargant-ne la vida útil i reduint les necessitats de manteniment.

El funcionament del descalcificador es basa en un procés d'intercanvi iònic mitjançant una resina catiònica. A mesura que l'aigua travessa el llit de resina, els ions de calci (Ca^{2+}) i magnesi (Mg^{2+}) són retinguts i substituïts per ions sodi (Na^{+}), obtenint-se una aigua amb una duresa residual molt baixa. Quan la capacitat d'intercanvi de la resina s'esgota, aquesta es regenera automàticament mitjançant una solució de salmorra procedent del dipòsit de sal, recuperant la seva capacitat d'eliminació de la duresa i permetent el funcionament continu del sistema.

La instal·lació està formada per una ampolla de resina d'intercanvi iònic, una vàlvula automàtica de control i un dipòsit de salmorra destinat a la regeneració periòdica del llit de resina. El conjunt garanteix un subministrament continu d'aigua descalcificada adequada per a les necessitats del procés industrial i contribueix a assegurar la qualitat de l'aigua utilitzada en el sistema d'absorció.

2.4. Llistat dels equips

A continuació es presenten taules amb el llistat d'equips per àrees. En cadascuna d'aquestes taules apareixen els materials corresponents, el preu dels equips i els paràmetres de disseny més importants d'aquests.

2.4.1. Magatzem de matèria primera (A-100)

Taula 2.4. Magatzem matèria primera (A-100)

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	LLISTAT D'EQUIPS				Full 1 de 1
	Àrea planta	A-100	**Data**	05/06/2026	**Revisió**	10/06/2026

Item	Equip	Material	Preu	Paràmetre disseny	
TE-101	Tanc d'emmagatzematge de metanol	AISI 316L	142.666,00 €	Volum (m3)	278
TE-102	Tanc d'emmagatzematge de metanol	AISI 316L	142.666,00 €	Volum (m3)	278

2.4.2. Pretractament i reacció (A-200)

Taula 2.5. Pretractament i reacció (A-200)

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	LLISTAT D'EQUIPS				Full 1 de 1
	Àrea planta	A-200	**Data**	05/06/2026	**Revisió**	10/06/2026

Item	Equip	Material	Preu	Paràmetre disseny	
E-201	Bescanviador de calor	ASTM A516 Gr.70	44.929,00 €	Àrea (m2)	23,3
E-202	Bescanviador de calor	ASTM A516 Gr.70	135.966,00 €	Àrea (m2)	444,17
M-201	Mesclador estàtic aire-metanol	AISI 316L	30.000,00 €	Longitud (mm)	4590
				Diàmetre (mm)	868,16
R-201	Reactor catalític	SA-516 Gr.70 / SA-213 TP316L	416.922,00 €	Volum (m3)	38,12
R-202	Reactor catalític	SA-516 Gr.70 / SA-213 TP316L	416.922,00 €	Volum (m3)	38,12

2.4.3. Operacions de separació (A-300)

Taula 2.6. Operacions de separació (A-300)

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT D'EQUIPS					Full 1 de 1
Àrea planta	A-300	**Data**	05/06/2026	**Revisió**	10/06/2026

Item	Equip	Material	Preu	Paràmetre disseny	
E-301	Bescanviador de calor	ASTM A416 Gr.70	150.397,00 €	Àrea (m2)	496,49
E-302	Bescanviador de calor	AISI 316L	48.136,00 €	Àrea (m2)	16,9
E-303	Bescanviador de calor	AISI 316L	57.821,00 €	Àrea (m2)	61,7
M-301	Mesclador estàtic aigua-formaldehid-metanol	AISI 316L	4.425,00 €	Longitud (mm)	380
R-201	Reactor catalític	SA-516 Gr.70 / SA-213 TP316L	416.922,00 €	Diàmetre (mm)	66,9
TP-301	Tanc pulmó	AISI 316L	20.762,00 €	Volum (m3)	0,434
CA-301	Columna d'absorció	AISI 316L	438.167,00 €	Volum (m3)	33,43
DC-301	Columna de destil·lació	AISI 316L	265.501,00 €	Volum (m3)	16,61
CN-301	Bescanviador de calor / Condensador	AISI 316L	57.037,00 €	Àrea (m2)	58,4
RB-301	Bescanviador de calor / Reboiler	AISI 316L	79.685,00 €	Àrea (m2)	77,2

2.4.4. Magatzem de producte (A-500)

Taula 2.7. Magatzem de producte (A-500)

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	LLISTAT D'EQUIPS				Full 1 de 1
	Àrea planta	A-500	**Data**	05/06/2026	**Revisió**	10/06/2026

Item	Equip	Material	Preu	Paràmetre disseny	
TE-501	Tanc d'emmagatzematge de formaldehid 37%	AISI 316L	211.009,00 €	Volum (m3)	485
TE-502	Tanc d'emmagatzematge de formaldehid 37%	AISI 316L	211.009,00 €	Volum (m3)	485

2.4.5. Serveis i manteniment (A-600)

Taula 2.8. Serveis i manteniment (A-600)

LLISTAT D'EQUIPS					Full 1 de 1
Àrea planta	A-600	**Data**	05/06/2026	**Revisió**	10/06/2026

Item	Equip	Material	Preu	Paràmetre disseny	
ACHE-601	Aerorefrigerador Therminol 66	Acer Inoxidable	250.000,00 €	Potència (kW)	25
CAL-601	Caldera Therminol 66	ASTM A106 Gr. B	350.000,00 €	Potència tèrmica (kW)	3750
TR-601	Torre de refrigeració	AISI 316L	350.000,00 €	Potència ventilador (kW)	9330
DESC-601	Descalcificadora	PRFV i HDPE	30.000,00 €	-	-

2.5. Fulls d'especificacions dels equips

A continuació es presenten els fulls d'especificacions de cadascun dels equips classificats per àrees, amb informació més detallada sobre els paràmetres de disseny més importants i necessaris per construir-los.

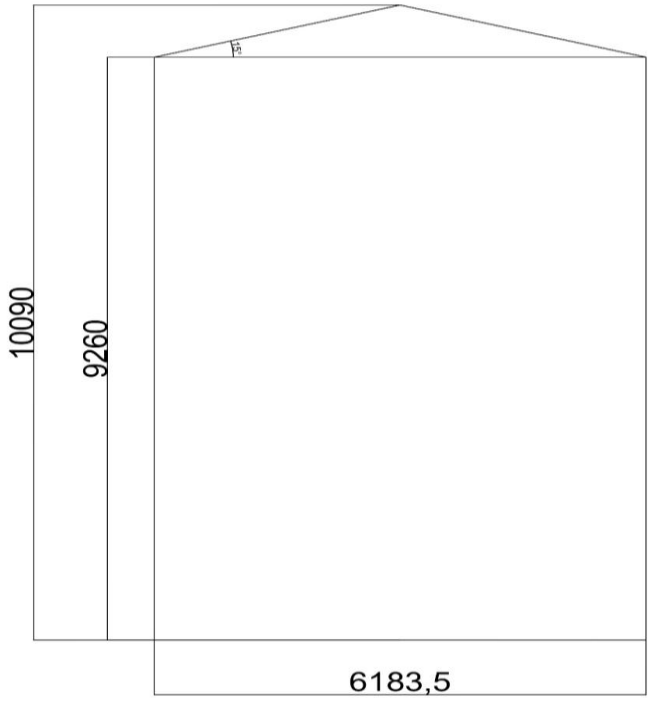
2.5.1. Magatzem de matèria primera (A-100)

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge metanol				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	100	**Ítem**	TE-101

DADES GENERALS	
Denominació	Tanc d'emmagatzematge
Finalitat	Emmagatzemar
Cost (€)	142.666,00
DADES D'OPERACIÓ	
Fluid	Metanol
Temperatura d'operació (ºC)	25
Pressió d'operació (kPa)	101,3
Densitat (kg/m^3)	790
Nivell de líquid (m)	10,14
% Ocupació	85
Pes operació (kg)	199.084,71
DADES DE DISSENY	
Temperatura de disseny (ºC)	40
Volum de líquid (m^3)	241,2
Diàmetre extern (m)	6,1835
Alçada total (m)	10,1
Posició	Vertical
Geometria capçal / cos / fons	Cònic / Cilíndric / Pla
Grossor capçal / cos / fons (mm)	7.47 / 4.24 / 8.85
Alçada capçal / cos / fons (m)	0.8293 / 9.262 / 0,00885
Diàmetre capçal / cos / fons (m)	6.19 / 6.175 / 6.225
Volum total del tanc (m^3)	278
Pes buit (kg)	8536,71
Material	AISI 316L
Norma de disseny	API 650
Radiografia	Parcial
Eficàcia de soldadura	0,85

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge metanol				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	100	**Ítem**	TE-101

ESQUEMA



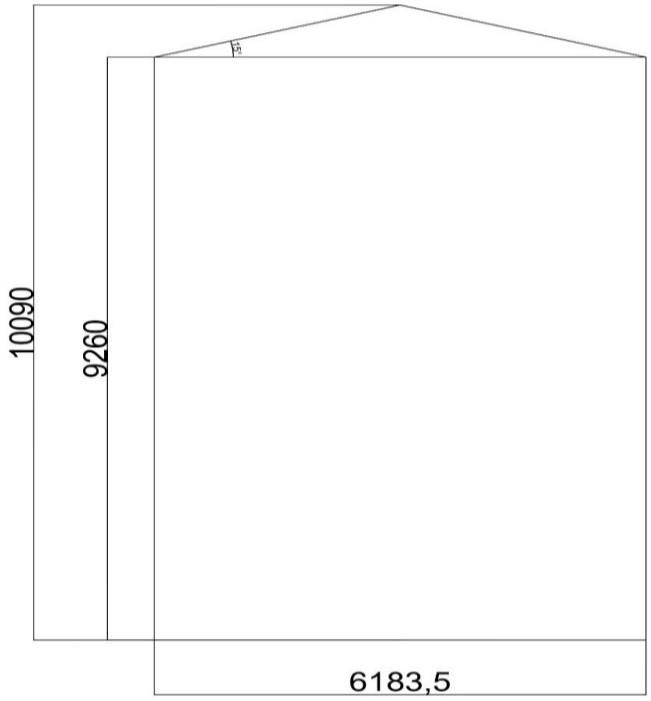
Diàmetre intern (mm)	Alçada total (mm)	Angle del sostre (º)
6183,5	10090	15

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge metanol				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	100	**Ítem**	TE-102

DADES GENERALS	
Denominació	Tanc d'emmagatzematge
Finalitat	Emmagatzemar
Cost (€)	142.666,00
DADES D'OPERACIÓ	
Fluid	Metanol
Temperatura d'operació (ºC)	25
Pressió d'operació (kPa)	101,3
Densitat (kg/m^3)	790
Nivell de líquid (m)	8,04
% Ocupació	85
Pes operació (kg)	199.084,71
DADES DE DISSENY	
Temperatura de disseny (ºC)	40
Volum de líquid (m^3)	241,2
Diàmetre extern (m)	6,1835
Alçada total (m)	10,1
Posició	Vertical
Geometria capçal / cos / fons	Cònic / Cilíndric / Pla
Grossor capçal / cos / fons (mm)	7.47 / 4.24 / 8.85
Alçada capçal / cos / fons (m)	0.8293 / 9.262 / 0,00885
Diàmetre capçal / cos / fons (m)	6.19 / 6.175 / 6.225
Volum total del tanc (m^3)	278
Pes buit (kg)	8536,71
Material	AISI 316L
Norma de disseny	API 650
Radiografia	Parcial
Eficàcia de soldadura	0,85

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge metanol				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	100	**Ítem**	TE-102

ESQUEMA



Diàmetre intern (mm)	Alçada total (mm)	Angle del sostre (º)
6183,5	10090	15

2.5.2. Pretractament i reacció (A-200)

FULL D'ESPECIFICACIONS: Mesclador				Full 1 de 1
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	200	Ítem	M-201

DADES GENERALS	
Denominació	Mesclador estàtic gas
Funció de l'equip	Mescla de l'aire comprimit amb el metanol vapor abans del reactor
Components principals	Aire, metanol
Fase	Gas
Cost (€)	30.000,00

DADES D'OPERACIÓ	
Tipus de mescla	Estàtica
Temperatura (°C)	90
Pressió (bar)	1,7
Cabal total (m^3/h)	36769
Densitat mitjana (kg/m^3)	1,69
Viscositat mitjana (cP)	0,0206

DADES DE DISSENY	
Fabricant	PRIMIX
Model	ASME B16.5 WN/RF 125
Material	Acer inoxidable AISI 316L
Nombre d'elements	6
Tipus d'elements	Elements quatrilaterals / PMQ
Longitud (mm)	4590
Diàmetre (mm)	868,16

CORRENTS D'ENTRADA

Corrent	Q (m^3/s)	Q (m^3/h)	Diàmetre (mm)	Densitat (kg/m^3)	Viscositat (cP)
Aire comprimit	9,46	34070	868,16	1,665	0,02184
Metanol vapor	0,75	2699	264,72	1,971	0,006986

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026	
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026	
	Àrea	200	**Ítem**	E - 201	

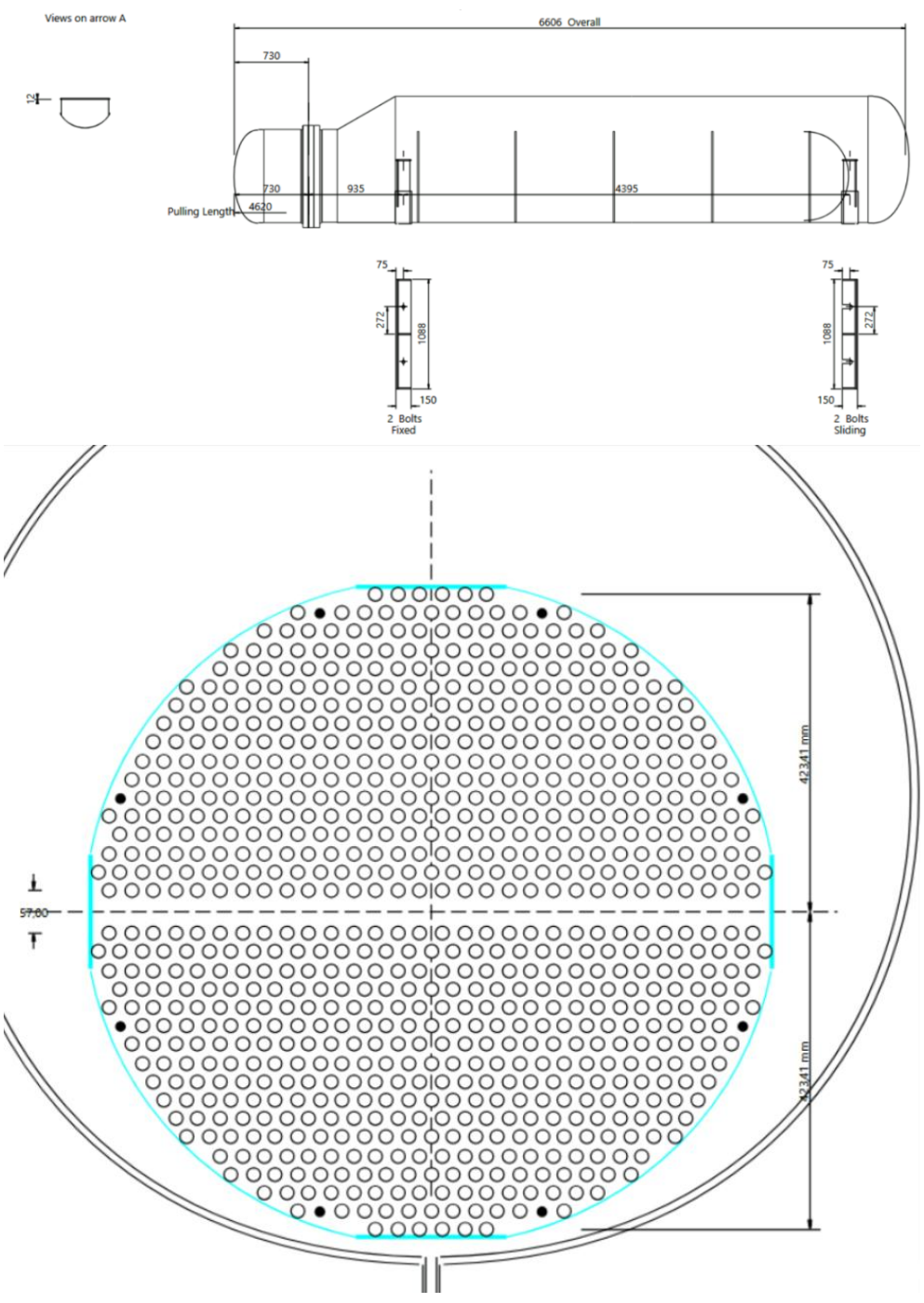
DADES GENERALS				
Denominació		E - 201		
Funció de l'equip		Evaporació el metanol abans de l'entrada al mesclador		
Components principals	**Carcassa**	Metanol		
	Tubs	Therminol 66		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		23,3	**Dimensions (mm)**	2440 / 900
Cost (€)		44.929,00	**Tipus**	Kettle Reboiler

DADES D'OPERACIÓ				
	Carcassa		**Tubs**	
	Entrada	**Sortida**	**Entrada**	**Sortida**
Cabal (kg/h)	5319,31		81440	
Líquid (kg/s)	1,478	0	22,62	22,62
Vapor (kg/s)	0	1,478	0	0
Temperatura (°C)	25,04	79,89	265	230
Pressió (bar)	1,8	1,8	3	2,61
Densitat (Kg/m^2)	786	1,913	817	848
Viscositat (mPa·s)	0,55	0,43	0,43	0,57
Calor específic (kJ/(kg·K))	3,604	1,542	2,42	2,3
Conductivitat tèrmica (W/(m·K))	0,1797	0,01719	0,094	0,1
Velocitat circulació (m/s)	0,362		1,66	
Calor latent (kJ/kg)	1066,96		0	
Calor bescanviat (kW)	1868,61	**MTD corregit (°C)**		167
Coeficient global (W/(m2·K))	**Net**	768,51		
	Brut	480,16		

DADES DE CONSTRUCCIÓ					
	Carcassa	**Tubs**			
Material	ASTM A516 Gr.70				
Temperatura de disseny (°C)	100	280			
Pressió de disseny (bar)	3	4			
Nº de passos per carcassa	1				
Pes equip buit (kg)	1900	**Pes amb aigua (kg)**			4200
Nº de tubs	80	**OD (mm)**	19	**Pitch (mm)**	28,5
Tipus	U-tube blunde	**Longitud (mm)**			4880
Carcassa ID (mm)	900	**Carcassa OD (mm)**			920
Nº baffle	-	**Espai C-C (mm)**			-
Tipus de baffle	-	**Posició**			Horitzontal
Codi de disseny	ASME VIII	**Tema Class**			Class B

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	200	Ítem	E - 201

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026	
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026	
	Àrea	200	**Ítem**	E - 202	

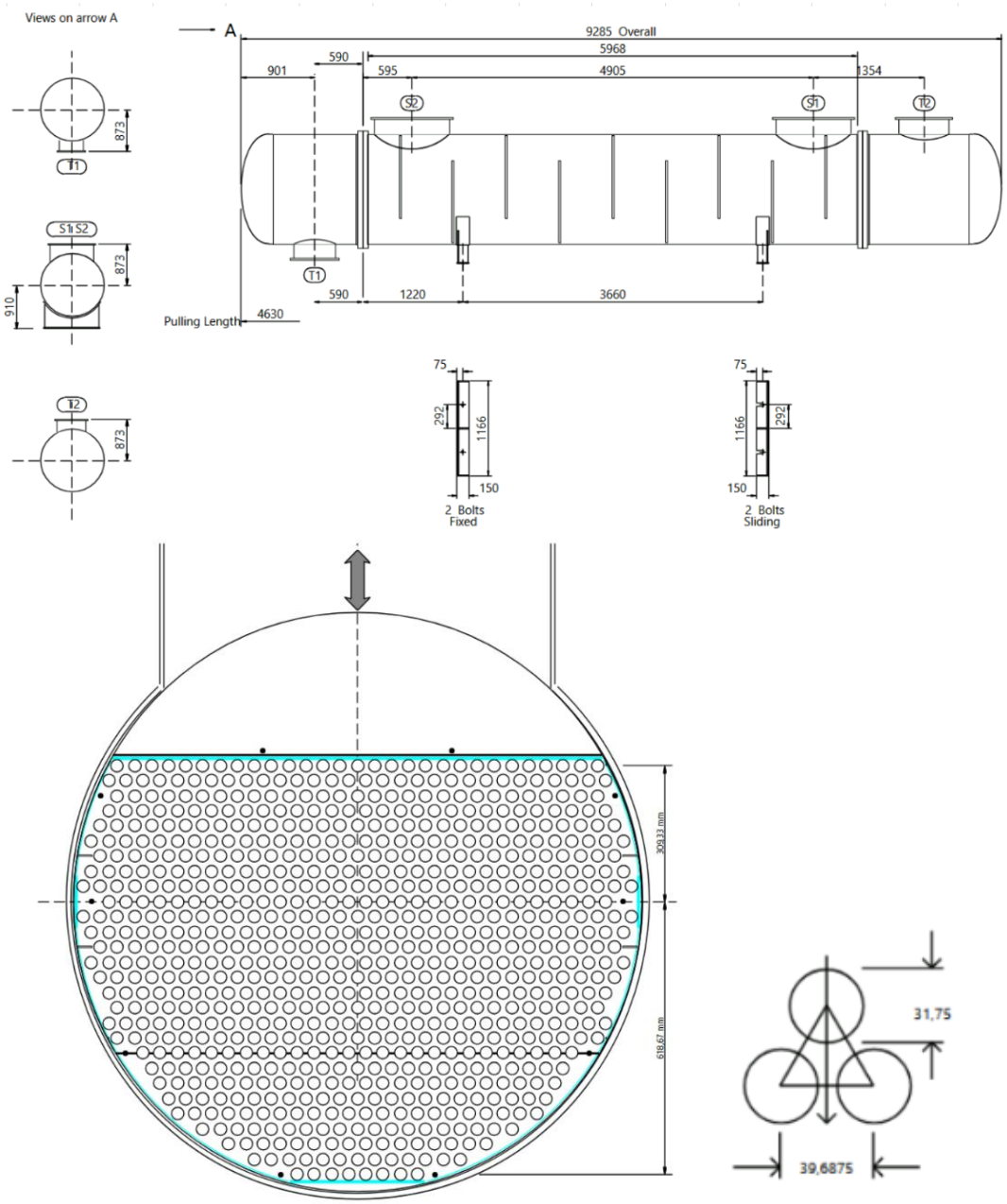
DADES GENERALS				
Denominació		E - 202		
Funció de l'equip		Escalfar mescla reactiva pre-reactor		
Components principals	**Carcassa**	Metanol + Aire		
	Tubs	Therminol 66		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		444,17	**Dimensions (mm)**	6100 / 1300
Cost (€)		135.966,00	**Tipus**	Carcassa i tubs

DADES D'OPERACIÓ					
		Carcassa		**Tubs**	
		Entrada	**Sortida**	**Entrada**	**Sortida**
Cabal (kg/h)		178373,45		62040	
Líquid (kg/s)		49,55	49,55	0	0
Vapor (kg/s)		0	0	17,23	17,23
Temperatura (°C)		300	271	89,78	280
Pressió (bar)		3	2,95	1,69	1,62
Densitat (Kg/m^2)		806	832	1,645	1,018
Viscositat (mPa·s)		0,403	0,492	0,0205	0,02791
Calor específic (kJ/(kg·K))		2,589	2,462	1,07	1,144
Conductivitat tèrmica (W/(m·K))		0,094	0,0981	0,029	0,42
Velocitat (m/s)		0,358		29,85	
Calor latent (kJ/kg)		0		0	
Calor bescanviat (kW)		3628,88	**MTD corregit (°C)**		73,15
Coeficient global (W/(m2·K))	**Net**	114,45			
	Brut	111,69			

DADES DE CONSTRUCCIÓ					
	Carcassa	**Tubs**			
Material	ASTM A516 Gr.70				
Temperatura de disseny (°C)	300	280			
Pressió de disseny (bar)	3	1,69			
Nº de passos per carcassa	1				
Pes equip buit (kg)	11426	**Pes amb aigua (kg)**			18993
Nº de tubs	730	**OD (mm)**	31,75	**Pitch (mm)**	28,5
Tipus	Disposició triangular	**Longitud (mm)**			4880
Carcassa ID (mm)	1300	**Carcassa OD (mm)**			1320
Nº baffle	9	**Espai C-C (mm)**			650
Tipus de baffle	Segmental simple, baffle cut 25%	**Posició**			Horitzontal
Codi de disseny	ASME VIII	**Tema Class**			Class B

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	200	Ítem	E - 202

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Reactor				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	200	**Ítem**	R-201 i R-202

DADES GENERALS			
Cost (€)	416.922,00	**Nº Tubs**	4 200
Funció	Reacció de producció de formaldehid		

COMPONENTS PRINCIPALS			
Carcassa	Therminol 66	**Tubs (gas)**	MeOH / O_2 / N_2 / HCHO / H2O / CO

DADES D'OPERACIÓ	Carcassa		Tubs	
	Entrada	**Sortida**	**Entrada**	**Sortida**
Fluid	Therminol 66	Therminol 66	MeOH / O_2 / N_2	HCHO / MeOH / H_2O
Temperatura (°C)	265	292,5	280	294,6
Pressió (bar)	1	1	1,6	1,41
Cabal màsic (kg/h)	180 000		31 028	
Densitat (kg/m³)	863	832	1,017	0,7617
Viscositat (mPa·s)	0,62	0,47	0,02791	0,02735
Velocitat circulació (m/s)	0,0131	0,0131	1,79	2,19
Calor específic (kJ/kg·K)	2493	2624	1,144	1.159
Conductivitat tèrmica (W/m·K)	0,1044	0,1044	0,04175	0,04312

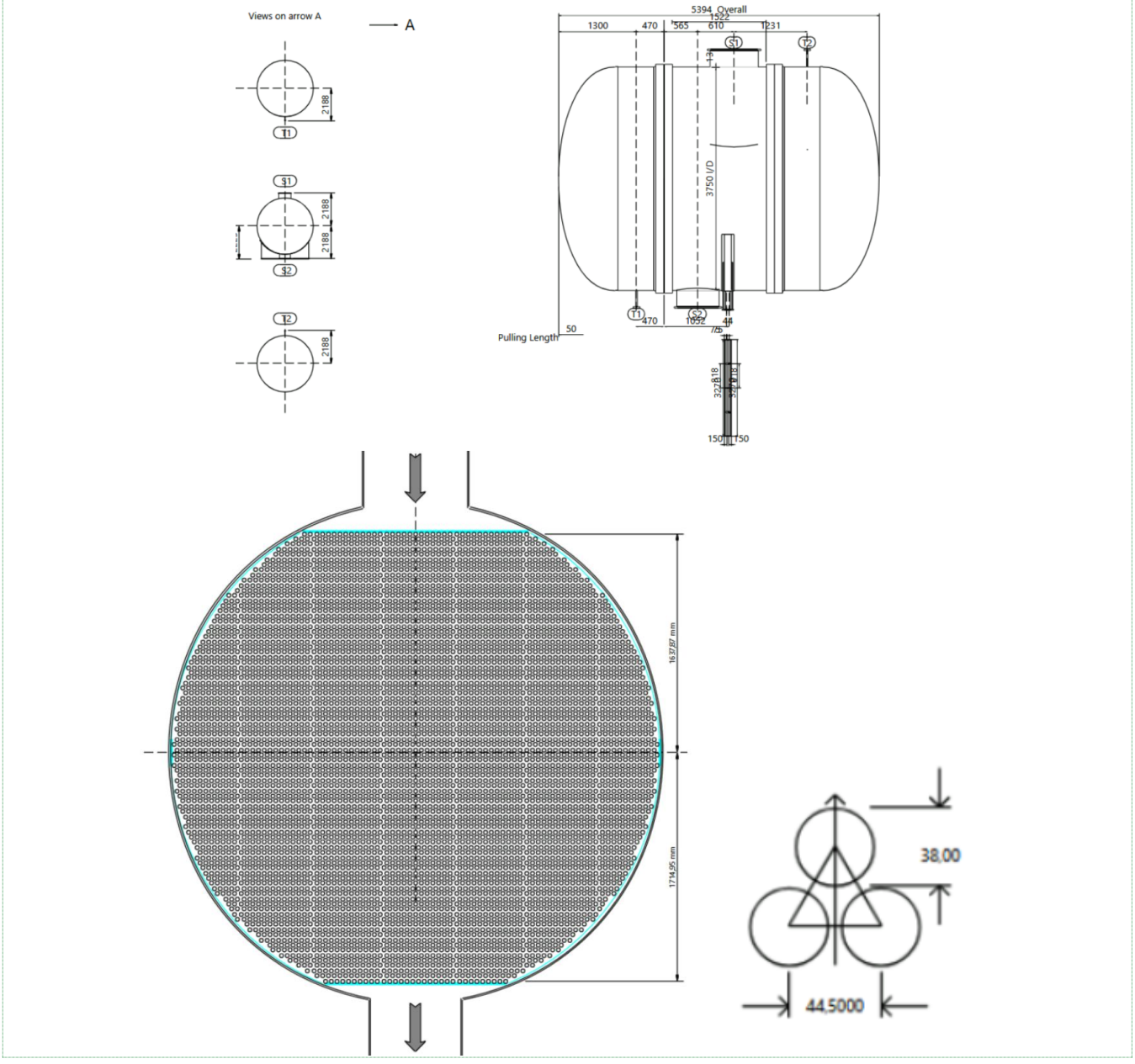
CATALIZADOR			
Tipus	$Fe_2(MoO_4)_3$ + MoO_3	**Forma**	Pellets / anells
Diàmetre partícula dp (mm)	4.5	**Densitat aparent ρb (kg/m³)**	850
Porositat llit ε	0,45	**Volum llit Vb (per reactor) (m³)**	8.57
Massa total (per reactor) (kg)	7 288		
Vida útil estimada	12 – 24 mesos	**T màx. Catal. (°C)**	380

DADES DE CONSTRUCCIÓ	Carcassa	Tubs
Material	SA-516 Gr.70	SA-213 TP316L
T disseny (°C)	345	420
P disseny (bar)	4	4
Norma / codi	ASME VIII Div.1 — TEMA-R	
Nº de passos	1 (carcassa)	1 (tubs)
Diàmetre interior (mm)	3 750	38.0 (Di) / 44.5 (De)
Longitud (mm)	3 400 (total) / 2 200 (cilindre)	1 800
Disposició mecanica	Vertical	
Disposició tubs	Triangular	
Pes buit (kg)	6600	25500
Pes en operació (kg)	55240	

FULL D'ESPECIFICACIONS: Reactor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	200	Ítem	R-201 i R-202

RENDIMENT I TRANSFERÈNCIA DE CALOR			
Producció HCHO (per reactor) (kmol/h)	78.00	**Producció HCHO (kg/h)**	2355
Àrea d'intercanvi de calor (m^2)	1057	**Q calor evacuat (MW)**	3.48
ΔT motriu (LMTD)	−47 °C	**U global ($W/(m^2 \cdot K)$)**	200
Z hotsopt (m)	0,27	**T màxima (hotspot) (ºC)**	350,5

ESQUEMA



2.5.3. Operacions de separació (A-300)

FULL D'ESPECIFICACIONS: Mesclador				Full 1 de 1
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	M-301

DADES GENERALS	
Denominació	Mesclador estàtic líquid
Funció de l'equip	Mescla de les corrents líquides per ajustar la composició del producte final.
Components principals	Aigua, formaldehid i metanol
Fase	Líquid
Cost (€)	4.425,00
DADES D'OPERACIÓ	
Tipus de mescla	Estàtica
Temperatura (°C)	29
Pressió (bar)	1,62
Cabal total (m^3/h)	16,35
Densitat mitjana (kg/m^3)	870
Viscositat mitjana (cP)	0,44
DADES DE DISSENY	
Fabricant	PRIMIX
Model	ASME B16.5 WN/RF 125
Material	Acer inoxidable AISI 316L
Nombre d'elements	6
Tipus d'elements	Elements helicoïdals / PMS
Longitud (mm)	380
Diàmetre (mm)	66,90

CORRENTS D'ENTRADA

Corrent	Q (m^3/s)	Q (m^3/h)	Diàmetre (mm)	Densitat (kg/m^3)	Viscositat (cP)
Corrent 4	0,000313	1,13	13,80	786,0	0,5444
Corrent 17	0,004078	14,68	66,90	870,5	0,4395
Corrent 15	0,000150	0,54	7,82	928,1	0,2199

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc pulmó				Full 1 de 1
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	300	**Ítem**	TP-301

DADES GENERALS	
Denominació	Tanc pulmó
Finalitat	Emmagatzemar temporalment el destil·lat
Cost (€)	20.762,00
DADES D'OPERACIÓ	
Fluid	Aigua, Formaldehid, Metanol
Temperatura d'operació (ºC)	120
Pressió d'operació (kPa)	160
Densitat (kg/m3)	930
Temps de residència (h)	0,0833
% Ocupació	85
Pes operació (kg)	615
DADES DE DISSENY	
Volum (m3)	0,434
Temperatura de disseny (ºC)	135
Pressió de disseny (kPa)	376,13
Diàmetre exterior (m)	0,725
Alçada total (m)	1,467
Geometria capçal / cos / fons	Toriesfèric / cilíndric / toriesfèric
Grossor capçal / cos / fons (mm)	4 / 4 / 4
Alçada capçal / cos / fons (m)	0.196 / 1,075 / 0,196
Radi capçal (m)	0,725
Radi curvatura capçal (m)	0,0725
Pes buit (kg)	115,00
Material	AISI 316L
Norma de disseny	ASME
Radiografia	Parcial
Eficàcia de soldadura	0,85

FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna d'Absorció				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	300	**Ítem**	AC-301

DADES GENERALS	
Denominació	Columna d'absorció
Codi de l'equip	AC-301
Finalitat	Recuperació de formaldehid de la corrent gasosa mitjançant absorció amb aigua
Substàncies manipulades	Aigua, metanol, formaldehid, nitrogen, oxigen i monòxid de carboni
Cost (€)	438.167,00

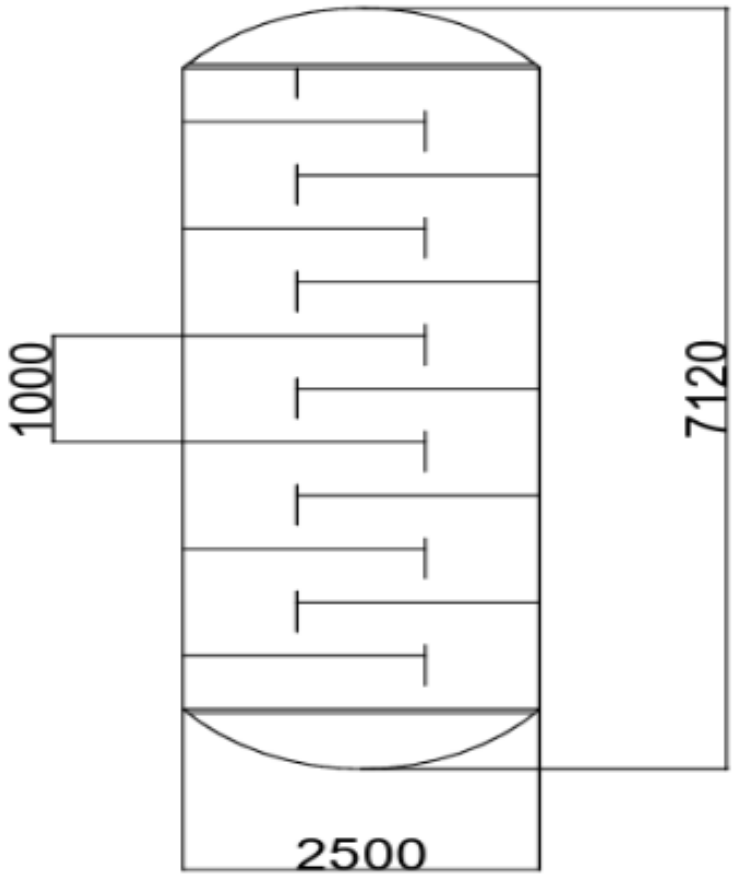
DADES D'OPERACIÓ				
Paràmetre	**Entrada**		**Sortida**	
	Gas	**Líquid**	**Gas**	**Líquid**
Cabal màssic total (kg/h)	62038,42	7200,00	55998,84	13239,58
Cabal màssic aigua (kg/h)	3108,40	7200,00	1779,33	8529,06
Cabal màssic metanol (kg/h)	42,10		41,30	0,807
Cabal màssic formaldehid (kg/h)	4708,86		0,0187	4708,84
Cabal màssic nitrogen (kg/h)	43508,11		43507,46	0,655
Cabal màssic oxigen (kg/h)	10450,82		10450,60	0,215
Cabal màssic CO (kg/h)	220,14		220,13	0,0037
Pressió (bar)	1,24	1,10	1,01	1,20
Temperatura (°C)	40,00	20,00	32,88	38,14
Fracció molar de vapor	0,91	1,00	1,00	0,00
Etapa d'entrada del gas	12			
Etapa d'entrada del solvent	1			

DADES DE DISSENY	
Tipus de columna	Columna d'absorció amb contacte gas-líquid
Material	AISI 316L
Material aïllant	Llana de roca
Normativa	ASME
Orientació	Vertical
Pressió de disseny (bar)	3,45
Tipus de contacte intern	Rebliment
Solvent d'absorció	Aigua
Nombre d'etapes teòriques	12,00
Diàmetre intern (m)	2,50
Alçada cilíndrica (m)	6,00

PARÀMETRE	COLUMNA	CAPÇAL
Gruix (mm)	6,00	8,00
Diàmetre extern (m)	2,512	2,516
Longitud / alçada (m)	7,12	
Volum intern (m^3)	33,08	
Volum total (m^3)	33,43	
Pes de la columna buida (Tn)	2,83	
Pes de la columna plena d'aigua (Tn)	35,9	
Pes d'operació de la columna (Tn)	33,89	

FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna d'Absorció				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	AC-301

ESQUEMA



Diàmetre intern (mm)	Alçada total (mm)	Espai entre etapes (mm)
2500	7120	500

FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna de Destil·lació				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	300	**Ítem**	DC-301

DADES GENERALS	
Denominació	Columna de destil·lació
Codi de l'equip	DC-301
Finalitat	Purificació del producte
Substàncies manipulades	Aigua, metanol, formaldehid, monòxid de carboni, oxigen i nitrogen
Cost (€)	265.501,00

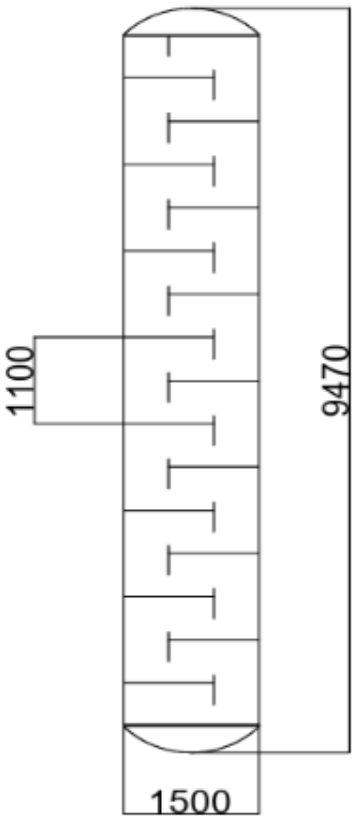
DADES D'OPERACIÓ				
Paràmetre	**Entrada**	**Sortida**		
		Cap / Gas	**Cap / Destilat**	**Fons / Líquid**
Cabal màssic total (kg/h)	13239,58	1489,67	499,93	11249,97
Cabal màssic aigua (kg/h)	8529,06	1468,67	489,11	6571,28
Cabal màssic metanol (kg/h)	0,807	0,77	0,0381	-
Cabal màssic formaldehid (kg/h)	4708,84	19,36	10,785	4678,70
Cabal màssic nitrogen (kg/h)	0,6554	0,6554	-	-
Cabal màssic oxigen (kg/h)	0,2150	0,2150	-	-
Cabal màssic CO (kg/h)	0,0037	0,0037	-	-
Pressió (bar)	1,780	1,60	1,60	1,80
Temperatura (°C)	120,00	113,50	113,50	121,60
Fracció molar de vapor	0,0056	1,00	0,00	0,00
Relació de reflux	2,00			
Boil-up ratio	0,7071			

DADES DE DISSENY	
Tipus de columna	Rebliment
Material	Acer inoxidable 316L
Material aïllant	Llana de roca
Normativa	ASME
Orientació	Vertical
Pressió de disseny (bar)	3,45
Temperatura de disseny (°C)	147,80
Tipus de condensador	Intercanviador de carcassa i tubs / Parcial
Tipus de reboiler	Intercanviador de carcassa i tubs / Kettle
Nombre d'etapes o plats	16,00
Plat / etapa d'entrada	13,00
Espai entre plats (m)	0,55
Diàmetre intern (m)	1,50
Alçada cilíndrica (m)	8,80

FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna de Destil·lació				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	DC-301

PARÀMETRE	COLUMNA	CAPÇAL
Gruix (mm)	6,00	8,00
Diàmetre extern (m)	1,512	1,516
Longitud / alçada (m)	9,47	
Volum intern (m^3)	16,33	
Volum total (m^3)	16,61	
Pes de la columna buida (Tn)	2,2	
Pes de la columna plena d'aigua (Tn)	18,53	
Pes d'operació de la columna (Tn)	16,03	

ESQUEMA



Diàmetre intern (mm)	Alçada total (mm)	Espai entre etapes (mm)
1500	9470	550

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	300	**Ítem**	E-301

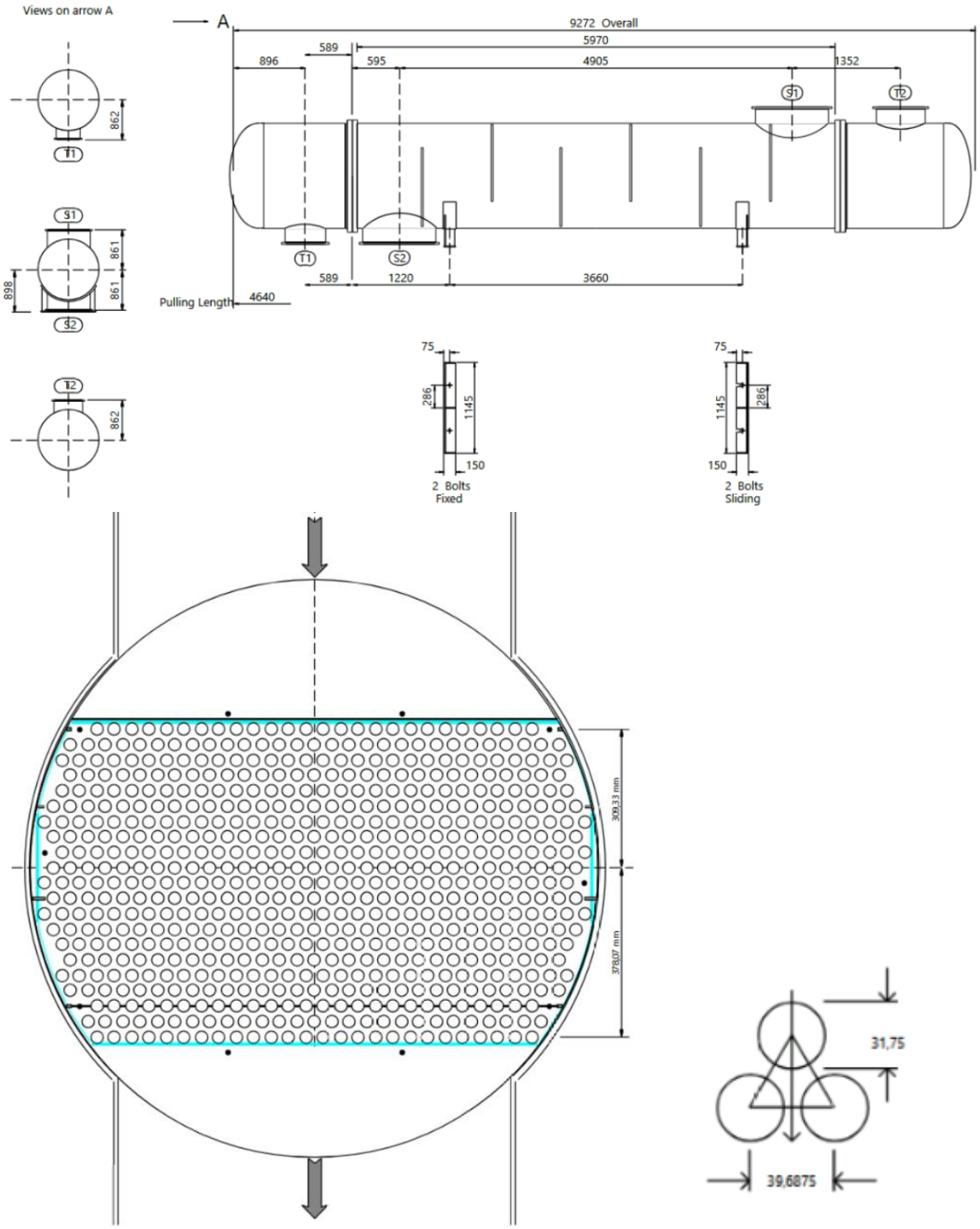
DADES GENERALS				
Denominació		E – 301		
Funció de l'equip		Refrigeració de la mescla abans de l'absorbidor		
Components principals	**Carcassa**	N2, O2, H2O, formaldehid, CO y Metanol		
	Tubs	Aigua de servei		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		496,49	**Dimensions (mm)**	6100/1298
Cost (€)		150.397,00	**Tipus**	Carcassa y tubs 1-1

DADES D'OPERACIÓ	Carcassa		Tubs	
	Entrada	**Sortida**	**Entrada**	**Sortida**
Cabal (kg/h)	460047		62040	
Líquid (kg/s)	127,79	127,79	0	1,449
Vapor (kg/s)	0	0	17,233	15,784
Temperatura (°C)	20	30	300,8	40
Pressió (bar)	3	2,95	1,2	1,142
Densitat (Kg/m^2)	998,2	995,7	0,7617	1,002
Viscositat (mPa·s)	1,002	0,798	0,02735	0,01843
Calor específic (kJ/(kg·K))	4,182	4,178	1,159	1,218
Conductivitat tèrmica (W/(m·K))	0,598	0,615	0,04312	0,02636
Velocitat (m/s)	0,567		29,99	
Calor latent (kJ/kg)	0		0	
Calor bescanviat (kW)	5341,7	**MTD corregit (°C)**		96,25
Coeficient global (W/(m2·K)) **Net**	127,55			
Brut	120,25			

DADES DE CONSTRUCCIÓ	Carcassa	Tubs		
Material	ASTM A416 Gr.70			
Temperatura de disseny (°C)	30	300		
Pressió de disseny (bar)	3	2		
Nº de passos per carcassa	1			
Pes equip buit (kg)	11800	**Pes amb aigua (kg)**		19100
Nº de tubs	816	**OD (mm)**	31,75 **Pitch (mm)**	39,69
Tipus	Disposició triangular	**Longitud (mm)**		6100
Carcassa ID (mm)	1298	**Carcassa OD (mm)**		1322
Nº baffle	6	**Espai C-C (mm)**		871
Tipus de baffle	Segmental simple, baffle cut 25%	**Posició**		Horitzontal
Codi de disseny	ASME VIII	**Tema Class**		Class B

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	E-301

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	E-302

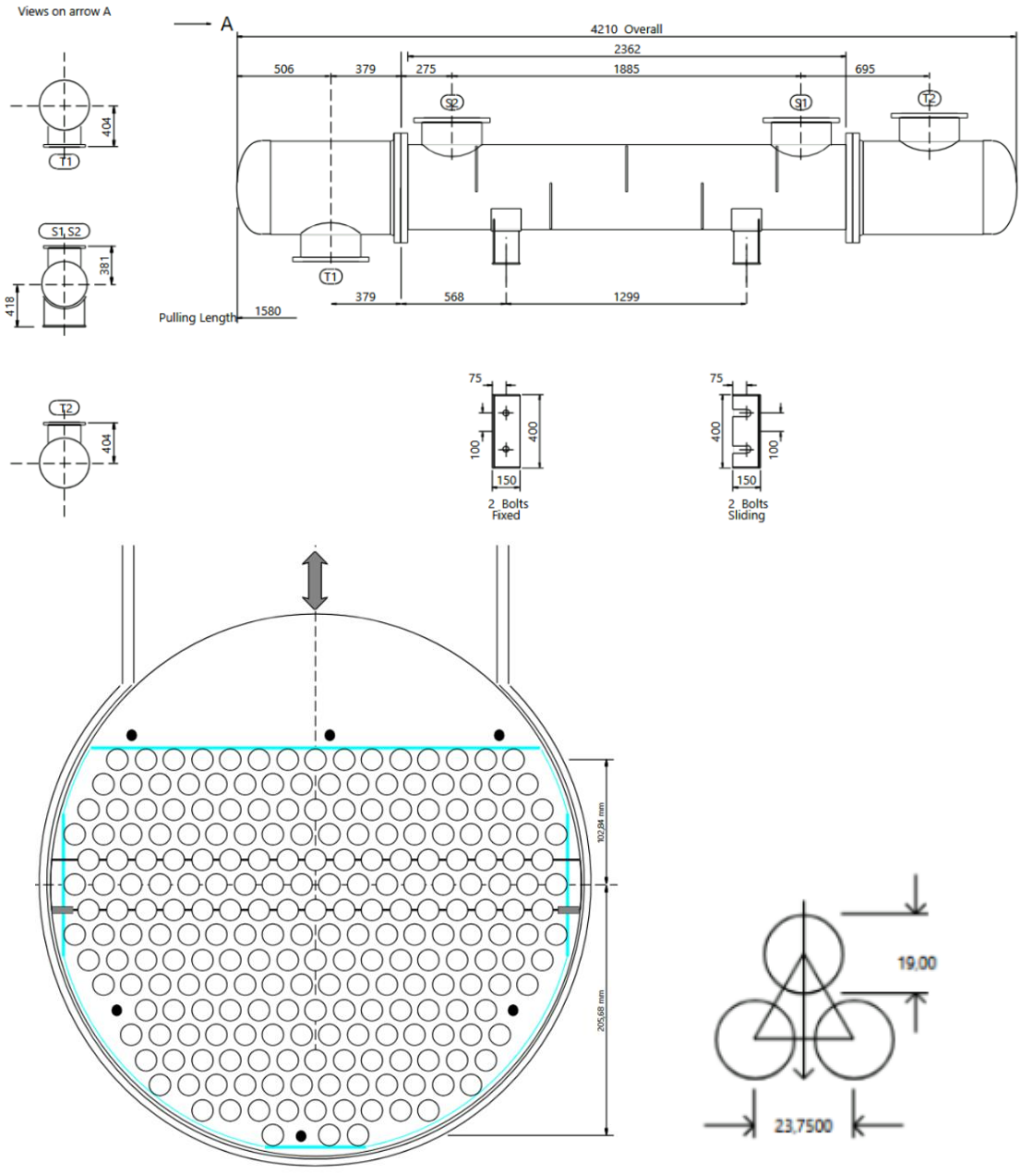
DADES GENERALS				
Denominació		E – 302		
Funció de l'equip		Escalfament de la mescla abans de la destil·lació		
Components principals	Carcassa	Therminol 66		
	Tubs	Formaldehid + aigua		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		16,9	Dimensions (mm)	2440 / 450
Cost (€)		48.136,00	Tipus	Carcassa y tubs 1-4

DADES D'OPERACIÓ	Carcassa		Tubs	
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida
Cabal (kg/h)	96202		13190	
Líquid (kg/s)	26,72	26,72	3,664	3,664
Vapor (kg/s)	0	0	0	0
Temperatura (°C)	265	245	38,67	120
Pressió (bar)	3	3,76	1,9	1,78
Densitat (Kg/m^2)	844,1	844,1	876,5	796,8
Viscositat (mPa·s)	0,55	0,55	0,3949	0,1254
Calor específic (kJ/(kg·K))	2,398	2,398	0,4713	0,4547
Conductivitat tèrmica (W/(m·K))	0,0995	0,0995	0,4713	0,4547
Velocitat (m/s)	0,865		1,195	
Calor latent (kJ/kg)	0		0	
Calor bescanviat (kW)	1281,6	MTD corregit (°C)		172,29
Coeficient global (W/(m2·K)) Net	440,3			
Coeficient global (W/(m2·K)) Brut	494			

DADES DE CONSTRUCCIÓ	Carcassa	Tubs		
Material	AISI 316L			
Temperatura de disseny (°C)	280	120		
Pressió de disseny (bar)	3	2		
Nº de passos per carcassa	1			
Pes equip buit (kg)	620	Pes amb aigua (kg)		975
Nº de tubs	116	OD (mm)	19	Pitch (mm) 39,69
Tipus	Disposició triangular	Longitud (mm)		2440
Carcassa ID (mm)	450	Carcassa OD (mm)		462
Nº baffle	5	Espai C-C (mm)		407
Tipus de baffle	Segmental simple, baffle cut 25%	Posició		Horitzontal
Codi de disseny	ASME VIII	Tema Class		Class B

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	E-302

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	E-303

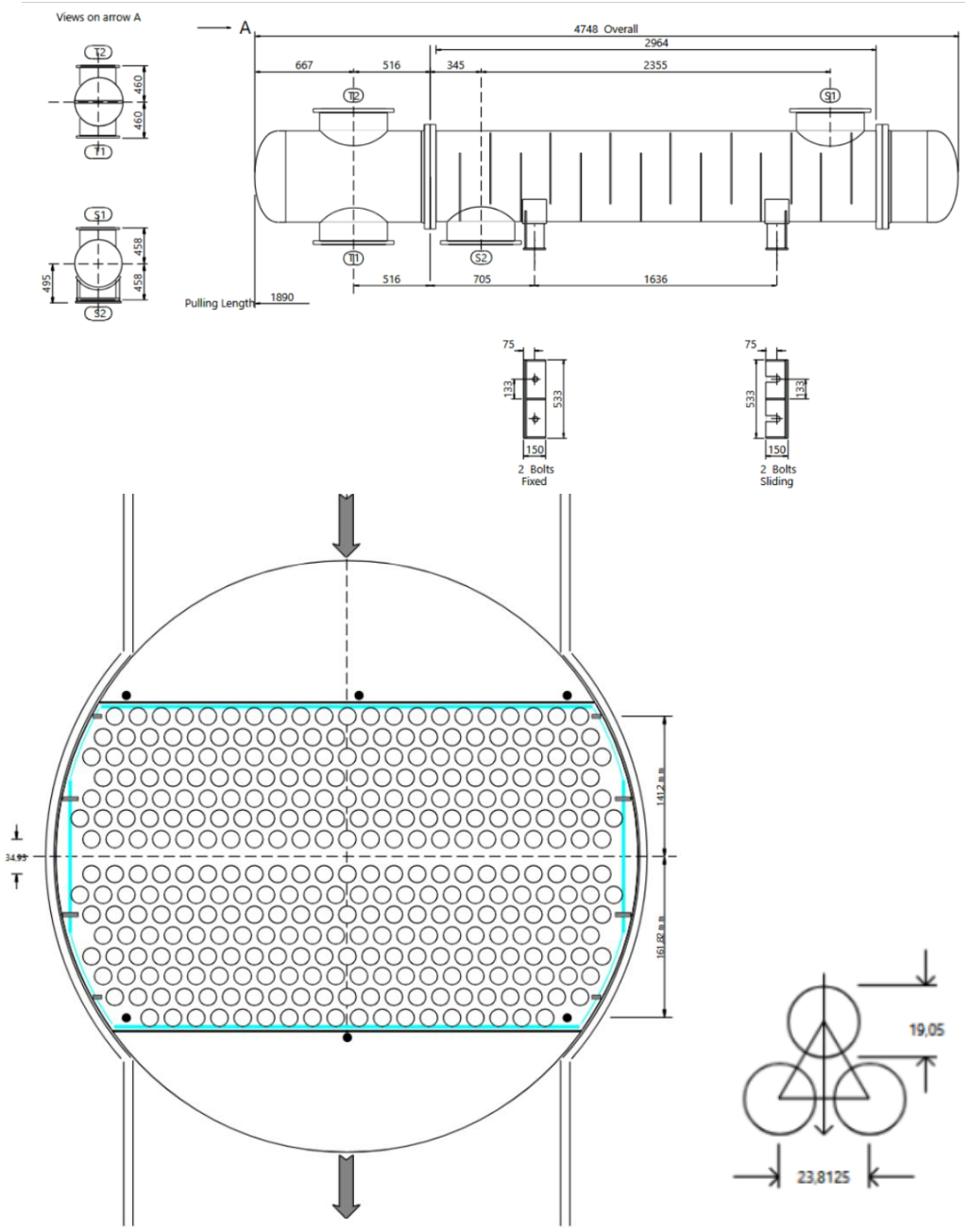
DADES GENERALS				
Denominació		E – 303		
Funció de l'equip		Refrigeració del producte abans del mesclador		
Components principals	Carcassa	Formaldehid + aigua		
	Tubs	Aigua de servei		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		16,9	Dimensions (mm)	2440 / 450
Cost (€)		48.136,00	Tipus	Carcassa y tubs 1-4

DADES D'OPERACIÓ	Carcassa		Tubs	
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida
Cabal (kg/h)	11250		75631	
Líquid (kg/s)	3,125	3,125	21,01	21,01
Vapor (kg/s)	0	0	0	0
Temperatura (°C)	121,7	25	20	35
Pressió (bar)	1,75	1,57	3	2,76
Densitat (Kg/m^2)	765,8	870	998	994
Viscositat (mPa·s)	0,11	0,4373	1	0,72
Calor específic (kJ/(kg·K))	5,088	3,36	4,182	4,178
Conductivitat tèrmica (W/(m·K))	0,4121	0,4389	0,598	0,623
Velocitat (m/s)	0,313		1,283	
Calor latent (kJ/kg)	0		0	
Calor bescanviat (kW)	1317	MTD corregit (°C)		28,64
Coeficient global (W/(m2·K)) Net	779			
Coeficient global (W/(m2·K)) Brut	1510			

DADES DE CONSTRUCCIÓ	Carcassa	Tubs		
Material	AISI 316L			
Temperatura de disseny (°C)	122	35		
Pressió de disseny (bar)	1,75	3		
Nº de passos per carcassa	2			
Pes equip buit (kg)	1490	Pes amb aigua (kg)		2146
Nº de tubs	338	OD (mm)	19,05	Pitch (mm) 39,69
Tipus	Disposició triangular	Longitud (mm)		3050
Carcassa ID (mm)	600	Carcassa OD (mm)		616
Nº baffle	14	Espai C-C (mm)		203
Tipus de baffle	Segmental simple, baffle cut 25%	Posició		Horitzontal
Codi de disseny	ASME VIII	Tema Class		Class B

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	E-303

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	RB-301

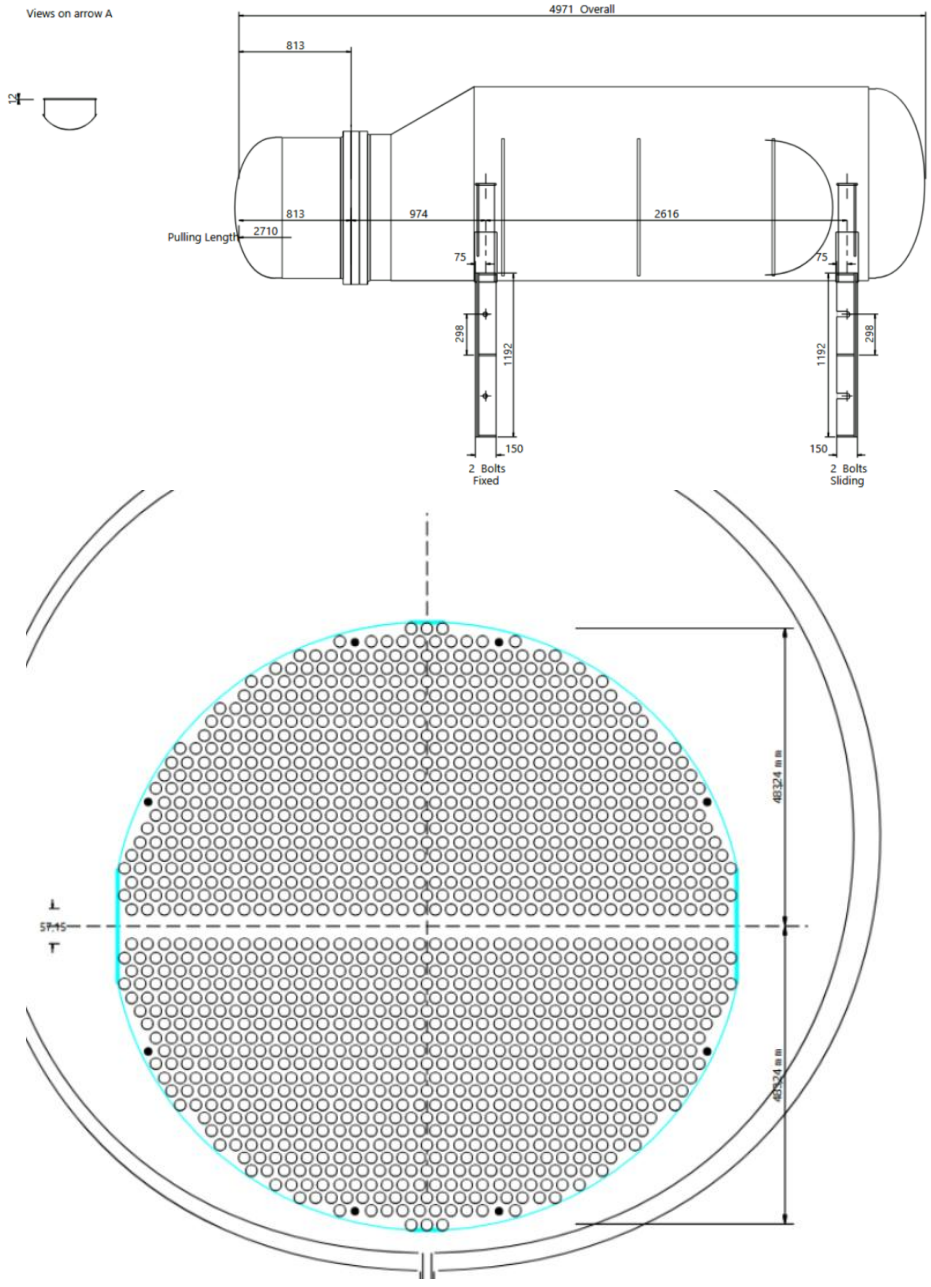
DADES GENERALS				
Denominació		RB-301		
Funció de l'equip		Evaporació del cabal de cues de la destil·lació		
Components principals	Carcassa	Formaldehid + aigua		
	Tubs	Therminol 66		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		77,2	Dimensions (mm)	3000/1000
Cost (€)		79.685,00	Tipus	Kettle Reboiler

DADES D'OPERACIÓ	Carcassa		Tubs	
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida
Cabal (kg/h)	19205		111000	
Líquid (kg/s)	5,34	2,21	30,83	30,83
Vapor (kg/s)	0	2,21	0	0
Temperatura (°C)	118	121,6	265	220
Pressió (bar)	1,8	1,8	3	2,8
Densitat (Kg/m^2)	766,5	766,5	750	790
Viscositat (mPa·s)	0,1103	0,1103	0,55	0,55
Calor específic (kJ/(kg·K))	5,038	5,038	2,67	2,49
Conductivitat tèrmica (W/(m·K))	0,4131	0,4131	0,094	0,102
Velocitat (m/s)	0,3		0,85	
Calor latent (kJ/kg)	1456		0	
Calor bescanviat (kW)	3541,7	MTD corregit (°C)		122,2
Coeficient global (W/(m2·K)) Net	450			
Coeficient global (W/(m2·K)) Brut	520			

DADES DE CONSTRUCCIÓ	Carcassa	Tubs		
Material	AISI 316L			
Temperatura de disseny (°C)	150	300		
Pressió de disseny (bar)	2	4		
Nº de passos per carcassa	1			
Pes equip buit (kg)	4500	Pes amb aigua (kg)		7500
Nº de tubs	430	OD (mm)	19,05	Pitch (mm) 39,69
Tipus	Triangular	Longitud (mm)		3000
Carcassa ID (mm)	1000	Carcassa OD (mm)		1060
Nº baffle	6	Espai C-C (mm)		450
Tipus de baffle	Segmental simple	Posició		Horitzontal
Codi de disseny	ASME VIII	Tema Class		BKU

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	RB-301

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	300	**Ítem**	CN-301

DADES GENERALS

Denominació		CN-301		
Funció de l'equip		Condensació dels vapors de caps de la destil·lació		
nponents cipals	**Carcassa**	Aigua + Formaldehid + Metanol + Nitrogen + O2		
	Tubs	Aigua de refrigeració		
Número de carcasses		1		
Àrea (m^2)		58,4	**Dimensions (mm)**	3050 / 560
Cost (€)		57.037,00	**Tipus**	Cond. Parcial

DADES D'OPERACIÓ

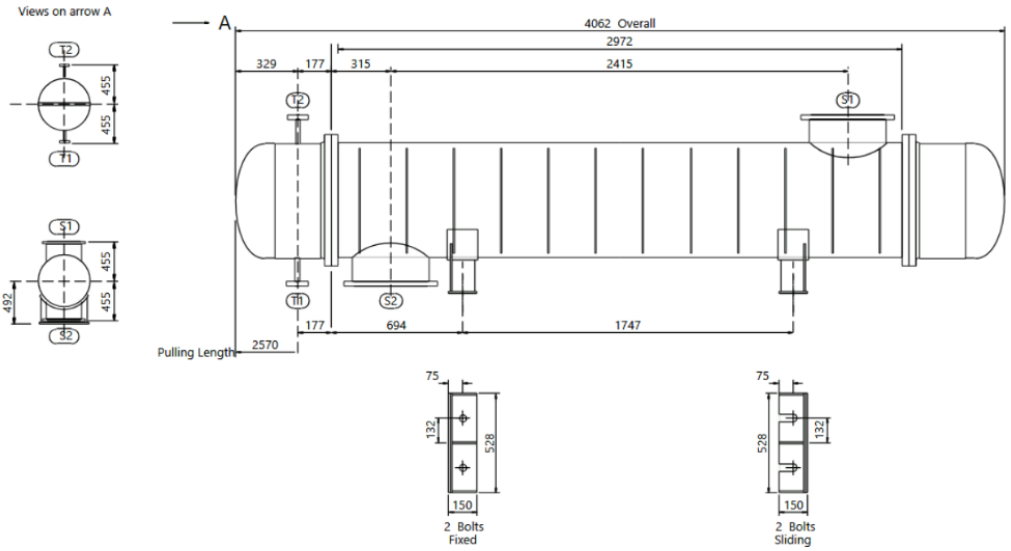
	Carcassa		Tubs	
	Entrada	**Sortida**	**Entrada**	**Sortida**
Cabal (kg/h)	9955		115200	
Líquid (kg/s)	0	1,242	32	32
Vapor (kg/s)	2,765	1,524	0	0
Temperatura (°C)	113,6	113,6	20	40
Pressió (bar)	1,6	1,55	3	2,7
Densitat (Kg/m^3)	0,9131	0,913 vap / 950 liq	998	992
Viscositat (mPa·s)	0,01	0,001 vap / 0,25 liq	1	0,653
Calor específic (kJ/(kg·K))	1,912	1,9 vap / 4,2 liq	4,18	4,18
nductivitat tèrmica (W/(m·K))	0,0253	0,0253 vap / 0,68 liq	0,598	0,628
Velocitat (m/s)	47757		2	
Calor latent (kJ/kg)	2152		0	
Calor bescanviat (kW)	2672	**MTD corregit (°C)**		82,6
ficient global (m2·K)) — **Net**	665			
ficient global (m2·K)) — **Brut**	554			

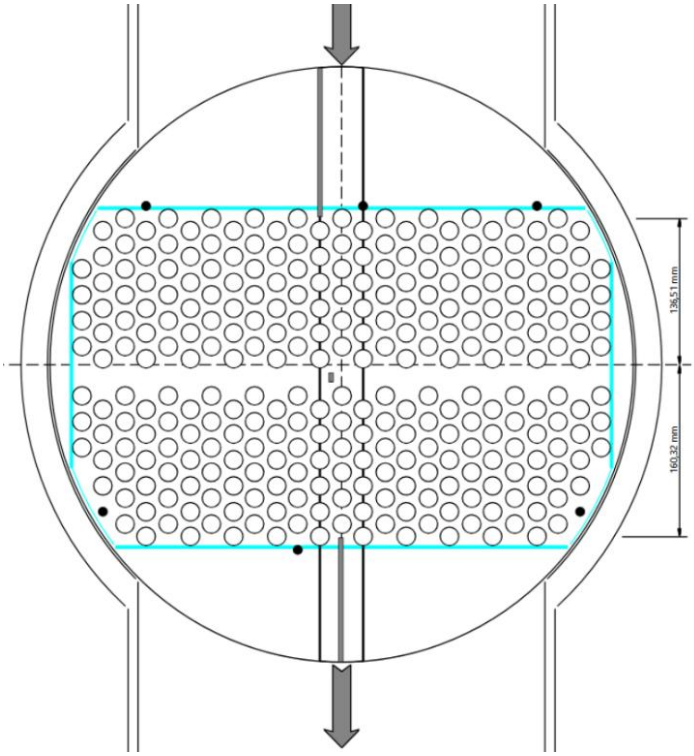
DADES DE CONSTRUCCIÓ

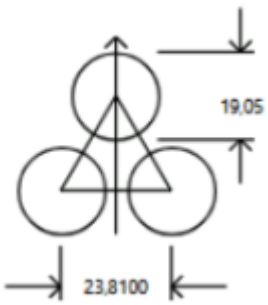
	Carcassa	Tubs		
Material	AISI 316L			
mperatura de disseny (°C)	140	60		
Pressió de disseny (bar)	3	5		
de passos per carcassa	1			
Pes equip buit (kg)	1800	**Pes amb aigua (kg)**		2500
Nº de tubs	320	**OD (mm)**	19,05	**Pitch (mm)** 23,81
Tipus	Triangular	**Longitud (mm)**		3050
Carcassa ID (mm)	560	**Carcassa OD (mm)**		610
Nº baffle	12	**Espai C-C (mm)**		450
Tipus de baffle	Segmental simple, 25% buffle cut	**Posició**		Horizontal
Codi de disseny	ASME VIII	**Tema Class**		BEM

FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor				Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	300	Ítem	CN-301

ESQUEMA







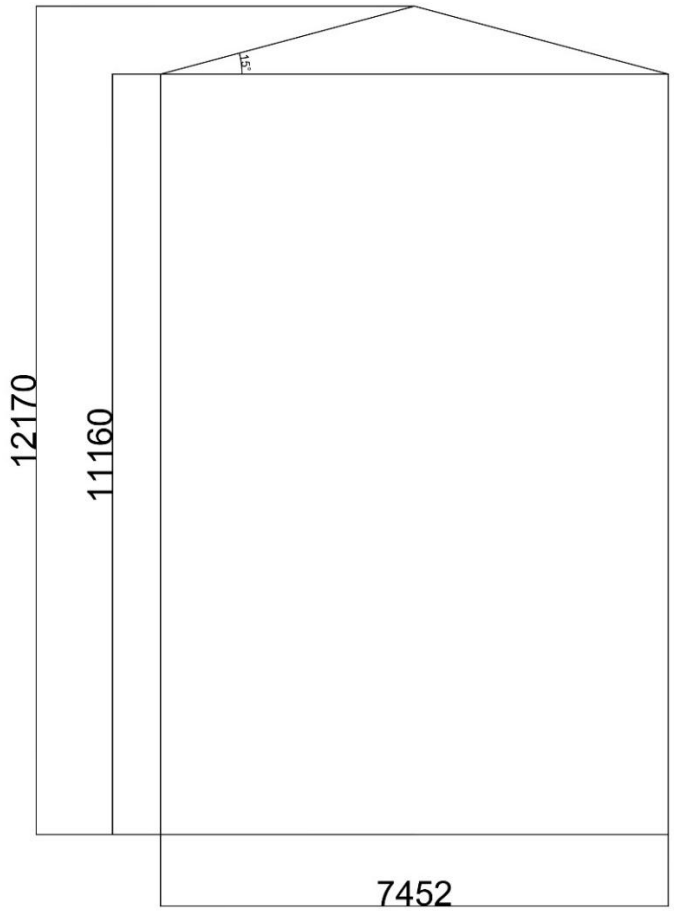
2.5.4. Magatzem de producte (A-500)

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge formaldehid				Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	FORMATECH	**Data**	26/05/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	05/06/2026
	Àrea	500	**Ítem**	TE-501

DADES GENERALS	
Denominació	Tanc d'emmagatzematge
Finalitat	Emmagatzemar
Cost (€)	206.208,00
DADES D'OPERACIÓ	
Fluid	Formaldehid
Temperatura d'operació (ºC)	30
Pressió d'operació (kPa)	150
Densitat (kg/m³)	1080
Nivell de líquid (m)	9,696
% Ocupació	85
Pes operació (kg)	471.043,63
DADES DE DISSENY	
Temperatura de disseny (ºC)	50
Volum de líquid (m3)	421,38
Diàmetre extern (m)	7,4520
Alçada total (m)	12,17
Posició	Vertical
Geometria capçal / cos / fons	Cònic / Cilíndric / Pla
Grossor capçal / cos / fons (mm)	8.49 / 5.99 / 8.85
Alçada capçal / cos / fons (m)	0.9984 / 11.16 / 0,00885
Diàmetre capçal / cos / fons (m)	7.452 / 7.44 / 7.5
Volum total del tanc (m3)	485
Pes buit (kg)	15.953,27
Material	AISI 316L
Norma de disseny	API 650
Radiografia	Parcial
Eficàcia de soldadura	0,85

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge formaldehid				Full 2 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	500	Ítem	TE-501

ESQUEMA



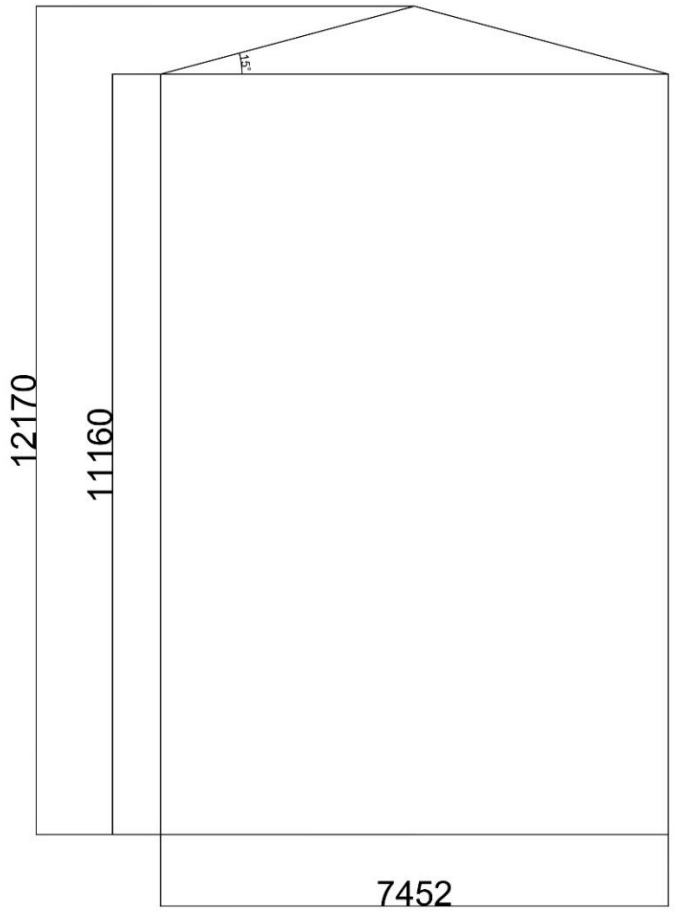
Diàmetre intern (mm)	Alçada total (mm)	Angle del sostre (°)
7452	12170	15

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge formaldehid				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	500	Ítem	TE-502

DADES GENERALS	
Denominació	Tanc d'emmagatzematge
Finalitat	Emmagatzemar
Cost (€)	206.208,00
DADES D'OPERACIÓ	
Fluid	Formaldehid
Temperatura d'operació (ºC)	30
Pressió d'operació (kPa)	150
Densitat (kg/m3)	1080
Nivell de líquid (m)	9,696
% Ocupació	85
Pes operació (kg)	471.043,63
DADES DE DISSENY	
Temperatura de disseny (ºC)	50
Volum de líquid (m3)	421,38
Diàmetre extern (m)	7,4520
Alçada total (m)	12,17
Posició	Vertical
Geometria capçal / cos / fons	Cònic / Cilíndric / Pla
Grossor capçal / cos / fons (mm)	8.49 / 5.99 / 8.85
Alçada capçal / cos / fons (m)	0.9984 / 11.16 / 0,00885
Diàmetre capçal / cos / fons (m)	7.452 / 7.44 / 7.5
Volum total del tanc (m3)	485
Pes buit (kg)	15.953,27
Material	AISI 316L
Norma de disseny	API 650
Radiografia	Parcial
Eficàcia de soldadura	0,85

FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge formaldehid				Full 2 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	26/05/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	05/06/2026
	Àrea	500	Ítem	TE-502

ESQUEMA



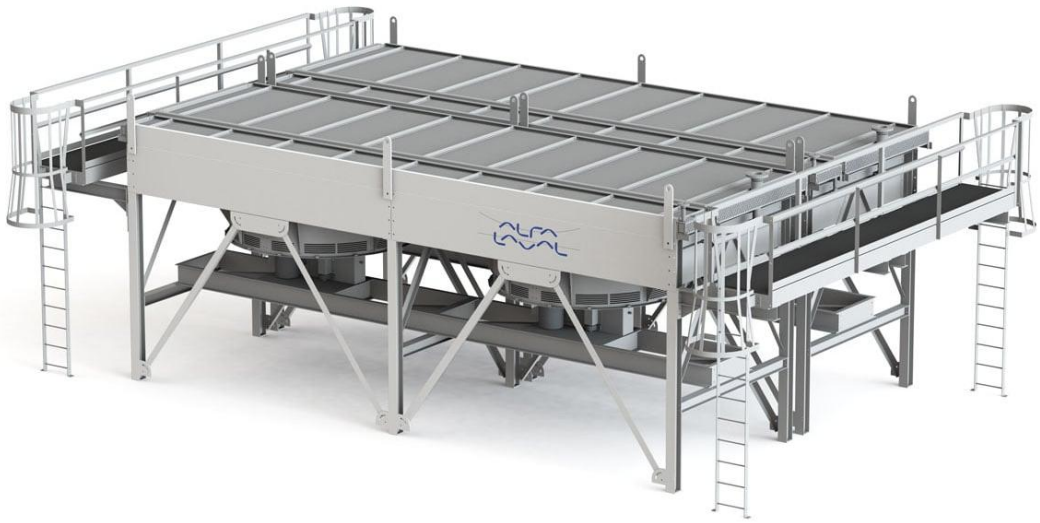
Diàmetre intern (mm)	Alçada total (mm)	Angle del sostre (º)
7452	12170	15

2.5.5. Serveis i manteniment (A-600)

FULL D'ESPECIFICACIONS: Aerorefrigerador				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	**Data**	06/06/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	10/06/2026
	Àrea	600	**Ítem**	ACHE-601

DADES GENERALS	
Denominació	ACHE-601
Funció de l'equip	Refredament de trim del retorno de Therminol 66
Número de moduls	6
Cost (€)	250.000,00
DADES D'OPERACIÓ	
Cabal (kg/h)	648642
Temperatura de entrada (ºC)	265,62
Temperatura de sortida (ºC)	265
Potència tèrmicaequip (kW)	300 kW
DADES DE L'EQUIP	
Altura (m)	3,5
Longitud (m)	8
Amplada (m)	5
Potència ventiladors (kW)	25
Pes buit (kg)	11000
Empresa	Alfa Laval
Model	ACE Model E

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Caldera				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	**Data**	06/06/2026
	Localització	Tarragona	**Revisió**	10/06/2026
	Àrea	600	**Ítem**	CAL-601

DADES GENERALS	
Denominació	CAL-601
Funció de l'equip	Recalentar therminol 66 post E-202
Cost (€)	350.000,00
DADES D'OPERACIÓ	
Cabal (kg/h)	178373,5
Temperatura de entrada (ºC)	271
Temperatura de sortida (ºC)	300
Consum de gas natural Nm^3/h	425
Potència tèrmicaequip (kW)	3750
DADES DE L'EQUIP	
Altura (m)	3,01
Longitud (m)	5,56
Amplada (m)	2,5
Pes buit (kg)	11000
Empresa	Pirobloc
Model	GFT 300

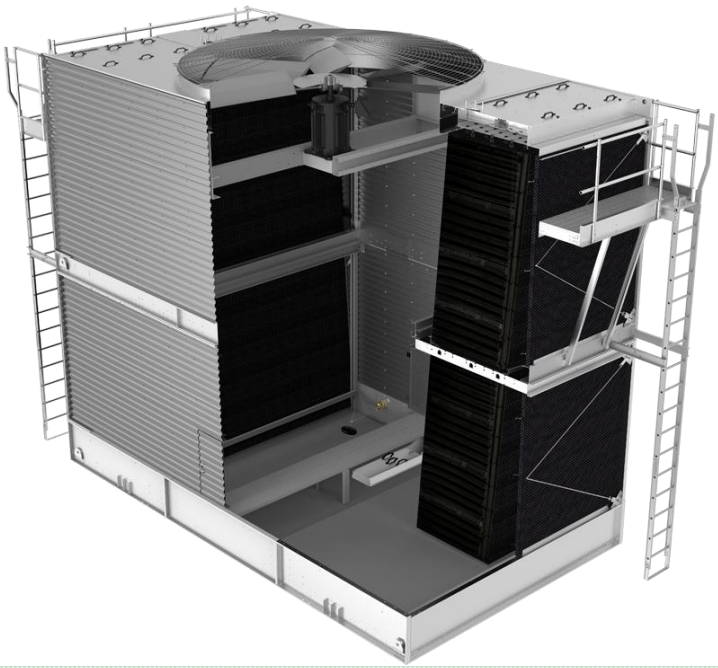
ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Torre de refrigeració				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	06/06/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	10/06/2026
	Àrea	600	Ítem	TR-601

DADES GENERALS	
Denominació	TR-601
Funció de l'equip	Refredar aigua de servei que torna dels intercambiadors
Cost (€)	350.000,00
DADES D'OPERACIÓ	
Cabal (kg/h)	650878
Temperatura de entrada (ºC)	32,63
Temperatura de sortida (ºC)	20
Potencia ventilador (kW)	9330
Potència tèrmicaequip (kW)	3750
DADES DE L'EQUIP	
Altura (m)	6,83
Longitud (m)	8,59
Amplada (m)	7,34
Pes buit (kg)	22915
Empresa	Baltimore Aircoil Company
Model	BAC Series 3000, S3E-1424-14U-2

ESQUEMA



FULL D'ESPECIFICACIONS: Torre de refrigeració				Full 1 de 2
	Planta	FORMATECH	Data	06/06/2026
	Localització	Tarragona	Revisió	10/06/2026
	Àrea	600	Ítem	DESC-601

DADES GENERALS	
Denominació	DESC-601
Funció de l'equip	Tractar aigua de xarxa
Cost (€)	30.000
DADES D'OPERACIÓ	
Cabal (kg/h)	7200
Temperatura de entrada (ºC)	20
Temperatura de sortida (ºC)	20
DADES DE L'EQUIP	
Altura (m)	1,9
Diàmetre (m)	0,5
Capacitat dipòsit sal (kg)	500
Pes buit (kg)	600
Empresa	CEASA
Model	A250 V UF

ESQUEMA



2.6. Bibliografia

[1] PILLING, M., & HOLDEN, B. S. (2009). *Choosing trays and packings for distillation*.

[2] VÁZQUEZ-ESPARRAGOZA, J. J. *A Simple Application of Murphree Tray Efficiency to Separation Processes*.

[3] KISTER,H.Z. *Equipment for Distillation,Gas Absorption, Phase Dispersion, and Phase Separation*.

[4] ETH ZÜRICH. *Murphree efficiency definition*.

[5] CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS, September 2009, 44–50. American Institute of Chemical Engineers.

La bibliografia emprada pel disseny d'equips no presentada en aquest document, es pot trobar al capítol 11, el manual de càlculs.