ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

PROYECTO DE GRADO:

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN PARA UN SEPARADOR DE 20000 BPD (BARRILES POR DÍA) CLASE 150 EN LA EMPRESA SERTECPET S.A."

RESPONSABLE DEL PROYECTO	• Irina Gabriela Viera Garzón
COLABORADORES CIENTÍFICOS	• **Director:** Ing. Galo Ávila • **Codirector:** Ing. Marco Pilatasig

Agenda

- Objetivos
- Problema
- Justificación
- Proceso de separación de petróleo
- Separador Trifásico
- Análisis de resultados
- Conclusiones y recomendaciones

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Diseñar e implementar un sistema de instrumentación para un separador de 20000BPD (barriles por día) clase 150 en la empresa Sertecpet S.A.

OBJETIVOS

Objetivos Específicos:

- Conocer e identificar el plano P&ID generado por el área de procesos del separador trifásico de 20000 BPD (barriles por día).
- Seleccionar y dimensionar los instrumentos adecuados para el sistema de instrumentación.
- Diseñar los planos de montaje de cada instrumento.
- Realizar los planos de los diagramas de lazo de control.
- Efectuar el montaje de los instrumentos.
- Calibrar y ajustar cada instrumento.

Problema:

- En la empresa Sertecpet S.A se realizan actividades de ingeniería, construcción de facilidades, herramientas y equipos para la industria petrolera. Uno de estos equipos son los separadores trifásicos los que requieren el desarrollo de una ingeniería de detalle, para posteriormente su montaje y puesta en marcha; pero los encargados de estas áreas siempre han trabajado de manera separada por lo que se presentan inconvenientes y retrasos en los tiempos de entrega.

- La importancia del proyecto radica en que se ofrecerá a Sertecpet el diseño de un sistema de instrumentación para un separador de crudo de 20000 BPD, adicionalmente se tendrá una base para la selección y dimensionamiento de instrumentos, diseño de planos que indiquen el montaje de cada instrumento, el ruteo de conduit y cable y el diagrama de lazo de control para ser utilizados en proyectos futuros.

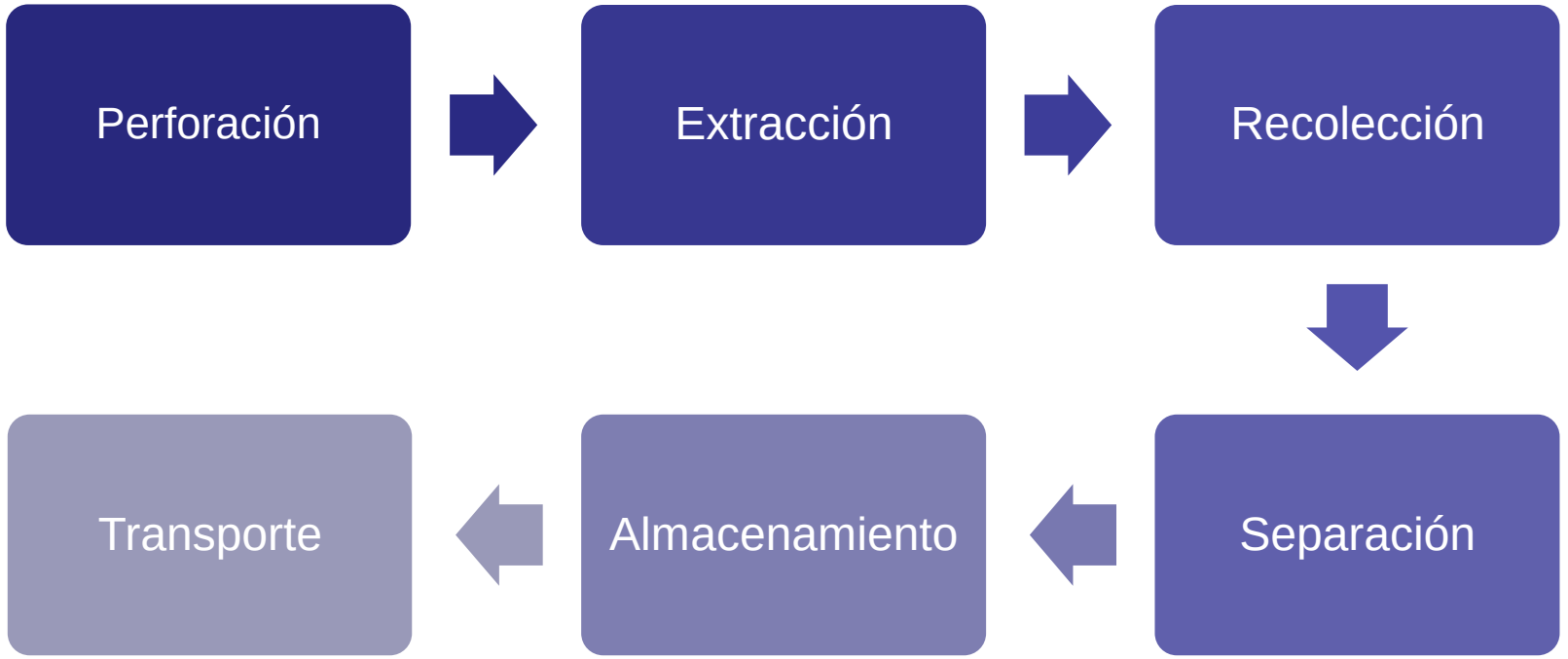
Justificación:

- Sertecpet S.A. es una empresa prestadora de servicios petroleros, construye separadores trifásicos de crudo, para ser arrendados o vendidos a otras empresas, pero estos separadores deben garantizar una óptima separación de crudo.

- El presente proyecto tiene como propósito el diseño e implementación de un sistema de instrumentación de un separador trifásico de crudo, relacionando la ingeniería de detalle y montaje, áreas que actualmente trabajan de manera separada, lo que permitirá a Sertecpet tener parámetros de referencia en el diseño de un sistema de instrumentación de separadores, con lo que se optimizará la puesta en marcha de equipos

Proceso de Producción de Petróleo.

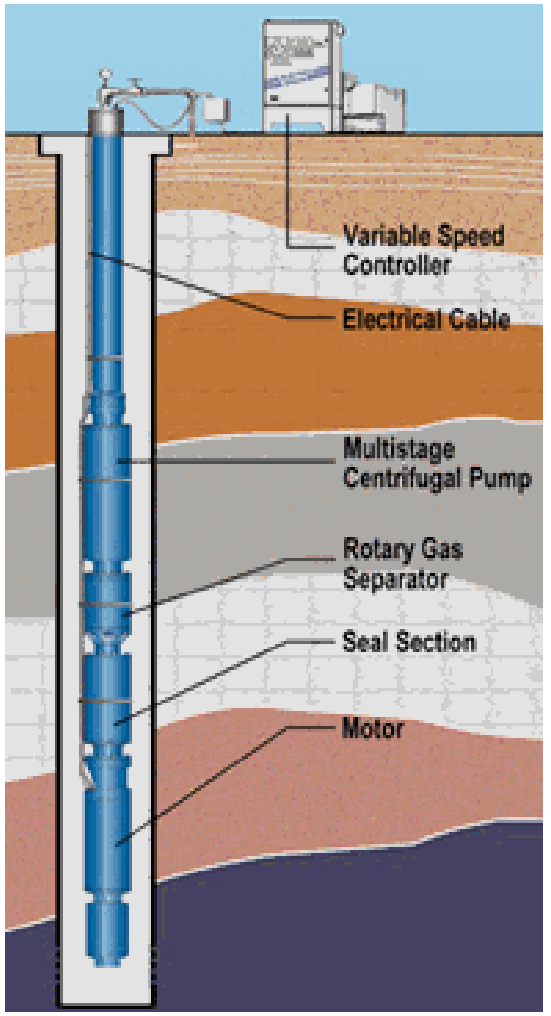
El proceso de producción petrolera es la actividad de la industria que abarca las etapas necesarias para manejar los hidrocarburos. Estas etapas son las siguientes:



Etapa de extracción:

La extracción de crudo de los pozos, que consiste en recuperar el fluido del subsuelo, se puede realizar una extracción por:

- Flujo natural donde se utiliza los recursos naturales de presión y temperatura para extraer el crudo del subsuelo.
- Levantamiento artificial se lo utiliza cuando la energía del yacimiento es muy baja para que el petróleo del pozo fluya a la superficie.



Etapa de recolección:

Consiste en recoger el fluido proveniente de cada uno de los pozos a través de los manifold o múltiples; que son un conjunto de válvulas y tuberías que distribuyen el fluido proveniente de cada uno de los pozos, hacia los separadores.

Los manifolds pueden ser portátiles o permanentes, permiten el muestreo y la toma de presiones.

Etapa de separación:

Una vez recolectado, el petróleo crudo o mezcla de fases (líquida y gas) se somete a una separación líquido–gas dentro de equipos llamados separadores.

Un separador es un recipiente presurizado de acero que se utiliza para disgregar la mezcla de hidrocarburos en sus componentes básicos petróleo, gas y agua; la separación ocurre a distintos niveles de presión y temperatura establecidas por las condiciones del pozo de donde provenga el fluido de trabajo. Después de la separación, el gas sale por la parte superior del recipiente y el líquido por la inferior para posteriormente pasar a las siguientes etapas.

Separadores

Secciones y elementos:

Secciones:

- Sección de separación primaria
- Sección de separación secundaria
- Sección de extracción de niebla
- Sección de almacenamiento de líquido

Elementos:

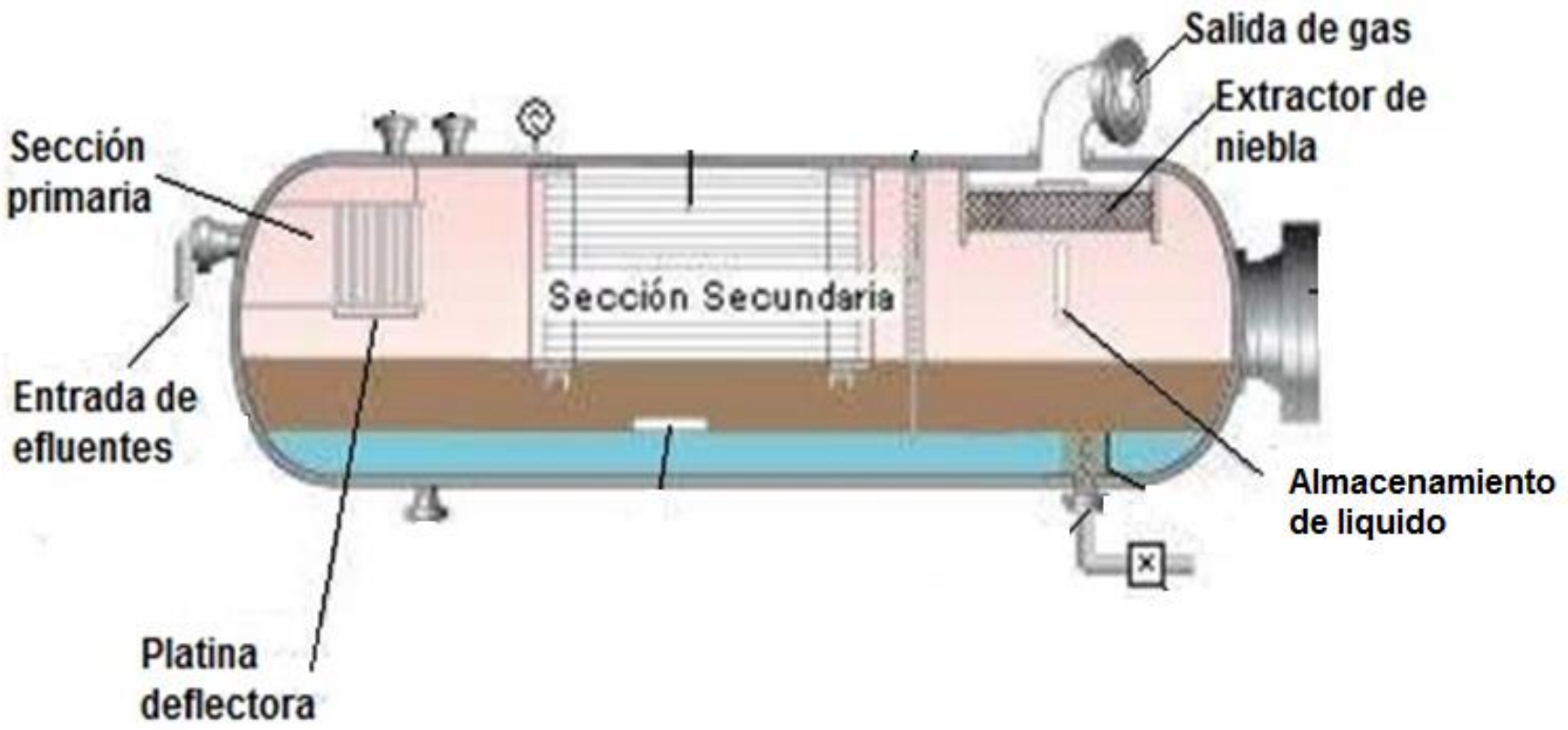
- Externos
- Internos

Separadores

Secciones de un separador:

Separación primaria

- En esta sección empieza la separación del líquido de la corriente de gas y se reduce la turbulencia del flujo. La separación de líquido se realiza mediante un cambio de dirección del flujo. El cambio de dirección se puede efectuar instalando una placa deflectora a la entrada, al inducir una fuerza centrífuga al flujo se separan grandes volúmenes de líquido.

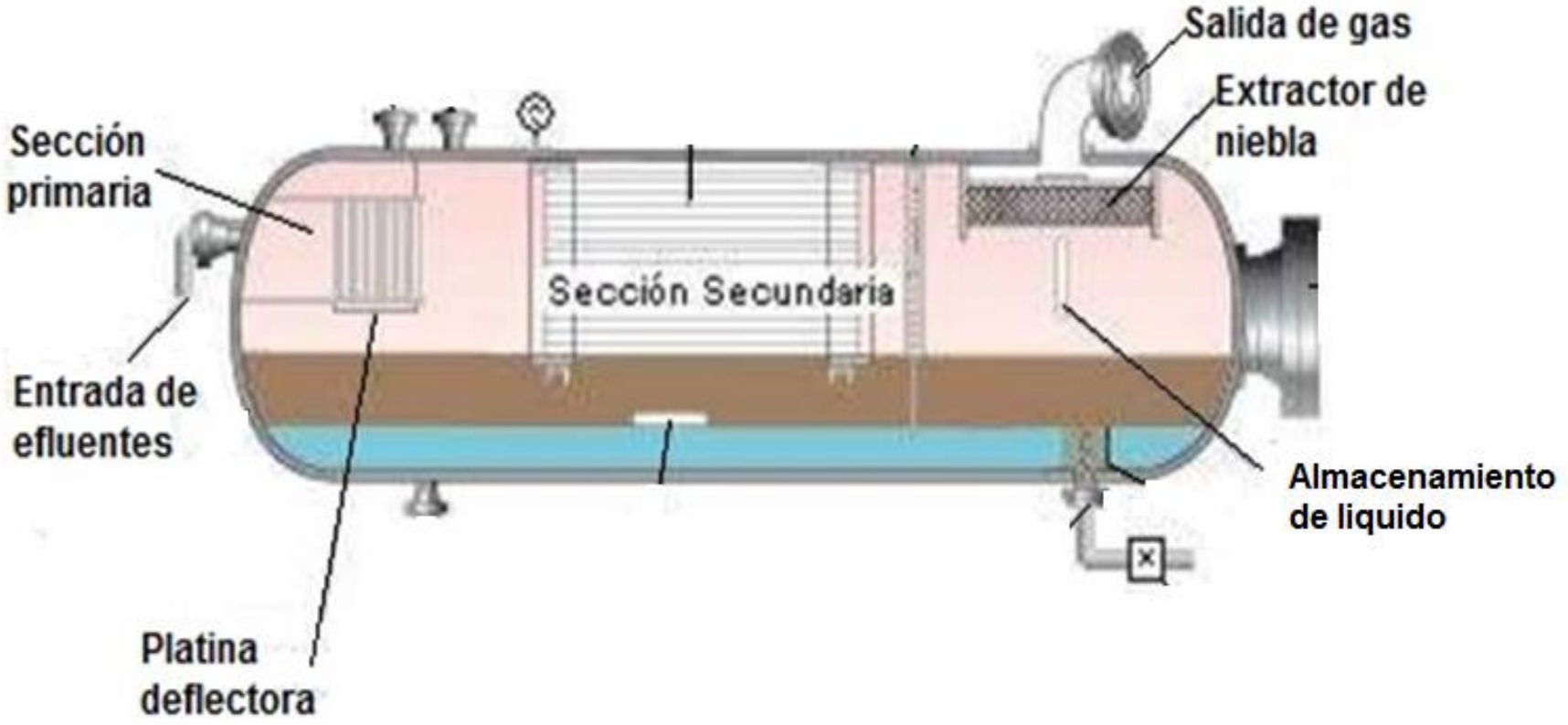


Separadores

Secciones de un separador:

Separación secundaria

- En esta sección se separan la máxima cantidad de gotas de líquido de la corriente de flujo de gas. Las gotas se separan principalmente por la gravedad, por lo que la turbulencia del flujo debe ser mínima. Para esto, el separador debe tener suficiente longitud

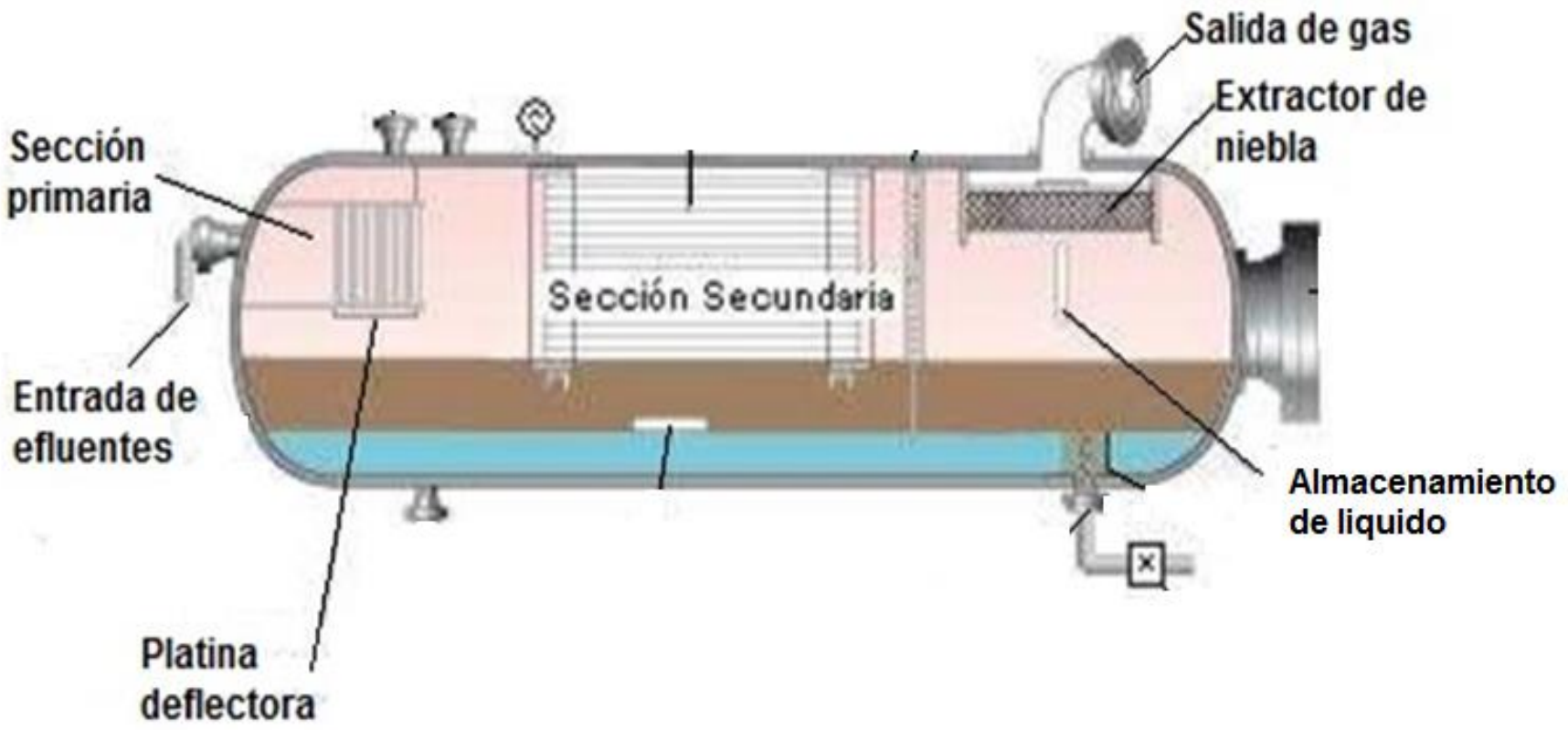


Separadores

Secciones de un separador:

Extracción de niebla

- En esta sección se recolectan del flujo de gas, las gotas más pequeñas de líquido que no lograron desprenderse en la sección primaria y secundaria del separador, antes de que estas salgan del recipiente por la línea de gas.

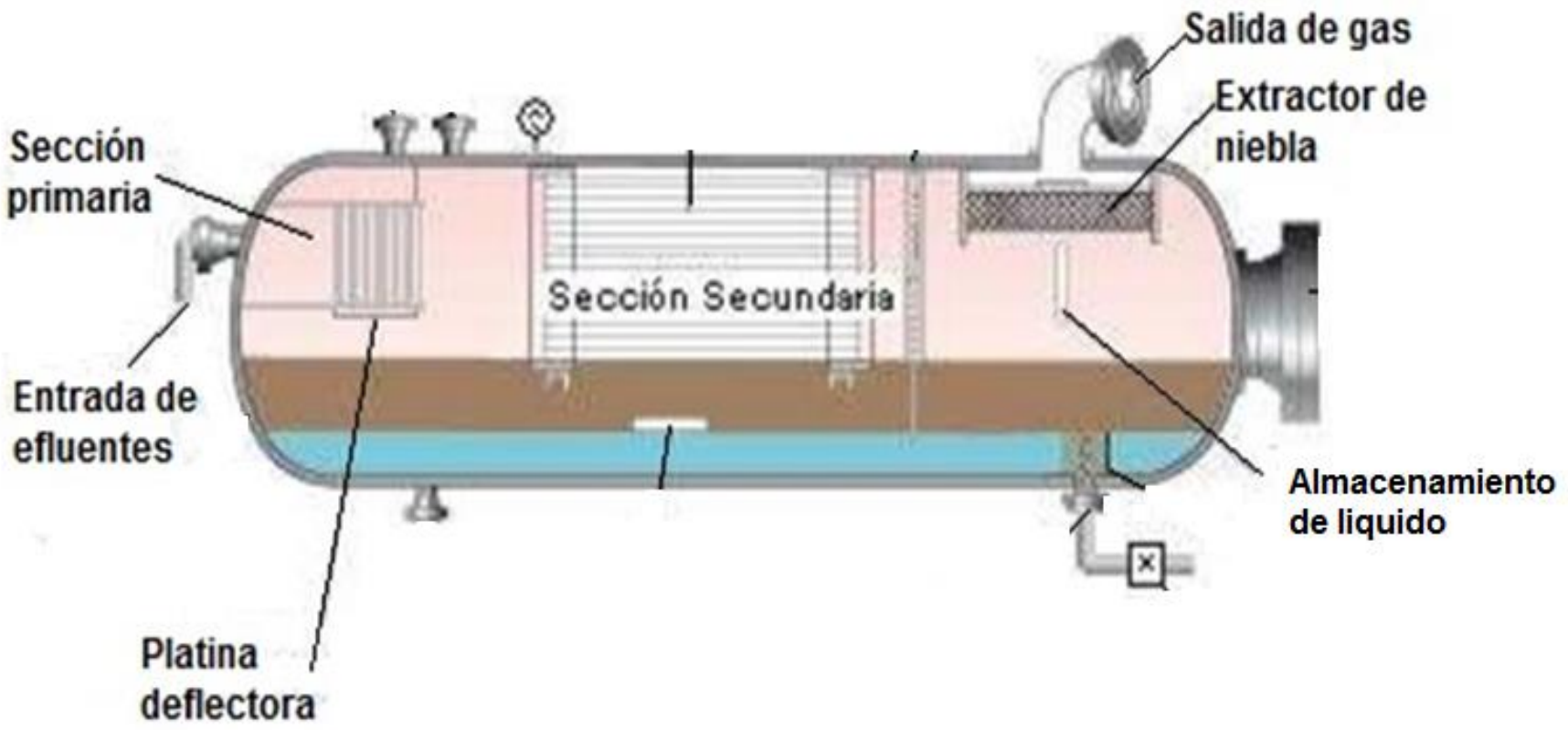


Separadores

Secciones de un separador:

Almacenamiento de líquido

- En esta parte se almacena y descarga el líquido separado de la corriente de gas, esta sección del separador debe tener la capacidad suficiente para manejar las posibles turbulencias del líquido que puedan presentarse durante la operación normal.

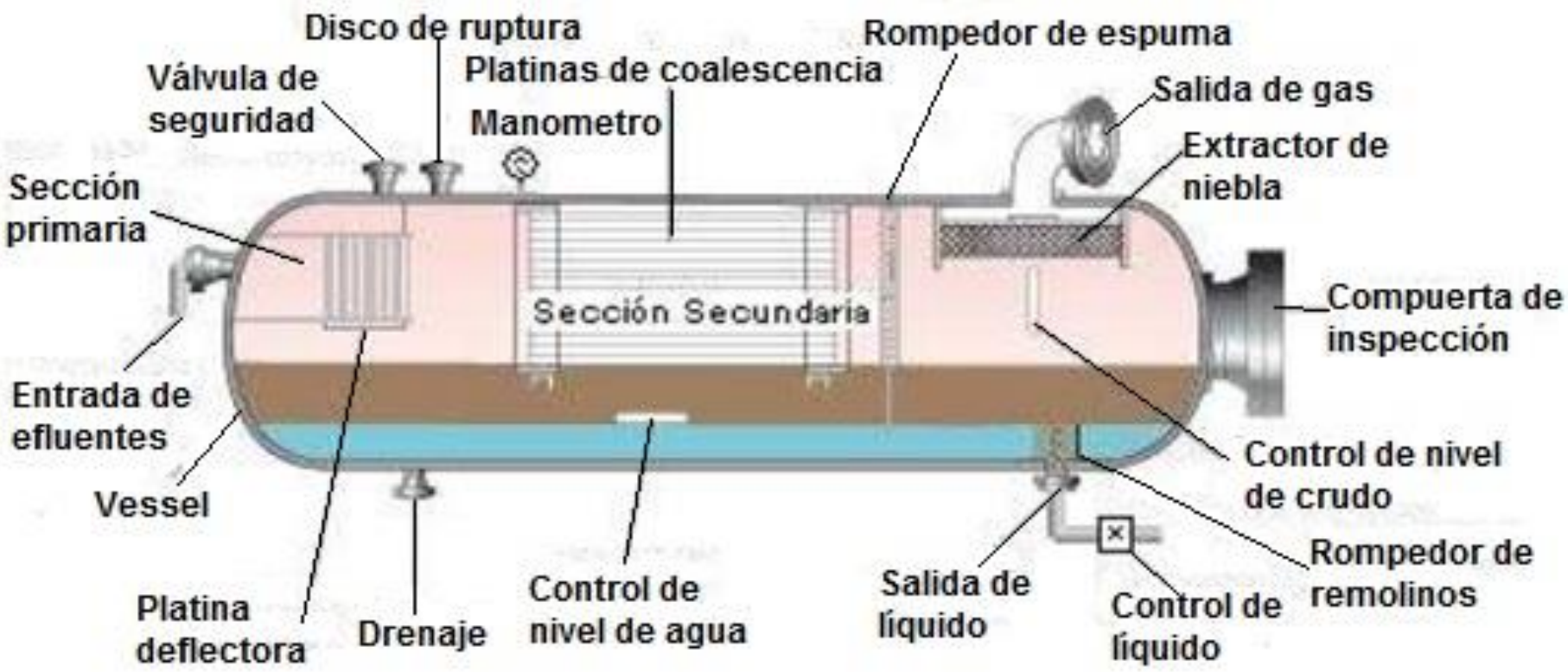


Separadores

Elementos de un separador:

Elementos internos

- Platina Deflectora
- Platina de coalescencia
- Platos antiespumantes
- Rompedor de remolinos

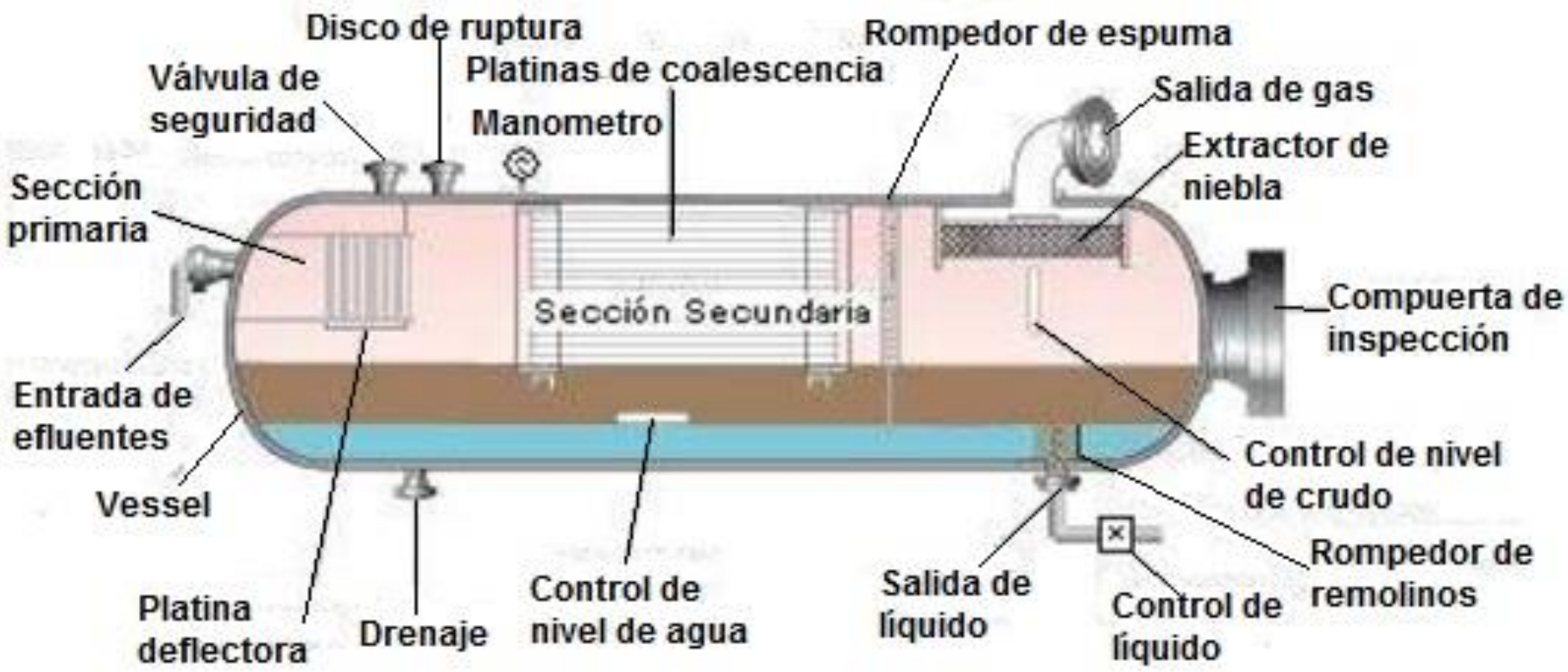


Separadores

Elementos de un separador:

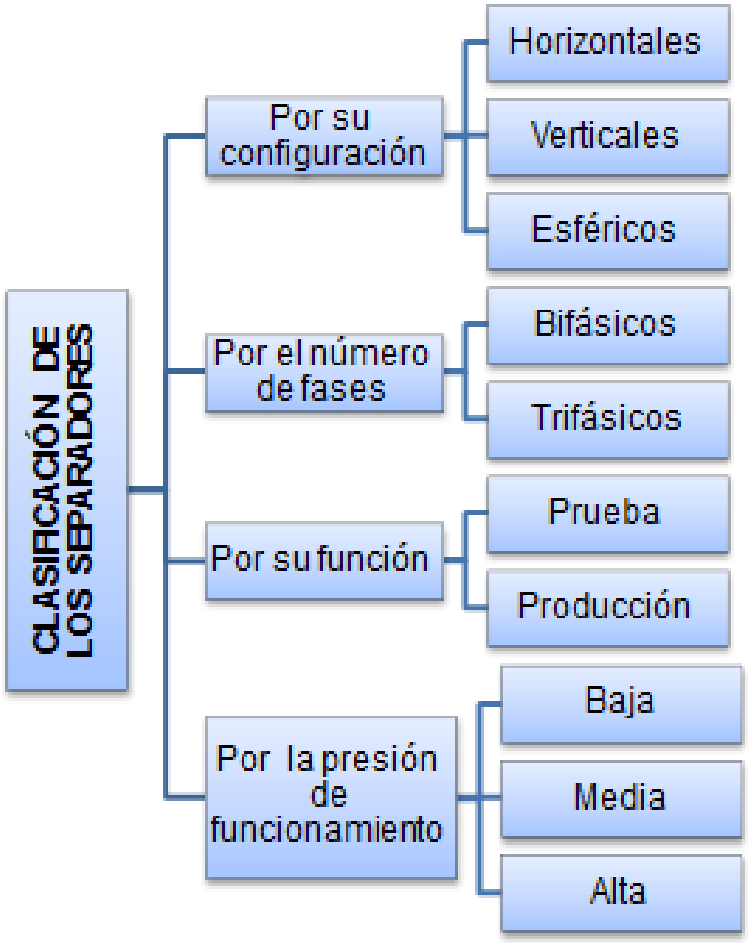
Elementos externos

- Recipiente o carcasa y tapas
- Entrada y salida de fluidos
- Instrumentos de control de presión y temperatura, nivel de fluidos.
- Válvula de seguridad, discos de ruptura.



Separadores

Clasificación de los separadores:



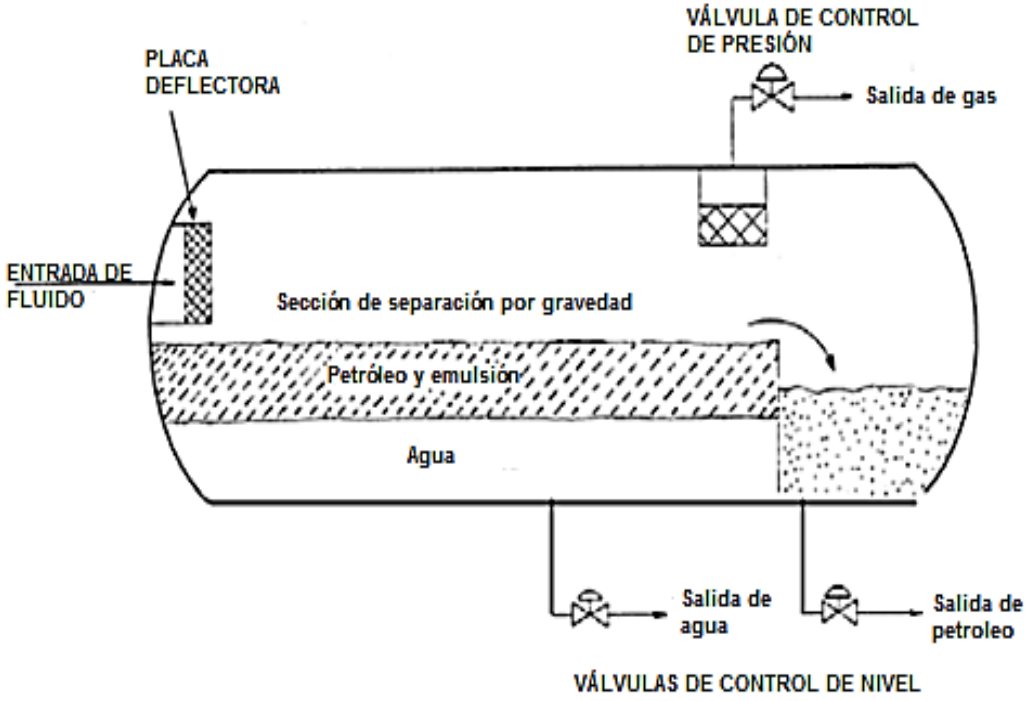
Separador Trifásico

Funcionamiento:

El fluido entra al recipiente y choca contra el deflector, el gas se eleva y el líquido decanta. La fase líquida tiene un tiempo de residencia a través del recipiente de 5 a 10 minutos, tiempo en el cual se produce la separación por gravedad de la fase liviana (crudo) y de la fase pesada (agua) que queda en el fondo del recipiente.

La sección de almacenamiento de líquido mantiene el nivel de crudo, la válvula de control de nivel de crudo se acciona cuando llega al nivel apropiado y envía la señal neumática a la válvula para que se abra, cuando baja el nivel la válvula de control se cierra. De igual forma se opera con el nivel de agua.

La fase gaseosa fluye en dirección del extractor de niebla, el gas pasa a través de una válvula controladora de presión la cual se abre y permite la salida del gas.



Separador trifásico de 20000BPD

El diámetro interno del separador es de 84 in (7 ft), y tiene una longitud de costura a costura de 31.5 ft.

Condiciones de Procesos.

DATOS	VALORES
Capacidad:	20.000 BFPD
Crudo:	18" - 28"
Flujo de gas:	1 a 2,5 MMSCFD
Presión de operación:	25 – 35 PSIG
Presión de diseño:	150 PSIG @ 200°F
Temperatura de operación:	100 – 150°F
Gravedad especifica:	Gas: 0,8 – 1,5 Crudo: 0,89 Agua: 1,02

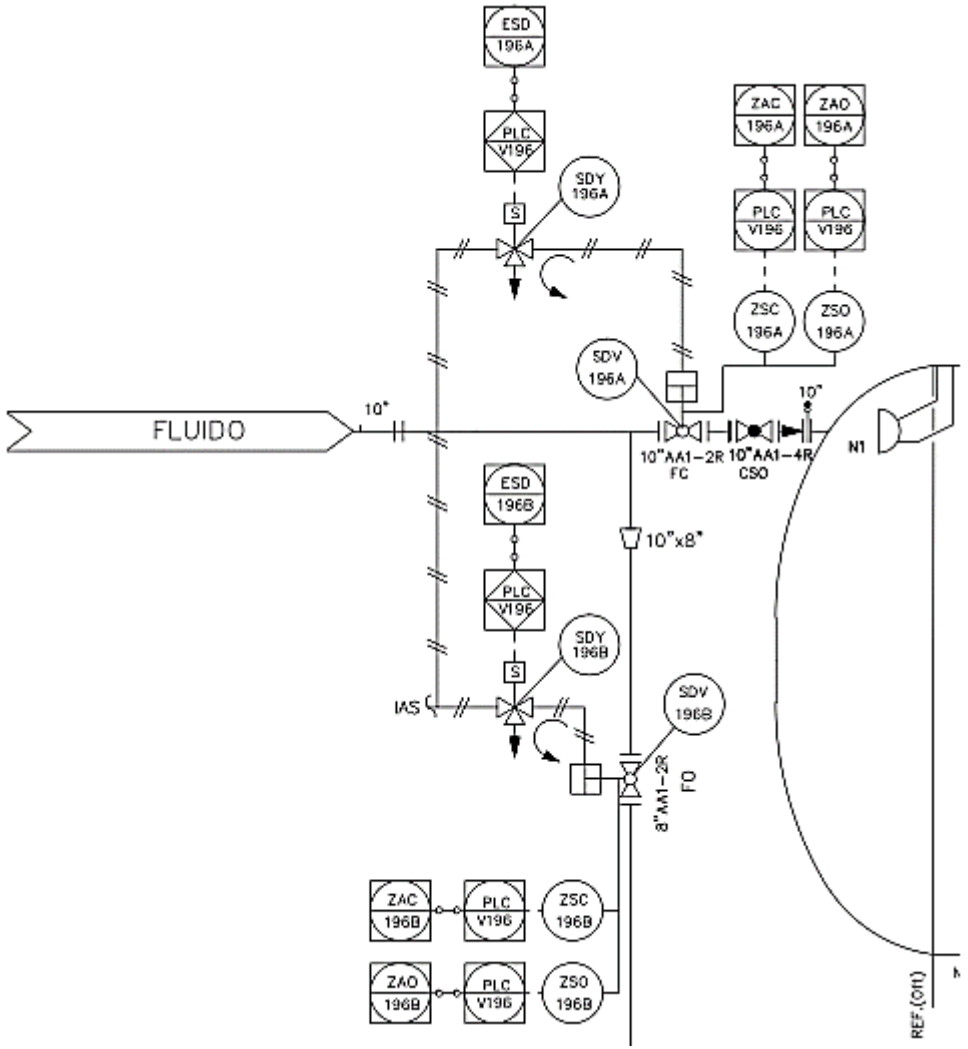
P&ID del separador trifásico

El P&ID detalla las partes principales del proceso como recipientes, tuberías e instrumentos tomando en cuenta los sets, alarmas y las variables que se están midiendo y controlando.

Este diagrama se va a dividir en seis etapas:

- Línea de flujo de entrada del separador
- Línea de agua
- Línea de crudo
- Línea de gas
- Instrumentos de monitoreo
- Instrumentos de seguridad

Línea de flujo de entrada del separador



Para el ingreso de fluido trifásico al separador es necesario considerar la colocación de dos válvula de emergencia, una como protección al ingreso del separador de 10 pulgadas de diámetro, SDV-196A; y otra válvula de 8 pulgadas de diámetro para habilitar la línea de bypass, SDV-196B.

Estas válvulas tienen los siguientes componentes:

- Actuador
- Solenoide
- Posicionadores

Válvula de emergencia SDV-196A

Características:

- Válvula de bola, se utilizan para servicios de corte
- Son rápidas de operar
- De mantenimiento fácil
- No requieren lubricación
- Producen un cierre hermético con baja torsión.
- Son ideales para fluidos de alta viscosidad.

Válvula de emergencia SDV-196A

Actuador:

- Es un dispositivo mecánico capaz de proporcionar la fuerza para mover o actuar sobre otro dispositivo mecánico. Puede ser de tipo neumático, hidráulico o eléctrico.
- Para las válvulas tipo bola se debe utilizar el actuador neumático de simple acción y de retorno por resorte, con una presión de operación entre 60 y 100 PSI.

Válvula de emergencia SDV-196A

Válvula solenoide:

- La válvula solenoide se activa cuando recibe una señal de parada de emergencia, (ESD-196A), permitiendo el paso de aire hacia el actuador para enclavar la válvula de emergencia SDV-196 en la posición de falla.
- La válvula utilizada es de 3/2 vías, con un material de acero inoxidable, requiere un voltaje de 24 VDC.

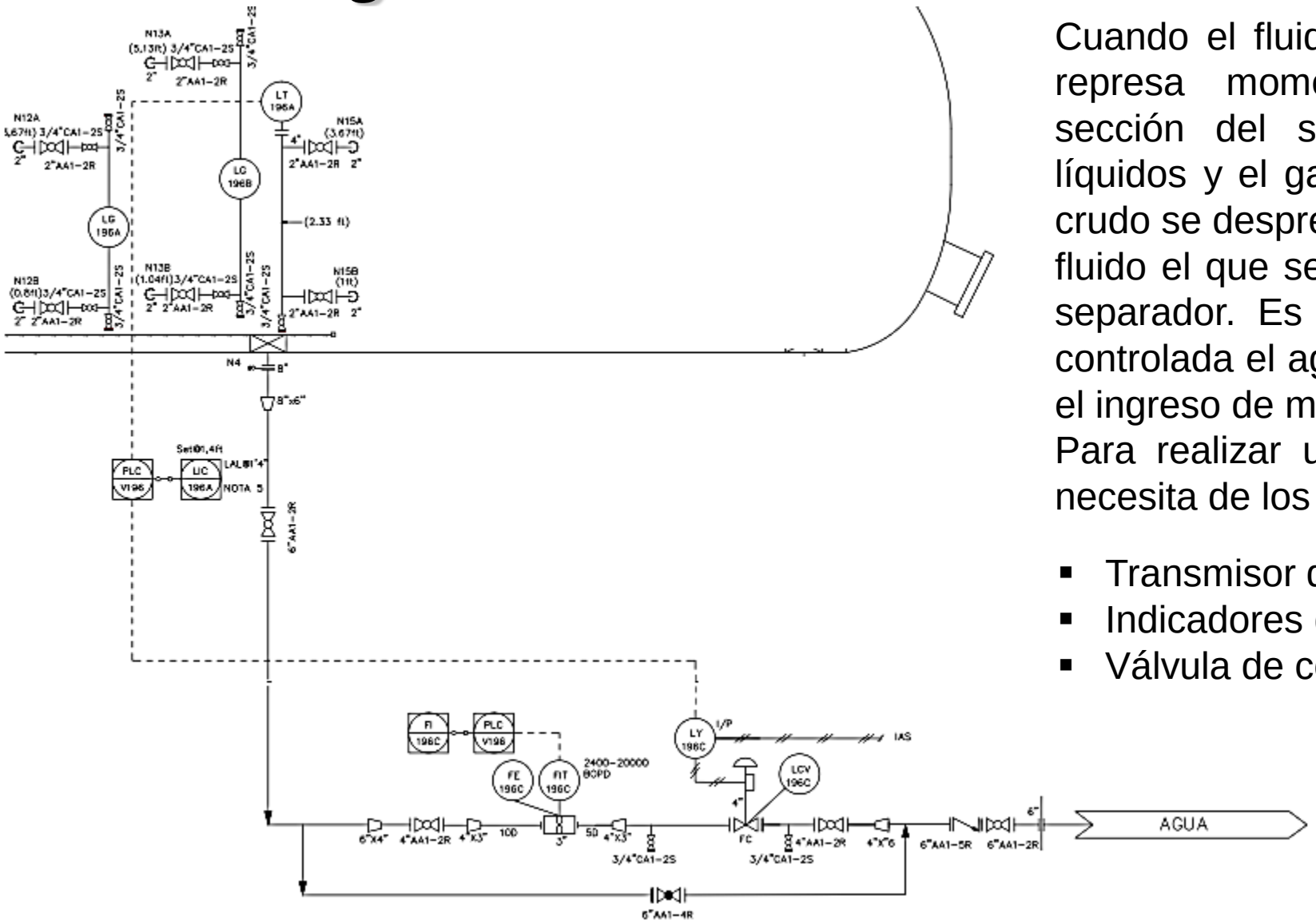
Válvula de emergencia SDV-196A

Interruptor de posición cerrado/abierto de la válvula:

- Para controlar y monitorear el funcionamiento de la SDV-196A se recogen las señales de posición de la válvula por medio de los interruptores ZSC-196A y ZSO-196A que indican en qué estado se encuentra la válvula.
- La carcasa de los interruptores Valvetop es resistente para todo tipo de entorno, el indicador visual tiene colores intuitivos, verde para abierto y rojo para cerrado.
- Con estos interruptores de posición, se verifica que la válvula esté operando en forma normal, comprobando además el tiempo de apertura y cierre.

video

Línea de agua



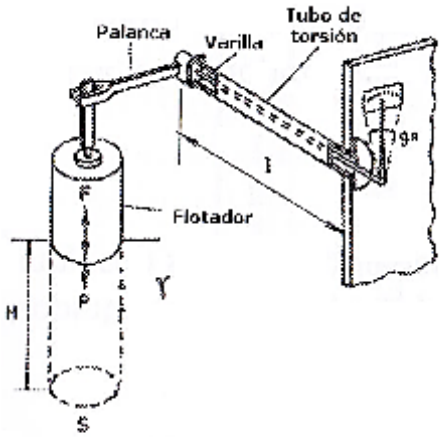
Cuando el fluido ingresa al separador, este se represa momentáneamente en la primera sección del separador, permitiendo que los líquidos y el gas se separen, es aquí donde el crudo se desprende del agua, siendo este último fluido el que se deposita en la parte inferior del separador. Es necesario desalojar de manera controlada el agua de esta sección para permitir el ingreso de más fluido.

Para realizar un control del nivel de agua se necesita de los siguientes instrumentos.

- Transmisor de nivel de interface.
- Indicadores de nivel.
- Válvula de control de agua

Transmisor de nivel de interface (crudo – agua)

El transmisor de tipo desplazamiento opera de acuerdo a la densidad del crudo y del agua, se utiliza para medir nivel de líquido o interface, gravedad específica.
Una variación en el nivel de líquido provoca un cambio en la posición del desplazador, que se transfiere al tubo de torsión, produciendo una salida de movimiento rotatorio. Este movimiento se transfiere a través de un fuelle a un conjunto de palancas, unos imanes unidos al conjunto de palanca, son detectados por un sensor de posición de efecto Hall que convierte el movimiento de rotación en un campo magnético y a una señal electrónica.



Tag:	LT-196A
Servicio:	Transmisor de nivel de interface
Conexión al proceso:	2"
Distancia entre ejes:	32"
Principio de medición:	Desplazador
Señal de salida:	4 - 20 mA
Protección eléctrica:	NEMA 4X
Área eléctrica:	Clase 1, División 1
Fabricante:	Fisher
Modelo del transmisor:	DCL3010 1-4-H-4/4A-T1-B
Modelo del sensor:	249B

Indicadores de nivel de interface y agua

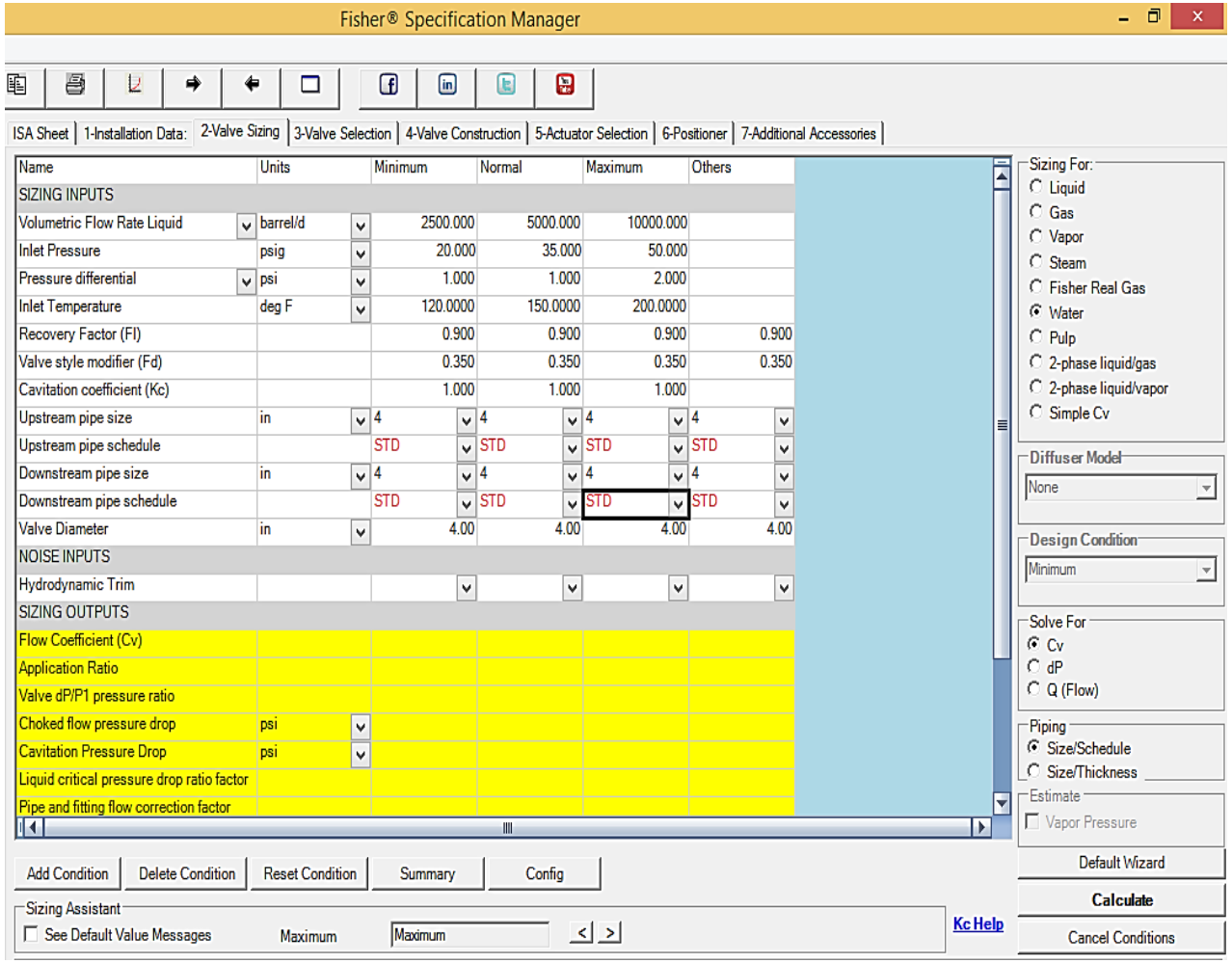
Las mirillas se seleccionan para la indicación de nivel de interface, o cualquier aplicación que requiera el uso de un escudo para proteger el vidrio de la corrosión, el medidor está construido con dos piezas de vidrio pulida. El usuario puede ver directamente a través del medidor las propiedades de los fluidos, como el color, lo que no sería posible con un medidor de reflejo.

Tag:	LG-196A	LG-196B
Servicio:	Indicador de nivel de agua	Indicador de nivel de crudo y agua
Tipo de visor:	Transparente	Transparente
Conexión al tanque:	3/4" NPT	3/4" NPT
Tipo de conexión:	Roscado	Roscado
Orientación:	Sito to Sito	Sito to Sito
Número de secciones:	2	3
Vidrio visible:	30,34	46,438
Longitud total (centro a centro):	31,89	47,99
Fabricante:	Jerguson	Jerguson
Modelo:	215T300L	315T300L

Válvula de control de nivel de agua

- Para elegir la válvula de control de nivel de agua, se necesita conocer los datos de procesos en la línea de agua.

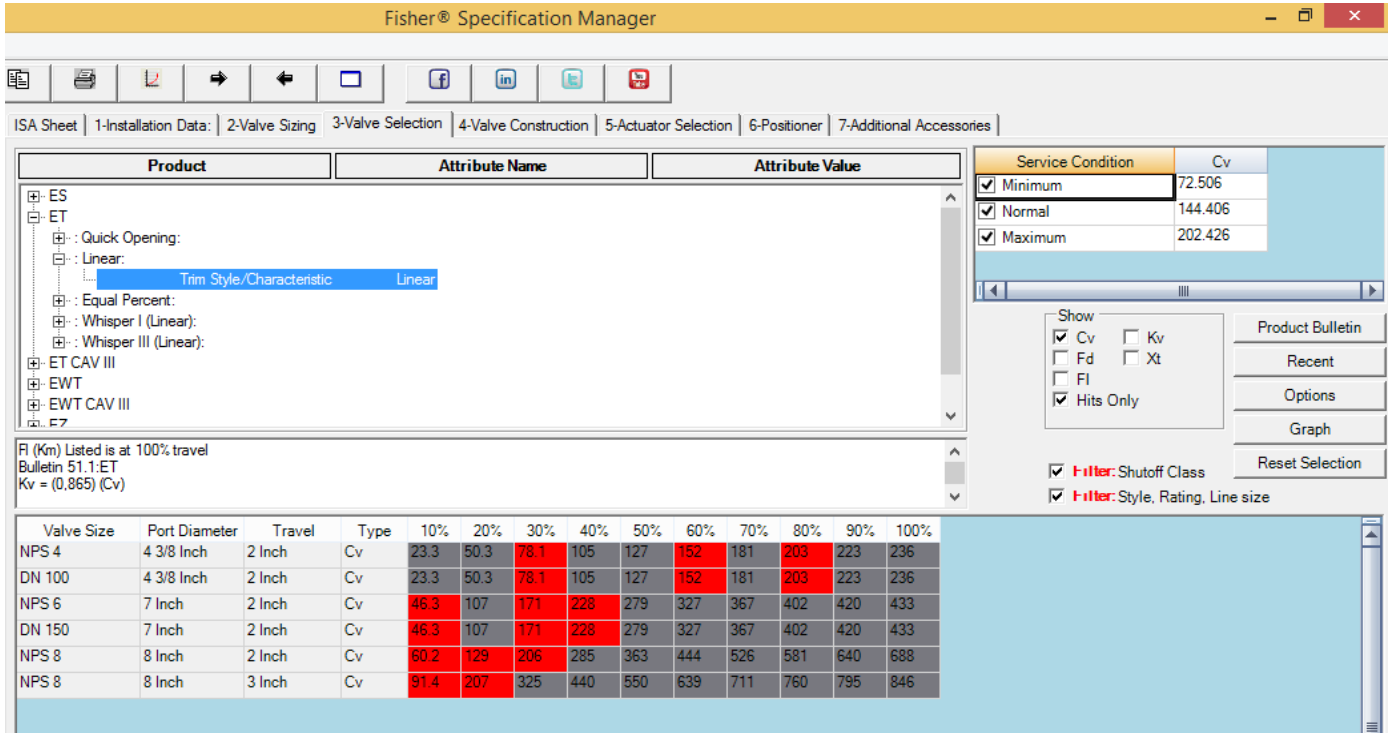
CONDICIONES:	MIN	NORM	MAX
Presión (PSIG):	20	35	50
ΔP (PSIG):	1	1	2
Temperatura (°F):	120	150	200
Gravedad especifica:	0,8	1	1,2
Caudal (BARRILES/D):	2500	5000	10000
Viscosidad (cP):	0,5	0,8	1



Válvula de control de nivel de agua

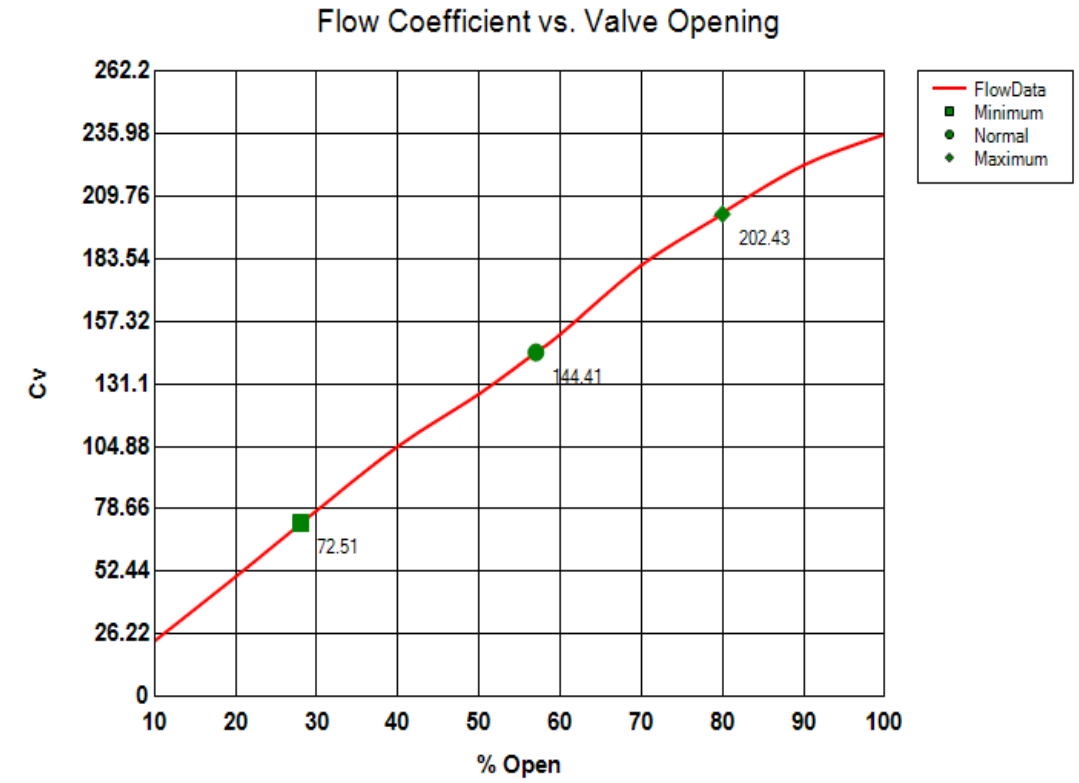
- Se debe elegir el diámetro de la válvula de modo que opere entre el 17% y 90% de apertura en concordancia con lo recomendado en ISA-S75.11 (Flujo característica inherente y Rangeabilidad de Válvulas de Control).

- Se escoge la válvula de control de globo ET de 4 pulgadas, porque trabaja entre el 30% de apertura para el caudal mínimo y el 80% de apertura para el caudal máximo

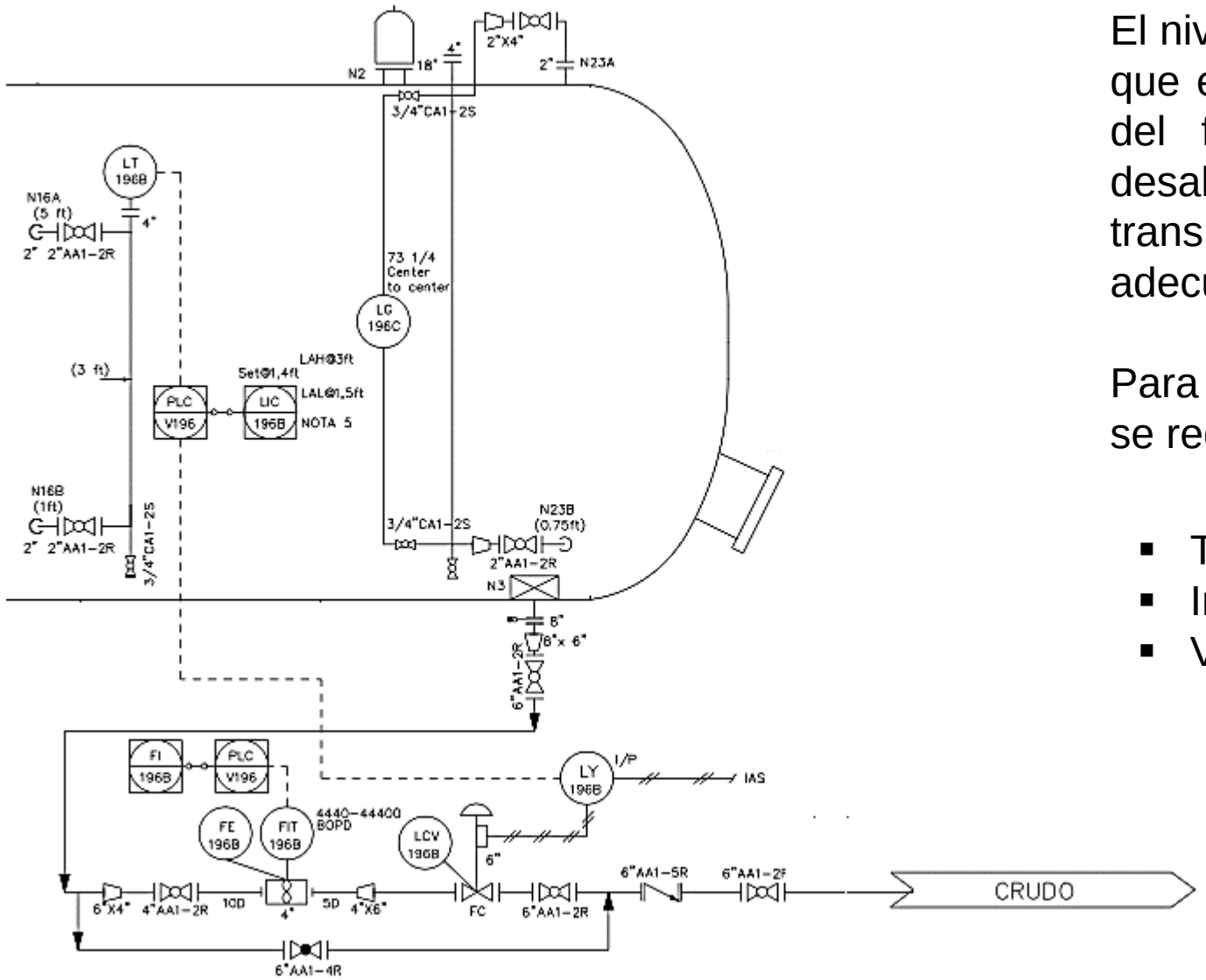


Válvula de control de nivel de agua

- Se grafica el coeficiente de flujo versus el porcentaje de apertura de la válvula, notando la característica lineal de la válvula y los valores de coeficiente de flujo mínimo, normal y máximo.



Línea de crudo



El nivel de crudo debe ser controlado para evitar que el separador se inunde, y permitir la salida del fluido, de tal manera que el volumen desalojado, sea el suficiente para que el transmisor de nivel de crudo funcione adecuadamente.

Para el funcionamiento de este lazo de control se requiere de los siguientes instrumentos:

- Transmisor de nivel de crudo.
- Indicador de nivel de crudo.
- Válvula de control de crudo.

Transmisor de nivel de crudo

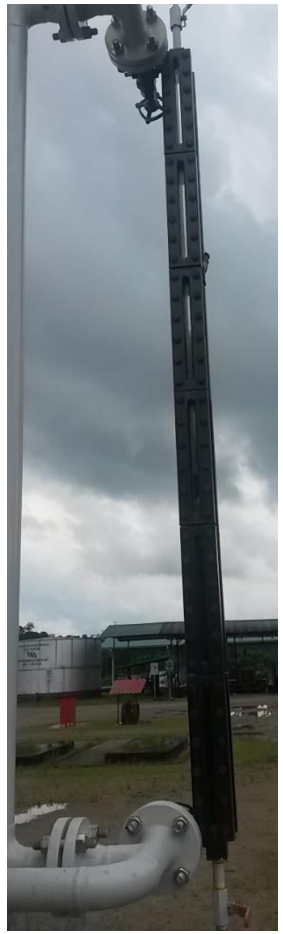
El transmisor de tipo desplazamiento modelo tubo de torsión, Fisher modelo DCL3010, se utiliza básicamente para medir nivel de líquido, gravedad específica o nivel de interface y transmite una señal de salida de corriente proporcional al cambio de 4 a 20mA.

Una variación en el nivel de líquido provoca un cambio en la posición del desplazador, que se transfiere al tubo de torsión, produciendo una salida de movimiento rotatorio. Este movimiento se transfiere a través de un fuelle a un conjunto de palancas, unos imanes unidos al conjunto de palanca, son detectados por un sensor de posición de efecto Hall que convierte el movimiento de rotación en un campo magnético y a una señal electrónica

Tag:	LT-196B
Servicio:	Transmisor de nivel de crudo
Conexión al proceso:	2" Flange
Distancia centro a centro:	48"
Principio de medición:	Desplazador
Señal de salida:	4 - 20 mA
Protección eléctrica:	NEMA 4X
Área eléctrica:	Clase 1, División 1
Fabricante:	Fisher
Modelo del transmisor:	DCL3010 1-4-H-4/4A-T1-B
Modelo del sensor:	249B

Indicadores de nivel de crudo

El valor de nivel de crudo que se puede visualizar en la mirilla debe ser igual al valor que el transmisor de nivel tiene.

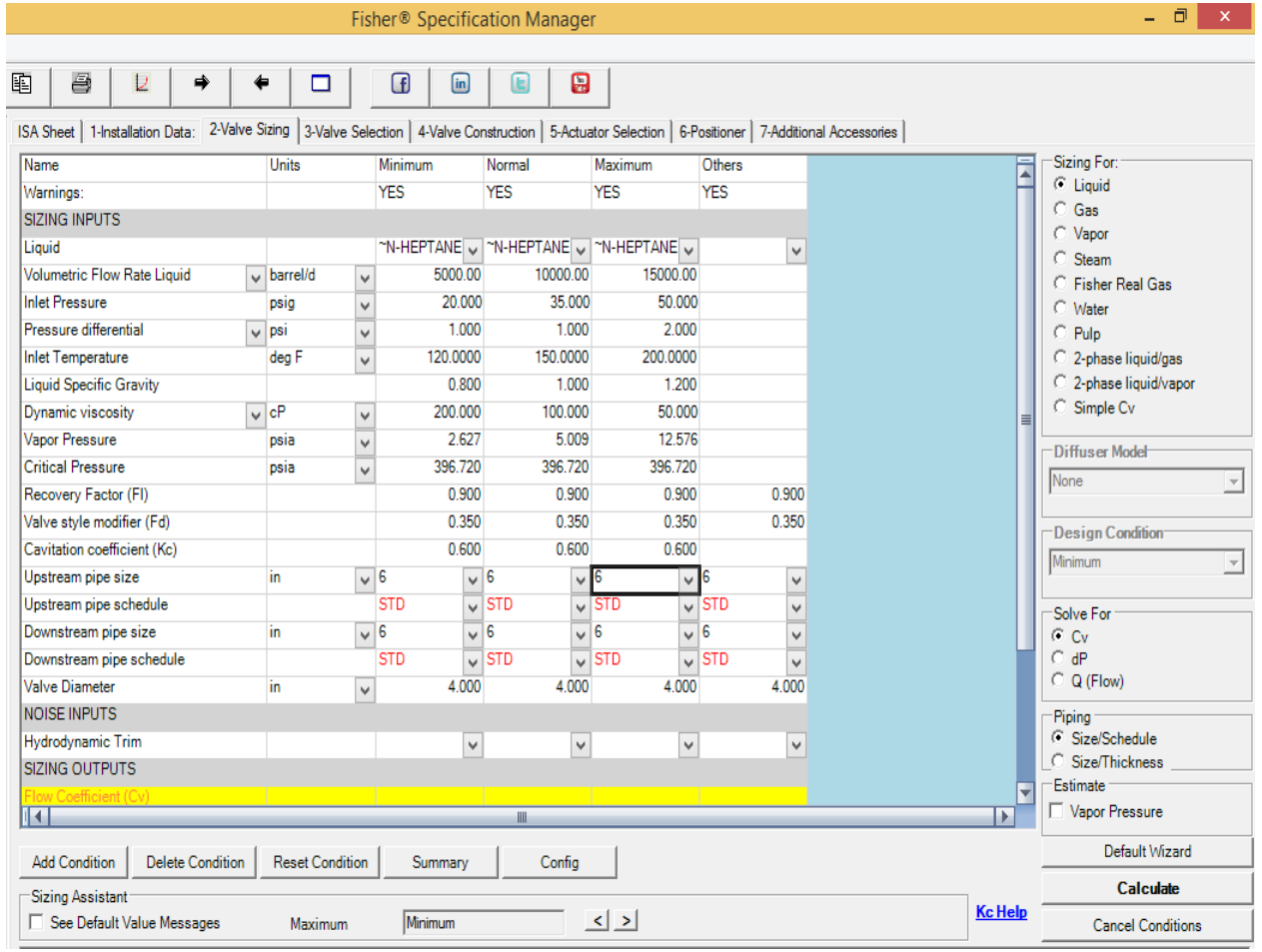


Tag:	LG-196C
Servicio:	Indicador de nivel de crudo
Tipo de Visor:	Transparente
Conexión al tanque:	3/4" NPT
Tipo de conexión:	Roscado
Orientación:	Sito to Sito
Número de secciones:	4
Vidrio visible:	70,27
Longitud total (centro a centro):	72,27
Fabricante:	Jerguson
Modelo:	611T300L

Válvula de control de nivel de crudo

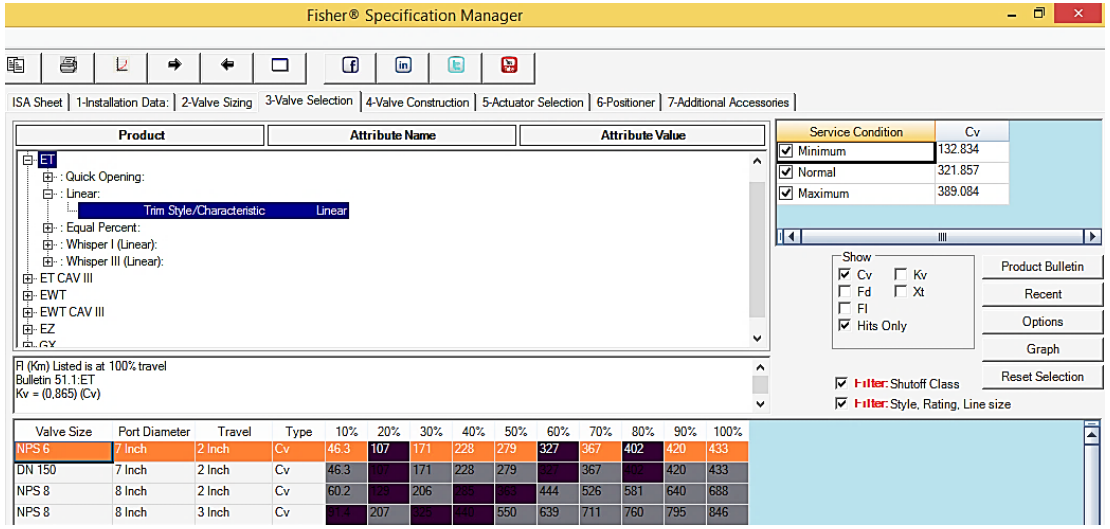
- Para elegir la válvula de control de nivel de crudo, se necesita conocer los datos de trabajo de la línea de crudo

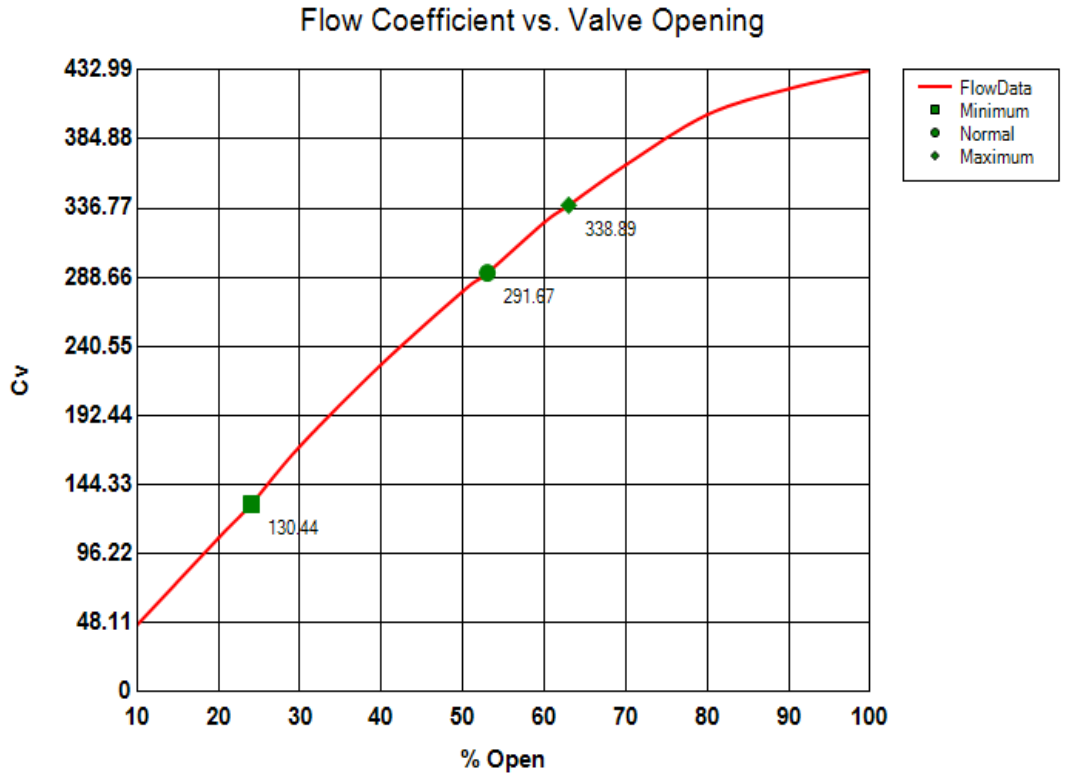
CONDICIONES:	MIN	NORM	MAX
Presión (PSIG):	20	35	50
ΔP (PSIG):	0	1	2
Temperatura (°F):	120	150	200
Gravedad especifica:	0,8	1	1,2
Caudal (BARRILES/D):	5.000	10.000	15.000
Viscosidad (cP):	200	100	50



Válvula de control de nivel de crudo

- Se escoge la válvula de control de globo ET de 6 pulgadas, porque trabaja entre el 20% de apertura para el caudal mínimo y el 80% de apertura para el caudal máximo



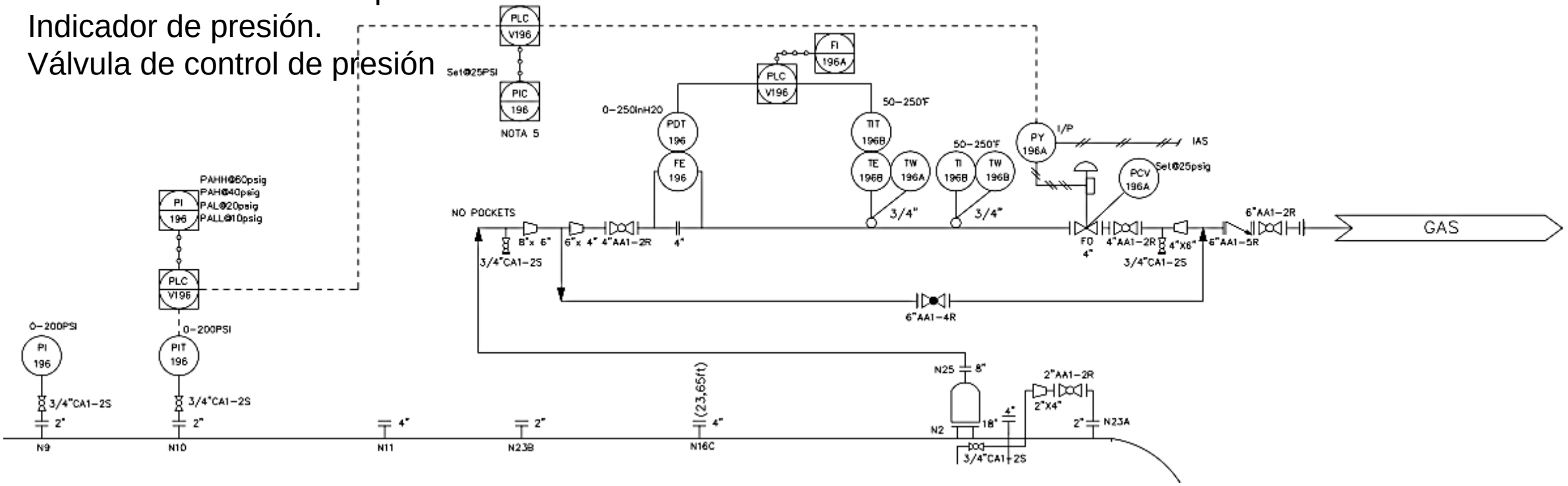


Project Name: Valvulas de control separador V-196
Trim Style: Linear
Tag Name: LCV-196B
Flow:
Product: ET
Size: 6 Inch
Body Style: Globe
Port Diameter: 7 Inch
Travel: 2 Inch

Línea de gas

Después de ser separado el líquido del gas, en la sección de separación secundaria y en el extractor de niebla, el gas puede ser descargado de forma controlada al exterior del separador, siendo este procesado o quemado en un mechero.
Los instrumentos necesarios para el control de la presión del gas son las siguientes:

- Transmisor indicador de presión.
- Indicador de presión.
- Válvula de control de presión



Transmisor de presión

- Siempre existe una presión óptima a la cual debe trabajar un separador para que pueda realizar la correcta separación entre gas, crudo y agua; por lo que es necesario evitar que la presión varíe drásticamente.
- Para controlar la presión del recipiente se utiliza el transmisor de presión PIT-196, el cual utiliza como elemento primario de medición elástica tipo diafragma, que permite obtener una relación casi lineal en un intervalo de medida.

Tag:		PIT-196
Servicio:		Transmitir la presión del separador
Unidades:		PSI
Rango requerido	**Limite inf:**	0
	Limite sup:	200
Principio de medición:		Diafragma
Rango disponible	**Limite inf:**	-15
	Limite sup:	600
Señal de salida:		4 - 20 mA
Área eléctrica:		Clase1, División 1
Conexión al proceso:		1/2" NPT
Fabricante:		Endress Hauser
Modelo:		CERABAR S PMP71 -TBC1SE1RDAAAZ1

Indicador de presión

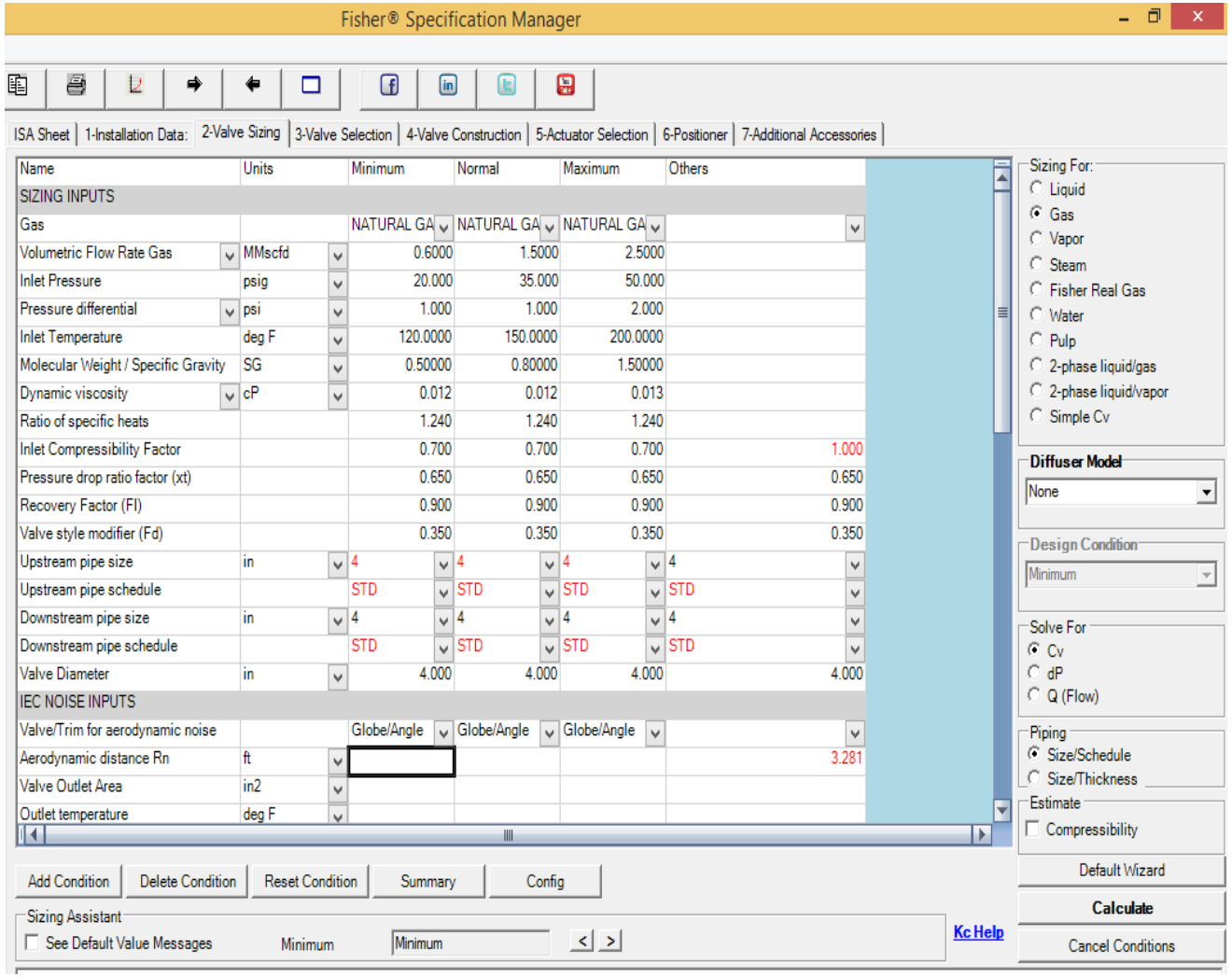
- Un transmisor de presión debe ser complementado con un medidor de presión análogo, incluso si el transmisor está equipado con un indicador de salida.
- Los materiales deben ser seleccionados para resistir la corrosión del fluido de proceso y las condiciones ambientales.
- El acero inoxidable 316 es el material más utilizado en servicio corrosivo para los elementos, tomas de corriente y otras partes húmedas, según la norma API 551 “Process Measurement Instrumentation”, sección 4

Tag:		PI-196
Servicio:		Indicar la presión del separador
Unidades:		PSI
Principio de medición:		Bourdon
Tamaño de la carátula:		4.5"
Rango requerido	**Limite inf:**	0
	Limite sup:	150
Temperatura de Operación:		25
Rango disponible	**Limite inf:**	0
	Limite sup:	200
Fabricante:		Ashcroft
Modelo:		45-1379-SS-04L-XGV-XSG-XNH-200#

Válvula de control de presión de gas

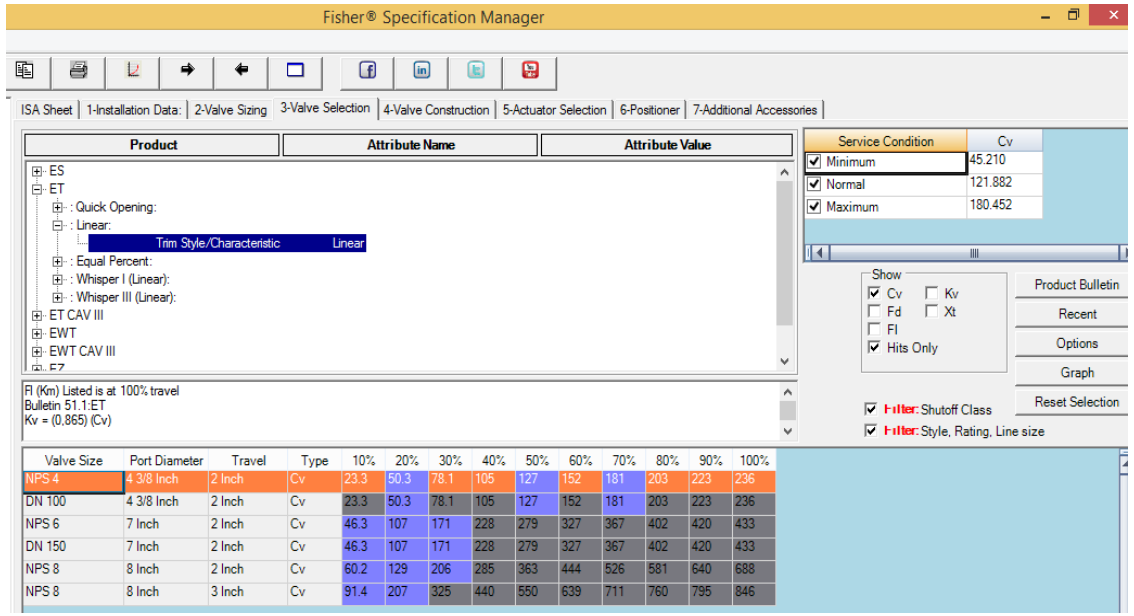
- Para elegir la válvula de control de nivel de gas, se necesita conocer los datos de trabajo de la línea de gas

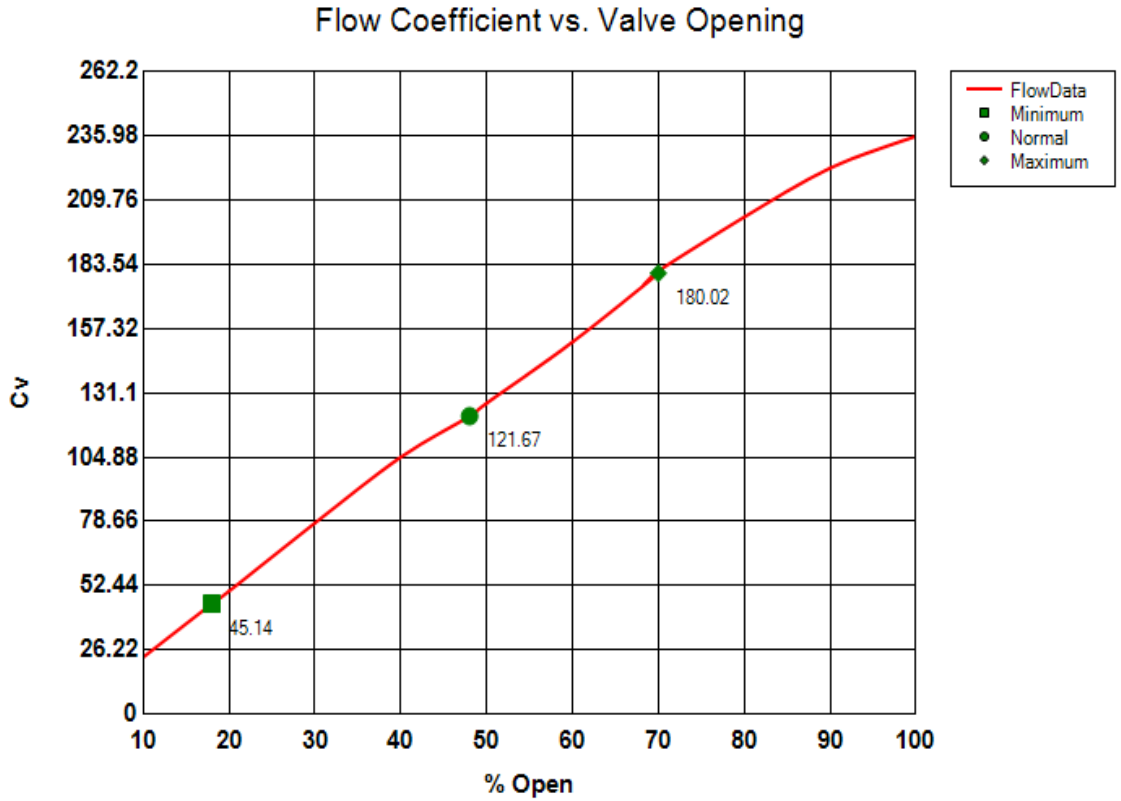
CONDICIONES:	MIN	NORM	MAX
Presión (PSIG):	20	35	50
ΔP (PSIG):	0	1	2
Temperatura (°F):	120	150	200
Specific heat ratio:	0,8	1	1,2
Caudal (MMSCFD):	1	2	2,5
Viscosidad (cP):	0,012	0,012	0,012



Válvula de control de presión de gas

- Se escoge la válvula de control de globo tipo ET de 4 pulgadas, porque trabaja entre el 20% de apertura para el caudal mínimo y el 70% de apertura para el caudal máximo.





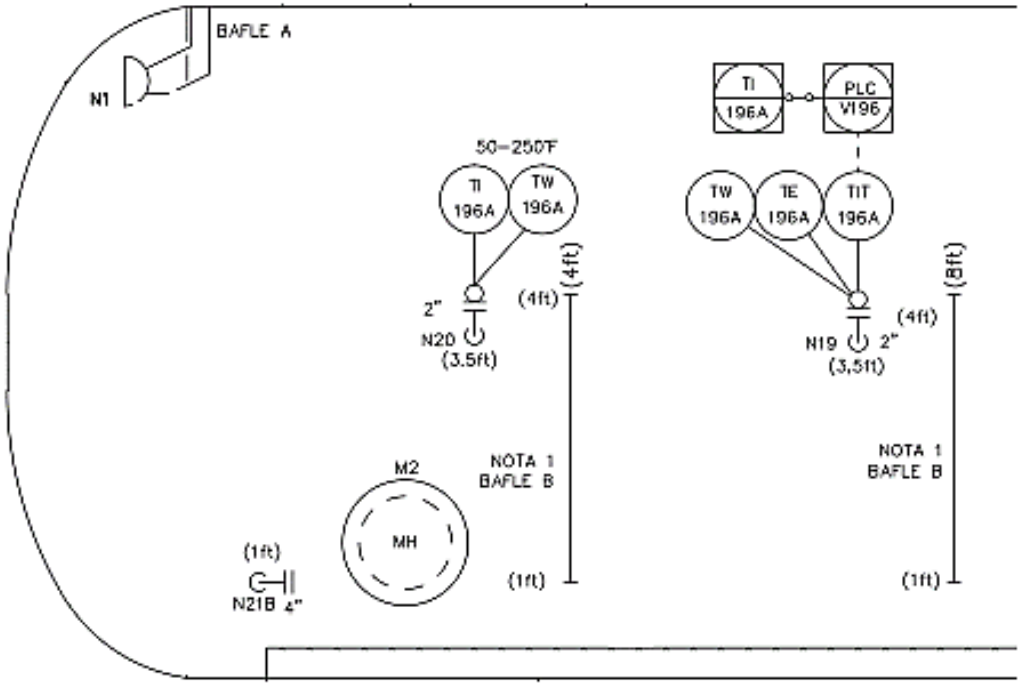
Project Name: Valvulas de control separador V-196
Trim Style: Linear
Tag Name: PCV-196A
Flow:
Product: ET
Size: 4 Inch
Body Style: Globe
Port Diameter: 4 3/8 Inch
Travel: 2 Inch

Instrumentos de monitoreo

Dentro del proceso existen otras variables que a pesar de no estar en un lazo de control necesitan ser monitoreadas, ya que permiten obtener datos del comportamiento del proceso.

Para monitorear la temperatura del separador en sitio se dispone de:

- Transmisor indicador de temperatura.
- Indicador de temperatura.



Transmisor indicador de temperatura

El separador cuenta con un transmisor indicador de temperatura en la sección primaria, para medir la temperatura dentro del recipiente.
Según el rango de temperatura de medición del separador se puede escoger entre RTD o termopar.

Las RTD de platino conocidas como Pt100 cumple con todas las especificaciones necesarias para el separador trifásico de crudo, con una sensibilidad que permanece constante para temperaturas altas y bajas de 0,39 Ω/°C con un rango útil de medición de -260 a 850°C. Tiene una salida lineal, son mas estables.

Tag:		TIT-196A
Servicio:		Transmitir la temperatura del separador
Unidades:		°F
Longitud de inserción (U):		18"
Principio de medición:		RTD Pt 100
Rango requerido	**Limite inf:**	50
	Limite sup:	250
Temperatura de Operación:		110
Rango disponible	**Limite inf:**	-58
	Limite sup:	392
Señal de salida:		4 - 20 mA
Área eléctrica:		Clase1, División 1
Conexión al instrumento :		1/2" NPT
Fabricante:		Endress Hauser
Modelo del sensor:		RTD T13-E3A28X2CHIKB1
Modelo del transmisor:		TMT142-F21131DKA1

Indicador de temperatura

Para visualizar la temperatura del separador en sitio se utiliza un termómetro bimetálico que es un instrumento que utiliza el fenómeno de cambios volumétricos, para su funcionamiento.

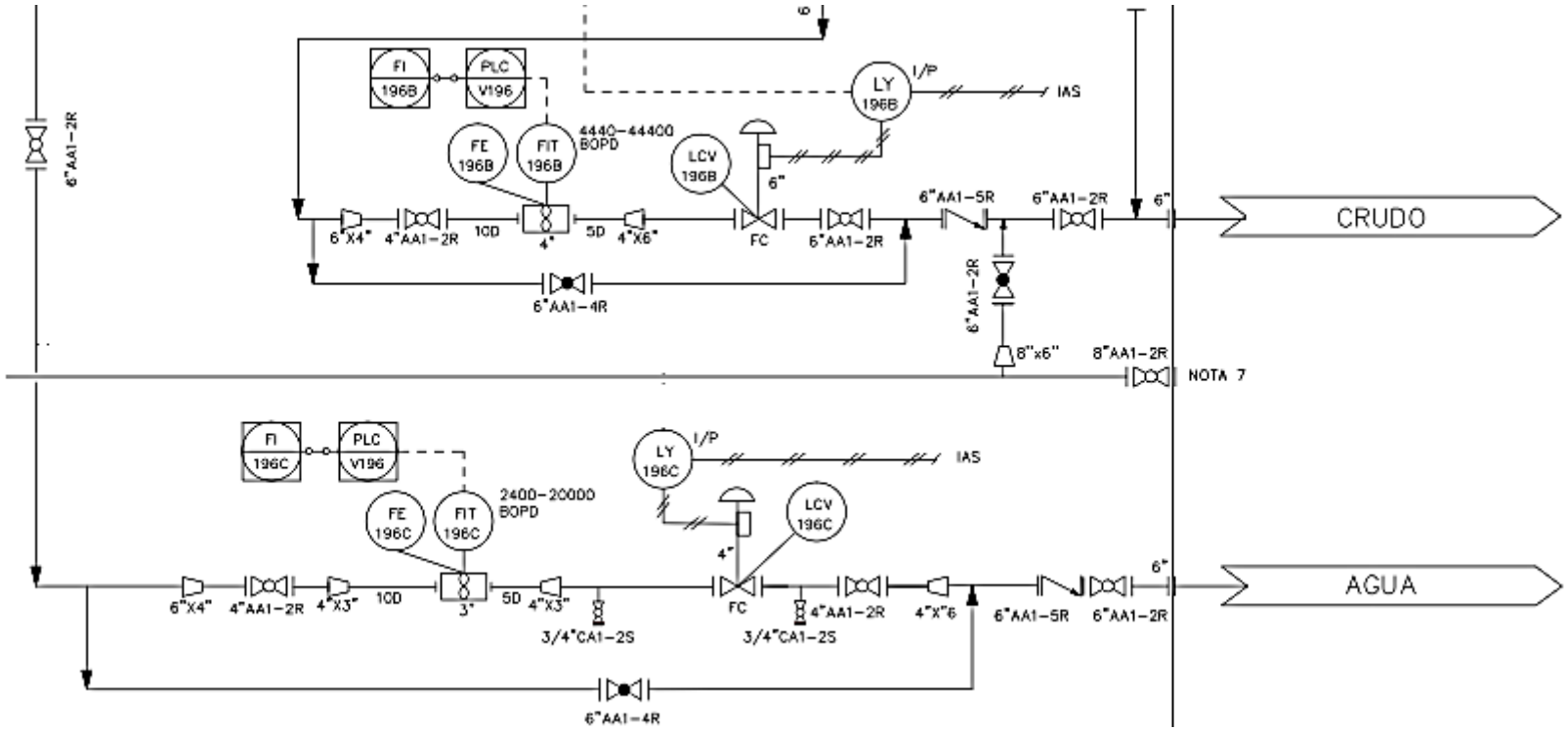
Tag:		TI-196A
Servicio:		Indica la temperatura del separador
Unidades:		°F
Material:		316SS (acero inoxidable)
Tamaño de la carátula:		5"
Longitud del vástago		15"
Rango requerido	**Limite inf:**	50
	Limite sup:	250
Temperatura de Operación:		110
Rango disponible	**Limite inf:**	50
	Limite sup:	300
Conexión al instrumento :		1/2" NPT ángulo ajustable
Fabricante:		Wika
Modelo:		52150D208G4

Instrumentos de monitoreo

Otra variable que debe ser monitoreada es el flujo que circula a través de las líneas de salida del separador, para cuantificar la producción de agua, crudo y gas que se obtiene a la salida del separador, estos valores servirán para tener una idea general de la producción de un pozo.

Entonces para determinar la cantidad de flujo en las tubería de salida de agua y crudo se dispone de:

- Elementos primarios de flujo
- Transmisores de flujo



Elemento primario de flujo tipo turbina

Al momento de seleccionar el medidor de flujo se debe considerar factores como, el rango, exactitud, tipo de fluido, costo. Los medidores de flujo tipo turbina son los recomendados para la medición de crudo fuera de especificaciones (en puntos intermedios del proceso) o agua de producción (agua de formación), de acuerdo al estándar API 551 (Process Measurement Instrumentation), sección 2.3.4 [20]. Adicionalmente estos medidores tienen características lineales, amplio rango de trabajo y rápida respuesta

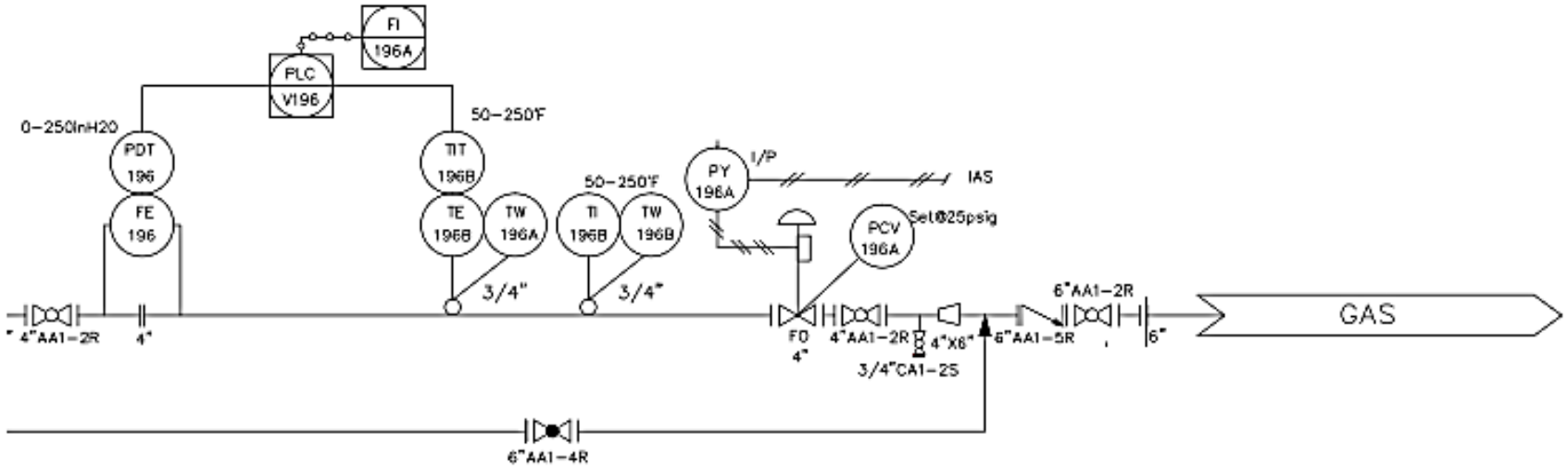
Tag:		FE-196C
Servicio:		Medidor de flujo de agua
Tamaño de la línea:		3"
Unidades:		BFPD
Rango requerido	**Limite inf:**	2400
	Limite sup:	20000
Principio de medición:		Turbina
Rango disponible	**Limite inf:**	2400
	Limite sup:	24000
Linealidad:		0,15%
Fabricante:		Daniel
Modelo:		S15000T 03ADC1AA4DBDJA

Instrumentos de monitoreo

Sobre la tubería de gas se dispone de los siguientes instrumentos:

- Placa orificio
- Transmisor de presión diferencial
- Trasmisor indicador de temperatura

Estos instrumentos entregan los datos necesarios para realizar el cálculo correspondiente para la compensación de flujo de gas.

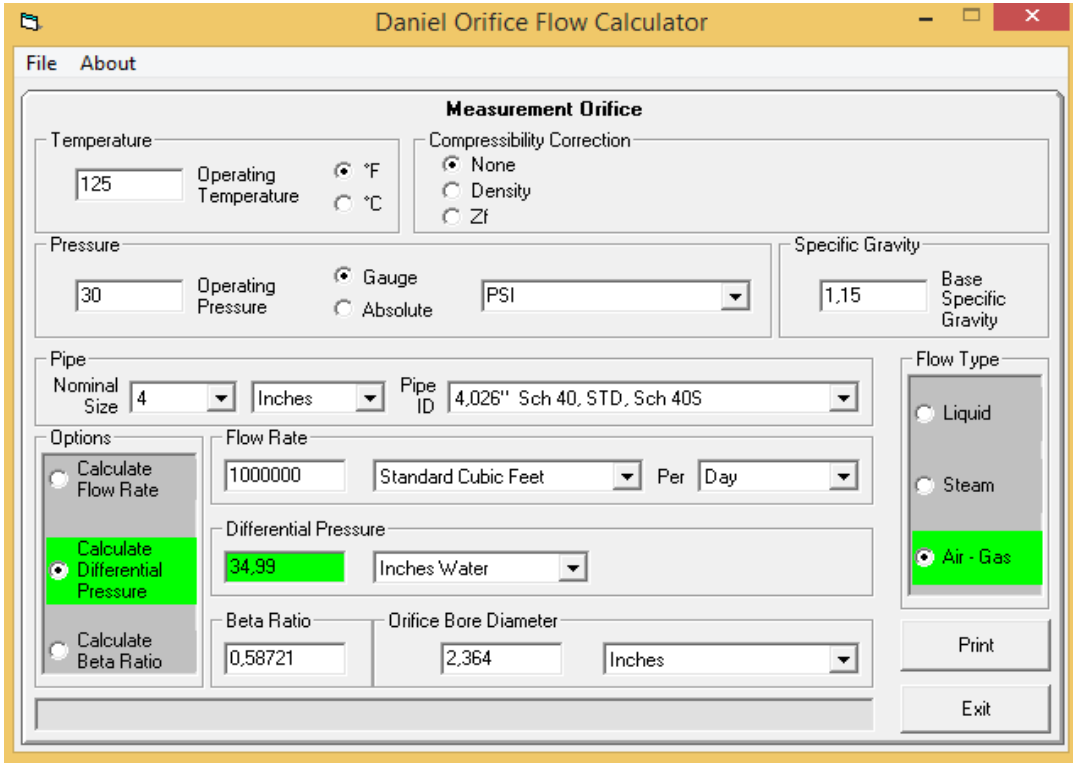


Placa Orificio

El medidor de flujo por presión diferencia más utilizado por su sencillez de construcción, bajo costo y fácil funcionamiento es la placa orificio.

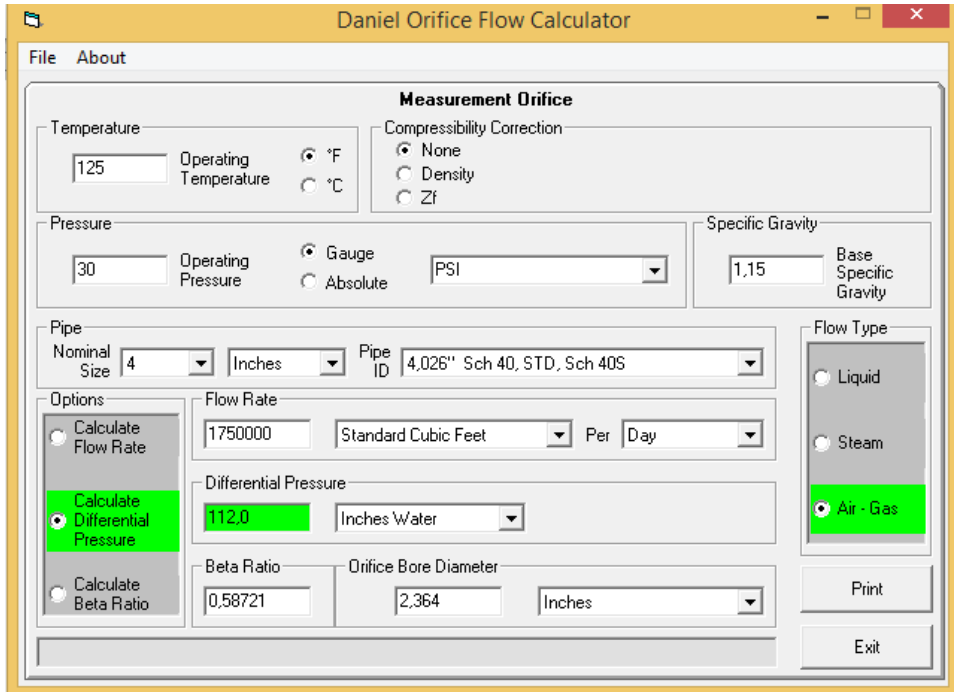
Para el cálculo de la placa orificio se utilizan varias normas entre las cuales esta; la norma ASME MFC-3M (1989) Measurements of Fluid Flow in Pipes Using Orifice, Nozzle and Venturi. El software que cumple con esta norma para el cálculo de la placa orificio es Daniel Orifice Flow Calculator.

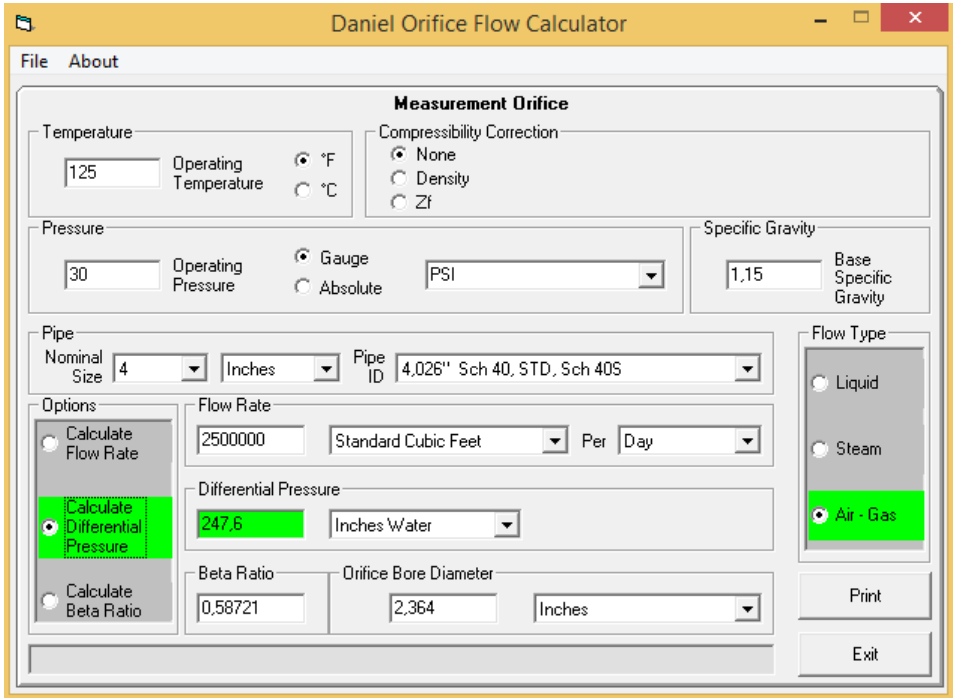
Con un flujo de gas mínimo, normal y máximo de 1, 1.75 y 2.5MMSCFD respectivamente, y para un tamaño de línea de 4 pulgadas, podemos obtener los siguientes resultados



Placa Orificio

Con un flujo de gas mínimo, normal y máximo de 1, 1.75 y 2.5MMSCFD respectivamente, y para un tamaño de línea de 4 pulgadas, podemos obtener los siguientes resultados:





Placa Orificio

Según los datos de proceso que se utilizaron para el dimensionamiento de la placa, y sus características geométricas como el diámetro de tubería (D) en la que va a ser instalada que es de 4.026 pulgadas, el diámetro de orificio (d) con un valor de 2.36 pulgadas, y un valor de beta (d/D) o llamado también relación de diámetros, aproximado de 0.58.

DANIEL®

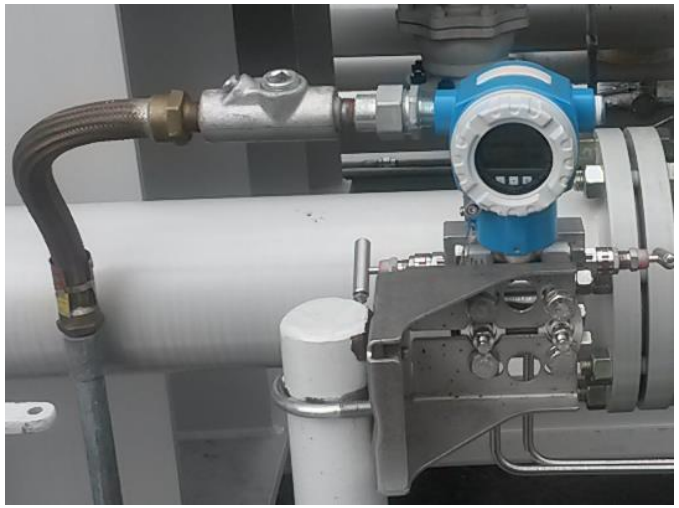
Orifice calculation for Bore size - Flange Taps - Gas

Customer: fit
Tag:

Flow Rate	1,000,000.00	Standard Cubic Feet/Day
Differential Pressure	35.29	Inches Water
Operating Temperature	125.00	Deg F
Operating Pressure	30.00	PSI (gauge)
Base Specific Gravity	1.15	
Compressibility Factor:		
Zf	1.00000	(assumed)
Pipe Diameter	4.026	Inches
Bore Diameter (approximate)	2.360	Inches
Beta (approximate)	0.58611	

Trasmisor Diferencial de presión

La forma en que la diferencia de presión es medida es importante, el procedimiento normal es usar un transductor de diferencia de presión de diafragma.

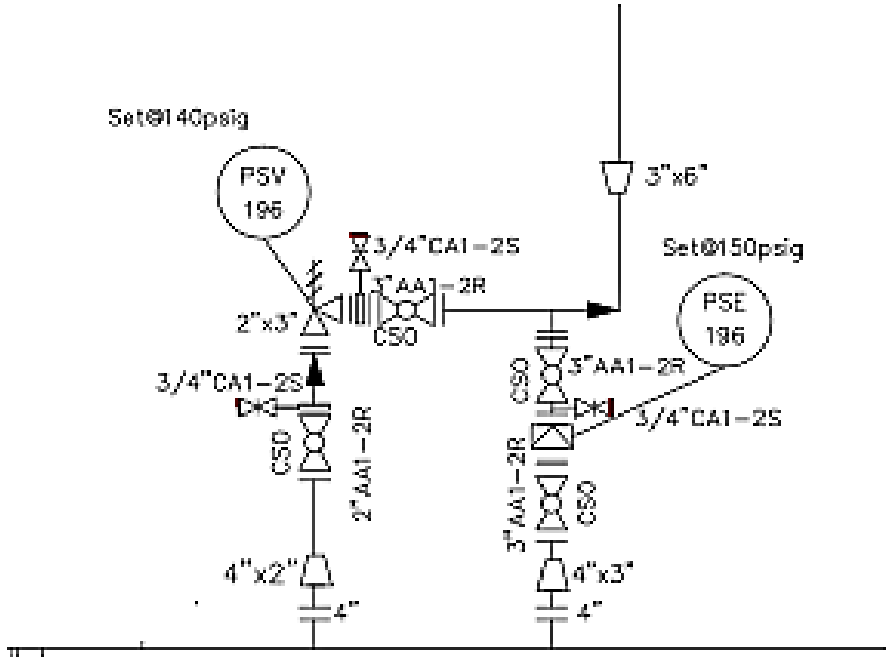


Tag:		PDT-196
Servicio:		Presión diferencial del separador
Unidades:		inH2O
Rango requerido	Limite inf:	0
	Limite sup:	250
Principio de medición:		Diafragma
Rango disponible	Limite inf:	-1200
	Limite sup:	1200
Señal de salida:		4 - 20 mA
Área eléctrica:		Clase1, División 1
Conexión al proceso:		1/2" NPT
Fabricante:		Endress Hauser
Modelo:		DELTABAR S PMD75-TBC8HE1DAUAZ1

Instrumentos para eventos de seguridad

Todos los separadores independientemente del tamaño o la presión, deben estar provistos de dispositivos de protección de presión fijados de acuerdo con los requerimientos del código ASME (Sociedad America de Ingenieros Mecanicos). Para suministrar la capacidad necesaria de alivio cuando exista una **sobrepresión** se puede utilizar múltiples dispositivos como:

- Válvula de alivio de presión
- Disco de ruptura.



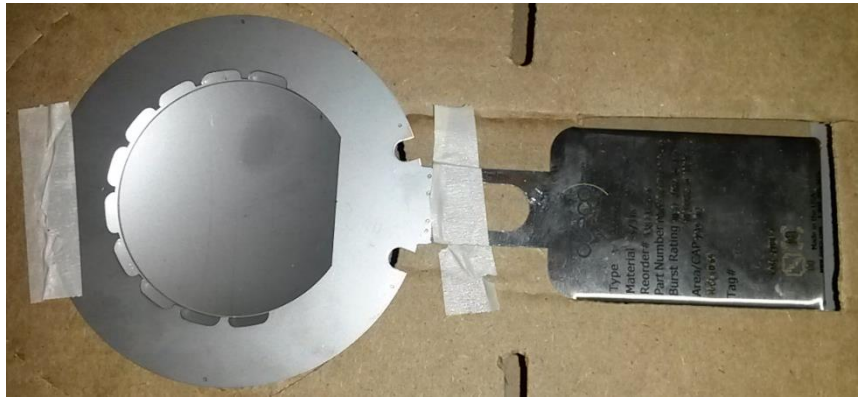
Válvula de Alivio

Las válvulas de seguridad de alivio de presión están diseñadas para evacuar el gas cuando aumenta la presión interna del fluido en un recipiente confinado, es decir cuando sobrepasa la presión de tarado, evitando así una explosión

Tag:		PSV-196
Servicio:		Alivio de presión de separador
Tipo de conexión:		Bridada
Tamaño	Entrada:	2"
	Salida:	3"
Presión de operación:		35 PSI
Presión de alivio:		140 PSI
Temperatura de operación:		150 °F
Tasa de flujo:		2,5 MMSCFD
Fabricante:		LESER
Modelo:		5262,1622

Disco de Ruptura

- El Código ASME, Sección VIII, División 1, permite el uso de discos de ruptura en combinación con válvulas de seguridad. Se utilizan para sellar el sistema, y proporcionar protección contra la corrosión para la válvula, y para reducir su mantenimiento.
- Se utiliza un disco de ruptura de acción inversa marca Oseco modelo PRO + KRLG, fabricado de acero inoxidable 316, con una conexión entre bridas ANSI 150, para un tamaño de la tubería 3". La presión de rotura es 150 PSI y la temperatura de ráfaga 100°F, para una presión normal de funcionamiento 35 PSI.

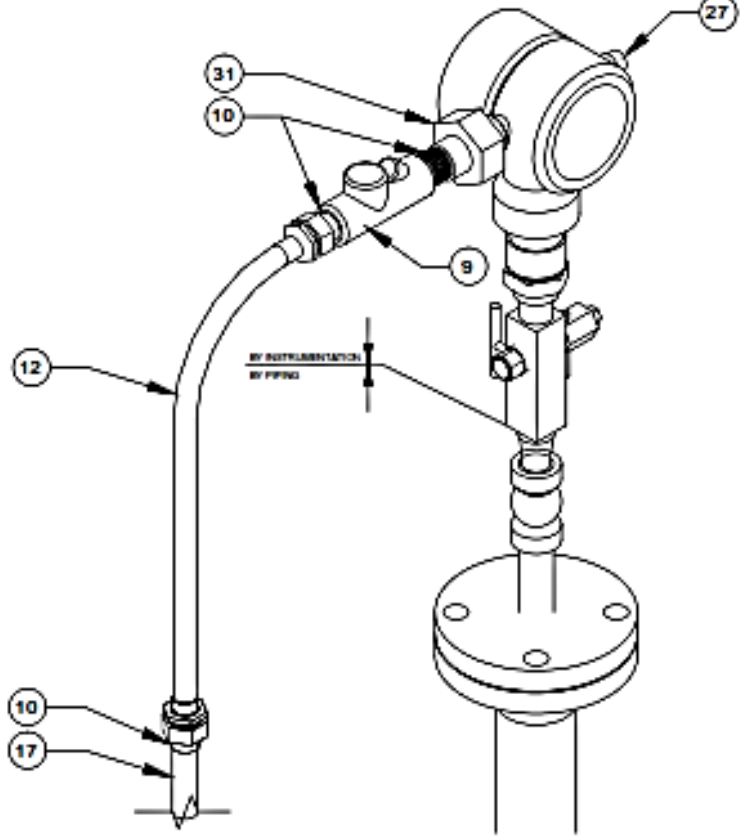


Interruptores de nivel de líquido en el separador

- Se instalan para detectar un nivel de líquido específico, los más utilizados son los de tipo flotador que al detectar el nivel de líquido requerido producen una salida eléctrica. La salida eléctrica puede activar alarmas, electroválvulas.

- Para el separador se requiere de un interruptor de alto nivel, LSHH-196 instalado a una altura de 6 pies, y un interruptor de bajo nivel, LSLL-196 ubicado a una altura de 8 pulgadas de la base del recipiente.

Montaje de Instrumentos



TIPICO-01

TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION

No.	TAG	DESCRIPCION	MARCA	MODELO
2	PIT-196	TRANSMISOR DE PRESION, 4-20 mA Hart, 1/2" MNPT PROCESO, 1/2" FNPT ELECTRICO, 0-200 PSIG, INCLUYE VALVULA MANIFOLD	ENDRESS HAUSER	CERABAR S PMP71

MATERIAL CONDUIT					
No.	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	MODELO
27	1	EA	TAPON CUADRADO DE 1/2"	CROUSE HIND	PLG15
12	1	EA	ACOPLE FLEXIBLE 1/2" MACHO-MACHO, LONG. 15"	CROUSE HIND	ECGJH-115
10	3	EA	REDUCCION 3/4" MACHO A 1/2" HEMBRA	CROUSE HIND	RE-21
9	1	EA	SELLO CORTA FUEGOS VERTICAL - HORIZONTAL, 3/4" HEMBRA/MACHO	CROUSE HIND	EYS-216
17	1	EA	CONDUIT METALICO RIGIDO 3/4", LONG 3mts	—	—
31	1	EA	UNION UNIVERSAL DE 1/2"	CROUSE HIND	UNY-105SA

Análisis de Resultados

Pruebas FAT (Pruebas de aceptación en fábrica)

Todos los instrumentos adquiridos tienen certificados de calibración, para su instalación en el separador, se procede a la comprobación de los instrumentos más críticos, estos son los siguientes:

- Válvulas de control
- Transmisores de nivel

Análisis de Resultados

Pruebas a válvula de control de agua

Para la realización de las pruebas a la válvula de nivel de agua, es necesario la utilización de los siguientes instrumentos:

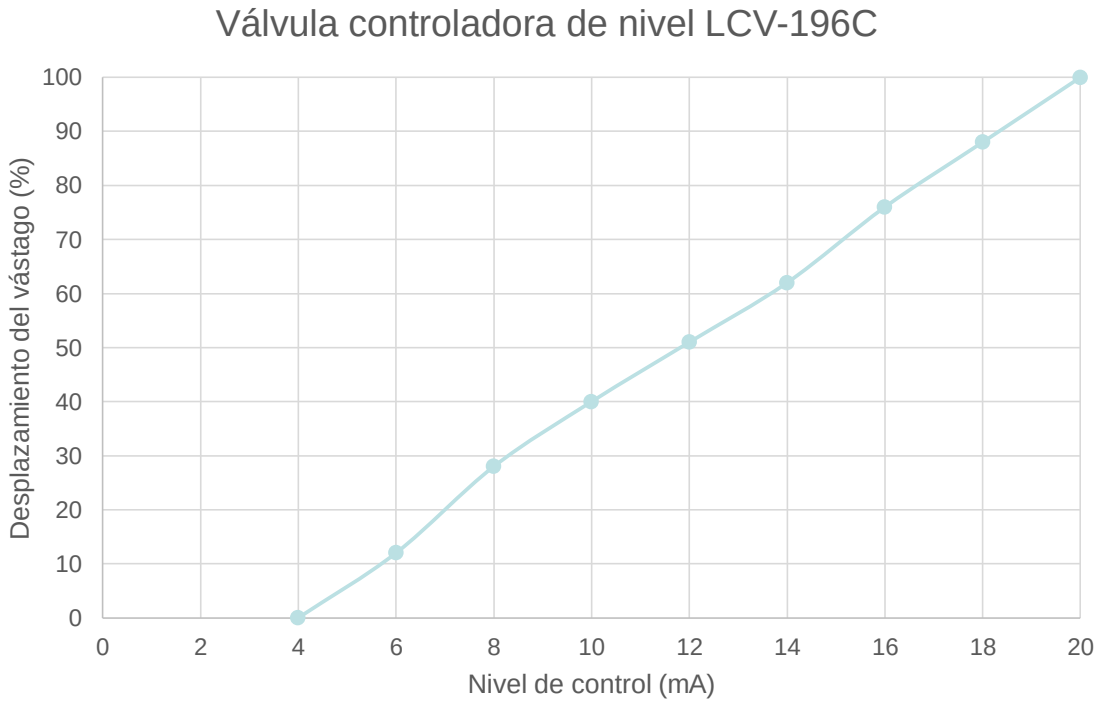
- Calibrador de procesos (Fluke 754) que permita simular un transmisor de 4 a 20 mA.
- Conversor de corriente a presión, este dispositivo necesita una fuente de alimentación neumática de 25 PSI para generar una señal de salida de 3 a 15 PSI proporcional a la señal eléctrica de control de 4 a 20 mA proporcionada por el calibrador.
- Elemento final de control (válvula) que recibe la señal neumática y mueve el obturador con relación al asiento para determinar el porcentaje de apertura y cierre de la válvula de control.

Análisis de Resultados

Pruebas a válvula de control de agua

La prueba realizada a la válvula de control de nivel de agua, permite analizar su linealidad en el desplazamiento del vástago, obteniendo como resultado que la válvula es proporcional a una respuesta lineal.

Nivel de control (mA)	Desplazamiento del vástago (%)
4	0
6	12
8	28
10	40
12	51
14	62
16	76
20	100

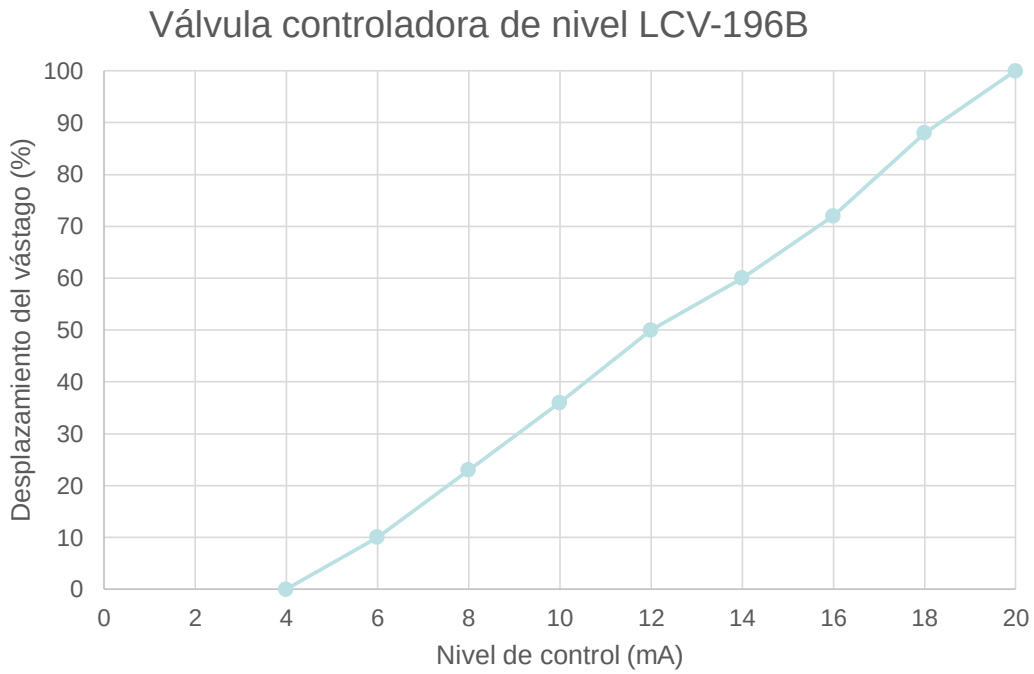


video

Análisis de Resultados

Pruebas a válvula de control de crudo

Nivel de control (mA)	Desplazamiento del vástago (%)
4	0
6	10
8	23
10	36
12	50
14	60
16	72
18	88
20	100

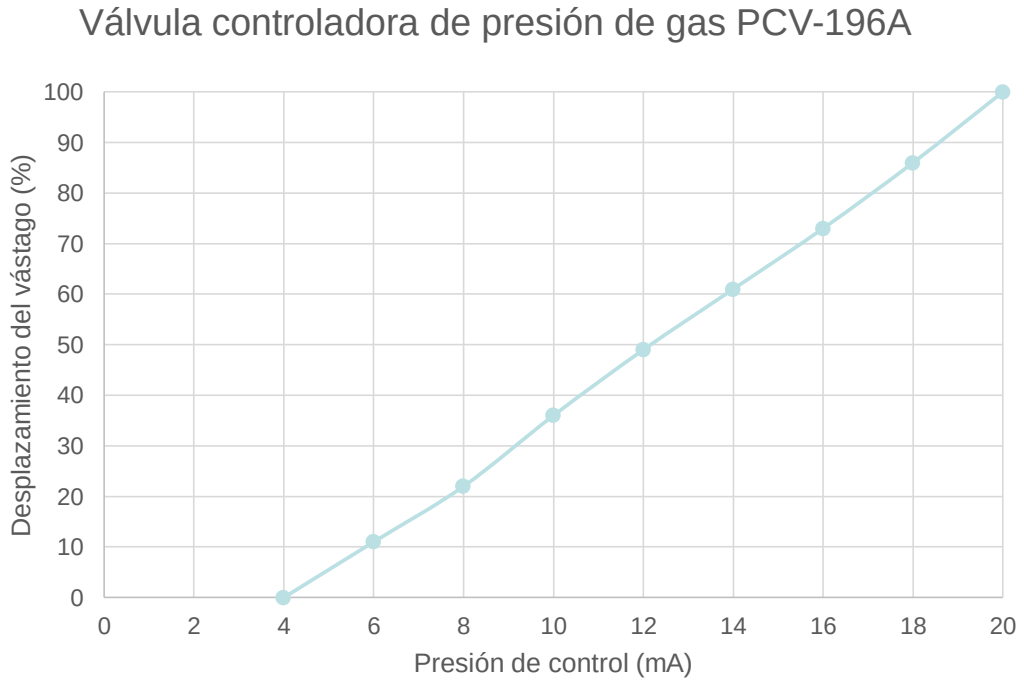


video

Análisis de Resultados

Pruebas a válvula de control de gas

Presión de control (mA)	Desplazamiento del vástago (%)
4	0
6	11
8	22
10	36
12	49
14	61
16	73
18	86
20	100



Análisis de Resultados

Pruebas al transmisor de nivel de interface

Para la realización de las pruebas al transmisor de nivel de interface se procede de la siguiente manera:

- Energizar el transmisor con una fuente de 24 Vdc y una resistencia en serie de 250Ω.
- Colocar un elemento patrón que mida el nivel del trasmisor, en este caso se conecta una mirilla en el trasmisor
- Introducir el fluido en la jaula del transmisor de forma gradual, para anotar los resultados.

Transmisor de Nivel (in)	Indicador de Nivel (in)	Error (%)
0	0	0,00
8,25	8,3	0,60
10,12	10,18	0,59
11,8	11,95	1,26
32	32,1	0,31
	TOTAL:	0,55

Análisis de Resultados

Pruebas al transmisor de nivel de crudo

Para la realización de las pruebas al transmisor de nivel de interface se procede de la siguiente manera:

- Energizar el transmisor con una fuente de 24 Vdc y una resistencia en serie de 250Ω.
- Colocar un elemento patrón que mida el nivel del trasmisor, en este caso se conecta una mirilla en el trasmisor
- Introducir el fluido en la jaula del transmisor de forma gradual, para anotar los resultados.

Transmisor de Nivel (in)	Indicador de Nivel (in)	Error (%)
0	0	0,00
23,17	23,3	0,56
35,12	35,28	0,45
48	48,5	1,03
	TOTAL:	0,51

Análisis de Resultados

Pruebas SAT (Pruebas de Aceptación en Sitio)

- Las pruebas en sitio que se realizan es la comprobación de la matriz causa efecto, se procede a establecer parámetros que permitan condicionar al proceso para cada una de las causa de la matriz.

- Para verificar la respuesta del sistema a presiones superiores al valor de la presión máxima permitida, se establece un set point superior a la presión máxima de operación

PARÁMETROS	VALORES
Alarma de alta presión (PSI)	40
Alarma de baja presión (PSI)	20
Presión de operación (PSI)	25
Set point (PSI)	42

Análisis de Resultados

Pruebas SAT (Pruebas de Aceptación en Sitio)

Para altas presiones:

- Cuando la presión llega a superar el valor máximo permitido (alarma de alta presión), el proceso es interrumpido de inmediato, se despliega una alarma visible y la válvula de control de presión PCV-196A se abre al 100% para permitir la salida del flujo de gas y reducir la presión, la válvula de shutdown SDV-196A se cierra para bloquear el ingreso de flujo al separador y la válvula SDV-196B se activa para habilitar la línea de bypass.

PARÁMETROS	VALORES
Alarma de alta presión (PSI)	40
Alarma de baja presión (PSI)	20
Presión de operación (PSI)	25
Set point (PSI)	42

Análisis de Resultados

Pruebas SAT (Pruebas de Aceptación en Sitio)

Para un nivel de líquido alto:

- Cuando el nivel de flujo del recipiente en la sección primaria supera el valor máximo permitido (alarma de alto nivel), se despliega una alarma visible para que el operador en los próximos minutos pueda realizar acciones correctivas, si el nivel de flujo sigue aumentando y activa el interruptor de alto nivel LSHH-196, la válvula SDV-196A se cierra para evitar derrame y la válvula SDV-196B se activa habilitando la línea de bypass.

PARÁMETROS	VALORES
Alarma de alta presión (PSI)	40
Alarma de baja presión (PSI)	20
Presión de operación (PSI)	25
Set point (PSI)	42

video

Análisis de selección del proveedor

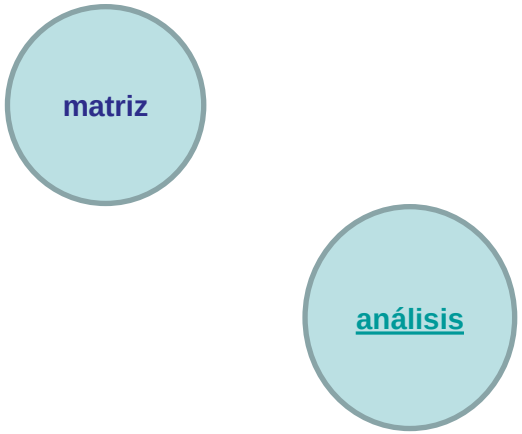
Para elegir el mejor proveedor de cada instrumento, se utiliza una Matriz de Selección, esta es una herramienta que ayuda a tomar decisiones en equipo, utilizando criterios ponderados y acordados.

Criterios de selección.

- Dentro de los criterios importantes a considerarse en la selección de los instrumentos son:
- Características técnicas
- Costo
- Tiempo de entrega

Ponderación de los factores

- 10 = Mucho más importante
- 5 = Más importante
- 1 = Igual
- 1/5 = Menos importante
- 1/10 = Mucho menos importante



Separador trifásico de 20000BPD

Conclusiones

- La implementación de un sistema de instrumentación para el separador trifásico ayuda a que el separador tenga un mejor rendimiento, evitando errores por manipulación de parte del operador, aumenta la seguridad en la operación, y garantiza un tiempo de residencia y presión adecuadas para una separación óptima de las fases.
- La determinación de las condiciones operativas del separador es importante para su diseño, ya que de estos parámetros dependen las dimensiones del recipiente y de los instrumentos a instalarse.
- El separador trifásico en estudio, es adecuado para lograr la separación cuando se encuentra operando a una presión de 25 PSI y a una temperatura de 110°F.

Conclusiones

- La realización de una matriz de causa y efecto muestra de manera resumida el sistema de seguridad implementado en el proceso, y resulta una herramienta eficiente para la fiscalización del sistema.
- La válvula de alivio y el disco de ruptura funcionan paralelamente y son activados antes de que la presión del recipiente exceda su valor máximo y están seleccionadas acorde con las prácticas de la API 520/521.
- Para la medición de flujo de gas, se obtuvo que el mejor instrumento es la placa orificio, acoplado a un transmisor de presión diferencial, ya que no es una variable de control si no de monitorio, no se necesita una alta precisión, sus ventajas ante otros instrumentos de flujo son el bajo costo y mantenimiento y tiene una exactitud del $\pm$2%.
- Las válvulas de control deben estar dimensionadas de modo que trabajen entre el 17% y el 90% de su apertura.

Conclusiones

- Para la medición de nivel de interface y crudo, se adoptó un medidor de tipo desplazamiento que tiene una cámara o jaula como sistema no intrusivo que facilita su mantenimiento.
- Una válvula de control de tamaño correcto logra un control muy eficiente a un costo razonable. Una válvula muy pequeña no dejará pasar el volumen requerido, por el contrario si es muy grande, costará más que una pequeña del tamaño adecuado y quizás no controlará bien, porque no se utilizará toda la gama de control o se puede dañar la válvula si se la hace funcionar muy cerca de su posición cerrada.
- Las válvulas de shutdown son de tipo bola, son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil, no requieren lubricación y producen cierre hermético con baja torsión.

Recomendaciones

- Los instrumentos de seguridad deben ser inspeccionados con regularidad para comprobar que están trabajando correctamente. Un mantenimiento proventivo reduce el número de paradas de emergencia o de accidentes, obteniendo rentabilidad y seguridad de las instalaciones.
- Todos los instrumentos deben tener certificados de calibración para conocer el error de medida que tienen los instrumentos.
- Se debe colocar un flitro en la entrada de aire a los instrumentos para evitar el paso de impuresas. Además se debe verificar continuamente que la alimentación de aire para las válvulas sea la correcta, esto evitará que entren en su estado de fallo y el ingreso de fluido al separador se detenga.

Recomendaciones

- Las válvulas de control deben instalarse cercanas al piso o plataforma, para permitir el fácil acceso durante labores de mantenimiento y control manual.
- Se debe seguir las instrucciones dadas por el fabricante respecto a instalación y mantenimiento preventivo de cada instrumento con el objetivo de prolongar el tiempo de vida útil. De tal manera se puede tener una medición mas cercana a lo real y evitar errores.
- Se recomienda utilizar el presento proyecto como una base de selección de instrumentos, y planos de ingenieria para futuros proyectos de separadores trifasicos o bifasicos de menos o mayor capacidad.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN