

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS

PROYECTO DE FINAL DE CARRERA

INGENIERÍA QUÍMICA



Alejandro Polo Matas

Francisco Habas Palma

Sandra Lloria Hernández

Safae El Hmidi Cherkaoui

Samantha González Restrepo

Junio 2022

Tutor: Rafa Bosch

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS

CAPÍTULO 03. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN



Alejandro Polo Matas

Francisco Habas Palma

Sandra Lloria Hernández

Safae El Hmidi Cherkaoui

Samantha González Restrepo

Junio 2022

Tutor: Rafa Bosch

UAB
Universitat
Autònoma
de Barcelona

e escola
d'enginyeria

ÍNDICE

3. Control e instrumentación

3.1.- Introducción.....	2
3.2.- Conceptos y definiciones básicos de control	2
3.2.1.- Señales.....	3
3.2.2.- Instrumentación y comunicaciones	3
3.3.- Introducción a los lazos de control.....	5
3.3.1.- Open loop o lazo abierto	5
3.3.2.- Lazo cerrado.....	5
3.4.- Arquitectura y conexión del sistema de control	9
3.4.1.- Elementos de un sistema de control.....	9
3.5.- Elementos primarios	15
3.5.1.- Sensor de nivel.....	16
3.6.- Elemento final: válvulas de control	32
3.7.- Nomenclatura del sistema de control en la planta	33
3.7.1.- Nomenclatura de los lazos de control.....	33
3.7.2.- Nomenclatura del instrumento	35
3.7.3.- Simbología de los instrumentos.....	36
3.7.4.- Nomenclatura de los equipos	37
3.7.5.- Nomenclatura y simbología para las conexiones	37
3.8.- Listado de lazos de control e instrumentación en la planta.....	38
3.9. Descripción y detalle de los lazos de control en la planta.....	69
3.9.1. Tanques de almacenamiento.....	69
3.9.2. Tanques de mezcla	81
3.9.3. Reactores	103
3.9.4. Decantadores.....	128
3.9.5. Centrífuga	132
3.9.6. Filtro prensa	133
3.9.7. Coalescedor.....	135
3.9.8. Evaporador.....	137
3.9.9. Columna de destilación	143
3.9.10. Intercambiadores de calor.....	152
3.10.- Bibliografía.....	158

3. Control e instrumentación

3.1.- Introducción

Una industria química tiene como objetivo realizar un proceso productivo mediante un conjunto de equipos, tales como, reactores, intercambiadores de calor, tanques, etc., de la manera más eficiente posible. Para garantizar dicha eficiencia, es necesario que, tanto reactivos como productos se encuentren en las condiciones establecidas del proceso.

Por otro lado, las plantas químicas son uno de los focos de accidentes más grandes en la actualidad debido a la manipulación y el tratamiento de sustancias peligrosas. Por este motivo, para asegurar con el cumplimiento de estas condiciones de temperatura, presión y caudal, entre otros, y reducir la tasa de accidentes lo máximo posible es necesario implementar un sistema de control en la planta.

En ResyTech S.L, se ha estudiado a fondo el sistema de control necesario a implementar para optimizar tanto la seguridad del proceso como la productividad y calidad del producto.

En el siguiente capítulo se presentan los conocimientos básicos de control que se necesitan para el entendimiento del sistema elegido, la descripción de los elementos usados y el funcionamiento del sistema de control y monitorización de cada equipo de la planta.

3.2.- Conceptos y definiciones básicos de control

Para empezar con la descripción, es necesario conocer el lenguaje de un sistema de control.

El principal objetivo de esta implementación es la vigilancia y la medición del valor de ciertas variables a lo largo del proceso en función de un rango previamente establecido. Este rango se conoce como setpoint o como punto de consigna y representa el objetivo de la variable a controlar.

Las variables presentes se separan en dos tipos:

Variable de entrada: es una variación externa que modifica la magnitud o la condición de la respuesta final de nuestro sistema. Podemos encontrar dos tipos de variables de entrada.

- **Variable manipulada:** esta es la variable sobre la cual actúa el elemento final para mantener el setpoint.
- **Perturbación:** variable externa al sistema que modifica la respuesta final de nuestra variable de salida. Normalmente es cualquier desviación que aleja nuestra variable del setpoint.

Depende del lazo de control, la *variable medida* puede ser cualquiera de las dos anteriores.

Variable de salida: también llamada *variable controlada*. Es el objetivo a controlar. La variable controlada puede, a su vez, clasificarse en dos tipos:

- **Variable de salida medida**
- **Variable de salida no medida**

Finalmente, es importante comprender el concepto Offset (o error). La diferencia entre el valor consigna establecido y la respuesta de la variable contrada afectada por una perturbación se conoce como Offset y es el valor que se pretende reducir a mediante la acción del sistema de control.

3.2.1.- Señales

Para establecer la comunicación entre la variable controlada y el controlador se necesita un lenguaje que traspase la información de un lado a otro: las señales. Estas son la unión entre cada elemento de un lazo de control.

Podemos clasificarlas en dos tipos:

- **Señales analógicas.** Son señales, normalmente eléctricas, que varían de forma decimal entre un rango de valores (eléctrico: 4 – 20 mA o neumático: 3 – 15 psi). La intensidad de estas señales está correlacionada con el parámetro medido y describe la señal que se enviará al elemento final.
- **Señales digitales.** Este tipo de señales son analizadas en pares binarios, lo cual su valor varía entre 0 y 1. Esto implica que no registran una señal continua, como en el caso de las analógicas. Debido a esta delimitación, las señales digitales solo pueden ser usadas en equipos con un sistema de control todo o nada.

Configurar una caja de un sistema de control se llama PLC, y no es más que una computadora programada para recibir y enviar múltiples señales de entrada y salida, rangos de temperatura, entre otras, para monitorizar un proceso.

Este consta de cuatro tipos de señal:

- Entrada digital, *ED (o digital input)*
- Entrada analógica, *EA (o analog input)*
- Salida digital, *SD (o digital output)*
- Salida analógica, *SA (o analog output)*

3.2.2.- Instrumentación y comunicaciones

Para hacer posible la monitorización, la medición y el control del proceso se necesitan un seguido de instrumentos que reciban y transfieran las señales.

Se muestra una breve explicación de cada uno de los instrumentos que participan en el sistema de control a continuación.

- **Sensor.** El sensor es el primer elemento en actuar un sistema de control. Su función es transformar un parámetro o estado físico del entorno que nos rodea en una información traducida a señales eléctricas. Se encarga de medir la variable controlada o la perturbada y enviar la señal.
- **Transmisor o transductor.** El transmisor o transductor tiene como función traducir la señal recibida por el sensor en una señal eléctrica para que pueda ser leída por el controlador.
- **Controlador.** Es el elemento más importante en el sistema de control. Es el encargado de actuar en la variable de salida en función del cálculo del Offset con la señal recibida por el transmisor y el setpoint establecido. El controlador envía la acción a ejercer para modificar la variable de salida, al elemento final del sistema.
- **Elemento final de control o actuador.** Finalmente, encontramos el actuador, que envía la señal recibida por el controlador a la variable manipulada para modificar la respuesta final del sistema. En las plantas químicas, los actuadores mayoritarios suelen ser las válvulas, bombas o compresores, ya que la variable controlada suele ser el caudal.
- **Alarma.** En momentos críticos, se necesita una alarma para alertar del control manual debido a la superación de cierto valor límite en la variable controlada. De esta manera, si se registra cierto valor fuera del rango determinado, se emite una señal visual y posteriormente una acústica, para alertar a los operarios.

Los elementos anteriormente citados corresponden a un lazo de control cerrado.

A continuación, se presenta un ejemplo de sistema de control en lazo cerrado donde se muestra el orden de cada elemento de este (Ver Figura 3.1).

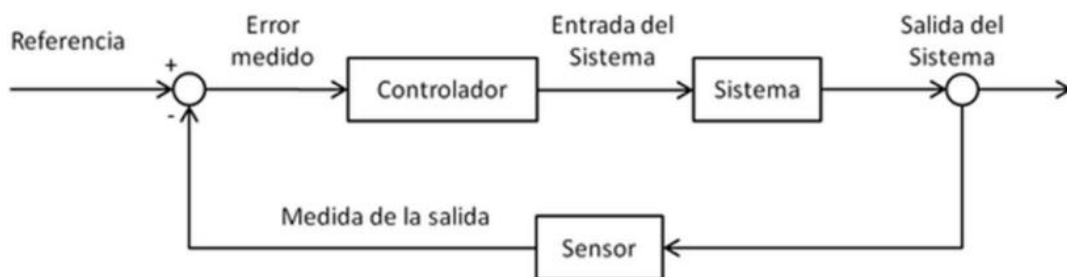


Figura 3.1. Esquema básico de un sistema de control en lazo cerrado.

Donde:

- Error medido, ϵ : Offset
- Referencia o Y_{sp} : corresponde a la señal de entrada o setpoint
- Entrada del sistema: acción del controlador en el elemento final
- Salida del sistema o Y : respuesta final

3.3.- Introducción a los lazos de control

Un lazo de control es el mecanismo para mantener nuestro proceso estable y libre de perturbaciones o imprevistos, mediante el lazo de los instrumentos anteriormente mencionados.

Dependiendo de la relación entre variables, se conocen los siguientes tipos de lazo de control:

3.3.1.- Open loop o lazo abierto

Un control de lazo abierto actúa de manera que la acción del controlador no se ve influida por la variable de salida. En este tipo de lazo se encuentran únicamente dos señales – entrada y salida –, y la variable de salida no es medida para compararla con la consigna.

Se muestra un ejemplo de lazo abierto a continuación (*Figura 3.2*).

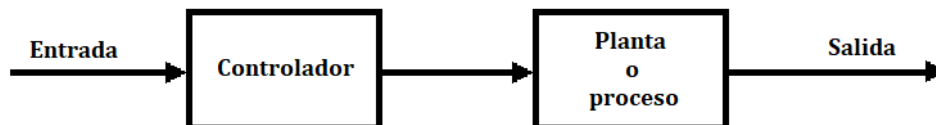


Figura 3.2. Ejemplo de un sistema de control en lazo abierto.

3.3.2.- Lazo cerrado

A diferencia del lazo abierto, la respuesta de salida es medida y alimentada al controlador comparándose con el valor de consigna establecido. Una vez calculado el error, el controlador transfiere la información al elemento final y se ejerce una acción de manera continua para disminuir al máximo dicha diferencia.

En los sistemas de control de lazo cerrado se encuentran las siguientes configuraciones:

- **Feedback o retroalimentación**

Es el lazo más común. Un ejemplo puede ser la *Figura 3.1*, donde la variable de salida es medida y directamente enviada al controlador para actuar en la variable modificada.

En este caso, la variable controlada es la variable medida y el controlador no ejercerá acción en la variable manipulada a menos que la variable controlada se encuentre fuera de los rangos.

- **Feedforward o anticipado**

El lazo de control feedforward recibe este nombre debido a que proporciona un control anticipado del sistema. En este caso, la variable medida es la perturbación. En función de esta, se controla el efecto que ejerce en la variable controlada y el controlador reacciona evitando cualquier variación.

A veces, se pueden juntar las dos configuraciones (feedback y feedforward) para mejorar la eficiencia del proceso.

Se puede observar un ejemplo de esquema de lazo de control anticipado en la *Figura 3.3*.

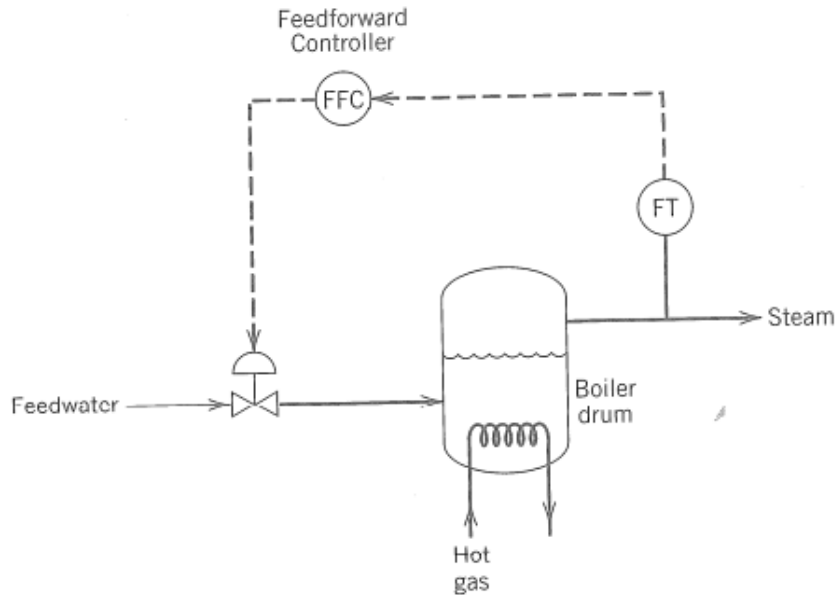


Figura 3.3. Ejemplo del control en lazo cerrado feedforward del nivel del líquido de una caldera.

- **Control ON/OFF, todo o nada**

Este sistema de control, parecido al lazo por retroalimentación, tiene un comportamiento homólogo a las señales digitales. El controlador solo actúa cuando la variable controlada llega a cierto valor y solo tiene dos posiciones, ON y OFF.

Además, los lazos de control todo o nada presentan una característica adicional llamada histéresis. Esta se basa en establecer un margen de actuación con el fin de evitar la necesidad de reparar el sistema.

Un ejemplo de aplicación muy común sería el sistema de control con elemento final una válvula de todo o nada, que se abren o se cierran al completo en función del valor recibido por el sensor.

- **Cascada**

Los controles por cascada consisten en la conexión de la salida de un controlador al setpoint de otro, controlando a la vez, dos aspectos diferentes del mismo proceso. El valor de una variable influirá en la acción del controlador en otra.

Se suele decir que el primer controlador – primario –, da órdenes al segundo – secundario –, a través de una señal de setpoint remoto. Por esta razón, el lazo de control se puede ver como dos sistemas de control por feedback donde uno se anida al otro.

A continuación, se puede ver un esquema ejemplo (Figura 3.4).

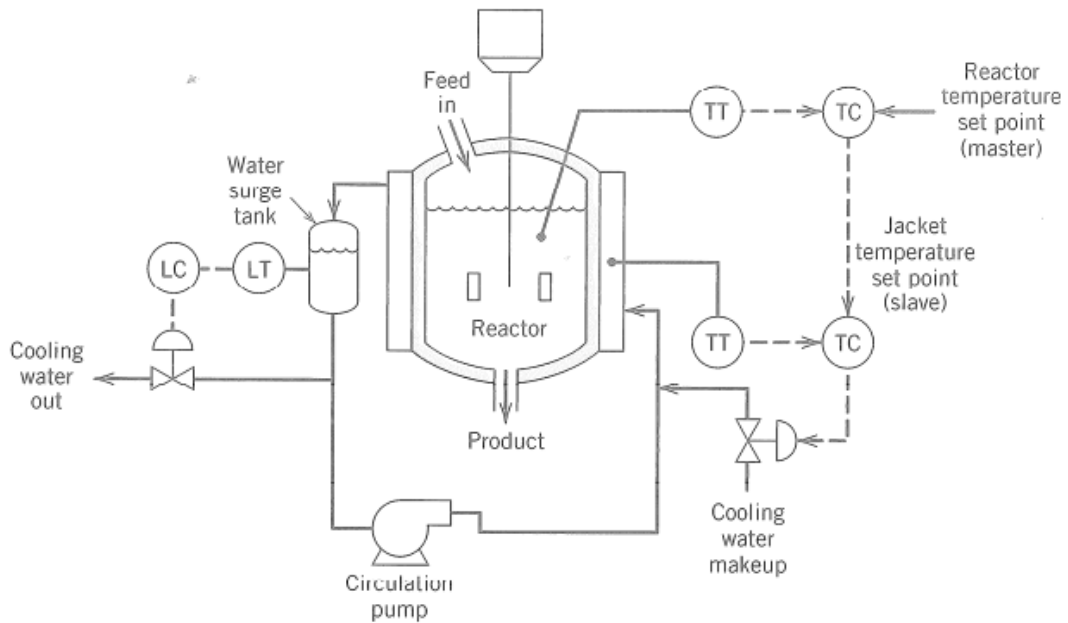


Figura 3.4. Ejemplo del control en lazo cerrado en cascada de un reactor exotérmico.

Split-range o rango dividido

En estos lazos, la señal de la variable de salida es dividida y enviada a varios elementos finales. En función de la señal recibida, el divisor (véase Figura 3.5), en un rango de 0 a 100%, decide como secuenciar la acción del controlador en cada elemento final.

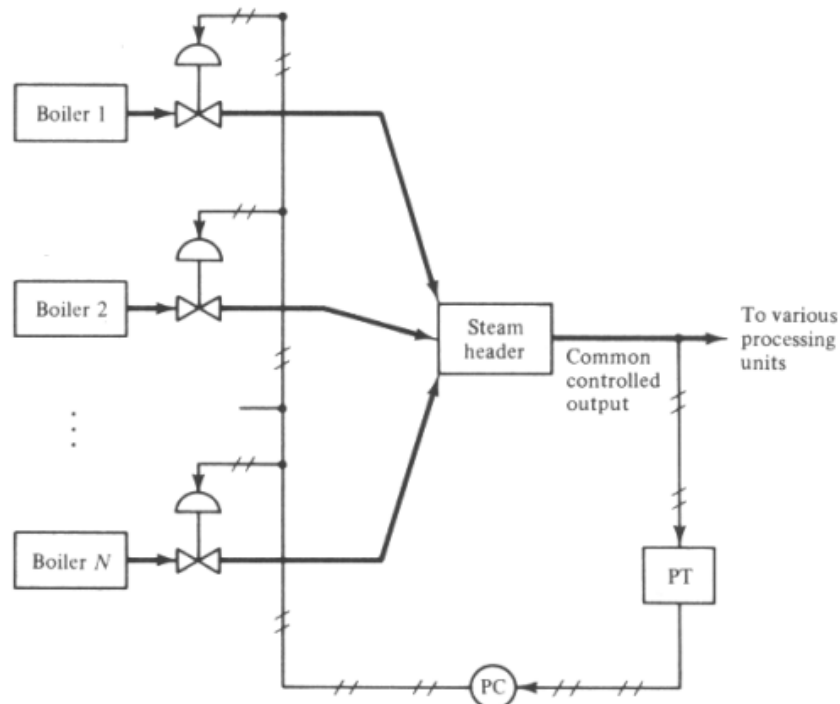
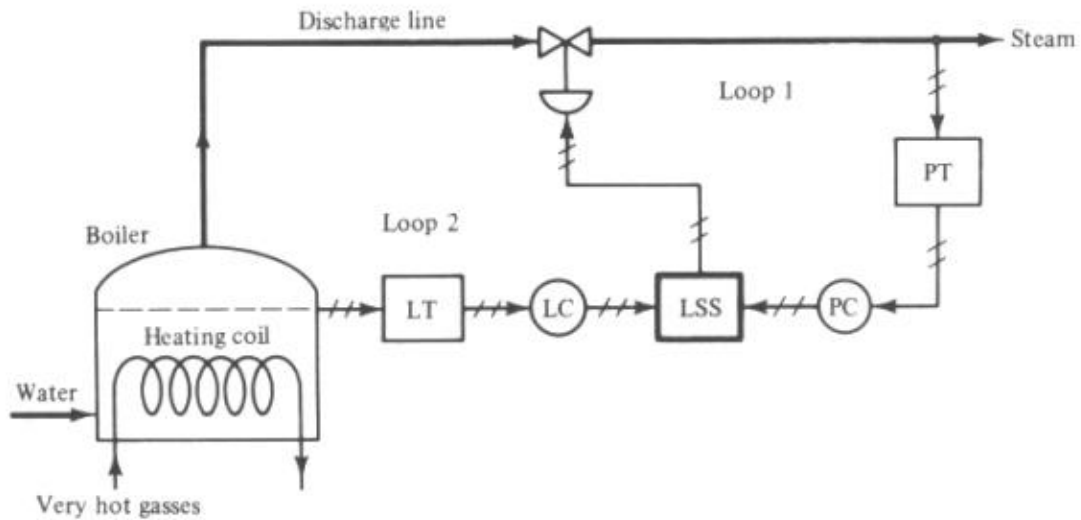
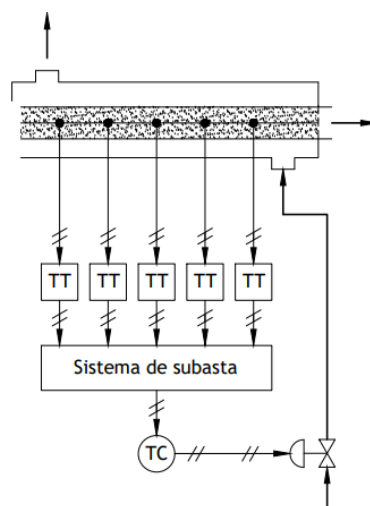


Figura 3.5. Ejemplo del control en lazo cerrado en rango dividido para un encabezado de vapor.

Se muestra un ejemplo típico de control en override en la *Figura 3.6*



De manera inversa, el control por subasta analiza el valor de diferentes sensores en el proceso y actuar en un mismo elemento final. El nombre de control por subasta viene debido a que, el control ejerce una acción en función de la señal más elevada. Se puede ver el funcionamiento básico de este tipo de control en la figura



3.4.- Arquitectura y conexión del sistema de control

La arquitectura del sistema de control es el conjunto de instrumentación, software y hardware que se instalan en la planta y que satisfacen el control de cada una de las zonas del proceso. En ResyTech S.L., es necesario garantizar la homogeneidad del control en la planta, la supervisión y la estandarización en la programación para asegurar la optimización del proceso.

Por este motivo, se ha elegido la implementación de un sistema de control de tipo DCS (sistema de control distribuido), para el control de toda la planta, suministrados por el software e instrumentación de EMERSON. La decisión de esta se adhiere a dos tipos de requisitos: la transmisión de las señales y el correcto cálculo de las acciones del controlador.

El mecanismo de un DCS es de carácter piramidal, como muestra la *Figura 3.8*, donde toda la instrumentación se sitúa en la base (Nivel 1). Seguidamente se encuentran todos los elementos comunicadores del controlador se sitúan en el Nivel 2. Estos son los encargados de enviar la señal al PLC y, consecuentemente, monitorizar el proceso.

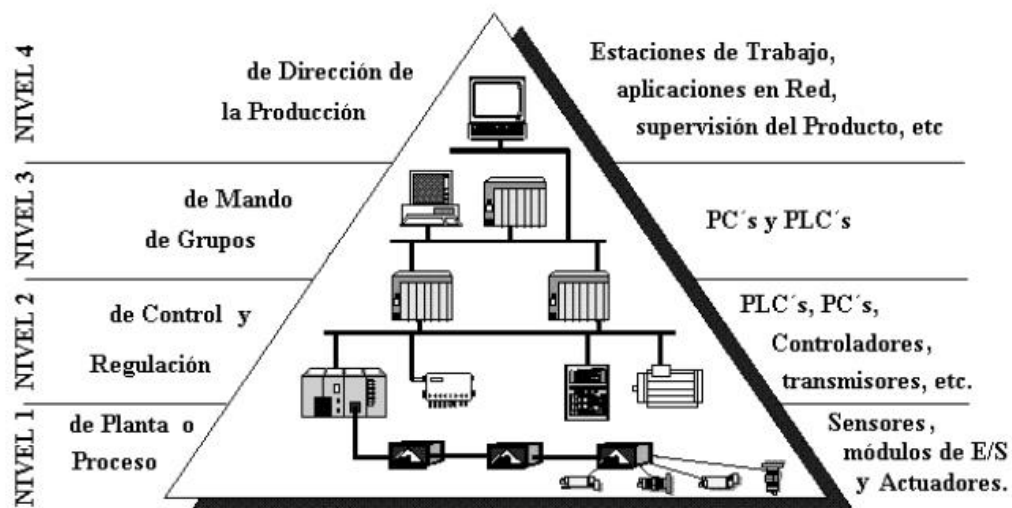


Figura 3.7. Esquema conceptual de un sistema de control distribuido.

Esta característica es ventajosa a la hora de procesar las señales, a diferencia de un PLC. Esta es debido a que, la implantación de un sistema de control distribuido permite que las señales provenientes de diferentes áreas de la planta puedan reconocerse en un mismo controlador centralizado, mientras que, con una monitorización de un sistema con PLCs, necesitaríamos un controlador para cada equipo.

3.4.1.- Elementos de un sistema de control

Como se ha mencionado, nuestros sistemas de control estarán suministrados por la empresa EMERSON, creadores de sistemas y software DeltaV para la industria química.

A continuación, se describen los elementos que participan en cada uno de estos sistemas.

3.4.1.1.- Controladores

En primer lugar, tenemos el controlador, el elemento más importante del sistema. Este tiene como función detectar la señal de error, que es normalmente baja, y amplificarla a un nivel lo suficientemente alto como para ser enviado a un elemento final. Estas señales vienen de las tarjetas de adquisición las cuales retornan la señal de salida para efectuar la acción controladora que se haya calculado.

Por ello, para satisfacer con el software Delta V, se ha escogido un controlador de tipo PK (véase la Figura 3.8) capaz de unir las diferencias entre un DCS y un PLC y diseñado para operar independientemente, sin necesidad de conexión a un panel HMI o a elementos adicionales de un sistema de control distribuido.



Figura 3.8. Controlador PK serie M Delta V.

Además, este controlador contribuye a la reducción del espacio utilizado, sin necesidad de dividir las E/S en distintos portadores, y la instalación de varios interruptores mediante el uso de los seis puertos de Ethernet incorporados.

3.4.1.2.- Estación de ingeniería

Esta consta de todo el hardware utilizado para monitorizar el proceso. En esta es posible configurar y modificar cada uno de los lazos de control de toda la planta.

En nuestro caso, se ha optado por la estación de modelo Base Delta V. Esta está dispuesta del software y el hardware del Delta V para poderla ejecutar. Además, esta estación presenta, aparte de todas las ventajas del software Delta V, la flexibilidad de selección de las aplicaciones más adecuadas.

3.4.1.3.- Estaciones de operador

Estas, de manera parecida a las estaciones de ingeniería, son el conjunto de hardware necesario para monitorizar cada una de las zonas de la planta, con la única diferencia de que, en vez de contar con uno para toda la planta, se instalará en cada una de las áreas de la planta que necesiten control.

Para ello se ha escogido la estación de operador Delta V Dual Monitor Workstation.

3.4.1.4.- Tarjetas de adquisición de señales

Las tarjetas de adquisición de datos, DAQ, sirven para obtener de manera física datos de una variable (ya sea en forma de voltaje, temperatura, nivel de sonido...) y las transforman en un dato apto para ser reconocido con un sistema digital. Un sistema DAQ está formado por tres elementos principales: el sensor, las tarjetas DAQ – el hardware –, y un software programable.

Mediante la cantidad de señales que se reciben en cada zona, podemos dimensionar las tarjetas de adquisición de señales. Estas, consisten en tres partes principales: el convertidor ADC (analógico-digital), el circuito de acondicionamiento de señales y el bus del ordenador.

3.4.1.5.- Centro de control de motores

Para hacer funcionar la mayoría de los elementos y equipos que se usan en la planta, así como agitadores, difusores, compresores, bombas, etc., se necesitan varios motores que lo permitan. Por ello, nuestros sistemas de control presentan un centro de control de estos, encargados de suministrar la electricidad necesaria para su funcionamiento.

Para entender la conexión entre los elementos que forman el sistema de control hay que diferenciar entre las tres partes principales de este:

- **Campo:** en estos se localizan los elementos que captan la información y envían señales – digitales o analógicas – hasta las tarjetas de adquisición. Estos son, por ejemplo, los caudalímetros, pH-metros, transmisores o sensores de temperatura o presión, en caso de que estos no los tengan integrados en su propio equipo.
- **Unidad o estación remota:** es el equipo de control que capta las señales independientes recibidas en el campo y las transforma en información inteligible hasta un sitio donde se pueda procesar; en este caso, el PLC o el DCS.
- **Sala de control:** la sala de control comprende los equipos – PLC o DCS – que permiten monitorizar y automatizar el sistema a partir de la información procesada de la unidad remota.

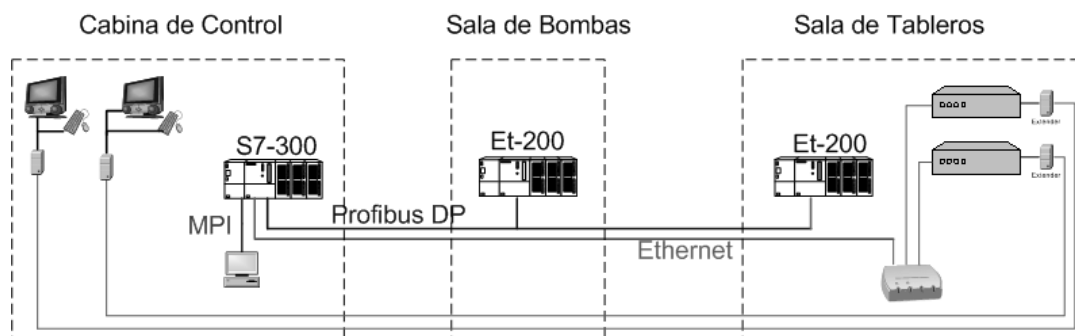


Figura 3.9. Distribución del PLC y estaciones remotas.

En ResyTech, S.L., se ha optado por la instalación de un estándar de red de comunicación capaz de agilizar la comunicación entre los elementos del campo y el sistema de control.

La arquitectura de este se basa en una comunicación de Ethernet industrial basado en estándares abiertos TCP/IP e IT, desarrollado con un enfoque parecido al bus de campo Profibus DP. Además, este estándar de red digital de bus de campo trabaja con “maestros”, – como, por ejemplo, PLC, DCS o PAC – y “esclavos”, que puede ser cualquier estación remota.

Por el tipo de caracterización de nuestra planta, se ha elegido la instalación del Profinet (Process Field Network), parecido al mecanismo Profibus DP, diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo.

3.4.1.6.- Recuento de señales

A continuación, se presenta el recuento de las señales por zonas y el total de la planta (Véase Tabla 3.1). Se muestran en función de la cantidad de señales analógicas (analog input – AI - y analog output – AO –) y de señales digitales (digital input – DI – y digital output – DO –).

Tabla 3.1. Recuento de señales por zonas.

	RECuento DE SEÑALES			
	Fecha	15/05/2022	Ubicación	Polígono Industrial ‘Gasos Nobles’
	Revisado	10/06/2022	Localidad	La Canonja
ZONA	AI		AO	
Z – 100	7		16	
Z – 200	7		12	
Z – 300	12		21	
Z – 400	1		1	
Z – 500	8		15	
Z – 600	8		8	
Z – 800	4		8	
TOTAL	47		81	

La cantidad de señales por zonas determinan el tipo de tarjeta de adquisición de señales usada.

3.4.1.7.- Selección de tarjetas de adquisición y controlador

El total de señales que interaccionan en una zona son las que determinan la tarjeta de adquisición de cada una.

Como se ha mencionado anteriormente, el hardware del controlador instalado es el DCS Delta V de la casa EMERSON. Por ello, se han escogido las siguientes tarjetas (2) de adquisición para cada tipo de señal:

- **Analógicas:** Delta V M-Series AI y AO, de 4-20mA y 16 canales
- **Digitales:** Delta V M-Series DI y DO, de 4-20mA y 32 canales

Se muestran las fichas técnicas del controlador y las tarjetas de adquisición de señales correspondientes (Tabla 3.2 y Tabla 3.3) para cada una de las zonas, a continuación.

Tabla 3.2. Hoja de especificaciones del controlador.







	HOJA DE ESPECIFICACIONES: CONTROLADOR				
	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS				
	FECHA	15/05/2022	UBICACIÓN	Polígono Industrial ‘Gasos Nobles’	HOJA
	REVISADO	10/06/2022	LOCALIDAD	La Canonja	1 de 1
	ZONA	-	PLANTA	ResyTech, S.L.	
CARACTERÍSTICAS					
DISTRIBUIDOR	EMERSON				
MODELO	CONTROLADOR DELTA V PK				
MEMORIA	96 MB				
BUS DE CAMPO	PROFINET				
CAPACIDAD PROCESADO	>1200 señales				
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	12 Mbit/s				
CONEXIÓN A PROCESO	CABLE ETHERNET de PROFINET				
CONEXIÓN A MODULOS	INALÁMBRICO o TRADICIONAL				
HUMEDAD RELATIVA %	5 a 95				
DATOS COMPLEMENTARIOS			IMAGEN		
Capacidad de disipación de calor	7 W				
Rango de operación (°C)	-40 a 60°C				
Temperatura de almacenaje	-40 a 85°C				

Tabla 3.3. Hoja de especificaciones de las tarjetas de adquisición.

	HOJA DE ESPECIFICACIONES: TARJETA DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES				
	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS				
	FECHA	15/05/2022	UBICACIÓN	Polígono Industrial ‘Gasos Nobles’	HOJA
	REVISADO	10/06/2022	LOCALIDAD	La Canonja	1 de 1
	ZONA	200	PLANTA	ResyTech, S.L.	
CARACTERÍSTICAS					
DISTRIBUIDOR	EMERSON				
TIPO DE MODULOS	4 AI I 2WIRE HART, 2 DI I 2WIRE HART, 4 AO I HART, A DO 17,4 VDC/20 mA				
CANTIDAD DE CANALES	16				
BUS DE CAMPO	PROFINET				
TENSIÓN (V/A)	24/5				
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	1,5 Mbit/s				
CONEXIÓN A PROCESO	CABLE ETHERNET de PROFINET, HART o multicable				
CONEXIÓN A MODULOS	INALÁMBRICO o TRADICIONAL				
HUMEDAD RELATIVA %	5 a 95				
DATOS COMPLEMENTARIOS			IMAGEN		
TIPO DE SEÑAL	AI (analog input)				
RANGO OPERACIÓN (°C)	-40 a 60°C				
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	-40 a 85°C				

	HOJA DE ESPECIFICACIONES: TARJETA DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES				
	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RESINAS EPOXI LÍQUIDAS				
	FECHA	15/05/2022	UBICACIÓN	Polígono Industrial ‘Gasos Nobles’	HOJA
	REVISADO	10/06/2022	LOCALIDAD	La Canonja	1 de 1
	ZONA	300	PLANTA	ResyTech, S.L.	
CARACTERÍSTICAS					
DISTRIBUIDOR	EMERSON				
TIPO DE MODULOS	4 AI I 2WIRE HART, 2 DI I 2WIRE HART, 4 AO I HART, A DO 17,4 VDC/20 mA				
CANTIDAD DE CANALES	32				
BUS DE CAMPO	PROFINET				
TENSIÓN (V/A)	24/5				
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	1,5 Mbit/s				
CONEXIÓN A PROCESO	CABLE ETHERNET de PROFINET, HART o multicable				
CONEXIÓN A MODULOS	INALÁMBRICO o TRADICIONAL				
HUMEDAD RELATIVA %	5 a 95				
DATOS COMPLEMENTARIOS			IMAGEN		
TIPO DE SEÑAL	DI (digital input)				
RANGO OPERACIÓN (°C)	-40 a 60°C				
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	-40 a 85°C				

3.5.- Elementos primarios

Para el funcionamiento de un correcto lazo de control es muy importante la elección de los elementos primarios adecuados. Su nombre corresponde a que conforman la primera etapa en una monitorización de control.

Un elemento primario, como se ha mencionado anteriormente, es aquel elemento o dispositivo cuya función es detectar o medir el valor de una variable del proceso y ser capaz de mantener contacto continuo con diferentes propiedades (temperatura, presión, nivel, pH...) a lo largo de este, a pesar de cualquier cambio.

Estos, además, están en contacto directo con la variable y transmiten fácilmente cualquier variación ambiental, siendo el primer elemento en el ciclo de control de medición de variables de proceso, cuya influencia puede ser el cambio de presión, fuerza, posición, etc.

Los elementos primarios más comunes son los transmisores y, en el caso de estos no tenerlos incorporados a su equipo, los sensores.

En ResyTech S.L., se han seleccionado elementos primarios que conforman el equipo sensor + transmisor y así se especificarán en cada uno de los lazos de control del

proceso. Estos se sitúan en el campo del proceso y estarán unidos a la estación remota que, posteriormente, traducirá la información para enviarla al sistema de control distribuido.

En el diseño de un sistema de control automatizado de un proceso es necesario hacerse un seguido de cuestiones antes de seleccionar el tipo de sensor, como, por ejemplo: el tipo de fluido o sólido que se estudia, los rangos de operación de cada una de las variables, si el material medido conduce la electricidad, el tipo de salida que se necesita (analógica, digital, relé, etc.), entre otras.

Es por eso que se han seleccionado unos sensores específicos para la supervisión de nuestra planta.

A continuación, se muestran los sensores utilizados para cada una de las variables que se han estudiado en el proceso: nivel, flujo, temperatura, presión y pH.

3.5.1.- Sensor de nivel

El nivel de líquido o sólido de un tanque determina si existe un peligro de desbordamiento del tanque o, por el contrario, el agotamiento de la materia en estos. Además, en función de este se establecen los mecanismos de carga y descarga de los tanques y de los caudales de entrada y salida.

La importancia de un sensor de nivel reside, por lo tanto, en que es un dispositivo electrónico que mide la altura de un material, generalmente un líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

En este caso, se utilizarán en una aplicación que mide el nivel de nuestros tanques, tanto de almacenamiento como de mezcla y de nuestros reactores.

Generalmente, los sensores actúan como alarma para indicar que el tanque está demasiado lleno cuando se alcanza cierto nivel o, por el contrario, como aviso de nivel bajo.

Normalmente existen dos tipos de funcionamiento de sensores:

- Por un lado, existen los **sensores de nivel continuo** que, debido a su alta efectividad, son más complejos y pueden monitorear el nivel de todo el sistema.

Estos miden los niveles de líquido dentro de un cierto rango en lugar de en un solo punto, produciendo una señal de salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. El microprocesador convierte el valor promediado para una señal analógica de 4 a 20 mA lineal con el nivel de líquido. Cuando el eco de nivel no vuelve al sensor en 8 segundos, la señal de salida del sistema cae por debajo de 4 mA, lo que indica una condición de bajo nivel o de tubo vacío. Para crear un sistema de control de nivel, la señal de salida se conecta a un circuito de control de proceso y un indicador visual.

- Por el otro, se encuentran los **sensores ON/OFF**. Estos se deben colocar a cierta altura o nivel del tanque para que, en caso de excedencia o decrecimiento el sensor emita una

alarma. Es por eso que recibe el nombre de ON/OFF. Normalmente estos trabajan a una potencia de 20W, potencia necesaria para emitir una alarma sonora o lumínica pero insuficiente para regulaciones de caudal.

En ResyTech, S.L., debido a la caracterización de nuestro proceso, se usarán los dos tipos de sensor para los diferentes lazos de control.

En las siguientes páginas se enumeran y explican los sensores utilizados, así como sus fichas de especificaciones (Tabla 3.4 y 3.5)

3.5.1.1.- Sensor de nivel continuo

Como se había mencionado anteriormente, los sensores de nivel continuos destacan por su complejidad debido a su alta capacidad de monitorización sin necesidad de contacto.

Hay muchos tipos de sensor de nivel continuo, por ejemplo: por radar, radar guiado, ultrasonidos, capacitivo, hidrostático, entre otras. En ResyTech, S.L., se ha escogido un control mediante sensores de nivel continuos con ultrasonidos por su capacidad de trabajo en líquidos y sólidos.

Una medición de nivel con ultrasonidos consta de un sensor que va emitiendo impulsos de ultrasonidos en dirección a nuestro fluido de estudio. Este, a su vez, refleja los impulsos del sensor, que permiten determinar el nivel al que está el tanque, calculando el tiempo transcurrido desde que se ha emitido el impulso de ultrasonidos al fluido hasta su recepción.

3.5.1.2.- Sensor de nivel ON/OFF

Este tipo de sensores constan de un interruptor de contacto – también conocido como reed switch – y un flotador magnético. Una vez instalado el sensor en el lugar establecido para el control, este detecta el nivel del líquido al llegar a cierto punto de llenado, vaciado u otro establecido por el proceso, el movimiento del flotador abre o cierra el contacto eléctrico y envía una señal ON/OFF.

Uno de los motivos de la decisión de instalación de este tipo de sensores en nuestra planta es que, en ser sensores fijos, no están sujetos a malas mediciones debido a las ondulaciones y vibraciones que se puedan ocasionar, asegurando una alta fiabilidad y un mejor control.

3.5.1.3.- Sensor de nivel de sólidos

En nuestra planta trabajamos con diferentes tipos de sólidos, en este caso, el bisfenol A, nuestro catalizador – BTAC –, o los subproductos sales. Es por eso que, para controlar su recogida o su proceso de carga y descarga, se necesita controlar el peso de los tanques y big bags en los que se almacenan.

En ResyTech, S.L., se ha decidido instalar células o celdas de carga. Estas son uno de los tipos de sensores de fuerza más comunes y se distinguen en función del tipo de

detección del peso – compresión, tensión, cizalladura, flexión, etc. – y el tipo de señal de salida generada – eléctrica, hidráulica, neumática, etc. –.

Este tipo de sensor consta de un transductor que convierte la fuerza o peso aplicada sobre él a cambios de voltaje. En función del valor de esta señal, suena una alarma que nos permite controlar el desbordamiento del tanque o si se han superado los niveles de peso de los sacos de recogida.

Hay diferentes tipos de celda de carga, pero por el tipo de producción de ResyTech, S.L., se han instalado, en concreto, dos tipos de celda:

- **Celda de carga tipo S**

Estas celdas son conocidas por su uso en procesos de pesaje que presenten una fuerza de tipo tensión o compresión. Su interés reside en su rendimiento en las actividades de alto pesaje o pesaje industrial. Además, su versatilidad en el tipo de pesaje – pesaje de tanques, tolvas – medición de tensión y compresión y su capacidad control de nivel facilita el control de contenido de nuestros tanques.

- **Celda de carga de compresión**

Una celda de carga de compresión, o de tipo botella, es usada para altas capacidades de carga, interesante para entornos industriales en los que se trabajan con peso de toneladas, así como: pesaje de tanques, tolvas, silos, etc.

Estas se caracterizan por sus acabados y ensamblados altamente resistentes, normalmente de acero o acero inoxidable, debido a las altas fuerzas que tienen que soportar.

En la gran mayoría de casos, trabajaremos con sensores de nivel alto pero debido a la capacidad de monitorización en continuo de las células de carga digitales podemos hacer un estudio completo de los tanques, desde el llenado hasta el vaciado.

A su vez, los medidores de nivel de sólidos también se pueden distinguir de dos maneras:

- **Detectores de nivel de punto fijo**

- **Detectores de nivel continuos**

Debido al alto coste de una celda de carga, estas solo se instalarán en los equipos que presenten un control de sólidos más complicado, así como las centrífugas decantadoras obviando tanques de almacenamiento o equipos de medición de sólidos más accesible.

Para los demás equipos, se han optado por sensores de nivel de sólidos fijo. Los más interesantes según el tamaño del grano de nuestros sólidos, son los siguientes:

- Detector de diafragma

Este tipo de medidor es apto para materiales granulares de hasta unos 80 mm de diámetro.

El interés reside en su fácil funcionamiento de medición. Este consta de un diafragma flexible situado en la pared del tanque de estudio. Cuando el nivel de sólidos del tanque alcanza la altura del diafragma, un conjunto de palancas con contrapeso situadas en el interior de este se ven vencidas debido a la fuerza del sólido, cerrando un pequeño interruptor. Este, a su vez, actuará en forma de alarma de nivel alto de sólidos.



Figura 3.10. Sensores de nivel de sólidos fijo, tipo diafragma.

- Varilla flexible

Por otro lado, encontramos un sensor, parecido al de tipo diafragma, con la única diferencia de que hay una varilla de acero acoplada al diafragma de latón.

De igual manera que el sensor de diafragma, este tipo de medición usa un interruptor unido a la varilla que, en cuanto el nivel de sólidos del tanque alcanza suficiente nivel para interactuar con el diafragma, el interruptor se cierra y actúa sobre una alarma.

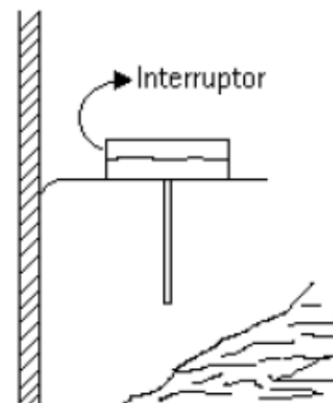


Figura 3.11. Sensores de nivel de sólidos fijo, tipo varilla flexible.

Por este modo, en ResyTech, S.L., se escogen sensores de nivel fijo de tipo varilla flexible o diafragma, por su fácil funcionamiento y versatilidad para todo tipo de fluido y sólidos y precisión eficiente delante de un gran abanico de adversidades, tales como espumas, problemas de agitación, etc., y por su capacidad multiusos de nivel alto y bajo.

Tabla 3.4. Hoja de especificaciones del sensor de nivel fijo de ResyTech, S.L.





	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE NIVEL FIJO	
	ÍTEM	LSH-105-1		
	ZONA	100		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022
IDENTIFICACIÓN EJEMPLO				
DENOMINACIÓN		Sensor de nivel		
LAZO DE CONTROL		L-T101-1		
SEÑAL		Digital		
CONDICIONES DE SERVICIO				
COMPONENTE	BISFENOL A	ESTADO	SÓLIDO	
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA [°C]		5	20	35
PRESIÓN [kPa]		-	101,3	-
DENSIDAD [kg/m³]		-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN				
ELEMENTO DE MEDICIÓN		Medidor diafragma		
ALIMENTACIÓN [V]		24		
VARIABLE DE MEDIDA		Nivel del tanque mediante la presión del fluido		
SEÑAL DE SALIDA [V]		4 – 20		
RANGO DE MEDIDA [bar]		0,1 a 10		
SENSIBILIDAD [%]		± 0,1		
TIEMPO DE RESPUESTA [ms]		-		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN		-		
INDICADOR DE CAMPO		Sí		
CALIBRAJE		Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO SENSOR		Diafragma		
CONEXIÓN A PROCESO		Brida		
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]		135		
ALTURA/DIÁMETRO [mm]		177/185		
MATERIAL EN CONTACTO		AISI 316L		
TIPO Y NORMAL		IEC 61508		
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]		4000		
PESO [kg]		-		
DATOS DE LA INSTALACIÓN				
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	MÍNIMA	-		
	MÁXIMA	-		
POSICIÓN	HORIZONTAL	X		
	VERTICAL	X		
SOPORTE		Carga dinámica		
FILTRO REDUCTOR		-		
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]		-		
SUMINISTRADOR		Endress + Hauser		
MODELO		Deltapilot FMB70		

Tabla 3.5. Hoja de especificaciones de sensor de nivel continuo de ResyTech, S.L.

	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE NIVEL CONTINUO	
	ÍTEM	LIT-101-1		
	ZONA	100		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022
IDENTIFICACIÓN EJEMPLO				
DENOMINACIÓN		Sensor de nivel continuo		
LAZO DE CONTROL		L-T101-1		
SEÑAL		Analógica		
CONDICIONES DE SERVICIO				
FLUIDO	EPICLORHIDRINA	ESTADO	Líquido	
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA [°C]		5	20	35
PRESIÓN [kPa]		-	101,3	-
DENSIDAD [kg/m³]		-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN				
ELEMENTO DE MEDICIÓN		Medidor ultrasonidos		
ALIMENTACIÓN [V]		24		
VARIABLE DE MEDIDA		Nivel del tanque mediante la presión del fluido		
SEÑAL DE SALIDA [V]		4 – 20		
RANGO DE MEDIDA [bar]		0,1 a 10		
SENSIBILIDAD [%]		± 0,1		
TIEMPO DE RESPUESTA [ms]		-		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN		-		
INDICADOR DE CAMPO		Sí		
CALIBRAJE		Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO SENSOR		Sello diafragma		
CONEXIÓN A PROCESO		Brida		
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]		150		
ALTURA/DIÁMETRO [mm]		177/185		
MATERIAL EN CONTACTO		AISI 316L		
TIPO Y NORMAL		IEC 61508		
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]		4000		
PESO [kg]		-		
DATOS DE LA INSTALACIÓN				
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	MÍNIMA	-		
	MÁXIMA	-		
POSICIÓN	HORIZONTAL	X		
	VERTICAL	X		
SOPORTE		Carga dinámica		
FILTRO REDUCTOR		-		
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]		-		
SUMINISTRADOR		Endress + Hauser		
MODELO		Deltapilot FMB70		

3.5.2.- Sensor de temperatura

En una planta química, asegurarse de que la temperatura de operación es la correcta es de suma importancia, por lo que se ha hecho una elección estudiada de un sensor que cumpla con las condiciones de operación.

Un sensor de temperatura, también conocido como termosensor o sensor de calor, es un componente eléctrico y electrónico que permiten medir cualquier temperatura, con precisión, a través de una señal eléctrica determinada.

Como se había comentado en apartados anteriores, la elección del sensor adecuado para los diferentes rangos de temperatura y ambientes es fundamental para no arrastrar errores en la monitorización del proceso.

Así pues, en ResyTech, S.L., se necesitan sensores de temperatura, no solo para asegurar que los equipos trabajan a condiciones de operación, sino, para evitar posibles reacciones paralelas o runaway por sobrecalentamiento, o para asegurar que se cumplen los saltos térmicos de los propios intercambiadores de calor.

Para la medición de temperatura encontramos muchos tipos de sensores. A continuación, se explican aquellos que cumplen con las especificaciones de nuestro proceso:

· **Sensor de temperatura termopar**

Un sensor de temperatura termopar consta de dos tiras metálicas diferentes unidas por un extremo. Estos sensores basan su funcionamiento a un cambio en la fuerza electromotriz (FEM) en la unión de dos alambres de metal cuando reciben un cambio de temperatura. Cuanto más grande es el cambio de temperatura recibida, más grande es la fuerza electromotriz de salida del termopar.

· **Sensor de temperatura por resistencia, RTD**

Este sensor es un tipo de sensor termométrico de resistencia que trabajan con el cambio de resistencia eléctrica de un material al estar sometido a un cambio de temperatura.

El funcionamiento de estos sensores – RTD – se basa en el cambio de resistencia de un metal, de forma a más o menos lineal, acorde con la temperatura, al detectar un cambio de esta en el medio.

Por otro lado, un termistor se basa en un principio parecido a un RTD, pero el cambio de resistencia de un semiconductor cerámico depende de manera no lineal en verse el sistema afectado por un cambio de temperatura.

Hasta hoy, un sensor RTD es uno de los sensores más usados a nivel industrial por su efectiva medición y fácil mecanismo de detección.

· **Sensor de temperatura bimetalicos**

Este tipo de sensor actúa con un principio de funcionamiento que depende de la diferencia en la tasa de dilatación térmica entre diferentes metales.



Un sensor de temperatura bimetalico consta de dos tiras metálicas, como en el caso de un termopar, con la única diferencia en que se usan metales diferentes. Esto hace que, cuando se calienta más que la otra, traduciendo el grado de curvatura del metal a un valor de temperatura del medio.

La gran popularidad de este tipo de medidores térmicos se explica debido a que no dependen de una fuente de alimentación y son portátiles, pudiendo usarse y moverse a cualquier equipo.

En ResyTech, S.L., a la hora de seleccionar un sensor de temperatura, se ha asegurado que los componentes sean de alta calidad, que la tecnología usada sea sofisticada y que el calentamiento del termómetro de resistencia sea mínimo. Por este motivo, para nuestra planta se ha decidido una instalación de sensores RTD, por su alta sensibilidad, fácil y sencillo funcionamiento y fácil registro de temperatura.

A continuación, se muestra la ficha técnica de especificaciones de los sensores de temperatura de nuestra empresa (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Hoja de especificaciones del sensor de temperatura RTD de ResyTech, S.L.

	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE TEMPERATURA	
	ÍTEM	TIT-200-1		
	ZONA	200		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022
IDENTIFICACIÓN EJEMPLO				
DENOMINACIÓN		Sensor de temperatura		
LAZO DE CONTROL		T-R200-1		
SEÑAL		Análogica		
CONDICIONES DE SERVICIO				
FLUIDO	Epiclorhidrina, B - A, BTAC, H2O	ESTADO	Líquido	
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA [°C]		145	150	155
PRESIÓN [kPa]		-	378,96	-
DENSIDAD [kg/m³]		-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN				
ELEMENTO DE MEDICIÓN		Medidor con termoresistencia		
ALIMENTACIÓN [V]		24		
VARIABLE DE MEDIDA		Temperatura dentro del reactor		
SEÑAL DE SALIDA [V]		4 – 20		
RANGO DE MEDIDA [°C]		(-50) a 600		
SENSIBILIDAD [%]		± 0,1		
TIEMPO DE RESPUESTA [ms]		1,3		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN		-		
INDICADOR DE CAMPO		Sí		
CALIBRAJE		Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO SENSOR		PT100/3hilos		
CONEXIÓN A PROCESO		Brida		
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]		600		
ALTURA/DIÁMETRO [mm]		300/6		
MATERIAL EN CONTACTO		AISI 316L		
TIPO Y NORMAL		EN 50446		
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]		7500		
PESO [kg]		-		
DATOS DE LA INSTALACIÓN				
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	Cualquier temperatura			
POSICIÓN	HORIZONTAL	Sí		
	VERTICAL	Sí		
SOPORTE		-		
FILTRO REDUCTOR		No		
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]		Hold		
SUMINISTRADOR		Endress + Hauser		
MODELO		ITHERM TM401		

3.5.3.- Sensor de flujo

Un sensor de flujo, de manera parecida a los sensores de nivel, son sensores que funcionan con el desplazamiento de un pistón magnético que, en función del aumento o disminución del flujo del líquido que circula dentro de la tubería, acciona un reed switch o interruptor de láminas.

Una buena medición del caudal que circula en nuestro proceso determina, en gran cantidad, el rendimiento y la calidad del producto final. Es por eso que, escoger un sensor de flujo que reúna las características adecuadas – viscosidad, tasa de caudal, tipo de fluido, tamaño de las tuberías, impurezas en el fluido y condiciones de operación – de nuestra planta es de alta importancia.


Para ello, se ha seguido la herramienta de dimensionamiento y selección de caudalímetros de la empresa EMERSON, que en función de la tecnología, la selección de equipo, estado y fuente del fluido y variables de proceso, aconsejan el sensor ideal.

Por este motivo, en ResyTech, S.L., a parte del funcionamiento con prevención de daños a bombas, cojinetes y equipos del sensor, se ha optado por la instalación de un caudalímetro de tecnología Coriolis, sea capaz de medir la disminución o el aumento del caudal y alarmar o apagar el equipo según las necesidades del proceso.

Estos caudalímetros basan su funcionamiento en la mecánica del movimiento. A medida que el líquido circula por un tubo que vibra, acelera mientras se mueve con dirección al punto de vibración de amplitud del pico. Por consiguiente, el líquido que disminuye su caudal se va alejando del punto de más amplitud, saliendo del tubo. Este principio conlleva al giro del tubo cuando sucede un cambio de caudal debido a la vibración de este.

Debajo se muestra la hoja de especificaciones de nuestro sensor de flujo (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Hoja de especificaciones del sensor de flujo de tipo Coriolis de ResyTech, S.L.

	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE FLUJO	
	ÍTEM	FIT-200-1		
	ZONA	200		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022


IDENTIFICACIÓN EJEMPLO			
DENOMINACIÓN		Sensor de flujo	
LAZO DE CONTROL		F-R200-1	
SEÑAL		Análogica	

CONDICIONES DE SERVICIO			
FLUIDO	Epiclorhidrina, B - A, BTAC, H2O	ESTADO	Líquido
		MÍNIMO	OPERACIÓN MÁXIMO
CAUDAL [m³/h]		-	5,03 -
PRESIÓN [kPa]		-	378,96 -
DENSIDAD [kg/m³]		-	- -

DATOS DE OPERACIÓN	
ELEMENTO DE MEDICIÓN	Medidor de flujo Coriolis
ALIMENTACIÓN [V]	24
VARIABLE DE MEDIDA	Caudal de entrada al reactor
SEÑAL DE SALIDA [V]	4 – 20
RANGO DE MEDIDA [kg/h]	0 – 22.0000
SENSIBILIDAD [%]	± 0,1
TIEMPO DE RESPUESTA [ms]	-
TIEMPO DE ACTIVACIÓN	-
INDICADOR DE CAMPO	Sí
CALIBRAJE	Sí

DATOS DE CONSTRUCCIÓN	
ELEMENTO SENSOR	-
CONEXIÓN A PROCESO	Brida
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]	350
ALTURA/DIÁMETRO [mm]	-
MATERIAL EN CONTACTO	AISI 316L
TIPO Y NORMAL	-
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]	40
PESO [kg]	-

DATOS DE LA INSTALACIÓN	
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	0 – 55
POSICIÓN	En línea
SOPORTE	-
FILTRO REDUCTOR	No
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]	Hold
SUMINISTRADOR	Endress + Hauser
MODELO	PROLINE PROMASS F 300



3.5.4.- Sensor de presión

Un sensor de presión, además de medir la presión del proceso o la diferencial, también permite conocer el valor del nivel, volumen, densidad o caudal de un equipo.

Para la elección de un sensor de presión, es importante entender los tres tipos de presión que pueden ser estudiadas en un proceso productivo. A su vez, estos están asociados a modalidades de sensores diferentes.

De forma general, el mecanismo de medición de un sensor de presión se basa en la lectura de la deformación de una membrana en recibir un efecto de presión ejercida sobre esta. No obstante, como la membrana a deformar tiene dos lados, la presión en el sistema es proporcional a la diferencia de la deformación.

· **Sensor de presión absoluta**

En este caso, se quiere obtener una deformación directamente proporcional a la deformación ejercida por la presión del sistema. Esto se cumple gracias a mantener una de las dos partes de la membrana al vacío.

· **Sensor de presión relativa**

El lado de la membrana que no está sometida a ninguna deformación se encuentra a presión atmosférica, por lo que dicha deformación permite leer una presión proporcional a la diferencia entre la presión medida y la ambiente.



· **Sensor de presión diferencial**

Para este tipo de sensor, la membrana tiene dos entradas. De este modo, la deformación es igual a la diferencia de presión entre las dos entradas.

En ResyTech, S.L., el sensor de presión escogido es el sensor de presión diferencial, ideal para mediciones de caudal con órganos deprimógenos. Este tipo de sensor regulará la salida de gases de venteo en caso de un problema o el caudal de epiclorhidrina de salida en fase vapor en el reactor.

A continuación, se observa la hoja de especificaciones del sensor de presión utilizado (Tabla 3.8).

Tabla 3.8. Hoja de especificaciones del sensor de presión diferencial de ResyTech, S.L.

	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE PRESIÓN	
	ÍTEM	PIT-200-1		
	ZONA	200		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022
IDENTIFICACIÓN EJEMPLO				
DENOMINACIÓN		Sensor de presión		
LAZO DE CONTROL		P-R200-1		
SEÑAL		Analógica		
CONDICIONES DE SERVICIO				
FLUIDO	Epíclorhidrina, B - A, BTAC, H2O	ESTADO	Líquido	
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA [°C]		145	150	155
PRESIÓN [kPa]		-	378,96	-
DENSIDAD [kg/m³]		-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN				
ELEMENTO DE MEDICIÓN		Sensor de presión diferencial		
ALIMENTACIÓN [V]		10,5 – 30		
VARIABLE DE MEDIDA		Presión dentro del reactor		
SEÑAL DE SALIDA [V]		4 – 20		
RANGO DE MEDIDA [bar]		0 – 400		
SENSIBILIDAD [%]		± 0,1		
TIEMPO DE RESPUESTA [ms]		-		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN		-		
INDICADOR DE CAMPO		Sí		
CALIBRAJE		Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO SENSOR		-		
CONEXIÓN A PROCESO		Brida		
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]		350		
ALTURA/DIÁMETRO [mm]		129 x 147/60 – 175		
MATERIAL EN CONTACTO		AISI 316L		
TIPO Y NORMAL		-		
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]		400		
PESO [kg]		-		
DATOS DE LA INSTALACIÓN				
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	-			
POSICIÓN	Vertical			
SOPORTE	-			
FILTRO REDUCTOR	No			
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]	-			
SUMINISTRADOR	Endress + Hauser			
MODELO	Cerabar S PMP75			

3.5.5.- Sensor de pH

En ResyTech, S.L., trabajamos con soluciones salinas a lo largo del proceso. Es por eso que la medición de pH puede tener un papel decisivo en cuanto a calidad del producto se refiere.

En nuestras soluciones de NaOH diluido se instalará un sensor de pH que asegure el grado de disolución correcto para alimentarlo en el reactor.

Un sensor de pH está formado por electrodos de pH, compuesto de iones metálicos alcalinos. Estos reaccionan con los iones de hidrógeno de la solución a estudiar y genera un diferencial de potencial con el que se obtiene el valor de pH. De esta manera, se desea obtener un sensor con un vidrio que soporte altas temperaturas y tenga una mayor resistencia a la acumulación de ácidos o fibras.

Como en cualquier proceso de decisión, el sensor escogido tiene que adaptarse a las condiciones del equipo, tipo de solución, accesibilidad al medidor, certificado internacional de protección ATEX o ITECEX, entre otras.

Por ello, se han instalado los sensores de pH digitales Memosens de Endress+Hauser AG efectivo para procesos que necesitan una medición estricta, tales como procesos de producción de enzimas o de cultivos biotecnológicos o procesos CIP y SIP.

Por la conexión plug-and-play de estos sensores, hace de su diseño e instalación un proceso sencillo, configurando y conectando el sensor al transmisor en un periodo corto de tiempo. Además, la salida digital evita el uso de cables de alta impedancia, pudiendo mantener una distancia entre sensor y transmisor más grande manteniendo la precisión.

Se muestran las especificaciones de nuestro sensor de pH en la Tabla 3.9.

3.5.6.- Sensor de concentración

La concentración de un corriente puede dar información de si hay un problema de circulación en el equipo y debe pararse. Un ejemplo podrían ser nuestros equipos de tratamiento de sales. La detección de una alta o baja concentración de sales a la entrada o salida de una centrífuga puede significar el arrastre de un error del proceso y una mala circulación del fluido.

Por este motivo, se ha decidido instalar un sensor de concentración al inicio del corriente de ciertos equipos para asegurar que se está llevando a cabo el proceso en sus condiciones óptimas. Este usa un electrodo digital de concentración ácido-alcalino, apto para generaciones de energía térmica, industria química, métodos de intercambio iónicos o para configurar soluciones de decapado de tuberías.

Se observan las especificaciones del sensor en la Tabla 3.10.

Tabla 3.9. Hoja de especificaciones del sensor de pH de ResyTech, S.L.





	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE PH	
	ÍTEM	PHIT-301-1		
	ZONA	300		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022
IDENTIFICACIÓN EJEMPLO				
DENOMINACIÓN		Sensor de pH		
LAZO DE CONTROL		PH-T301-1		
SEÑAL		Digital		
CONDICIONES DE SERVICIO				
FLUIDO	NaOH y H2O	ESTADO	Líquido	
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA [°C]		15	25	30
PRESIÓN [kPa]		-	101,3	-
DENSIDAD [kg/m³]		-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN				
ELEMENTO DE MEDICIÓN		Sensor de pH		
ALIMENTACIÓN [V]		10,5 – 30		
VARIABLE DE MEDIDA		pH del tanque de mezcla		
SEÑAL DE SALIDA [V]		4 – 20		
RANGO DE MEDIDA [bar]		0 – 400		
SENSIBILIDAD [%]		± 0,1		
TIEMPO DE RESPUESTA [ms]		60000		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN		-		
INDICADOR DE CAMPO		Sí		
CALIBRAJE		Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO SENSOR		-		
CONEXIÓN A PROCESO		Brida		
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]		140		
ALTURA/DIÁMETRO [mm]		129 x 147/12x120		
MATERIAL EN CONTACTO		AISI 316L		
TIPO Y NORMAL		-		
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]		400		
PESO [kg]		-		
DATOS DE LA INSTALACIÓN				
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	-			
POSICIÓN	Vertical			
SOPORTE	-			
FILTRO REDUCTOR	No			
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]	-			
SUMINISTRADOR	Endress + Hauser			
MODELO	Memosens CPS171D			

Tabla 3.10. Hoja de especificaciones del sensor de concentración de ResyTech, S.L.

	HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIONES: SENSOR DE CONCENTRACIÓN	
	ÍTEM	CIT-400-1		
	ZONA	400		
	PLANTA	ResyTech, S.L.	FECHA	15/05/2022
	LOCALIDAD	La Canonja	REVISADO	10/06/2022
IDENTIFICACIÓN EJEMPLO				
DENOMINACIÓN		Sensor de concentración		
LAZO DE CONTROL		CIT-CE400-1		
SEÑAL		Digital		
CONDICIONES DE SERVICIO				
FLUIDO	NaOH, NaCl, H ₂ O	ESTADO	Líquido	
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA [°C]		15	25	30
PRESIÓN [kPa]		-	101,3	-
DENSIDAD [kg/m³]		-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN				
ELEMENTO DE MEDICIÓN		Sensor de concentración		
ALIMENTACIÓN [V]		10,5 – 30		
VARIABLE DE MEDIDA		Concentración de la corriente de entrada		
SEÑAL DE SALIDA [mA]		4 – 20		
RANGO DE MEDIDA [ppm]		0 – 500000		
SENSIBILIDAD [%]		± 0,1		
RESOLUCIÓN [%]		0,01		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN		-		
INDICADOR DE CAMPO		Sí		
CALIBRAJE		Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
ELEMENTO SENSOR		-		
CONEXIÓN A PROCESO		Brida		
TEMPERATURA MÁXIMA [°C]		100		
ALTURA/DIÁMETRO [mm]		129 x 147/12x120		
MATERIAL EN CONTACTO		AISI 316L		
TIPO Y NORMAL		-		
PRESIÓN MÁXIMA [kPa]		400		
PESO [kg]		-		
DATOS DE LA INSTALACIÓN				
TEMPERATURA AMBIENTE [°C]	-			
POSICIÓN	Vertical			
SOPORTE	-			
FILTRO REDUCTOR	No			
DISTANCIA AL CONTROLADOR [m]	-			
SUMINISTRADOR	Endress + Hauser			
MODELO	SJG-2083CS			

3.6.- Elemento final: válvulas de control

Para que se asegure que el control de cada equipo funcione, también es muy importante la elección de los elementos finales, pues de ellos dependen muchas variables del proceso, así como el caudal, presión, temperatura y nivel.

Una válvula de control o también conocida como válvula de regulación, es una válvula que se usa para controlar el flujo que circula por una tubería, en función de la acción del controlador. Esta manipula el fluido circulante – gas, vapor, agua u otras mezclas – compensando las alteraciones de carga y asegurar que la variable regulada del proceso esté lo más cercana al punto de consigna.

En ResyTech, S.L., se han instalado dos tipos de válvulas de control según las características de la planta. Según el tipo de control y acción del controlador, se usa una u otra.

· Paso de flujo

En los lazos de control en los que se necesite impedir el paso del caudal o abrirlo de nuevo atendiendo a las condiciones de nivel, presión o temperatura del equipo, se usará una válvula de ON/OFF o todo-o-nada.

En nuestra planta disponemos de dos tipos de válvula ON/OFF; la válvula de control V250 de Fisher (Figura 3.12), que es de tipo bola, y la válvula de mariposa de alto rendimiento Keystone WINN Hi-Seal (Figura 3.13), suministradas por la empresa EMERSON.



Figura 3.12. Válvula de bola ON/OFF V250. **Figura 3.13.** Válvula de mariposa ON/OFF Keystone.

· Regulación del flujo

En el caso de querer reducir o aumentar el flujo que circula, ya sea por condiciones de nivel, grado de conversión u otras, se usan válvulas de asiento o globo, debido a su estanqueidad y su especialización en la regulación del caudal.

Este tipo de válvulas se caracterizan por su movimiento lineal para mover un elemento de cierre hacia dentro y fuera de una superficie de asiento. Su nombre corresponde a la forma del cuerpo de la válvula. Su función reguladora la ejerce la cavidad en forma globular alrededor de la región del puerto.

En ResyTech, S.L., se han instalado las válvulas de globo, atendiendo a la versatilidad del tapón de la válvula, abanico de diferentes tamaños disponibles – de NPS ½ a 36 – y larga vida útil, la válvula de control tipo asiento de acero inoxidable 24000S Baumann™. (Figura 3.14) con EMERSON como suministrador.



Figura 3.14. Válvula de asiento 24000S Baumann.

Se explica más información sobre todo tipo de válvulas en el capítulo 4: Tuberías, válvulas y accesorios.

3.7.- Nomenclatura del sistema de control en la planta

Para entender la decisión y los diagramas de cada uno de los lazos de control de la planta es necesario especificar un lenguaje claro y conciso de cada elemento y equipo del proceso.

Así pues, hay tres maneras de enfocar un lazo de control: según la seguridad del proceso, para rectificar o mantener las condiciones de operación o para alertar una u otra activando los sistemas de alarma.

3.7.1.- Nomenclatura de los lazos de control

Para la nomenclatura de los lazos se ha seguido la Norma ISA estándar S5.1. Sistemas de instrumentación y automatización de la sociedad, que comprende los símbolos para cada lazo de control y su correspondiente lista de abreviaciones de instrumentos.

La primera letra del lazo de control determina la variable que se quiere controlar. En la Tabla 3.11 se puede leer el parámetro estudiado con su respectiva simbología.

En nuestro caso, la letra C de libre elección, es usada para el análisis de la concentración y para el estudio del pH se usará como primera letra el término <<pH>>.

Un ejemplo de nomenclatura de lazo es: T-R200-1, que corresponde al primer lazo de control de temperatura del reactor 200.

Tabla 3.11. Código de identificación de instrumentos y lazos de control. ISA-S5.1-84

PRIMERA LETRA (4)			LETRAS SUCESIVAS (3)		
	Variable medida o inicial	Letra de modificación	Lectura o función de lectura pasiva	Función de salida	Letra de modificación
A	Análisis(5, 19)		Alarma		
B	Quemador, combustión		Libre(1)	Libre(1)	Libre(1)
C	Libre (1)			Control (13)	
D	Libre (1)	Diferencial (4)			
E	Tensión (f.e.m.)		Sensor (Elemento primario)		
F	Caudal	Relación (4)			
G	Libre (1)		Vidrio, Dispositivo visión (9)		
H	Manual				Alto (7,15,16)
I	Corriente (eléctrica)		Indicar (10)		
J	Potencia	Exploración (7)			
K	Tiempo, programación tiempo	Variación de tiempo (4,21)		Estación de control (22)	
L	Nivel		Luz (11)		Bajo (7,15,16)
M	Libre (1)	Momentáneo (4)			Medio, Intermedio (7,15)
N	Libre (1)		Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
O	Libre (1)		Orificio, Restricción		
P	Presión, Vacío		Punto (Ensayo) Conexión		
Q	Cantidad	Integrar, Totalizar (4)			
R	Radiación		Registro (17)		
S	Velocidad, Frecuencia	Seguridad (8)		Interruptor (13)	
T	Temperatura			Transmisión (18)	
U	Multivariable (6)		Multifunción (12)	Multifunción (12)	Multifunción (12)
V	Vibración, Análisis mecánico (19)			Válvula, Regulador tiro, Persiana (13)	
W	Peso, fuerza		Vaina, Sonda		
X	Sin clasificar (2)	Eje X	Sin clasificar (2)	Sin clasificar (2)	Sin clasificar (2)
Y	Evento, Estado o Presencia (20)	Eje Y		Relé, Cálculo, Conversión (13,14,18)	
Z	Posición, Dimensión	Eje Z		Motor, Actuador, Elemento final de control sin clasificar	

3.7.2.- Nomenclatura del instrumento

Acorde con el estándar del Instrument Society of America, los instrumentos usados en los lazos de control se muestran en la Tabla 3.12.

Recordamos que en ResyTech, S.L., se usan transmisores que disponen del mismo sensor acoplado en un único equipo.

Tabla 3.12. Código de identificación de la instrumentación de ResyTech, S.L.











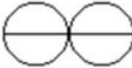
Abreviación	Instrumento	Abreviación	Instrumento
FIT	Transmisor de flujo	TIT	Transmisor de temperatura
FIC	Controlador de flujo	TIC	Controlador de temperatura
LIT	Transmisor de nivel	PIT	Transmisor de presión
LIC	Controlador de nivel	PIC	Controlador de presión
CIT	Transmisor de concentración	HV	Válvula de control ON/OFF
CIC	Controlador de concentración	I/P	Transductor intensidad/presión
LAH	Alarma de nivel alto	LAL	Alarma de nivel bajo
TAH	Alarma de temperatura alta	TAL	Alarma de temperatura baja
PAH	Alarma de presión alta	PAL	Alarma de presión baja
PV	Válvula de control de presión	TCV	Válvula de control de temperatura
LCV	Válvula de control de nivel	WSH	Sensor de peso alto
FCV	Válvula de control de flujo	PSV	Válvula de presión de seguridad
TS	Sensor de temperatura	FS	Caudalímetro
LS	Sensor de nivel	PHS	pH-metro

3.7.3.- Simbología de los instrumentos

Para que los P&IDs y los diagramas de lazos de control se entiendan, es importante entender la simbología que se ha usado, ya que estos nos dan la información a su accesibilidad y su localización física.

En nuestra planta hemos usado la simbología más entendedora y sencilla posible para el usuario y se muestra en la tabla siguiente (Tabla 3.13).

Tabla 3.13. Simbología de instrumentación del proceso

SÍMBOLO	INSTRUMENTO	SÍMBOLO DE CONTROL	INSTRUMENTO
	Montado localmente		Accesible al operador · Acceso a la red de comunicaciones · Interfase del operador a la red de comunicaciones · Visualización y control compartidos
	No accesible / Detrás de consola		Interfase auxiliar · Montado en el par · Estación manual
	En tablero		No accesible normalmente al operador · Controlador · Visualización compartida instalada en campo · Cálculo, condicionamiento de señal en control compartido
	En tablero auxiliar		
	Instrumento para dos variables medidas o con más de una función		
			

3.7.4.- Nomenclatura de los equipos

De igual manera que en el Capítulo 02. Equipos, se muestran la nomenclatura utilizada para cada equipo y así facilitar el seguimiento de la monitorización del proceso (Tabla 3.14).


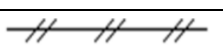

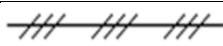






Tabla 3.14. Código de identificación de equipos

CÓDIGO	EQUIPO
B	Bomba
C	Compresor
T	Tanque de almacenamiento o mezcla
IC	Intercambiador de calor
R	Reactor
CE	Centrífuga
FP	Filtro prensa
D	Decantador
CO	Coalescedor
EV	Evaporador
DC	Columna de destilación
DO	Dosificador de sólidos

3.7.5.- Nomenclatura y simbología para las conexiones

Por último, se muestra el significado de cada línea presente en los diagramas P&IDs y lazos de control (Tabla 3.15).

Tabla 3.15. Simbología y descripción de líneas de instrumentación y conexiones

TIPO DE LÍNEA	DESCRIPCIÓN
	Conexión a proceso
	Señal neumática
	Señal eléctrica (E.U)
	Señal eléctrica (internacional)
	Tubo capilar
	Señal sonora o electromagnética guiada
	Señal sonora o electromagnética no-guiada
	Conexión a SW o datos
	Conexión mecánica
	Señal hidráulica

3.8.- Listado de lazos de control e instrumentación en la planta

A continuación, se muestra el listado de todos los lazos de control y alarmas presentes en cada zona de la planta

Tabla 3.16. Listado de lazos de control de la zona 100 (Hoja 1 de 2).


		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 1/2		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja		
Zona	Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
100	T-101	L-T101-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de epiclorhidrina	LIT-T101-1	HV-T101-1	Feedback
				Caudal de salida de epiclorhidrina		HV-T101-2	Feedback
	T-102	L-T102-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de epiclorhidrina	LIT-T102-1	HV-T102-1	Feedback
				Caudal de salida de epiclorhidrina		HV-T102-2	Feedback
	T-103	L-T103-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de epiclorhidrina	LIT-T103-1	HV-T103-1	Feedback
				Caudal de salida de epiclorhidrina		HV-T103-2	Feedback
	T-104	L-T104-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de epiclorhidrina	LIT-T104-1	HV-T104-1	Feedback
				Caudal de salida de epiclorhidrina		HV-T104-2	

Tabla 3.17. Listado de lazos de control de la zona 100 (Hoja 2 de 2).




		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 2/2		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial ‘Gasos Nobles’, La Canonja		
Zona	Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
	T-107	L-T107-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de NaOH	LIT-T107-1	HV-T107-1	Feedback
				Caudal de salida de NaOH		HV-T107-2	
		F-T107-1	Flujo de salida	Caudal de salida de NaOH 90%	FIT-T107-1	SC-T107-AB-1	Split-range
	T-108	L-T108-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de MIBK	LIT-T108-1	HV-T108-1	Feedback
				Caudal de salida de MIBK		HV-T108-2	
				Caudal de entrada de MIBK recirculado		HV-T108-3	
	T-109	L-T109-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de BTAC	LIT-T109-1	HV-T109-1	Feedback
				Caudal de entrada de agua de servicio		HV-T109-2	
				Velocidad del motor de la bomba de salida		SC-P109-AB-1	
						SC-P109-AB-2	

Tabla 3.18. Listado de lazos de control de la zona 200 (Hoja 1 de 2).

		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 1/2		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial ‘Gasos Nobles’, La Canonja		
Zona	Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
200	R-200	T-R200-1	Temperatura del reactor Temperatura de salida de refrigerante	Caudal de refrigerante	TIT-R200-1, TIT-R200-2	TCV-R200-1	Cascada
		L-R200-1	Nivel del reactor	Caudal de entrada de BTAC al reactor	LIT-R200-1	HV-R200-1	Feedback
				Caudal de entrada de T-200 al reactor		HV-R200-2	
				Caudal de salida del reactor		HV-R200-3	
		P-R200-1	Presión del reactor	Caudal de salida de epiclorhidrina vapor	PIT-R200-1	PCV-R200-1	Feedback
		F-R200-1	Caudal de entrada al reactor de BTAC	Caudal de entrada al reactor de BTAC	FIT-R200-1	FCV-R200-1	Feedback
		F-R200-2	Caudal de entrada del IC-200 al reactor	Caudal de entrada del IC-200 al reactor	FIT-R200-2	FCV-R200-2	Feedback
	T-200	L-T200-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de epiclorhidrina al tanque	LIT-T200-1	LCV-T200-1	Feedback
				Caudal de entrada de epiclorhidrina vapor recirculada al tanque		LCV-T200-2	
				Caudal de salida del reactor		HV-T200-1	

		P-T200-1	Presión del tanque	Velocidad del motor de la bomba de entrada	PIT-T200-1	SC-P200-AB-1	Split-range
				Velocidad del motor del compresor de salida		SC-C200-AB-1	
	IC-200	T-IC200-1	Temperatura de entrada al reactor	Caudal de entrada de vapor de agua al IC-200	TIT-IC200-1	TCV-IC200-1	Feedback
	IC-201	T-IC201-1	Temperatura de entrada al tanque 300	Caudal de entrada de agua al IC-200	TIT-IC201-1	TCV-IC201-1	Feedback


Tabla 3.19. Listado de lazos de control de la zona 300 (Hoja 1 de 3).

		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 1/3		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja		
ZONA	EQUIPO	LAZO	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
300	R-300/301	T-R300-1	Temperatura del reactor Temperatura de salida de refrigerante	Caudal de refrigerante	TIT-R300-1, TIT-R300-2	TCV-R300-1	Cascada
		L-R300-1	Nivel del reactor	Caudal de entrada del T-300 al reactor	LIT-R300-1	HV-R300-1	Feedback
				Caudal de entrada de NaOH 18% al reactor		HV-R300-3	
				Caudal de salida de líquidos del reactor		HV-R300-2	
		P-R300-1	Presión del reactor	Caudal de salida de gases del reactor	PIT-R300-1	PCV-R300-1	Feedback
		F-R300-1	Flujo de entrada	Caudal de entrada del T-300 al reactor	FIT-R300-1	FCV-R300-1	Feedback

		F-R300-2	Flujo de salida	Velocidad del motor de la bomba de salida	FIT-R300-2	SC-P301-AB-1	Split-range
		F-R300-3	Flujo de salida	Velocidad del motor del compresor de salida	FIT-R300-3	SC-C301-AB-1	Split-range
	T-300	L-T300-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de MIBK al tanque	LIT-T300-1	HV-T300-1	Feedback
				Caudal de entrada del IC-201 al tanque		HV-T300-3	
				Caudal de salida del tanque		HV-T300-2	
		P-T300-1	Presión del tanque	Velocidad del motor de la bomba de vacío de entrada de disolvente	PIT-T300-1	SC-PV300-AB-1	Split-range
				Velocidad del motor de la bomba de vacío de entrada del IC-201 al tanque		SC-PV300-AB-2	
	T-301	L-T301-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de NaOH 90% al tanque	LIT-T301-1	HV-T301-1	Feedback
				Caudal de entrada de agua de servicio al tanque		HV-T301-3	
				Caudal de salida del tanque		HV-T301-2	
		pH-T301-1	PH del tanque	Caudal de entrada de agua de servicio al tanque	pHIT-T301-1	pHCV-T301-1	Feedback
		F-T301-1	Caudal de salida del tanque	Velocidad del motor de la bomba de vacío de salida	FIT-T301-1	SC-PV301-AB-1	Split-range
	D-300	L-D300-1	Nivel del decantador	Caudal de entrada de epiclorhidrina y agua del	LIT-D300-1	LCV-D300-1	Feedback Split-range


				IC-300 al decantador			
				Velocidad del motor de la bomba de salida de agua		SC-P300-AB-1	
				Velocidad del motor de la bomba de salida de epicl.		SC-P300-AB-2	
	D-301	L-D301-1	Nivel del decantador	Caudal de entrada del decantador	LIT-D301-1	LCV-D301-1	Feedback Split-range
				Velocidad del motor de la bomba de salida de MIBK		SC-P301-AB-2	
				Velocidad del motor de la bomba de salida de epiclorhidrina y agua		SC-P301-AB-3	
	IC-300	T-IC300-1	Temperatura de entrada al decantador	Caudal de entrada al decantador	TIT-IC300-1	TCV-IC300-1	Feedback
	IC-301	T-IC301-1	Temperatura de entrada a la centrífuga	Caudal de entrada a la centrífuga	TIT-IC301-1	TCV-IC301-1	Feedback

Tabla 3.20. Listado de lazos de control de la zona 400 y 500 (Hoja 1 de 2).

		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 1/2		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja		
Zona	Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
400	CE-400	C-CE400-1	Concentración de la centrífuga	Caudal de entrada del R-300 a la centrífuga	CIT-300-1	CCV-CE400-1	Feedback
500	T-500	L-T500-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada del IC-500 al tanque	LIT-T500-1	HV-T500-1	Feedback
				Caudal de salida del tanque		HV-T500-2	
		F-T500-1	Caudal de salida	Caudal de salida del tanque	FIT-T500-1	FCV-T500-1	Feedback
		P-T500-1	Presión del tanque	Caudal de entrada reactivo sin reaccionar del R-300/301	PIT-T500-1	SC-PV400-AB-1	Feedback
	R-500/501	L-R500-1	Nivel del reactor	Caudal de entrada de NaOH 18% al reactor	LIT-R500-1	HV-R500-2	Feedback
				Caudal de entrada de BTAC al reactor		HV-R500-1	
				Caudal de entrada del T-500 al reactor		HV-R500-3	
				Caudal de salida del reactor		HV-R500-4	

	R-500/501	T-R500-1	Temperatura del reactor Temperatura de salida de refrigerante	Caudal de entrada de vapor de agua de refrigeración	TIT-R500-1, TIT-R500-2	TCV-R500-1	Cascada
		P-R500-1	Presión del reactor	Caudal de salida de gases de gestión externa	PIT-R500-1	PCV-R500-1	Feedback
		F-R500-1	Caudal de NaOH	Caudal de entrada de NaOH a reactores	FIT-R500-1	FCV-R500-1	Feedback
		F-R500-2	Caudal de BTAC	Caudal de entrada de BTAC a reactores	FIT-R500-2	FCV-R500-2	Feedback

Tabla 3.21. Listado de lazos de control de la zona 600 (Hoja 1 de 2).

		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 1/2		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja		
Zona	Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
600	CO-601	L-CO601-1	Nivel del coalescedor	Caudal de entrada al coalescedor	LIT-CO601-1	LCV-CO601-1	Feedback
	EV-601	L-EV601-1	Nivel del evaporador	Caudal de entrada del CO-601 al evaporador	LIT-EV601-1	LCV-EV601-1	Cascada
		T-EV601-1	Temperatura del evaporador	Caudal de entrada de vapor de agua	TIT-EV601-1	TCV-EV601-1	Feedback
		P-EV601-1	Presión del evaporador	Caudal de salida gases de gestión externa	PIT-EV601-1	PCV-EV601-1	Feedback
	DC-602	P-DC602-1	Presión de la columna	Caudal de entrada de refrigerante al intercambiador de la columna	PIT-DC602-1	PCV-DC602-1	Feedback
		L-DC602-2	Nivel de fondos la columna	Caudal de entrada de vapor por colas de la columna	LIT-DC602-2	LCV-DC602-2	Feedback
		F-DC602-1	Caudal de entrada de líquidos de la columna	Caudal de entrada de líquidos de la columna	FIT-DC602-1	FCV-DC602-1	Feedback
		L-DC602-1	Nivel de líquido del condensador	Caudal de salida de destilado	LIT-DC602-1	LCV-DC602-1	Feedback
		T-DC602-1	Temperatura de salida por colas de la columna	Caudal de vapor de agua al hervidor	TIT-DC602-1	TCV-DC602-1	Feedback
		IC-602-1	T-IC602-1-1	Temperatura de salida	TIT-IC602-1-1	TCV-IC602-1-1	Feedback

			de destilado a D-301	agua al intercambiador			
	IC-602-2	T-IC602-2-1	Temperatura de almacenamiento de LER	Caudal de entrada de agua al intercambiador	TIT-IC602-2-1	TCV-IC602-2-1	Feedback

Tabla 3.22. Listado de lazos de control de la zona 800 (Hoja 1 de 1).


		LISTADO DE LAZOS			Hoja: 1/1		
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas			Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja		
Zona	Equipo	Lazo	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Elemento final	Configuración
	T-800	L-T800-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de LER	LIT-T800-1	HV-T800-1	Feedback
				Caudal de salida de LER		HV-T800-2	
	T-801	L-T801-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de LER	LIT-T801-1	HV-T801-1	Feedback
				Caudal de salida de LER		HV-T801-2	
	T-802	L-T802-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de LER	LIT-T802-1	HV-T802-1	Feedback
				Caudal de salida de LER		HV-T802-2	
	T-803	L-T803-1	Nivel del tanque	Caudal de entrada de LER	LIT-T803-1	HV-T803-1	Feedback
				Caudal de salida de LER		HV-T803-2	

Tabla 3.23. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 100)


		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/3	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
100	T-101	LIT-T101-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T101-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T101-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T101-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T101-1	Válvula de control ON/OFF de entrada epicl.	En campo	Neumática
		HV-T101-2	Válvula de control ON/OFF de salida epicl.	En campo	Neumática
	T-102	LIT-T102-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T102-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T102-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T102-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T102-1	Válvula de control ON/OFF de entrada epicl.	En campo	Neumática
		HV-T102-2	Válvula de control ON/OFF de salida epicl.	En campo	Neumática
	T-103	LIT-T103-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T103-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica

		LAH-T103-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T103-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T103-1	Válvula de control ON/OFF de entrada de epicl.	En campo	Neumática
		HV-T103-2	Válvula de control ON/OFF de salida epicl.	En campo	Neumática
	T-104	LIT-T104-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T104-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T104-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T104-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T104-1	Válvula de control ON/OFF de entrada de epicl.	En campo	Neumática
		HV-T104-2	Válvula de control ON/OFF de salida de epicl.	En campo	Neumática
	T-105	WSH-T105-1	Sensor de peso alto	En campo	Eléctrica
		WSL-T105-1	Sensor de peso bajo	En campo	Eléctrica
	T-106	WSH-T106-1	Sensor de peso alto	En campo	Eléctrica
		WSL-T106-1	Sensor de peso bajo	En campo	Eléctrica
	T-107	LIT-T107-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T107-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T107-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T107-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T107-1	Válvula de control ON/OFF de entrada de NaOH	En campo	Neumática
		HV-T107-2	Válvula de control ON/OFF de salida de NaOH	En campo	Neumática

		FIT-T107-1	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-T1071-1	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
	T-108	LIT-T108-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T108-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T108-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T108-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T108-1	Válvula de control ON/OFF de entrada de MIBK	En campo	Neumática
		HV-T108-2	Válvula de control ON/OFF de salida de MIBK	En campo	Neumática
	T-109	LIT-T109-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T109-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T109-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T109-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T109-1	Válvula de control ON/OFF de entrada de BTAC	En campo	Neumática
		HV-T109-2	Válvula de control ON/OFF de entrada de agua	En campo	Neumática
	P-101-A-1	SC-P101-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-101-B-1	SC-P101-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-107-A-1	SC-P107-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-107-B-1	SC-P107-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-107-A-2	SC-P107-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-107-B-2	SC-P107-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica

	P-108-A-1	SC-P108-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-108-B-1	SC-P108-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-109-A-1	SC-P109-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-109-B-1	SC-P109-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-109-A-2	SC-P109-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-109-B-2	SC-P109-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica

Tabla 3.24. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 200).


		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/3	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
200	T-200	LIT-T200-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T200-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T200-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T200-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LCV-T200-1	Válvula de control reguladora caudal entrada epi.	En campo	Neumática
		LCV-T200-2	Válvula de control reguladora caudal entrada epiclorhidrina	En campo	Neumática

		HV-T200-1	Válvula de control reguladora de caudal de salida líquido	En campo	Neumática
		TIS-T200-1	Sensor de temperatura	En campo	Eléctrica
		PIT-T200-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-T200-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PAH-T200-1	Alarma de presión alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PAL-T200-1	Alarma de presión baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
	R-200	LIT-R200-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-R200-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-R200-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-R200-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TIT-R200-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-R200-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIT-R200-2	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-R200-2	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TAH-R200-1	Alarma de temperatura alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TAL-R200-1	Alarma de temperatura baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TCV-R200-1	Válvula de control reguladora de caudal de refrigerante	En campo	Neumática
		HV-R200-1	Válvula de control ON/OFF de entrada de BTAC	En campo	Neumática
		HV-R200-2	Válvula de control ON/OFF de entrada del T-200	En campo	Neumática

		HV-R200-3	Válvula de control ON/OFF de salida del reactor	En campo	Neumática
		PIT-R200-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-R200-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PAH-R200-1	Alarma de presión alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PAL-R200-1	Alarma de presión baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PCV-R200-1	Válvula de regulación de presión	En campo	Neumática
		FIT-R200-1	Transmisor de caudal	En campo	Eléctrica
		FIC-R200-1	Controlador de caudal	En campo	Eléctrica
		FCV-R200-1	Válvula de control de regulación caudal de BTAC	En campo	Neumática
		FIT-R200-2	Transmisor de caudal	En campo	Eléctrica
		FIC-R200-2	Controlador de caudal	En campo	Eléctrica
		FCV-R200-2	Válvula de regulación de caudal de salida del IC	En campo	Neumática
	IC-200	TIT-IC200-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC200-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC200-1	Válvula de regulación de temperatura	En campo	Neumática
	IC-201	TIT-IC201-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC201-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC201-1	Válvula de regulación de temperatura	En campo	Neumática
	P-200-A-1	SC-P200-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-200-B-1	SC-P200-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica

	C-200-A-1	SC-C200-A-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica
	C-200-B-1	SC-C200-B-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica

Tabla 3.25. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 300)

		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/4	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
300	T-300	LIT-T300-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T300-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T300-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T300-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T300-1	Válvula de control ON/OFF de entrada al tanque	En campo	Neumática
		HV-T300-2	Válvula de control ON/OFF de salida del tanque	En campo	Neumática
		HV-T300-3	Válvula de control ON/OFF de entrada del IC-201	En campo	Neumática
		TIS-T300-1	Sensor de temperatura	En campo	Eléctrica
		PIT-T300-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-T300-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PAH-T300-1	Alarma de presión alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PAL-T300-1	Alarma de presión baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica

	T-301	LIT-T301-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T301-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T301-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T301-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T301-1	Válvula control ON/OFF entrada NaOH al tanque	En campo	Neumática
		HV-T301-2	Válvula control ON/OFF salida del tanque	En campo	Neumática
		HV-T301-3	Válvula control ON/OFF de entrada de agua de servicio al tanque		
		pHIT-T301-1	Transmisor de pH	En campo	Eléctrica
		pHIC-T301-1	Controlador de pH	En campo	Eléctrica
		pHAH-T301-1	Alarma de pH alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		pHAL-T301-1	Alarma de pH bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		pHCV-T301-1	Válvula de control pH de entrada de agua	En campo	Neumática
		FIT-T301-1	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-T301-1	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		SC-PV301-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba de vacío	En campo	Eléctrica
		SC-PV301-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba de vacío	En campo	Eléctrica
	R-300/301	LIT-R300-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-R300-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica


		LAH-R300-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-R300-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-R300-1	Válvula de control ON/OFF entrada de T-300 al reactor	En campo	Neumática
		HV-R300-2	Válvula de control salida del reactor	En campo	Neumática
		HV-R300-3	Válvula de control entrada NaOH al reactor	En campo	Neumática
		PIT-R300-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		PIC-R300-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		PAH-R300-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PAL-R300-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PCV-R300-1	Válvula de control de presión de salida de evaporados del reactor	En campo	Neumática
		FIT-R300-1	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-R300-1	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		FCV-R300-1	Válvula de control de regulación de caudal de entrada al reactor	En campo	Neumática
		FIT-R300-2	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-R300-2	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		SC-P301-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
		SC-P301-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
		FIT-R300-3	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica

		FIC-R300-3	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		SC-C301-A-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica
		SC-C301-B-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica
		TIT-R300-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-R300-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIT-R300-2	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-R300-2	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TAH-R300-1	Alarma de temperatura alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TAL-R300-1	Alarma de temperatura baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TCV-R300-1	Válvula de control reguladora de caudal de refrigerante	En campo	Neumática
	IC-300	TIT-IC300-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC300-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC300-1	Válvula de control entrada de refrigerante al intercambiador	En campo	Neumática
	D-300	LIT-D300-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-D300-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-D300-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-D300-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LCV-D300-1	Válvula de regulación de caudal de entrada al decantador	En campo	Neumática

	D-301	LIT-D301-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-D301-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-D301-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-D301-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LCV-D301-1	Válvula de regulación de caudal de entrada al decantador	En campo	Neumática
	PV-300-A-1	SC-PV300-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba vacío	En campo	Eléctrica
	PV-300-B-1	SC-PV300-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba vacío	En campo	Eléctrica
	PV-300-A-2	SC-PV300-A-2	Variador de frecuencia del motor de bomba vacío	En campo	Eléctrica
	PV-300-B-2	SC-PV300-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba vacío	En campo	Eléctrica
	P-301-A-1	SC-P301-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-301-B-1	SC-P301-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-301-A-2	SC-P301-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-301-B-2	SC-P301-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-301-A-3	SC-P301-A-3	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-301-B-3	SC-P301-B-3	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	PV-301-A-1	SC-PV301-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	PV-301-B-1	SC-PV301-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	C-301-A-1	SC-C301-A-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica


	C-301-B-1	SC-C301-B-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica
	P-300-A-1	SC-P300-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-300-B-1	SC-P300-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-300-A-2	SC-P300-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-300-B-2	SC-P300-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	IC-301	TIT-IC301-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC301-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC301-1	Válvula de control entrada de refrigerante al intercambiador	En campo	Neumática

Tabla 3.26. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 400)

		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/1	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
400	CE-400	CIT-CE400-1	Transmisor de concentración	En campo	Eléctrica
		CIC-CE400-1	Controlador de concentración	En campo	Eléctrica
		CAH-CE400-1	Alarma de concentración alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		CAL-CE400-1	Alarma de concentración baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica

		CCV-CE400-1	Válvula de control de entrada a la centrífuga	En campo	Neumática
		WHS-CE400-1	Sensor de peso alto de sólidos	En campo	Eléctrica
	PV-400-A-1	SC-PV400-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	PV-400-B-1	SC-PV400-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-400-A-2	SC-P400-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-400-B-2	SC-P400-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica


Tabla 3.27. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 500)

		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/2	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
500	T-500	LIT-T500-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T500-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T500-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T500-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T500-1	Válvula de control de entrada al tanque	En campo	Neumática
		HV-T500-2	Válvula de control de salida del tanque	En campo	Neumática
		FIT-T500-1	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica

		FIC-T500-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		FCV-T500-1	Válvula de regulación de salida del tanque	En campo	Neumática
		PIT-T500-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-T500-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PAH-T500-1	Alarma de presión alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		PAL-T500-1	Alarma de presión baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TIS-T500-1	Sensor de temperatura	En campo	Eléctrica
	P-500-A-1	SC-P500-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-500-B-1	SC-P500-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	IC-500	TIT-IC500-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC500-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC500-1	Válvula de control entrada de refrigerante al intercambiador	En campo	Neumática
	R-500/501	LIT-R500-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-R500-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-R500-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-R500-1	Válvula de control de regulación del caudal de entrada de BTAC	En campo	Neumática
		HV-R500-2	Válvula de control de regulación del caudal de entrada de NaOH	En campo	Neumática
		HV-R500-3	Válvula de control de regulación del caudal de entrada del tanque 500 al reactor	En campo	Neumática
		HV-R500-4	Válvula de control de regulación del caudal de	En campo	Neumática

			salida de líquidos del reactor		
		PIT-R500-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-R500-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PCV-R500-1	Válvula de control de regulación del caudal de salida de gases	En campo	Neumática
		TIT-R500-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIT-R500-2	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-R500-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-R500-2	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TAH-R500-1	Alarma de presión alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TAL-R500-1	Alarma de presión baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TCV-R500-1	Válvula de control de regulación de vapor de vapor de agua de refrigeración de entrada al reactor	En campo	Neumática
		FIT-R500-1	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-R500-1	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		FCV-R500-1	Válvula de control de regulación de caudal	En campo	Neumática
		FIT-R500-2	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-R500-2	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		FCV-R500-2	Válvula de control de regulación de caudal	En campo	Neumatica

Tabla 3.28. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 600)


		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/4	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
600	CO-601	LIT-CO601-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-CO601-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-CO601-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-CO601-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LCV-CO601-1	Válvula de control de entrada al coalescedor	En campo	Neumática
		WHS-CO601-1	Válvula de control de salida del tanque	En campo	Neumática
	PV-601-A-1	SC-PV601-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	PV-601-B-1	SC-PV601-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	C-601-A-1	SC-C601-A-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica
	C-601-B-1	SC-C601-B-1	Variador de frecuencia del motor del compresor	En campo	Eléctrica
	EV-601	LIT-EV601-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-EV601-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-EV601-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-EV601-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica

		LCV-EV601-1	Válvula de control de regulación del caudal de entrada al evaporador	En campo	Neumática
		TIT-EV601-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-EV601-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TAH-EV601-1	Alarma de temperatura alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TAL-EV601-1	Alarma de temperatura baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		TCV-EV601-1	Válvula de control de regulación de temperatura	En campo	Eléctrica
		PIT-EV601-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-EV601-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PCV-EV601-1	Válvula de control de regulación de presión	En campo	Eléctrica
	P-601-A-1	SC-P601-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-601-B-1	SC-P601-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-602-A-1	SC-P602-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-602-B-1	SC-P602-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-602-A-2	SC-P602-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-602-B-2	SC-P602-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	IC-602-1	TIT-IC602-1-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC602-1-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC602-1-1	Válvula de control entrada de refrigerante al intercambiador	En campo	Neumática

	IC – 602-2	TIT-IC602-2-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-IC602-2-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-IC602-2-1	Válvula de control entrada de refrigerante al intercambiador	En campo	Neumática
	DC-602	TIT-DC602-1	Transmisor de temperatura	En campo	Eléctrica
		TIC-DC602-1	Controlador de temperatura	En campo	Eléctrica
		TCV-DC602-1	Válvula de control de regulación de aceite térmico aportado al hervidor	En campo	Neumática
		LIT-DC602-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-DC602-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-DC602-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-DC602-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LCV-DC602-1	Válvula de control de regulación del caudal de salida de destilado	En campo	Neumática
		LCV-DC602-2	Válvula de control de regulación del caudal de salida de destilado	En campo	Neumática
		FIT-DC602-1	Transmisor de flujo	En campo	Eléctrica
		FIC-DC602-1	Controlador de flujo	En campo	Eléctrica
		FCV-DC602-1	Válvula de control de regulación del caudal de líquido del condensador que entra a columna	En campo	Neumática
		PIT-DC602-1	Transmisor de presión	En campo	Eléctrica
		PIC-D602-1	Controlador de presión	En campo	Eléctrica
		PAH-DC602-1	Alarma de presión alta	En campo/SC	Acústica/Lumínica

	PAL-DC602-1	Alarma de presión baja	En campo/SC	Acústica/Lumínica
	PCV-DC602-1	Válvula de control de regulación del caudal de refrigerante de entrada al intercambiador	En campo	Neumática
	LIT-DC602-2	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
	LIC-D602-2	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
	LAH-DC602-2	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
	LAL-DC602-2	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
	LCV-DC602-2	Válvula de control de regulación del caudal de aceite térmico a colas de la columna	En campo	Neumática

Tabla 3.29. Listado de alarmas e instrumentación por zonas (Zona 800)

		LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN		Hoja: 1/2	
		Planta de producción de resinas epoxi líquidas		Ubicación: Polígono Industrial 'Gasos Nobles', La Canonja	
Zona	Equipo	ID	Descripción	Situación	Actuación
800	T-800	LIT-T800-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T800-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T800-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T800-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T800-1	Válvula de control de entrada al tanque de LER	En campo	Neumática
		HV-T800-2	Válvula de control de salida del tanque de LER	En campo	Neumática
	T-801	LIT-T801-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T801-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T801-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T801-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T801-1	Válvula de control de entrada al tanque de LER	En campo	Neumática
		HV-T801-2	Válvula de control de salida del tanque de LER	En campo	Neumática
	T-802	LIT-T802-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T802-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica

		LAH-T802-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T802-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T802-1	Válvula de control de entrada al tanque de LER	En campo	Neumática
		HV-T802-2	Válvula de control de salida del tanque de LER	En campo	Neumática
	T-803	LIT-T803-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T803-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T803-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T803-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T803-1	Válvula de control de entrada al tanque de LER	En campo	Neumática
		HV-T803-2	Válvula de control de salida del tanque de LER	En campo	Neumática
	T-804	LIT-T804-1	Transmisor de nivel	En campo	Eléctrica
		LIC-T804-1	Controlador de nivel	En campo	Eléctrica
		LAH-T804-1	Alarma de nivel alto	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		LAL-T804-1	Alarma de nivel bajo	En campo/SC	Acústica/Lumínica
		HV-T804-1	Válvula de control de entrada al tanque de LER	En campo	Neumática
		HV-T804-2	Válvula de control de salida del tanque de LER	En campo	Neumática
	P-800-A-1	SC-P800-A-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-800-B-1	SC-P800-B-1	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-800-A-2	SC-P800-A-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica
	P-800-B-2	SC-P800-B-2	Variador de frecuencia del motor de la bomba	En campo	Eléctrica

3.9. Descripción y detalle de los lazos de control en la planta

Una vez conocidos los lazos e instrumentos presentes en la planta, a continuación, se explicarán en detalle cada uno, así como la decisión de su instalación.

En las siguientes explicaciones se muestran los instrumentos presentes en cada lazo, su descripción, las variables manipuladas y controladas, la consigna y el respectivo esquema.

3.9.1. Tanques de almacenamiento

ResyTech, S.L., cuenta con doce tanques de almacenamiento; cuatro de epiclorhidrina, uno de bisfenol-A, uno de catalizador – BTAC –, uno de NaOH al 90%, uno de disolvente – MIBK – y cuatro de almacenamiento de nuestro producto – LER –.

Todos nuestros tanques se alimentan por la parte de arriba y se descargan por la parte inferior. Por las características de seguridad de nuestros compuestos (como se muestra en el capítulo 05. Seguridad e higiene), una correcta monitorización es crucial para la seguridad de la planta y para la calidad del producto final. Por este motivo, se han instalado los siguientes lazos de control para los respectivos tanques de almacenamiento.

3.9.1.1. Tanque de almacenamiento de epiclorhidrina

La epiclorhidrina es un compuesto inflamable, tóxico y nocivo para la salud humana. Es por eso que se ha optado por la instalación de un lazo que controle el nivel del tanque, para evitar posibles desbordamientos inesperados.

Por otro lado, el nivel del tanque de almacenamiento puede influir en las condiciones de operación del proceso. Un nivel muy bajo del tanque puede llevar a un caudal insuficiente para las cantidades necesarias que se necesitan para producirse la reacción y, por tanto, un mal funcionamiento de la planta.

Por este motivo, se ha instalado un controlador de nivel que, en función del nivel dentro del tanque leído por el transmisor, este actúa sobre dos elementos finales – válvulas de control ON/OFF – que modifican el caudal de entrada o salida del tanque.

En caso de que el nivel del tanque sea más pequeño que el 20% del volumen de este, el controlador manda una señal que hace que se cierre la válvula de salida, dejando solo la válvula ON/OFF de entrada abierta para que se vuelva a llenar el tanque.

En caso contrario, si el nivel del tanque es mayor al 80% del volumen del tanque, se cierra la válvula de entrada y se deja abierta la válvula de salida para volver a obtener el nivel del tanque de operación.


Con respecto a los métodos de carga y descarga del producto, un lazo de control también es necesario para asegurar que se efectúan de la manera mejor posible. En ResyTech, S.L., disponemos de cuatro tanques de almacenamiento de epiclorhidrina, debido a que es nuestro compuesto de reacción que se necesita en exceso. Por ello, respetando la autonomía de suministro de los tanques, hemos instalado un lazo de control que, cuando repongan los tanques con epiclorhidrina y se llene el primero, el

transmisor informa del nivel máximo (superior al 80%), se cierra la válvula de entrada del primero y se abre la del segundo y así sucesivamente. De esta manera se cargan cada uno de los cuatro tanques controlando cualquier desbordamiento.

Además, se disponen de alarmas de nivel alto o bajo para los casos en que el lazo de control tenga problemas de funcionamiento.

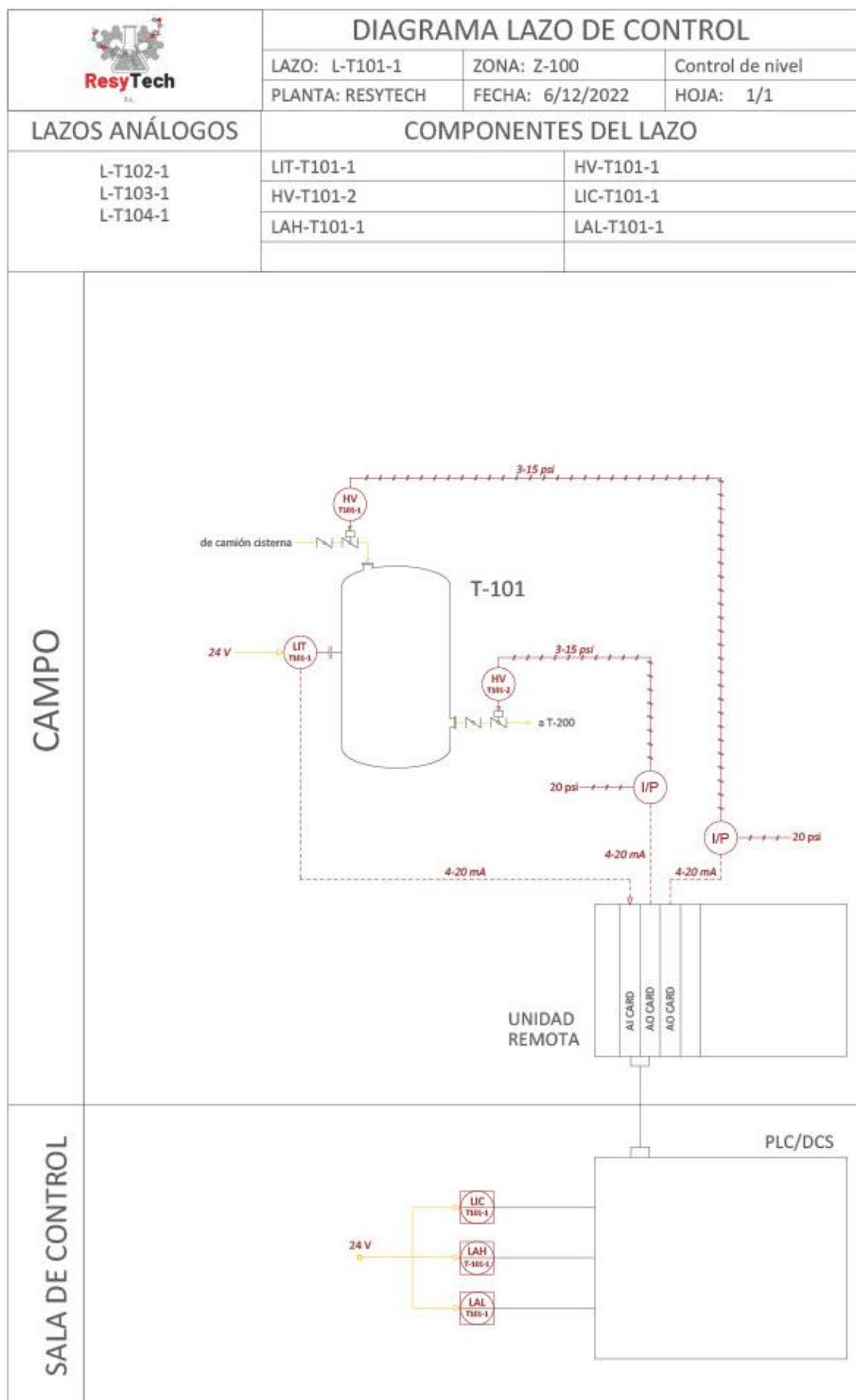
En la tabla siguiente se presentan las características del lazo de control para los tanques de epiclorhidrina y la instrumentación utilizada (Tabla 3.30).

Tabla 3.30. Características del lazo de control del tanque de almacenamiento de epiclorhidrina.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	100
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-T101-1, L-T102-1, L-T103-1, L-T104-1	
Equipos	T-101, T-102, T-103, T-104	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada y salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo

- **Transmisores de nivel:** LIT-T101-1, LIT-T102-1, LIT-T103-1, LIT-T104-1
- **Elementos finales:** HV-T101-1, HV-T101-2, HV-T102-1, HV-T102-2, HV-T103-1, HV-T103-2, HV-T104-1, HV-T104-2
- **Controladores:** LIC-T101-1, LIC-T102-1, LIC-T103-1, LIC-T104-1
- **Alarmas:** LAH-T101-1, LAL-T101-1, LAH-T102-1, LAL-T102-1, LAH-T103-1, LAL-T103-1, LAH-T104-1, LAL-T104-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.9.1.2. Tanque de almacenamiento de MIBK

De forma análoga que los tanques de almacenamiento de epíclorhidrina, nuestro tanque de almacenamiento de disolvente cuenta con un lazo de control de nivel para asegurar que las cantidades de suministro de disolvente al proceso no son nunca escasas ni, por lo contrario, ocurre un desbordamiento del tanque.


En este caso, se añade la peculiaridad de ser un tanque de almacenamiento con recirculación de disolvente de proceso. Por este motivo, nuestro controlador actuará en tres elementos finales en vez de solo en uno, teniendo tres válvulas de control ON/OFF.

Con respecto a la carga y descarga del reactor, se sigue un mecanismo parecido al de epíclorhidrina. A la hora de descargar las cisternas de MIBK, se cierra la válvula de salida y se dejan abiertas las válvulas de entrada, tanto la de recirculación como la de entrada del camión. Cuando el transmisor recibe una señal de llenado del 80% del tanque, las válvulas de entrada se cierran y se abre la válvula de salida para proceso. Por el contrario, cuando el nivel del tanque sea escaso, por debajo del 20%, se abrirá de nuevo la válvula de carga al tanque, mientras la de salida de cierra.

Además, también se disponen de alarmas de nivel alto y bajo para una mejor monitorización del proceso, en caso de fallo del controlador.

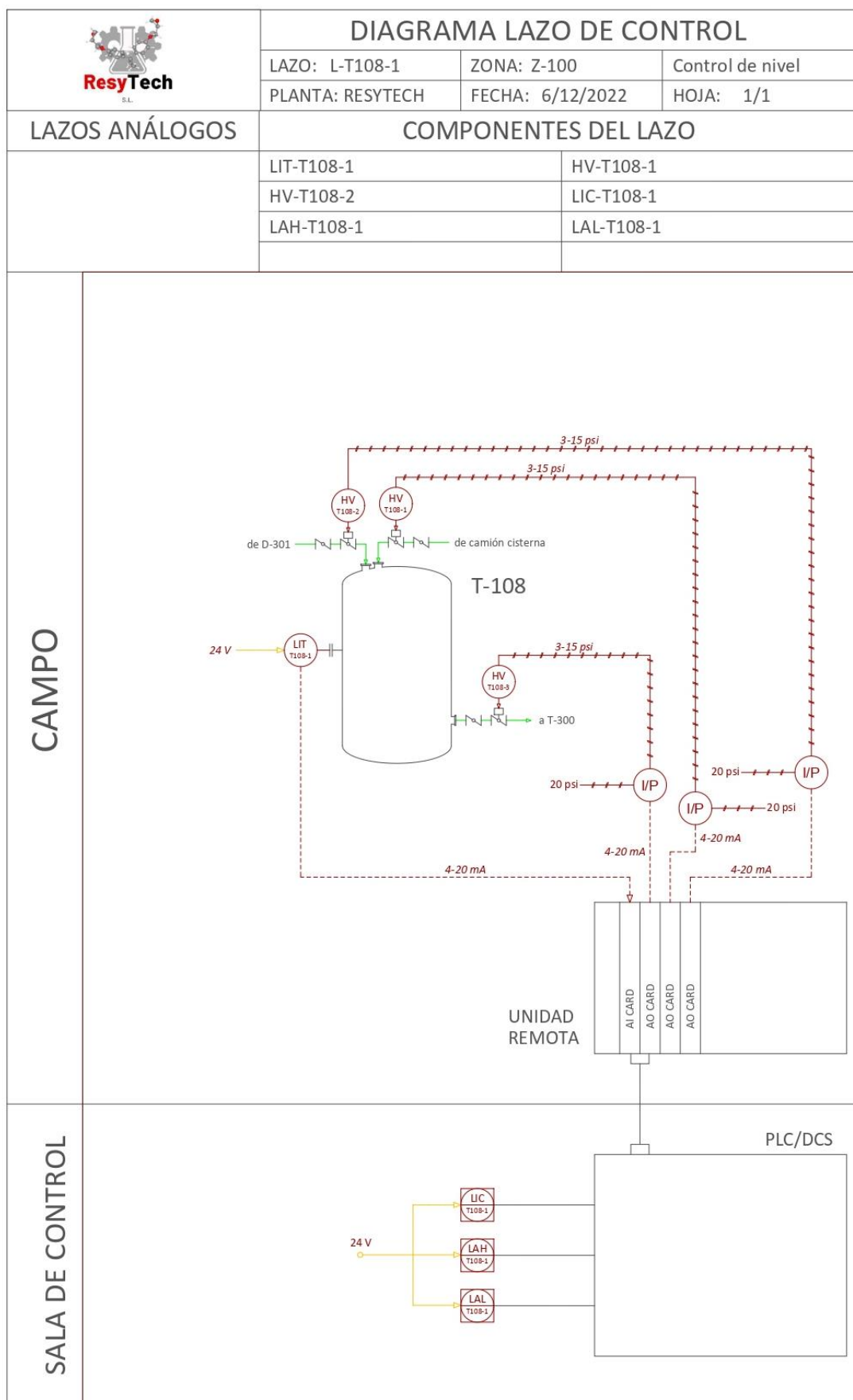
A continuación, se presenta la tabla con las características del lazo de control del tanque de almacenamiento de disolvente y su respectiva instrumentación (Tabla 3.31).

Tabla 3.31. Características del lazo de control del tanque de almacenamiento de disolvente.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	100
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-T108-1	
Equipos	T-108	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada y salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-T108-1
- **Elementos finales:** HV-T108-1, HV-T108-2
- **Controladores:** LIC-T108-1
- **Alarmas:** LAH-T108-1, LAL-T108-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.9.1.3. Tanque de almacenamiento de NaOH al 90%

En ResyTech, S.L., contamos con un tanque de almacenamiento de sosa cáustica para formar nuestro producto. Su almacenamiento es de manera parecida a los tanques de disolvente y epiclorhidrina, por lo que se instalan los mismos lazos de control para asegurar su funcionamiento.

Se dispone un lazo de control de nivel en el que el controlador, en función del valor de nivel que indique el transmisor, ejerce una acción en la válvula de entrada o de salida de caudal.


Por otro lado, se ha instalado un controlador de flujo de salida del tanque que permita regular, a su vez, el nivel de este. Si el tanque supera los límites máximos, 80%, la válvula de entrada queda cerrada, se abre la válvula de salida y se aumenta la velocidad del motor de la bomba para aumentar el caudal de este. De esta manera, se estabiliza el nivel del tanque y se evitan desbordamientos. En caso de nivel menor al 20%, se puede optar a cerrar la válvula de salida o a disminuir el caudal de salida.

Este control de flujo permite, además, regular la entrada de caudal al tanque de mezcla de NaOH al 18%, para controlar el grado de dilución de operación y cantidad de NaOH introducida.

Del mismo modo, contamos con alarmas de nivel alto y nivel bajo para situaciones en las que fallen nuestros sistemas de control distribuido.

Se presentan las características del lazo y su instrumentación en la Tabla 3.32.


Tabla 3.32. Características del lazo de control del tanque de almacenamiento de NaOH 90%.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	100
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-T107-1	
Equipos	T-107	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada y salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

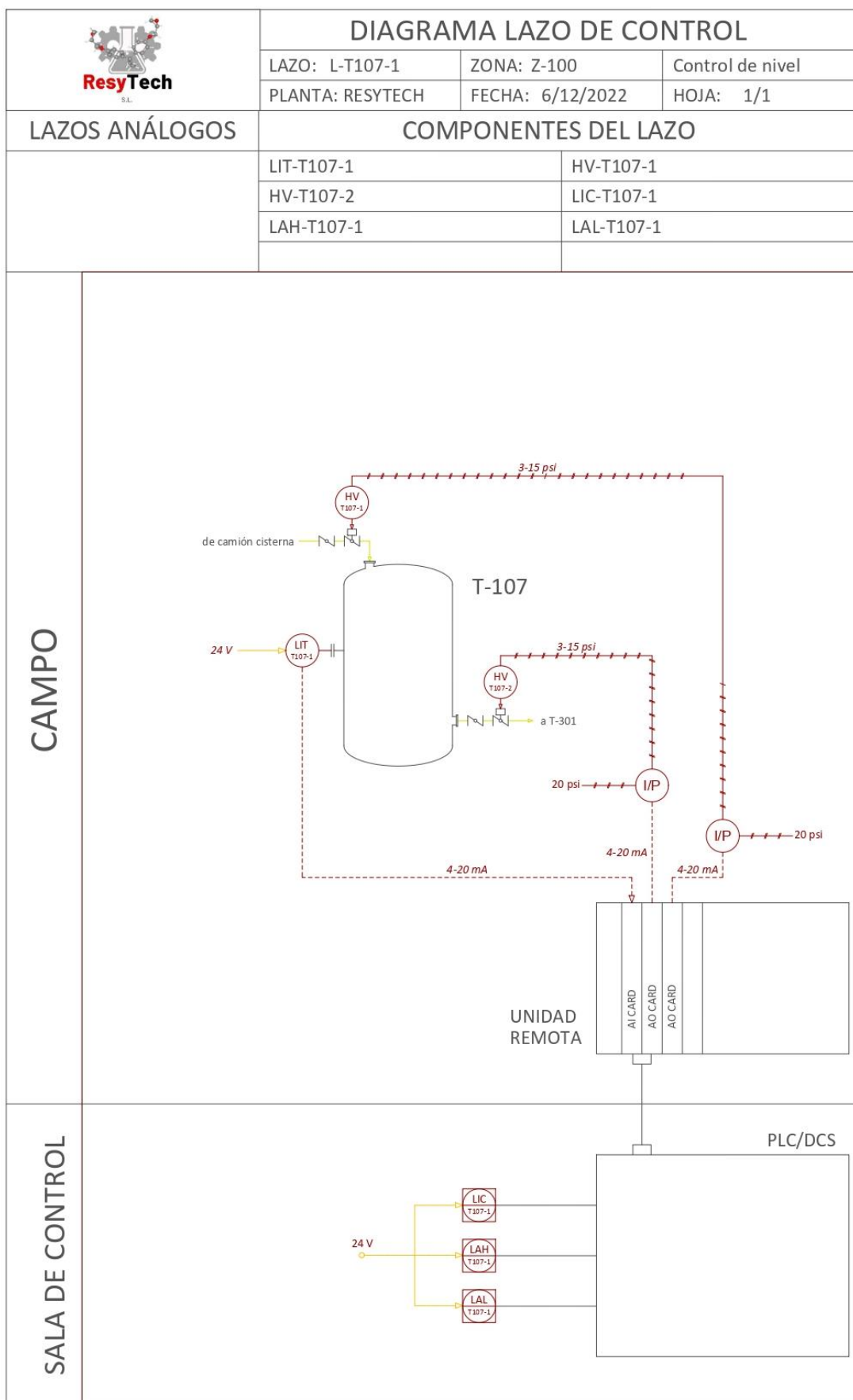
- **Transmisores de nivel:** LIT-T107-1
- **Elementos finales:** HV-T107-1, HV-T107-2
- **Controladores:** LIC-T107-1
- **Alarmas:** LAH-T107-1, LAL-T107-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

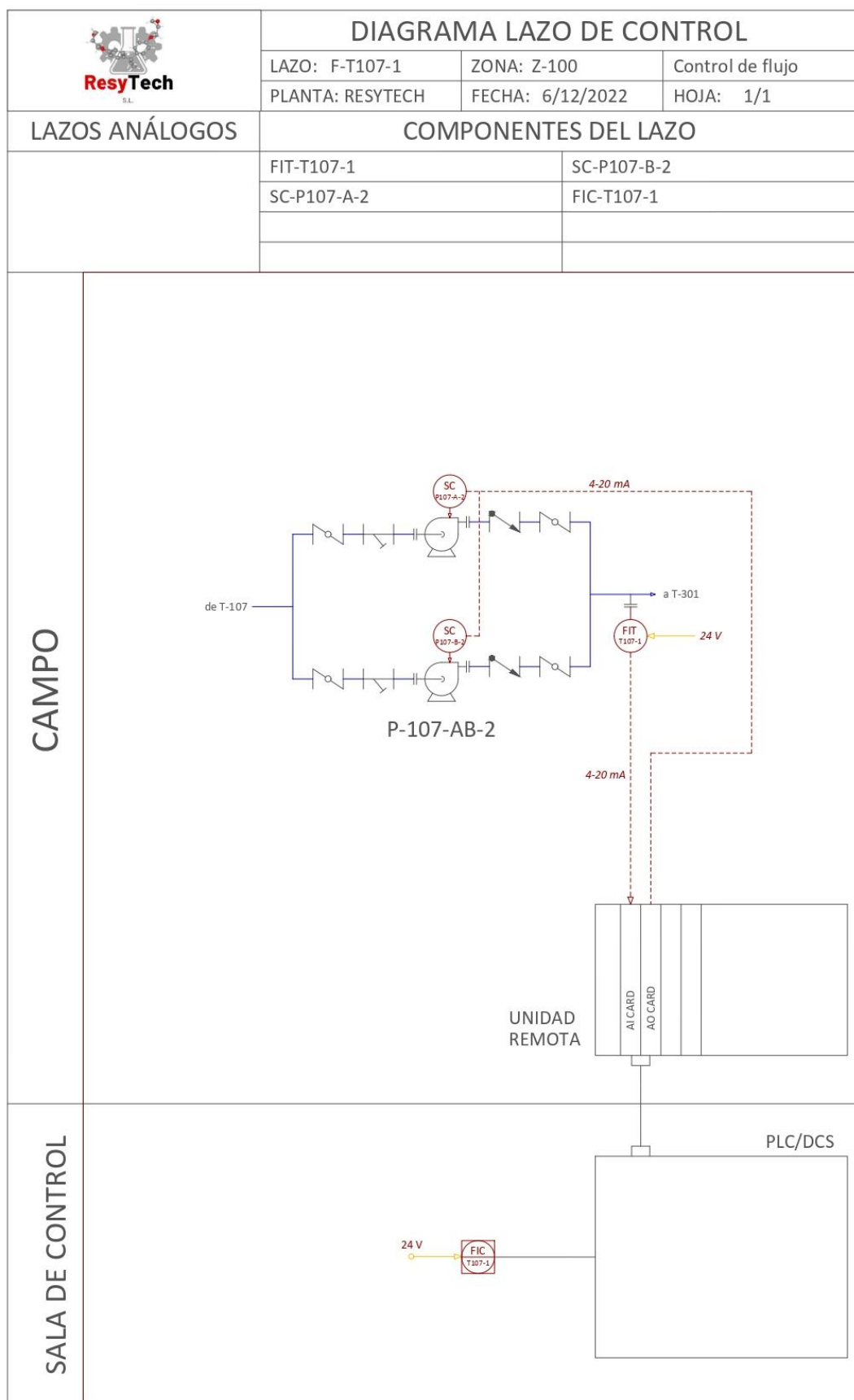
Tabla 3.33. Características del lazo de control del tanque de almacenamiento de NaOH 90%.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	100
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	F-T107-1	
Equipos	T-107	
Variable controlada	Flujo de salida	
Variable manipulada	Caudal de salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	-	

Instrumentación del lazo de flujo

- **Caudalímetros:** FIT-T107-1
- **Elementos finales:** SC-P107-A-2, SC-P107-B-2
- **Controladores:** FIC-T107-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.






3.9.1.4. Tanque de almacenamiento de LER

El objetivo de ResyTech, S.L., es producir resinas epoxi líquidas, conocidas como LER. La producción de la resina es del mismo grado de importancia que el almacenamiento y el correcto transporte a granel del producto a nuestras empresas compradoras. Es por eso que en nuestra planta se ha instalado un control de nivel del para garantizar que se obtienen las cantidades de LER al año establecidos, y que, siguiendo la misma regla, no se pierde ningún porcentaje de producto por culpa de ningún desbordamiento.

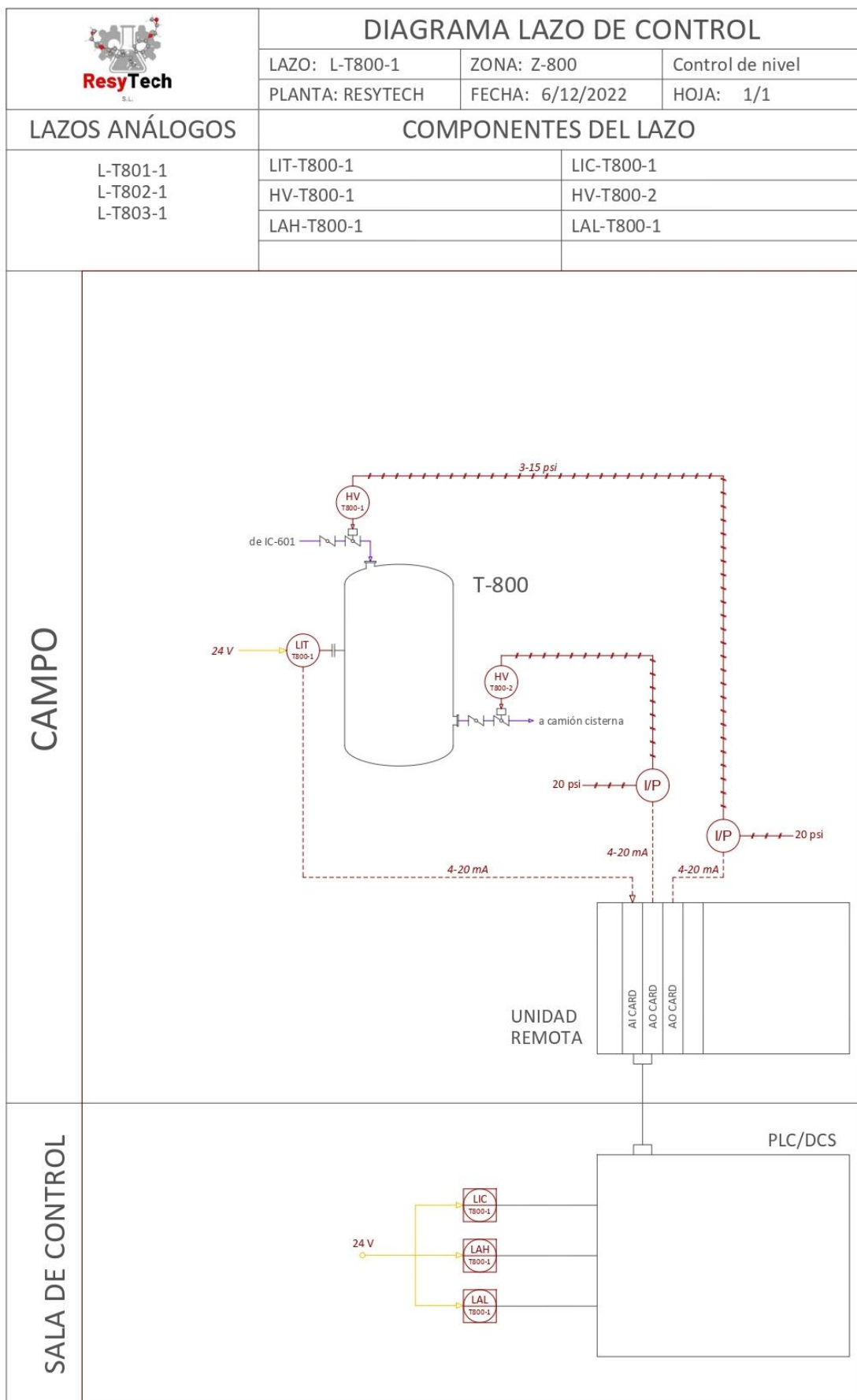
Del mismo modo, con un lazo de nivel se espera obtener información del funcionamiento del proceso, en el que, si el transmisor del tanque de almacenamiento de LER marca un nivel del tanque menor al 20%, indicará que no se están obteniendo las cantidades esperadas de producto o que se ha producido un fallo en algún punto de la planta, y, en cambio, si el tanque se encuentra a condiciones de nivel superior al 80%, implicará que circula un caudal de entrada demasiado alto, por lo que se cerrarán las válvulas de entrada y se abrirán las de salida.

Tabla 3.34. Características del lazo de control del tanque de almacenamiento de LER.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	800
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-T800-1, L-T801-1, L-T802-1, L-T803-1	
Equipos	T-800, T-801, T-802, T-803	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada y salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-T800-1, LIT-T801-1, LIT-T802-1, LIT-T803-1
- **Elementos finales:** HV-T800-1, HV-T800-2, HV-T801-1, HV-T801-2, HV-T802-1, HV-T802-2, HV-T803-1, HV-T803-2
- **Controladores:** LIC-T800-1, LIC-T801-1, LIC-T802-1, LIC-T803-1
- **Alarmas:** LAH-T800-1, LAL-T800-1, LAH-T801-1, LAL-T801-1, LAH-T802-1, LAL-T802-1, LAH-T803-1, LAL-T803-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.9.1.5. Tanque de almacenamiento de Bisfenol-A

En la producción de resinas epoxi líquidas se necesitan una serie de compuestos que se almacenan en estado sólido. Uno de ellos es el bisfenol-A. En este caso, debido a que se nos proporciona la materia prima en las condiciones de seguridad y control propios, el tanque de almacenamiento de bisfenol-A solo dispondrá de dos sensores de peso, alto y bajo.

Cuando el sensor de peso alto haga saltar la alarma de peso alto, se cerrará la válvula de tornillo sinfín de entrada de bisfenol al tanque y se activará la de salida. Por consiguiente, cuando se detecte un peso demasiado bajo, apagará la bomba dosificadora de sólidos del tanque al proceso y se pondrá en marcha el tornillo sinfín.

Instrumentación

· **Transmisores:** WHS-T105-1, WHL-T105-1

3.9.1.6. Tanque de almacenamiento de BTAC

De igual manera que el bisfenol-A, nuestro catalizador se compra y almacena en estado sólido. Debido a las condiciones de seguridad el catalizador, el suministro de BTAC viene completamente cerrado e inertizado en argón para su uso adecuado.

Por este motivo, para hacer un seguimiento y control del almacenamiento del catalizador se instalan dos sensores de peso, alto y bajo, para aplicar el mismo procedimiento que con el bisfenol-A.

Instrumentación

· **Transmisores:** WHS-T106-1, WHL-T106-1

3.9.2. Tanques de mezcla

En ResyTech, S.L., contamos con un total de cinco tanques de mezcla para una mejor homogeneización de los compuestos y, por ende, un mejor desarrollo del proceso: el tanque de mezcla de nuestro catalizador al 60%, el tanque de mezcla de NaOH al 18%, y los tres tanques previos a su respectivo reactor.

Estos tanques son necesarios para asegurar que se alimentan a los reactores las cantidades correctas de reactivo y que se cumplen con los tiempos de residencia establecidos evitando cualquier problema de mezcla previo.

3.9.2.1. Tanque de mezcla de BTAC al 60%

Nuestros reactores, según la patente utilizada, necesitan una entrada de catalizador al 60%. Por este motivo, se ha diseñado e instalado un tanque donde se diluya el catalizador para poder entrar a proceso.


Como si de materia prima se tratara, los tanques de mezcla reciben unos controles parecidos a los de almacenamiento. Se controlará el nivel del tanque mediante un transmisor que envíe una señal al controlador cuando el nivel de este sea inferior al 20%, cerrando la válvula de entrada del catalizador proveniente del tanque de almacenamiento y del agua de servicio/recirculada de proceso. De la misma forma, para

niveles superiores a un 80%, se regularán los caudales de salidas – a los reactores 200 y 300 – variando la frecuencia de la bomba de tal manera que se establezca el nivel del tanque. Así pues, se obtiene un control de la cantidad de catalizador que se alimenta al reactor con la información del nivel del tanque y el control del caudal de salida.

Este lazo de nivel, de igual manera que los vistos anteriormente, cuentan con alarmas de nivel alto y bajo del tanque en caso de problemas adicionales.

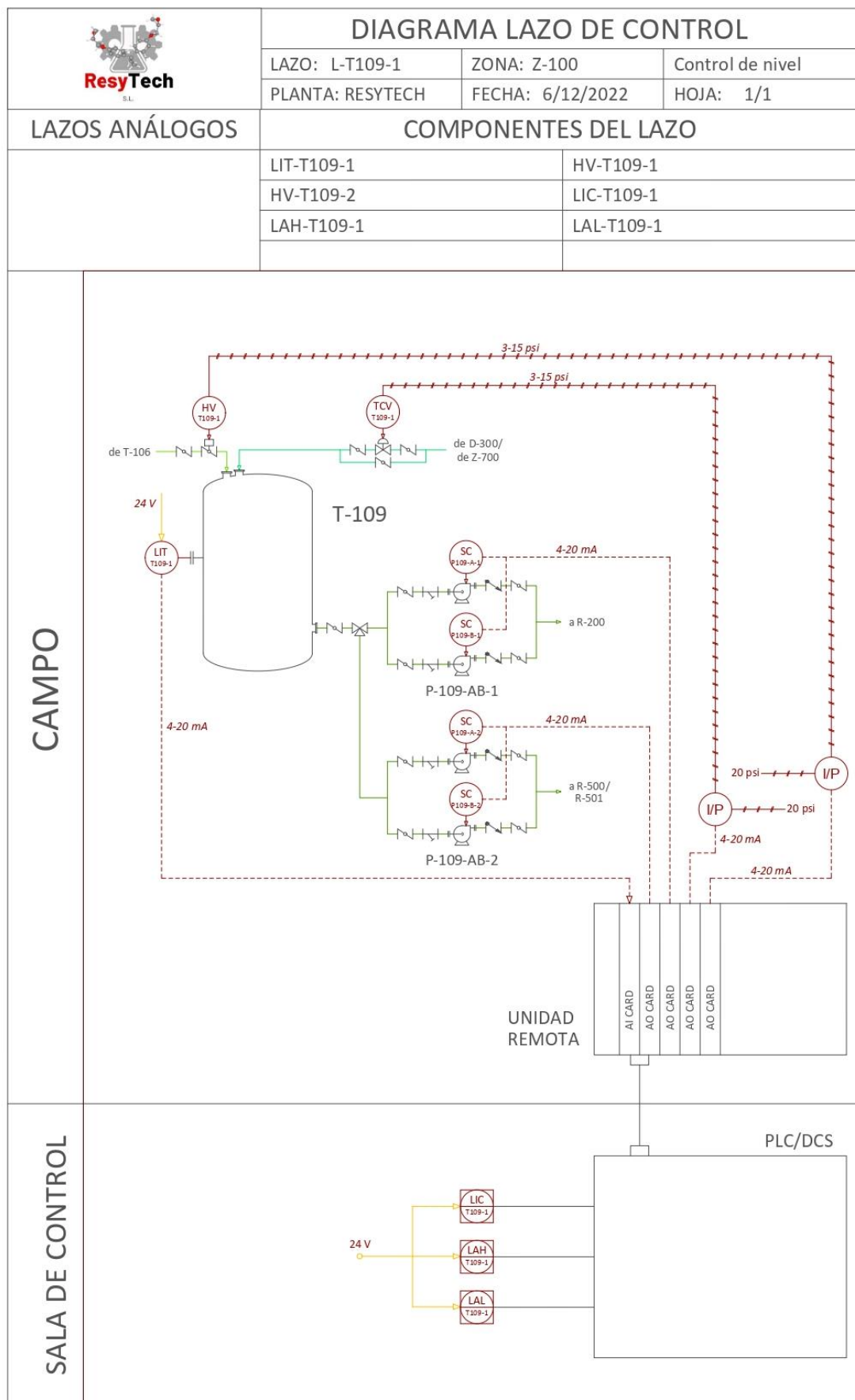
En la siguiente tabla se muestran las características del lazo (Tabla 3.35).

Tabla 3.35. Características del lazo de control del tanque de mezcla de BTAC y agua.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	100
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-T109-1	
Equipos	T-109	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudales de entrada y salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-T109-1
- **Elementos finales:** HV-T109-1, HV-T109-2, SC-P109-AB-1, SC-P109-AB-2
- **Controladores:** LIC-T109-1
- **Alarmas:** LAH-T109-1, LAL-T109-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.9.2.2. Tanque de mezcla de NaOH al 18%

Así como los tanques de almacenamiento de NaOH, los tanques de mezcla de NaOH reciben la misma o más importancia respecto al control que necesita.

Control de nivel


El hidróxido de sodio es un componente corrosivo, por lo que mantener el equipo totalmente seguro es muy importante en nuestra planta. Por ello, al tanque de mezcla de NaOH para diluirlo al 18%, se le ha incorporado un controlador de nivel para que no se produzcan desbordamientos y sea perjudicable. Por otro lado, el mismo lazo servirá de guía cuando el nivel sea demasiado bajo, alertando de que las cantidades de NaOH de almacenamiento y agua de servicio no están siendo suministradas con éxito.

Así pues, siguiendo el mismo funcionamiento, cuando el tanque de mezcla llegue a unas condiciones más altas del 80%, las válvulas de control ON/OFF de entrada, tanto de NaOH como de agua de servicio, se cerrarán y se dejará abierta la válvula de salida, que será la que permita regular el paso del caudal de salida mediante la variación del motor de las bombas de vacío. Por el contrario, si el tanque se encuentra en un nivel de llenado menor al 20%, se cerrará la válvula de salida ON/OFF y se abrirán las de entrada para volver a obtener el nivel de operación.

Se instalan alarmas de nivel alto y bajo en caso de fallada.

La instrumentación y las condiciones del lazo de nivel del tanque de mezcla T-301 se muestran a continuación (Tabla 3.36).

Tabla 3.36. Características del lazo de control del tanque de mezcla de NaOH y agua.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-T301-1	
Equipos	T-301	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudales de entrada y salida del tanque	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-T301-1
- **Elementos finales:** HV-T301-1, HV-T301-2, HV-T301-3, SC-PV301-AB-1, SC-PV301-AB-2
- **Controladores:** LIC-T301-1
- **Alarmas:** LAH-T301-1, LAL-T301-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de pH

El tanque de mezcla de NaOH es un tanque del cual depende la calidad del producto final. Es por eso que introducir la cantidad en proporción de NaOH en los reactores es un parámetro que hay que controlar. Por este motivo, de forma paralela al lazo de nivel, se ha instalado un pH-metro que dé información del grado de dilución dentro del tanque para asegurar que se alimentan las cantidades de operación.

El transmisor envía una señal de pH al controlador y en función de la variación a la consigna establecida, este abre o cierra la entrada de caudal de agua de servicio.

Como se ha hecho hasta ahora, este lazo dispone de alarmas de pH alto y bajo para corregir el porcentaje en peso de la sosa cáustica en caso de que el controlador fallara.

Tabla 3.37. Características del lazo de control del tanque de mezcla de NaOH y agua.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	pH-T301-1	
Equipos	T-301	
Variable controlada	pH del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua	
Set Point	18% en peso	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de pH


- **Transmisores de pH:** pHIT-T301-1
- **Elementos finales:** pHCV-T301-1

- **Controladores:** pHIC-T301-1
- **Alarmas:** PHAH-T301-1, pHAL-T301-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de flujo

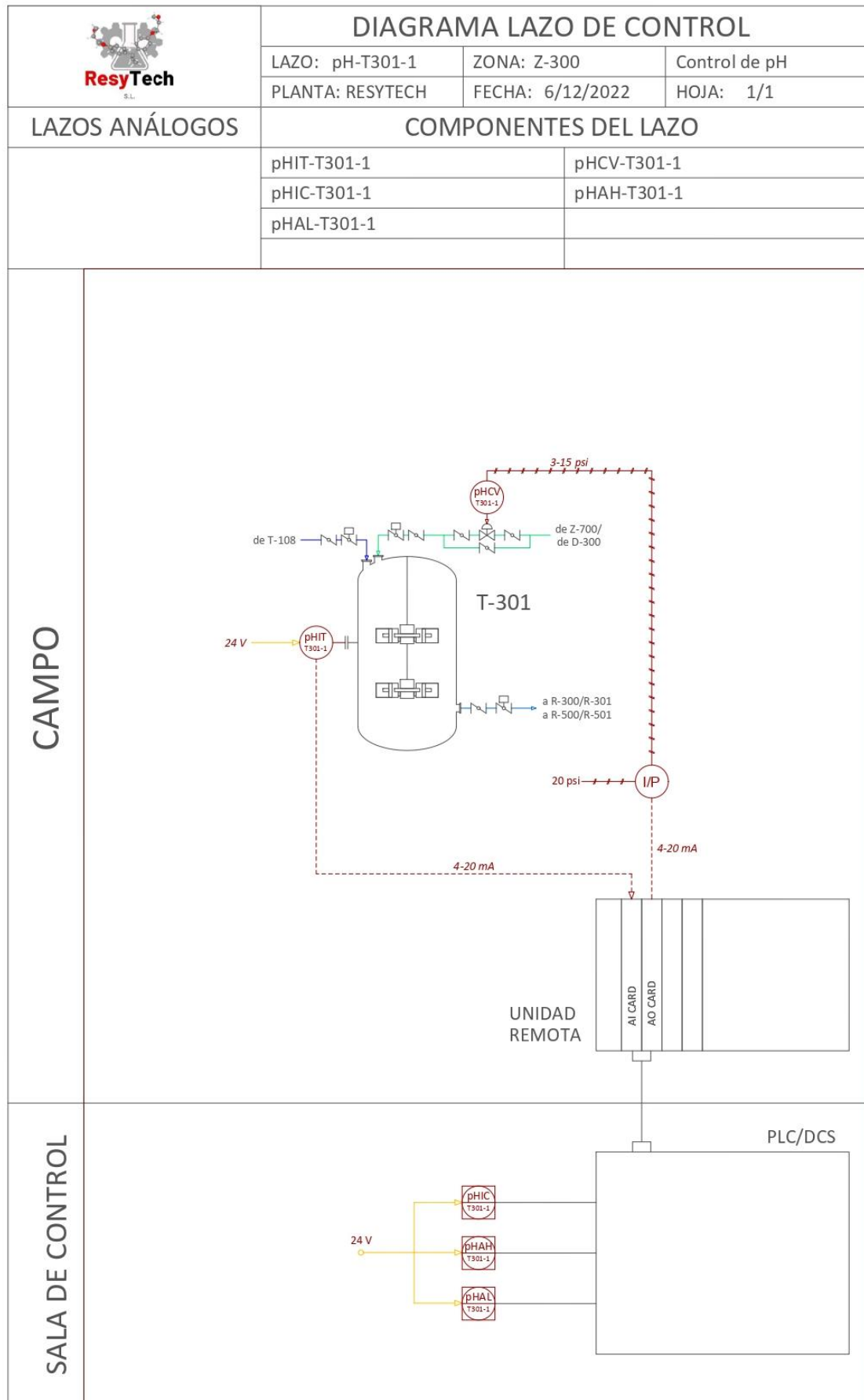
Por otro lado, se ha dotado al tanque de un control de flujo para asegurar la entrada correcta de cantidad de NaOH que necesita el reactor.

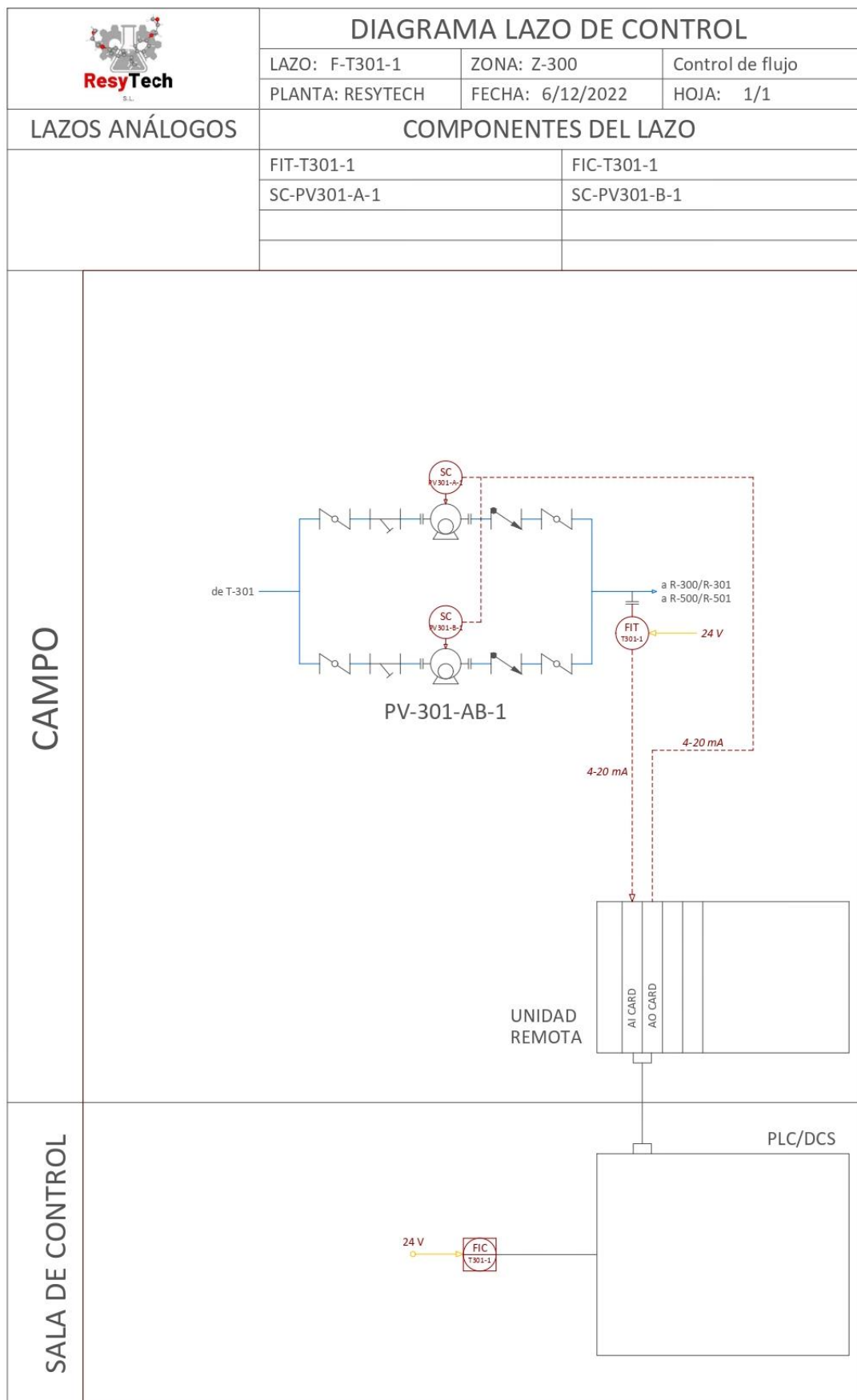
Tabla 3.38. Características del lazo de control del tanque de mezcla de NaOH y agua.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	F-T301-1	
Equipos	T-301	
Variable controlada	Flujo de salida del tanque	
Variable manipulada	Flujo de salida del tanque	
Set Point	18% en peso	
Tipo de lazo	Feedback	
Indicador	Sí	

Instrumentación del lazo de flujo

- **Transmisores de pH:** FIT-T301-1
- **Elementos finales:** FCV-T301-1
- **Controladores:** FIC-T301-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.





3.9.2.3. Tanque de mezcla previo al R-200

Como se ha mencionado varios párrafos atrás, los reactores de la planta tienen que contar con las condiciones de los reactivos especificados de operación; de alguna manera, un tanque de mezcla trabaja como un reactor provisional, pero sin el catalizador o compuestos que inicien la reacción.

Por eso, hemos instalado antes de cada reactor un tanque de homogeneización donde se mezclen catalizadores, reactivos, disolventes, entre otros, para que se adecuen a los tiempos de residencia del reactor y se produzca la reacción en las mejores condiciones.

En este tanque se mezclan los reactivos de la primera etapa de la reacción: epiclorhidrina y bisfenol-A. Como el reactor trabaja a condiciones de presión y temperatura elevadas, se prepara la mezcla antes mediante bombas centrífugas e intercambiadores. Por ello, el tanque cuenta con lazos de nivel y presión.


Además, se ha instalado un sensor de temperatura para controlar la cantidad de fluido calefactor que se alimenta al intercambiador para calentar la mezcla al reactor.

Control de nivel

Así como cualquier otro tanque de mezcla o almacenamiento, asegurar el nivel del tanque es crucial para que el reactor opere correctamente. Este cuenta con un transmisor que en función del nivel del tanque actúa sobre las válvulas reguladoras de caudal de entrada de epiclorhidrina – en este caso, nuestro componente en exceso y, por tanto, más fácil de controlar sus cantidades –, o en la válvula ON/OFF de salida, siguiendo el mismo funcionamiento de lazo de nivel.

Así pues, el tanque estará dotado de alarmas de nivel alto y bajo para mantener un control asegurado del llenado del tanque.

Tabla 3.39. Características del lazo de control del tanque de mezcla de epiclorhidrina y bisfenol-A.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-T200-1	
Equipos	T-200	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudales de entrada de epiclorhidrina y caudal de salida	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel


- **Transmisores de nivel:** LIT-T200-1
- **Elementos finales:** LCV-T200-1, LCV-T200-2, HV-T200-1
- **Controladores:** LIC-T200-1
- **Alarmas:** LAH-T200-1, LAL-T200-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de presión

De igual manera, el tanque se somete a una presión de 3,74 atm – presión a la cual trabaja el reactor –. Por esta razón, el tanque también dispone de un control de presión para mantener la consigna de operación del reactor y controlar la seguridad del tanque evitando que se cree una sobrepresión inesperada.

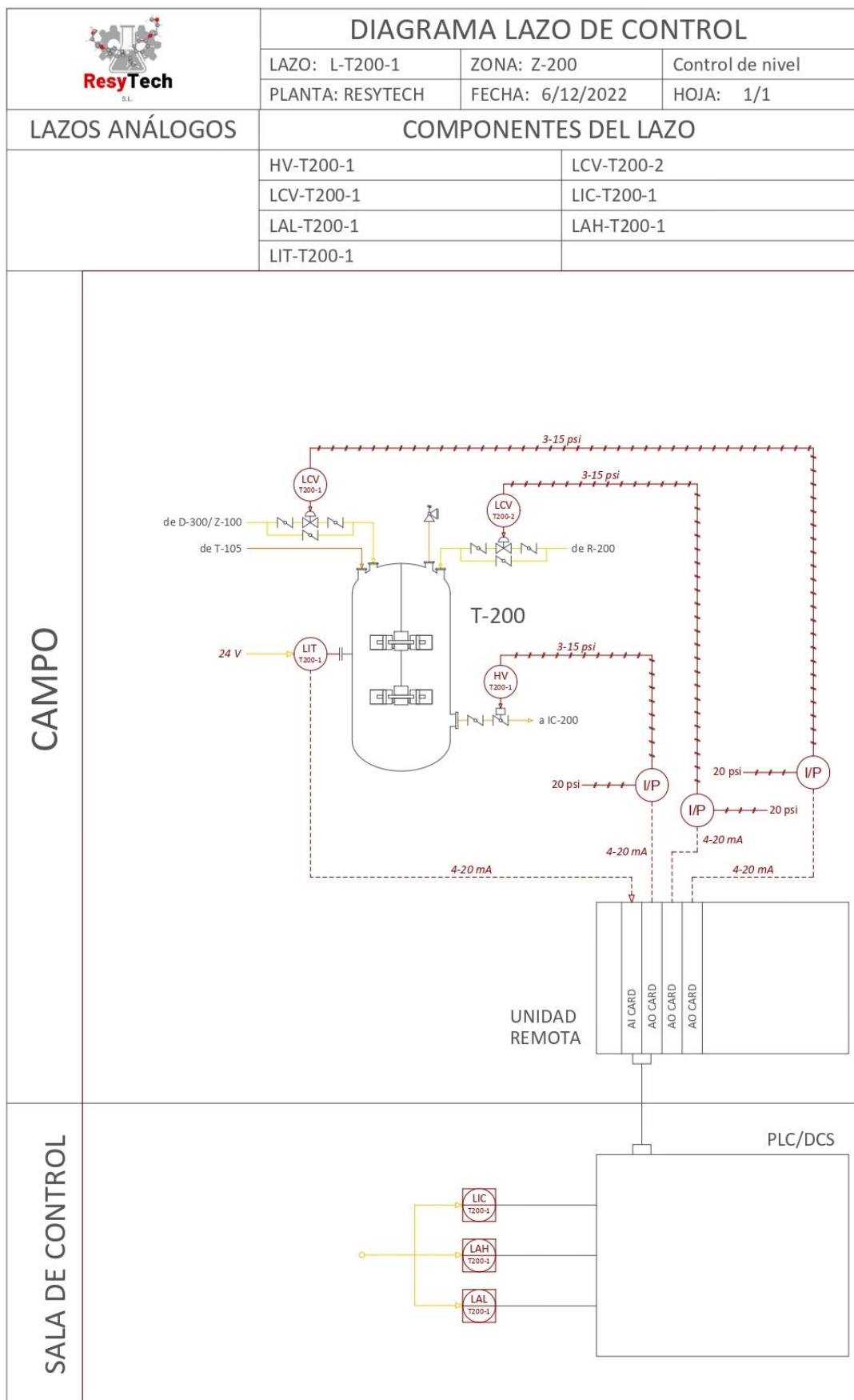
El lazo trabaja en función de los valores del transmisor. Este tiene, principalmente, el objetivo de controlar la sobrepresión del tanque debido a la alta presión que tiene que mantener este. Si el transmisor recibe un valor de presión distinta a la consigna, el controlador actúa sobre la frecuencia de los compresores que licuan la epíclorhidrina recirculada a la entrada del tanque, con tal de reducir la presión. Además, al circular el caudal de salida del tanque hasta el reactor por gravedad, se establece un punto de consigna sobredimensionado por las posibles pérdidas de carga que se ocasionan por las tuberías. Por otra banda, en caso de que el control de presión falle, se instalan unas alarmas de presión alta y baja y una válvula de venteo de seguridad para cuando la presión sea incontrolable.

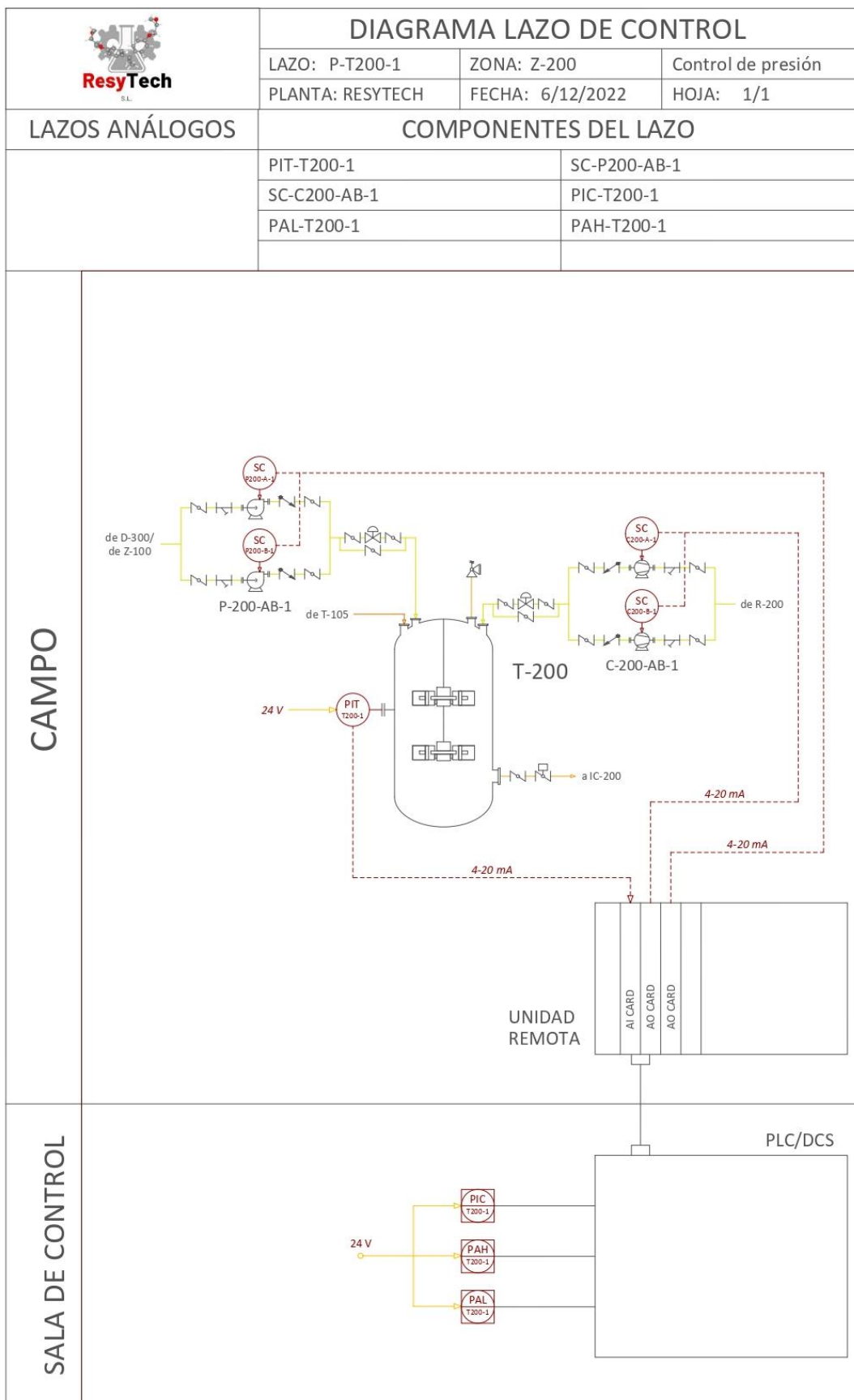
Tabla 3.40. Características del lazo de control del tanque de mezcla de epíclorhidrina y bisfenol-A.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	P-T200-1	
Equipos	T-200	
Variable controlada	Presión del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada de epíclorhidrina vapor y epíclorhidrina de almacenamiento	
Set Point	3,78 atm	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	-	

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisores de presión:** PIT-T200-1
- **Elementos finales:** SC-C200-AB-1, SC-P200-AB-1
- **Controladores:** PIC-T200-1
- **Alarmas:** PAH-T200-1, PAL-T200-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.





3.9.2.4. Tanque de mezcla previo al R-300/301


Así como el tanque previo al R-200, necesitamos un tanque de homogeneización y preparación de condiciones de operación de los reactivos (los condensados del reactor 200, el catalizador, y el disolvente) antes de entrar al reactor de la segunda etapa de la reacción. De la misma forma, el tanque cuenta con un lazo de nivel, un lazo de presión y un sensor de temperatura.

Control de nivel

El objetivo del lazo es controlar que el nivel del tanque previo al reactor es siempre el de operación para que las cantidades de entrada al reactor sean las establecidas con el balance de materia. Por ello, se han instalado alarmas adicionales de nivel alto y bajo y el lazo de nivel convencional a todos los tanques.

Si el nivel es superior al 80%, se cierran las válvulas ON/OFF de entrada de disolvente y de los condensados provenientes del reactor y se deja abierta la válvula de salida para estabilizar el nivel. En caso contrario, se cierra la válvula de salida hasta obtener el llenado de consigna para reanudar el proceso.

Tabla 3.41. Características del lazo de control del tanque de mezcla de condensados del reactor y disolvente.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-T300-1	
Equipos	T-300	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada de condensados del R-200 y disolvente y caudal de salida	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-T300-1
- **Elementos finales:** HV-T300-1, HV-T300-2, HV-T300-3
- **Controladores:** LIC-T300-1
- **Alarmas:** LAH-T300-1, LAL-T300-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de presión


El reactor 500 trabaja a condiciones de vacío, por lo que se hacen pasar los corrientes de entrada al tanque por unas bombas de vacío que los mantienen a condiciones de operación.

Para controlarla se instala un lazo de control en el que el transmisor lee el valor de presión y, en función de la diferencia del valor de la consigna, varía la frecuencia de las bombas de vacío de ambos corrientes de entrada.

Además, el tanque cuenta con dos alarmas de presión alta y baja en el caso de un problema con el control del vacío del tanque, que se controlaría de manera manual mediante una válvula de regulación de vacío.

Las características del lazo se observan a continuación (Tabla 3.42).

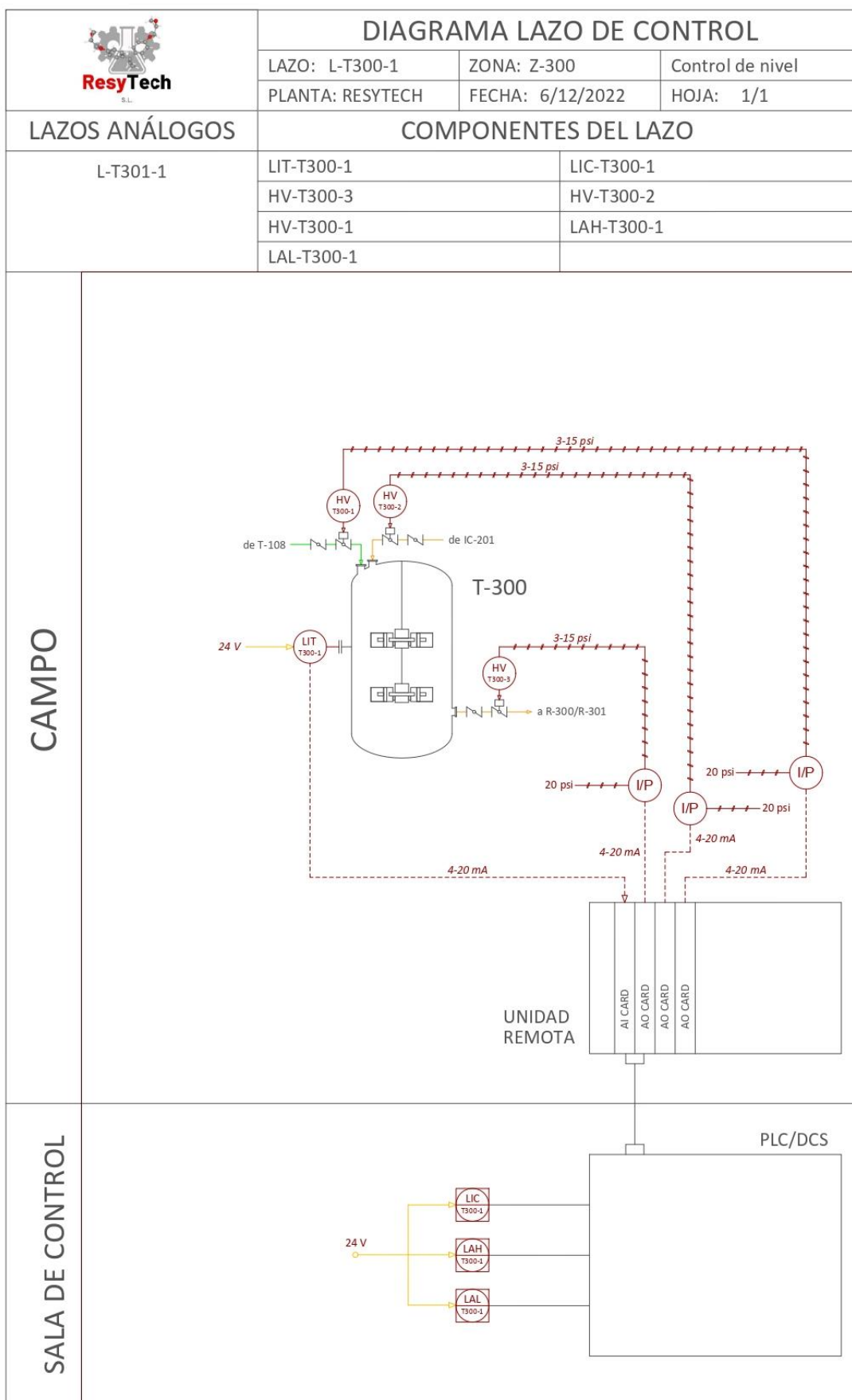
Tabla 3.42. Características del lazo de control del tanque de mezcla de condensados del reactor 200 y disolvente.

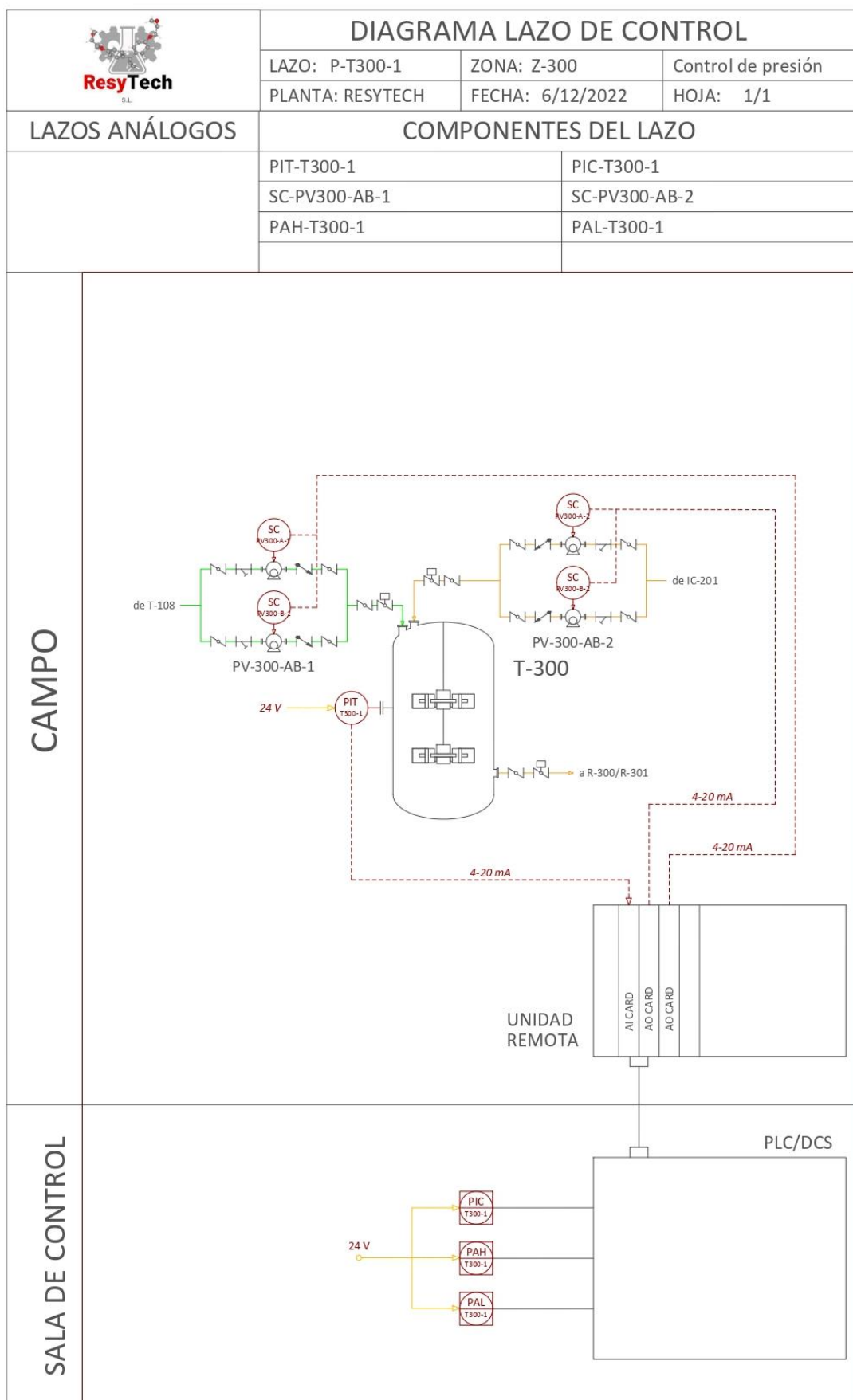
	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	P-T300-1	
Equipos	T-300	
Variable controlada	Presión del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada de condensados del R-200 y disolvente	
Set Point	0,35 atm*	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	-	

*La consigna se aumenta por las posibles pérdidas de carga ocasionadas hasta llegar al reactor

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisores de presión:** PIT-T300-1
- **Elementos finales:** SC-PV300-AB-1, SC-PV300-AB-2
- **Controladores:** PIC-T300-1
- **Alarmas:** PAH-T300-1, PAL-T300-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.





3.9.2.5. Tanque de mezcla previo al R-500/501


En el reactor 500/501 se espera obtener la conversión deseada haciendo reaccionar lo que no había reaccionado en el reactor 300/301. Por este motivo, al ocurrir la misma reacción en ambos reactores, los lazos de control instalados tienen el mismo funcionamiento, además, de un controlador de flujo.

Control de nivel

En este caso, el nivel se controla mediante el caudal de entrada proveniente de la centrífuga y el caudal de salida del tanque. Si el nivel supera el límite establecido, se abren o cierran las válvulas hasta estabilizar el nivel.

Por motivos de seguridad, también han sido instaladas las alarmas de límite de nivel superior e inferior.

Tabla 3.43. Características del lazo de control del tanque de mezcla de reactivo sin reaccionar.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-T500-1	
Equipos	T-500	
Variable controlada	Nivel del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada reactivo sin reaccionar del R-300/301 y caudal de salida	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control ON/OFF	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-T500-1
- **Elementos finales:** HV-T500-1, HV-T500-2
- **Controladores:** LIC-T500-1
- **Alarmas:** LAH-T500-1, LAL-T500-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de presión

El funcionamiento del lazo de presión de este tanque es análogo al tanque previo al R-300/301. En este caso, el elemento final de control es el caudal de salida de la centrifuga (y entrada al tanque), controlado por la velocidad del motor de la bomba de vacío, bomba encargada de hacer el vacío dentro del tanque.

Como de costumbre, se instalan las alarmas adicionales por posible fallo en el sistema de control.

En la tabla siguiente se muestran los elementos finales y puntos de consigna, entre otras características.

Tabla 3.44. Características del lazo de control del tanque de mezcla de reactivo sin reaccionar.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	P-T500-1	
Equipos	T-500	
Variable controlada	Presión del tanque	
Variable manipulada	Caudal de entrada reactivo sin reaccionar del R-300/301	
Set Point	0,35 atm*	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	-	

*La consigna se aumenta por las posibles pérdidas de carga ocasionadas hasta llegar al reactor

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisores de presión:** PIT-T500-1
- **Elementos finales:** SC-PV400-AB-1
- **Controladores:** PIC-T500-1
- **Alarmas:** PAH-T500-1, PAL-T500-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de flujo

En la última etapa de deshidrohalogenación de nuestro proceso, se introduce NaOH al 18%, por lo que controlar la proporción de entrada al reactor es sumamente importante. Es por eso que se ha decidido la instalación de un lazo de control de flujo que asegure

que las cantidades a la hora de alimentación al reactor son las establecidas por el balance de materia.

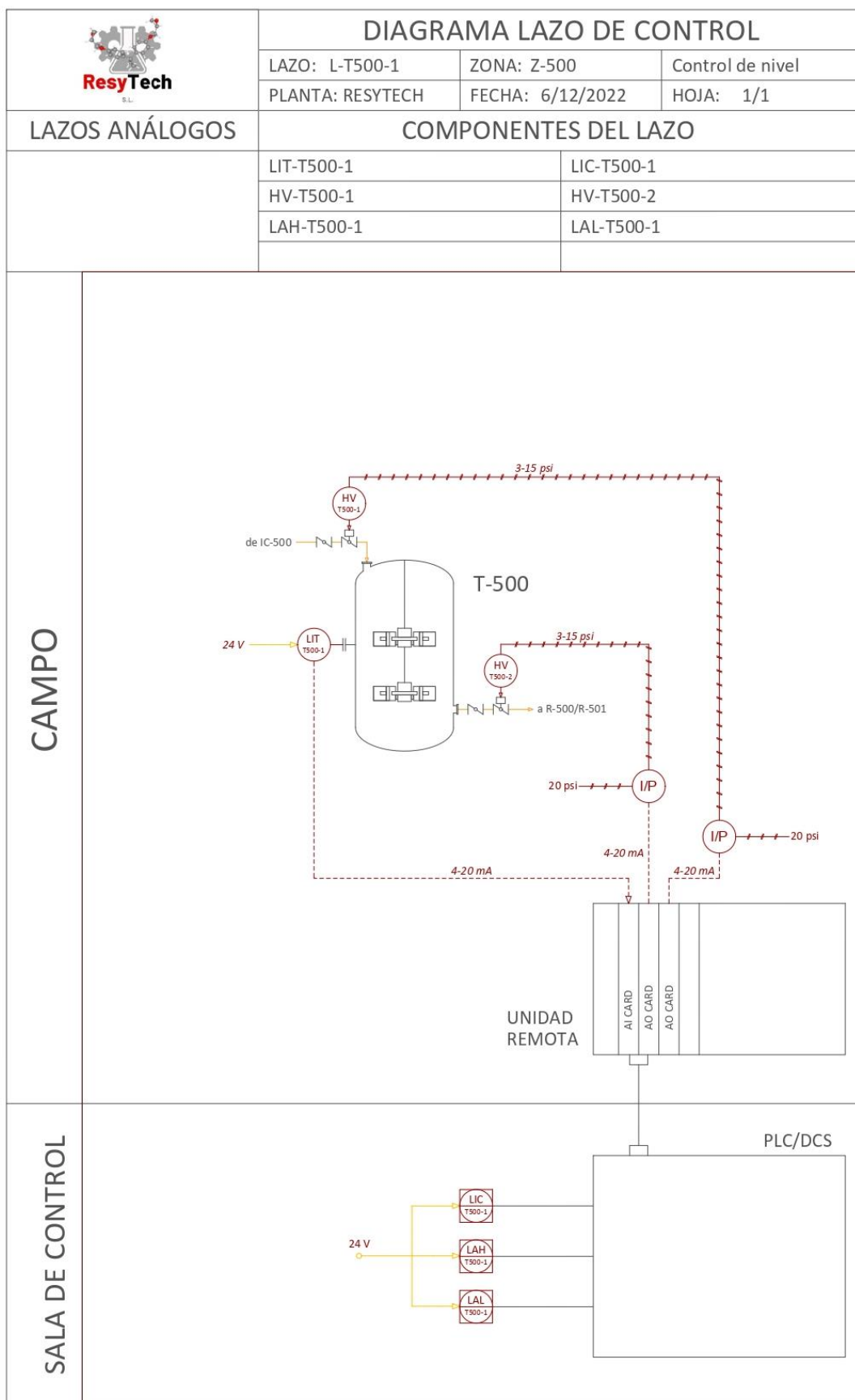
Este lazo de tipo feedback controla el caudal de salida del tanque mediante un caudalímetro. En función del valor que haya leído el transmisor y la consigna establecida, el controlador actúa sobre una válvula de control que regule el paso al reactor.

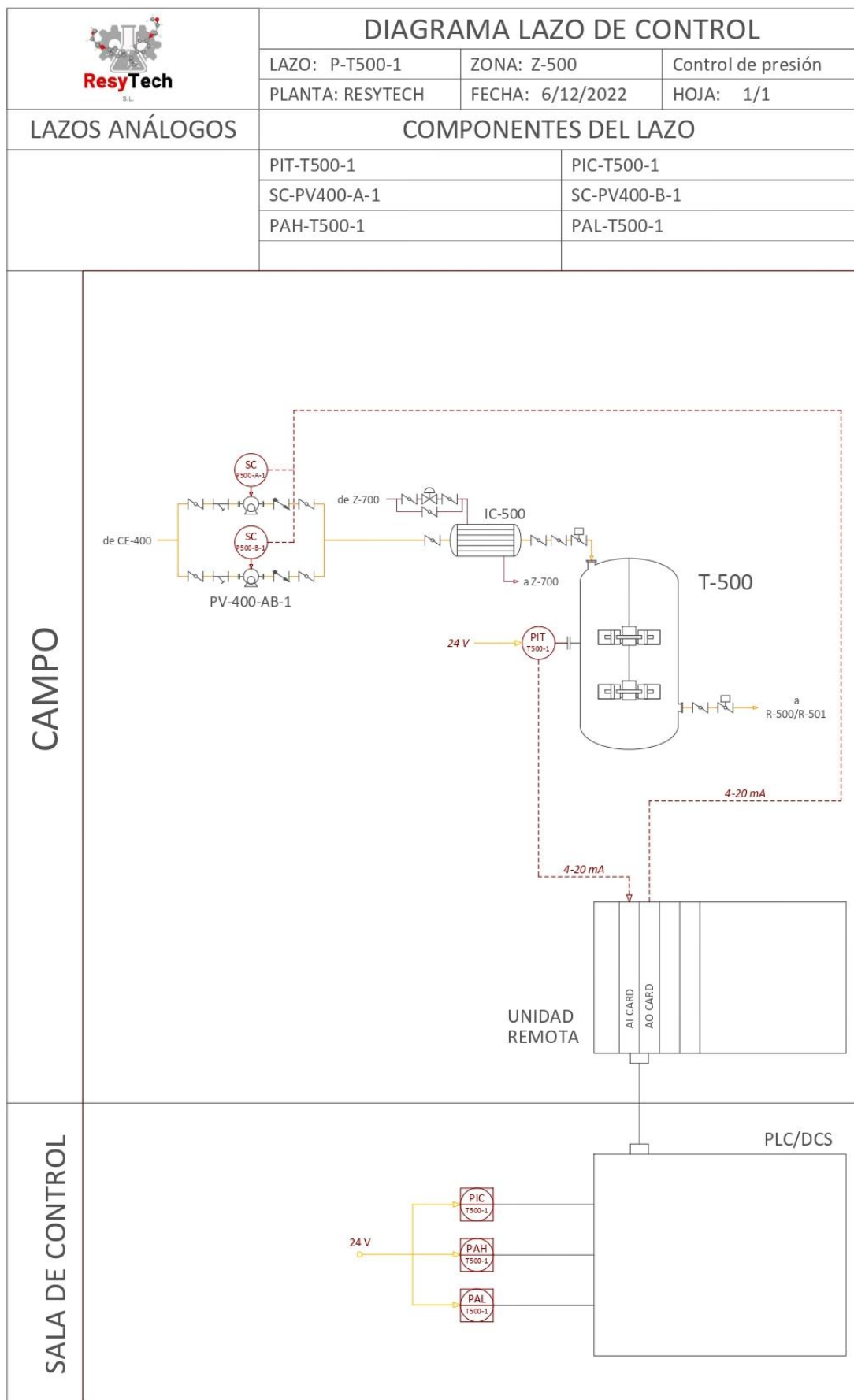
Tabla 3.45. Características del lazo de control del tanque de mezcla de reactivo sin reaccionar.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	P-T500-1	
Equipos	T-500	
Variable controlada	Flujo de salida del tanque	
Variable manipulada	Flujo de salida del tanque	
Set Point	0,66 m ³ /h	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de flujo

- **Transmisores de flujo:** FIT-T500-1
- **Elementos finales:** FCV-T500-1
- **Controladores:** FIC-T500-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.





3.9.3. Reactores

El reactor es el corazón de una planta química, ya que en ellos se produce la reacción donde se forma nuestro producto. Así pues, su funcionamiento condiciona tanto el rendimiento como la calidad del producto y la economía. Por lo tanto, es especialmente importante diseñar un sistema de control que asegure un comportamiento estable de todas las condiciones de operación del reactor.

En ResyTech, S.L., contamos con 3 reactores principales, dos de ellos discontinuos. En cada uno sucede una reacción exotérmica, por lo que todos dispondrán de refrigeración.

En primer lugar, tenemos el reactor R-200, donde se encuentra la primera etapa de la reacción. Este reactor trabaja a 150°C y 3,74 atm, por lo que cuenta con una refrigeración de mediacaña y controles de temperatura, nivel, presión y flujo.

En segundo lugar, tenemos los reactores 300/301 y 500/501, donde en ambos ocurre la misma reacción de deshidrohalogenación. Estos reactores funcionan a una temperatura de 80°C y a un vacío de 0,32 atm. Para asegurar que se mantienen estas condiciones a lo largo del proceso, se han dotado a los dos de controles de nivel, presión y temperatura.

3.9.3.1. Reactor 200

En este reactor continuo se produce la reacción de epiclorhidrina y bisfenol-A, añadiendo un catalizador para acelerarla. La epiclorhidrina es un compuesto inflamable y tóxico a temperaturas superiores de 31°C, registrado según el reglamento REACH (No.1907/2006) como “Sustancia intermedia aislada transportada”, artículo 3(15) de uso exclusivamente para síntesis de otras sustancias en condiciones estrictamente controladas.

Además, para que se produzca el intermedio de nuestra reacción – el bisfenol polihídrico – se necesitan unas altas condiciones de presión del reactor.

Control de temperatura

Como se ha mencionado, a altas temperaturas, la epiclorhidrina puede suponer un ambiente explosivo que debe ser controlado. Por otro lado, sabiendo que la reacción que ocurre dentro del reactor es exotérmica, es necesario instalar un lazo de control que monitorice de manera continua las condiciones de temperatura a las que trabaja el reactor.

El control de temperatura escogido es un lazo de tipo cascada, que permite corregir eficientemente cualquier tipo de perturbación a la que se enfrente el reactor. Se han instalado dos controladores con sus respectivos transmisores. El lazo secundario (o el esclavo), y, por ende, el que actúe de forma más rápida, tiene como objetivo medir la temperatura de salida del fluido refrigerante de la mediacaña. Por otro lado, el lazo primario (o maestro), medirá la temperatura dentro del reactor. Esto es debido a que el tiempo de respuesta natural de la temperatura en la parte inferior del reactor es mucho


más corto que en el interior de este, frente a cualquier cambio en la posición del elemento final del lazo, en este caso, la válvula que regula el caudal de refrigeración.

En función de la temperatura medida dentro del reactor, este primer transmisor envía la señal al controlador secundario, que se encarga de estabilizar la temperatura compensando los cambios ocasionados variando la posición de la válvula.

A su vez, el lazo cuenta con alarmas de temperatura alta y baja que permitan monitorizar el reactor de manera manual. De este modo, la temperatura del reactor debido a las condiciones exotérmicas de reacción puede ser fácilmente regulada mediante la refrigeración del reactor.

A continuación, se muestran las características del lazo junto a la instrumentación utilizada (Tabla 3.46).

Tabla 3.46. Características del lazo de control del reactor 200.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-R200-1	
Equipos	R-200	
Variable controlada	Temperatura del reactor, temperatura de salida de refrigerante	
Variable manipulada	Flujo de refrigerante suministrado	
Set Point	150°C	
Tipo de lazo	Cascada	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisores de temperatura:** TIT-R200-1, TIT-R200-2
- **Elementos finales:** TCV-R200-1
- **Controladores:** TIC-R200-1, TIC-R200-2
- **Alarmas:** TAH-R200-1, TAL-R200-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de presión

La alta presión del reactor permite la formación de nuestro intermedio de reacción. Al ser una presión muy alta, mantenerla a lo largo de todo el ciclo productivo es de las tareas más importantes del sistema de control. Una perturbación en la consigna del lazo de control de presión puede implicar un entorno desfavorable para que se produzca la reacción.

Por ello se ha instalado un lazo de control de tipo feedback en el que, si la presión captada por el transmisor es diferente al setpoint establecido, se envía la señal al DCS y el controlador actúa sobre la obertura de la válvula de regulación del caudal de vapor de salida.

Las características del lazo se muestran en la Tabla 3.47.

Tabla 3.47. Características del lazo de control del reactor 200.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	P-R200-1	
Equipos	R-200	
Variable controlada	Presión del reactor	
Variable manipulada	Flujo de vapor de salida	
Set Point	3,74 atm	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de presión


- **Transmisores de presión:** PIT-R200-1
- **Elementos finales:** PCV-R200-1
- **Controladores:** PIC-R200-1
- **Alarmas:** PAH-R200-1, PAL-R200-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de nivel

El nivel del reactor determina la eficiencia de la reacción. Un nivel bajo puede indicar que las cantidades de reactivos no son las adecuadas, que el caudal de catalizador no es el especificado y por tanto no está transcurriendo la reacción a la velocidad adecuada, o que cualquier otro parámetro de operación está fallando. Por otro lado, un nivel demasiado alto puede suponer un fallo en las válvulas que permiten el paso de los caudales de entrada o la aparición de algún factor desencadenante de una reacción runaway. En cualquier caso, el control del nivel del reactor es indispensable para el buen funcionamiento de la planta.

Como ya hemos visto en otros controles de nivel, el controlador actúa sobre las válvulas ON/OFF de entrada o salida en función de si el transmisor detecta un nivel fuera de los límites superiores o inferiores.

Tabla 3.48. Características del lazo de control del reactor 200.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-R200-1	
Equipos	R-200	
Variable controlada	Nivel del reactor	
Variable manipulada	Caudales de entrada y salida al reactor	
Set Point	80% (nivel máximo) y 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisores de nivel:** LIT-R200-1
- **Elementos finales:** HV-R200-1, HV-R200-2, HV-R200-3
- **Controladores:** LIC-R200-1
- **Alarmas:** LAH-R200-1, LAL-R200-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de flujo

La proporción con la que entran los reactivos en el reactor debe ser la establecida por el balance de materia y las patentes. Así pues, se han instalado dos caudalímetros que registren de manera continua los valores de los caudales de entrada al reactor para asegurar que entran a las condiciones de trabajo.

En primer lugar, tenemos el lazo de control de flujo de entrada de catalizador al reactor. Este lazo es de tipo feedback y actúa sobre una válvula reguladora de caudal.

En segundo lugar, se controla la entrada proveniente del tanque de mezcla previo al reactor, con un funcionamiento análogo. Toda la información de los lazos se encuentra a continuación.


Tabla 3.49. Características del lazo de control del reactor 200.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	F-R200-1	
Equipos	R-200	
Variable controlada	Flujo de entrada de catalizador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de catalizador	
Set Point	0,012m ³ /h	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de flujo

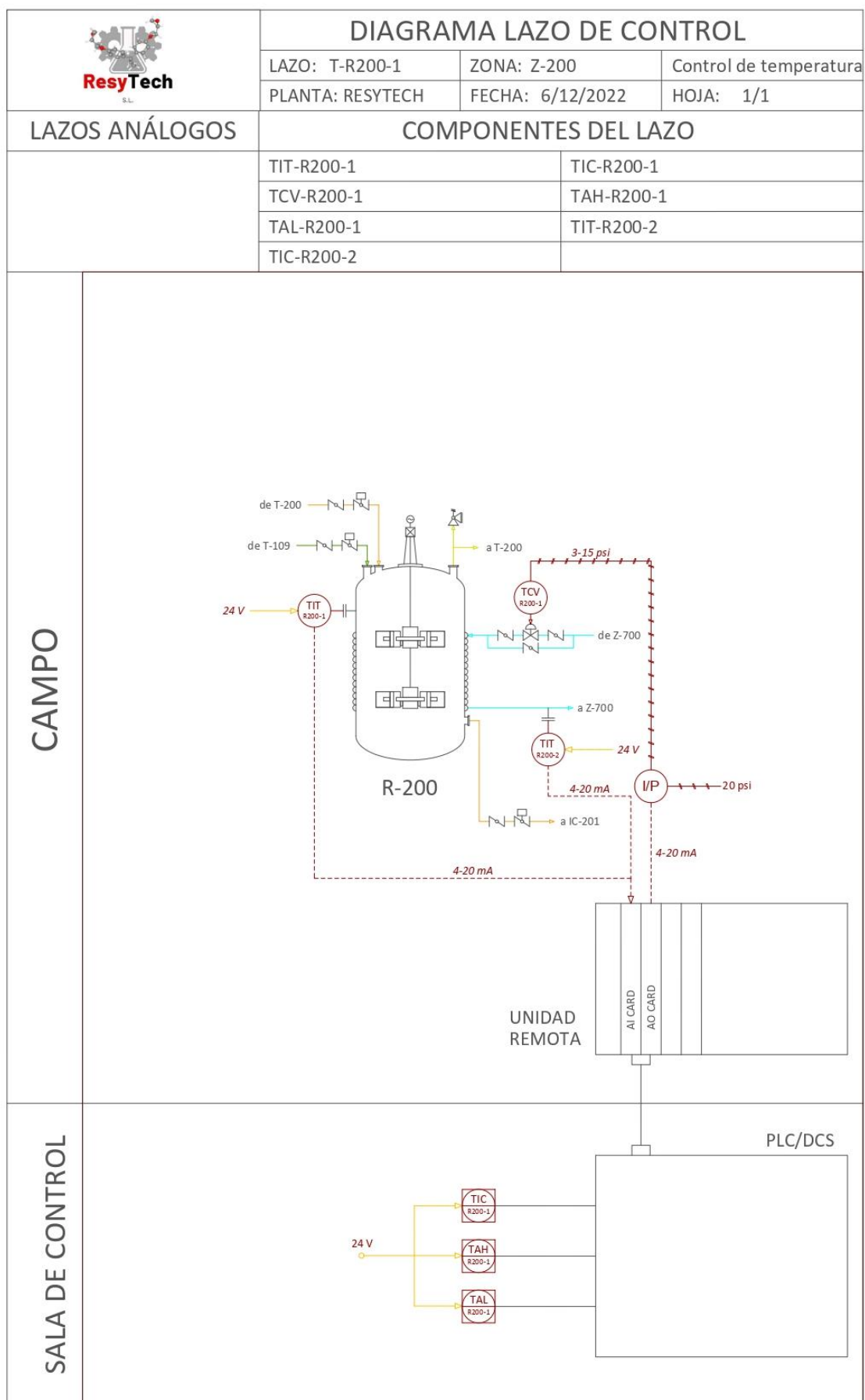
- **Caudalímetros:** FIT-R200-1
- **Elementos finales:** FCV-R200-1
- **Controladores:** FIC-R200-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

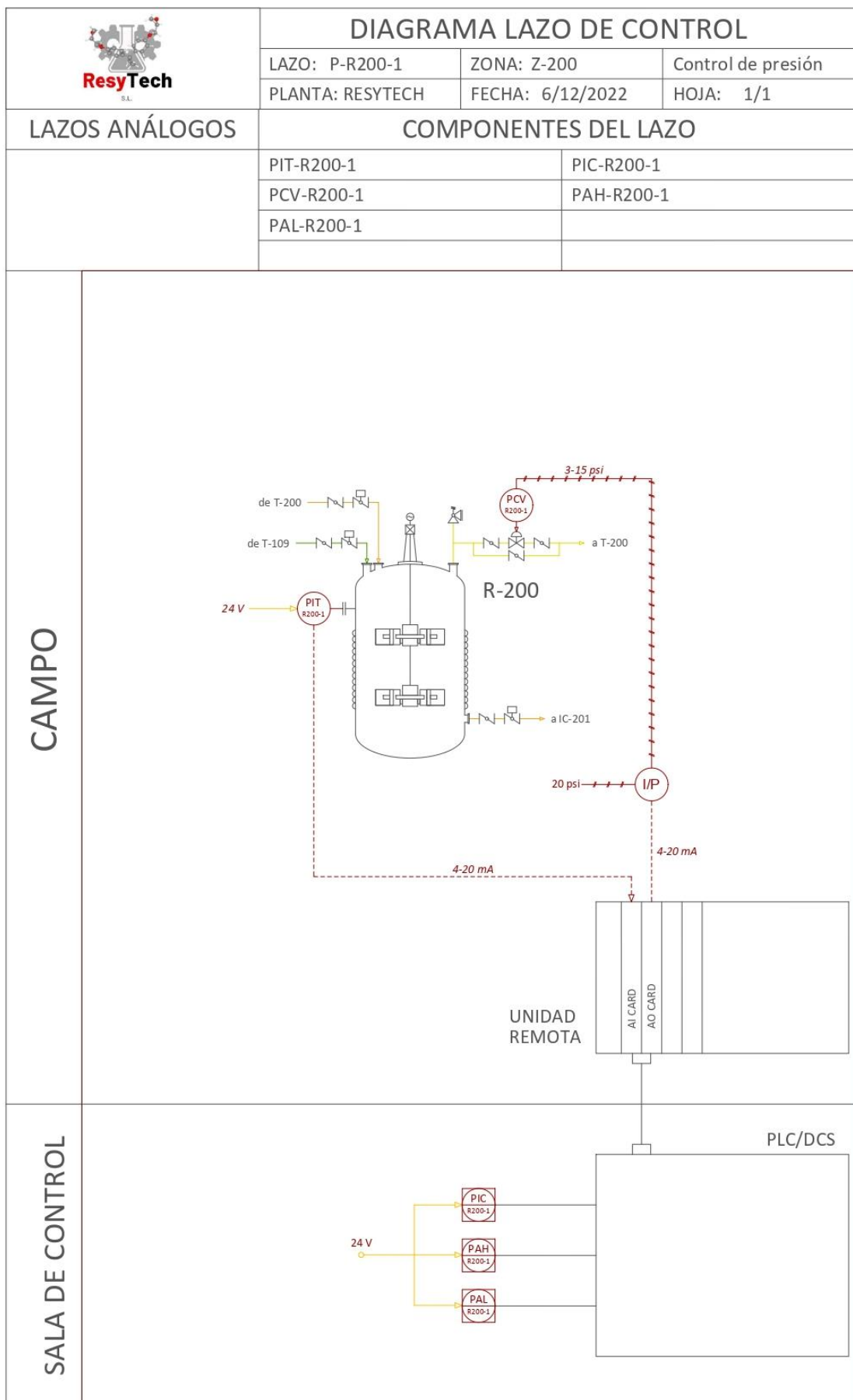
Tabla 3.50. Características del lazo de control del reactor 200.

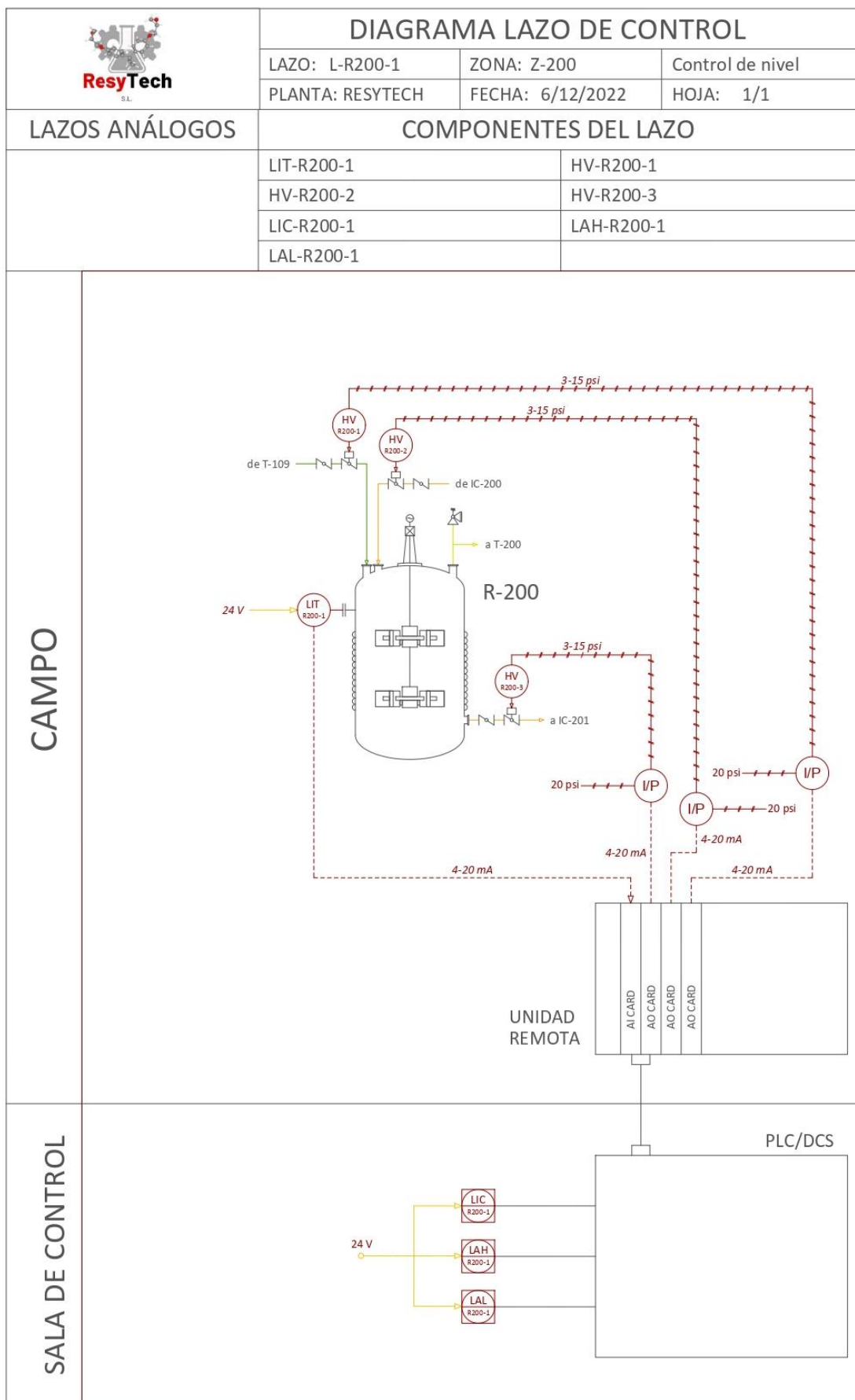
	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	F-R200-2	
Equipos	R-200	
Variable controlada	Flujo de entrada del tanque de mezcla al reactor	
Variable manipulada	Flujo de entrada del tanque de mezcla al reactor	
Set Point	5,03 m ³ /h	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

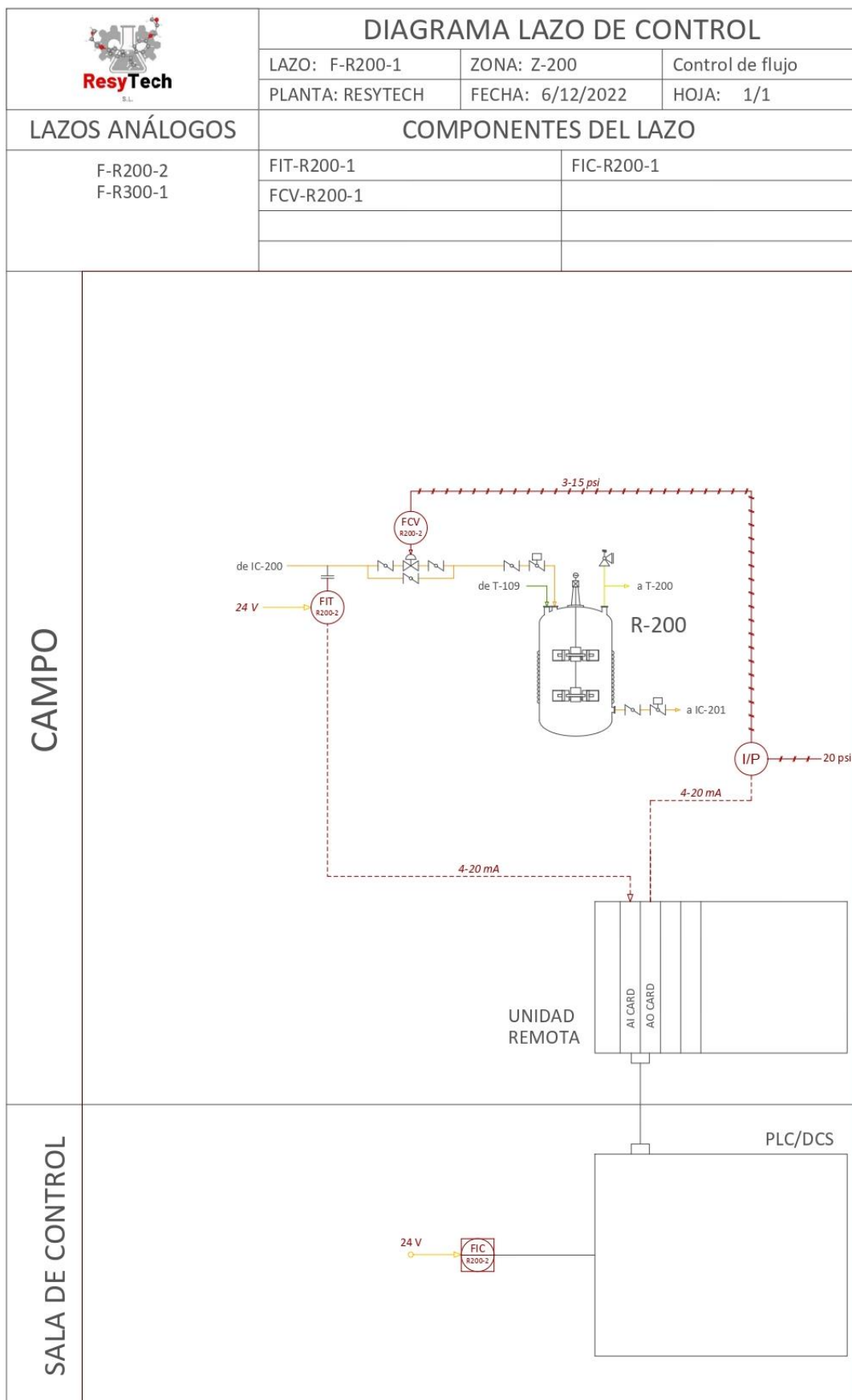
Instrumentación del lazo de flujo

- **Caudalímetros:** FIT-R200-2
- **Elementos finales:** FCV-R200-2
- **Controladores:** FIC-R200-2
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.









*Lazo análogo: F-R500-2

3.9.3.2. Reactor 300/301

Los reactores de deshidrohalogenación de ResyTech, S.L., son de carga discontinua debido a la cantidad de sales que se producen en esta etapa y se tienen que descargar. Por este motivo, se instalan dos reactores en serie para simular un funcionamiento continuo y no parar la producción.

En estos reactores se produce sal común y se evapora epiclorhidrina y agua. Para evaporar estos dos compuestos se trabaja a una temperatura de 80°C y al vacío con el objeto de reducir su temperatura de burbuja.


Por motivos parecidos al reactor 200, se instalan lazos de temperatura, presión y nivel.

Control de temperatura

La presión está directamente relacionada con la temperatura del reactor. Como se había mencionado anteriormente, la epiclorhidrina puede producir vapores explosivos y peligrosos por lo que se ha instalado un lazo de control de temperatura para asegurar al reactor.

De manera análoga al lazo de temperatura del reactor 200, se han instalado dos controladores de temperatura conectados en forma de cascada. El elemento final es la válvula reguladora del caudal de la mediacaña del reactor y las variables controladas son la temperatura del reactor y del fluido refrigerante. De este modo se cuenta con margen de actuación frente a cualquier variable de la consigna inesperada.

Tabla 3.51. Características del lazo de control del reactor 300 y 301.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	T-R300-1	
Equipos	R-300 y R-301	
Variable controlada	Temperatura del reactor y temperatura de salida de refrigerante	
Variable manipulada	Caudal de refrigerante	
Set Point	80°C	
Tipo de lazo	Cascada	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-R300-1, TIT-R300-2
- **Elementos finales:** TCV-R300-1
- **Controladores:** TIC-R300-1, TIC-R300-2
- **Alarmas:** TAH-R300-1, TAL-R300-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de presión

Mantener el vacío dentro del reactor es necesario para evaporar la epíclorhidrina y el agua. Un mal control de la presión del reactor puede ocasionar la formación de polímeros insolubles que afecten a la calidad del producto final.

Por ello se ha dotado al reactor de un control de presión de tipo feedback en el que, si la lectura del transmisor es diferente al setpoint, actúa sobre el caudal de vapores del reactor y estabiliza la presión.

Aparte del control principal, el reactor cuenta con alarmas de presión alta y baja y una válvula de venteo de seguridad en caso de necesitar aliviar la presión, el vacío o una sobrepresión debido a un exceso de vapores.

Tabla 3.52. Características del lazo de control del reactor 300 y 301.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	P-R300-1	
Equipos	R-300 y R-301	
Variable controlada	Presión del reactor	
Variable manipulada	Caudal de vapores de salida	
Set Point	0,32 atm	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisor de presión:** PIT-R300-1
- **Elementos finales:** PCV-R300-1

- **Controladores:** PIC-R300-1
- **Alarmas:** PAH-R300-1, PAL-R300-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de nivel


En ResyTech, S.L., se utilizan dos reactores discontinuos en serie. Como ya se había especificado en otro párrafo, la simulación de un proceso continuo permitía evitar la parada de producción y, por tanto, afectar a la economía de la planta.

Esta configuración se consigue mediante un sistema de control de nivel que especifica que reactor funciona y que reactor se descarga. En primer lugar, se empieza la carga del reactor 300, manteniendo la válvula de salida cerrada. Este cuenta con un lazo de nivel con una consigna de llenado específica. Cuando el reactor llega al nivel máximo permitido, el transmisor envía la señal al DCS y el controlador cierra las válvulas de entrada al reactor y abre la de salida, procediendo a su descarga. En este punto, al haber cerrado el paso al reactor 300, el caudal proveniente del tanque de mezcla previo al reactor cambia su dirección hacia el reactor 301, impulsado por gravedad. De esta manera, se monitoriza la carga y descarga mediante el control de nivel de cada reactor.

Por otro lado, se han añadido alarmas de nivel alto y bajo para asegurar que no se ocasionan fallos a la hora del llenado o vaciado de los reactores.

El control de nivel instalado en cada reactor es análogo al otro y se muestran a continuación.

Tabla 3.53. Características del lazo de control del reactor 300 y 301.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-R300-1	
Equipos	R-300 y R-301	
Variable controlada	Nivel del reactor	
Variable manipulada	Caudales de entrada y de salida	
Set Point	90% (superior)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de nivel:** LIT-R300-1
- **Elementos finales:** HV-R300-1, HV-R300-2, HV-R300-3
- **Controladores:** LIC-R300-1
- **Alarmas:** LAH-R300-1, LAL-R300-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.


Control de flujo

Al trabajar con reactores discontinuos, asegurarse de que los reactivos entran a la proporción adecuada es de alta importancia. Por eso, se han instalado dos controles de flujo, de entrada y salida, que funcionan al cargar o descargar el reactor.

Cuando se está cargando el reactor, funciona el lazo de control del flujo de entrada. La consigna se puede ir variando según el transcurso de la reacción dentro del reactor. Este lazo es de tipo feedback y cuando el caudalímetro recibe una señal diferente al setpoint establecido, actúa sobre una válvula reguladora de caudal.

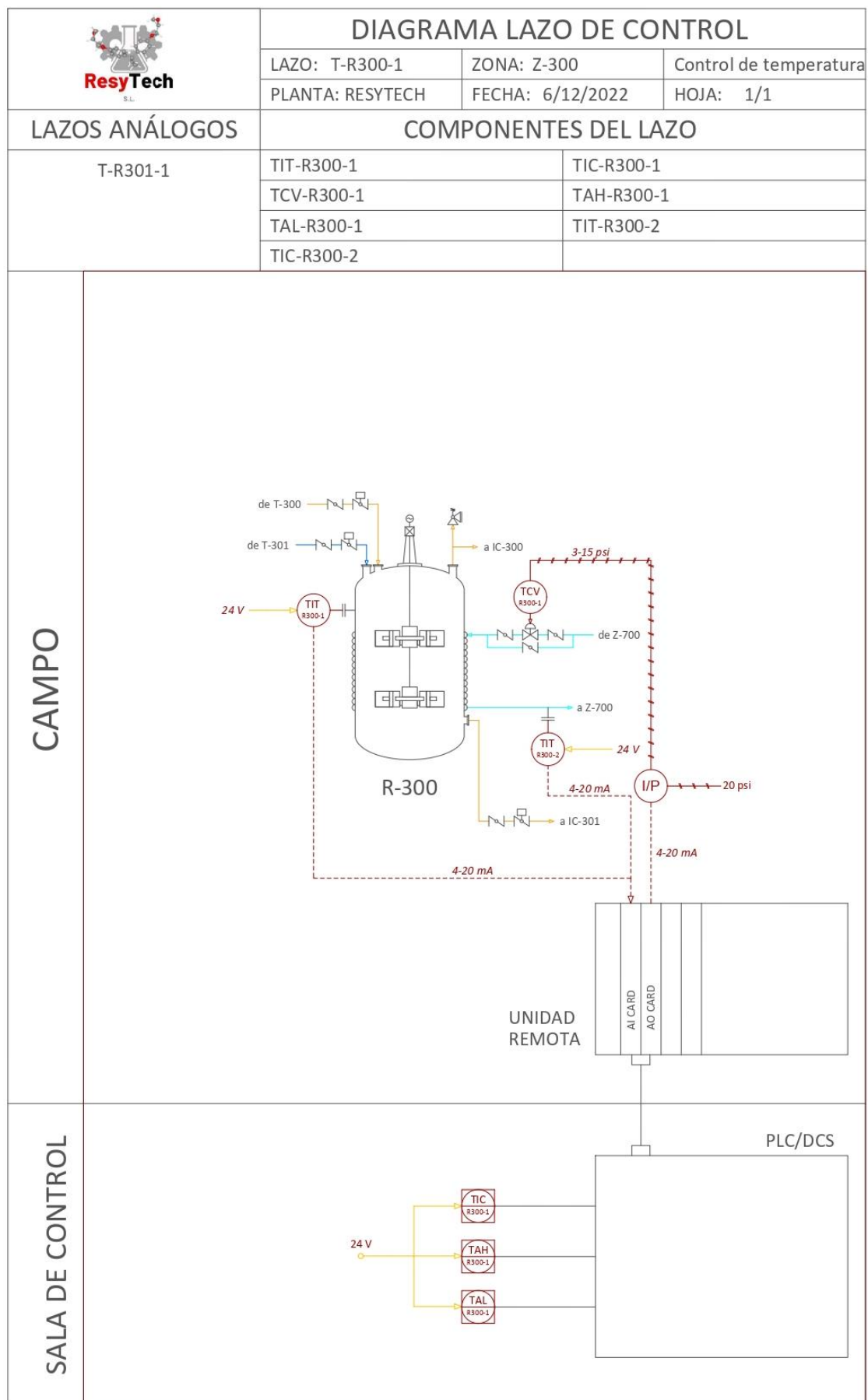
En cambio, cuando se pone en marcha la descarga del reactor, se ha instalado un lazo de control que, en función de la lectura del transmisor, actúa sobre la velocidad del motor de la bomba y compresor de salida, aumentando o disminuyendo los flujos de descarga.

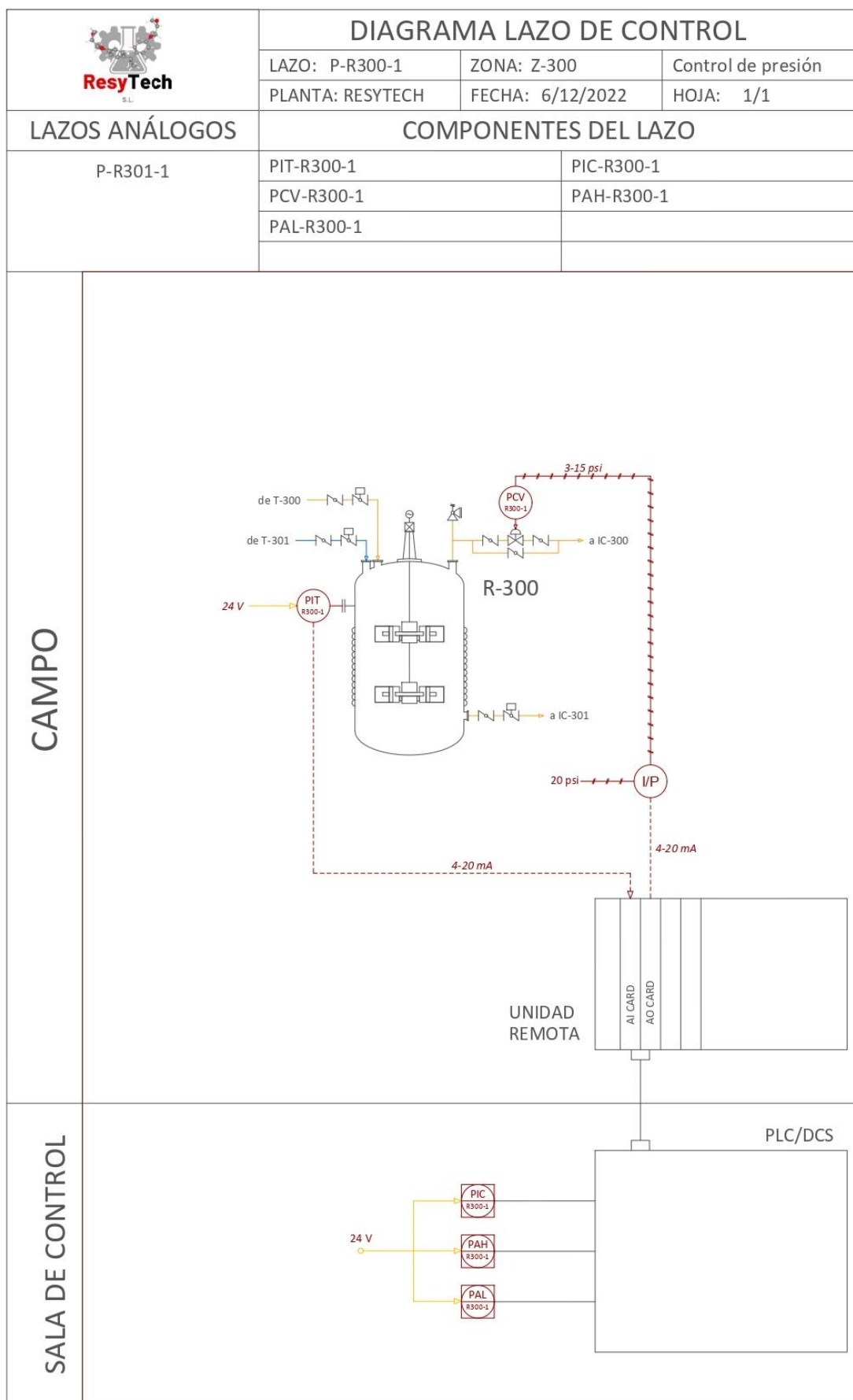
Tabla 3.54. Características del lazo de control del reactor 300 y 301.

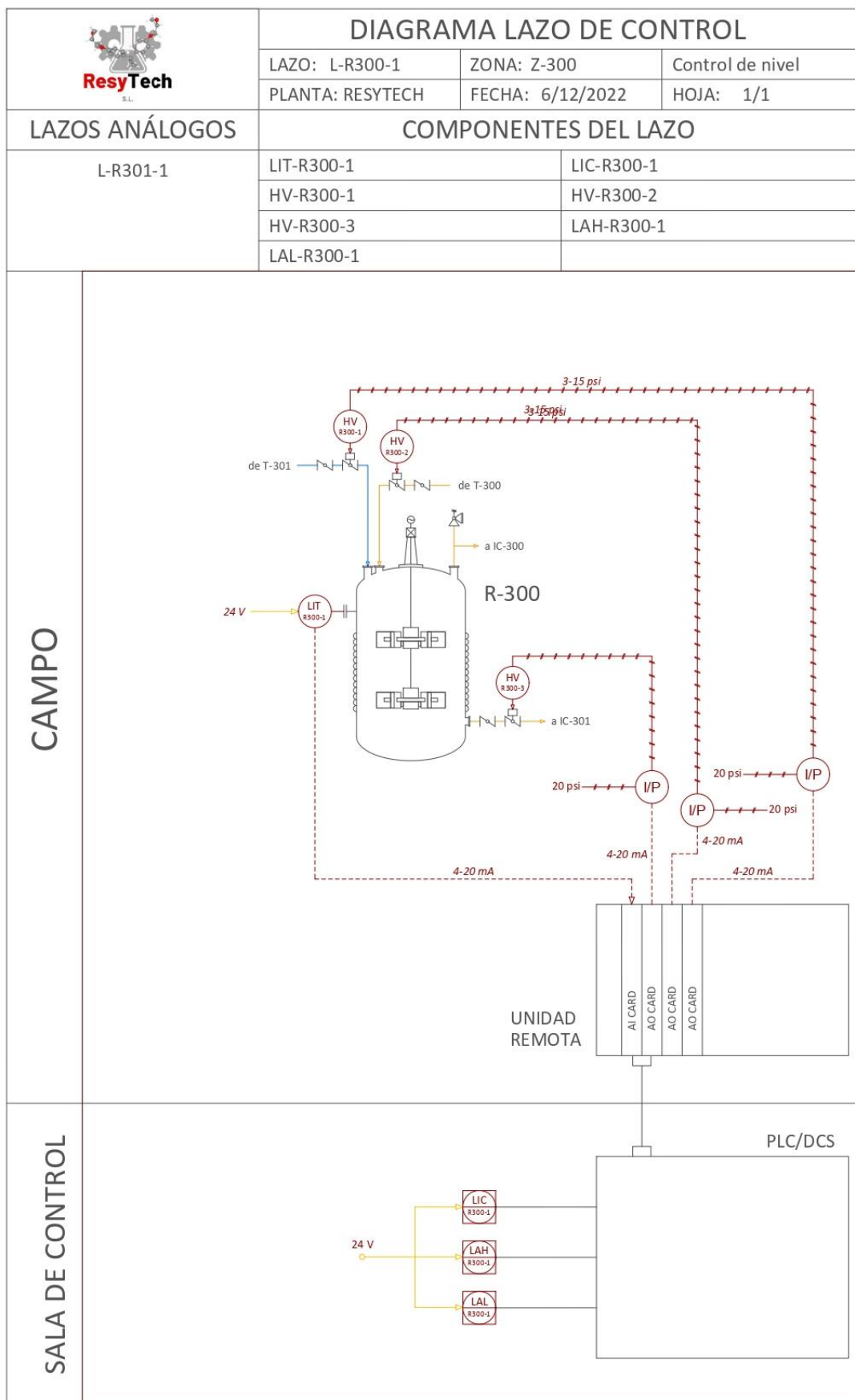
	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	F-R300-1, F-R300-2, F-R300-3	
Equipos	R-300 y R-301	
Variable controlada	Flujos de entrada y de salida	
Variable manipulada	Caudales de entrada y de salida	
Set Point	4,68 m ³ /h	
Tipo de lazo	Feedback y Split-range	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora y motor de la bomba/compresor	

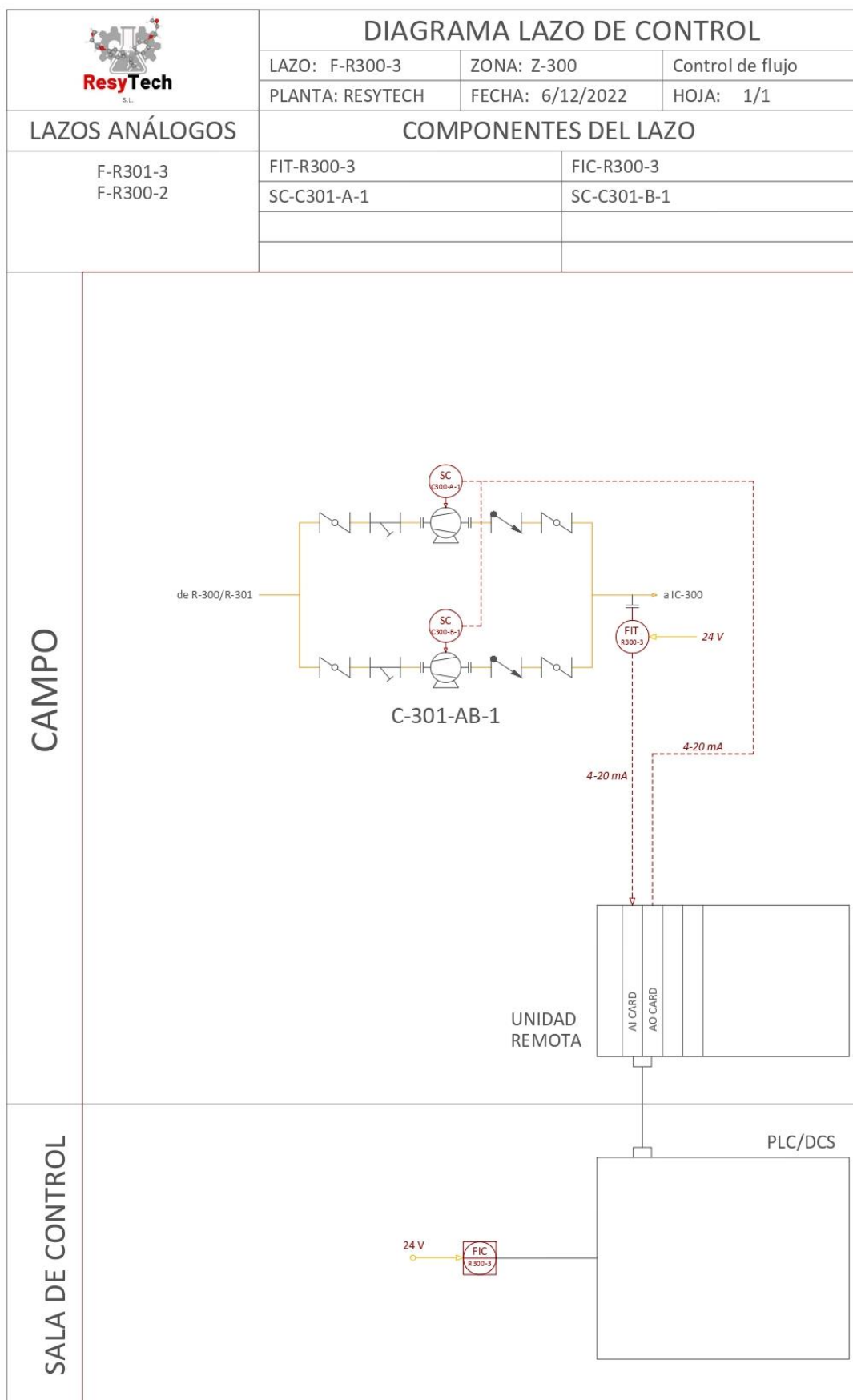
Instrumentación del lazo de flujo

- **Caudalímetros:** FIT-R300-1, FIT-R300-2, FIT-R300-3
- **Elementos finales:** FCV-R300-1, SC-P301-AB-1, SC-C301-AB-1
- **Controladores:** FIC-R300-1, FIC-R300-2, FIC-R300-3
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.










3.9.3.3. Reactor 500/501

Los reactores 500 y 501 trabajan a las mismas condiciones de operación que los 300 y 301, pues ocurre la misma reacción. Por ello, los controles instalados son exactamente los mismos y se explican de forma análoga. Sus características se muestran a continuación.

Control de temperatura

Se controla la temperatura mediante un sistema en cascada con dos controladores y dos transmisores. El elemento final es, como en el R-300/301, el caudal de refrigerante suministrado que mantiene los 80°C a lo largo del batch.

Tabla 3.55. Características del lazo de control del reactor 500 y 501.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-R500-1	
Equipos	R-500 y R-501	
Variable controlada	Temperatura del reactor, temperatura de salida de refrigerante	
Variable manipulada	Flujo de refrigerante suministrado	
Set Point	80°C	
Tipo de lazo	Cascada	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-R500-1, TIT-R500-2
- **Elementos finales:** TCV-R500-1
- **Controladores:** TIC-R500-1, TIC-R500-2
- **Alarmas:** TAH-R500-1, TAL-R500-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de presión

Tabla 3.56. Características del lazo de control del reactor 500 y 501.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	T-R500-1	
Equipos	R-500 y R-501	
Variable controlada	Temperatura del reactor, temperatura de salida de refrigerante	
Variable manipulada	Flujo de refrigerante suministrado	
Set Point	0,32 atm	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisor de presión:** PIT-R500-1
- **Elementos finales:** PCV-R500-1
- **Controladores:** PIC-R500-1
- **Alarmas:** PAH-R500-1, PAL-R500-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de nivel

Tabla 3.57. Características del lazo de control del reactor 500 y 501.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-R500-1	
Equipos	R-500 y R-501	
Variable controlada	Nivel del reactor	
Variable manipulada	Caudales de entrada y salida	
Set Point	90% (superior)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	


Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de nivel:** LIT-R500-1
- **Elementos finales:** HV-R500-1, HV-R500-2, HV-R500-3, HV-R500-4
- **Controladores:** LIC-R500-1
- **Alarmas:** LAH-R500-1, LAL-R500-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de flujo

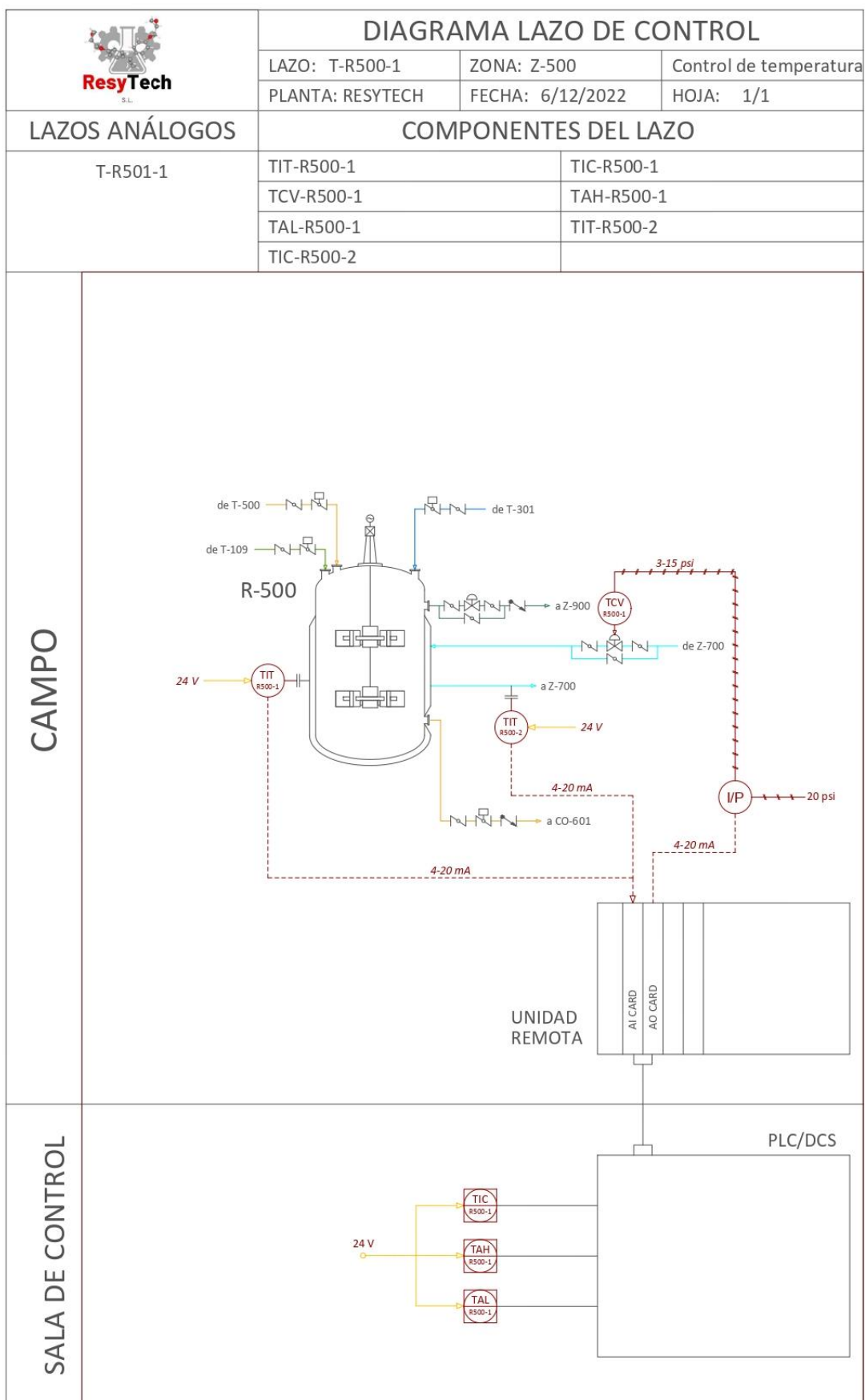
Como en el R-300/301, en este reactor se alimenta NaOH, pero en menos cantidad. Por este motivo se instala un lazo de control que monitorice las cantidades de NaOH alimentadas para asegurar que no se sobrealimenta y se produzcan más sales de las esperadas.

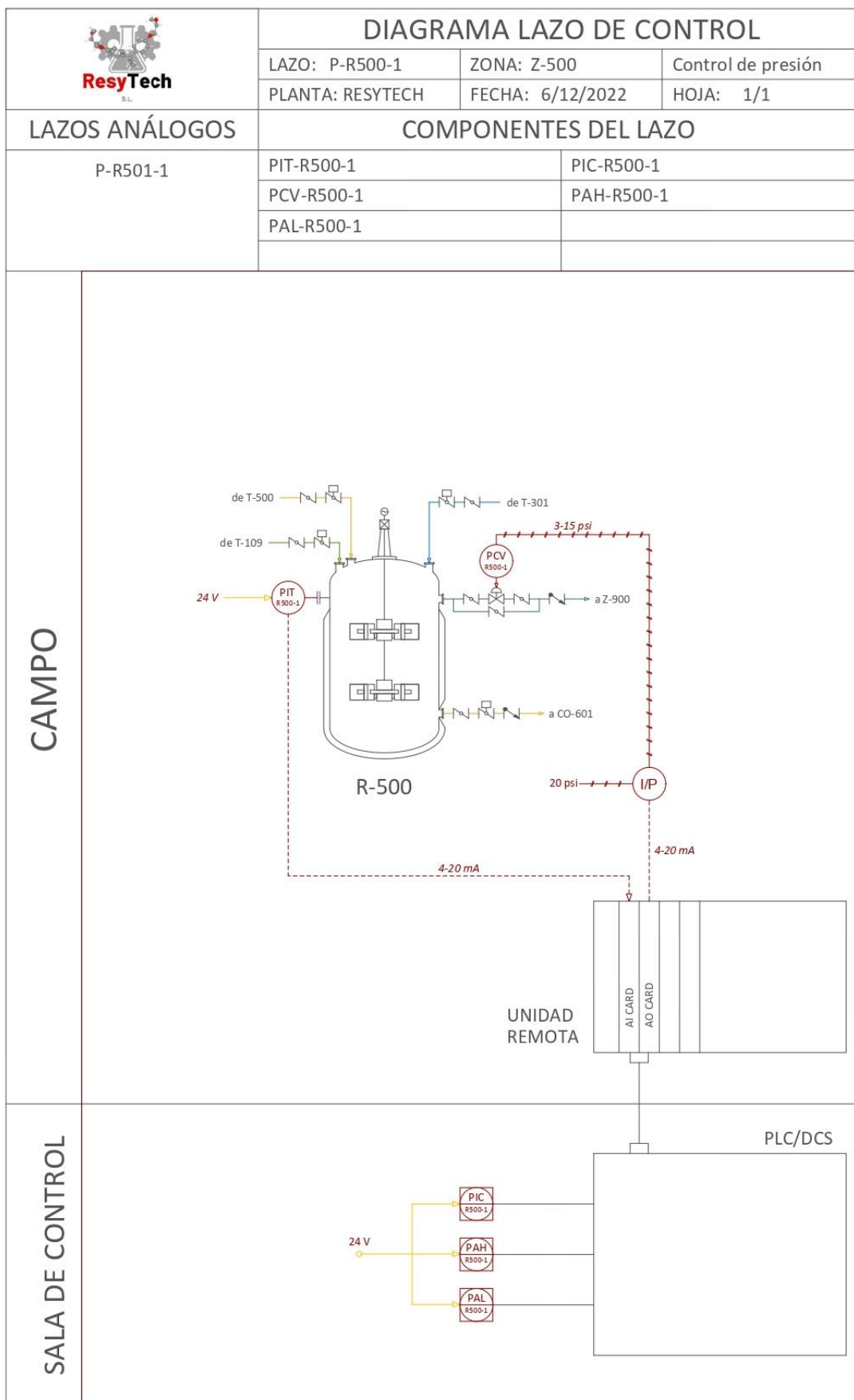
Tabla 3.58. Características del lazo de control del reactor 500 y 501.

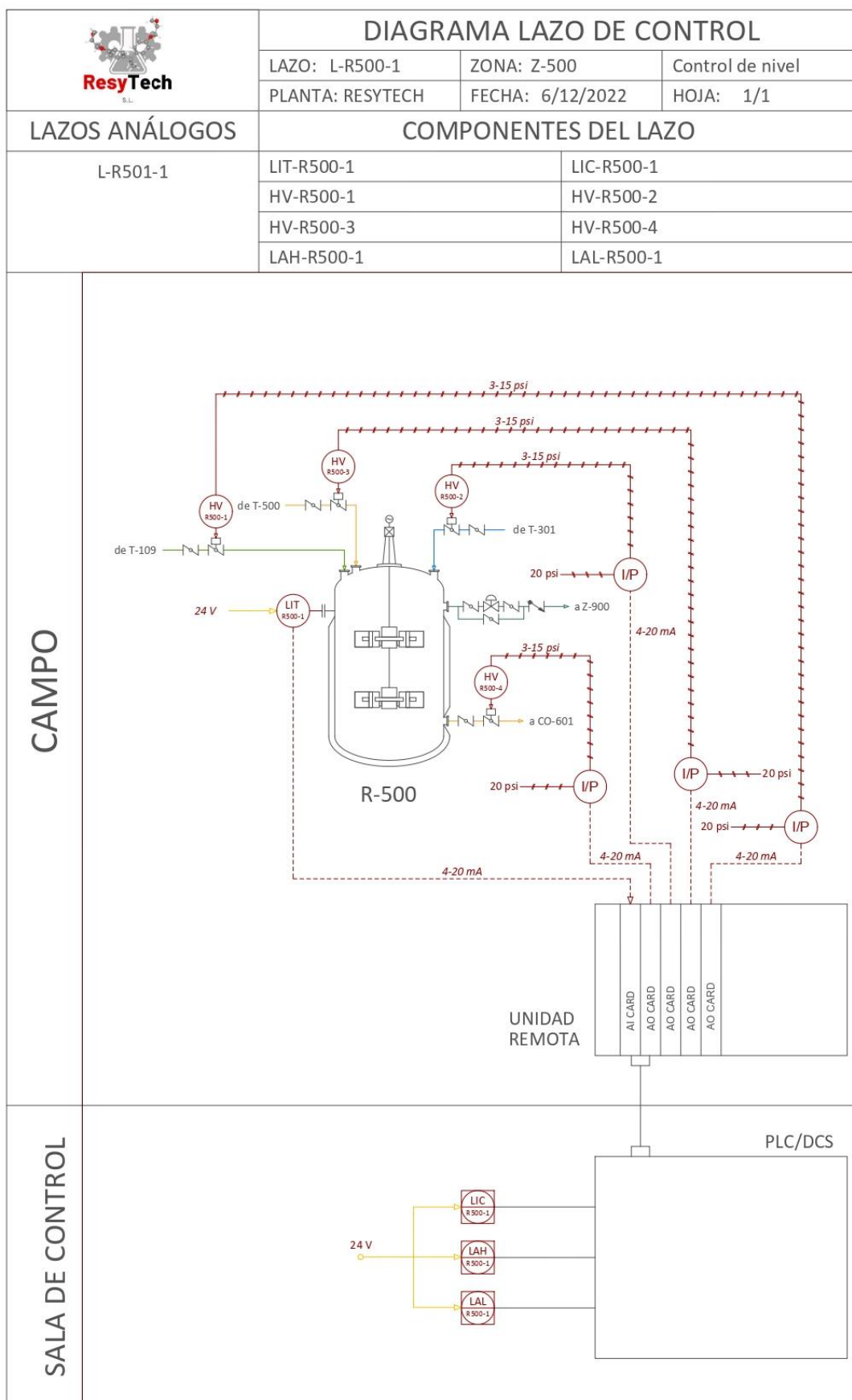
	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	F-R500-1	
Equipos	R-500 y R-501	
Variable controlada	Flujo de entrada de NaOH al reactor	
Variable manipulada	Flujo de entrada de NaOH al reactor	
Set Point	Fijado por el caudalímetro proveniente del T-301	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de flujo

- **Transmisor de flujo:** FIT-R500-1
- **Elementos finales:** FCV-R500-1
- **Controladores:** FIC-R500-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.







3.9.4. Decantadores

Los decantadores se encargan de separar dos soluciones por diferencia de densidad. En ResyTech, S.L., contamos con dos de ellos. Uno, el D-300, donde se separa la epiclorhidrina y el agua, y otro, el D-301, donde se separan la epiclorhidrina y el agua del disolvente.

3.9.4.1. Decantador 300

En este decantador se separa la mezcla epiclorhidrina y agua evaporada del reactor 300/301. Esta mezcla pasa primeramente por un compresor y un intercambiador para entrar a las condiciones de trabajo permitidas del decantador.

Este equipo permite aprovechar la epiclorhidrina de proceso y el agua utilizada para posteriores diluciones o nuevos batch. Al ocurrir solo una separación, se ha instalado únicamente un lazo de control de nivel que, a su vez, actúa sobre los flujos de salida de la epiclorhidrina y el agua separados.

El decantador dispone de un transmisor que controla el nivel del líquido ligero del decantador a lo largo de la separación – en este caso, la epiclorhidrina –, asegurándose de que se está llevando a cabo la separación correctamente. Si el nivel del decantador es más alto de lo normal, puede indicar que la separación de la fase ligera y la fase pesada no está siendo efectiva, pudiendo tener un problema en la cantidad de entrada de epiclorhidrina al decantador, o un caudal de fase ligera de salida bajo debido a una mala decantación de los compuestos.


Por otro lado, si el nivel de la fase ligera es muy bajo, puede significar que la velocidad del motor de las bombas de salida es muy alta, descargando el decantador antes de tiempo y obteniendo una mala separación de fases.

Control de nivel

Por este motivo, el decantador presenta un lazo de nivel que tiene como objetivo mantener un nivel de fase ligera y fase pesada establecido por el proceso en buen funcionamiento. En caso de detectar niveles diferentes al de la consigna, se regula el paso de entrada de la mezcla epiclorhidrina y agua o se modifica la frecuencia de los motores de las bombas que descargan el decantador. De este modo se mantiene el nivel del decantador estable, asegurando que las fases permanecen todo el tiempo de residencia necesario para su decantación.

Todas las especificaciones del lazo de control de nivel se muestran en la tabla siguiente (Tabla 3.59).

Tabla 3.59. Características del lazo de control del decantador 300

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-D300-1	
Equipos	D-300	
Variable controlada	Nivel del decantador	
Variable manipulada	Caudal de entrada y caudales de salida de epíclorhidrina y agua	
Set Point	80% (nivel máximo), 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback y Split-range	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel


- **Transmisor de nivel:** LIT-D300-1
- **Elementos finales:** LCV-D300-1, SC-P300-AB-1, SC-P300-AB-2
- **Controladores:** LIC-D300-1
- **Alarmas:** LAH-D300-1, LAL-D300-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

3.9.4.2. Decantador 301

De manera parecida al decantador 300, en este separador se pretende aprovechar el disolvente utilizado en el proceso para futuras operaciones. Para ello, se separa el disolvente de la mezcla que se separa en el decantador 300, la epíclorhidrina y el agua. Asegurar esta separación se consigue mediante el mismo lazo de nivel instalado en el decantador 300.

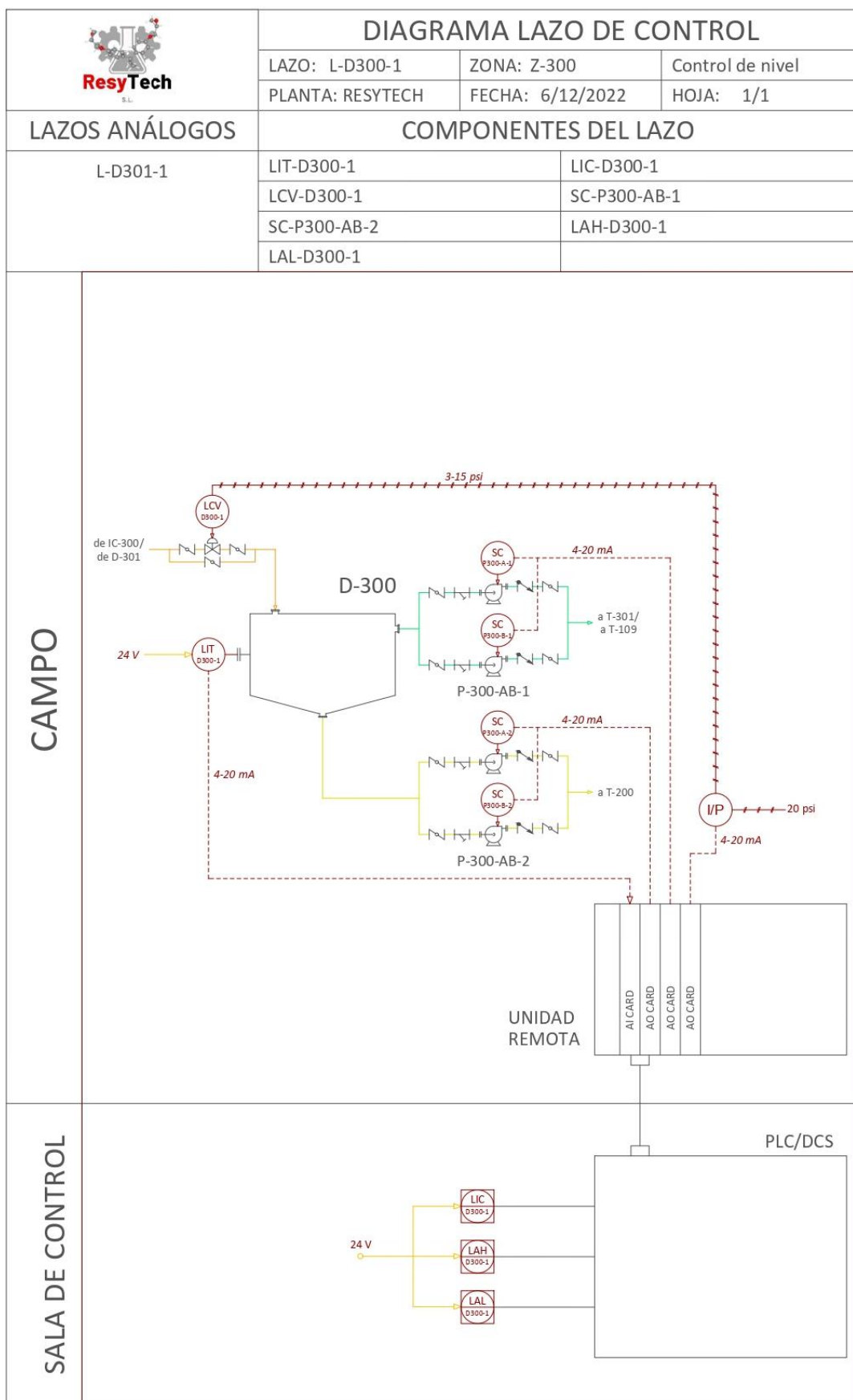
Control de nivel

Tabla 3.60. Características del lazo de control del decantador 301.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-D301-1	
Equipos	D-301	
Variable controlada	Nivel del decantador	
Variable manipulada	Caudal de entrada y caudales de salida de epíclorhidrina+ agua y disolvente	
Set Point	80% (nivel máximo), 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback y Split-range	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de nivel:** LIT-D301-1
- **Elementos finales:** LCV-D301-1, SC-P301-AB-2, SC-P301-AB-3
- **Controladores:** LIC-D301-1
- **Alarmas:** LAH-D301-1, LAL-D301-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.9.5. Centrífuga

El proceso de producción de resina epoxi líquida comporta una formación de subproducto de sal. Este compuesto necesita ser eliminado del proceso para no afectar al rendimiento del proceso y la calidad del producto.

ResyTech, S.L., cuenta con una centrífuga que hace la función de separar la sal sólida formada del ciclo de producción. Esta determina, en gran parte, la eficiencia de lo que queda de proceso. Por eso, es muy importante controlar que la sal es separada correctamente y que no se produce ningún fallo en la centrífuga.

Control de concentración


La centrífuga trabaja con altas concentraciones de sal a lo largo de la producción de LER. Una manera de monitorizar el funcionamiento de la centrífuga es controlando sus niveles de concentración de manera continua dentro de esta.

El objetivo del lazo es asegurar que entran las cantidades de sal esperadas del reactor y permitidas para la centrífuga. Un transmisor mide la concentración dentro de la centrífuga, habiendo establecido un setpoint de operación acorde con las especificaciones de la separadora.

Si la concentración recibida es menor que la de consigna, el controlador actúa sobre una válvula reguladora de concentración, permitiendo el paso de caudal proveniente del reactor 300/301. En caso contrario, la válvula de entrada se regula para estabilizar la cantidad de sales dentro de la centrífuga.

Además, la centrífuga cuenta con alarmas de concentraciones altas y bajas en caso de no poder controlar automáticamente la centrifugación.

Tabla 3.61. Características del lazo de control de la centrífuga

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	400
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	C-CE400-1	
Equipos	CE-400	
Variable controlada	Concentración de la centrífuga	
Variable manipulada	Caudal de entrada proveniente del reactor 300/301	
Set Point	Especificado por la concentración permitida de sales de la centrífuga	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de concentración

- **Transmisor de concentración:** CIT-CE400-1
- **Elementos finales:** CCV-CE400-1
- **Controladores:** CIC-CE400-1
- **Alarmas:** CAH-CE400-1, CAL-CE400-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Por otro lado, para un mejor control, la centrífuga está dotada de un sensor de peso alto. Este sensor permite actuar cuando se detecte que el peso de sólidos sea muy elevado, debido a que el sedimento se acumule en la pared del tambor. Esto ayuda a la decisión de cuándo usar la otra centrífuga.

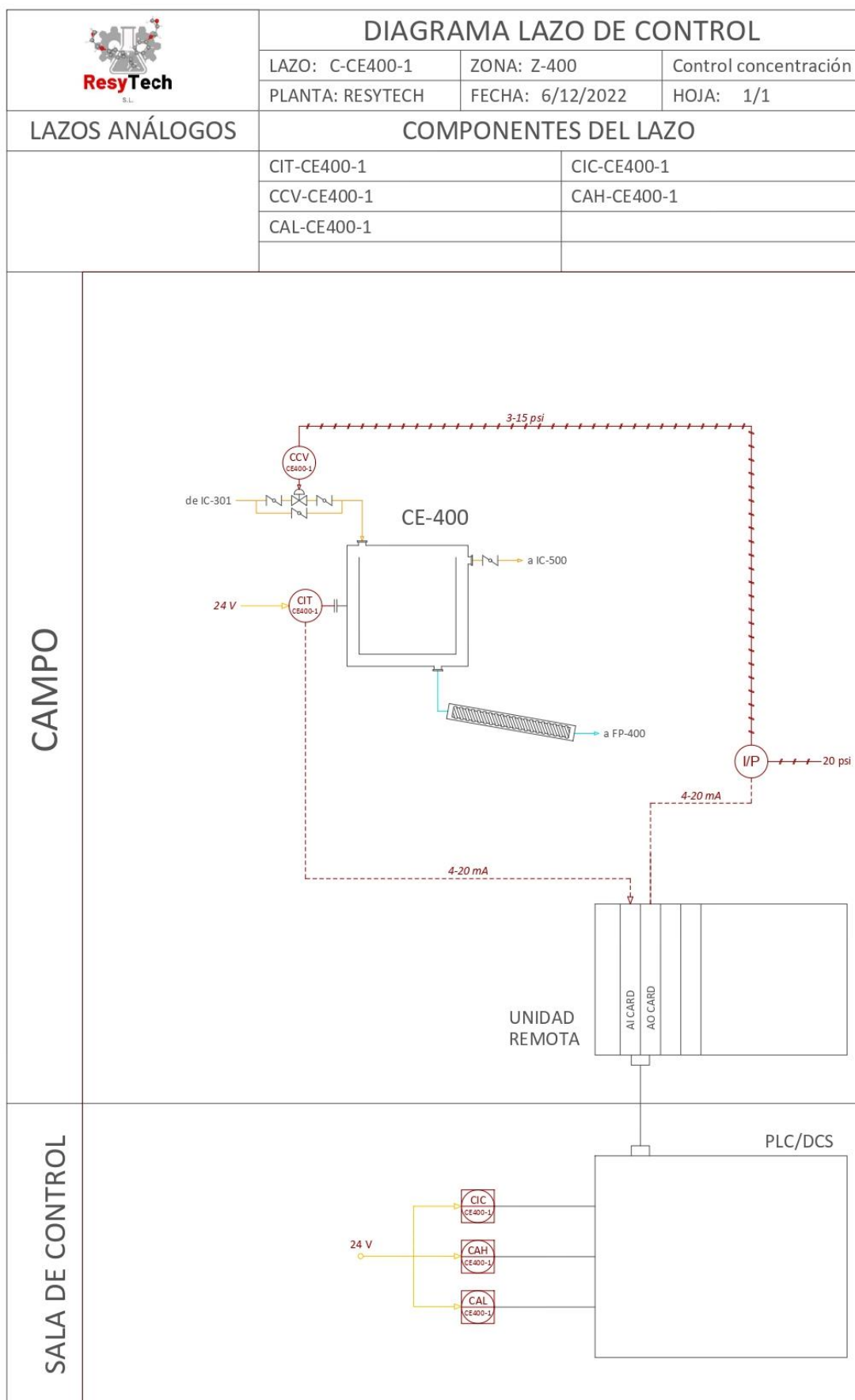
Instrumentación

- **Transmisores:** WHS-CE400-1

3.9.6. Filtro prensa

En ResyTech, S.L., contamos con un filtro prensa que permite eliminar el agua de la torta de sal obtenida por la centrífuga. El objetivo de este equipo es purificar la sal para poderla llevar a gestión externa.

Debido a que es un equipo comprado por un proveedor, los controles del equipo vienen especificados por las características del equipo.



3.9.7. Coalescedor

El primer equipo del downstream de nuestro proceso es el coalescedor. La función de un filtro coalescedor es separar la fase acuosa de la fase orgánica para poder purificar posteriormente la resina. De manera parecida que, con la centrífuga, el coalescedor dispone de un control de nivel y un sensor de peso alto de sólidos, ya que, en la fase acuosa aún pueden presentarse concentraciones de sal.

Instrumentación

• **Transmisores:** WHS-CO601-1


Control de nivel

El coalescedor presenta un transmisor de nivel que da información de la cantidad de líquido que llega. Un nivel alto del coalescedor puede indicar un problema en la separación de fases y que no están saliendo las cantidades esperadas por el proceso.

Por este motivo, en cuanto el transmisor reciba un valor del nivel diferente a la consigna, mediante la válvula de control reguladora, permite o disminuye el caudal de entrada proveniente del reactor 500/501.

Además, como en todos los controles de nivel de la planta, se instalan alarmas adicionales de nivel alto y bajo.

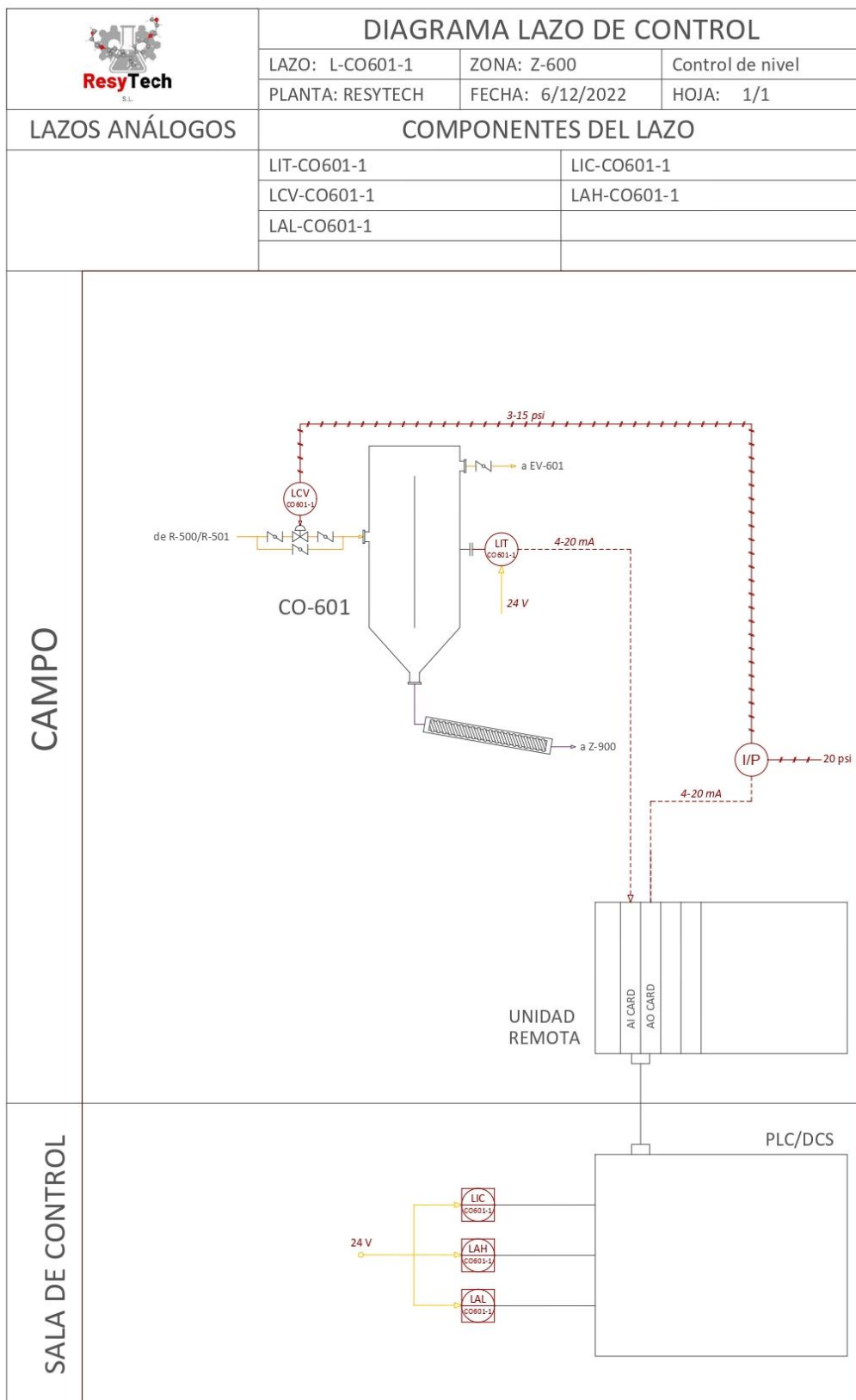
Tabla 3.62. Características del lazo de control del coalescedor

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-CO601-1	
Equipos	CO-601	
Variable controlada	Nivel del coalescedor	
Variable manipulada	Caudal de entrada proveniente del reactor 500/501	
Set Point	80% (nivel máximo), 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de nivel:** LIT-CO601-1
- **Elementos finales:** LCV-CO601-1
- **Controladores:** LIC-CO601-1
- **Alarmas:** LAH-CO601-1, LAL-CO601-1

- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.9.8. Evaporador

La salida de la fase orgánica del coalescedor se alimenta a un evaporador que separa gran parte del disolvente, la epíclorhidrina y el agua de nuestro producto final, la resina. De este modo, se puede obtener una mezcla fácilmente separable en una columna de destilación, donde podamos acabar de purificar el LER.

En este caso, el evaporador trabaja al vacío y a una temperatura de 22,5°C, condiciones que permiten separar en forma de vapor el agua, la epíclorhidrina y el disolvente, MIBK.


Por este motivo, el evaporador cuenta con un lazo de nivel, presión y temperatura.

Control de nivel

El nivel de líquidos dentro del evaporador puede indicar si se está evaporando eficientemente o hay un problema en el intercambiador. Además, un nivel detectado demasiado alto dentro de este puede significar que el coalescedor descarga una fase orgánica superior a la establecida por el balance de materia. Esto podría llevar a un desbordamiento y, por tanto, una mala separación de compuestos.

Es por eso que se ha instalado un transmisor de nivel que avisa de cuando el nivel del evaporador no es el indicado por la consigna. De este modo, se envía una señal al DCS y el controlador actúa regulando la válvula de entrada de fase orgánica al evaporador.

Tabla 3.63. Características del lazo de control del evaporador.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-EV601-1	
Equipos	EV-601	
Variable controlada	Nivel del evaporador	
Variable manipulada	Caudal de entrada proveniente del reactor CO-601	
Set Point	80% (nivel máximo), 20% (nivel mínimo)	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de nivel:** LIT-EV601-1
- **Elementos finales:** LCV-EV601-1
- **Controladores:** LIC-EV601-1
- **Alarmas:** LAH-EV601-1, LAL-EV601-1


- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de presión

El evaporador diseñado en HYSYS, trabaja al vacío, por lo que, de igual manera que los reactores discontinuos R-300/301 y R-500/501, se instala un lazo de control que estabilice la presión a lo largo de la evaporación.

Para evitar problemas de sobrepresión o aliviar el vacío en el evaporador, el controlador, en función de la señal del transmisor, actúa sobre una válvula reguladora de vacío.

Tabla 3.64. Características del lazo de control del evaporador.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	P-EV601-1	
Equipos	EV-601	
Variable controlada	Presión del evaporador	
Variable manipulada	Caudal de salida de vapores/gases	
Set Point	0,03 atm	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisor de presión:** PIT-EV601-1
- **Elementos finales:** PCV-EV601-1
- **Controladores:** PIC-EV601-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de temperatura


El evaporador se calienta unos 4,8Kj/h, por lo que se ha instalado un lazo de control que se asegure que la entrada de agua de calefacción suministrada es la adecuada para un buen funcionamiento del evaporador.

Por ello, se coloca un transmisor que dé una lectura de la temperatura del evaporador a lo largo de su funcionamiento, indicando al controlador cuándo se necesita alimentar más o menos agua de calefacción, mediante una válvula de control reguladora.

Además, se instalan alarmas de temperatura alta y baja para actuar de manera manual en caso de fallada.

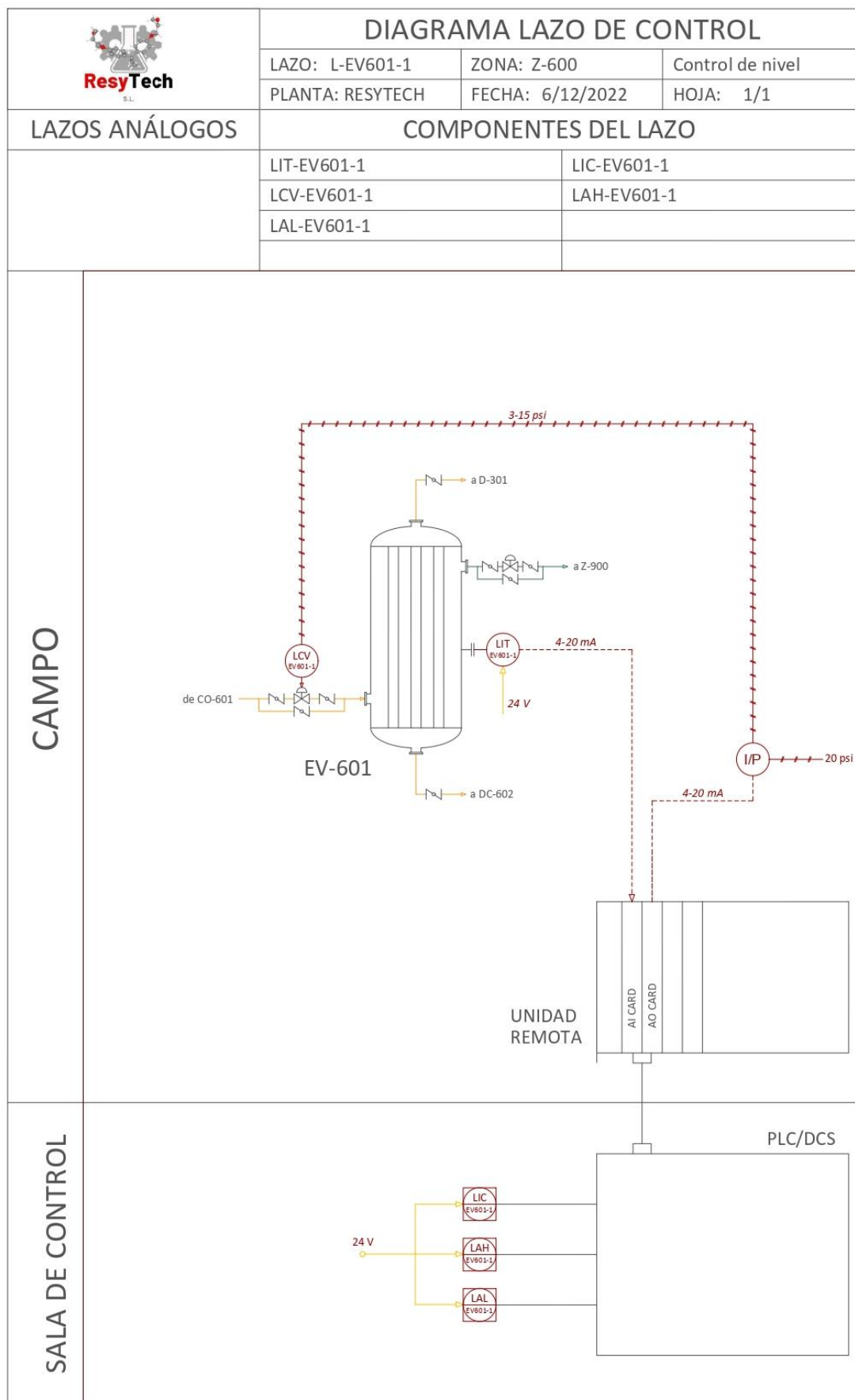
Las características de la monitorización del evaporador se presentan en la tabla 3.64.

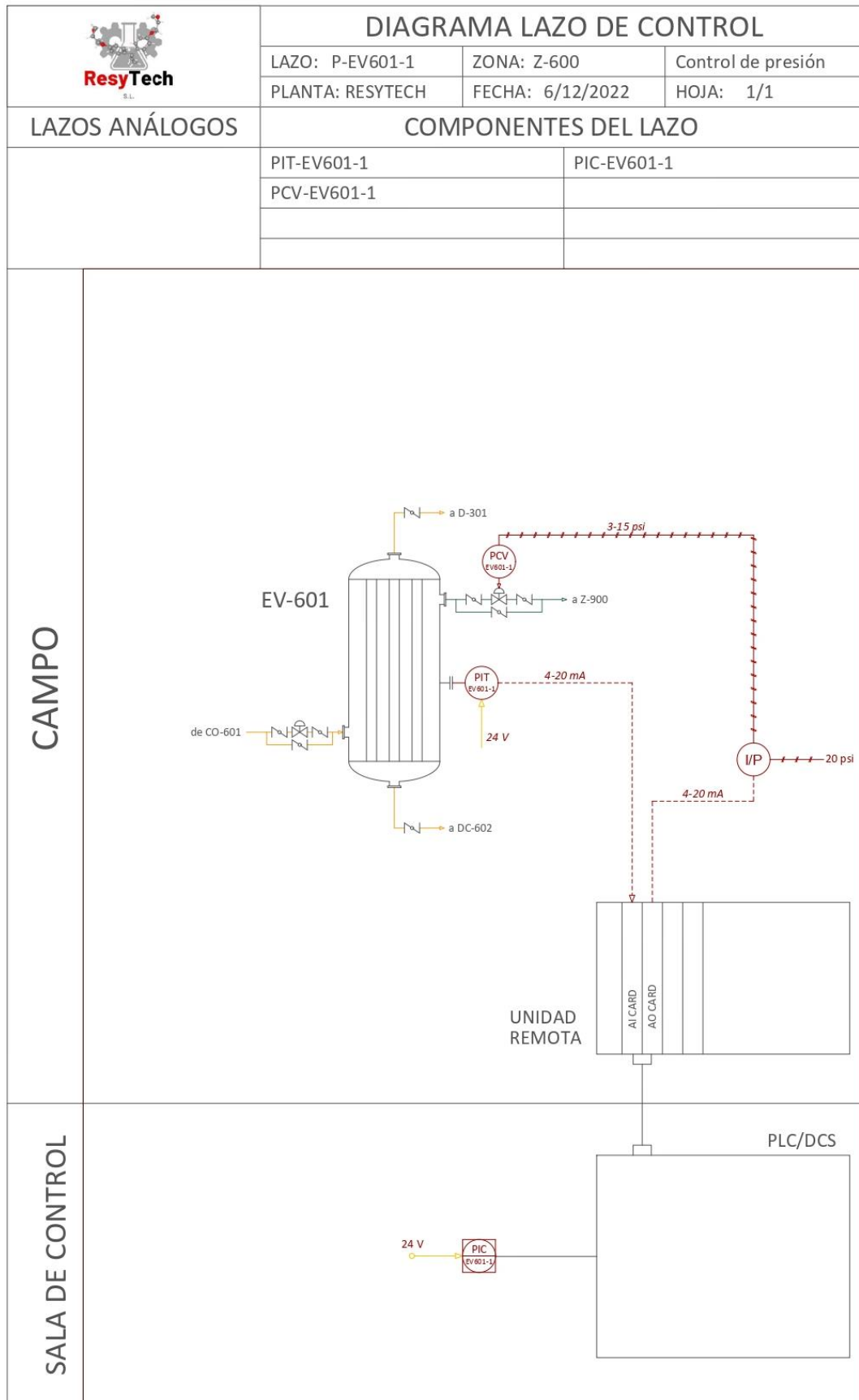
Tabla 3.65. Características del lazo de control del evaporador.

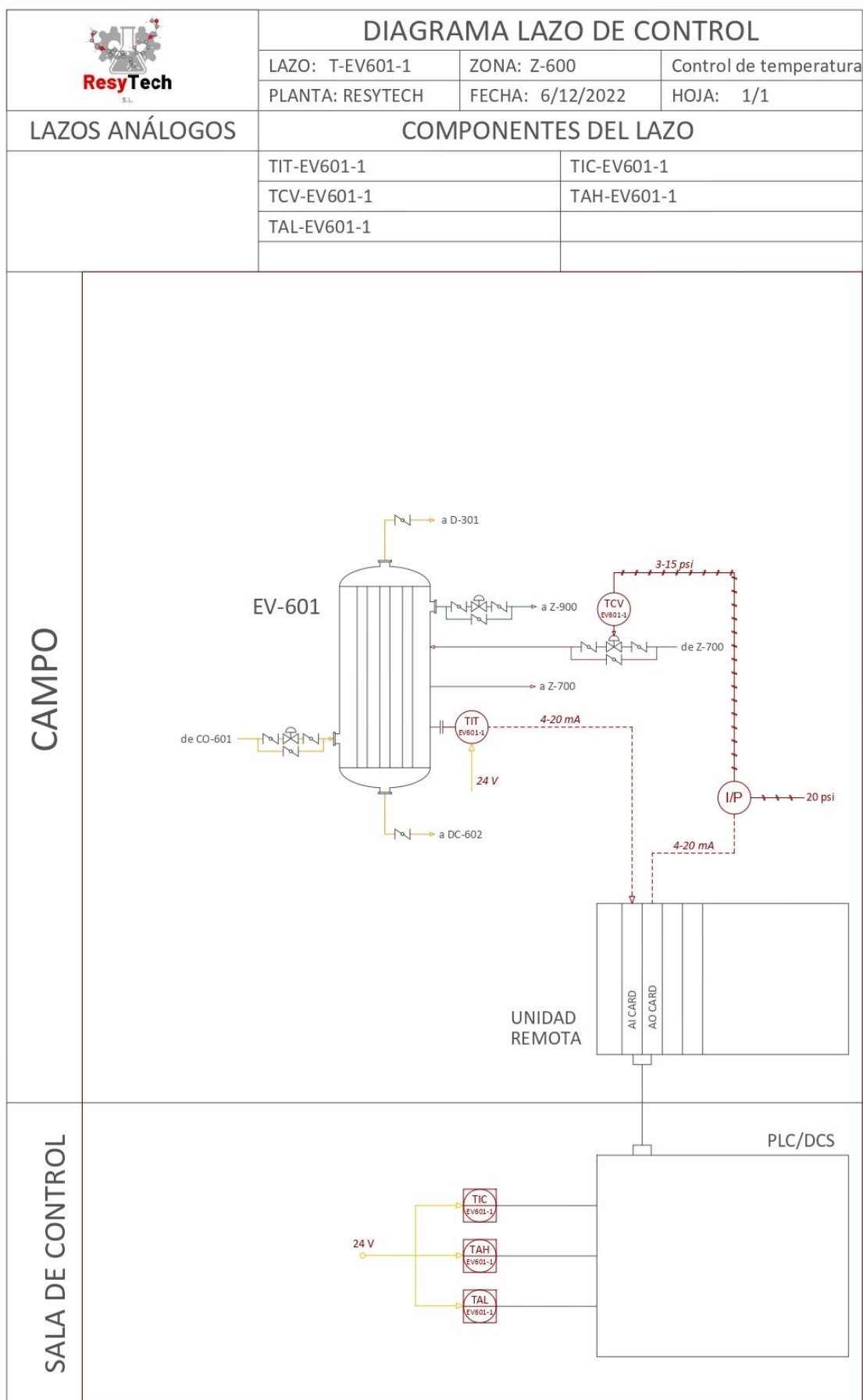
	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	T-EV601-1	
Equipos	EV-601	
Variable controlada	Temperatura del evaporador	
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua de calefacción	
Set Point	22,5°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-EV601-1
- **Elementos finales:** TCV-EV601-1
- **Controladores:** TIC-EV601-1
- **Alarmas:** TAH-EV601-1, TAL-EV601-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.







3.9.9. Columna de destilación

El último equipo de purificación de la resina es una columna de destilación, que acaba de separar todos los compuestos que acompañan al LER. Esta separación es posible debido a las condiciones de trabajo de la columna. El rehervidor de la columna trabaja a unos 340°C, temperatura en la que todos los otros compuestos excepto la resina, están en fase vapor. Esta característica permite la purificación al 100% de nuestro producto.


Por otro lado, como nuestro producto de interés se sitúa en el fondo de colas de la columna, se sigue una estrategia de control en la que el elemento final sea la variación en el caudal de vapor aportado al rehervidor, suponiendo un efecto en la composición del producto de fondo. Esto presenta una ventaja en la monitorización de la columna, debido a que, frente a cualquier cambio en la composición de la alimentación, el cambio de caudal de vapor aportado al rehervidor tiene un efecto sumamente rápido sobre la variable controlada.

Así pues, un sistema de control de una columna de destilación debe tener como objetivo cumplir con el balance de materia, evitar problemas de operación como inundaciones, goteos, arrastres, y respetar los límites de presión, temperatura y condiciones que desemboquen a descomposiciones térmicas o se polimerizaciones de los productos. Por ello se han instalado los siguientes lazos de control.

Control de nivel

Entre los controles de la columna se sitúa el lazo de control de nivel del condensador. Este control tiene como objetivo asegurar que se cumple el reflujo de la columna para que funcione de manera que se produzca un caudal de resina establecido por el balance de materia. Esto es posible manipulando el caudal de destilado. Los corrientes deben entrar a una velocidad lo suficientemente baja para evitar posibles alteraciones en el nivel del líquido.

Tabla 3.66. Características del lazo de control de la columna de destilación-

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	L-DC602-1	
Equipos	DC-602	
Variable controlada	Nivel del tanque de condensados	
Variable manipulada	Caudal de salida destilado	
Set Point	Nivel establecido por el reflujo de la columna	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de nivel:** LIT-DC602-1
- **Elementos finales:** LCV-DC602-1
- **Controladores:** LIC-DC602-1
- **Alarmas:** LAH-DC602-1, LAL-DC602-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de temperatura


La columna cuenta con un control de temperatura situado en el corriente de salida del rehervidor. Este tiene el objetivo de controlar la temperatura a la que sale la resina del reboiler. Esta debe salir a una temperatura de 340°C, temperatura en la que sigue siendo líquida.

Por ello, se ha instalado un transmisor que proporcione la temperatura a la que sale la resina, permitiendo actuar frente a una perturbación mediante la entrada del fluido calefactor que estabilizará la temperatura.

De esta forma, se mantiene la temperatura de operación para obtener nuestro producto en las condiciones deseadas.

Además, se ha dotado al reboiler de alarmas de temperatura para controlar mejor las temperaturas alcanzadas durante la destilación.

Tabla 3.67. Características del lazo de control de la columna de destilación

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-DC602-1	
Equipos	DC-602	
Variable controlada	Nivel del tanque de condensados	
Variable manipulada	Caudal de salida destilado	
Set Point	Nivel establecido por el reflujo de la columna	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura


- **Transmisor de temperatura:** TIT-DC602-1
- **Elementos finales:** TCV-DC602-1
- **Controladores:** TIC-DC602-1
- **Alarmas:** TAH-DC602-1, TAL-DC602-1
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de flujo

De la mano con el control de nivel del condensador, se instala un lazo de control de flujo de líquido que entra a la columna. Este lazo es necesario en caso de verse modificado el reflujo de la columna frente a una perturbación y tener que modificar el caudal de entrada de condensado a la columna.

Por ello se instala un caudalímetro que aporta información sobre el caudal al que entra. Frente a cualquier modificación, la válvula reguladora obedece al controlador, abriendo o cerrándose.

Tabla 3.68. Características del lazo de control de la columna de destilación

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	F-DC602-1	
Equipos	DC-602	
Variable controlada	Flujo de entrada de líquido del condensador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de líquido del condensador	
Set Point	Nivel establecido por el reflujo de la columna	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de flujo

- **Transmisor de flujo:** FIT-DC602-1
- **Elementos finales:** FCV-DC602-1
- **Controladores:** FIC-DC602-1
- **Alarmas:** No

- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

Control de presión


En nuestro caso, el rango de condensación es menor debido al bajo caudal de fase vapor de la columna. Esto, siendo la temperatura de condensación superior a la ambiente, puede desembocar a posibles condensaciones interiores en la pared del tanque de reflujo, interfiriendo en la condensación del vapor y en el control de la presión.

Por este motivo, se han instalado dos lazos de control de presión. Uno, tiene como objetivo monitorizar la presión de salida por cabezas de la columna, controlando la presión a la que entra al intercambiador de calor de la columna. De este modo, frente a cualquier perturbación de la temperatura de condensación, el controlador actúa sobre la válvula reguladora de entrada de refrigerante de este.

El segundo lazo controla la presión por colas. Se instala un transmisor que mida la presión en el fondo de la columna para asegurar que se trabaja a la presión de operación durante todo el proceso. El elemento final, en este caso, la válvula de control reguladora permite la entrada de más o menos vapor que entra del reboiler.

Ambos lazos cuentan con sus respectivas alarmas de presión alta y baja.

Tabla 3.69. Características del lazo de control de la columna de destilación


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	P-DC602-1	
Equipos	DC-602	
Variable controlada	Presión de salida por cabezas	
Variable manipulada	Caudal de refrigerante de entrada	
Set Point	Establecido por la columna	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de presión

- **Transmisor de presión:** PIT-DC602-1
- **Elementos finales:** PCV-DC602-1
- **Controladores:** PIC-DC602-1
- **Alarmas:** PAH-DC602-1, PAL-DC602-1

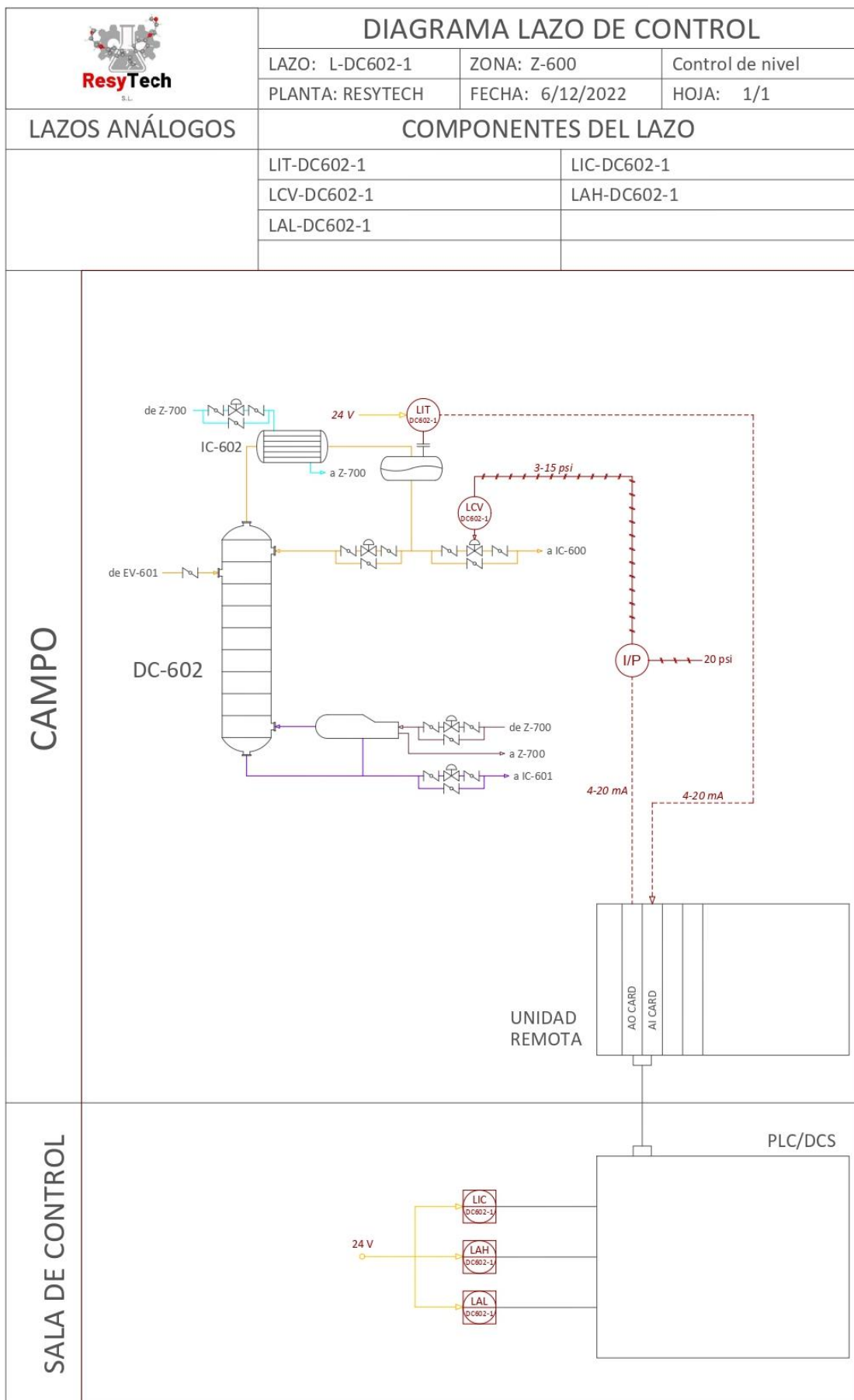
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

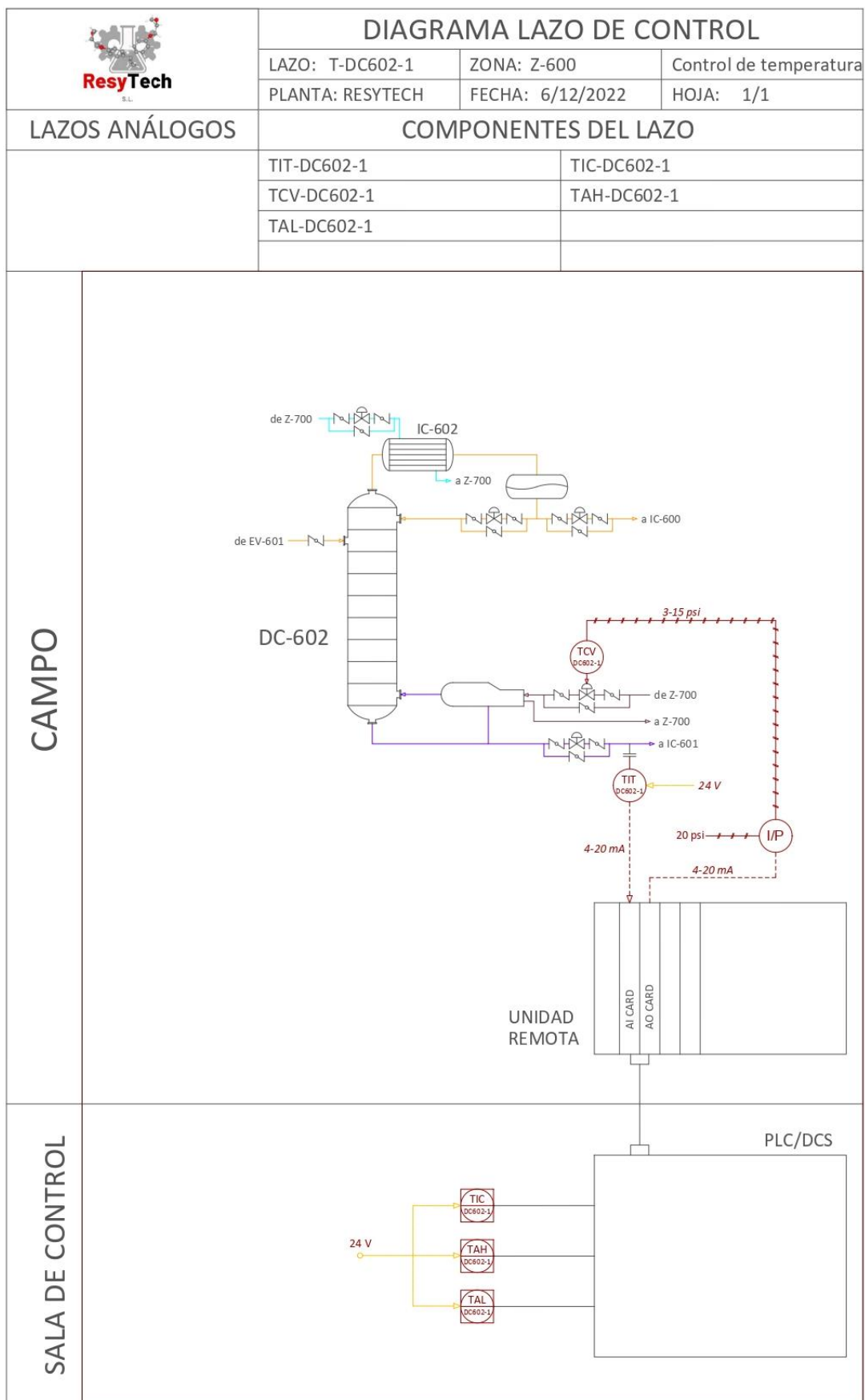
Tabla 3.70. Características del lazo de control de la columna de destilación

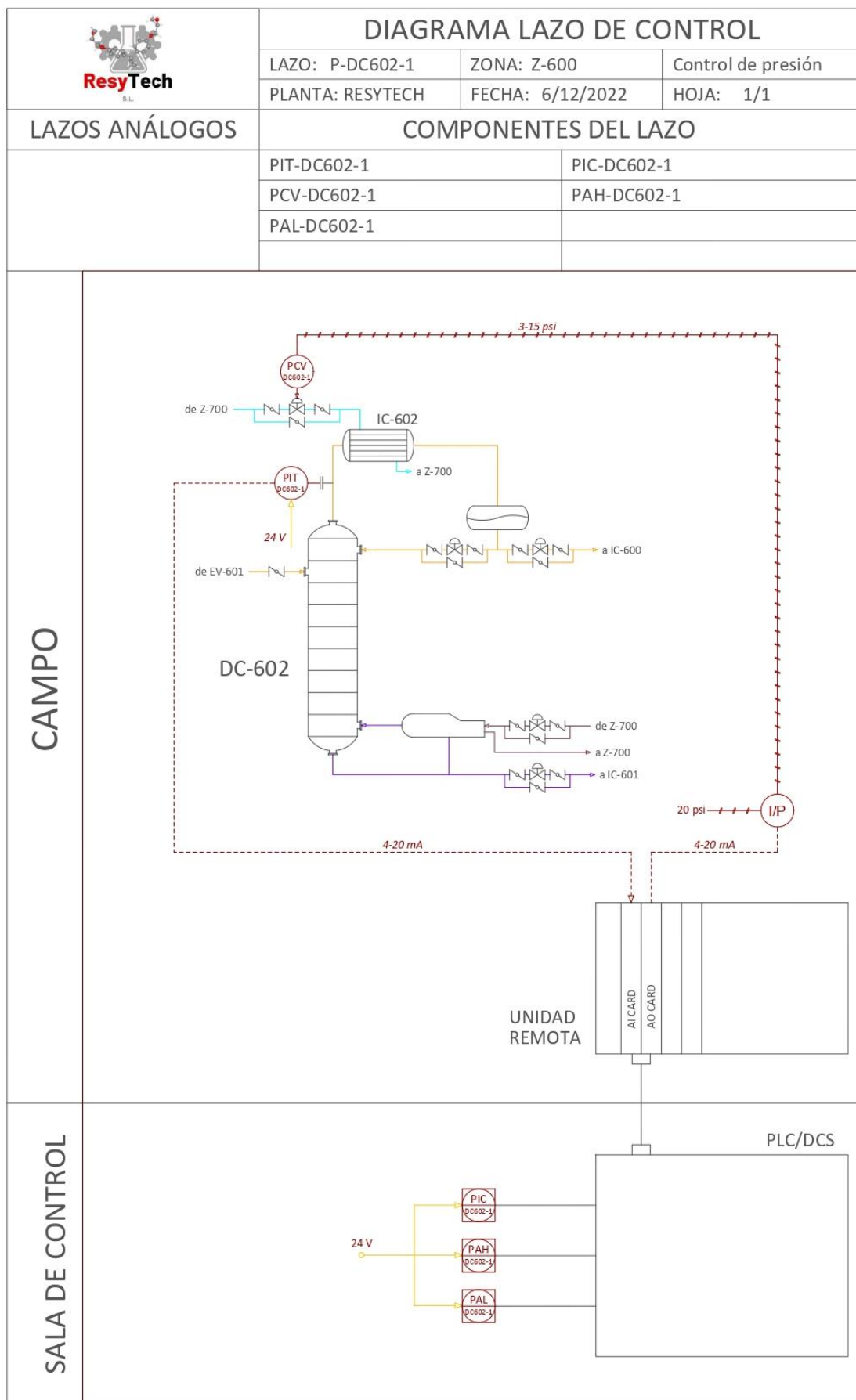
	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	L-DC602-2	
Equipos	DC-602	
Variable controlada	Nivel de fondos de la columna	
Variable manipulada	Flujo de entrada de vapor del reboiler	
Set Point	Establecido por la columna	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	Sí	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

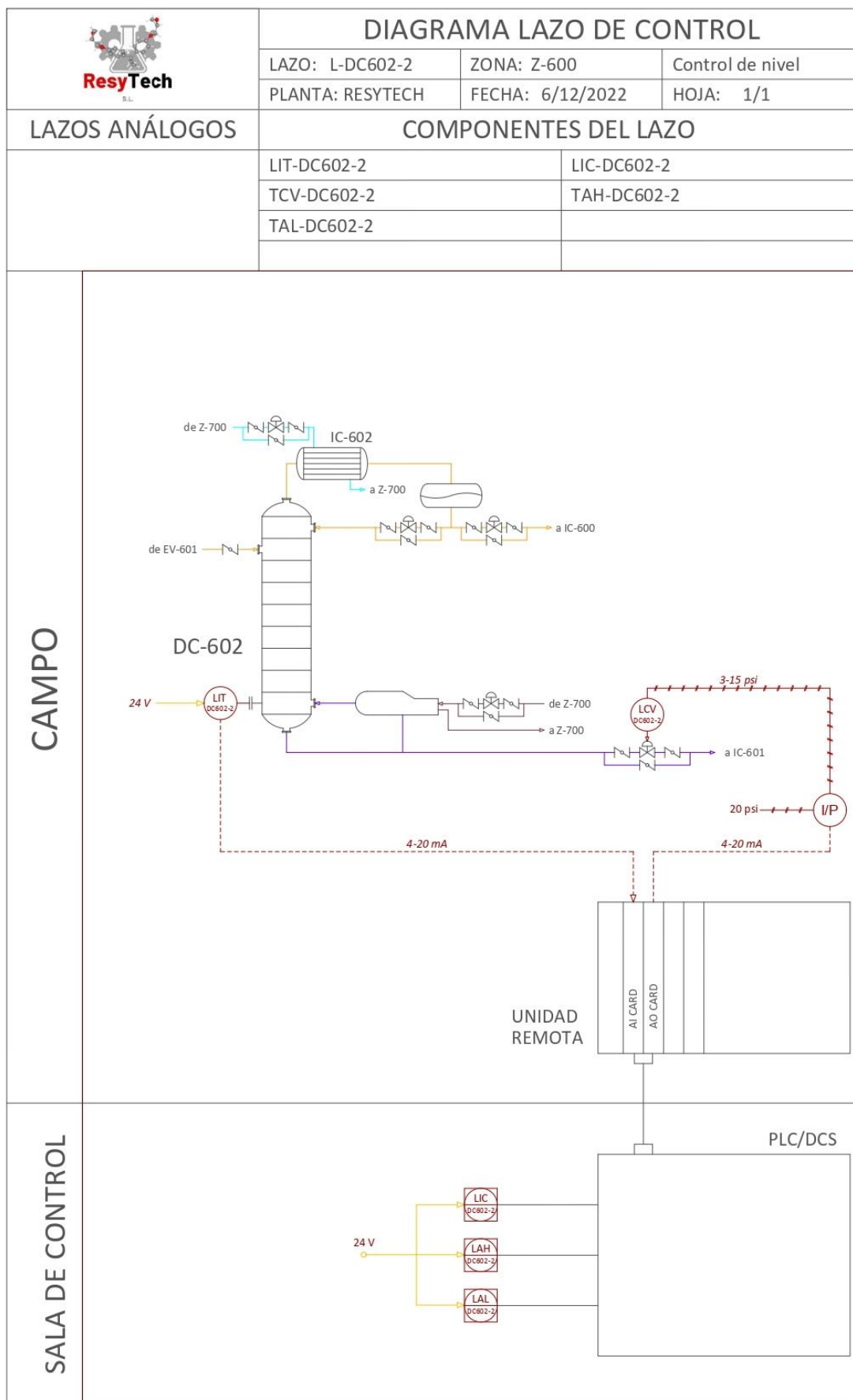
Instrumentación del lazo de nivel

- **Transmisor de presión:** LIT-DC602-2
- **Elementos finales:** LCV-DC602-2
- **Controladores:** LIC-DC602-2
- **Alarmas:** LAH-DC602-2, LAL-DC602-2
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.










3.9.10. Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son los equipos encargados de asegurar que se produce el intercambio de calor especificado en cada uno de los corrientes de entrada para obtener una temperatura de salida específica. Para ello, estos equipos cuentan con lazos de control de temperatura análogos entre ellos.

3.9.10.1. Intercambiador 200

Tabla 3.71. Características del lazo de control del intercambiador 200.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	T-IC200-1	
Equipos	IC-200	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	150°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- Transmisor de temperatura: TIT-IC200-1
- Elementos finales: TCV-IC200-1
- Controladores: TIC-IC200-1
- Alarmas: No
- Transductores I/P para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

3.9.10.2. Intercambiador 201

Tabla 3.72. Características del lazo de control del intercambiador 201


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	200
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-IC201-1	
Equipos	IC-201	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	80°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- Transmisor de temperatura: TIT-IC201-1
- Elementos finales: TCV-IC201-1
- Controladores: TIC-IC201-1
- Alarmas: No
- Transductores I/P para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

3.9.10.3. Intercambiador 300

Tabla 3.73. Características del lazo de control del intercambiador 300.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-IC300-1	
Equipos	IC-300	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	25°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-IC300-1
- **Elementos finales:** TCV-IC300-1
- **Controladores:** TIC-IC300-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

3.9.10.4. Intercambiador 301

Tabla 3.74. Características del lazo de control del intercambiador 301.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	300
	Ubicación	Polígono "Gasos Nobles", La Canonja
Nombre del lazo	T-IC301-1	
Equipos	IC-301	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	25°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-IC301-1
- **Elementos finales:** TCV-IC301-1
- **Controladores:** TIC-IC301-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

3.9.10.5. Intercambiador 500

Tabla 3.75. Características del lazo de control del intercambiador 500.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	500
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-IC500-1	
Equipos	IC-500	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	80°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- Transmisor de temperatura: TIT-IC500-1
- Elementos finales: TCV-IC500-1
- Controladores: TIC-IC500-1
- Alarmas: No
- Transductores I/P para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

3.9.10.6. Intercambiador 602-1

Tabla 3.76. Características del lazo de control del intercambiador 602-1.


	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-IC602-1-1	
Equipos	IC-602-1	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	25°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-IC602-1-1
- **Elementos finales:** TCV-IC602-1-1
- **Controladores:** TIC-IC602-1-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.

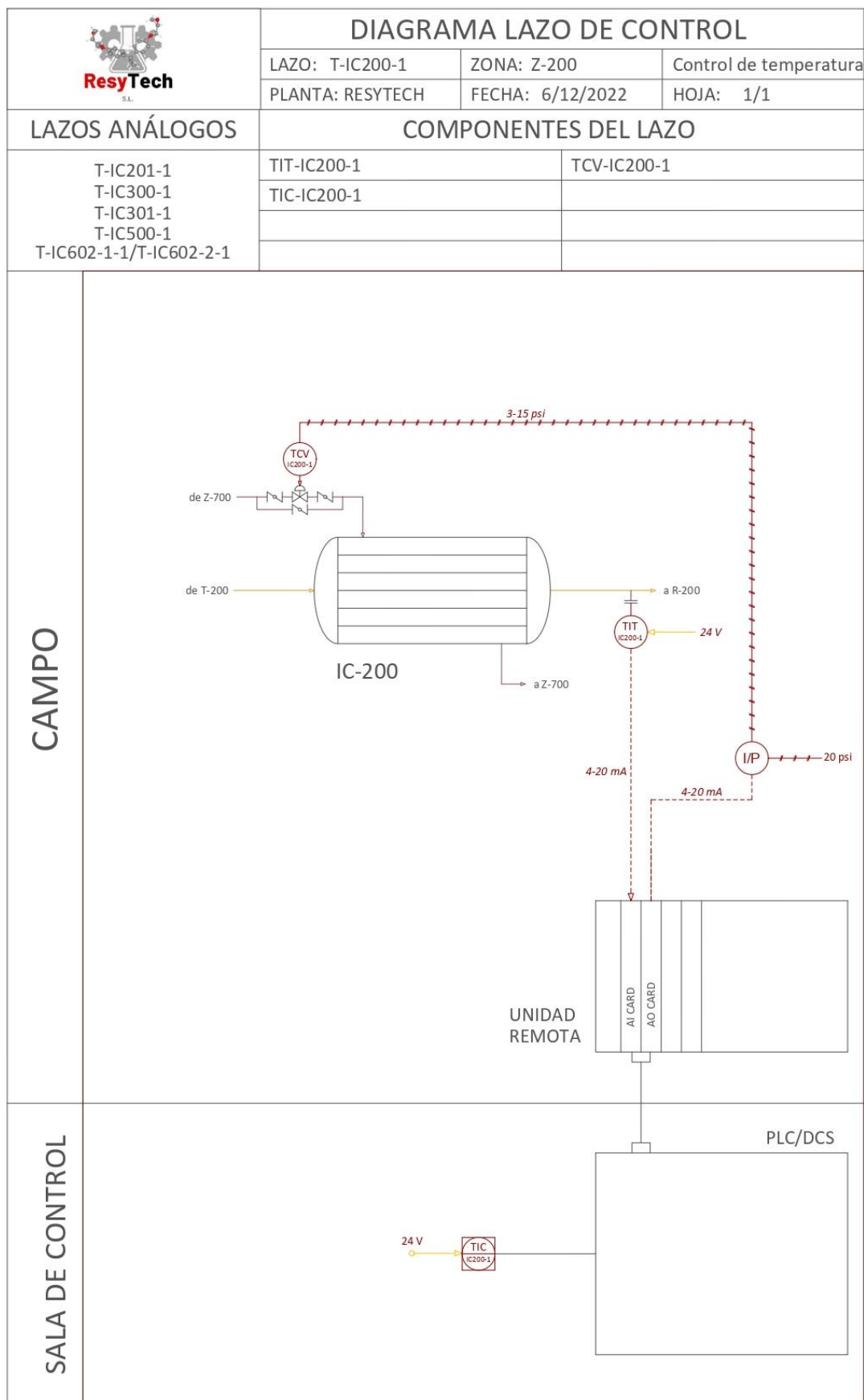
3.9.10.7. Intercambiador 602-2

Tabla 3.77. Características del lazo de control del intercambiador 602-2.

	Características del lazo de control y esquema de control	
	Zona	600
	Ubicación	Polígono “Gasos Nobles”, La Canonja
Nombre del lazo	T-IC602-2-1	
Equipos	IC-602-2	
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador	
Variable manipulada	Flujo de entrada de refrigerante	
Set Point	25°C	
Tipo de lazo	Feedback	
Alarmas	No	
Indicador	Sí	
Tipo de válvula	Válvula de control reguladora	

Instrumentación del lazo de temperatura

- **Transmisor de temperatura:** TIT-IC602-2-1
- **Elementos finales:** TCV-IC602-2-1
- **Controladores:** TIC-IC602-2-1
- **Alarmas:** No
- **Transductores I/P** para convertir una entrada de señal eléctrica a neumática capaz de ser recibida por las válvulas.



3.10.- Bibliografía

I. *Control de pH*. (2019, 25 septiembre). Recuperado 18 de mayo de 2022. Pignat.com.

<https://pignat.com/es/product/control-de-ph/>

II. *Controladores* –. (2018, 25 septiembre). Instrumentación Electrónica I. Recuperado 9 de abril de 2022, de

<https://instrumentacionelectronica.wordpress.com/tag/controladores/>

III. *Automatización: qué son las redes PROFIBUS* / Mytra Control Blog. (s. f.). Mytra Control Blog. Recuperado 22 de mayo de 2022, de

<https://www.mytra.es/blogpost/redesprofibus#:~:text=PROFIBUS%20son%20las%20iglas%20de,los%20controladores%20en%20entornos%20industriales.>

IV. Mettler-Toledo International Inc. all rights reserved. (2021, 7 junio). *Célula de carga para depósitos/pesaje de silos, tolvas y recipientes*. Recuperado 10 de mayo de 2022, de

https://www.mt.com/int/es/home/applications/industrial_weighing/tank_vessel_hopper.html

V. Caperva. (2021, 10 septiembre). *Carga de reactores* >. Recuperado 28 de mayo de 2022, de <https://www.caperva.com/carga-de-reactores/>

VI. Ogunnaike B. et al., “Process Dynamics, Modelling and Control”, 1994. Recuperado el 22 de mayo de 2022. [ControlSystemSymbols.pdf \(uab.cat\)](#)

VII. Endress y Hauser, S.A. (s. f.). *Detección de nivel por horquilla vibrante*.

Recuperado 2 de junio de 2022, de <https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-nivel/deteccion-nivel-por-horquilla-vibrante>

VIII. *Sistemas de control y software para la industria química* / DeltaV / Emerson ES.

(s. f.). EMERSON. Recuperado 12 de mayo de 2022, de

<https://www.emerson.com/eses/automation/operationsbusinessmanagement/deltav/control-systems-and-solutions-for-the-chemicals-industry-deltav>

IX. Control de la centrifuga: Monitorizar la alimentación y el concentrado en línea.

(2020, 20 noviembre). OPTEK. Recuperado 20 de mayo de 2022, de

<https://www.optek.com/es/biotech/control-de-la-centrifugadora.asp>