



APARTADO

08

Puesta en marcha



Índice

8.1. Introducción	3
8.2. Tareas previas a la puesta en marcha	4
8.3. Planos de las diferentes áreas de la planta.....	7
8.4. Pruebas hidráulicas	15
8.4.1. Puesta en marcha del área de servicios	15
8.4.2. Área 100	16
8.4.3. Área 200	19
8.4.4. Área 300	20
8.4.5. Área 400	22
8.4.6. Área 500	23
8.4.7. Área 600	24
8.4.8. Área 700	25
8.5. Puesta en Marcha.....	26
8.5.1. Puesta en marcha: Inertización de los equipos.....	26
8.5.2. Puesta en marcha del área 100.....	26
8.5.3. Puesta en marcha del área 200.....	27
8.5.4. Puesta en marcha del área 300	29
8.5.5. Puesta en marcha del área 400	30
8.5.6. Puesta en marcha del área 500	31
8.5.7. Puesta en marcha del área 600	32
8.5.8. Puesta en marcha del área 700	33

8. PUESTA EN MARCHA

8.1. Introducción

La puesta en marcha tiene como principal objetivo llegar a un estado estacionario de forma rápida, segura y sin problemas tras la finalización de la planta VAM Industry. Es por eso que este proceso se considera el más crítico pues definirá si la planta está bien diseñada al tener un funcionamiento correcto o si, por lo contrario, ese no fuera el caso.

La puesta en marcha no se realiza únicamente una vez se ha finalizado la construcción de la planta, sino también las ocasiones que se mencionan a continuación:

- Al inicio del proceso de fabricación por primera vez, tal y como se ha mencionado.
- Después de las paradas de producción, especificadas en el apartado de especificaciones del proyecto.
- En caso de que se haya tenido que hacer una parada de emergencia y/o inesperada, al volver a poner la planta en marcha.

Para ello, se requiere trabajadores cualificados que serán los encargados de realizar un control visual y manual del proceso de la puesta en marcha y que esté preparado en caso de que surja cualquier problema durante este proceso.

No obstante, la empresa será la responsable de que dichos trabajadores tengan conocimiento en prevención de riesgos laborales y la formación adecuada para evitarlos. Por lo tanto, se habrá organizado previamente cursos de formación PRL que abarquen los siguientes puntos para que los trabajadores estén preparados en caso de que suceda algún evento inesperado:

- Prevención de riesgos generales.
- Primeros auxilios.
- Protección contra el fuego y atmosferas explosivas.
- Conocimiento y procedimientos de la evacuación de la planta.

A modo de materias más específicas con relación a la empresa VAM Industry, los trabajadores también deberán tener formaciones más específicas y materiales a su disposición como:

- Formación en la manipulación de productos químicos.
- Conocimiento del proceso de la planta VAM Industry.
- Manuales de operación y del funcionamiento de los equipos presentes en la planta.

- Plan de Seguridad y Salud (PSS) de la planta VAM Industry a disposición de los trabajadores.

8.2. Tareas previas a la puesta en marcha

Antes de realizar la puesta en marcha, se deberá hacer la comprobación de que todos los equipos están limpios, se ha verificado todas sus conexiones, funcionamiento, etc. y de que estén activados para prevenir situaciones no deseadas.

A modo de ayuda para los trabajadores, es importante realizar una lista de todos los equipos con sus funciones correspondientes y material técnico y mecánico necesario que se puede encontrar en el apartado de equipos, instrumentación y control, etc. También es importante disponer de un Checklist de las tareas a realizar y comprobar.

Para ello se ha usado como referencia el libro *Rules of thumb of chemical engineers* by Carl R. Branan, 3rd edition.

Tabla 1: Ejemplo de Checklist de la planta VAM Industry para la puesta en marcha

	Planta:	VAM Industry	CHECKLIST - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01		
	Supervisor:		Fecha:	01/02/2016
	Firma:		Hoja:	1 De 1
<p>Marcar los cuadros con un tick si la acción descrita está activa/correcta <input checked="" type="checkbox"/> Marcar los cuadros con un tick si la acción descrita no está activa o es incorrecta <input checked="" type="checkbox"/> Escribir en los cuadros NA en caso de que la acción no proceda/no aplique <input type="checkbox"/></p>				
MANTENIMIENTO				
Organización del personal			<input type="checkbox"/>	
Proveedores de los equipos establecidos			<input type="checkbox"/>	
Recuento del material y piezas de recambio del almacén			<input type="checkbox"/>	
Disposición de las herramientas necesarias y conocimientos de los procedimientos especiales por parte de los trabajadores presentes en planta			<input type="checkbox"/>	
Se ha establecido los procesos de inspección de los equipos			<input type="checkbox"/>	
Se ha dispuesto de los rellenos de los equipos y lubricantes adecuados			<input type="checkbox"/>	
Disponer de los catálogos, hojas de especificaciones e instrucciones de los equipos			<input type="checkbox"/>	
INSPECCIONES				
Inspección en el interior de los recipientes			<input type="checkbox"/>	
Inspección del relleno de los recipientes			<input type="checkbox"/>	
Comprobación de que las tuberías estén dispuestas y nombradas según el diagrama de ingeniería			<input type="checkbox"/>	
Limpieza de las tuberías críticas y de las del proceso en continuo			<input type="checkbox"/>	
Disposición de los equipos de manera que resulte fácil su acceso y operación			<input type="checkbox"/>	
Comprobación de los aislamientos y las corrientes de localización			<input type="checkbox"/>	

Realizar la previsión de las muestras que se realizarán y preparación del material necesario	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA Y OTROS TESTS	
Realización de pruebas de presión en las tuberías y equipos	<input type="checkbox"/>
Limpieza de las tuberías y equipos	<input type="checkbox"/>
Pruebas de paso y continuidad con aire	<input type="checkbox"/>
Instalación de placas de orificio después de la comprobación de los diámetros y de la localización de éstos	<input type="checkbox"/>
Secado de las líneas de proceso	<input type="checkbox"/>
Realizar las purgas necesarias del proceso	<input type="checkbox"/>
Realizar los tests de vacío en los equipos de presión negativa	<input type="checkbox"/>
Comprobar las expansiones de las tuberías y los soportes	<input type="checkbox"/>
Comprobación de las uniones de las tuberías	<input type="checkbox"/>
SERVICIOS	
Energía eléctrica e iluminación en funcionamiento	<input type="checkbox"/>
Realización de un test de continuidad en el suministro de energía(s)	<input type="checkbox"/>
Configurar los interruptores de las subestaciones eléctricas	<input type="checkbox"/>
Comprobación de los aislamientos y de la seguridad de éstos	<input type="checkbox"/>
Poner en marcha los sistemas de inyección	<input type="checkbox"/>
Comprobación del funcionamiento de las torres de refrigeración y del sistema de generación de vapor	<input type="checkbox"/>
Enjuagar los cabezales y las líneas de recirculación	<input type="checkbox"/>
Limpieza del depósito de la torre de refrigeración y del sistema de generación de vapor	<input type="checkbox"/>
Realización de los procedimientos de la comprobación del funcionamiento y limpieza de las líneas de calefacción	<input type="checkbox"/>
Disposición del combustible adecuado y de las cantidades necesarias	<input type="checkbox"/>
Ajuste de los ventiladores de aire	<input type="checkbox"/>
Limpieza de los sopletes	<input type="checkbox"/>
Limpieza y poner a la presión adecuada las líneas de servicio	<input type="checkbox"/>
Comprobación de la presión y temperatura del vapor	<input type="checkbox"/>
Comprobación de la presión y temperatura del condensado	<input type="checkbox"/>
Comprobación del funcionamiento de los equipos de purga	<input type="checkbox"/>
Inertización de los equipos y maquinaria mediante nitrógeno	<input type="checkbox"/>
Identificación de posibles advertencias	<input type="checkbox"/>
SALA DE CONTROL Y LABORATORIO	
Personal cualificado presente en sala	<input type="checkbox"/>
Disposición de los equipos y materiales necesarios para el control de la planta	<input type="checkbox"/>
Disposición de los equipos y materiales necesarios para los controles de calidad	<input type="checkbox"/>
Planificación de los horarios, turnos y funciones del personal	<input type="checkbox"/>
Definición de las pruebas a realizar en el laboratorio	<input type="checkbox"/>
Especificación de los productos y materias primas	<input type="checkbox"/>
Se ha establecido las políticas de retención de muestras	<input type="checkbox"/>
Revisión de todos los equipos de control, instrumentos de control y sistema SCADA	<input type="checkbox"/>
EQUIPOS	
Revisión de todos los equipos, instrumentos y controles	<input type="checkbox"/>

Comprobación y limpieza de los motores eléctricos	<input type="checkbox"/>
Comprobación y limpieza de los equipos de vapor	<input type="checkbox"/>
Comprobación y limpieza de los sistemas de refrigeración	<input type="checkbox"/>
Comprobación de la lubricación auxiliar	<input type="checkbox"/>
Comprobación de controles de velocidad e instrumentos	<input type="checkbox"/>
Pruebas de vacío, pruebas de peso, pruebas de vibración y otras pruebas necesarias para el sistema	<input type="checkbox"/>
Comprobación, lubricación y limpieza de los compresores	<input type="checkbox"/>
Pruebas de alineación en ejecución de los equipos de vacío	<input type="checkbox"/>
Pruebas de alineación en ejecución de las bombas	<input type="checkbox"/>
Comprobación y limpieza de toda la instrumentación en planta	<input type="checkbox"/>
Limpieza química	<input type="checkbox"/>
Disposición del catalizador y comprobación de material de repuesto	<input type="checkbox"/>
OPERARIOS	
Disposición de todas las hojas de registros necesarias	<input type="checkbox"/>
Disposición de herramientas necesarias	<input type="checkbox"/>
Disposición de los contenedores para el producto final (VAM)	<input type="checkbox"/>
SEGURIDAD	
Los operarios disponen de los EPIs necesarios asociados a los riesgos de su trabajo en planta (casco, guantes de protección contra riesgo mecánico y químico, gafas, aparatos de protección respiratoria autónoma, buzos, etc.)	<input type="checkbox"/>
Disposición del Plan de Seguridad y Salud en planta para su fácil acceso y lectura	<input type="checkbox"/>
Se ha establecido un procedimiento de seguridad para la manipulación de los equipos	<input type="checkbox"/>
Disposición de todos los permisos y escrituras	<input type="checkbox"/>
Todos los trabajadores tienen las formaciones generales y específicas necesarias para los trabajos realizados	<input type="checkbox"/>
Nombramiento de un recurso preventivo presente en obra	<input type="checkbox"/>
Disposición de botiquines de primeros auxilios, mantas, linternas y medicamentos	<input type="checkbox"/>
Revisión de las instalaciones de todos los equipos e instrumentación de seguridad como discos de ruptura o unidades de venteo	<input type="checkbox"/>
Configuración de las válvulas de seguridad	<input type="checkbox"/>
Comprobación del correcto funcionamiento de las duchas de emergencia y lavaojos	<input type="checkbox"/>
Comprobación de que toda la señalización de seguridad homologada de la planta es correcta y no falta nada	<input type="checkbox"/>
Comprobación y calibración de los sistemas de seguridad antiincendios (alarmas, sensores, extintores, etc.)	<input type="checkbox"/>
Iluminación mínima disponible e instalada	<input type="checkbox"/>
Planos de emergencia y evacuación en lugares visibles y disponibles para todos	<input type="checkbox"/>
Señalizaciones homologadas para la evacuación en caso de emergencia	<input type="checkbox"/>
Disponer de vestidos de amianto, escaleras y mangueras para la protección contra incendios	<input type="checkbox"/>
Plano del centro asistencial más cercano a la planta VAM Industry y número de teléfono para utilizar en caso de emergencia	<input type="checkbox"/>
La planta VAM Industry tiene un seguro de accidentes y una modalidad preventiva SPA o SPP contratada	<input type="checkbox"/>

COMENTARIOS

¿Se puede proceder a la puesta en marcha?			Sí	No
Nombre completo, DNI, Fecha y Firma de la persona al cargo				

Se puede considerar que entre todas las tareas mencionadas en la tabla 1, algunas tienen prioridad sobre otras y que se podrían considerar críticas. Es decir, una mala comprobación de éstas podría tener consecuencias graves.

8.3. Planos de las diferentes áreas de la planta

A continuación se mostrarán los planos de las diferentes áreas que se ha utilizarán para la puesta en marcha de la planta. Estos planos también serán útiles para las futuras paradas de la planta y las pruebas hidráulicas que se deban realizar.

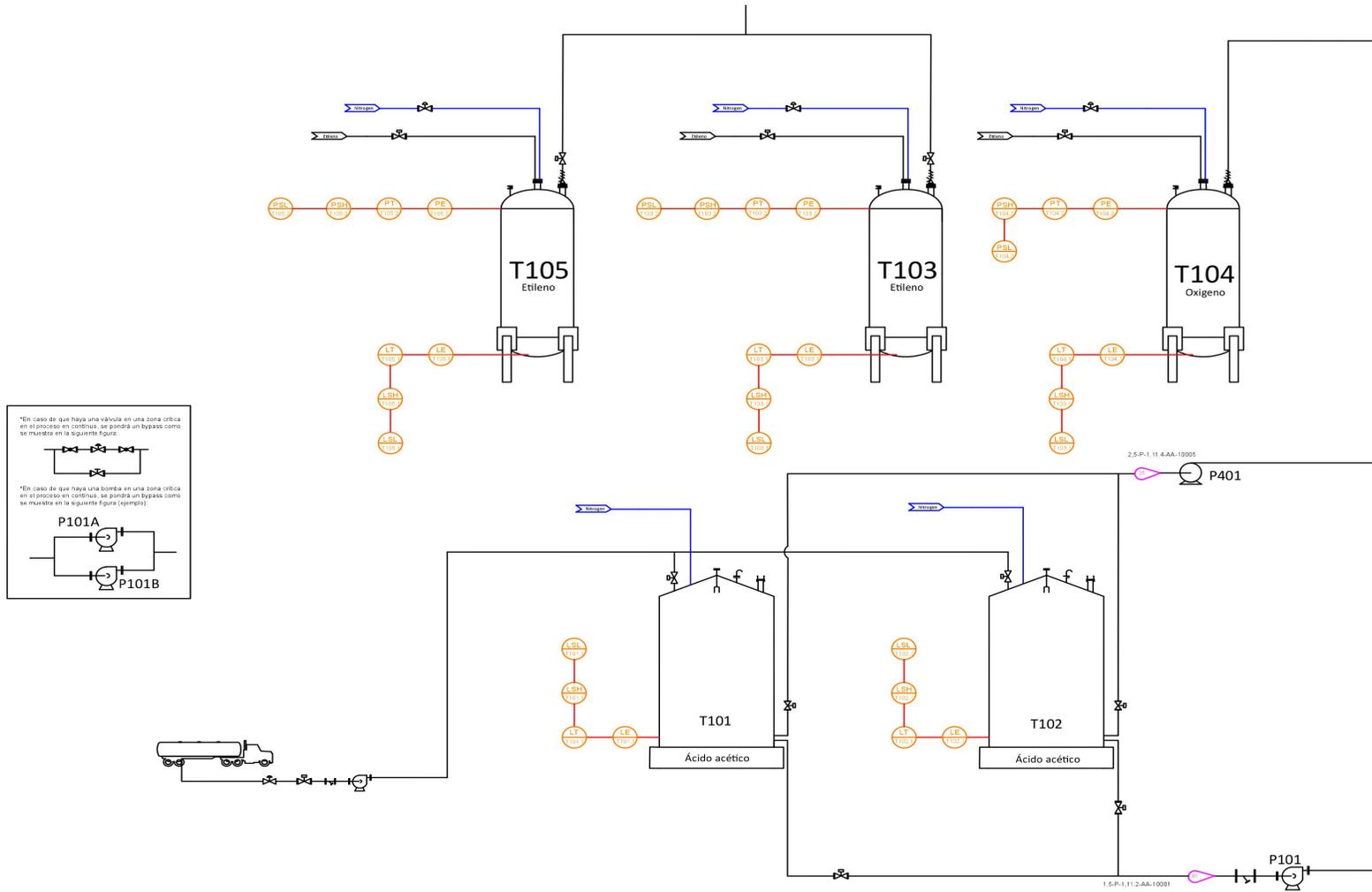


Figura 1: Área 100

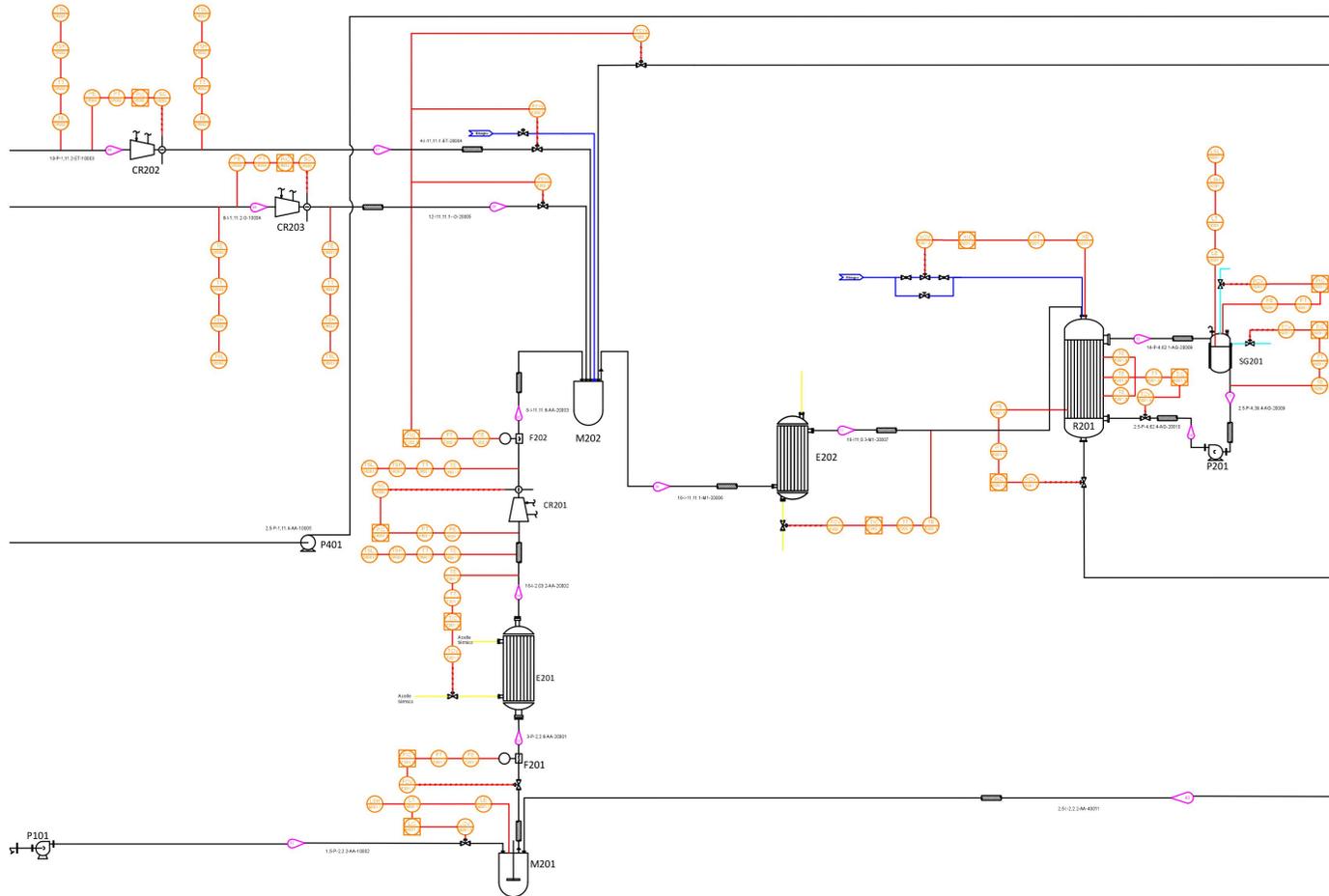


Figura 2: Área 200

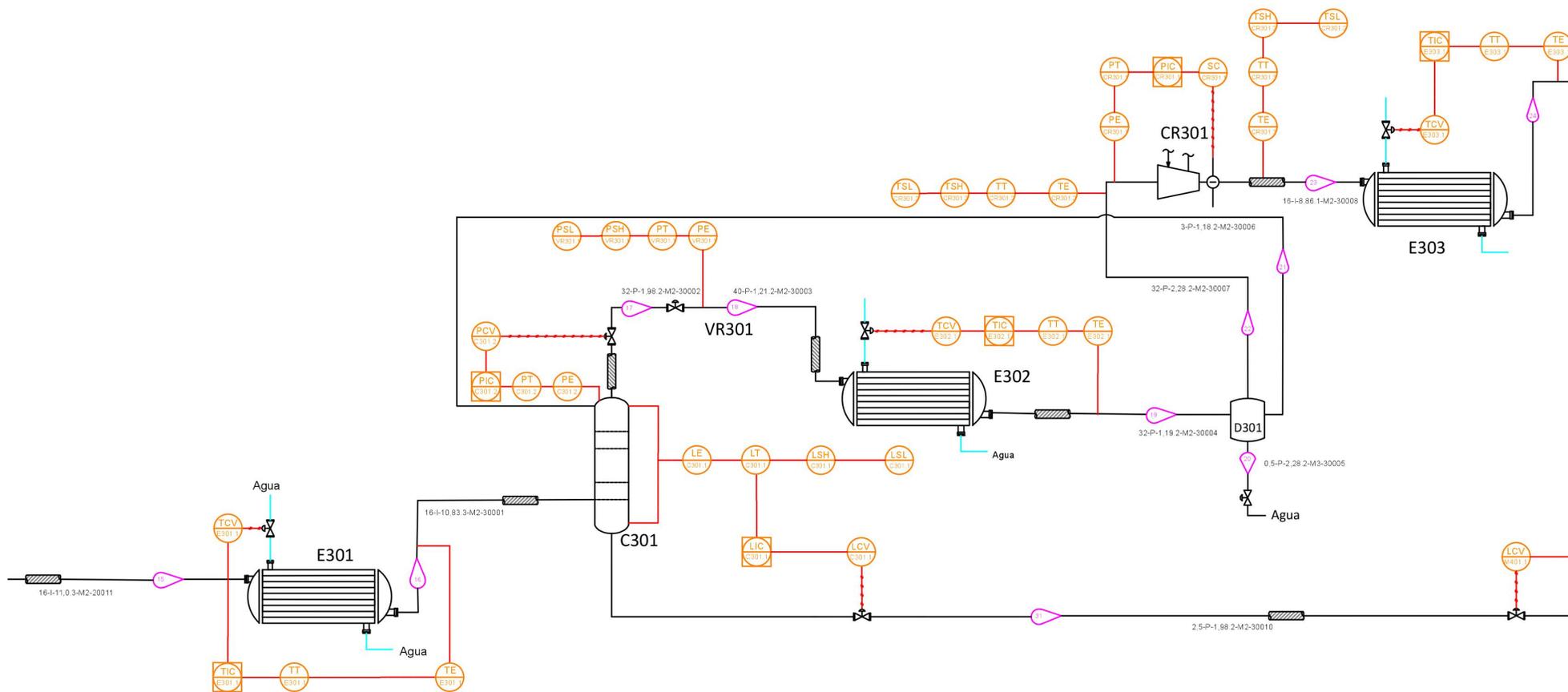


Figura 3: Área 300

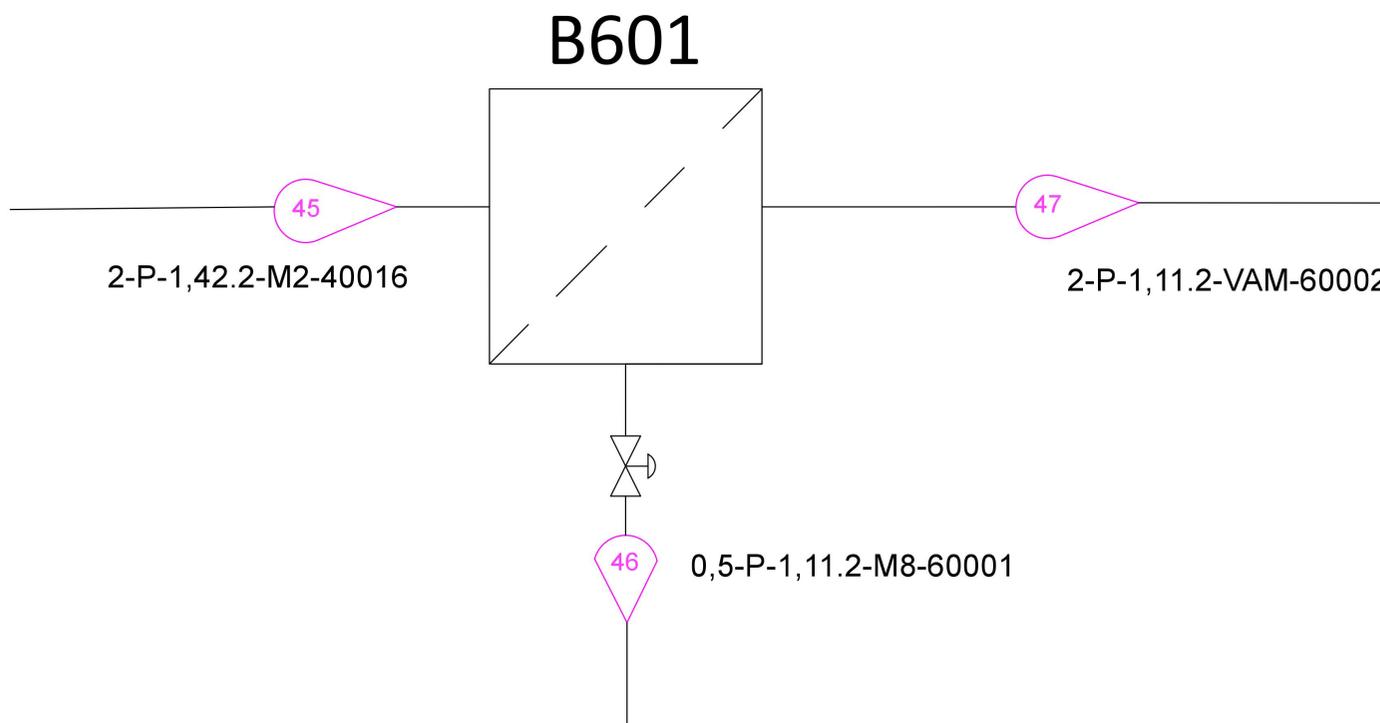


Figura 6: Área 600

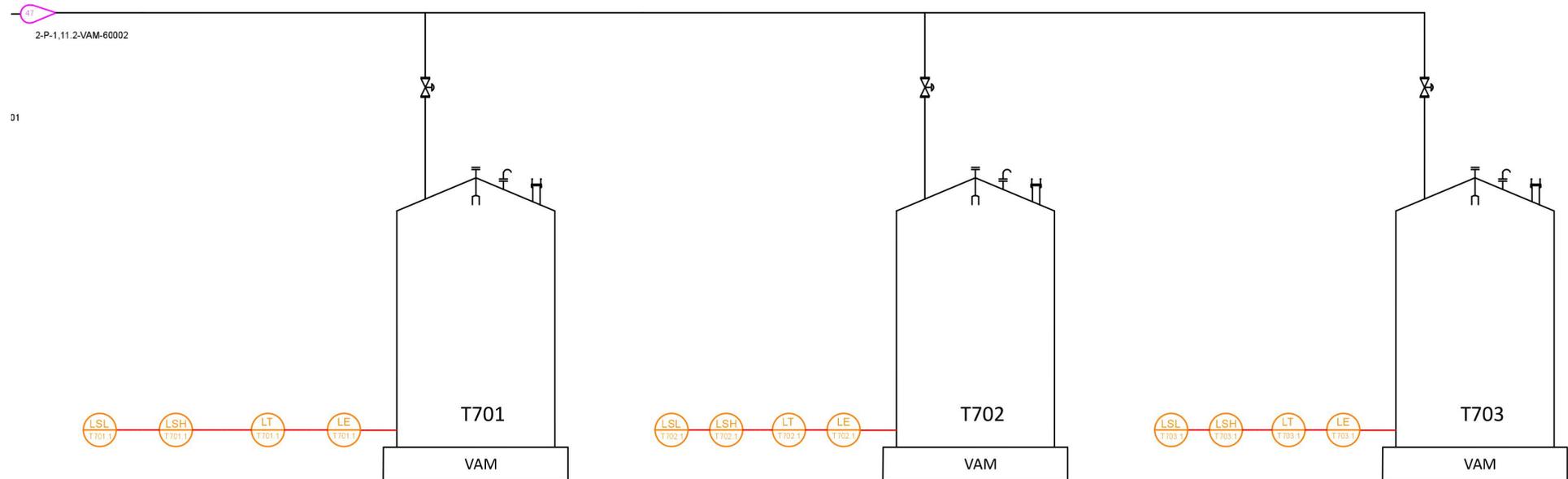


Figura 7: Área 700

8.4. Pruebas hidráulicas

Es necesario realizar pruebas hidráulicas para comprobar que las instalaciones se han hecho de forma correcta y de que no hay ninguna fuga antes de realizar la puesta en marcha. Este procedimiento sólo se realiza en determinadas zonas y equipos.

Esta prueba consistirá en llenar el equipo o tanque para su posterior vaciado. Debido a que el equipo quedará húmedo, se deberá secar con aire caliente para eliminar cualquier residuo de agua.

8.4.1. Puesta en marcha del área de servicios

Antes de realizar cualquier prueba hidráulica, se deberá proceder a la puesta en marcha de todos los servicios de la planta.

El protocolo a seguir será el siguiente:

- 1) Abrir la llave de paso de agua potable y comprobar que ésta llega a todas las fuentes, duchas y lavajos de la planta.
- 2) Comprobar que todos los equipos antiincendios están en funcionamiento y se ha suministrado los materiales necesarios para que éstos funcionen.
- 3) Comprobar que hidrantes y bocas de incendio disponen del caudal de agua necesario.
- 4) Poner en marcha el transformador eléctrico y comprobar que no hay ningún fallo y que la planta está abastecida en sus totalidad.
- 5) Comprobar que todas las tomas a tierra funcionan y que otras protecciones contra las subidas de tensión en la red eléctrica funcionan correctamente.
- 6) Abrir la llave de paso de otros servicios como el nitrógeno o el aceite térmico para el correcto funcionamiento de los equipos.
- 7) Abrir la llave de paso del gas natural para el correcto funcionamiento de los equipos.
- 8) Comprobación de que el gas natural está calentando el agua y el aceite térmico a las temperaturas deseadas.

- 9) Poner en marcha el compresor que genera el aire comprimido para todas las válvulas automáticas que trabajan de forma neumática en la planta.
- 10) Comprobar que no existe ningún fallo y que todo funciona correctamente.

8.4.2. Área 100

Tabla 2: Prueba hidráulica de los tanques T101 y T102

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
			Hoja:	1 De 1
Área(s): 100		Equipo(s): T101, T102		
Fluido de la prueba hidráulica: Agua líquida				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula de conexión entre la entrada de ácido acético y el filtro en Y			
Acción 2	Encender la bomba centrífuga de entrada de ácido acético			
Acción 3	Abrir la válvula de todo o nada del primer tanque			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el tanque			
Acción 4	Al llenarse el tanque T101, cerrar la válvula de todo o nada de ese tanque y abrir la válvula de todo o nada del corriente de entrada del tanque T102			
Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el tanque			
Acción 5	Al llenarse el tanque T102, cerrar la válvula de todo o nada de ese tanque			
Vaciado del tanque				
Acción 6	Abrir la válvula de salida del corriente 01 de los tanques T101 y T102			
Acción 7	Abrir la válvula de salida del corriente 25 de los tanques T101 y T102			
Acción 8	Poner en marcha las bombas P101 y 401			
Comprobación 4	Comprobar que no haya fugas			
Acción 9	Vaciar los tanques			
Comprobación 5	Comprobar que se han vaciado los tanques T101 y T102 y parar todas las bombas			
Acción 10	Cerrar todas las válvulas			

Tabla 3: Prueba hidráulica de los tanques T103 y T105

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Hoja:	1 De 1
Área(s): 100		Equipo(s): T103, T105		
Fluido de la prueba hidráulica: Vapor de Agua				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente de entrada de etileno al tanque T103 y T105			
Acción 2	Abrir la válvula de todo o nada de los tanques			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el tanque			
Acción 3	Al llenarse el tanque T103 y el T105, cerrar la válvula de todo o nada de ese tanque.			
Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el tanque			
Acción 4	Al llenarse el tanque T103 y el T105, cerrar la válvula de todo o nada			
Vaciado del tanque				
Acción 5	Abrir las válvulas de salida del corriente 06 de los tanques T103 y T105			
Acción 6	Poner en marcha el compresor CR202			
Acción 7	Abrir las válvulas del corriente 07			
Comprobación 4	Comprobar que no haya fugas			
Acción 8	Vaciar los tanques			
Comprobación 5	Comprobar que se han vaciado los tanques T103 y T105 y parar el compresor			
Acción 9	Cerrar todas las válvulas			

Tabla 4: Prueba hidráulica de los tanques T104

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
			Hoja:	1 De 1
Área(s): 100		Equipo(s): T104		
Fluido de la prueba hidráulica: Vapor de Agua				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente de entrada de oxígeno al tanque T104			
Acción 2	Abrir la válvula de todo o nada de los tanques			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el tanque			
Acción 3	Al llenarse el tanque T104, cerrar la válvula de todo o nada de ese tanque.			
Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el tanque			
Vaciado del tanque				
Acción 5	Abrir las válvulas de salida del corriente 08 de los tanques T104			
Acción 6	Poner en marcha el compresor CR203			
Acción 7	Abrir las válvulas del corriente 09			
Comprobación 4	Comprobar que no haya fugas			
Acción 8	Vaciar los tanques			
Comprobación 5	Comprobar que se ha vaciado el tanque T104 y parar el compresor			
Acción 9	Cerrar todas las válvulas			

8.4.3. Área 200

Tabla 5: Prueba hidráulica del área 200

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
			Hoja:	1 De 1
Área(s): 200		Equipo(s): M201, E201, CR201, M202, R201, SG201, P201		
Fluido de la prueba hidráulica: Agua Líquida				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 02			
Acción 2	Proceder al llenado del mezclador M201			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en el mezclador			
Acción 3	Abrir la válvula del corriente 03			
Acción 4	Abrir la válvula de servicio del aceite térmico de entrada al E201			
Acción 5	Abrir la válvula de servicio del aceite térmico de salida del E201			
Acción 6	Encender el compresor CR201			
Acción 7	Proceder al llenado del mezclador M202			
Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 8	Abrir la válvula del corriente 10			
Acción 9	Abrir la válvula de servicio del aceite térmico de entrada al E202			
Acción 10	Abrir la válvula de servicio del aceite térmico de salida del E202			
Comprobación 4	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 11	Abrir la válvula de la corriente de servicio de entrada del agua líquida del equipo SG201			

Acción 12	Encender la bomba P201
Acción 13	Abrir la válvula del corriente 14
Acción 14	Abrir la válvula de la corriente de servicio de salida de gases del equipo SG201
Comprobación 5	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores
Vaciado de los equipos	
Acción 15	Abrir la válvula 15 de salida de R201
Acción 16	Cerrar todas las válvulas que se han mencionado en los apartados anteriores
Acción 17	Apagar la bomba P201
Comprobación 6	Comprobar el vaciado del R201 y del SG201
Acción 18	Cerrar la válvula del corriente 15

8.4.4. Área 300

Tabla 6: Prueba hidráulica del área 300

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
			Hoja:	1 De 1
Área(s): 300		Equipo(s): E301, E302, CR301, E303, D301, C301		
Fluido de la prueba hidráulica: Agua Líquida				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 15			
Acción 2	Abrir la válvula de servicio del agua de entrada al E301			
Acción 3	Abrir la válvula de servicio del agua de salida del E301			
Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			

Acción 4	Abrir la válvula del corriente 17
Comprobación 3	Comprobar que la válvula limitador VR301 funciona correctamente
Acción 5	Abrir la válvula de servicio del agua de entrada al E302
Acción 6	Abrir la válvula de servicio del agua de salida del E302
Comprobación 4	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores
Acción 7	Encender el compresor CR301
Acción 8	Abrir la válvula de servicio del agua de entrada al E303
Acción 9	Abrir la válvula de servicio del agua de salida del E303
Comprobación 5	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores
Vaciado de los equipos	
Acción 10	Abrir la válvula del corriente 20 de salida del equipo D301
Acción 11	Abrir la válvula del corriente 31 de salida del equipo C301
Acción 12	Cerrar las válvulas de entrada de los corrientes de servicio
Comprobación 6	Comprobar el vaciado del E301
Acción 13	Cerrar las válvulas del corriente 17
Acción 14	Apagar el compresor CR301
Comprobación 7	Comprobar el vaciado del equipo C301, del E302, del D301 y del E303
Acción 15	Cerrar las válvulas de los corrientes 20 y 31
Acción 16	Cerrar las válvulas restantes

8.4.5. Área 400

Tabla 7: Prueba hidráulica del área 400

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
			Hoja:	1 De 1
Área(s): 400		Equipo(s): C401, P402, M401, E401, C402, E402, D401, B401		
Fluido de la prueba hidráulica: Agua Líquida				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 26			
Acción 2	Abrir la segunda válvula de corriente 31			
Acción 3	Encender la bomba P402			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 4	Abrir la válvula del corriente 27 y las válvulas de los corrientes 33 y 34			
Comprobación 3	Comprobar que la válvula limitador VR401 funciona correctamente y que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 5	Abrir la válvula de servicio del agua de entrada al E401			
Acción 6	Abrir la válvula de servicio del agua de salida del E401			
Comprobación 4	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 7	Abrir la válvula del corriente 41			
Acción 8	Abrir la válvula del corriente de entrada al reboiler de la columna C402			
Acción 9	Abrir las válvulas de servicio del agua de entrada y salida del reboiler de la columna C402			
Comprobación 5	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 10	Abrir la válvula de servicio del agua de entrada al E402			

Acción 11	Abrir la válvula de servicio del agua de salida del E401
Acción 12	Abrir la válvula del corriente 43
Comprobación 6	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores
Vaciado de los equipos	
Acción 10	Abrir la válvula del corriente 43 de salida del equipo D401
Acción 11	Abrir la válvula del corriente 38 de salida del equipo B401
Acción 12	Cerrar las válvulas de entrada de los corrientes de servicio
Acción 13	Apagar la bomba P402
Comprobación 6	Comprobar el vaciado de los equipos C401, M401, E401, C402 y el E402
Acción 15	Cerrar las válvulas de los corrientes 43 y 38

8.4.6. Área 500

Tabla 8: Prueba hidráulica del área 500

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
	Hoja:	1 De 1		
Área(s): 500		Equipo(s): B501, CR501		
Fluido de la prueba hidráulica: Vapor de Agua				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 27			
Acción 2	Encender el compresor CR501			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 3	Abrir la válvula del corriente 30 de salida del equipo CR501			

Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores
Vaciado de los equipos	
Acción 12	Cerrar la válvula del corriente 27
Acción 13	Apagar el compresor CR501
Comprobación 6	Comprobar el vaciado de los equipos B501 y CR501
Acción 15	Cerrar la válvula del corriente 30

8.4.7. Área 600

Tabla 9: Prueba hidráulica del área 600

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
		Hoja:	1 De 1	
Área(s): 600		Equipo(s): B601		
Fluido de la prueba hidráulica: Agua Líquida				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 45			
Acción 2	Abrir la válvula de corriente 47			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Vaciado de los equipos				
Acción 3	Abrir la válvula del corriente 46 de salida del equipo B601			
Acción 4	Cerrar la válvula del corriente 45			
Acción 5	Cerrar la válvula del corriente 47			
Comprobación 3	Comprobar el vaciado de los equipos C401, M401, E401, C402 y el E402			
Acción 15	Cerrar la válvula del corriente 46			

8.4.8. Área 700

Tabla 10: Prueba hidráulica del área 700

	Planta:	VAM Industry	PRUEBA HIDRÁULICA - Puesta en Marcha -	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	01/02/2016
			Hoja:	1 De 1
Área(s): 700		Equipo(s): T701, T702, T703		
Fluido de la prueba hidráulica: Agua Líquida				
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Válvulas cerradas en toda el área			
Llenado del tanque				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 46			
Acción 2	Abrir la válvula del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T701			
Comprobación 2	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 3	Proceder al llenado del tanque T701			
Acción 4	Cerrar la válvula del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T701			
Comprobación 3	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 5	Abrir la válvula del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T702			
Comprobación 4	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 6	Proceder al llenado del tanque T702			
Acción 7	Cerrar la válvula del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T702			
Comprobación 5	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 8	Abrir la válvula del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T703			
Comprobación 6	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores			
Acción 9	Proceder al llenado del tanque T703			
Acción 10	Cerrar la válvula del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T703			

Comprobación 7	Comprobar que no haya ninguna fuga ni en las tuberías ni en ninguno de los equipos mencionados en los puntos anteriores
Vaciado de los equipos	
Acción 11	Abrir la válvula del corriente de salida del tanque de almacenamiento T701
Acción 12	Abrir la válvula del corriente de salida del tanque de almacenamiento T701
Acción 13	Abrir la válvula del corriente de salida del tanque de almacenamiento T701
Acción 14	Cerrar la válvula del corriente 47
Comprobación 3	Comprobar el vaciado de los tanques
Acción 15	Cerrar las válvulas de los corrientes de salida de todos los tanques de almacenamiento del área 700

8.5. Puesta en Marcha

Una vez se han realizado las comprobaciones pertinentes, se puede proceder a poner en marcha la planta VAM Industry y así poner en funcionamiento el proceso. Para ello, se debe tener en cuenta ciertos protocolos para poder llegar al estado estacionario y así tener una buena producción de acetato de vinilo.

8.5.1. Puesta en marcha: Inertización de los equipos

Antes de proceder a la puesta en marcha de la planta, se debe inertizar todos los equipos de la planta para conseguir una atmosfera inerte y, por lo tanto, libre de posibles explosiones o oxidaciones en contacto con el aire. Esto se consigue dejando pasar nitrógeno por los equipos.

8.5.2. Puesta en marcha del área 100

En el área 100, principalmente encontramos los tanques de almacenamiento de las materias primas: ácido acético, etileno y oxígeno. Es por eso que la puesta en marcha de esta zona consistirá principalmente en el llenado de los tanques de almacenamiento. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

Se debe comprobar que los tanques se llenan hasta el nivel máximo y que están almacenados a las presiones y temperaturas deseadas, así como en un entorno estable.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 11 a continuación.

Tabla 11: Puesta en marcha del área 100

	Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
	Área:	100	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 100			
Llenado de los tanques T101 y T102				
Acción 1	Abrir la válvula de conexión entre la entrada de ácido acético y el filtro en Y			
Acción 2	Encender la bomba centrífuga de entrada de ácido acético			
Acción 3	Abrir la válvula de todo o nada del primer tanque			
Acción 4	Al llenarse el tanque T101, cerrar la válvula de todo o nada de ese tanque y abrir la válvula de todo o nada del corriente de entrada del tanque T102			
Acción 5	Al llenarse el tanque T102, cerrar la válvula de todo o nada del corriente de entrada de ácido acético y la válvula de todo o nada del corriente de entrada al tanque de almacenamiento T102			
Llenado de los tanques T103 y T105				
Acción 6	Abrir las válvulas de los corrientes de salida los tanques de almacenamiento T103 y T105. Los correspondientes al corriente 01.			
Acción 7	Encender la bomba P101			
Llenado de los tanques T103 y T105				
Acción 6	Abrir las válvulas de los corrientes entrada de etileno de los tanques de almacenamiento T103 y T105			
Acción 7	Abrir las válvulas de los corrientes de salida los tanques de almacenamiento T103 y T105			
Llenado del tanque T104				
Acción 8	Abrir la válvula del corriente de entrada de oxígeno del tanque de almacenamiento T104			

8.5.3. Puesta en marcha del área 200

En el área 200, es considerada el área de reacción, por lo que habrá algunos equipos considerados como críticos. Se debe comprobar que todos los equipos funcionan correctamente, al nivel, presión y temperatura establecidos en otros apartados de este trabajo y que a la hora de hacer la puesta en marcha hasta el momento en el que se alcance el estado estacionario éstos tienen un ambiente estable de trabajo. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 12 a continuación.

Tabla 12: Puesta en marcha del área 200

	Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
	Área:	200	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 200			
Preparación del M201				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente 02 de entrada al mezclador			
Acción 2	Encender el agitador del mezclador M201			
Acción 3	Abrir la válvula del corriente 03 de salida del mezclador			
Acción 4	Encender el caudalímetro F201 situado en el corriente 03			
Preparación del E201				
Acción 5	Abrir la válvula del corriente de servicio de aceite térmico de entrada al E201			
Acción 6	Abrir la válvula del corriente de servicio de aceite térmico de salida al E201			
Preparación del CR201				
Acción 7	Encender el compresor CR201			
Acción 8	Encender el caudalímetro F202 situado en el corriente 05			
Preparación del CR202				
Acción 9	Encender el compresor CR202			
Acción 10	Abrir la válvula del corriente 07			
Preparación del CR203				
Acción 11	Encender el compresor CR203			
Acción 12	Abrir la válvula del corriente 09			
Preparación del E202				
Acción 13	Abrir la válvula del corriente de servicio de aceite térmico de entrada al E202			
Acción 14	Abrir la válvula del corriente de servicio de aceite térmico de salida al E202			
Preparación del R201 y del SG201				
Acción 15	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al SG201			
Acción 16	Encender la bomba P201			
Acción 17	Abrir la válvula del corriente 14			
Acción 18	Abrir la válvula del corriente de servicio de salida del vapor de agua de SG201			
Acción 19	Abrir la válvula del corriente 15			
Posibles acciones al final de toda la puesta en marcha				
Acción 20	Abrir la válvula del corriente de servicio de nitrógeno en caso de que la concentración de oxígeno en el reactor sea superior a la deseada.			

8.5.4. Puesta en marcha del área 300

En el área 300, es considerada la primera etapa de separación, por lo que habrá algunos equipos considerados como críticos. Se debe comprobar que todos los equipos funcionan correctamente, al nivel, presión y temperatura establecidos en otros apartados de este trabajo y que a la hora de hacer la puesta en marcha hasta el momento en el que se alcance el estado estacionario éstos tienen un ambiente estable de trabajo. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 13 a continuación.

Tabla 13: Puesta en marcha del área 300

		Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
		Localidad:	Martorell		
		Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
		Área:	300	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas					
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 300				
Preparación del E301					
Acción 1	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al E301				
Acción 2	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de salida al E301				
Preparación de la columna C301					
Acción 3	Abrir la válvula del corriente 17				
Acción 4	Abrir la válvula limitadora VR301				
Preparación del E302					
Acción 5	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al E202				
Acción 6	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de salida al E302				
Preparación del D301					
Acción 7	Abrir la válvula del corriente 30				
Preparación del CR301					
Acción 8	Encender el compresor CR301				
Preparación del E303					
Acción 9	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al E303				
Acción 10	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de salida al E303				
Preparación final de la columna C301					
Acción 11	Abrir la válvula del corriente de salida de la columna C301				

8.5.5. Puesta en marcha del área 400

En el área 400, es considerada la segunda etapa de separación, por lo que habrá algunos equipos considerados como críticos. Se debe comprobar que todos los equipos funcionan correctamente, al nivel, presión y temperatura establecidos en otros apartados de este trabajo y que a la hora de hacer la puesta en marcha hasta el momento en el que se alcance el estado estacionario éstos tienen un ambiente estable de trabajo. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 14 a continuación.

Tabla 14: Puesta en marcha del área 400

		Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
		Localidad:	Martorell		
		Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
		Área:	400	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas					
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 400				
Preparación de la columna C401					
Acción 1	Abrir las válvulas de todo o nada de los corrientes de salida de los tanques T101 y T102 correspondientes al corriente 25				
Acción 2	Encender la bomba P401				
Acción 3	Abrir la válvula del corriente 26				
Acción 4	Encender el caudalímetro F401				
Acción 5	Abrir la válvula del corriente 27				
Preparación del M401					
Acción 6	Abrir la válvula del corriente 31				
Acción 7	Encender la bomba P402				
Acción 8	Abrir la válvula del corriente 33				
Acción 9	Abrir la válvula limitadora VR401				
Preparación del E401					
Acción 10	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al E401				
Acción 11	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de salida al E401				
Preparación final de la columna C402					
Acción 12	Abrir la válvula del corriente 41 de salida de la columna C401				
Acción 13	Abrir la válvula del corriente de salida por colas de la columna C401 y de entrada al reboiler				
Acción 14	Poner en marcha el reboiler				
Acción 15	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al reboiler				

Acción 16	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de salida al reboiler
Preparación de la black box B401	
Acción 17	Abrir la válvula del corriente de salida 38
Acción 18	Encender la bomba P403
Preparación del E402	
Acción 19	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada al E402
Acción 20	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de salida al E402
Preparación del decantador D401	
Acción 21	Abrir la válvula del corriente de salida de gases 44
Acción 22	Abrir la válvula del corriente de la mezcla homogénea 45
Acción 23	Abrir la válvula del corriente de salida de agua 43

8.5.6. Puesta en marcha del área 500

En el área 500, es considerada la zona de tratamiento de gases. Se debe comprobar que todos los equipos funcionan correctamente, al nivel, presión y temperatura establecidos en otros apartados de este trabajo y que a la hora de hacer la puesta en marcha hasta el momento en el que se alcance el estado estacionario éstos tienen un ambiente estable de trabajo. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 15 a continuación.

Tabla 15: Puesta en marcha del área 500

	Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
	Área:	500	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 500			
Preparación del CR501				
Acción 7	Encender el compresor CR501			

Esta área al ser un área que no se ha diseñado, su puesta en marcha no es del todo correcta y se debería verificar los pasos a seguir una vez se haya hecho el diseño de la zona de tratamiento de gases.

No obstante sabiendo los equipos que deben haber se puede hacer un listado aproximado de los pasos a seguir.

Tabla 16: Puesta en marcha de la black box 501 del área 500

	Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
	Área:	500	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 500			
Preparación de la columna C501				
Acción 1	Abrir la válvula del corriente de servicio de agua de entrada a la C501			
Acción 2	Abrir la válvula de salida de gases de la columna C501			
Preparación del evaporador E501				
Acción 3	Abrir la válvula de purga del corriente de entrada al E501			
Acción 4	Abrir la válvula de salida de gases del E501			
Preparación del evaporador E502				
Acción 5	Abrir la válvula de salida de gases del E502			

8.5.7. Puesta en marcha del área 600

En el área 600, es considerada la zona purificación del producto. Se debe comprobar que todos los equipos funcionan correctamente, al nivel, presión y temperatura establecidos en otros apartados de este trabajo y que a la hora de hacer la puesta en marcha hasta el momento en el que se alcance el estado estacionario éstos tienen un ambiente estable de trabajo. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 17 a continuación.

Tabla 17: Puesta en marcha del área 600

	Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
	Localidad:	Martorell		
	Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
	Área:	600	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas				
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 600			
Preparación del B601				
Acción 7	Abrir la válvula del corriente de salida 46			

Esta área al ser un área que no se ha diseñado, su puesta en marcha no es del todo correcta y se debería verificar los pasos a seguir una vez se haya hecho el diseño de la zona de purificación del producto.

No obstante sabiendo los equipos que deben haber se puede hacer un listado aproximado de los pasos a seguir.

Tabla 18 Puesta en marcha de la black box 601 del área 600

		Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
		Localidad:	Martorell		
		Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
		Área:	500	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas					
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 500				
Preparación del CR601					
Acción 1	Encender el compresor CR601				
Preparación de la columna C601					
Acción 2	Abrir la válvula del corriente de entrada de ácido acético a la columna C601				
Acción 3	Abrir la válvula de salida de gases de la columna C601				
Preparación de la columna C602					
Acción 4	Abrir la válvula del corriente de salida 46, correspondiente al corriente de entrada a la columna C602.				
Acción 5	Abrir la válvula de salida de gases de la columna C602				
Acción 6	Abrir la válvula de salida de agua de la columna C602				
Preparación de la columna C603					
Acción 7	Abrir la válvula de salida de componentes ligeros de la columna C603				
Acción 5	Abrir la válvula de salida de producto sin purificar de la columna C603				
Preparación de la columna C604					
Acción 7	Abrir la válvula de salida de componentes pesados de la columna C604				
Acción 5	Abrir la válvula de salida de producto purificado de la columna C604, correspondiente a la válvula del corriente 47.				

8.5.8. Puesta en marcha del área 700

En el área 700, principalmente encontramos los tanques de almacenamiento del producto final: acetato de vinilo. Es por eso que la puesta en marcha de esta zona consistirá principalmente en el llenado de los tanques de almacenamiento. Así como que el sistema de control de la planta funciona correctamente.

Se debe comprobar que los tanques se llenan hasta el nivel máximo y que están almacenados a las presiones y temperaturas deseadas, así como en un entorno estable.

En la puesta en marcha de esta zona se seguirán los siguientes protocolos que se muestra en la tabla 11 a continuación.

Tabla 19: Puesta en marcha del área 700

		Planta:	VAM Industry	PUESTA EN MARCHA	
		Localidad:	Martorell		
		Proyecto:	Estels 01	Fecha:	02/02/2016
		Área:	700	Hoja:	1 De 1
Comprobaciones previas					
Comprobación 1	Asegurarse de que previamente se ha procedido a la inertización del medio de todos los equipos del área 700				
Llenado del tanque 701					
Acción 1	Abrir la válvula de todo o nada situada en el corriente de entrada del tanque T701				
EN CASO DE QUE EL TANQUE SE LLENE					
Acción 2	Abrir la válvula de todo o nada situada en el corriente de salida del tanque T701 para distribuir el producto				
Acción 3	Cerrar la válvula de todo o nada situada en el corriente de entrada del tanque T701. Proceder al llenado del tanque 702				
Llenado del tanque 702					
Acción 1	Abrir la válvula de todo o nada situada en el corriente de entrada del tanque T702				
EN CASO DE QUE EL TANQUE SE LLENE					
Acción 2	Abrir la válvula de todo o nada situada en el corriente de salida del tanque T702 para distribuir el producto				
Acción 3	Cerrar la válvula de todo o nada situada en el corriente de entrada del tanque T702. Proceder al llenado del tanque 703.				
Llenado del tanque 703					
Acción 1	Abrir la válvula de todo o nada situada en el corriente de entrada del tanque T703				
EN CASO DE QUE EL TANQUE SE LLENE					
Acción 2	Abrir la válvula de todo o nada situada en el corriente de salida del tanque T703 para distribuir el producto				
Acción 3	Cerrar la válvula de todo o nada situada en el corriente de entrada del tanque T703. Proceder al llenado del tanque 701 de nuevo.				