

TEMA: CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO DE 1834 BARRILES POR DÍA

ESCENARIO N°1: MANEJO DE SEPARADORES DE ACUERDO A LA MÁXIMA PRODUCCIÓN DE CRUDO/ GAS/ AGUA QUE SE ESPERA RECIBIR EN CADA UNO DE LOS MÚLTIPLES DE LA NUEVA PLANTA SEGUN LA TABLA 5.4

Equipo	SEP-001	SP-0001	SP-0002	SP-0003	SP-0004	SP-0005	SP-0006	SP-0007	SP-0008	SP-0009	SC-0001
Descripción	Separador de Totales	Separador de Prueba	Scrubber de Gas								
Presión de operación (psig)	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50
Presión de operación (psia)	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20
Temperatura de operación (F)	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Temperatura de operación (R)	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00
Factor de Compresibilidad, Z	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Gravedad específica del Gas	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624
Peso molecular del gas P _M , lb/mol	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87
Constante de los Gases, R	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73
Densidad del gas ρ _G = P x P _M / (RTZ), lb/pie ³	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961
Gravedad °API del líquido	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
Gravedad °API del líquido @ Temp. Oper.	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84
Gravedad específica del líquido	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558
Corte de agua, %	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Densidad del agua @ T y P Operación, lb/pie ³	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68
Densidad del crudo ρ _L = g.e. x ρ H ₂ O, lb/pie ³	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64
K para un separador vertical con extractor de neblina	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Velocidad terminal V _t = K √((ρ _L - ρ _G) / ρ _G), pies/s	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260
Velocidad terminal 100% de la calculada, pies/s	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260
Flujo Volumétrico de Gas, MMPCND	2.0620	0.2480	0.1950	0.2640	0.1280	0.1200	0.4884	0.1900	0.1900	0.2390	4.1244
Flujo Másico de Gas M _G = Q x 106 x P _M / (379 x 24 x 3600), lb/s	1.1882	0.1429	0.1124	0.1521	0.0738	0.0692	0.2814	0.1095	0.1095	0.1377	2.3767
Flujo Volumétrico de Gas Q _G , pies ³ /s	12.359	1.486	1.169	1.582	0.767	0.719	2.927	1.139	1.139	1.432	24.720
Área Transversal para circulación de gas A = Q _G / V _t , pies ²	1.4963	0.1800	0.1415	0.1916	0.0929	0.0871	0.3544	0.1379	0.1379	0.1734	2.9928
Diámetro calculado del separador D = √(4 x A / π), pies	1.3803	0.4787	0.4245	0.4939	0.3439	0.3330	0.6717	0.4190	0.4190	0.4699	1.9521
Diámetro calculado del separador D, pulgadas	16.56	5.74	5.09	5.93	4.13	4.00	8.06	5.03	5.03	5.64	23.42
Diámetro medido del separador, pulgadas	55.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	59.00
	equipo de mayor capacidad por botella										
Altura de la columna de gas A _G = 4 x Q _G / (π x V _t x D), pies	1.380	0.479	0.424	0.494	0.344	0.333	0.672	0.419	0.419	0.470	1.952
Caudal de líquido circulante q _F , barriles/día	2203.90	137.20	105.40	125.00	136.50	123.00	291.10	475.00	474.90	336.00	1183.02
Tiempo de retención del líquido ajustado por su °API, min	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Volumen de líquido por tiempo de retención V _L = q _F t / 1440, barriles	4.5915	0.2858	0.2196	0.2604	0.2844	0.2563	0.6065	0.9896	0.9894	0.7000	2.4646
Altura de líquido A _L = 22,46 V _L / (π D ²), pie	1.5626	0.5109	0.3925	0.4654	0.5083	0.4580	1.0839	1.7687	1.7683	1.2511	0.7289
Mínima Altura requerida del separador = A _L + A _G , pies	2.943	0.990	0.817	0.959	0.852	0.791	1.756	2.188	2.187	1.721	2.681
Relación L/D del separador	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Altura ajustada del separador por L/D, pie	16.563	5.744	5.093	5.926	4.127	3.996	8.061	5.028	5.028	5.639	23.425
Altura medida del separador, pie	9.833	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	15.092
	OK										
Densidad de la mezcla ρ _H , lb/pie ³	0.710	0.415	0.408	0.370	0.708	0.685	0.440	1.509	1.509	0.900	0.262
Flujo Volumétrico de la Alimentación Q _F , pies ³ /s	12.5014	1.4953	1.1755	1.5904	0.7760	0.7272	2.9461	1.1696	1.1696	1.4542	24.7959
Velocidad a la entrada de la alimentación V _F = 60/ √(pm), pies/s	71.23	93.09	93.92	98.69	71.30	72.51	90.46	48.84	48.84	63.24	117.18
Boquilla de Entrada Calculada D _F = √(4 Q _F / (π V _F)), pulgadas	5.6727	1.7161	1.5149	1.7189	1.4127	1.3560	2.4437	2.0954	2.0953	2.0533	6.2287
Boquilla de Entrada Observada en el equipo, pulgadas	8.3030	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	6.3450
	OK										
Velocidad a la salida del gas V _{GF} = 60/ √(p _G), pies/s	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50
Boquilla de Salida de Gas D _G = √(4 Q _G / (π V _{GF})), pulgadas	3.4220	1.1868	1.0523	1.2244	0.8526	0.8255	1.6654	1.0388	1.0388	1.1650	4.8397
Boquilla de Salida de Gas Observada en el equipo, pulgadas	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630
	Ok	capacidad del equipo limitada por esta boquilla									
Velocidad a la Salida del Líquido, pie/s	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	4.30	4.30	4.30	4.30	3.30
Boquilla de Salida de Líquido D _L = √(4 Q _L / (π V _L)), pulgadas	2.8212	0.7039	0.6170	0.6719	0.7021	0.6665	0.8982	1.1474	1.1473	0.9650	2.0670
Boquilla de Salida de Líquido Observada en el equipo, pulgadas	4.2630	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210
	Ok										

Nota:

1.- Los datos son según la tabla 5.4 : Producción Máxima de Fluidos a Separadores.

TEMA: CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO DE 1834 BARRILES POR DÍA

ESCENARIO N°2: MANEJO DE SEPARADORES DE ACUERDO A LA MÁXIMA PRODUCCIÓN DE CRUDO/ GAS/ AGUA QUE SE ESPERA RECIBIR EN CADA UNO DE LOS MÚLTIPLES DE LA NUEVA PLANTA SEGUN LA TABLA 5.7

Equipo	SEP-001	SP-0001	SP-0002	SP-0003	SP-0004	SP-0005	SP-0006	SP-0007	SP-0008	SP-0009	SC-0001
Descripcion	Separador de Totales	Separador de Prueba	Scubber de Gas								
Presión de operación (psig)	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50
Presión de operación (psia)	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20	29.20
Temperatura de operación (F)	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Temperatura de operación (R)	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00
Factor de Compresibilidad, Z	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Gravedad específica del Gas	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624
Peso molecular del gas P _M , lb/mol	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87	18.87
Constante de los Gases, R	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73	10.73
Densidad del gas ρ _g = P x P _M / (RTZ), lb/pie ³	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961	0.0961
Gravedad °API del liquido	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
Gravedad °API del liquido @ Temp. Oper.	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84
Gravedad específica del liquido	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558	0.8558
Corte de agua, %	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Densidad del agua @ T y P Operación, lb/pie ³	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68	62.68
Densidad del crudo ρ _l = g.e. x ρ H ₂ O, lb/pie ³	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64
K para un separador vertical con extractor de neblina	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Velocidad terminal V _t = K √((ρ _l - ρ _g) / ρ _g), pies/s	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260
Velocidad terminal 100% de la calculada, pies/s	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260	8.260
Flujo Volumétrico de Gas, MMPCND	1.0440	0.1160	0.1160	0.1160	0.1160	0.1160	0.1160	0.1160	0.1160	0.1160	2.0880
Flujo Másico de Gas M _G = Q x 106 x P _M / (379 x 24 x 3600), lb/s	0.6016	0.0668	0.0668	0.0668	0.0668	0.0668	0.0668	0.0668	0.0668	0.0668	1.2032
Flujo Volumétrico de Gas Q _G , pies ³ /s	6.257	0.695	0.695	0.695	0.695	0.695	0.695	0.695	0.695	0.695	12.515
Área Transversal para circulación de gas A = Q _G / V _t , pies ²	0.7576	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	1.5151
Diámetro calculado del separador D = √(4 x A / π), pies	0.9821	0.3274	0.3274	0.3274	0.3274	0.3274	0.3274	0.3274	0.3274	0.3274	1.3889
Diámetro calculado del separador D, pulgadas	11.79	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	16.67
Diámetro medido del separador, pulgadas	55.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	59.00
	equipo de mayor capacidad por botella										
Altura de la columna de gas A _G = 4 x Q _G / (π x V _t x D), pies	0.982	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	1.389
Caudal de liquido circulante q _F , barriles/día	1111.01	123.45	123.45	123.45	123.45	123.45	123.45	123.45	123.45	123.45	1111.01
Tiempo de retención del liquido ajustado por su °API, min	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Volumen de liquido por tiempo de retención V _L = q _F t / 1440, barriles	2.3146	0.2572	0.2572	0.2572	0.2572	0.2572	0.2572	0.2572	0.2572	0.2572	2.3146
Altura de liquido A _L = 22.46 V _L / (π D ²), pie	0.7877	0.4597	0.4597	0.4597	0.4597	0.4597	0.4597	0.4597	0.4597	0.4597	0.6845
Mínima Altura requerida del separador = A _L + A _G , pies	1.770	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	2.073
Relación L/D del separador	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Altura ajustada del separador por L/D, pie	11.785	3.928	3.928	3.928	3.928	3.928	3.928	3.928	3.928	3.928	16.667
Altura medida del separador, pie	9.833	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	9.080	15.092
	OK										
Densidad de la mezcla ρ _n , lb/pie ³	0.707	0.707	0.707	0.707	0.707	0.707	0.707	0.707	0.707	0.707	0.403
Flujo Volumétrico de la Alimentación Q _F , pies ³ /s	6.3292	0.7032	0.7032	0.7032	0.7032	0.7032	0.7032	0.7032	0.7032	0.7032	12.5863
Velocidad a la entrada de la alimentación V _F = 60/ √(ρ _m), pies/s	71.36	71.36	71.36	71.36	71.36	71.36	71.36	71.36	71.36	71.36	94.48
Boquilla de Entrada Calculada D _F = √(4 Q _F / (π V _F)), pulgadas	4.0326	1.3442	1.3442	1.3442	1.3442	1.3442	1.3442	1.3442	1.3442	1.3442	4.9422
Boquilla de Entrada Observada en el equipo, pulgadas	8.3030	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	6.3450
	Ok										
Velocidad a la salida del gas V _{GF} = 60/ √(ρ _g), pies/s	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50	193.50
Boquilla de Salida de Gas D _G = √(4 Q _G / (π V _{GF})), pulgadas	2.4349	0.8116	0.8116	0.8116	0.8116	0.8116	0.8116	0.8116	0.8116	0.8116	3.4435
Boquilla de Salida de Gas Observada en el equipo, pulgadas	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630	4.2630
	Ok										
Velocidad a la Salida del Liquido, pie/s	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	4.30	4.30	4.30	4.30	3.30
Boquilla de Salida de Liquido D _L = √(4 Q _L / (π V _L)), pulgadas	2.0031	0.6677	0.6677	0.6677	0.6677	0.6677	0.5849	0.5849	0.5849	0.5849	2.0031
Boquilla de Salida de Liquido Observada en el equipo, pulgadas	4.2630	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210	2.2210
	Ok										

Nota:

1.- Los datos son según la tabla 5.7 : Producción Máxima de Fluidos a Separadores.

TEMA: CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO DE 1834 BARRILES POR DÍA

CÁLCULO DE ESPESORES DE PARED DE LOS RECIPIENTES A PRESIÓN, SEGÚN EL ÍTEM 5.2.3.3

Equipo	SEP-001	SP-0001	SP-0002	SP-0003	SP-0004	SP-0005	SP-0006	SP-0007	SP-0008	SP-0009	SC-0001
Descripcion	Separador de Totales	Separador de Prueba	Scubber de Gas								
Presión de operación (psig)	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50
Presión de diseño (psig)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Temperatura de operación (F)	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Temperatura de operación (R)	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00	545.00
Diametro interior del recipiente, Di (pulg)	55.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	59.00
Radio interior del recipiente, Di (pies)	27.50	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	29.50
Factor de inspección de juntas soldadas, E _s	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Esfuerzo Máximo Permesible, S (psi)	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00	17,500.00
Sobre espesor por corrosión, c (pulg)	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Espesor de la Cabeza, t _{h cab} (pulg)	0.282	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.294
Espesor comercial de la Cabeza, t _{comercial} (pulg)	0.500	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.500
	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Espesor de la Casco, t _{s casco} (pulg)	0.283	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.294
Espesor comercial de la Casco, t _{comercial} (pulg)	0.500	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.500
	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Espesor de corrosión, t _{corr} =T _{s caso} - C	0.158	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.169
Máxima Presión Corroída, P _{corr} (psig)	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29	100.29
Máxima Presión de Diseño, P _{max} (psig)	317.60	363.83	363.83	363.83	363.83	363.83	363.83	363.83	363.83	363.83	296.11

Nota: Ver Hoja de Datos ubicados en el Anexo 2.

TEMA: CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO DE 1834 BARRILES POR DÍA

CÁLCULO DE ESPESORES DE PARED DE LOS RECIPIENTES A PRESIÓN, SEGÚN EL ÍTEM 5.2.3.3

Equipo	Tks-0001	Tks-0002
Descripcion	Tanque de Totales	Tanque de Prueba
Volumen (Barriles)	2,100.000	330.000
Temperatura (F)	59.000	59.000
Gravedad Especifica, G	0.855	0.855
Corrosión Permesible, ca (pulg)	0.0625	0.0625
Velocidad de Viento (km/hr)	65.000	65.000
Diámetro (pies)	28.2	15.7
Altura (pies)	19.7	9.8
Material	ASTM A36	ASTM A36
Esfuerzo Admisible Diseño, Sd (psi)	23,200.00	23,200.00
Esfuerzo Prueba Hidrostatica, St (psi)	24,900.00	24,900.00
Altura de la Plancha comercial (pies)	4.92	4.92
<u>Primer Anillo</u>		
Altura preliminar, H1 (pies)	19.686	9.843
Espesor de diseño, td1 (pulg)	0.113	0.086
Espesor de prueba hidrostatica, tt1 (pulg)	0.055	0.026
Espesor por corrosión (pulg)	0.0625	0.0625
Espesor Mín. Diseño, (pulg)	0.113	0.086
Espesor Propuesto, (pulg)	0.2500	0.2500
	Ok	Ok
<u>Segundo Anillo</u>		
Altura preliminar, H2 (pulg)	14.77	4.92
Espesor de diseño, td1 (pulg)	0.100	0.073
Espesor de prueba hidrostatica, tt1 (pulg)	0.041	0.012
Espesor por corrosión (pulg)	0.063	0.063
Espesor Mín. Diseño, (pulg)	0.100	0.073
Espesor Propuesto, (pulg)	0.1875	0.1875
	Ok	Ok
<u>Tercer Anillo</u>		
Altura preliminar, H3 (pulg)	9.84	
Espesor de diseño, td1 (pulg)	0.086	
Espesor de prueba hidrostatica, tt1 (pulg)	0.026	
Espesor por corrosión (pulg)	0.063	
Espesor Mín. Diseño, (pulg)	0.086	
Espesor Propuesto, (pulg)	0.1875	
	Ok	
<u>Cuarto Anillo</u>		
Altura preliminar, H4 (pulg)	4.92	
Espesor de diseño, td1 (pulg)	0.073	
Espesor de prueba hidrostatica, tt1 (pulg)	0.012	
Espesor por corrosión (pulg)	0.0625	
Espesor Mín. Diseño, (pulg)	0.073	
Espesor Propuesto, (pulg)	0.1875	
	Ok	

Nota: Ver Hoja de Datos ubicados en el Anexo 2.