

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE UNA
PLANTA DE SEPARACION BIFASICA HASTA 2052
(BARRILES EQUIVALENTES DE PETROLEO)**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

ALVARADO MUJICA, LUIS MIGUEL

PROMOCION 2011-II

LIMA-PERU

2015

INDICE

CAPITULO I	5
INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Objetivo principal.....	8
1.3 Objetivos Secundarios.....	8
1.4 Justificación del informe	8
1.5 Alcance.....	9
1.6 Limitaciones	11
CAPITULO II	12
DESCRIPCIÓN DE PLANTA.....	12
2.1. GENERALIDADES.....	12
2.1.1. Ubicación Geográfica del Sitio	12
2.1.2. Condiciones Ambientales del Sitio	12
2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS INSTALADOS EN LA PLANTA..	13
2.2.1. Facilidades de Entrada.....	13
2.2.2. Facilidades de Producción	14
2.2.3. Facilidades de Control	17
2.2.4. Facilidades de Almacenamiento	20
2.2.5. Facilidades de Bombeo.....	22
2.2.6. Facilidades de Drenaje.....	24
2.2.7. Facilidades de Supervisión y Control del Proceso	24
2.2.8. Facilidades de Medición.....	25
2.2.9. Facilidades de Regulación de Descarga.....	26
2.2.10. Facilidades Eléctricas	26
2.2.11. Facilidades Contraincendios	27
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA	27
2.3.1. Facilidades de Entrada de la Planta	27
2.3.2. Facilidades de Producción	29
2.3.3. Facilidades de Control	33
2.3.4. Facilidades de Almacenamiento	36
2.3.5. Facilidades de Bombeo.....	38
2.3.6. Facilidades de Drenaje.....	41
2.3.7. Facilidades de Bloqueo Manual.....	43
2.3.8. Facilidades de Alivio y Venteo.....	46
2.3.9. Facilidades de By-pass	47
CAPITULO III	49
DESARROLLO.....	49

3.1.	REFERENCIAS GENERALES	49
3.1.1.	Datos Físicos y Químicos del Gas	49
3.1.2.	Datos Físicos y Químicos del crudo	49
3.2.	EQUIPOS DE ENTRADA	50
3.2.1.	Premisas	50
3.2.2.	Metodología de Calculo.....	50
3.2.3.	Evaluación de Capacidad Separador de Totales.....	51
3.2.4.	Resultados de la Evaluación	52
3.3.	EQUIPOS DE PRODUCCION Y CONTROL.....	52
3.3.1.	Premisas	52
3.3.2.	Metodología de Calculo.....	54
3.3.3.	Evaluación de Capacidad Separador de Totales.....	58
3.3.4.	Evaluación de Capacidad Scrubber de Gas	64
3.4.	LÍNEAS DE PROCESOS MULTIFÁSICAS	69
3.4.1.	Premisas	69
3.4.2.	Metodología de Calculo.....	69
3.4.3.	Calculo de Caídas de Presión en Flujo Multifásico.....	71
3.4.4.	Cálculo de Líneas de Proceso Multifásicas Requeridas.....	75
3.5.	LÍNEAS DE GAS	77
3.5.1.	Premisas	77
3.5.2.	Metodología de Cálculo.....	78
3.5.3.	Cálculo de Caídas de Presión en Flujo Monofásico.....	80
3.5.4.	Cálculo de Líneas de Gas Requeridas	82
3.6.	LÍNEAS DE LÍQUIDOS.....	88
3.6.1.	Premisas	88
3.6.2.	Metodología de Calculo.....	88
3.6.3.	Cálculo de Caídas de Presión en Flujo Monofásico.....	90
3.6.4.	Cálculo de Líneas de Líquidos Requeridas	91
3.7.	LINEAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA DE LIQUIDOS.....	92
3.7.1.	Premisas	92
3.7.2.	Calculo de NPSHA y Potencia de las Bombas	93
3.7.3.	Calculo de NPSH Disponible y Potencia Requerida de las Bombas.....	95
3.8.	BALANCE DE ENERGÍA Y MASA.....	100
3.8.1.	Metodología Aplicada.....	100
3.8.2.	Premisas de Diseño.....	100
3.8.3.	Cálculos Obtenidos	101
CAPITULO IV /.....		108
ALCANCE, TIEMPO Y COSTO.....		108
4.1.	ALCANCE	108
4.1.1.	Obras Mecánicas.....	108

4.1.2. Obras Civiles.....	110
4.1.3. Obras Eléctricas	111
4.1.4. Obras de Instrumentación	111
4.2. TIEMPO.....	112
4.2.1. Enunciado detallado del alcance.....	112
4.2.2. Estimación de duración de actividades	114
4.2.3. Ruta Crítica	114
4.2.4. Cronograma final.....	116
4.3. COSTO.....	121
4.3.1. Implementación Mecánica	121
4.3.2. Implementación Civil.....	127
4.3.3. Implementación Eléctrica.....	129
4.3.4. Implementación Instrumental	138
4.3.5. Presupuesto Consolidado	146
4.4. RESUMEN EJECUTIVO.....	147
CONCLUSIONES.....	149
RECOMENDACIONES	150
BIBLIOGRAFÍA	151
PLANOS	153
APENDICE.....	154
GLOSARIO DE SIMBOLOGIA	160
GLOSARIO DE UNIDADES	165

PROLOGO

En el presente informe de suficiencia profesional se aplicó los conocimientos adquiridos en la literatura técnica, la experiencia en el diseño de plantas de separación bifásica y operación de estas plantas en campo.

En el Capítulo I, se desarrolla la introducción al presente informe, describiendo los antecedentes y el contexto del proyecto, se detalla el objetivo principal y los objetivos secundarios, se detalla el alcance general y se listan las limitaciones del presente informe.

En el Capítulo II, se detalla la ubicación, se describe las características técnicas de cada una de las partes que componen la planta, además se describe la operación de la planta.

En el Capítulo III, se desarrolla el proyecto, primeramente se hace referencia al marco teórico requerido para el proyecto, posteriormente se realizan las evaluaciones de capacidad de cada componente de la planta mediante los cálculos establecidos en el marco teórico.

En el Capítulo IV, se describe finalmente el alcance del proyecto de ampliación así como planeamiento de ejecución reflejado en el cronograma, y su evaluación de costos reflejado en el presupuesto.

Por último, se dan las conclusiones en respuesta a cada uno de los objetivos secundarios planteados en el presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Dentro del marco legal de la política puesta en marcha por el Gobierno del Perú para la reactivación de los Campos Marginales, la empresa PETROBRAS ENERGÍA PERÚ S.A. (PEP), suscribió un Contrato de Licencia con el estado peruano, que le permite realizar la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote X.

El Lote X, ubicado en el departamento de Piura, provincia de Talara, localizado en los distritos de El Alto, Lobitos y Órganos; es una zona históricamente petrolera, con yacimientos explotados por más de 200 años.

Desde el inicio de las operaciones de explotación y producción en el Lote X, el petróleo producido ha sido recolectado, desgasificado y separado del agua en las plantas de separación bifásica existentes en el área, el crudo es enviado a los sistemas de Fiscalización y Almacenamiento de Crudo de Petroperú S. A, para su

refinación o venta. El gas producido se destina para los servicios de inyección, levantamiento artificial (plunger lift, gas lift, etc.) y gas a ventas. El agua producida se acondiciona y se reinyecta al yacimiento.



Figura 1.1. Mapa de la provincia de Talara X.

Para el manejo de los fluidos se cuenta con un sistema conformado por veintinueve (29) plantas de separación bifásica (BA-35, LA-06, LA-07, LA-08, LA-09, OR-11, OR-12, ZA-02, ZA-03, ZA-04, BA-34, PN-30, PN-31, PN-32, PN-33, TA-24, TA-25, TA-27, TA-28, TA-29, CA-16, CA-17, CA-19, CA-20, CA-21, CA-22, CA-23, CE-10, ZA-01) y doce (12) plantas de compresión (ELA-06, ETA-27, ETA-28, ETA-29, ECA-17, ECA-18, ECA-20, ECA-22, EPN-30, EPN-31, EBA-35 y EZA-04) como se puede observar en la Figura 1.2.



Figura 1.2. Ubicación de las plantas de separación bifásica y compresión del Lote X.

Actualmente la planta de Separación Bifásica CA 16 recibe una producción bruta promedio de 788.81 BPD provenientes de un total de 48 pozos operativos. El total de la producción que recibe la planta es direccionada al separador de totales de la batería, donde se separa la fracción de crudo/agua del gas. La mezcla crudo/agua es medida en el Volumeter respectivo del separador de totales y enviada a los tanques de almacenamiento de petróleo ubicados en la batería.

La producción de cada pozo es medida al menos una vez al mes por los separadores de control asociado a cada manifold de campo, análogamente al de separador de totales se separa la fracción de crudo/agua del gas. La mezcla crudo/agua es medida en el Volumeter respectivo. La producción medida del separador de control es enviada a los tanques de prueba.

La transferencia del petróleo almacenado en la Planta de Separación a la Planta de Tratamiento de crudo Carrizo, se realiza mediante la acción de las bombas de transferencia de crudo disponibles en la batería.

El gas producido en el separador de totales y en los separadores de control es adecuado por un depurador o Scrubber de gas existente para su transferencia a la red de gasoductos de baja presión.

La Planta cuenta con un sistema de alimentación de gas de baja presión que suministra a los instrumentos como válvula motora, piloto del Scrubber.

1.2 Objetivo principal

El objetivo principal del presente informe de suficiencia profesional es Diseñar y Ampliar la capacidad de la planta de separación Bifásica CA-16 hasta 2052 BOE.

1.3 Objetivos Secundarios

Los objetivos secundarios del presente informe son tres:

- Caracterizar los parámetros técnicos y la descripción de la operación de la planta previa a la evaluación de capacidades de la planta.
- Evaluar las instalaciones de la planta para la nueva producción. Así como la adecuación legal de la planta.
- Exponer el alcance, el tiempo y el costo del proyecto a ejecutar en respuesta a este informe de suficiencia.

1.4 Justificación del informe

El Plan de Perforación del Lote X, contempla la perforación de cuarenta y cinco (45) pozos nuevos cuya producción demanda la ampliación de la planta de Separación Bifásica CA 16. Esto permitirá incrementar la producción de la planta de 788 barriles de líquidos a 1852 barriles y de 0.625 millones de pies cúbicos estándar a 1.209 millones de pies cúbicos estándar de gas asociado.

También se considera el incremento de la frecuencia de control de los nuevos pozos, a fin de validar y comprobar la producción esperada en los pozos, con la finalidad de tomar acciones oportunas para el mantenimiento del potencial.

Esta planta por ser una de las más antiguas, no cuenta con el nivel de automatización en todos los procesos, lo que amerita la modernización de todos los controles asociados, esto permitirá optimizar la producción. Se requiere instalar su propia reserva de energía eléctrica con lo que disminuirán las paradas de la planta por falta de suministro eléctrico principal.

En lo que respecta al tema legal, las nuevas directrices impuestas por el órgano regulador del medio ambiente (OEFA) son exigidas para todas las instalaciones del Lote X, por lo que se requiere ejecutar estas adecuaciones legales a la brevedad.

Respecto al tema de seguridad operacional, se debe estandarizar el control de emergencia de alerta automática, implementado en todas las plantas del Lote X. Esto se desarrolla dentro del plan estratégico de seguridad y medioambiente ejecutado por la empresa.

Se dispone de un presupuesto aprobado por ingeniería conceptual (factibilidad) de 1'150,000.00 de dólares americanos en un plazo máximo de 75 días hábiles.

1.5 Alcance

El alcance del proyecto consiste en el diseño de la infraestructura necesaria en la Planta de Separación Bifásica CA-16, contemplada en la

Ingeniería Conceptual del proyecto para manejar una volumetría de 1852 BFPD y 1,209 MMPCED de gas durante el periodo 2015-2016.

El Proyecto contempla dentro de su alcance las siguientes actividades:

- Reordenamiento de la Planta de Separación Bifásica para mejorar balance hidráulico, optimizar el uso del espacio disponible y prever áreas para crecimientos futuros.
- Interconexión de cuarenta y cinco (45) pozos nuevos a la Planta de Separación Bifásica.
- Reubicación y reemplazo de todos los manifolds asociados a la planta.
- Evaluación de la Capacidad del Separador de Totales, Scrubber de Gas, Separadores de Control, Tanques de Almacenamiento y demás facilidades localizadas dentro de la planta para el incremento de producción.
- Instalación de Sistema de Aire Instrumento y sus facilidades.
- Instalación de facilidades para bomba de transferencia de respaldo.
- Construcción de buzón de drenaje para sistema de aire de instrumentos.
- Instalación de facilidades para nuevo tablero eléctrico.
- Adecuar el sistema de puesta a tierra y sistema de protección contra descargas atmosféricas para la ampliación de la planta.
- Adecuación de iluminación exterior.
- Adecuación e instalación de canalizaciones eléctricas y de instrumentación.
- Instalación de un sistema de respaldo electrónico (UPS).

- Incorporación de señales en el PLC (Controlador Lógico Programable) con interfase para supervisión de nuevas variables de proceso.
- Implementación de alarmas de emergencia.

1.6 **Limitaciones**

- No se considera los cálculos de implementación civil.
- No se considera los cálculos de implementación eléctrica.
- No se considera los cálculos de implementación instrumentista.
- No se consideran las conexiones desde cabeza de pozo a los manifolds de campo nuevo y/o existente.
- No se considera ejecución de ninguna obra, solo la evaluación y planeamiento.
- No se considera las conexiones y/o maniobras fuera del perímetro de la planta.
- No se considera el costo ni el estimado de costos de flujo de caja.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE PLANTA

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Ubicación Geográfica del Sitio

La Planta de Separación Bifásica CA-16 está ubicada en el Lote X, Distrito de El Alto, Provincia de Talara, Departamento de Piura, Perú.

Tabla 2.1. Ubicación de la Planta CA-16. Coordenadas PSAD 56

Vértice	Coordenadas	
V1	E-486379.48	N-9523333.57
V2	E-486426.83	N-9523338.24
V3	E-486427.55	N-9523332.98
V4	E-486425.86	N-9523332.02
V5	E-486429.20	N-9523311.66
V6	E-486426.77	N-9523308.31
V7	E-486408.42	N-9532302.32
V8	E-486382.70	N-9523301.63
V9	E-496380.38	N-9523303.61

2.1.2. Condiciones Ambientales del Sitio

Las condiciones ambientales se detallan en la tabla 2.2. y tabla 2.3.

Tabla 2.2. Condiciones Ambientales del Sitio

Temperatura Ambiente promedio Anual (°C)	
Máxima	35,0
Mínima	10,0
Altura sobre el nivel medio del mar (m)	237

Tabla 2.3. Datos Geológicos

Velocidad del viento (Km/h)	
Normal	5
Máxima	60
Precipitación (mm)	50
Dirección del viento	Noroeste
Zona Sísmica	Alta

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS INSTALADOS EN LA PLANTA

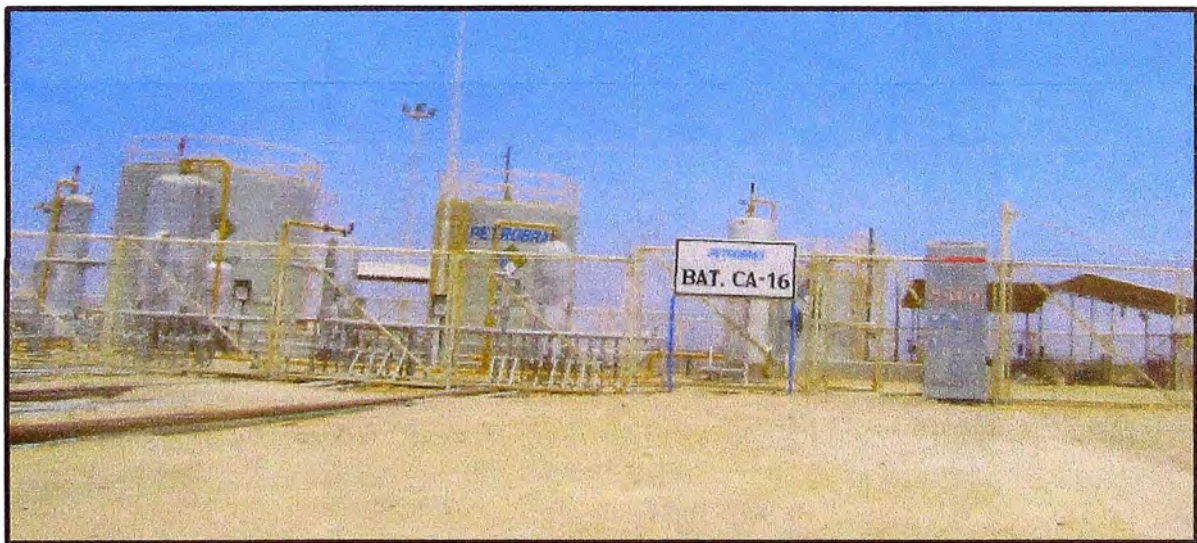


Figura 2.1. Planta de Separación Bifásica Carrizo 16 (CA-16)

2.2.1. Facilidades de Entrada

Las facilidades de entrada consisten en dos (02) manifolds de campo, cuatro (04) manifolds de batería, los cuales reciben la producción de los 48 pozos, se detallan cantidades en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Número de puestos y disponibilidad de los manifolds

Múltiple	Total Puestos	Puestos Libres
MB 1601	10	1
MB 1602	11	1
MB 1603	4	-
MB 1604	9	1
MC 1603	11	1
MC 1605	8	1
Total	53	5

2.2.2. Facilidades de Producción

Las facilidades de producción comprenden el equipo de separación, el equipo de medición de líquidos y el equipo de recolección de gas. Así como los instrumentos de medición y maniobra asociados a operación.



Figura 2.2. Vista de Separador de Totales de la planta.



Figura 2.3. Scrubber de gas, existente en la planta.

A continuación se detallan las características físicas del Separador de Totales, del volumeter de totales y del Scrubber de gas. Ver tabla 2.5.

Tabla 2.5. Dimensiones y Capacidades del Separador de Totales, Volumeter de Totales y el Scrubber de Gas.

Identificación Equipos y Usos	ST-1601	VM-1601	SR-1608
	Separador de Totales	Volumeter de Totales	Scrubber de Gas
Presión de Operación (Psig)	18,00	18,00	18,00
Temperatura de Operación (°F)	85,00	85,00	85,00
Diámetro del Equipo (pulg.)	55	36	29
Longitud c/c (pie)	9,71	4,5	8,33
Diámetro Boquilla de Entrada (pulg.)	4	4	4
Diámetro Boquilla de Salida de Gas (pulg.)	4	-	4
Diámetro Boquilla de Salida de Líquido (pulg.)	4	2	3
Capacidad Máxima del Recipiente por Dimensiones del Equipo (MMPCND/BFPD)	19,42	-	5,27
	4745	5	1116
Capacidad Máxima del Recipiente por Diámetro de Boquillas (MMPCND/BFPD)	2,98	-	2,98
	4488	-	1116

El Separador de Totales cuenta con un indicador de nivel, un indicador de presión, una válvula de nivel, una válvula de drenaje, una válvula de alivio y un tren de medición de flujo de gas.

El Volumeter de totales cuenta con un indicador de nivel, un indicador de presión, una válvula de nivel y una de drenaje. Así como el bypass al Volumeter.

Tabla 2.6. Instrumentos asociados del Separador de Totales ST-1601 y Volumeter VM-1601.

EQUIPO	Indicador de Presión	Válvula de Nivel	de Interruptores	Indicador Nivel	Válvula de Alivio	Elemento Primario Medición flujo gas
ST-1601	PI-1601A	LV-1601C	LSHH-1601 LSLL-1601	LG-1601A	PSV-1601A	UIT-1601/ FE-1601/ TE-1601
VM-1601	PI-1601B	LV-1601A/B	LSL-1601A LSH-1601A	LG-1601B	-	-

El Scrubber de gas cuenta con un indicador de presión, una válvula de nivel, una de drenaje de líquidos y una de alivio. Así como los elementos de registro requeridos para el tren de medición.

Tabla 2.7. Instrumentos asociados al Scrubber de Gas SR-1608.

EQUIPO	Indicador de Presión	Válvula de Nivel	Indicador de Nivel	Válvula de Alivio	Elemento Primario Medición flujo gas	Transmisores
SR-1608	PI-1608A	LV-1608	LG-1608	PSV-1608	FE-1608	TE-1608 UIT-1608

2.2.3. Facilidades de Control

Las facilidades de control comprenden cinco (05) equipo de separación y cinco (05) equipos de medición de líquidos asociados a su respectivo separador. Así como instrumentos de medición y maniobra asociados a la operación.



Figura 2.4. En la parte izquierda el Separador de Control SC-1606 y lado derecho el Separador de control SEP-158 inoperativo.

A continuación se detallan las dimensiones y capacidades de los separadores de control (tabla 2.8.) y Volumeters de control (tabla 2.9.) activos en la planta.

Tabla 2.8. Dimensiones y Capacidades de los Separadores de Control

Identificación Equipos y Usos	SC-1602	SC-1603	SC-1604	SC-1605	SC-1606
	Sep. Control	Sep. Control	Sep. Control	Sep. Control	Sep. Control
Presión de Operación (Psig)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Temperatura de Operación (°F)	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Diámetro del Equipo (pulg.)	33	31	29	30	36
Longitud c/c (pie)	10.04	7.5	9,58	8,04	10
Diámetro Boquilla de Entrada (pulg.)	3	3	4	4	4
Diámetro Boquilla de Salida de Gas (pulg.)	2	3	4	4	3
Diámetro Boquilla de Salida de Líquido (pulg.)	4	3	4	4	2
Capacidad Máxima del Recipiente por Dimensiones del Equipo (MMPCND/BFPD)	6,86	6,04	5,28	5,65	5,65
	1455	782	1364	2181	1296
Capacidad Máxima del Recipiente por Diámetro de Boquillas (MMPCND/BFPD)	0,79	1,73	2,98	2,98	1,73
	1455	782	1364	2181	1183

Tabla 2.9. Dimensiones y Capacidades de los Volúmenes de Control

Identificación Equipos y Usos	VM-1602	VM-1603	VM-1604	VM-1605	VM-1606
	Vol. Control	Vol. Control	Vol. Control	Vol. Control	Vol. Control
Presión de Operación (Psig)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Temperatura de Operación (°F)	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Diámetro del Equipo (pulg.)	20	24	20	24	20
Longitud c/c (pie)	1.54	2	1.54	2	1.54
Diámetro Boquilla de Entrada (pulg.)	2	2	2	2	2
Diámetro Boquilla de Salida de Líquido (pulg.)	2	2	2	2	2
Capacidad Máxima del Recipiente por Dimensiones del Equipo (Barriles)	0.5	1	0.5	1	0.5

Cada Separador y Volumeter de control cuenta con un indicador de nivel, un indicador de presión, una válvula de control de nivel, una válvula de drenaje y un tren de medición de flujo de gas. Adicionalmente los

separadores cuentan con una válvula de alivio localizado en el techo del recipiente.

Tabla 2.10. Instrumentos asociados a los SC-1602/1603/1604/1605/1606.

SEPARADOR / VOLUMETER	Indicador de Presión	Válvula Control Nivel	Interruptores	Indicador de Nivel	Válvula de Alivio	Elemento Primario Medición Flujo Gas
SC-1602/ VM-1602	PI-1602A PI-1602B	LV-1602A LV-1602B	LSH-1602A LSL-1602A	LG-1602A LG-1602B	PSV-1602	UIT-1602 FE-1602 TE-1602
SC-1603/ VM-1603	PI-1603A PI-1603B	LV-1603A LV-1603B	LSH-1603A LSL-1603A	LG-1603A LG-1603B	PSV-1603	UIT-1603 FE-1603 TE-1603
SC-1604/ VM-1604	PI-1604A PI-1604B	LV-1604A LV-1604B	LSH-1604 LSL-1604	LG-1604A LG-1604B	PSV-1604	UIT-1604 FE-1604 TE-1604
SC-1605/ VM-1605	PI-1605A PI-1605B	LV-1605A LV-1605B	SH-1605 LSL-1605	LG-1605A LG-1605B	PSV-1605	UIT-1605 FE-1605 TE-1605
SC-1606/ VM-1606	PI-1606A PI-1606B	LV-1606A LV-1606B	LSH-1606 LSL-1606	LG-1606A LG-1606B	PSV-1606	UIT-1606 FE-1606 TE-1606

Adicionalmente se detallan las líneas y válvulas de alimentación al separador, descarga de gas al Scrubber, drenaje y descarga de Líquidos asociados a cada conjunto Separador – Volumeter.

Tabla 2.11. Líneas y Válvulas asociadas a los Separadores de Control y Volumeter.

Equipo		Alimentación del Separador	By Pass	Descarga de Gas	Drenaje	Descarga de Líquido Separador Volumeter	
SC-1602	Línea	3"-HC-CA16-017-Ba	Si	2"-GG-CA16-020-Bb	2"-DC-CA16-069-Ba	2"-PE-CA16-022-Ba 2"-PE-CA16-024-Ba	
	Válvulas	VE-015	-	VE-018 VE-029 VR-028	VE-030 VE-031	VE-021	VE-022 VE-025 VE-027 VR-024 VR-026
SC-1603	Línea	3"-HC-CA16-027-Ba	Si	2"-GG-CA16-030-Bb	2"-DC-CA16-068-Ba	2"-PE-CA16-032-Ba 2"-PE-CA16-034-Ba	
	Válvulas	VE-032	-	VE-035 VE-046 VR-045	VE-047 VE-048	VE-038	VE-039 VE-042 VE-044 VR-041 VR-043
SC-1604	Línea	3"-HC-CA16-037-Ba	Si	2"-GG-CA16-040-Bb	2"-DC-CA16-038-Ba	2"-PE-CA16-042-Ba 2"-PE-CA16-044-Ba	
	Válvulas	VE-049	-	VE-052 VE-063 VR-062	VE-064 VE-065	VE-055	VE-056 VE-059 VE-061 VR-058 VR-060
SC-1605	Línea	3"-HC-CA16-047-Ba	No	2"-GG-CA16-050-Bb	2"-DC-CA16-070-Ba	2"-PE-CA16-052-Ba 2"-PE-CA16-054-Ba	
	Válvulas	VE-066	-	VE-069 VE-079 VR-080	VE-081 VE-082	VE-072	VE-073 VE-075 VE-077 VR-076 VR-078
SC-1606	Línea	3"-HC-CA16-057-Ba	No	2"-GG-CA16-060-Bb	2"-DC-CA16-067-Ba	2"-PE-CA16-062-Ba 2"-PE-CA16-064-Ba	
	Válvulas	VE-083	-	VE-086 VE-097 VR-096	VE-098 VE-099	VE-089	VE-090 VE-093 VE-095 VR-092 VR-094

2.2.4. Facilidades de Almacenamiento

Las facilidades de Almacenamiento comprenden de dos (02) tanques de totales y un (01) tanque de control. Así como los instrumentos de maniobra asociados a la operación.



Figura 2.5. Tanques TK-1601, 1602 y 1603.

A continuación se detallan las dimensiones y capacidades de los tanques.

Tabla 2.12. Dimensiones y capacidades de los tanques

Identificación Equipos y Usos	TK-1601	TK-1602	TK-1603
	Tan. Totales	Tan. Totales	Tan. Control
Presión de Operación (Psig)	Atmosférica	Atmosférica	Atmosférica
Temperatura de Operación (°F)	Atmosférica	Atmosférica	Atmosférica
Diámetro del Equipo (pie)	21.08	15	12
Altura (pie)	17.67	16	10
Capacidad Máxima del Recipiente por Dimensiones del Equipo (Barriles)	1100	500	200

Los tanques de totales y el tanque de control cuentan con un indicador de nivel, su respectiva válvula de seguridad y válvula de drenaje.

Tabla 2.13. Instrumentos asociados a los Tanques TK-1601/1602/1603.

Tanque	Interruptores	Indicador Nivel	Válvula de Seguridad	Trasmisores
TK-1601	LSH-1601B LSL-1601B	LIT-1601	PVSV- 1601	LIT-1601
TK-1602	LSH-1602B LSL-1602B	LIT-1602	PVSV- 1602	LIT-1602
TK-1603	LSH-1603B LSL-1603B	LIT-1603	PVSV- 1603	LIT-1603

Adicionalmente cuenta con un muro de contención, válvulas presión/vacío con arrestallama, man-hole, baranda en todo el perímetro y escalera vertical. También están provistos de un rebose en la parte superior de cada tanque.

2.2.5. Facilidades de Bombeo

Las facilidades de Bombeo consisten en una (01) bomba reciprocante accionada por un motor eléctrico de 50 HP de potencia, una presión de diseño de 583 Psig y una capacidad de 1824 Barriles. La presión de descarga es de 300 Psig y descarga un caudal máximo de 95.87 Gpm.



Figura 2.6. Estación de Bombeo de la planta CA-16

A continuación se detallan las características físicas de la bomba.

Tabla 2.14. Capacidad de Bomba

Identificación Equipos y usos	P-1601A
	Bomba
Presión de Descarga (Psig)	300
Presión de Diseño de Bomba (Psig)	583
Potencia de la Bomba (HP)	12
Potencia del Motor (HP)	50
Capacidad (Barriles)	1824
Caudal de Diseño (GPM)	95.87

La bomba de transferencia cuenta con cuatro indicadores de presión, su respectiva válvula de seguridad y sus filtros de sólidos.

Tabla 2.15. Instrumentos asociados a la Bomba P-1601A.

BOMBA	Indicador de Presión	Interruptores	Válvula de Seguridad	Trasmisores
P-1601 ^a	PI-1601D PI-1601E PI-1601F PDI-1601A	PSL-1601A PSH-1601	PSV-1601B	PIT-1601

La bomba posee su arrancador, y está alimentada eléctricamente desde el tablero de distribución general y desde el tablero local. Cuenta con una recirculación manual y con un sistema de alivio, activado cuando la presión en la línea de descarga supera los 330 Psig.

2.2.6. Facilidades de Drenaje

La planta dispone de una cámara de drenaje impermeabilizada con dimensiones de: Largo 3,20m, Ancho 2,20m y Altura de 1,3m y capacidad de 557.5 barriles.

Diseñada para contener el líquido producto del mantenimiento de los recipientes de proceso, bombas y el rebose de cualquiera de los tanques.

Todos los equipos poseen la facilidad de ser drenados manualmente. Los drenajes son recolectados por circuito cerrado a presión atmosférica, y transferidos a la cámara A, esta misma se dirige al drenaje de los tanques de almacenamiento y control mediante una línea principal de 2"-DC-CA16-144-Ba, que llega a la cámara.

2.2.7. Facilidades de Supervisión y Control del Proceso

Los procesos se efectúan por medio de un PLC (Controlador Lógico Programable) que está contenido en Gabinete ubicado en el área de la batería. El Gabinete está equipado de una interfase hombre-máquina desde la cual se puede visualizar todas las variables de proceso incorporadas. Se

emplea para transmisión de señales analógicas de 4-20 mA y 24 VDC para señales binarias, a excepción de aquellas que por sus propias características son neumáticas o de medición directa tipo las válvulas de control, Indicadores locales, actuadores neumáticos, etc.).

2.2.8. Facilidades de Medición

La medición del flujo de líquido de la batería se realiza por medio de un medidor másico tipo coriólisis conectado a un transmisor totalizador de flujo, el cual reporta en el PLC el valor de flujo instantáneo y flujo totalizado de crudo, registrándolos. Para la medición de flujo de gas, cada separador y Scrubber cuenta con un medidor tipo placa orificio a la salida de cada equipo, para poder realizar el balance de la batería.



Figura 2.7. Medidor de líquidos a la salida de la planta, conexión con CA-19

2.2.9. Facilidades de Regulación de Descarga

Con la finalidad de preservar la integridad del oleoducto, se dispone de un transmisor de presión aguas arriba del medidor de flujo másico, el cual reporta al PLC el valor censado y dependiendo de este valor desvía la cantidad de líquido necesario para evitar la sobrepresión, llevándolo hasta los tanques de totales.

2.2.10. Facilidades Eléctricas

El sistema eléctrico actual cuenta con un transformador de distribución eléctrica de 50 kVA, 13.2 / 0.48 kV, así como un tablero de distribución con barras en 0.48 kV y 0.22 kV destinadas a alimentar al motor de la bomba de transferencia de crudo y a la iluminación exterior de la batería respectivamente. También se dispone de un sistema de puesta a tierra donde se conectan los equipos existentes.



Figura 2.8. Tablero eléctrico y de control existente en la planta.

2.2.11. Facilidades Contraincendios

El sistema contra incendios consiste en extintores portátiles ubicados en distintas áreas de la batería.



Figura 2.9. Sistema contra incendios de la planta CA-16

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA

2.3.1. Facilidades de Entrada de la Planta

Cada una de las líneas de totales, provenientes de los manifolds de campo y manifolds de batería llegan al cabezal de totales donde se dispone de válvulas de accionamiento manual para alineación y/o aislamiento de los pozos, permitiendo así enviar la producción de un pozo a su respectivo separador de control según el programa de control de producción.

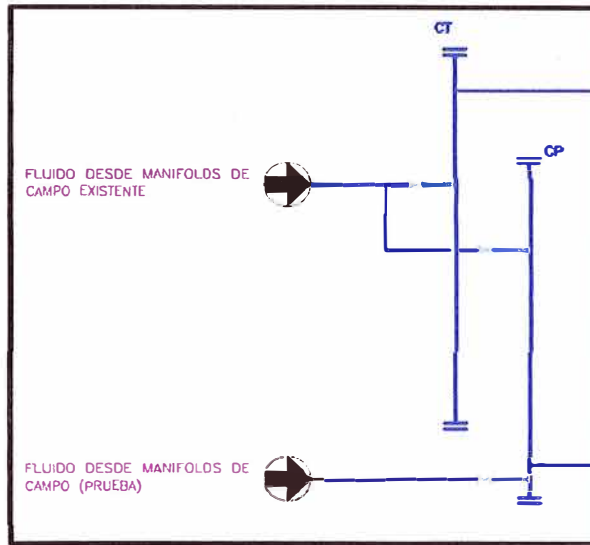


Figura 2.10. Esquema de conexión de Cabezal de Totales y Cabezal de prueba de los manifolds de batería.

El resto de los pozos se unen en el cabezal de totales y se dirigen al separador totales a una presión de 18 Psig y 85 °F. Estas maniobras son realizadas manualmente por el operador de la planta. Para monitorear el parámetro de la presión se dispone de un indicador local de Presión (PI-1601A) en el mismo cabezal.

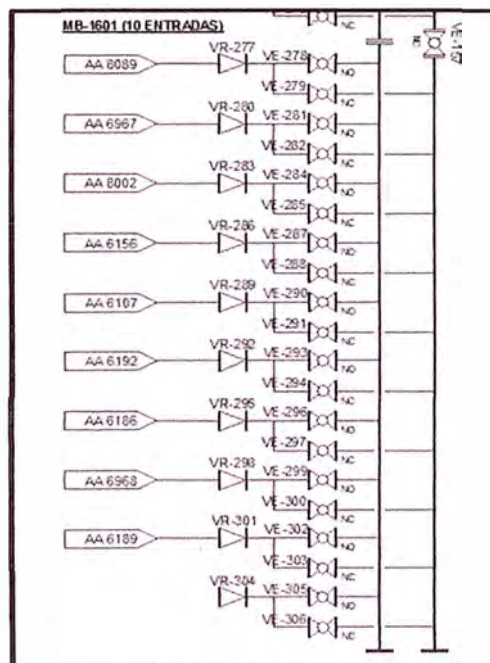


Figura 2.11. Esquema de configuración de válvulas de un manifold de batería.

2.3.2. Facilidades de Producción

El separador de totales se encarga de separar el gas de los líquidos mediante el proceso físico de separación por densidades. Los líquidos pasan al Volumeter de totales para ser medidos, mientras q los gases al tener una menor densidad salen por la parte superior del recipiente y pasan al Scrubber de gas.

El despacho de Líquidos desde el Separador de Totales hasta el Volumeter se realiza a través de la válvula LV1601A y el del Volumeter hasta el cabezal de Totales se efectúa a través de la válvula LV-1601B. Ambas Válvulas son neumáticas con actuadores de doble acción.

En lo que respecta al control de nivel del Separador de Totales, se realiza indirectamente en el Volumeter, mediante los interruptores de alto y bajo nivel (LSH-1601A y LSL-1601A) del Volumeter.

La secuencia de funcionamiento del lazo discreto de control de nivel del Separador y el Volumeter, implementada en el PLC, se explica, tomando como punto de partida que ambos recipientes se encuentran vacíos, y se comienza a recibir la producción en el separador.

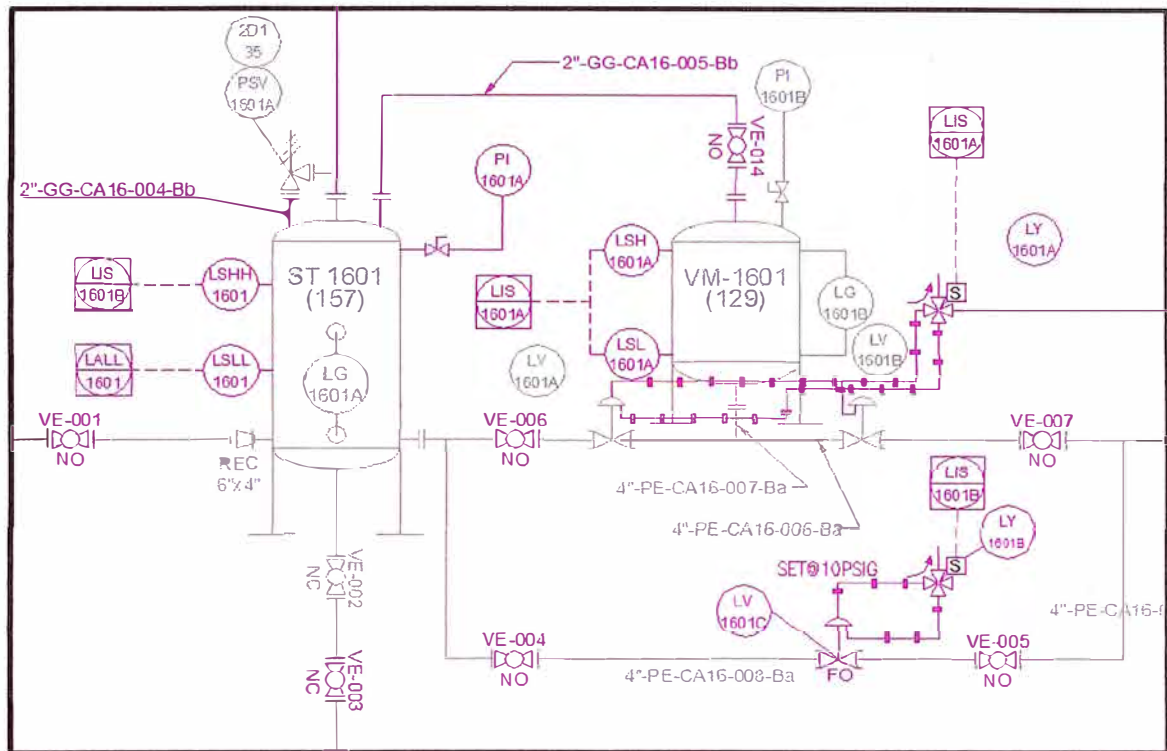


Figura 2.12. Esquemático de la operación de Separador de Totales ST-1601 y Volumeter VM-1601

En este punto, utilizando la figura 2.12., la válvula LV-1601A se encuentra abierta, y la LV-1601B se encuentra cerrada. Esta acción sobre las válvulas la efectúan los Interruptores de nivel LSH-1601A y LSL-1601A.

El líquido separado en el ST-1601 se drena hacia el VM-1601. A medida que el nivel de líquido se incrementa en el VM-1601 y se alcance el punto del LSL-1601A, este detecta dicho incremento sin que ocurra ningún cambio en la posición de las Válvulas LV-1601A y LV-1601B.

Cuando el nivel en el VM-1601 alcance el punto del LSH-1601A, la Válvula LV-1601A se cierra y se abre simultáneamente la válvula LV-1601B, drenando hacia el Tanque de Totales. Cuando el nivel de Líquidos en el VM-1601 desciende hasta el punto del LSL-1601A, la Válvula LV-1601B se cierra

y LV-1601A abre, reiniciando el ciclo de llenado del VM-1601. Este ciclo se repite continuamente, mientras el ST-1601 siga recibiendo producción.

El líquido medido se envía por cabezal de totales (4"-PE-CA16-015-Ba) donde se une con los líquidos proveniente de los separadores de control y de allí son enviados al tanque de totales TK-1601, adicionalmente existen las facilidades de ser enviados al tanque de totales TK-1602 y tanque de control TK-1603.

El flujo de gas que sale del separador de totales por la línea 4"-GG-CA16-003-Bb, pasa por un medidor tipo placa de orificio, el cual está asociado a un transmisor multivariable (UIT-1601/ FE-1601/ TE-1601) en el que la medición es corregida por presión y temperatura. Este a su vez tiene una línea de bypass (4"-GG-CA16-130-Bb) en caso que se realice trabajos en el tren de medición.

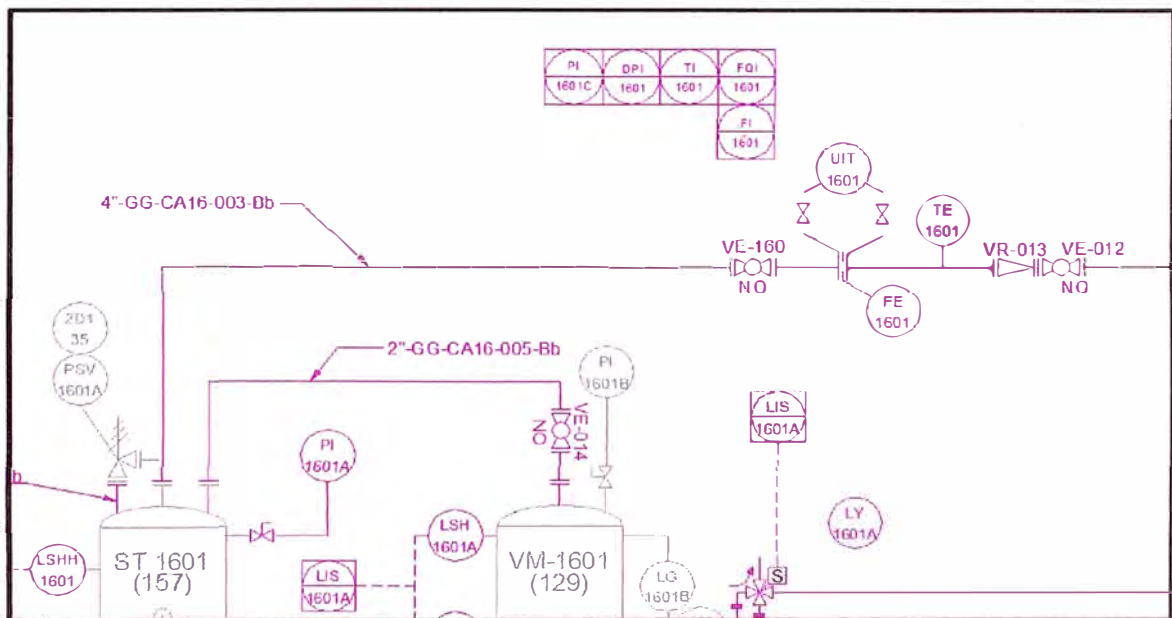


Figura 2.13. Detalle del tren de medición de gas a la salida del Separador de Totales ST-1601

El gas medido se dirige hacia el cabezal de gas (6"-GG-CA16-013-Bb), ver figura 2.13., donde se une con el gas proveniente de los

separadores de control dirigiéndose al scrubber SR-1608, donde se elimina el líquido que por condensación o por arrastre que pueda traer el gas.

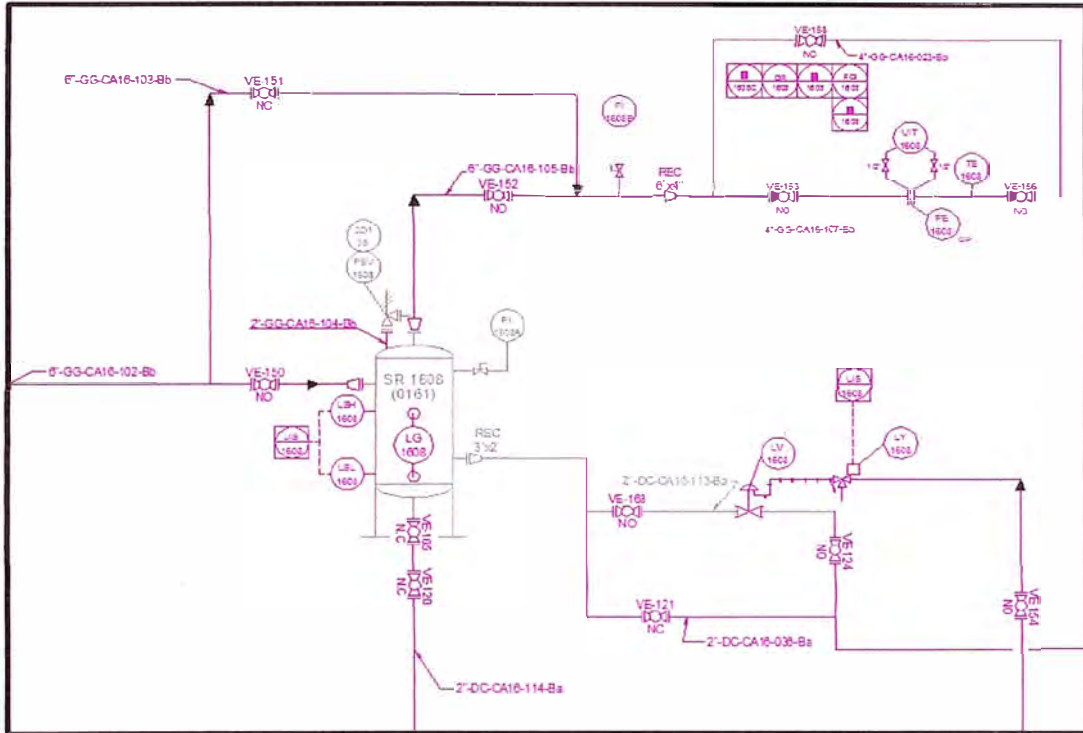


Figura 2.14. Detalle de la llegada, salida y by-pass del Scrubber de Gas SR-1608.

La salida de gas de scrubber es enviada hacia la planta compresora ECA-18 mediante un ducto de 4"Ø. En esta línea se realiza la medición del gas mediante un medidor tipo placa de orificio y un transmisor multivariable (UIT-1608/ FE-1608/ TE-1608); en el que la medición es corregida por presión y temperatura. Esta medición se realiza aguas arriba de la válvula de control de presión PCV-1608A, registrándose así la producción de gas que sale de planta.

La válvula de control de presión (PCV-1608A) ubicada en la línea que va a la estación de compresión mantiene la presión de la batería en 18.0 psi., en caso de falla o realizarse algún mantenimiento a la válvula de control de presión (PCV-1608A), el puente de control cuenta con una válvula auxiliar en paralelo (PCV-1608B) seteadas un (1.0) psig por encima de su presión de

calibración para no afectar el suministro de gas y la medición de gas hacia la Estación de Compresoras.

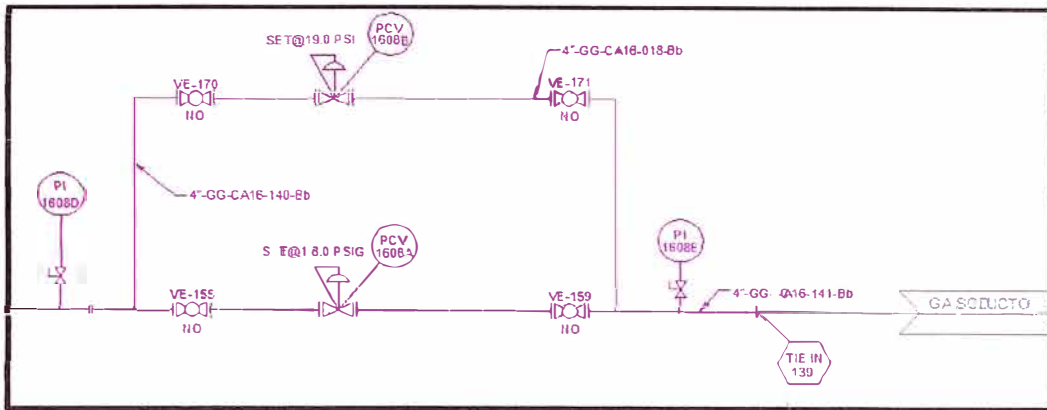


Figura 2.15. Detalle de medición de gas a la salida de la planta.

2.3.3. Facilidades de Control

Para efectos de cuantificar la producción de los pozos, se hacen controles individuales. La producción recibida en los manifolds de batería MB-1601/1602/1603/1604 y de campo MC-1603/1605 es dirigida a través de líneas 3" a los separadores de control; SC-1602/1603/1604/1605/1606, donde se realiza la separación bifásica del fluido proveniente del pozo en control.

Tabla 2.16. Líneas de alimentación de los separadores de control.

SERVICIO	IDENTIFICACIÓN	DESDE	HASTA
Línea de alimentación a Separador de Control	3"-HC-CA16-017-Ba	Prueba Manifolds de batería MB-1601/MB-1602	Separador de Control SC-1602
Línea de alimentación a Separador de Control	3"-HC-CA16-027-Ba	Prueba Manifold de batería MB-1603	Separador de Control SC-1603
Línea de alimentación a Separador de Control	3"-HC-CA16-037-Ba	Prueba Manifold de batería MB-1604	Separador de Control SC-1604
Línea de alimentación a Separador de Control	3"-HC-CA16-047-Ba	Prueba Manifolds de campo MC-1603	Separador de Control SC-1605
Línea de alimentación a Separador de Control	3"-HC-CA16-057-Ba	Prueba Manifolds de campo MC-1605	Separador de Control SC-1606

El control de nivel de los separadores de control SC-1602/1603/1604/1605/1606, se realiza indirectamente a través de los Volumeters de control VM-1602/1603/1604/1605/1606 mediante los lazos de control de nivel conformados por interruptores de alto y bajo nivel instalados en los Volumeters.

El principio de operación y control es similar al descrito anteriormente en el Separador de Totales. Se describirá el control de un solo separador, el SC-1602, bajo el entendido que esta es extensiva al resto de los Separadores de Control.

Considerando como punto de partida que el SC-1602 y el VM-1602 están vacíos, se comienza a recibir la producción en el primero.

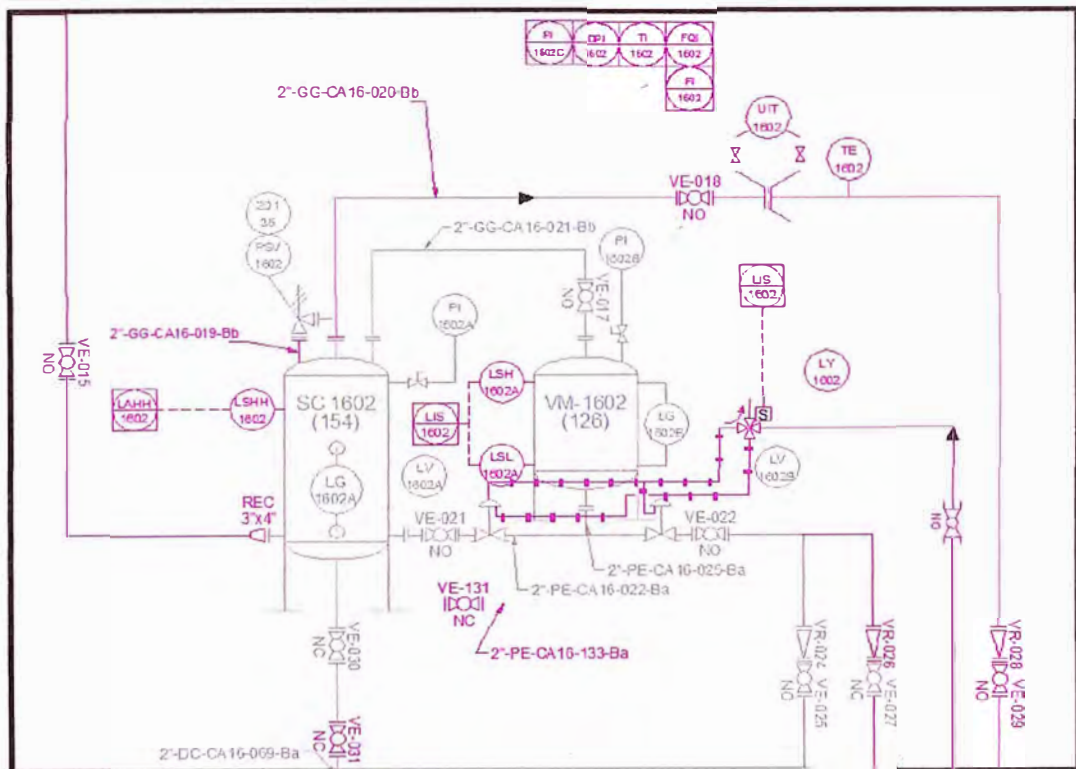


Figura 2.16. Esquemático de la operación de separador y volumeter de control.

En este punto, la válvula LV-1602A se encuentra abierta, y la LV-1602B se encuentra cerrada. Esta acción sobre las válvulas la efectúan los Interruptores de nivel LSH-1602 y LSL-1602.

El líquido separado se drena hacia el Volumeter de control. A medida que el nivel de líquido se incrementa en el Volumeter y se alcance el punto del LSL, este detecta dicho incremento sin que ocurra ningún cambio en la posición de las Válvula de nivel.

Cuando el nivel en el VM-1602 alcance el punto del LSH-1602 (2'-6 1/2"), la Válvula LV-1602A se cierra y se abre simultáneamente la válvula LV-1607B, drenando hacia el tanque operativo TK-1601. Cuando el nivel de Líquidos en el VM-1602 desciende hasta el punto del LSL-1602(2"), la Válvula LV-1602B se cierra y LV-1602A abre, reiniciando el ciclo de llenado del VM-1602. Este ciclo se repite continuamente, mientras el Separador SC-1602 siga recibiendo producción. Mientras la válvula LV-1602A ubicada en la salida del separador permanezca cerrada, es el separador de control quien recibe la producción del pozo en prueba.

Luego de realizar la separación gas-líquido, el líquido medido se envía hacia el cabezal de totales (4"-PE-CA16-015-Ba) donde se une con los líquidos proveniente de los separadores de control; SC-1603/1604/1605/1606 y el separador de totales ST-1601, de allí son enviados al tanque de totales TK-1601 por medio de la línea 4"-PE-CA16-120-Ba. Adicionalmente existen las facilidades de ser enviados al tanque de totales TK-1602 (4"-PE-CA16-118-Ba) y tanque de control TK-1603 (a través de la línea 3"-PE-CA16-116-Ba).

El gas sale de los separadores de control, por la parte superior y se dirige hacia el cabezal de gas (6"-GG-CA16-013-Bb) donde se une con el gas proveniente de los separadores de control; SC-1603/1604/1605/1606 y el separador de totales ST-1601, dirigiéndose al SR-1608.

El flujo de gas separado en los separadores de control; SC-1603/1604/1605/1606/1607, se mide por medio de un medidor tipo placa de orificio y un transmisor multivariable (UIT/ FE/ TE) en el que la medición es compensada por presión y temperatura. Esta medición se realiza para registrar la producción de gas del pozo que este en control en el respectivo separador.

El nivel de líquido y la presión en los separadores de control y Volumeter, es monitoreado localmente por medio de los indicadores de niveles respectivos, ubicados en el cuerpo de los recipientes.

2.3.4. Facilidades de Almacenamiento

El líquido proveniente del separador de totales ST-1601, separadores de control SC-1602/1603/1604/1605/1606y esporádicamente el Scrubber SR-1608, alimentan al tanque de almacenamiento de crudo TK-1601.

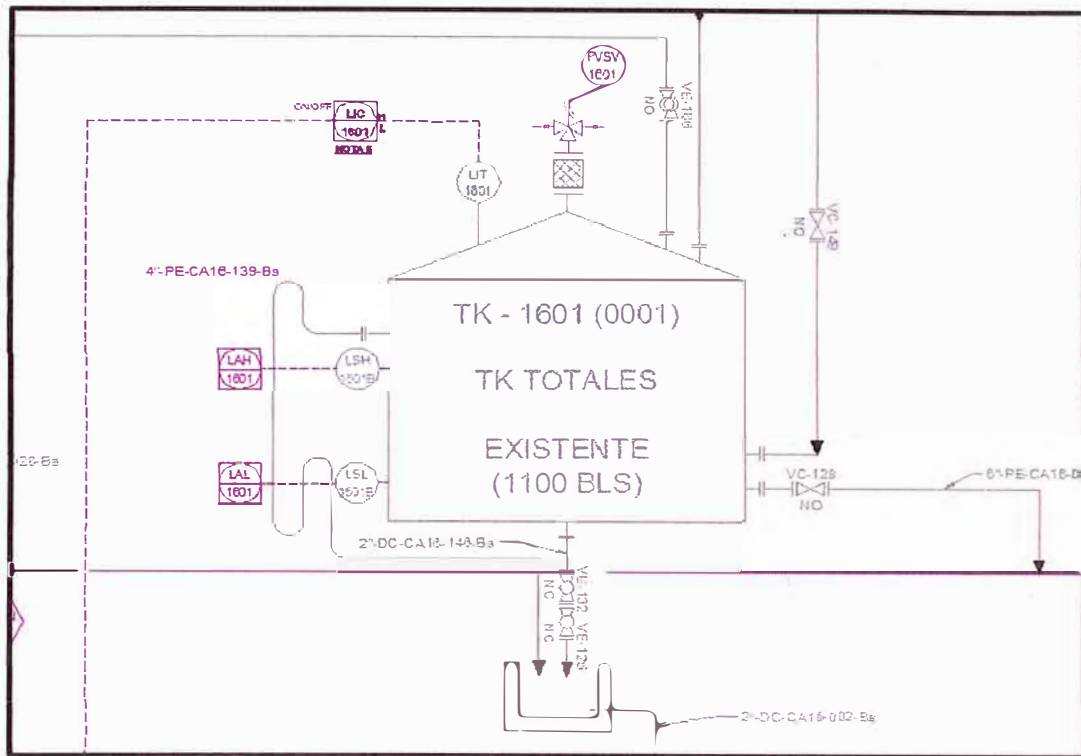


Figura 2.17. Esquemático del tanque de totales TK-1601

Adicionalmente existen las facilidades de enviar al tanque de totales TK-1602 (4"-PE-CA16-118-Ba) y tanque de control TK-1603 (a través de la línea 3"-PE-CA16-116-Ba).

La descarga de líquido de los Volumeters de control VM-1602/1603/1604/1605/1606/1607 dispone de una línea de 2" con una válvula de accionamiento manual que permite enviar los líquidos hacia el tanque de control TK-1603, cuando se requiere realizar una prueba de contraste a los Volumeters.

El fluido almacenado en el tanques de totales TK-1601/1602 y en el tanque de control TK-1603, es enviado a la succión de la bombas P-1601A a través de la línea 6"-PE-CA16-100-Ba.

El nivel de líquido en los tanques es monitoreado y controlado por un transmisor e indicador de nivel LIT, ubicado en techo de cada tanque

(LIT-1601/1602/1603). También son controlados por los interruptores de nivel LSH y LSL asociado a cada tanque, este mecanismo sirve de respaldo para el control de nivel en caso de falla de los transmisores de nivel.

2.3.5. Facilidades de Bombeo

Las salidas de los tanques de totales y la salida del tanque de control se conectan al filtro F-1601A por la línea 6"-PE-CA16-100-Ba, el cual retiene los sólidos presentes en el líquido; cuenta con un indicador de caída de presión (PDI-1601A), cuando la caída de presión es mayor a 2 Psig se pone fuera de servicio para realizar su limpieza, entrando el Filtro F-1601B.

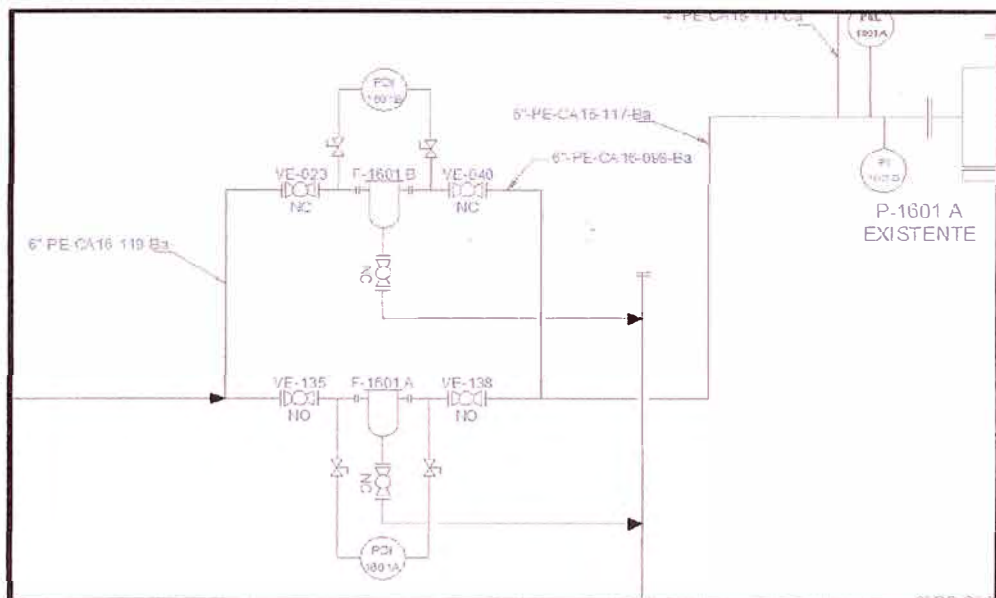


Figura 2.18. Esquema de instalación de los filtros de bombas.

De la salida de los filtros el crudo va a la línea principal de succión (6"-PE-CA16-117-Ba) de la bomba de transferencia de crudo (PAL-1601A).

El funcionamiento de la bomba PAL-1601 A, está asociado al nivel de control de los tanques TK-1601/TK-1602. La bomba arranca por

horarios (realizan 8 ciclos de bombeo por día) y paran una vez que el nivel del tanque descienda a 2'-3" activándose el LIT, el cual manda una señal al PLC de parada de la bomba. El crudo bombeado es enviado por la línea de descarga 4"-PE-CA16-112-Ca, hacia la planta de separación bifásica CA-19. La selección de descarga de cada tanque se realiza manualmente en el PLC.

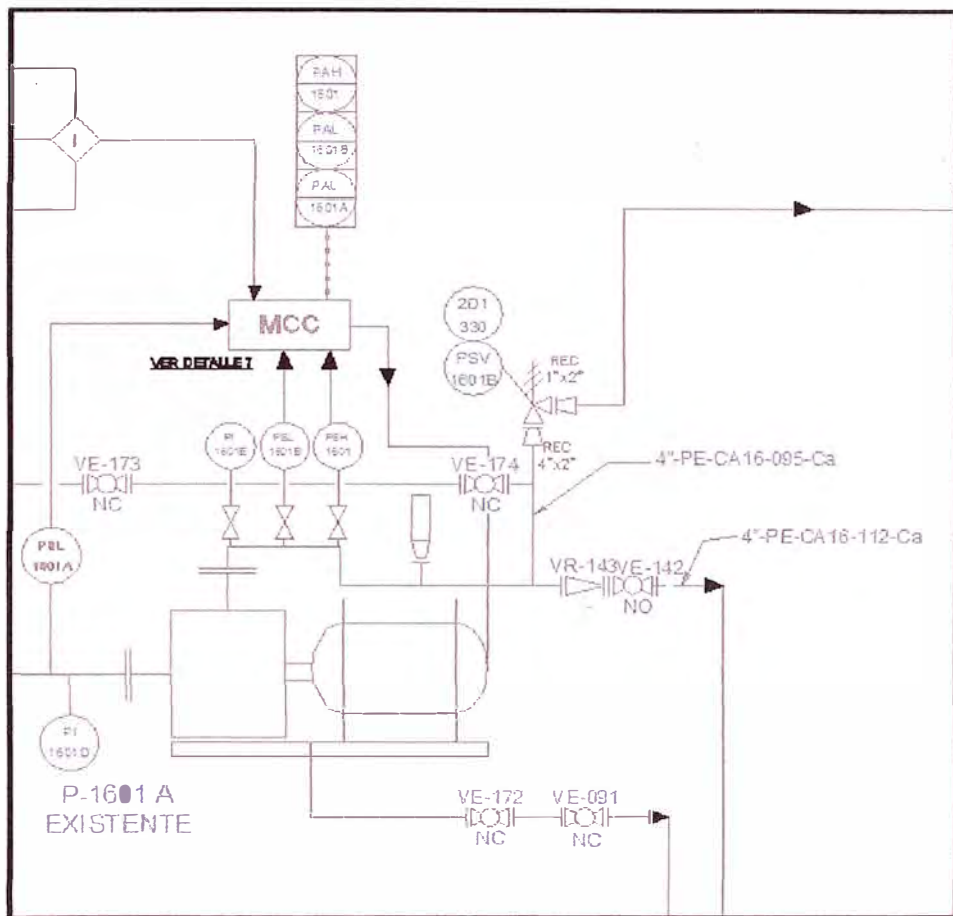


Figura 2.19. Esquemático de bomba de transferencia de la planta

La presión a la succión de las bombas P-1601 A es monitoreada localmente por los indicadores de presión P-1601D, ubicado en la línea de succión (6"-PE-CA16-117 Ba).

La bomba P-1601 A, disponen en la línea de succión (6"-PE-CA16-117-Ba), de un interruptor de baja presión de succión (PSL-1601A) con

alarmas asociadas, los cuales envían una señal de parada de las bombas cuando la presión alcance un valor de 1 Psig, así mismo en las líneas de descarga(4"-PE-CA16-112-Ca), cuenta con un interruptor por alta presión de descarga (PSH-1601) con alarma asociada, los cuales envían una señal de parada de las bomba cuando la presión alcance un valor de 500Psig.

En la línea de descarga de las bombas (4"-PE-CA16-112-Ca) se encuentra el patín de medición de flujo liquido de la batería que consta de un medidor de flujo másico tipo Coriolis conectado a un transmisor totalizador de flujo (FQIT-1601), el cual reportará al PLC el valor de flujo instantáneo y flujo totalizado de crudo. Adicionalmente en esta línea existe un presostato PSL-1601B que envía una señal de parada de las bombas por baja presión de descarga (100 Psig).

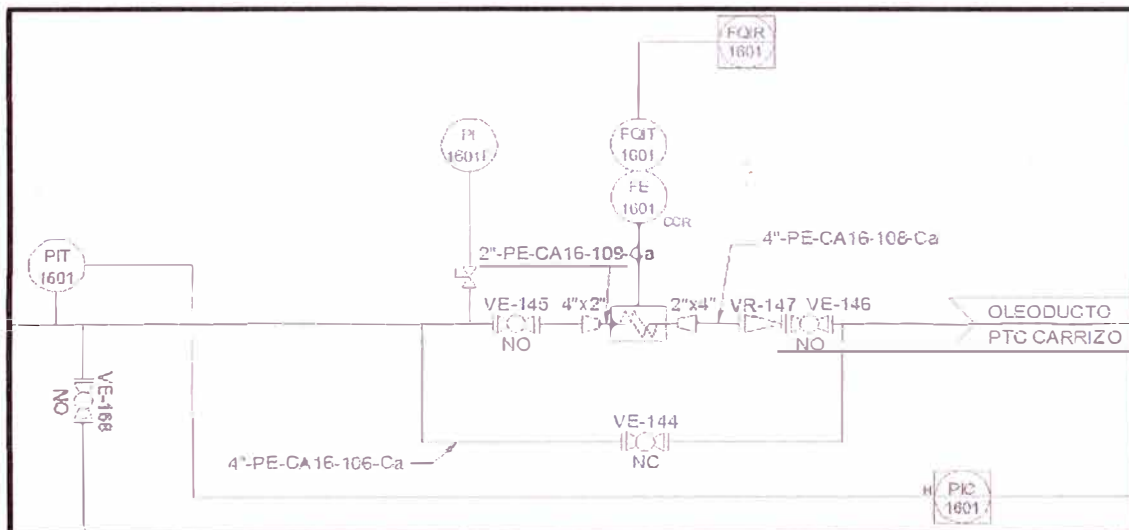


Figura 2.20. Sistema de medición de crudo a la salida de la planta.

La presión a la descarga de la bomba P-1601 A, se monitorea localmente por los indicadores de presión PI-1601E, ubicado en la línea de descarga 4"-PE-CA16-112-Ca.

En el cabezal principal de descarga se tiene instalado un lazo de control de presión conformado por un Transmisor de Presión, PIT-1601, el Controlador de Presión PIC-1601 con alarma, implementado en el PLC y una válvula de control con posicionador de acción neumática con modo de falla abierta, PV-1601. El objetivo de este lazo de control es impedir que la presión de bombeo se incremente por encima de un valor prefijado por el operador, el cual debe estar por debajo de la presión de ajuste de las válvulas de seguridad instaladas en las bombas respectivas, recirculando la descarga de las bombas hacia el tanque de totales TK-1601, a través de la línea 2"-PE-CA16-096-Ca.

2.3.6. Facilidades de Drenaje

El crudo que se acumule en esta cámara será recuperado por medio de camiones vacuum, transfiriendo de esta manera su contenido hacia los tanques de totales. La programación del camión se realizara cuando el nivel de líquidos en la cámara alcance 1.0 metro de altura.

El separador de totales dispone de una línea de drenaje (2"-DC-CA16-010-Ba) con dos válvulas de bloqueo de accionamiento manual (VE-002/003) que descargan en el colector de drenajes y de allí a la cámara de drenaje. Estas válvulas deberán permanecer cerradas durante la operación normal del equipo. Durante las actividades de mantenimiento se abrirán ambas válvulas cuando el equipo esté debidamente aislado y despresurizado, una vez que se verifique que se completó el drenado del recipiente, estas válvulas deberán cerrarse.

El Scrubber de Gas dispone de una línea de drenaje (2"-DC-CA16-114-Ba) con dos válvulas de bloqueo de accionamiento manual (VE-120/165)

que descargan en el colector de drenajes y de allí a la cámara de drenaje. Que permiten drenar el equipo completamente a la Cámara de drenaje C-1601. Estas válvulas deberán permanecer cerradas durante la operación normal del equipo; Durante las actividades de mantenimiento se abrirán ambas válvulas cuando el equipo esté debidamente aislado y despresurizado, una vez que se verifique que se completó el drenado del recipiente, estas válvulas deberán cerrarse.

Cada Separador de Control dispone de una línea de drenaje con dos válvulas de bloqueo de accionamiento manual que descargan en el colector de drenajes y de allí a la cámara de drenaje. Estas válvulas deberán permanecer cerradas durante la operación normal del equipo. Durante las actividades de mantenimiento se abrirán ambas válvulas cuando el equipo esté debidamente aislado y despresurizado, una vez que se verifique que se completó el drenado del recipiente, estas válvulas deberán cerrarse.

Los tanques de Totales y el tanque de Control disponen de líneas de drenaje (2"-DC-CA16-146-Ba, 2"-DC-CA16-048-Ba, 2"-DC-CA16-058-Ba) con válvulas de bloqueo de accionamiento manual (tipo bola clase #150), que permiten drenar cada uno de los tanques completamente a sus respectivos buzones y de allí la cámara de drenaje. Las válvulas deberán permanecer cerradas durante la operación normal de los tanques. Durante las actividades de mantenimiento se abrirá cada válvula cuando el tanque esté debidamente aislado, una vez que se verifique que se completó el drenado del recipiente, estas válvulas deberán cerrarse.

2.3.7. Facilidades de Bloqueo Manual

El Separador de Totales dispone de válvulas de bloqueo manual en las líneas de succión, descargas de líquido y gas. En la línea de succión, la válvula de bloqueo es tipo bola de 6"-150# (VE-001), esta válvula durante operación normal del equipo deberá permanecer abierta y la misma sólo deberá cerrarse durante operaciones de mantenimiento del equipo que requieran la despresurización del mismo o que el equipo se encuentre fuera de servicio o aislado del proceso.

A la descarga de gas del separador de Totales se encuentran instaladas válvulas tipo bola de 4"-150# (VE-160/012) y una válvula check de 4"-150# (VR-013) que impedirá el flujo reverso hacia el separador. La válvula está dispuesta de manera de poder aislar el equipo del proceso, al igual que la válvula de bloqueo en la succión, esta válvula deberá permanecer abierta durante operación normal del equipo y será cerrada sólo durante paradas programadas del equipo.

Sobre la línea de descarga de líquido se encuentran instaladas unas válvulas tipo bola de 4"-150# (VE-006/007/008) que permitirán el seccionamiento de la línea, durante operación normal del equipo, estas válvulas deberán permanecer abiertas y sólo cambiarán de posición cuando el equipo se encuentra fuera de servicio, adicionalmente sobre esta línea se encuentra instalada una válvula de retención de 4" 150# (VR-009) para evitar el retorno de líquidos al recipiente.

El Scrubber de Gas dispone de válvulas de bloqueo manuales en las líneas de succión, descargas de líquido y gas. En la línea de succión, la válvula de bloqueo es tipo bola de 6"-150# (VE-150) esta válvula durante

operación normal del equipo deberá permanecer abierta y la misma sólo deberá cerrarse durante operaciones de mantenimiento del equipo que requieran la despresurización del mismo o que el equipo se encuentre fuera de servicio o aislado del proceso.

A la descarga de gas del separador de Totales se encuentra instalada válvula tipo bola de 6"-150# (VE-152). La válvula está dispuesta de manera de poder aislar el equipo del proceso, al igual que la válvula de bloqueo en la succión, esta válvula deberá permanecer abierta durante operación normal del equipo y será cerrada sólo durante paradas programadas del equipo.

Sobre la línea de descarga de líquido se encuentran instaladas unas válvulas tipo bola de 2"-150# (VE-124/163) que permitirán el seccionamiento de la línea, durante operación normal del equipo, estas válvulas deberán permanecer abiertas y sólo cambiarán de posición cuando el equipo se encuentra fuera de servicio, adicionalmente sobre esta línea se encuentra instalada la válvula LV-1608 de 2" 150# para el despacho automático de los líquidos acumulados en el scrubber.

Cada Separador de Control dispone de válvulas de bloqueo manual en las líneas de succión, descargas de líquido y gas. En la línea de succión, la válvula de bloqueo es tipo bola de 3"-150#, esta válvula durante operación normal del equipo deberá permanecer abierta y la misma sólo deberá cerrarse durante operaciones de mantenimiento del equipo que requieran la despresurización del mismo o que el equipo se encuentre fuera de servicio o aislado del proceso.

A la descarga de gas del separador de Control se encuentran instaladas válvulas tipo bola de 2"-150#, y una válvula check de 2"-150# que

impedirá el flujo reverso hacia el separador. Las válvulas están dispuestas de manera de poder aislar el equipo del proceso, al igual que las válvulas de bloqueo en la succión, estas válvulas deberán permanecer abiertas durante operación normal del equipo y serán cerradas sólo durante paradas programadas del equipo.

Sobre la línea de descarga de líquido se encuentran instaladas unas válvulas tipo bola de 2"-150# que permitirán el seccionamiento de la línea, durante operación normal del equipo, estas válvulas deberán permanecer abiertas y sólo cambiarán de posición cuando el equipo se encuentra fuera de servicio, adicionalmente sobre esta línea se encuentra instalada una válvula de retención de 2"-150# para evitar el retorno de líquidos al recipiente y los volumeter de control.

Los tanques de Totales y el de Control disponen de válvula de bloqueo manual, tipo compuerta en las líneas de alimentación y descargas. En las líneas de alimentación a los tanques las válvulas son de 4"-150# (VC-148/VC-149), para el TK-1603 la válvula de bloqueo es tipo esférica de 3"-150# (VC-117). Durante la operación normal de los equipos, deberá permanecer abierta la válvula VC-149 (TK-1601) y cerradas las válvulas VC-117 (TK-1603) y VC-148 (TK-1602).

Sobre la línea de descarga de líquido del TK-1601 se encuentra instalada una válvula tipo compuerta de 4"-150# (VC-128) que permitirá el seccionamiento de la línea, durante operación normal del tanque esta válvula deberá permanecer abierta y sólo cambiarán de posición cuando el equipo se encuentra fuera de servicio o se proceda a bombear el TK-1602 (TK-1603). En la descarga del TK-1602 se encuentra instalada una válvula tipo

compuerta de 4"-150# (VC-123) que permitirá mantener fuera de servicio dicho tanque, durante operación normal de la batería esta válvula deberá permanecer cerrada y sólo cambiarán de posición cuando se proceda a bombear el TK-1602. En la descarga del TK-1603 se encuentra instalada una válvula tipo compuerta de 4"-150# (VC-118) que permitirá mantener fuera de servicio dicho tanque, durante operación normal de la batería esta válvula deberá permanecer cerrada y sólo cambiarán de posición cuando se proceda a bombear el TK-1603.

La bomba PAL-1601, dispone de una válvula de bloqueo manual en la línea de succión y descarga. En la línea de succión, la válvula de bloqueo es tipo bola (VE-138) de 4"-150#. Esta válvula durante operación normal del equipo deberá permanecer abierta y la misma sólo deberá cerrarse durante operaciones de mantenimiento del equipo o que el equipo se encuentre fuera de servicio o aislado del proceso.

Sobre la línea de descarga de líquido se encuentran instaladas unas válvulas tipo compuerta (VC-142) de 4"-150# que permitirá el seccionamiento de la línea, durante operación normal de las bombas, esta válvula deberá permanecer abierta y sólo cambiará de posición cuando el equipo se encuentra fuera de servicio, adicionalmente sobre esta línea se encuentra instalada una válvula de retención (VR-143) de 4"-150# para evitar el retorno de líquidos a la bomba.

2.3.8. Facilidades de Alivio y Venteo

En el separador de Totales, para garantizar su integridad física, existe una válvula de seguridad y alivio (PSV-1601A) en la parte superior del recipiente calibrada a 35 psig. Esta válvula abrirá una vez que se alcance

esta condición de presión. Cuando la presión disminuya por debajo de este valor la válvula se cerrará.

En el Scrubber de Gas, para garantizar su integridad física, existe una válvula de seguridad y alivio (PSV-1608), en la parte superior del recipiente calibrada a 35 psig. Esta válvula abrirá una vez que se alcance esta condición de presión. Cuando la presión disminuya por debajo de este valor la válvula se cerrará.

Cada Separador de Control para garantizar su integridad física, existe una válvula de seguridad y alivio (PSV-1608), en la parte superior del recipiente calibrada a 35 psig. Esta válvula abrirá una vez que se alcance esta condición de presión. Cuando la presión disminuya por debajo de este valor la válvula se cerrará.

En los tanques de la planta para garantizar su integridad física, se mantienen instaladas válvulas de presión y vacío con arresta llamas, ubicadas en la parte superior de cada uno de los tanques.

En la Bomba para garantizar su integridad física, posee una válvula de seguridad (PSV-1601C), ubicada en la línea de descarga (2"-PE-CA16-095-Ca.) Las cuales están seteada a 330 Psig. Este dispositivo descarga directamente a la línea 2"-PE-CA16-110-Ba, la cual va directamente al TK-1601.

2.3.9. Facilidades de By-pass

El Volumeter de Totales dispone de una línea de 4" (4"-PE-CA16-008-Ba) con una válvula de bloqueo instrumentada, enclavada con el interruptor LSHH-1601 del ST-1601, enviando los líquidos directamente al tanque de almacenamiento de totales TK-1601. La válvula LV-1601C deberá

permanecer cerrada durante la operación normal del equipo y sólo cambiarán de posición cuando el equipo alcance un nivel muy alto de líquido, una vez que se verifique que el nivel del separador alcanzo su nivel normal de operación esta válvula debe nuevamente cerrarse.

El Scrubber de Gas dispone de una línea de 6" (6"-GG-CA16-103-Bb) con una válvula de bloqueo (VE-151) de accionamiento manual que permite desviar el gas hacia el sistema de recolección de gas en baja presión. Este válvula deberá permanecer cerrada durante la operación normal del equipo y sólo cambiarán de posición cuando el equipo se encuentre en mantenimiento, una vez que se verifique que el equipo termine su mantenimiento esta válvula debe nuevamente cerrarse.

Cada Volumeter de Control dispone de una línea de 2" con una válvula de bloqueo manual que permite manejar un exceso de la producción que genera un muy alto nivel de líquido, enviando los líquidos de la batería al tanque de almacenamiento de totales TK-1601.

CAPITULO III

DESARROLLO

3.1. REFERENCIAS GENERALES

3.1.1. Datos Físicos y Químicos del Gas

Tabla 3.1. Datos Físicos y Químicos del Gas

Componente	Frac. Molar
Metano	0,9805
Etano	0,0099
Propano	0,0016
i-Butano	0,0005
n-Butano	0,0007
i-Pentano	0,0004
n-Pentano	0,0003
C6	0,0031
Nitrógeno	0,0019
CO ₂	0,0011
H ₂ O	0,0000
Total	1
Peso molecular (lb/lb mol)	16,59
Gravedad especifica	0,5720
Poder Calorífico	N/D

3.1.2. Datos Físicos y Químicos del crudo

Tabla 3.2. Datos Físicos y Químicos del crudo

Plantas	°API
CA-16	34

3.2. EQUIPOS DE ENTRADA

3.2.1. Premisas

Para la evaluación de la capacidad de los manifolds se consideran:

- Se agregaran 45 pozos nuevos tipo A, que deben ser medidos al menos tres veces al mes.
- Actualmente se tiene 48 pozos activos, siendo procesados en la planta. Debiendo ser medidos al menos una vez al mes.
- Temperatura de Operación de la planta: 85 °F
- Presión de Operación de la planta: 18 Psig.

3.2.2. Metodología de Calculo

Se realizara la evaluación de los separadores de control para ver si con esta cantidad se alcanza el nivel de control de producción deseado. Permitiendo así, asegurar la frecuencia del control de la producción.

Para calcular la cantidad de mediciones mensuales y el número de separadores de control requeridos se emplean las ecuaciones (3.1) y (3.2):

$$\#m = (3 * \#P_n) + \#P_e \dots \dots \dots (3.1)$$

$$T_{fm} = \#m / \#SC \dots \dots \dots (3.2)$$

Dónde:

#m: Mediciones mensuales requeridas por la planta,
(mediciones mes)

#P_n: Numero de pozos nuevos.

#P_a: Numero de pozos existentes.

#SC: Numero de separadores de control.

T_{fm}: Tiempo de espera para realizar la siguiente medición, en días.

3.2.3. Evaluación de Capacidad Separador de Totales

Según los datos alcanzados por el área de producción para la conexión de las líneas de campo, 37 pozos nuevos irán ubicados en 5 manifolds de campo nuevos, todos ellos localizados fuera de la planta.

Tabla 3.3. Manifold de Campo nuevo – Pozos Nuevos

Múltiple	Total de Pozos	Puestos Libres
MC-1606N	8	-
MC-1607N	5	3
MC-1608N	8	-
MC-1609N	8	-
MC-1610N	8	-
Total	37	-

Los 8 pozos restantes irían localizados según la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Pozos nuevos a Manifold existentes

Múltiple	Total de Pozos
MC-1603	4
MC-1605	1
MB-1601	1
MB-1602	1
MB-1604	1
Total	8

Utilizando la ecuación (3.1) obtenemos que el número de mediciones mensuales requeridas para la planta sea:

$$\#m=183 \text{ mediciones/mes}$$

Por lo que el tiempo de frecuencia de medición, utilizando los 5 separadores de control existentes en la planta es:

$$T_{fm1}= 36.5$$

El valor esta fuera del rango requerido por el área de producción. Se realiza el cálculo para incluir uno o dos separadores de control adicional, utilizando la ecuación (3.2):

$$T_{fm2} = 30.5 \text{ (6 separadores de control)}$$

$$T_{fm3} = 26.1 \text{ (7 separadores de control)}$$

3.2.4. Resultados de la Evaluación

El escenario de 5 Separadores, es inapropiada, debido a que supera por 6 días al tiempo mínimo requerido.

El escenario de 7 Separadores, es adecuado pero implicaría un mayor costo de producción por barril de petróleo.

El escenario de 6 separadores, es la opción técnica y económica más adecuada.

Se instalara un nuevo separador de control denominado SC-1607. Respecto a sus características constructivas será evaluado dentro del alcance de equipos de producción y control.

3.3. EQUIPOS DE PRODUCCION Y CONTROL

3.3.1. Premisas

Para la evaluación y cálculo de los separadores de totales, de control y Scrubber de gas requeridos en la instalación, se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

- Los cálculos fueron realizados de acuerdo con la metodología recomendada en el API Specification 12J (SPEC 12J) GPSA Sección 7, pago 7-7.

- Para espesores de pared se tiene ASME Code for Pressure Vessels, sección VIII, división 1.
- Se considera material de fabricación, el Acero al Carbono SA-516 Gr 70, con un valor de S (Esfuerzo Máximo Permisible) de 17 500 Psi. Con una presión de diseño de equipos de 100 Psig.
- Composición y calidad del gas (ver tabla 3.1).
- Flujo de crudo, gas y agua correspondientes al año de mayor crecimiento de la instalación. (Ver tabla 3.3.)
- Crudo de gravedad °API de acuerdo a la tabla 3.2.
- K, para separador vertical con extractor de neblina igual a 0,35 en separadores bifásicos de totales y de control.
- Capacidad de manejo de separador de totales y Scrubber de gas, de acuerdo a la máxima producción de crudo/gas/agua que se espera recibir en los múltiples de planta.
- Corte de agua de 40.43%.
- Factor de compresibilidad de 0.995.
- Peso Molecular del gas (Lb/Lb-mol) es 16.59.
- Valor del th/ts: 0.25, para el separador y Volumeter de totales.

Tabla 3.5. Datos de la Producción

PLANTA	PRODUCCION			
	BOPD	BAPD	BFPD	PCED
CÁ-16	1003.6	748.1	1,851.7	1,208,900

Para el Separador de Totales:

Tabla 3.6. Nivel de alturas de líquidos en el separador.

Descripción	Min.	Pulg
Nivel Alto de Líquidos al Nivel Alto-Alto de Líquidos ($h_{NAL-NAAL}$)	1.5	9
Nivel Normal de Líquidos al Nivel Alto de Líquidos ($h_{NNL-NAL}$)	1.5	9
Nivel Bajo de Líquidos al Nivel Normal de Líquidos ($h_{NBL-NNL}$)	1.5	9
Nivel Bajo-Bajo de Líquidos al Nivel Bajo de Líquidos ($h_{NBBL-NBL}$)	1.5	9

Para el Scrubber de Gas:

Tabla 3.7. Nivel de alturas líquidos en el Scrubber.

Descripción	Min.	Pulg
Nivel Alto de Líquidos al Nivel Alto-Alto de Líquidos ($h_{NAL-NAAL}$)	5	6
Nivel Normal de Líquidos al Nivel Alto de Líquidos ($h_{NNL-NAL}$)	5	6
Nivel Bajo de Líquidos al Nivel Normal de Líquidos ($h_{NBL-NNL}$)	5	6
Nivel Bajo-Bajo de Líquidos al Nivel Bajo de Líquidos ($h_{NBBL-NBL}$)	5	6

3.3.2. Metodología de Cálculo

Como ecuación de cálculo para la velocidad del fluido dentro de un separador se utiliza las ecuaciones (3.3) y (3.4) recomendada por API SPEC 12J. Appendix C. Design and Sizing Calculations.

$$V_t = K \sqrt{(\rho_l - \rho_g) / \rho_g} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$\rho_g = P \times PM / (RTZ) \dots \dots \dots (3.4)$$

Dónde:

V_t : Velocidad crítica o terminal del gas, pie/s

ρ_l : Densidad del líquido, Lb/pie³

ρ_g : Densidad del gas, Lb/pie³

K: Constantes para dimensionamiento de separadores con extractores tipo neblina.

P: Presión de Operación en el recipiente, Psia

T: Temperatura de Operación en el recipiente, °R

PM: Peso Molecular del gas, Lb/Lb-mol

R: Constante de gases = 10,73Psia - pie³ / (lb-mol°R)

Z: Factor de Compresibilidad de gases.

Para el cálculo del Área Transversal y el flujo del recipiente requerida para el gas, se emplea las ecuaciones:

$$A = Q_G / V_t \dots \dots \dots (3.5)$$

$$Q_G = M_G / \rho_g \dots \dots \dots (3.6)$$

$$M_G = Q \times 10^6 \times PM / (379 \times 24 \times 3600) \dots \dots \dots (3.7)$$

Dónde:

Q_G: Flujo volumétrico de gas, pie³/s

V_t: Velocidad crítica o terminal del gas, pie/s.

M_G: Flujo másico de gas (T y P @ condiciones de operación), Lb/s

ρ_g: Densidad del gas (T y P @ condiciones de operación), Lb/pie³

Q: Flujo promedio de gas, MMSCFD

Para el cálculo del diámetro requerido empleamos la ecuación:

$$D = \sqrt{(4 \times A / \pi)} \dots \dots \dots (3.8)$$

Dónde:

D: Diámetro requerido por el recipiente, pie

A: Área transversal del recipiente, pie².

Para el cálculo de la longitud mínima del recipiente, requerida para separar las gotas de líquido de la corriente de gas, se emplea la siguiente ecuación.

$$L_{\text{Min}} = h_{\text{NAAL-Fondo}} + h_{\text{NAAL-DG}} + h_{\text{DG-Malla}} + h_{\text{Malla}} + h_{\text{Malla-Tope}} \dots (3.9)$$

Dónde:

$h_{\text{NAAL-Fondo}}$: Altura entre Nivel Alto - Alto de Líquido al fondo del recipiente, pie

$h_{\text{NAAL-DG}}$: Altura entre h_{NAAL} y boquilla de salida de gas, pie.

$$h_{\text{NAAL-DG}} = 2D_G$$

$$\text{Si } 0,5D > 2 \text{ pie, } h_{\text{DG-Malla}} = D/2 \text{ pie}$$

$$\text{Si } 0,5D < 2 \text{ pie, } h_{\text{DG-Malla}} = 2 \text{ pie}$$

$h_{\text{DG-Malla}}$: Altura entre la boquilla de salida de gas y la malla o nemister, pie.

h_{Malla} : Altura de la malla o nemister, pie.

$$h_{\text{Malla}} = 0,5 \text{ pie}$$

$h_{\text{Malla-Tope}}$: Altura entre la malla y el tope del recipiente, pie.

$$0,15D/12 > 16/12 \text{ pie, } h_{\text{Malla-Tope}} = 0,15 D/12 \text{ pie}$$

$$0,15D/12 < 16/12 \text{ pie, } h_{\text{Malla-Tope}} = 16/12 \text{ pie}$$

La longitud entre las costuras de los cabezales (costura/ costura) tendrán una relación respecto al diámetro L/D de 2:1 a 6:1

Con la finalidad de tener un régimen de flujo adecuado a la entrada de un recipiente, para el cálculo de la velocidad de alimentación se utiliza la ecuación (3.10)

$$V_{LF} = v_{LF} = 50 / \sqrt{\rho_m} \dots \dots \dots (3.10)$$

Con la finalidad de tener un régimen de flujo adecuado a la salida de gas de un recipiente, para el cálculo de la velocidad se utiliza la ecuación:

$$VGF = 60 / \sqrt{\rho_m} \dots \dots \dots (3.11)$$

Con la finalidad de tener un régimen de flujo adecuado a la salida de líquidos de un recipiente, la velocidad límite se fija en 3,3 pie/s

Para el cálculo del espesor de pared y de los cabezales de los recipientes se emplearon las ecuaciones indicadas en el ASME Code for Pressure Vessels, sección VIII, división 1.

$$th_{cab} = PD / (2SE - 0,2P) + C \dots \dots \dots (3.12)$$

$$ts_{casco} = PR / (SE - 0,6P) + C \dots \dots \dots (3.13)$$

$$P_{corr} = 2 S E t_{corr} / (D + 0,2 t_{corr}) \dots \dots \dots (3.14)$$

$$P_{max} = 2 S E t_{comercial} / (D + 0,2 t_{comercial}) \dots \dots \dots (3.15)$$

Dónde:

th_{cab} : Espesor del cabezal, en pulgadas

E: Factor de inspección de juntas soldadas

C: Sobre espesor por corrosión, en pulgadas

ts_{casco} : Espesor del casco cilíndrico, en pulgadas

R: Radio interior del separador, pie

P_{corr} : Máxima presión corroída, en pulgadas

P_{max} : Máxima presión de diseño, en pulgadas

$t_{comercial}$: Espesor comercial seleccionado para cabezal + casco, en pulgadas (Eugene Megyesy. "Manual de Recipientes a Presión" páginas de la 360 a la 375).

3.3.3. Evaluación de Capacidad Separador de Totales

Se hace referencia a los valores mostrados en las tablas (2.5), (3.2) y (3.2), para el Separador de Total ST-1601:

$$\begin{aligned}R &= 10,73 \text{ Psia} \cdot \text{pie}^3 / (\text{lb}\cdot\text{mol}\cdot^\circ\text{R}) \\ \rho_g &= P \times PM / (RTZ) = 0,0934 \text{ Lb}/\text{pie}^3 \\ \text{API} &= 34 @ 60^\circ\text{F} \\ \text{API} &@ 85^\circ\text{F} = 35.86 \\ G.E_{\text{Crudo}} @ 85^\circ\text{F} &= 0,8545 \\ \rho_w @ 85^\circ\text{F} &= 63,62 \text{ lb}/\text{pie}^3 \\ \rho_L @ 85^\circ\text{F} &= 53,79 \text{ lb}/\text{pie}^3 \\ K &= 0,35 \\ V_t &= 8.4 \text{ pie}/\text{s}\end{aligned}$$

Para el cálculo del área transversal del recipiente requerida para el gas, se emplea la ecuación (3.5) y el flujo de gas (QG) a las condiciones del proceso se determina por la ecuación (3.6):

$$\begin{aligned}Q_G &= 6,563 \text{ pie}^3/\text{s} \\ A &= 0.78 \text{ pie}^2\end{aligned}$$

Para el cálculo del diámetro interno requerido empleamos la ecuación (3.8), obtenemos:

$$D = 11.97 \text{ pulgadas}$$

Para calcular la longitud mínima del recipiente requerida para separar las gotas de líquido de la corriente de gas se emplea la ecuación (3.9).

Donde los términos $h_{\text{NAAL}} - DG$, $h_{DG} - \text{Malla}$ y $h_{\text{Malla}} - \text{Tope}$ dependen del diámetro de la boquilla de salida de gas D_G y del diámetro interno del recipiente elegido (cálculo iterativo), para que la longitud del recipiente mantenga una relación L/D de 2:1 a 6:1.

Como D de inicio para la iteración se asume 12" y se calcula L_{Min} luego se verifica el valor de L_{Min}/D , la iteración finaliza para un D que genere un L_{Min}/D que se ubique en un valor próximo a 6, para un recipiente de diámetro comercial económico. Los valores de D varían desde 18" hasta 60" en incrementos de 6" y desde 36" hasta 120 en incrementos de 6". En este caso una relación L_{Min}/D aproximadamente igual a 2,12 se consigue con un D igual a 54.0 pulgadas, correspondiente al diámetro interno del separador de totales.

Para el cálculo de la velocidad del gas a la salida del recipiente y el diámetro del recipiente se utiliza las ecuaciones (3.3) y (3.8) respectivamente, obteniendo:

$$V_{GF} = 196,52 \text{ pie/s}$$

$$D_G = 2,474 \text{ pulgadas}$$

Como el diámetro de la boquilla de salida de gas del separador es de 4", no se tiene ningún problema de seguir utilizando la misma.

La altura desde h_{NAAL} al fondo del recipiente se usa ecuación (3.16):

$$h_{(NNL - NAL)} + h_{(NBL - NNL)} = 22,46 (q_L t) / (1440 \pi D^2) \dots \dots (3.16)$$

Como tiempos de retención dentro del recipiente se mantienen a 4 minutos entre el Nivel Bajo de Líquidos y el Nivel Alto de Líquidos, utilizando la ecuación (3.16) se tiene que:

$$q_F = 1851.7 \text{ BFPD}$$

$$t = 4 \text{ minutos}$$

$$h_{(NNL - NAL)} + h_{(NBL - NNL)} = 1.816 \text{ pie}$$

$$h_{NAAL - Fondo} = 3,82 \text{ pie}$$

$$h_{NAAL - DG} = 2D_G$$

$$h_{NAAL - DG} = 2 (4,026 \text{ pulgadas}/12) = 0,671 \text{ pie}$$

Como $0,5D > 2$ pie, la altura entre la boquilla de salida de gas y la malla o nemister es 2 pie.

$$h_{DG - Malla} = 2.25 \text{ pie}$$

La altura de la malla o nemister es:

$$h_{Malla} = 0,5 \text{ pie}$$

Como $,15D/12 < 16/12$ pie, la altura entre la malla y el tope del recipiente es:

$$h_{Malla - Tope} = 0,15 D/12 \text{ pie (1.33 pie)}$$

Como la longitud mínima del recipiente calculada, para un diámetro interno comercial de 54.0 pulgadas se tiene:

$$L_{Min} = 8.570'$$

Al homologar las dimensiones calculadas a las del separador de totales existente, se tiene:

$$L_{Min} = 9.71'$$

La longitud del separador de totales existente es 11.73% superior a la longitud calculada.

Para el cálculo del diámetro de la boquilla de alimentación, se requiere calcular primero el flujo másico total se calcula a partir del flujo másico de cada una de las fases presentes en la corriente, para esto utilizamos la ecuación (3.17). Luego la velocidad mediante (3.3) y finalmente el diámetro utilizando (3.8).

$$M_F = M_G + M_L + M_W \dots \dots \dots (3.17)$$

$$M_G = 52.856,17 \text{ lb/día};$$

$$M_L = 333.292,96 \text{ lb/día}$$

$$M_W = 267.223,22 \text{ lb/día}$$

$$M_F = 653382.35$$

$$\rho_{MF} = 1.13 \text{ lb/pie}^3$$

$$V_F = 60/(\rho_{MF}^{0.5}) = 56,45 \text{ pie/s}$$

$$D_F = 4,66 \text{ pulgadas}$$

Como el diámetro de la boquilla de entrada para la alimentación es de 4", se recomienda considerar el reemplazo de esta boquilla por una de diámetro 6".

Para el cálculo del diámetro de la boquilla de salida de gas del separador de totales se utiliza otra vez la ecuación (3.8), obteniendo:

$$D_g = 2.474 \text{ pulgadas}$$

Como el diámetro de boquilla de salida de gas es de 4". El valor calculado está dentro de esta especificación.

Para el cálculo del diámetro de la boquilla de salida de líquidos se utilizan la (3.8) ecuación:

$$D_L = (4 (M_L + M_W) / (\rho_{MLT} V_L))^{0.5}$$

$$\rho_{ML} = (M_L + M_W) / ((q_L + q_W) * 5,615) = 57,50 \text{ lb/pie}^3$$

$$V_{SL} = 3,30 \text{ pie/s}$$

$$D_L = 2,59 \text{ pulgadas}$$

Como el diámetro de la boquilla de salida de líquidos es de 4". El valor calculado está dentro de lo tolerado.

Para el cálculo del espesor de pared y cabezales de los recipientes se utilizan las ecuaciones (3.12) y (3.13):

$$th_{cab} = P D / (2 S E - 0.2 P) + C = 0,221 \text{ pulg.}$$

$$ts_{casco} = P R / (S E - 0.6 P) + C = 0,279 \text{ pulg.}$$

Como espesor comercial se dispone lámina de 0,3175 pulg, y usando las ecuaciones (3.14) y (3.15), se obtiene.

$$P_{\text{corr}} = 2 S E t_{\text{corr}} / (D + 0,2 t_{\text{corr}})$$

$$t_{\text{corr}} = t_{\text{s casco}} - C = 0,154 \text{ pulg.}$$

$$P_{\text{corr}} = 2SE t_{\text{corr}} / (D + 0,2 t_{\text{corr}}) = 100,06 \text{ Psig}$$

$$P_{\text{max}} = 2 S E t_{\text{comercial}} / (D + 0,2 t_{\text{comercial}}) = 200.96 \text{ Psig}$$

Como espesor mínima del recipiente para un diámetro interno comercial de 54.365 pulgadas se tiene:

$$T_{\text{comercial}} = 0,3175''$$

Se considera adecuado mantener el uso del separador ST-1601 como separador de totales de la Planta.

Se anexa la hoja de cálculo realizada para el separador de totales ST-1601, ver figura 3.1.

Datos de Entrada		Descripción de la Operación		Separador de Totales, Batería CA-16	
1	Condiciones de Operación				
2	Flujo Volumétrico de Gas, MMSCFD	1.21			
3	Flujo Volumétrico de Crudo Q _o , BPOD	1104			
4	Flujo Volumétrico de Agua Q _a , BPOD	748			
5	% BSW entrada de crudo	40.40%			
6	Temperatura de Entrada Fluidos, °F	85			
7	Temperatura de Salida de Fluidos, °F	85.00			
8	Presión de Operación (Psig)	18.00			
Propiedades de los Fluidos					
9	Gravedad API @ condiciones estándar	34.00			
10	Crudo, gravedad específica @ condiciones estándar	0.8550			
11	Gravedad específica agua @ condiciones estándar	1.0200			
12	Densidad del Crudo, Lb/ft ³ @ condiciones estándar	53.38			
13	Gravedad específica del gas	0.5720			
14	Peso Molecular del Gas	18.57			
15	Factor de Compresibilidad del Gas, Z	0.9950			
Cálculo Propiedades Fluidos					
16	Gravedad API @ condiciones de operación	35.86			
17	Crudo, gravedad específica @ cond. de operación	0.8455			
18	Gravedad específica agua @ cond. operación	1.0200			
19	Densidad del Crudo ρ _o , lb/ft ³	53.79			
20	Densidad del Agua ρ _w , lb/ft ³	53.62			
21	Densidad del Gas ρ _g , lb/ft ³	0.0932			
22	Flujo Másico de Crudo M _o , lb/día	333,260.96			
23	Flujo Másico de Agua M _a , lb/día	287,223.22			
24	Flujo Másico de Gas M _g , lb/día	52,856.17			
25	Flujo Másico Alimentación M _f , lb/día	653,372.35			
26	Flujo Volumétrico de Gas, MMSCFD	0.57			
27	Flujo Volumétrico de Crudo Q _o , BPOD (cond. oper.)	1104			
28	Flujo Volumétrico de Agua Q _a , BPOD (cond. oper.)	748			
29	Flujo Másico Alimentación M _f , lb/día	653,372.35			
30	Densidad de la mezcla de alimentación ρ _m , lb/ft ³	1.13			
31	Densidad de la mezcla de fluidos ρ _{ml} , lb/ft ³	57.76			
Cálculo de Diámetro Requerida					
32	K para un separador vertical con extractor de neblina	0.350			
33	Velocidad terminal V _t = K √[(ρ _l - ρ _v)/ρ _v], pies/s	8.400			
34	% de V _t como velocidad de vapor permisible del vapor	100%			
35	Velocidad de vapor permisible V _v , pies/s	8.400			
Niveles de Operación del Equipo (cont.)					
36	Flujo volumétrico de gas Q _g , pie ³ /s	3.563	46	Tiempo de retención entre h _{1EBL-NAL} , min.	4.00
37	Área transversal del recipiente para el flujo de vapor, pie ²	0.78	47	Tiempo de retención entre h _{1EBL-NBL} , min.	1.67
38	Diámetro interno del recipiente, pulgada	11.97	48	Volumen retención entre h _{1EBL-NAL} , pie ³	28.88
39	Diámetro interno nominal del recipiente, pulgada	54.37	49	Volumen retención entre h _{1EBL-NBL} y h _{1NAL-NAL} , pie ³	24.18
Niveles de Operación del Equipo					
40	Nivel bajo - bajo de líquidos h _{1EBL} , pulgada	6.00	50	Volumen retención máximo de líquido V _l , pie ³	53.05
41	Volumen contenido hasta h _{1NBL} , pie ³	20.23	51	Altura de líquido entre NAAL y NBBL, pie.	3.29
42	Tiempo de retención hasta h _{1EBL} , min.	2.80	52	Altura entre NAAL y fondo recipiente, pie.	3.79
43	Tiempo de retención entre h _{1EBL-NBL} , min.	1.67	53	Altura entre D ₂ y D ₁ , pie.	0.671
44	Tiempo de retención entre h _{1EBL-NAL} , min.	2.00	54	Altura entre D ₂ y malla, pie.	2.265
45	Tiempo de retención entre h _{1EBL-NBL} , min.	2.00	55	Altura de malla o demister, pie.	0.500
			56	Altura de malla a línea tangente superior, pie.	1.333
Cálculo Altura de Líquidos					
57	Longitud mínima entre costuras, pie	8.561			
58	Relación L/D	1.89			
59	Nivel bajo de líquidos h _{1EBL-NBL} , pulgada	15			
60	Nivel normal de líquidos h _{1EBL-NAL} , pulgada	26			
61	Nivel alto de líquidos h _{1EBL-NAL} , pulgada	38			
62	Nivel alto - alto de líquidos h _{1NAL-NBL} , pulgada	45			
63	Volumen contenido hasta h _{1NBL} , bbl	3.80			
64	Volumen de líquidos contenido en h _{1NBL-NBL} , bbl	2.15			
65	Volumen de líquidos contenido en h _{1NBL-NAL} , bbl	2.57			
66	Volumen de líquidos contenido en h _{1NAL-NAL} , bbl	2.57			
67	Volumen de líquidos contenido en h _{1NAL-NAAL} , bbl	2.15			
Cálculo Diámetro de Boquillas					
68	Velocidad a la entrada de la alimentación V _f = 60/√(ρ _m), pie/s	56.41			
69	Boquilla entrada alimentación, se considera una de D _f = √(4 M _f /(ρ _m π V _f)), pulgada	4.661			
70	Boquilla entrada alimentación disponible en el equipo, pulgada	4.026			
71	Velocidad a la salida de gas V _G = 60/√(ρ _g), pie/s	196.52			
72	Boquilla salida de gas D _G = √(4 M _g /(ρ _g π V _G)), pulgada	2.474			
73	Boquilla de gas disponible en el equipo, pulgada	4.026			
74	Velocidad a la salida de líquidos, pie/s	3.30			
75	Flujo másico de líquidos M _l , lb/día	600,516.18			
76	Densidad de la mezcla de líquidos ρ _l , lb/ft ³	57.76			
77	Boquilla salida de líquidos D _L = √(4 M _l /(ρ _l π V _L)), pulgada	2.566			
78	Boquilla de líquidos disponible en el equipo, pulgada	4.026			
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE AJUSTADA A LOS DIÁMETROS COMERCIALES DISPONIBLES DE ACUERDO AL CÓDIGO ASME					
Materia	SA-516 Gr 70	Espe	Espe	Espe	Espe
Pres. Diseño (Psig)	100	Espe	Espe	Espe	Espe
S (Psi)	17500	Max. Presión Corrosión, P _{corr} = 2'S'E't _{comerc} / (D + 2't _{comerc})			
E	1	Espe	Espe	Espe	Espe
Corrosión (pulg)	0.125	Max. Presión de Diseño, P _{max} = 2'S'E't _{comerc} / (D + 2't _{comerc})			
Longitud (pie)	8.561				

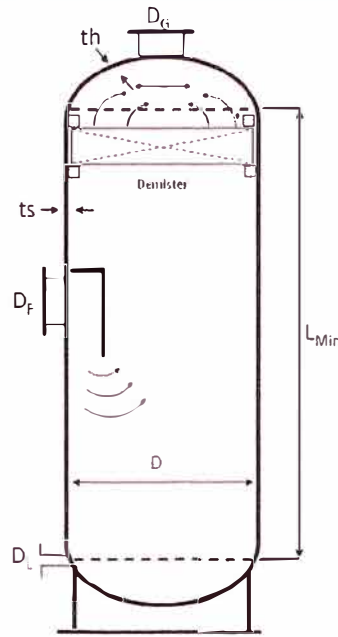


Figura 3.1. Ficha Técnica del Separador de Totales

3.3.4. Evaluación de Capacidad Scrubber de Gas

Scrubber de Gas SR-1608:

$$R = 10,73 \text{ Psia} \cdot \text{pie}^3 / (\text{lb}\cdot\text{mol}\cdot^\circ\text{R})$$

$$p_g = P \times PM / (RTZ) = 0,0934 \text{ Lb/pie}^3$$

$$^\circ\text{API} = 34 @ 60^\circ\text{F}$$

$$^\circ\text{API} @ 85^\circ\text{F} = 35,86$$

$$G.E. \text{ Crudo} @ 85^\circ\text{F} = 141.5 / (^\circ\text{API} @ 85^\circ\text{F} + 131.5) = 0,8545$$

$$\rho_w @ 85^\circ\text{F} = 63,68 \text{ lb/pie}^3$$

$$\rho_L @ 85^\circ\text{F} = 53,35 \text{ lb/pie}^3$$

$$K = 0,35$$

Para el cálculo del Área Transversal del recipiente requerida para el gas, se emplea las ecuaciones (3.7), (3.6), (3.3), (3.4) y (3.5):

$$M_G = 0.611 \text{ lb/s}$$

$$Q_G = M_G / p_g = 6.55 \text{ pie}^3/\text{s}$$

$$V_t = 8.41 \text{ pie/s}$$

$$A = Q_G / V_t = 0.781 \text{ pie}^2$$

Para el cálculo del diámetro interno requerido empleamos la ecuación (3.8):

$$D = (4 \times A / \pi)^{0.5} = 11.97 \text{ pulgadas}$$

Para calcular la longitud mínima del recipiente requerida para separar las gotas de líquido de la corriente de gas se emplea la ecuación (3.9).

Al inicio de la iteración se asume 12" y se calcula L_{Min} luego se verifica el valor de L_{Min} / D , la iteración finaliza para un D que genere un L_{Min} que se ubique en un valor próximo a 6, para un recipiente de diámetro comercial económico. En este caso una relación L_{Min}/D aproximadamente igual a 3,45

se consigue con un D igual a 29,00 pulgadas, correspondiente al diámetro interno del Scrubber de gas existente.

Para el cálculo de la velocidad del gas a la salida del recipiente y el diámetro requerido se utilizan las ecuaciones (3.3), (3.4) y (3.5):

$$V_{GF} = 60/(\rho_g^{0.5}) = 196,38 \text{ pie/s}$$

$$D_G = 12(4 Q_G / (\pi V_{GF}))^{0.5} = 2,47 \text{ pulgadas}$$

Sin embargo como el diámetro de la boquilla de salida de gas de es de 4", lo cual no generara ninguna limitación al seguir usando la misma.

La altura desde h_{NAAL} al fondo del recipiente se obtiene mediante la ecuación (3.17), el tiempo de retención entre $h_{(NBBL - NAAL)}$ se considera 20 minutos entre el Nivel Bajo - Bajo de Líquidos y el Nivel Alto - Alto de Líquidos o su equivalente a 24 pulgadas de separación entre los niveles.

$$q_F = 166.67 \text{ BFPD}$$

$$t = 20 \text{ minutos}$$

$$h_{(NBBL - NAAL)} = 2.83 \text{ pie} = 33,96 \text{ pulgadas}$$

Como $h_{(NBBL - NAAL)} > 24$ pulgadas se considera: 33.96 pulgadas

$$h_{NAAL - Fondo} = 3.58 \text{ pie}$$

$$h_{NAAL - DG} = 2D_G = 0,671 \text{ pie}$$

Como $0,5D < 2$ pie, la altura entre la boquilla de salida de gas y la malla o nemister es 2 pie.

$$h_{DG - Malla} = 2 \text{ pie}$$

La altura de la malla o nemister es:

$$h_{Malla} = 0,5 \text{ pie}$$

Como $0,15D/12 < 16/12$ pie, la altura entre la malla y el tope del recipiente es:

$$h_{Malla - Tope} = 1.33 \text{ pie}$$

Para determinar la longitud mínima del recipiente, se emplea la ecuación (3.9) y se obtiene:

$$L_{\text{Min}} = 8,084 \text{ pie}$$

Como la longitud mínima del recipiente para un diámetro interno comercial de 29 pulgadas se tiene:

$$L_{\text{Min}} = 8.328'$$

Al normalizar las dimensiones calculadas del Scrubber de Gas, se tiene:

$$L_{\text{Min}} = 8.33''$$

La longitud del Scrubber de gas existente es 1% superior a la longitud calculada.

Para el cálculo de la del diámetro de la boquilla de alimentación se utiliza la ecuación (3.17). Luego la velocidad mediante (3.3) y finalmente el diámetro utilizando (3.8).

$$M_G = 52.790,4 \text{ lb/día}$$

$$M_L = 29750,65 \text{ lb/día}$$

$$M_W = 24.076,95 \text{ lb/día}$$

$$M_F = M_G + M_L + M_W = 106.617,33 \text{ lb/día}$$

$$\rho_{MF} = 0,188 \text{ lb/pie}^3$$

$$V_F = 60/(\rho_{MF}^{0.5}) = 138,31 \text{ pie/s}$$

$$D_F = 2,95 \text{ pulgadas}$$

Como el diámetro de la boquilla de entrada para la alimentación es 4", no se producirá ningún inconveniente por seguir usando la misma boquilla.

Para el cálculo del diámetro de la boquilla de salida de líquidos se utilizan las ecuaciones (3.3), (3.4), (3.8) y (3.6):

$$\rho_{ML} = (M_L + M_W) / ((q_L + q_W) * 5,615) = 58,99 \text{ lb/pie}^3$$

$$V_{SL} = 3,30 \text{ pie/s}$$

$$D_L = 0,776 \text{ pulgadas}$$

Como diámetro de la boquilla de salida de líquidos es de 4", no requiere cambio.

Para el cálculo del espesor de pared y cabezales de los recipientes se aplican las ecuaciones (3.12) y (3.13):

$$th_{cab} = 0,226 \text{ pulg.}$$

$$ts_{casco} = P R / (S E - 0.6 P) + C = 0,2079 \text{ pulg.}$$

Como espesor comercial se dispone lamina de 0,250 pulg.

$$t_{corr} = ts_{casco} - C = 0,083 \text{ pulg.}$$

Utilizando las ecuaciones (3.14) y (3.159), se obtiene:

$$P_{corr} = 99,85 \text{ Psig}$$

$$P_{max} = 306,48 \text{ Psig}$$

Como espesor mínima del recipiente para un diámetro interno comercial de 29.0 pulgadas se tiene:

$$T_{comercial} = 0,250''$$

Se anexa la hoja de cálculo realizada para el Scrubber de gas, ver figura 3.2.

Datos de Entrada		Descripción de la Operación	Scrubber, Bateria CA-16	
1	Condiciones de Operación			
2	Flujo Volumétrico de Gas, MMSCFD	1.21		
3	Flujo Volumétrico de Crudo Qo, BPDO	110		
4	Flujo Volumétrico de Agua Qa, BPDA	75		
5	% ESW entrada de crudo	40.40%		
6	Temperatura de Entrada Fluidos °F	85		
7	Temperatura de Salida de Fluidos °F	85.00		
8	Presión de Operación (Psig)	18.00		
Propiedades de los Fluidos				
9	Gravedad API @ condiciones estándar	34.00		
10	Crudo, gravedad específica @ condiciones estándar	0.8550		
11	Gravedad específica agua @ condiciones estándar	1.0200		
12	Densidad del Crudo, lb/ft ³ @ condiciones estándar	53.38		
13	Gravedad específica del gas	0.5720		
14	Peso Molecular del Gas	16.57		
15	Factor de Compresibilidad del Gas, Z	0.9950		
Cálculo Propiedades Fluidos				
16	Gravedad API @ condiciones de operación	35.86		
17	Crudo, gravedad específica @ cond. de operación	0.8456		
18	Gravedad específica agua @ cond. operación	1.0200		
19	Densidad del Crudo pi, lb/ft ³	53.79		
20	Densidad del Agua aw, lb/ft ³	63.62		
21	Densidad del Gas pg, lb/ft ³	0.0936		
22	Flujo Másico de Crudo Mo, lb/día	33,329.30		
23	Flujo Másico de Agua Ma, lb/día	26,722.32		
24	Flujo Másico de Gas Mg, lb/día	52,956.17		
25	Flujo Másico Alimentación Mf, lb/día	112,907.79		
26	Flujo Volumétrico de Gas, MMACFD	0.57		
27	Flujo Volumétrico de Crudo Qo, BPDO (cond. oper.)	110		
28	Flujo Volumétrico de Agua Qa, BPDO (cond. oper.)	75		
29	Flujo Másico Alimentación Mf, lb/día	112,907.79		
30	Densidad de la mezcla de alimentación pmf, lb/ft ³	0.20		
31	Densidad de la mezcla de líquidos pmf, lb/ft ³	57.76		
Cálculo de Diámetro Requerido				
32	K para un separador vertical con extractor de neblina	0.350		
33	Velocidad terminal Vt = K √[(pl - pg) / pg], pies/s	8.400		
34	% de Vt como velocidad de vapor permisible del vapor	100%		
35	Velocidad del vapor permisible Vv, pies/s	8.400		
36	Flujo volumétrico de gas Qg, pie ³ /s	6.563		
37	Área transversal del recipiente para el flujo de vapor, pie ²	0.78		
38	Diámetro interno del recipiente, pulgada	11.97		
39	Diámetro interno comercial del recipiente, pulgada	28.50		
Niveles de Operación del Equipo				
40	Nivel bajo - bajo de líquidos h _{NBL} , pulgada	9.00		
41	Volumen contenido hasta h _{NBL} , pie ³	5.08		
42	Tiempo de retención hasta h _{NBL} , min.	7.03		
43	Tiempo de retención entre h _{NBL} y h _{NAL} , min.	4.77		
44	Tiempo de retención entre h _{NBL} y h _{NAL} , min.	5.00		
45	Tiempo de retención entre h _{NBL} y h _{NAL} , min.	5.00		
46	Tiempo de rotación entre h _{NBL} y h _{NAL} , min.	10.00		
47	Tiempo de retención entre h _{NBL} y h _{NAL} , min.	4.77		
48	Volumen retención entre h _{NBL} y h _{NAL} , pie ³	7.22		
49	Volumen retención entre h _{NBL} y h _{NAL} , pie ³	6.88		
50	Volumen retención máximo de líquido V _L , pie ³	14.10		
51	Altura de líquido entre NAAL y NBBL, pie.	3.18		
52	Altura entre NAAL y fondo recipiente, pie.	3.93		
53	Altura entre h _{NAL} y D _C , pie.	0.671		
54	Altura entre D _C y mala, pie.	2.000		
55	Altura de malla o demister, pie.	0.500		
56	Altura de malla a línea tangente superior, pie.	1.333		
57	Longitud mínima entre costuras, pie.	8.437		
58	Relación L/D	3.55		
59	Nivel bajo de líquidos h _{NBL} , pulgada	18		
60	Nivel normal de líquidos h _{NBL} , pulgada	28		
61	Nivel alto de líquidos h _{NAL} , pulgada	38		
62	Nivel alto - alto de líquidos h _{NAL} , pulgada	47		
63	Volumen contenido hasta h _{NBL} , bbl	0.90		
64	Volumen de líquidos contenido en h _{NBL} -NBLL, bbl	0.61		
65	Volumen de líquidos contenido en h _{NBL} -NNL, bbl	0.64		
66	Volumen de líquidos contenido en h _{NAL} -NAL, bbl	0.64		
67	Volumen de líquidos contenido en h _{NAL} -NAAL, bbl	0.61		
68	Velocidad a la entrada de la alimentación V _F = 60 / √(pm), pies/s	134.59		
69	Boquilla entrada alimentación, se considera una de D _F = √(4 Mf / (π V)), pulgada	2.953		
70	Boquilla entrada alimentación disponible en el equipo, pulgada	4.026		
71	Velocidad a la salida de gas V _C = 60 / √(pg), pies/s	196.52		
72	Boquilla salida de gas D _C = √(4 Mg / (π V)), pulgada	2.474		
73	Boquilla de gas disponible en el equipo, pulgada	4.026		
74	Velocidad a la salida de líquidos, pies/s	3.30		
75	Flujo másico de líquidos Ml, lb/día	60,051.62		
76	Densidad de la mezcla de líquidos pl, lb/ft ³	57.76		
77	Boquilla salida de líquidos D _L = √(4 Ml / (π V)), pulgada	0.818		
78	Boquilla de líquidos disponible en el equipo, pulgada	4.026		
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE AJUSTADA A LOS DIÁMETROS COMERCIALES DISPONIBLES DE ACUERDO AL CÓDIGO ASME				
Material	SA-516 Gr 70	Espesor del Cabezal, t _h cab = P * D / (2 * S * E * 0.2 * P) - C (pulg.)	0.266	
Pres. Diseño (Psig)	100	Espesor del Casco Cilíndrico, t _s casco = P * R / (S * E * 0.6 * P) + C	0.207	
g (Psi)	17500	Max. Presión Corrosiva, P _{corr} = 2 * S * E * t _{corr} / (D * 2 * t _{corr})	99.65	
E	1	Espesor comercial seleccionado Cabezal + Casco (pulgadas)	0.2500	
Corrosión (pulg.)	0.125	Max. Presión de Diseño, P _{max} = 2 * S * E * t _{comercial} / (D * 2 * t _{comercial})	306.48	
Longitud (pie)	8.437			

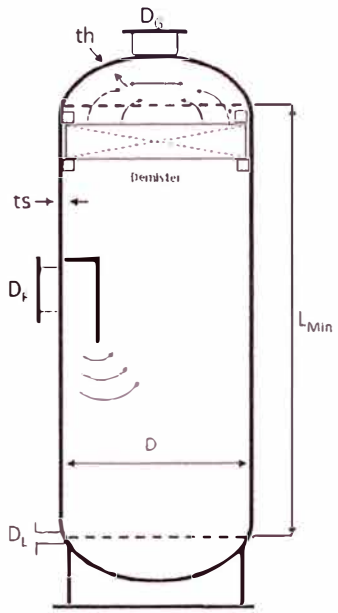


Figura 3.2. Ficha Técnica del Scrubber de Gas

3.4. LÍNEAS DE PROCESOS MULTIFÁSICAS

3.4.1. Premisas

Para el cálculo de las líneas de procesos multifásicas, se establecen las siguientes premisas:

- Capacidad de manejo de un separador de control de acuerdo a la máxima producción de crudo/ gas/ agua que se espera recibir proveniente de los múltiples de campo.
- Se considera un patrón de flujo diferente a Flujo Neblina.

Tabla 3.8. Producción Máxima de Fluidos a Separadores

Separador	Qo (BOPD)	Qw (BOPD)	Qi (BOPD)	Qg (MMSCFD)
ST-1601	1103.6	748.1	1851.7	1.2089
SC-1602	45.4	11.3	56.7	0.03837
SC-1603	45.4	11.3	56.7	0.03837
SC-1604	31.4	2	33.4	0.049
SC-1605	12.42	7.38	19.8	0.015
SC-1606	45.4	11.3	56.7	0.03837
SC-1607	45.4	11.3	56.7	0.03837

3.4.2. Metodología de Calculo

El flujo de neblina es un tipo irreversible de régimen de flujo, que bajo operaciones normales de proceso no existe, virtualmente, forma de revertir la mezcla bifásica a otro tipo de régimen. En consecuencia, se recomienda evitar el flujo neblina en líneas de proceso de flujo multifásico, gas y líquidos para la alimentación de separadores. Se deben usar los mapas de flujo horizontal y vertical de la figura 3.3., para evitar el flujo neblina. Se utilizan las siguientes guías para evitar velocidades excesivas en las tuberías de proceso que transportan flujos de fase mixta. Para el cálculo de la velocidad Máxima:

$$VSM \leq 100 / ((\rho h)^{0.5}) \dots \dots \dots (3.18)$$

Dónde:

VSM: Velocidad superficial de la mezcla, pie/s.

ph: Densidad de la mezcla homogénea (T y P @ condiciones de operación), lb/pie³.

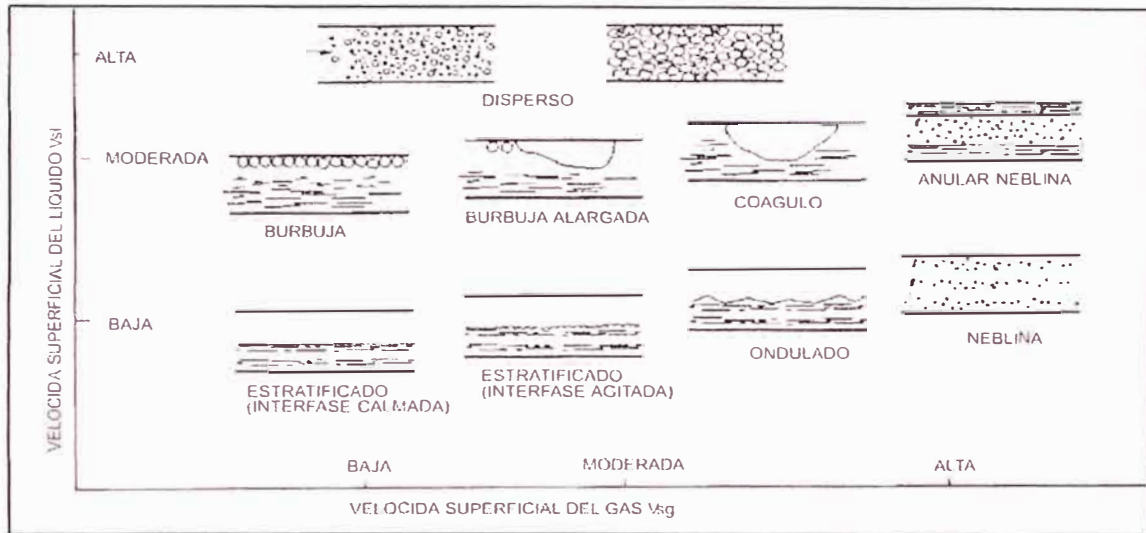


Figura 3.3. Mapa de Flujo para Flujos de Líquidos y Gas.

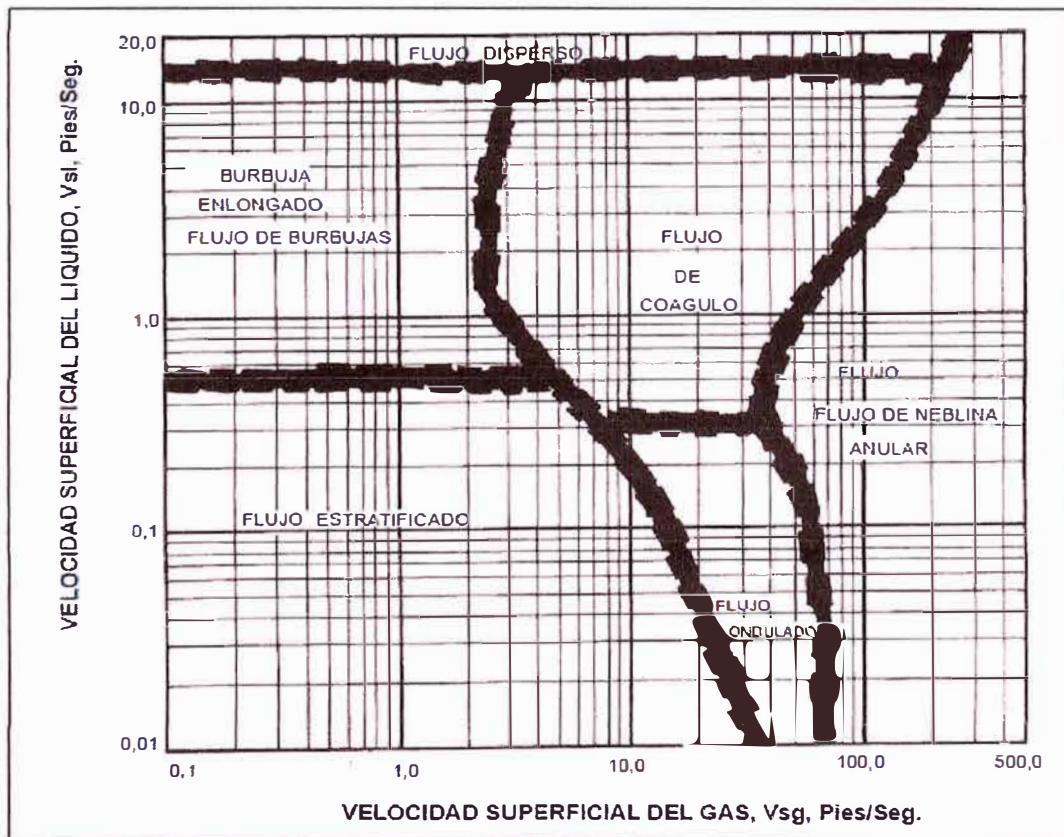


Figura 3.4. Velocidades superficiales para flujos de Líquidos y Gas.

Los sistemas de flujo bifásico están casi siempre acompañados por erosión, especialmente en el caso de líneas de proceso diseñadas para transportar flujos a alta velocidad dentro de los régimen anular o de neblina. El siguiente criterio empírico se utiliza para evitar la posibilidad de erosión en una tubería de acero al carbono:

$$V_{SM} \leq 160 / ((\rho h)^{0.5}) \dots \dots \dots (3.19)$$

La velocidad de la mezcla, V_{SM} , se define como $V_{SL} + V_{SG}$, que son las velocidades superficiales de las fases de vapor y líquido.

$$V_{SL} = M_L / (3600 * 24 * \rho_L * 0,7854 (D/12)^2) \dots \dots \dots (3.20)$$

$$V_{SG} = M_G / (3600 * 24 * \rho_G * 0,7854 (D/12)^2) \dots \dots \dots (3.21)$$

Dónde:

V_{SL} : Velocidad superficial del líquido, pie/s.

V_{SG} : Velocidad superficial del gas, pie/s.

D: Diámetro interno de la tubería, pulgadas

3.4.3. Calculo de Caídas de Presión en Flujo Multifásico

Para el cálculo de caídas de presión en tuberías de proceso que transportan mezclas de gases y líquidos sin vaporización aparente se recomienda el uso de las ecuaciones de Dukler, las cuales se basan en los siguientes principios básicos.

$$\Delta P = (\Delta P / \Delta L)_{\text{Fricción L}} + (\Delta P / \Delta L)_{\text{Elevación LH}} + \Delta P_{\text{Aceleración}} \dots \dots \dots (3.22)$$

Dónde:

ΔP : Caída de presión en la tubería, Psig.

L: Longitud real o equivalente de tubería, pie.

LH: Diferencia de alturas, pie.

3.4.3.1. Gradiente de presión por fricción

$$(\Delta P / \Delta L)_{\text{Fricción L}} = (1.344 \times 10^{-5} f_{tp} M_{\text{Total}}^2) / (\beta \rho_h D^5) \dots \dots \dots (3.23)$$

Dónde:

$(\Delta P / \Delta L)_{\text{Fricción L}}$: Caída de presión en la tubería debido a la fricción, Psig.

f_{tp} : Factor de fricción del flujo bifásico.

β : Factor de corrección de densidad.

μ : Viscosidad (cP)

$$\beta = (\rho_L / \rho_h) (\lambda^2 / R_{\text{Líquido}}) + (\rho_G / \rho_h) [(1 - \lambda^2) / (1 - R_{\text{Líquido}})] \dots \dots \dots (3.24)$$

$$\lambda = Q_L / (Q_L + Q_G) \dots \dots \dots (3.25)$$

$$\rho_h = \rho_L \lambda + \rho_G (1 - \lambda) \dots \dots \dots (3.26)$$

$$\mu_h = \mu_L \lambda + \mu_G (1 - \lambda) \dots \dots \dots (3.27)$$

Una resistencia del líquido, λ , en una mezcla homogénea, basada en el flujo de entrada o de salida en la tubería, se utiliza para definir las propiedades físicas homogéneas de la mezcla

$R_{\text{Líquido}}$, es la resistencia real del líquido en la tubería y se evalúa con las correlaciones dadas en las figuras 3.5 y 3.6

La Figura 3.6 nos da la correlación de Dukler para (f_{tp}/f_o) vs λ . El factor de fricción de tubería pulida, f_o , se puede obtener de la Figura 3.6 con el diámetro de la tubería: como una función del número de Reynolds bifásico. El valor de f_o se debe obtener solamente de la tubería más baja, por ejemplo para $\epsilon/D = 0,000001$, la línea que está por debajo de este.

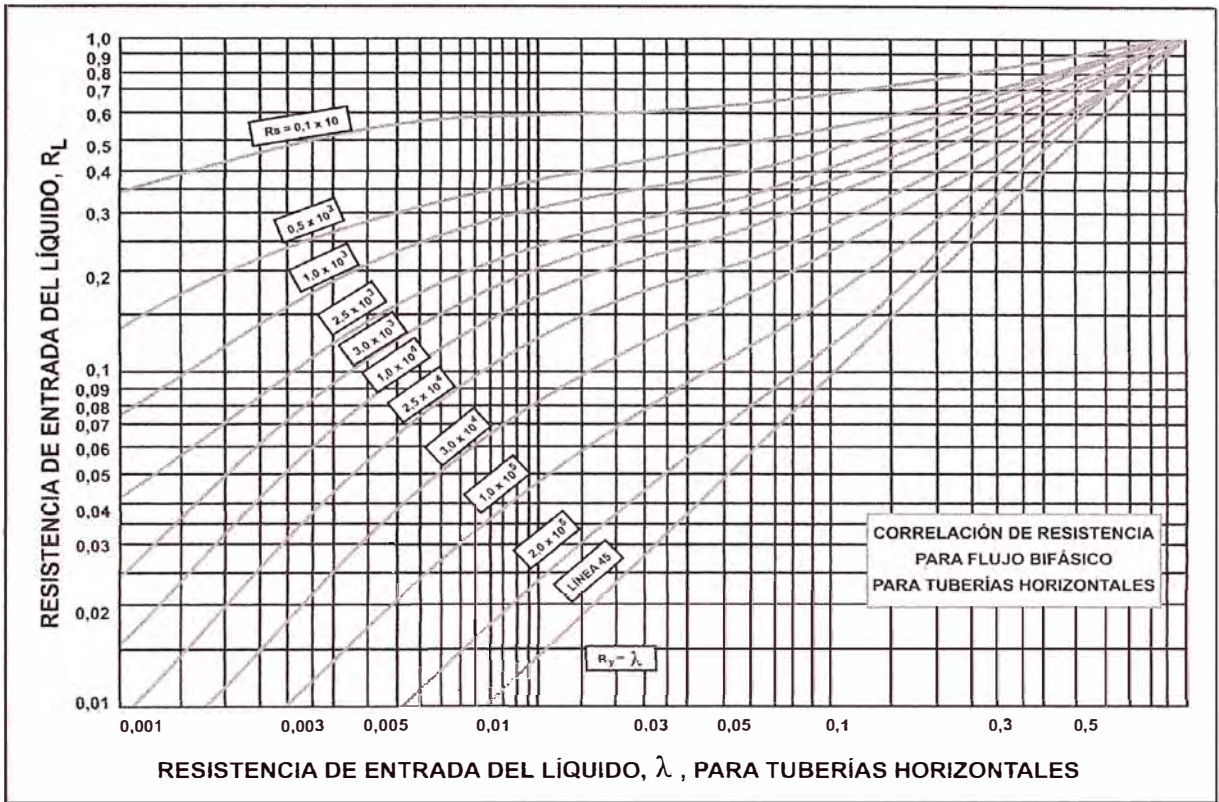


Figura 3.5. Resistencia Real del Líquido en las Tuberías

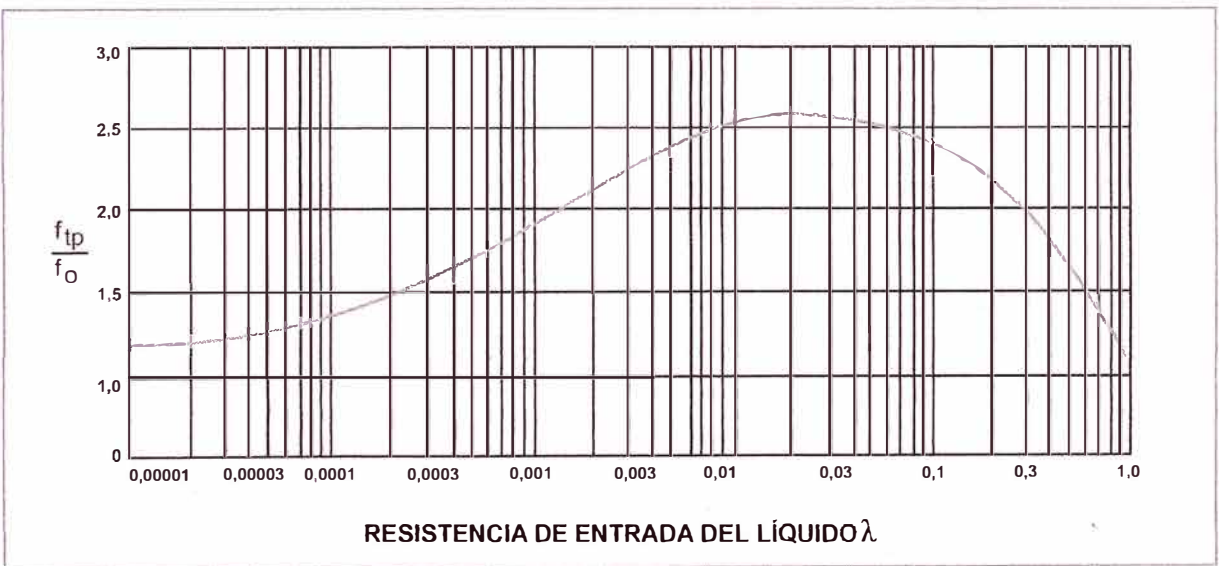


Figura 3.6. Factor de Fricción de Flujo Bifásico (ftp).

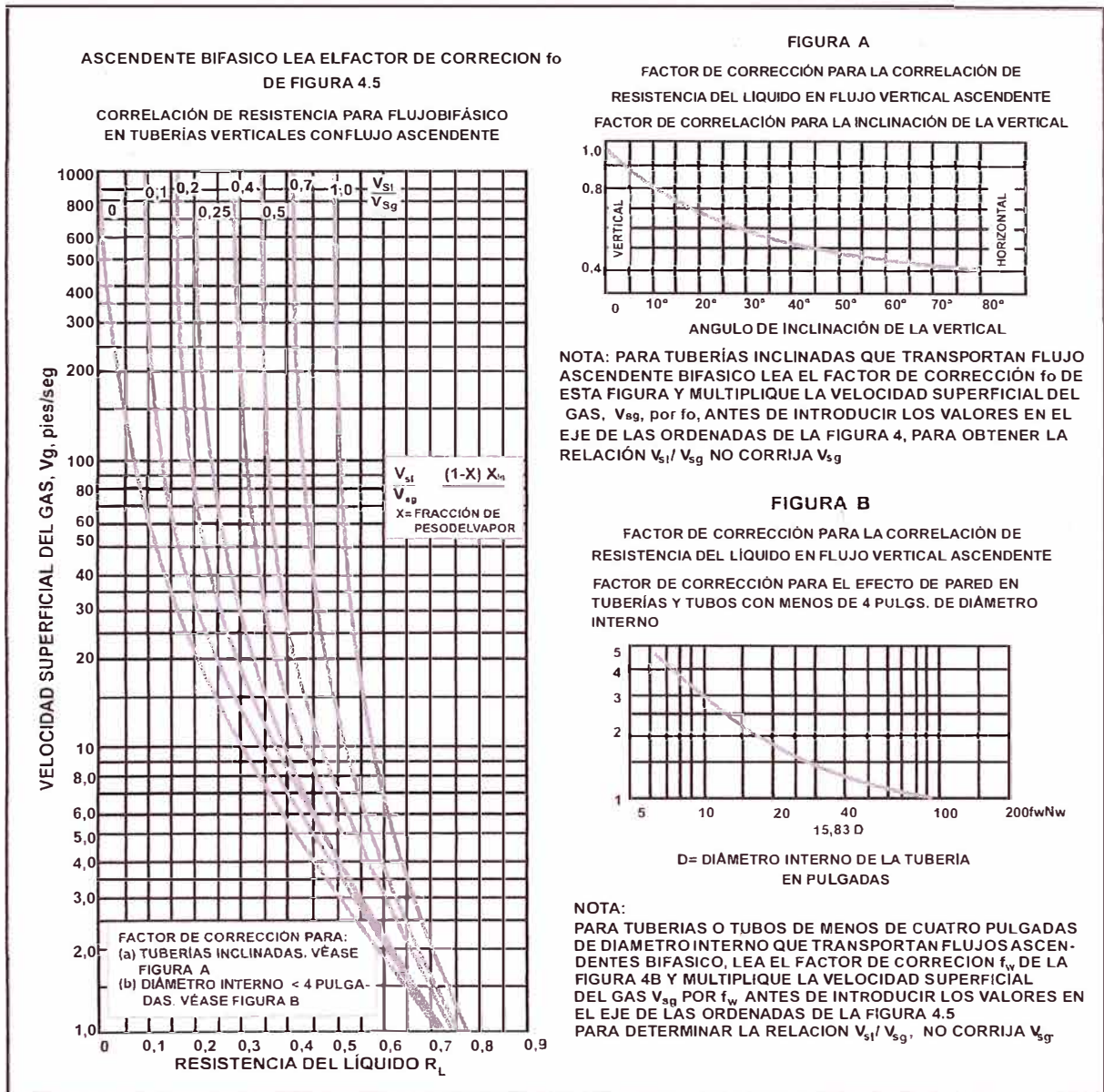


Figura 3.7. Resistencia Real del Líquido en Tuberías Verticales.

3.4.3.2. Gradiente de presión por elevación

Dos casos importantes deben ser considerados

- Flujo ascendente en tuberías verticales e inclinadas:

$$(\Delta P / \Delta L)_{\text{Elevación LH}} = (6,95 \times 10^{-3} \rho_m \text{ sen} \theta) \dots \dots \dots (3.28)$$

$$\rho_m = R_{\text{Líquido}} \rho_L + (1 - R_{\text{Líquido}}) \rho_G \dots \dots \dots (3.29)$$

Dónde:

$(\Delta P / \Delta L)_{\text{Elevación LH}}$: Caída de presión por elevación, Psig .

ρ_m : Densidad real de la mezcla dentro de la tubería, lb/pie³.

θ : Angulo de inclinación con respecto a la horizontal.

➤ Flujo descendente en tuberías verticales e inclinadas:

$$(\Delta P / \Delta L)_{\text{Elevación LH}} = 0$$

3.4.3.3. Pérdidas por aceleración

$$(\Delta P)_{\text{Aceleración}} = (5,603 \times 10^{-7}) / D^4 (M_G \Delta_G + M_L \Delta_L) / 24 \dots \dots \dots (3.30)$$

Dónde:

$(\Delta P)_{\text{Aceleración}}$: Caída de presión por aceleración, Psig.

$$\Delta_G = (1 / (\rho_G R_G))_{\text{Salida}} - (1 / (\rho_G R_G))_{\text{Entrada}} \dots \dots \dots (3.31)$$

$$\Delta_L = (1 / (\rho_L R_L))_{\text{Salida}} - (1 / (\rho_L R_L))_{\text{Entrada}} \dots \dots \dots (3.32)$$

$$R_G = (1 - R_L) \dots \dots \dots (3.33)$$

3.4.4. Cálculo de Líneas de Proceso Multifásicas Requeridas

Las líneas multifásicas existentes o proyectadas a instalarse en la planta, conectan a cada uno de los múltiples de campo para luego fluir a su separador de control correspondiente. Cada línea de alimentación al separador de control tiene la facilidad para el desvío hacia el cabezal de producción total de la planta.

Las líneas de alimentación a cada separador de control se calculan con la producción máxima de fluidos (crudo, gas y agua) considerada para los manifolds o combinación de manifolds a los que esta conectados.

Para el cálculo del patrón de flujo en las líneas multifásicas, inicialmente se evalúan los diámetros existentes en la planta.

Para un diámetro de línea de alimentación a cada separador de control ST-1601 al SC-1607 de 2 y cabezal de producción total de 4", se tiene lo siguiente:

Tabla 3.9. Evaluación de Líneas Multifásicas de 2" y 4".

Separador	Qg (MMSCFD)	Qo (BOPD)	Qw (BOPD)	Qi (BOPD)	Dc (pulg)	Dr	Vsg	Vsl	Patrón de Flujo
ST-1601	1.2089	1103.6	748.1	1851.7	3.64	4.026	71.641	1.361	Neblina
SC-1602	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	2.067	8.63	0.158	Estratificado
SC-1603	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	2.067	8.63	0.158	Estratificado
SC-1604	0.049	31.4	2	33.4	0.61	2.067	11.02	0.093	Estratificado
SC-1605	0.015	12.42	7.38	19.8	0.39	2.067	3.37	0.06	Estratificado
SC-1606	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	2.067	8.63	0.158	Estratificado
SC-1607	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	2.067	8.63	0.158	Estratificado

Para todos los cálculos se mantienen como constantes las siguientes propiedades de los fluidos

$$PM_{\text{gas}} = 16,59$$

$$\rho_L = 53,79 \text{ lb/pie}^3.$$

$$\rho_G = 0,0932 \text{ lb/pie}^3.$$

$$\rho_W = 63,62 \text{ lb/pie}^3.$$

Como se aprecia en la tabla 3.9, que solo para líneas de alimentación al separador de control SC-1602 al SC-1607, mantiene un patrón de flujo estratificado y el separador de totales ST-1601, se mantiene un patrón de flujo Neblina. Por lo anterior se recomienda evaluar el uso de línea de alimentación multifásica de mayor diámetro. En la tabla 4 se presenta el resultado de las evaluaciones con diferentes combinaciones de diámetro de tuberías para las líneas de alimentación a separadores de control y de totales.

Tabla 3.10. Evaluación de Líneas Multifásicas de 3” y 6”.

Separador	Qg (MMSCFD)	Qo (BOPD)	Qw (BOPD)	Qi (BOPD)	Dc (pulg)	Dr	Vsg	Vsl	Patrón de Flujo
ST - 1601	1.2089	1103.6	748.1	1851.7	3.64	6.065	31.55	0.599	Tapón
SC-1602	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	3.068	3.914	0.072	Estratificado
SC-1603	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	3.068	3.914	0.072	Estratificado
SC-1604	0.049	31.4	2	33.4	0.61	3.068	4.997	0.042	Estratificado
SC-1605	0.015	12.42	7.38	19.8	0.39	3.068	1.53	0.025	Estratificado
SC-1606	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	3.068	3.914	0.072	Estratificado
SC-1607	0.03837	45.4	11.3	56.7	0.63	3.068	3.914	0.072	Estratificado

Como se aprecia en la tabla 3.10 se modifica las líneas de ingreso a los Separadores de Control y Totales, se mantiene las mismas características de patrón de flujo, en el caso del Separador de Totales se requiere modificar la línea de cuatro pulgadas a seis pulgadas y para las líneas de entrada al separadores de control se requiere de tres pulgadas para tener mayor holgura en el ingreso de fluido.

Al evaluar el patrón de flujo en las líneas multifásicas considerando solo el escenario de mayor manejo de producción durante el desarrollo del Proyecto, se tiene lo siguiente.

Se requiere de tuberías de diámetro tres (3) pulgadas para todo los separadores de control desde SC-1602 hasta el Separador de control SC-1607 y para el separador de totales es requiere la línea de seis (06) pulgadas.

3.5. LÍNEAS DE GAS

3.5.1. Premisas

Para el cálculo de las líneas de procesos monofásicas que transportan gas (líneas de salida de gas de separadores de control y separador de totales, líneas de entrada y salida Scrubber de gas)

requeridas para la adecuación de la Planta, se establecen las siguientes premisas:

- Capacidad de manejo de un separador de control de acuerdo a la máxima producción de crudo/ gas/ agua que se espera recibir en cada uno de ellos en la planta.
- Máxima capacidad de fluidos a manejar en la planta 1.208,9 MMPCNG / 1851,7 BFPD.
- Presión de entrega a Gasoducto de Recolección de Gas en baja presión: 18,0 Psig.
- Las pérdidas de presiones desde el Manifold a través de las líneas y accesorios de la planta hasta la BP debe ser menor al 10% de la presión de seteo en la válvula de contrapresión de la planta
- Separadores de Control, Separador de Totales y Scrubber de Gas con $\Delta P = 0$.
- Composición del gas en la entrada de la planta de acuerdo al balance de masa y energía de la planta.
- Propiedades termodinámicas de las corrientes y propiedades físicas de los fluidos.
- Líneas de salida de gas de los separadores de control deben ser la adecuada para obtener una medición de gas en los pozos de baja producción

3.5.2. Metodología de Cálculo

Los criterios de diseño para líneas de proceso que transportan gas se basan en consideraciones por ruido y caídas de presión. Es recomendación del API 14E establecer como velocidad máxima en líneas de manejo de gas un valor de 60 pies/s. Los valores de caídas de presión

recomendadas en tuberías para gas natural son las que se muestran en la tabla 3.11.

Tabla 3.11. Caídas de Presión en líneas de Gas

Servicio	Caída de Presión (Δ Psi/100 pie)
Líneas de Transferencia	0,5 – 2,0
Compresor (Succión)	
0 – 10 PSIG	0,05 – 0,125
10 – 50 PSIG	0,125
50 – 100 PSIG	0,25
> 200 PSIG	0,50
Compresor (Descarga)	
< 50 PSIG	0,125 – 0,25
50 – 100 PSIG	0,25 – 0,50
> 200 PSIG	0,5 – 1,0

Para las líneas de vapor o gas la velocidad del fluido no debe superar en ningún caso las velocidades máximas de erosión, puesto que la presencia de gotas de líquido puede causar serios daños en tuberías, especialmente en derivaciones y codos. El valor máximo para caudales continuos será el 90% de la velocidad de erosión calculada.

$$V_e = C/(R_m) \dots\dots\dots (3.34)$$

Dónde:

V_e : Velocidad de erosión (m/s)

R_m : Densidad del fluido (gas/líquido en condiciones de flujo, Kg/m³)

C = Constante empírica (122 para servicio continuo con arena, 183 servicio continuo sin arena).

La constante C puede ser sustituida en la ecuación anterior por una constante modificada C_1 en función del tipo de materia:

$$C_1 = C \times 1,0 \text{ para acero al carbono}$$

$$C_1 = C \times 1,33 \text{ para acero inoxidable}$$

$$C_1 = C \times 1,57 \text{ para acero dúplex}$$

La caída de presión en los accesorios de la línea, depende del diámetro, y se calculan como longitudes equivalentes de tubería del mismo diámetro. La tabla 3.12 presenta las longitudes equivalentes de válvulas y accesorios para tuberías en el rango 1-1/2" a 60".

3.5.3. Cálculo de Caídas de Presión en Flujo Monofásico

Para determinar la caída de presión en tramos cortos de tuberías que transportan gas, dentro de instalaciones o límites de planta, se puede emplear una fórmula simplificada para fluidos compresibles como lo es la ecuación de Weymouth.

$$Q = 433,5 (T_b/P_b) E [(P_E^2 - P_S^2)/(S L_m T_{avg} Z_{avg})]^{0,5} D^{2,667} \dots \dots (3.35)$$

Dónde:

Q: Flujo volumétrico de gas, MMPCND.

T_b: Temperatura base, °R.

P_b: Presión base; 14,7 Psia.

E: Factor de eficiencia.

P_E: Presión de entrada, Psia.

P_S: Presión de salida, Psia.

S: Gravedad específica gas

T_{avg}: Temperatura de operación promedio, °R

L_m: Longitud de la línea, pie.

Z_{avg}: Factor de compresibilidad promedio del gas.

Tabla 3.12. Longitudes Equivalentes de Válvulas y Accesorios en Pies.

Nominal Pipe size in.	Globe valve or ball check valve	Angle valve	Swing check valve	Plug cock	Gate or ball valve	45° ell		Short rad. ell		Long rad. ell		Hard T		Soft T		90° miter bends			Enlargement					Contraction						
						Welded	Threaded	Welded	Threaded	Welded	Threaded	Welded	Threaded	Welded	Threaded	Welded	Threaded	2 miter	3 miter	4 miter	Sudden		Std. red.		Sudden		Std. red.			
																					Equiv. L in terms of small d									
						d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4	d/D = 1/4	d/D = 1/2	d/D = 3/4																	
1 1/2	55	26	13	7	1	1	2	3	3	2	2	6	9	2	2				5	3	1	4	1	3	2	1	1	-		
2	70	33	17	14	2	2	3	4	3	3	4	10	11	3	4				7	4	1	5	1	3	3	1	1	-		
2 1/2	80	40	20	11	2	2	-	5	-	3	-	12	-	3	-				8	5	2	6	2	4	3	2	2	-		
3	100	50	25	17	2	2		6		4		14		4					10	6	2	8	2	5	4	2	2	-		
4	130	65	32	30	3	3		7		5		19		5					12	8	3	10	3	6	5	3	3	-		
6	200	100	48	70	4	4		11		8		28		8					18	12	4	14	4	9	7	4	4	1		
8	260	125	64	120	6	6		15		9		37		9					25	16	5	19	5	12	9	5	5	2		
10	330	160	80	170	7	7		18		12		47		12					31	20	7	24	7	15	12	6	6	2		
12	400	190	95	170	9	9		22		14		55		14		28	21	20	37	24	8	28	8	18	14	7	7	2		
14	450	210	105	80	10	10		26		16		62		16		32	24	22	42	26	9	-	-	20	16	8	-	-		
16	500	240	120	145	11	11		29		18		72		18		38	27	24	47	30	10	-	-	24	18	9	-	-		
18	550	280	140	160	12	12		33		20		82		20		42	30	28	53	35	11	-	-	26	20	10	-	-		
20	650	300	155	210	14	14		36		23		90		23		46	33	32	60	38	13	-	-	30	23	11	-	-		
22	688	335	170	225	15	15		40		25		100		25		52	36	34	65	42	14	-	-	32	25	12	-	-		
24	750	370	185	254	16	16		44		27		110		27		56	39	36	70	46	15	-	-	35	27	13	-	-		
30	-	-	-	312	21	21		55		40		140		40		70	51	44												
36	-	-	-		25	25		66		47		170		47		84	60	52												
42	-	-	-		30	30		77		55		200		55		98	69	64												
48	-	-	-		35	35		88		65		220		65		112	81	72												
54	-	-	-		40	40		99		70		250		70		126	90	80												
60	-	-	-		45	45		110		80		260		80		190	99	92												

3.5.4. Cálculo de Líneas de Gas Requeridas

Las líneas de gas existentes, conectan cada una de las salidas de gas de los separadores de control y separador de totales, con el cabezal de alimentación de gas al Scrubber de la planta, y salida de gas del Scrubber al gasoducto de recolección de gas a baja presión.

Las líneas de gas que salen de cada separador de control se evalúan con la producción máxima de gas considerada para los manifolds o combinación de manifolds a los que están conectadas.

Para el cálculo de la caída de presión en las líneas de gas, inicialmente se evalúan los diámetros, accesorios y las rutas de líneas existentes. Como presión disponible en los sistemas de separación se asume 0, 5 Psig., por encima de la presión de ajuste de la válvula PCV 1608 de la planta (presión de ajuste 18,00 Psig y $\Delta P = 1,00$ Psi).

Para diámetros de líneas a la salida de cada separador de control de 3", el cabezal de producción de gas total de 6", línea de entrada y línea de salida de Scrubber de gas de 3, línea de entrada y línea de salida a válvula PCV-1608 de 3", se tiene lo siguiente:

Para todos los cálculos se mantienen como constantes las siguientes propiedades de los fluidos

$$T_{ang} = 85 \text{ }^{\circ}\text{F} (545 \text{ }^{\circ}\text{R})$$

$$E = 1,00$$

$$Z_{avg} = 0,9950$$

$$S = 0,5720$$

Tabla 3.13. Líneas de Gas Salida Separadores de Control.

Díámetro	Línea	Qg (MMSCFD)	Long. Sep.- Cabezal	ΔH.	Long equiv accesorios	ΔL Total. pie	ΔL P/100 pie	Presión Entrada Psig	Presión Salida Psig
3.068	ST - 1601	1.2089	32	11	63	106.03	3.3734	19.4	16.218
3.068	SP – 1602	0.03837	32	10.8	31	73.83	0.0015	19.4	19.398
3.068	SP – 1603	0.03837	32	11	27	70.03	0.0014	19.4	19.398
3.068	SP – 1604	0.049	32	11.3	31	74.25	0.0025	19.4	19.397
3.068	SP – 1605	0.015	32	9.29	31	72.29	0.0002	19.4	19.4
3.068	SP – 1606	0.03837	32	8.8	27	67.8	0.0013	19.4	19.398
3.068	SP – 1607	0.03837	32	11.3	27	70.25	0.0014	19.4	19.398

Se aprecia en la tabla 3.13, que todas las líneas de salida de gas de los separadores de control mantienen valores superiores a la presión de ajuste de la válvula PCV-1608, solamente la línea de salida de gas del Separador de Total, mantiene una presión por debajo de 18 psi, la cual tiene que modificarse, más adelante se tiene que evaluar las líneas de entrada a los Separadores de control desde el punto de vista de medición de gas.

En la Tabla 3.14 se tiene la corrida con las modificaciones del diámetro de la línea de tres (03) a dos (02) pulgadas en los separadores de control y el diámetro de la línea del separador de totales de tres (03) pulgadas a cuatro (04), se analiza las pérdidas de presión y se muestra que:

Tabla 3.14. Líneas de Gas Salida SC's con modificación.

Díámetro	Línea	Qg (MMSCFD)	Long. Sep.- Cabezal	ΔH.	Long equiv accesorios	ΔL Total. pie	ΔL P/100 pie	Presión Entrada Psig	Presión Salida Psig
4.026	ST-1601	1.2089	32	11	63	106.03	0.7401	19.4	18.702
2.067	SC-1602	0.03837	32	10.8	31	73.83	0.0124	19.4	19.383
2.067	SC-1603	0.03837	32	11	27	70.03	0.0112	19.4	19.384
2.067	SC-1604	0.049	32	11.3	31	74.25	0.0205	19.4	19.372
2.067	SC-1605	0.015	32	9.29	31	72.29	0.0018	19.4	19.397
2.067	SC-1606	0.03837	32	8.8	27	67.8	0.0105	19.4	19.385
2.067	SC-1607	0.03837	32	11.3	27	70.25	0.0113	19.4	19.384

Las caídas de presiones en la líneas de dos (02) pulgadas casi son despreciable, en cambio se aprecia que la caída de presión en la línea de cuatro es 0.7 psi y es mayor que la presión de seteo.

Para el cabezal de gas, que recoge la descarga desde los separadores de control y separador de totales como alimentación al Scrubber de gas y entrega al ducto de recolección de gas a baja presión, se tienen los siguientes resultados

Tabla 3.15. Cabezal de Gas. Alimentación y Salida de Scrubber de Gas.

Diámetro	Línea	Qg (MMSCFD)	Long. Sep.-Cabezal	$\Delta H.$	Long equiv accesorios	ΔL Total. pie	ΔL P/100 pie	Presión Entrada Psig	Presión Salida Psig
4.026	Viene desde PCV-220 a salida de Gasoducto desde PCV-220	1.2089	30	0	25	55	0.2086	18.379	18
4.026	Viene desde salida SR-1608 ^a desde salida SR-1608	1.2089	24	7.2	34	58	0.2271	18.771	18.379
4.026	Viene de SR-1608 hasta línea de SR 1608	1.2089	24	-7	53	77	0.3908	19.278	18.771
4.026	Viene de SR-1608 desde ST-1601	1.2089	20	0	0	20	0.0259	19.408	19.278
4.026	Viene de ST-1601 desde SC-1606	1.2089	10	0	0	10	0.0065	19.473	19.408
4.026	Viene de SC-1607 desde SC-1606	1.2089	10	0	0	10	0.0064	19.537	19.473

4.026	Viene de SC-1606 desde SC-1605	1.2089	10	0	0	10	0.0064	19.601	19.537
4.026	Viene de SC-1605 desde SC-1604	1.2089	10	0	0	10	0.0064	19.665	19.601
4.026	Viene de SC-1604 desde SC-1604	0.12574	10	0	0	10	0.0001	19.666	19.665
4.026	Viene de SC-1604 desde SC-1603	0.07674	10	0	0	10	0	19.666	19.666
4.026	Viene de SC-1603 desde SC-1602	0.03837	10	0	0	10	0	19.666	19.666

Se observa, que se requiere de un valor de presión de entrada al cabezal de gas desde el separador de totales ST-1601, superior al de operación en la planta. Por lo anterior se requiere una línea de mayor diámetro como línea de alimentación en el colector de gas.

Al evaluar la caída de presión en las líneas de gas considerando solo el escenario de mayor manejo de producción.

Se evalúa el uso del cabezal existente de gas para asegurar que el separador de totales fluya sin restricciones, de lo anterior se tiene:

Tabla 3.16. Cabezal de Gas. Alimentación y Salida de Scrubber de Gas.

Diámetro	Línea	Qg (MMSCFD)	Long. Sep.- Cabezal	ΔH.	Long equiv accesorios	ΔL Total, pie	ΔL P/100 pie	Presión Entrada Psig	Presión Salida Psig
4.026	Viene desde PCV-220 a salida de Gasoducto desde PCV-220	1.2089	30	0	25	55	0.2086	18.379	18
4.026	Viene desde salida SR-1608 a PCV-220 desde salida SR-1608	1.2089	24	8	34	58	0.2271	18.771	18.379
6.065	Viene de SR-1608 hasta línea de SR 1608	1.2089	24	8	53	77	0.0445	18.829	18.771
6.065	Viene de SR-1608 desde ST-1601	1.2089	20	0	0	20	0.003	18.844	18.829
6.065	Viene de ST-1601 desde SC-1606	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.851	18.844
6.065	Viene de SC-1607 desde SC-1606	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.858	18.851
6.065	Viene de SC-1606 desde SC-1605	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.866	18.858
6.065	Viene de SC-1605 desde SC-1604	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.873	18.866
6.065	Viene de SC-1604 desde SC-1604	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.881	18.873
6.065	Viene de SC-1604 desde SC-1603	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.888	18.881
6.065	Viene de SC-1603 desde SC-1602	1.2089	10	0	0	10	0.0007	18.896	18.888

Se verifica que debe disponerse de una línea de mayor diámetro como cabezal de gas en este caso de seis pulgadas como diámetro nominal y considerar la línea de salida al colector también de seis pulgadas para obtener presiones cercanas al colector cuando ingresa los separadores.

Al realizar un análisis de sensibilidad al variar el diámetro del cabezal (manteniendo presión de ajuste y ΔP en válvula PCV-1608) y verificar la presión de descarga requerida por el separador de totales para asegurar el flujo de gas al gasoducto, se tiene:

Tabla 3.17. Sensibilidad Diámetro de Cabezal de Gas.

Cabezal de Gas (pulgadas)	Presión Salida Psig
3	25.136
4	19.906
6	18.224
8	18.052
10	18,015
12	18,006

Se observa que al variar el diámetro del cabezal de gas se alcanza una disminución en la presión de descarga del SR-1608, sin embargo esta disminución se hace dependiente del ΔP en la PCV-1608. Bajo esta condición, al variar el diámetro del cabezal no se alcanza la capacidad adicional de manejo de gas y solo se opera a la mínima presión para garantizar el flujo de gas al gasoducto. Al considerar operar a sobre 18 Psig., el gas a la salida del ST-1601 tiene suficiente presión para fluir por el cabezal existente.

Tabla 3.18. Cabezal de Gas de la planta.

Diámetro	Línea	Qg (MMSCFD)	Long. Sep.- Cabezal	$\Delta H.$	Long equiv accesorios	ΔL Total. pie	ΔL P/100 pie	Presión Entrada Psig	Presión Salida Psig
4.026	ST-1601	1.2089	32	11.03	63	106.03	-0.731	18.949	19.638
2.067	SC-1602	0.03837	32	10.83	31	73.83	-0.013	18.949	18.966
2.067	SC-1603	0.03837	32	11.03	27	70.03	-0.011	18.949	18.965
2.067	SC-1604	0.049	32	11.25	31	74.25	-0.021	18.949	18.977
2.067	SC-1605	0.015	32	9.29	31	72.29	-0.002	18.949	18.952
2.067	SC-1606	0.03837	32	8.8	27	67.8	-0.011	18.949	18.965
2.067	SC-1607	0.03837	32	11.25	27	70.25	-0.012	18.949	18.965

3.6. LÍNEAS DE LÍQUIDOS

3.6.1. Premisas

Para el cálculo de las líneas de procesos monofásicas que transportan líquidos en la Planta, se establecen las siguientes premisas:

- Capacidad de manejo de un separador de control y totales de acuerdo a la máxima producción de crudo/gas/agua que se espera recibir en cada uno de ellos.
- Capacidad de transferencia de crudo de acuerdo a la máxima tasa de bombeo que se mantiene en la planta de 150 bph (3600 BFPD / 120 Psig).
- Separadores de Control y Separador de Totales con $\Delta P = 0$.
- Composición de los líquidos a la entrada de la planta.
- Propiedades termodinámicas de las corrientes y propiedades físicas de los fluidos.

3.6.2. Metodología de Cálculo

Las velocidades y caídas de presión recomendadas en tuberías que transportan fluidos monofásicos son las que se muestran en siguientes tablas:

Tabla No 3.19. Velocidades de fluido recomendadas en tuberías

Servicio		Velocidad del fluido (pie/s)		
		Diámetro nominal de tubería (pulgadas)		
		D. N < 2	3 < D. N < 10	10 < D. N < 20
Agua	Succión de bomba	1 - 2	2 - 4	3 - 6
	Descarga de bomba	2 - 3	3 - 5	4 - 6
	Conexiones de descarga	4 - 9	5 - 12	8 - 14
	Alimentación a caldera	4 - 9	5 - 12	8 - 14
	Drenajes	3 - 4	3 - 5	-
	Aguas negras	-	3 - 5	-
Hidrocarburos	Succión de bomba	1,5 - 2,5	2 - 4	3 - 6

Livianos	Cabezal de descarga	2,5 – 3,5	3 - 5	4 - 7
	Conexiones de descarga	4 - 9	5 - 12	8 - 15
	Drenajes	3 - 4	3 - 5	-
Hidrocarburos Viscosos	Succión de bomba	-	1,5 - 3	2,5 - 5
	Alquitrán y aceites combustibles	-	0,4 – 0,75	0,5 - 1
	Descarga	-	3 - 5	4 - 6
	Drenajes	1	1,5 - 3	-

Tabla No 3.20. Velocidades recomendadas y ΔP máxima para líquidos.

Tipo de Servicio	Tuberías de acero al carbono	
	Velocidad, pie/seg.	ΔP psi/100 pie
Recomendación General	5 – 15	4
Flujo Laminar	4 – 5	
Flujo Turbulento		
Densidad del Líquido, Lb/pie ³		
100	5 – 8	
50	6 – 10	
20	10 – 15	
Succión de Bomba		
Líquido Hirviente	2 – 6	0.4
Líquido No Hirviente	4 – 8	0.4
Descarga de Bomba		
0 – 250 gpm	6 – 8	4
250 – 700 gpm	8 – 10	4
>700 gpm	10 – 15	2
Salida de Fondos de Recipientes	4 – 6	0.6
Trampa de Salida de Rehervidor	4 – 6	0.6
Líquido del Condensador	3 – 6	0.5
Líquidos para Enfriadores	4 – 6	
Tuberías Refrigerantes	2 – 4	0.4
Tuberías de Circulación por Gravedad	3 – 8	0.4
Suministro de Líquidos para Torres	4 – 6	

3.6.3. Cálculo de Caídas de Presión en Flujo Monofásico

Para el cálculo de caída de presión la línea de proceso que transportan líquidos se emplea el método de Darcy – Weisbach. El cálculo se simplifica para el flujo de líquidos ya que la densidad se asume como constante. La ecuación de Darcy – Weisbach se aplica para largos tramos de tuberías en lugar de segmentos de la misma. Ecuación de Darcy – Weisbach.
Correlación de pérdidas por fricción

$$h_f = (f_L LV^2)/2Dg \dots\dots (3.36)$$

Dónde:

- h_f : Perdidas por fricción
- f : Factor de fricción
- L : Longitud de la tubería
- D : Diámetro interno promedio en la tubería
- V : Velocidad promedio en la tubería
- g : Gravedad.

El Factor de fricción puede ser afectado tanto por la rugosidad interna de la tubería como por el número de Reynolds, y puede ser calculado a partir de la ecuación de C. F. Colebrook.

$$1/(f^{0.5}) = -2 \text{ Log}_{10} [(\epsilon/(3,7D)) + 2,51/(R(f^{0.5}))] \dots\dots (3.37)$$

Donde

- ϵ : Rugosidad absoluta de la tubería, pie
- R : Numero de Reynolds.

$$R = VD/\mu \dots\dots (3.38)$$

La carga de diseño para líneas de proceso, corresponderá a los máximos caudales y niveles de presión previstos a manejar en la planta.

3.6.4. Cálculo de Líneas de Líquidos Requeridas

Las líneas de líquidos proyectadas a instalarse y existentes en la Planta, conectan a cada una de las salidas de líquidos de los separadores de control y separador de totales, con el cabezal de alimentación de líquidos de los tanques de almacenamiento de crudo, y succión de la bomba de transferencia.

Las líneas de líquidos que salen de cada separador de control se calculan con la producción máxima de líquidos considerada para los manifolds o combinación de manifolds a los que esta conectados.

Para el cálculo de la caída de presión en las líneas de líquidos, inicialmente se evalúan los diámetros, accesorios y las rutas de líneas existentes en la Planta.

Para diámetros de línea de líquidos a la salida de cada separador de control 2" con válvulas de control de nivel LCV a la entrada y salida de cada Volumeter ($\Delta P = 1,00$ Psig.), línea de salida separador de totales de 3", con válvulas de control de nivel LCV a la entrada y salida de cada Volumeter ($\Delta P = 1,00$ Psig.) , cabezal de producción de líquidos total de 3", cabezal de succión a bombas de transferencia de crudo de 6", línea de succión a bombas de transferencia de crudo de 6".

Para todos los cálculos se mantienen como constantes las siguientes propiedades de los fluidos.

$$\rho_L = 57.75 \text{ lb/pe}^3.$$

$$\mu_L = 15,11 \text{ cps.}$$

Tabla 3.21. Líneas de Líquidos Salida Separadores de Control y Totales a TK-1601.

Línea Salida de	QLT BFPD	Velocidad pie/s	ΔL pie	ΔH Acceso Pie	ΔL Total pie	H_{total} pie	Entrada Psig	Salida Psig	Caída Presión
ST-1601	1851	2.343	97.2	182.65	302.16	-0.3	21.35	21.18	0.17
SC-1602	56.7	0.158	21.2	59.94	81.24	-0.3	20.4	20.52	-0.12
SC-1603	56.7	0.158	21.2	59.94	81.24	-0.3	20.4	20.52	-0.12
SC-1604	33.4	0.093	21.2	59.94	81.24	-0.3	20.4	20.53	-0.13
SC-1605	19.8	0.055	21.2	59.94	81.24	-0.3	20.4	20.54	-0.14
SC-1606	56.7	0.158	21.2	59.94	81.24	-0.3	20.4	20.52	-0.12
SC-1607	56.7	0.158	21.2	59.94	81.24	-0.3	20.4	20.52	-0.12

Tabla 3.22. Hidráulica Descarga Separador de Totales a TK-1601

Línea Salida de	QLT BFPD	Velocidad pie/s	ΔL pie	ΔL Acces Pie	ΔL Total pie	ΔH pie	Entrada Psig	Salida Psig	Caída Presión
ST - 1601	1851	2.343	97.2	29.52	126.72	18.7	20.52	12.91	7.61

Se aprecia en las tablas 3.21 y 3.22, que en las líneas de salida de líquidos de los separadores de control, separador de totales, cabezal de producción de líquidos total, mantienen caídas de presión y velocidades de los fluidos en las líneas menores a los límites indicados en la tabla 3.20.

3.7. LINEAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA DE LIQUIDOS

3.7.1. Premisas

Para la evaluación de la potencia hidráulica requerida y el NPSH disponible en las bombas de respaldo para la transferencia de crudo STORK Modelo 4560, se toman en cuenta las siguientes premisas:

- Capacidad de transferencia de crudo de acuerdo a la máxima tasa de bombeo que se mantiene en la planta de 137 bph (3287 BFPD / 583 Psig).
- Composición de los líquidos a la entrada de la planta.

- Propiedades termodinámicas de las corrientes y propiedades físicas de los fluidos.
- Curvas características de las bombas STORK Modelo SP-4560 (6"x3.5"), suministradas por el fabricante.

3.7.2. Calculo de NPSHA y Potencia de las Bombas

La estimación del cabezal y la potencia hidráulica de las nuevas bombas se hace de acuerdo al procedimiento de cálculo indicado en la sección N° 1 del Cameron Hydraulic Data. Para un sistema donde el nivel de la fuente este por encima del nivel de la succión. Se tiene que el cabezal total (H) de la bomba por definición es el cabezal de la descarga (h_D) menos el cabezal de la succión (h_S).

$$H = h_D - h_S \dots \dots (3.39)$$

El cabezal de la descarga h_D es la sumatoria de todas las perdidas por fricción a través de las tuberías de la descarga más la altura estática de la columna de líquido medido desde el centro del impulsor de la bomba. El cabezal de la succión h_S es la sumatoria de todas las perdidas por fricción a través de las tuberías a la succión más la altura estática de la columna de líquido medido al centro del impulsor de la bomba.

La potencia de la bomba se calcula a partir de la siguiente ecuación hidráulica, se estima asumiendo la eficiencia de la bomba.

$$B_{hp} = b_{ph} * \Delta P / (2450 \eta) \dots \dots (3.40)$$

Donde

B_{hp} : Potencia al freno de la bomba (hp).

b_{ph} : Flujo volumétrico del fluido en barriles por hora.

ΔP : Presión diferencial (Psi).

η : Eficiencia de la bomba.

Al efectuar el estudio hidráulico se debe tener suficiente NPSH (Net Positive Suction Head) disponible para la bomba, mediante el conocimiento exacto de las características del líquido bombeado y la ubicación física de la bomba. El NPSH disponible o NPSHA se define como:

$$\text{NPSHA} = ((h_a - h_{vpa}) 144/\rho_L) + h_{st} - h_{fs} - h_A \dots\dots(3.41)$$

Donde

h_a : Presión absoluta sobre superficie del nivel de líquido, pie.

h_{vpa} : Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeos, pie.

h_{st} : Altura estática del líquido sobre succión de bomba, pie.

h_{fs} : Perdidas en la succión a través de accesorios y tramos de tuberías, pie.

h_A : Cabezal de aceleración, pie.

El cabezal de aceleración se calcula en función de la longitud de la línea de succión, el promedio de velocidad en la línea, la velocidad de rotación y el tipo de bomba.

$$h_A = LVnC/Kg\dots\dots (3.42)$$

Donde

L = Longitud de la línea de succión, pies.

V = Velocidad en la línea de succión, pies/s.

n = Velocidad de la bomba, rpm.

C = Constante dependiente del Tipo de bomba.

K = Factor de no perturbación a la succión.

Tabla 3.23. Constante Dependiente del Tipo de Bomba.

Tipo de Bomba	C
Dúplex – Simple acción	0,200
Dúplex – Doble acción	0,115
Triplex – Simple o doble acción	0,066
Quintuplex - Simple o doble acción	0,040
Septuplex - Simple o doble acción	0,028
Nonuplex - Simple o doble	0,022

Tabla 3.24. Factor de Perturbación a la Succión.

Tipo de Líquido	K
Aceites calientes	2,5
Hidrocarburos	2,0
Amina, Glicol, Agua	1,5
Agua desaireada	1,4
Urea	1,0
Líquidos con pequeñas cantidades de gases atrapados	1,0

3.7.3. Cálculo de NPSH Disponible y Potencia Requerida de las Bombas

Las líneas de líquidos proyectadas a instalar la Planta conectan la descarga del tanque de totales TK-1601, con el cabezal y líneas de succión a las bombas de transferencia P-1601 A/B.

Para el servicio particular de succión hacia bombas del tipo recíprocante, es recomendable mantener arreglos de tuberías desde la descarga del tanque hasta la succión de la bomba no mayor de 6 metros. El NPSH requerido de la bomba STORK Modelo SP-4560 (6" * 3 ½") corresponde a la curva que se indica en la figura 3.8. Una diferencia al menos de 6 pies para el NPSHR – NSPHA es aconsejable.

Las líneas de líquidos que salen de cada tanque se evalúan con la máxima tasa de bombeo de líquidos que se mantiene en la planta de 137 bph (3287 BFPD). Para el cálculo de la caída de presión en las líneas de líquidos, inicialmente se evalúan los diámetros, accesorios y las rutas de líneas existentes.

Para un diámetro de línea a la descarga del tanque de totales TK-1601 (tanque más alejado de la casa de bombas) de 4", cabezal de succión a bombas de transferencia de crudo de 4", línea de succión a bombas de transferencia de crudo de 4", se tiene lo siguiente:

La bomba P-1670 A/B, se mantiene a 40 RPM para un 91% del RPM máximo de trabajo de la bomba. De la figura se tiene:

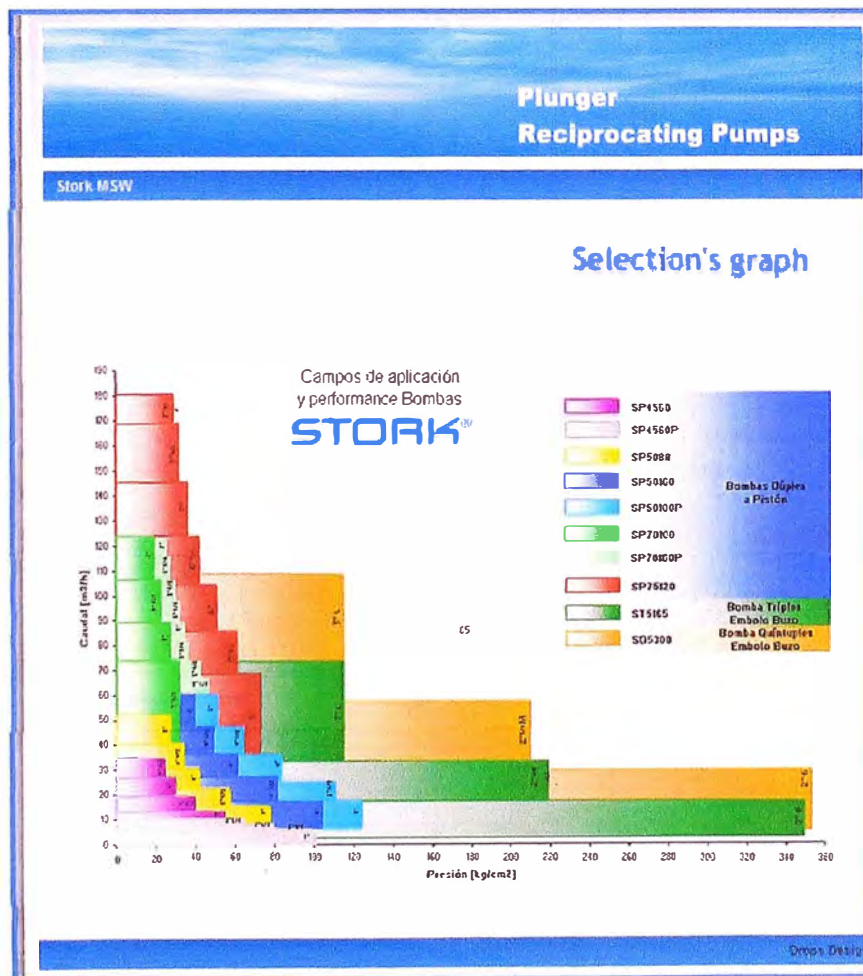


Figura 3.8. NPSH Requerido Bombas STORK Modelo 4560

$$\text{NPSHR}_{\text{Crudo}} = \text{NPSHR}_{\text{Agua}} \times \text{Gravedad Especifica} = 15,47 \text{ pie}$$

$$\rho_L = 57,75 \text{ lb/pie}^3$$

$$\epsilon = 0,00015 \text{ pulgadas}$$

Tabla 3.25. Líneas de Líquidos Salida de TKS-1601. Succión Bombas de Transferencia.

Línea Salida de	Q _{LT} BFRD	Vel. pie/s	ΔL pie	ΔL Acces pie	ΔL Total pie	H _{total} pie	Entrada Psig	Salida Psig	Δ Psi
Nivel de Líquidos en TKS-1601	0,00	0,000	0	15,67	15,67	0,00	0,00	6,26	37,00
Línea de 4" Descarga TK-1601	3287	2.41	5	12.75	17,75	0.2	6,26	6.19	0,07
Cabezal 4" Descarga TK-1601	3287	2.41	82	23.49	105.49	1	6,19	5.76	0.43
Línea de 4" Succión P-1070 A/B	3287	2.41	34	24.83	58.33	0.6	5.76	5.52	0.24

Se aprecia en la tabla 3.25, que en todas las líneas se mantienen velocidades de los fluidos menores a los límites recomendados por STORK modelo 4560. Al evaluar el cabezal de aceleración y el NPSH disponible, se tiene;

Tabla 3.26. Cabezal de Aceleración de Succión Bombas P-1601 A/B.

Línea Salida de	ΔL, pie	C	n	K	hA
Nivel de Líquidos en TKS-1601	0,00	0.115	100	2	0
Línea de 4" Descarga TK-1601	5	0.115	100	2	2.16
Cabezal 6" Descarga TK-1601	82	0.115	100	2	35.35
Línea de 6" Succión P-1670 A/B	33.5	0.115	100	2	14.44
Total					51.95

$$h_a = 14,70 \text{ Psia}$$

$$h_{vpa} = 7,00 \text{ Psia}$$

$$h_{st} = \Sigma \Delta H = 15,67 \text{ pie}$$

$$h_{fs} = \Sigma H_{\text{Total}} = 1,73 \text{ pie}$$

$$h_A = \Sigma h_A = 51,95 \text{ pie}$$

$$\text{NPSHA} = -18,04 \text{ pie}$$

El NPSHA tiene que ser positivo por lo tanto hay que cambiarle de diámetro al colector de Líquidos y a la línea de succión de entrada a la Bomba, para evitar la cavitación.

Tabla 3.27. Cambio de Colector y Línea P-1601 A/B. Succión Bombas de Transferencia.

Línea Salida de	Q _{LT} BFPD	Velocidad pie/s	ΔL pie	ΔL Acces pie	ΔL Total pie	H _{total} pie	Entrada Psig	Salida Psig	Δ Psi
Nivel de Líquidos en TKS-1601	0,00	0	0,00	15,67	15,67	0,00	0,00	6,26	37,00
Línea de 4" Descarga TK-1601	3287	2.42	5,00	12.75	17,75	0.1	6,26	6.19	0.04
Cabezal 6" Descarga TK-1601	3287	1.06	82	35.38	105.49	0.2	6,19	6.12	0.07
Línea de 6" Succión P-1070 A/B	3287	1.06	34	37.4	70.9	0.1	6.12	6.08	0.04

Se aprecia en la tabla 3.27, que en las líneas de succión y colector de seis (06) pulgadas se mantienen las velocidades de los fluidos menores a las velocidades en tuberías en cambio en la línea de succión de cuatro (04) pulgadas se encuentra en la ventana. Como cabezal de aceleración y el NPSH disponible, se tiene;

Tabla 3.28. Cabezal de Aceleración. Succión Bombas P-1601 A/B.

Línea Salida de	ΔL , pie	C	n	K	hA
Nivel de Líquidos en TKS-1601	0,00	0.115	100	2	0
Línea de 4" Descarga TK-1601	5	0.115	100	2	2.16
Cabezal 6" Descarga TK-1601	82	0.115	100	2	15.58
Línea de 6" Succión P-1670 A/B	33.5	0.115	100	2	6.36
Total					24.1

$$h_a = 14,70 \text{ Psia}$$

$$h_{vpa} = 7,00 \text{ Psia}$$

$$h_{st} = \Sigma \Delta H = 15,67 \text{ pie}$$

$$h_{fs} = \Sigma H_{\text{Total}} = 0,36 \text{ pie}$$

$$h_A = \Sigma h_A = 24,10 \text{ pie}$$

$$\text{NPSHA} = 10,48 \text{ pie}$$

La mínima altura estática del líquido sobre la succión de la bomba para mantener NPSHA- NPSHR igual a 6 pies corresponde a 15,67 pies (4,76 m), con una presión de succión a la alimentación de la bomba de 6,11 Psig.

Para NPSHA = NPSHR, la altura estática del líquido sobre la succión de la bomba corresponde a 9,67 pies (2,95 m), con una presión de succión a la alimentación de la bomba de 3,85 Psig.

La potencia de la bomba se calcula a partir de la siguiente ecuación hidráulica, se estima asumiendo la eficiencia de la bomba.

$$\text{bph} = 137$$

$$\Delta P = (583 - 6,11) \text{ Psi}$$

$$\eta = 90\%$$

$$\text{Bhp} = 137 * (583 - 6,11) / (2450 * 90\%) = 35.84 \text{ Bhp}$$

3.8. BALANCE DE ENERGÍA Y MASA

3.8.1. Metodología Aplicada

Elaboración de modelos de simulación de procesos para los sistemas; separación bifásica, almacenamiento, bombeo de líquido y depuración del gas, para la resolución de los balances de masa y energía, y con ello obtener las propiedades físicas y termodinámicas de fluidos asociadas a la operación de la Planta.

3.8.2. Premisas de Diseño

Para la realización del balance de masa y energía se consideraron las siguientes premisas generales:

- El Balance de Masa y Energía se generó utilizando el programa de simulación Hysys versión 3.2.
- El Modelo Termodinámico usado, para la predicción del equilibrio líquido-vapor y determinación de las propiedades de los fluidos, es la ecuación de Estado de Peng Robinson.
- Los valores reportados en el Balance de Masa y Energía, se expresan en unidades Inglesas, a menos que, de acuerdo a requerimientos de aplicación de ecuaciones u otros eventos, se especifique lo contrario.

- La composición y las condiciones de operación de las corrientes de alimentación al Sistema de Separación se tomaron del presente informe.
- Se consideraron todos los cambios evaluados en el presente capítulo.

3.8.3. Cálculos Obtenidos

Los resultados Balance de Masa y Energía del diseño y ampliación de la capacidad de la planta separación bifásica, se muestran a continuación:

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6
DESCRIPCION DE LA LINEA	FLUIDO ENTRADA SEPARADOR O TOTALES ST-1601	SALIDA DE GAS SEPARADOR O TOTALES ST-1601	SALIDA DE LIQUIDO SEPARADOR O TOTALES ST-1601	DEACARGA DE LIQUIDO SEPARADOR TOTALES HACIA TANQUE	ENTRADA DE LIQUIDO A TANQUES TOTALES (TK-1601/1602/1603)	DESCARGA DE LIQUIDO SCRUBBER SR-1608
Fase	Mezcla	Gas	Líquido	Mezcla	Mezcla	Gas
Fracción Vapor	0.167	1	0	0	0	1
Temperatura: (F)	85.137	85.137	85.137	85.15	85.161	84.851
Presión: (psig)	18	18	18	13	8	1
Flujo Másico (lb/hr)	27125.782	2181.843	24943.939	24943.939	24943.939	3.16
Flujo Molar (MMPCND)	7.256	1.209	6.047	6.047	6.047	0.002
Flujo líquidos estándar (GPM)	68.585	14.156	54.429	54.429	54.429	0.02
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-116045.50	-33664.68	-132518.23	-132518.23	-132518.23	-34549.42
Peso Molecular (lb/lbmol)	34.048	16.435	37.57	37.57	37.57	16.605
Densidad (lb/pie ³)	1.127	0.092	56.948	54.885	52.127	0.045
Cp/Cv	1.015	1.301	2.201	1	1	1.296
Viscosidad (cP)	<empty>	0.011	34.946	<empty>	<empty>	0.011
GAS						
Fracción Vapor	0.167	1	0	0	0	1
Flujo (MMSCFD)	1.207	1.207	0	0.001	0.001	0.002
Flujo Másico (lb/hr)	2181.843	2181.843	0	1.293	2.617	3.16
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-33664.681	-33664.681	-33664.681	-33946.205	-34341.003	-34549.422
Gravedad Especifica	0.567	0.567	0.567	0.569	0.572	0.573
Densidad (lb/pie ³)	0.092	0.092	0.092	0.078	0.065	0.045
Peso Molecular (lb/lbmol)	16.435	16.435	16.435	16.488	16.565	16.605
Cp/Cv	1.301	1.301	1.301	1.3	1.298	1.296
Z	0.995	0.995	0.995	0.996	0.996	0.998
Viscosidad (cP)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
HIDROCARBURO LIQUIDO						
Fracción Molar	0.061	0	0.073	0.073	0.073	0
Flujo Másico (lb/hr)	13857.648	0	13857.648	13856.386	13855.107	0
Flujo líquidos estándar (BPD)	1103.626	0	1103.626	1103.53	1103.431	0
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-258858.97	-258858.97	-258858.97	-259217.79	-259579.44	-259874.92
Gravedad Especifica	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.751
Densidad (lb/pie ³)	53.068	53.068	53.068	53.068	53.068	46.864

Peso Molecular (lb/lb mol)	285.434	285.434	285.434	285.859	286.288	286.586
Viscosidad (cP)	8.166	8.166	8.166	8.181	8.195	7.58
AGUA						
Fracción Molar	0.772	0	0.927	0.927	0.927	---
Flujo Másico (lb/hr)	11086.292	0	11086.292	11086.26	11086.215	---
Flujo líquidos estándar (BPD)	748.031	0	748.031	748.029	748.026	---
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-122550.90	-122550.90	-122550.90	-122550.921	-122550.958	---
Gravedad Especifica	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	---
Densidad (lb/pie ³)	62.676	62.676	62.676	62.675	62.674	---
Peso Molecular (lb/lb mol)	18.015	18.015	18.015	18.015	18.015	---
Viscosidad (cP)	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	---

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6
DESCRIPCION DE LA LINEA	FLUIDO ENTRADA SEPARADOR OR TOTALES ST-1601	SALIDA DE GAS SEPARADOR OR TOTALES ST-1601	SALIDA DE LIQUIDO SEPARADOR OR TOTALES ST-1601	DEACARGA DE LIQUIDO SEPARADOR TOTALES HACIA TANQUE	ENTRADA DE LIQUIDO A TANQUES TOTALES (TK-1601/1602/1603)	DESCARGA DE LIQUIDO SCRUBBER SR-1608
Fase	Mezcla	Gas	Liquido	Mezcla	Mezcla	Gas
Nitrógeno	0.0019	0.0019	0	0	0.0005	0.0019
Dióxido de Carbono	0.0011	0.0011	0	0	0.0003	0.0011
Metano	0.9655	0.9655	0	0	0.2624	0.966
Etano	0.0096	0.0096	0	0	0.0026	0.0096
Propano	0.0015	0.0015	0	0	0.0004	0.0015
i-Butano	0.0004	0.0004	0	0	0.0001	0.0004
n-Butano	0.0006	0.0006	0	0	0.0002	0.0005
i-Pentano	0.0003	0.0003	0	0	0.0001	0.0002
n-Pentano	0.0002	0.0002	0	0	0.0001	0.0001
n-Hexano	0.0009	0.0009	0	0	0.0008	0.0007
Agua	0.0182	0.0182	1	1	0.6068	0.018
C7 ⁺	0	0	0	0	0.1256	0

CORRIENTE	7	8	9	10	11	12
DESCRIPCION DE LA LINEA	SUCCIÓN DE LÍQUIDOS DE BOMBAS (PAL-1601A)	DESCARGA DE LIQUIDO DE BOMBAS (PAL-1601A)	SALIDA DE GAS SCRUBBER (SR-1608)	GAS HACIA ESTACION DE COMPRESION	SALIDA DE LIQUIDO SCRUBBER (SR-1608)	SALIDA DE GAS TANQUES TOTALES (TK-1601/1602/1603)
Fase	Líquido	Líquido	Gas	Gas	Líquido	Líquido
Fracción Vapor	0	<empty>	1	1	0	<empty>
Temperatura: (F)	85.165	85.912	85.137	84.983	85.137	85.151
Presión: (psig)	6	475	18	15.5	18	13
Flujo Másico (lb/hr)	24940.779	24940.779	2181.843	2181.843	0	0
Flujo Molar (MMPCND)	6.045	6.045	1.209	1.209	0	0
Flujo líquidos estándar (GPM)	54.409	54.409	14.156	14.156	0	0
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-132546.32	-132469.97	-33664.681	-33664.681	-122550.902	-122553.696
Peso Molecular (lb/lbmol)	37.576	37.576	16.435	16.435	18.015	18.015
Densidad (lb/pie ³)	56.948	57.062	0.092	0.085	52.852	62.675
Cp/Cv	2.195	1.104	1.301	1.301	1.15	1.15
Viscosidad (cP)	35.103	34.952	0.011	0.011	0.805	0.805
GAS						
Fracción Vapor	0	0	1	1	0	0
Flujo (MMSCFD)	0	<empty>	1.207	1.207	0	<empty>
Flujo Másico (lb/hr)	0	<empty>	2181.843	2181.843	0	<empty>
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-34549.422	<empty>	-33664.681	-33664.681	-33664.681	<empty>
Gravedad Especifica	0.573	<empty>	0.567	0.567	0.567	<empty>
Densidad (lb/pie ³)	0.059	<empty>	0.092	0.085	0.092	<empty>
Peso Molecular (lb/lbmol)	16.605	<empty>	16.435	16.435	16.435	<empty>
Cp/Cv	1.297	<empty>	1.301	1.301	1.301	<empty>
Z	0.997	<empty>	0.995	0.995	0.995	<empty>
Viscosidad (cP)	0.011	<empty>	0.011	0.011	0.011	<empty>
HIDROCARBURO LIQUIDO						
Fracción Molar	0.073	0.073	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
Flujo Másico (lb/hr)	13854.589	13854.584	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
Flujo líquidos estándar (BPD)	1103.391	1103.391	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-259725.123	-259154.593	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
Gravedad Especifica	0.85	0.853	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
Densidad (lb/pie ³)	53.068	53.223	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>

Peso Molecular (lb/lb mol)	286.461	286.462	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
Viscosidad (Cp)	8.201	8.15	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>
AGUA						
Fracción Molar	0.927	0.927	0	<empty>	1	1
Flujo Másico (lb/hr)	11086.191	11086.195	0	<empty>	0	0
Flujo líquidos estándar (BPD)	748.024	748.025	0	<empty>	0	0
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-122550.98	-122513.52	-122550.90	<empty>	-122550.902	-122550.902
Gravedad Especifica	1.004	1.005	0.847	<empty>	0.847	1.004
Densidad (lb/pie ³)	62.674	62.715	52.852	<empty>	52.852	62.675
Peso Molecular (lb/lb mol)	18.015	18.015	18.015	<empty>	18.015	18.015
Viscosidad (cP)	0.805	0.798	0.805	<empty>	0.805	0.805

CORRIENTE	7	8	9	10	11	12
DESCRIPCION DE LA LINEA	SUCCIÓN DE LÍQUIDOS DE BOMBAS (PAL-1601A)	DESCARGA DE LIQUIDO DE BOMBAS (PAL-1601A)	SALIDA DE GAS SCRUBBER (SR-1608)	GAS HACIA ESTACION DE COMPRESION	SALIDA DE LÍQUIDO SCRUBBER (SR-1608)	SALIDA DE GAS TANQUES TOTALES (TK-1601/1602/1603)
Fase	Líquido	Líquido	Gas	Gas	Líquido	Líquido
Nitrógeno	0	0	0.0019	0.0019	0	0
Dióxido de Carbono	0	0	0.0011	0.0011	0	0
Metano	0.0004	0.0004	0.9655	0.9655	0	0
Etano	0	0	0.0096	0.0096	0	0
Propano	0	0	0.0015	0.0015	0	0
i-Butano	0	0	0.0004	0.0004	0	0
n-Butano	0	0	0.0006	0.0006	0	0
i-Pentano	0	0	0.0003	0.0003	0	0
n-Pentano	0	0	0.0002	0.0002	0	0
n-Hexano	0.0004	0.0004	0.0009	0.0009	0	0
Agua	0.9272	0.9272	0.0182	0.0182	1	1
C7*	0.0718	0.0718	0	0	0	0

CORRIENTE	13	14	15	16	17	18
DESCRIPCION DE LA LINEA	ENTRADA DE FLUIDO SEPARADOR DE CONTROL (SC-1602 HASTA 1607)	SALIDA DE GAS SEPARADOR DE CONTROL (SC-1602 HASTA 1607)	SALIDA DE LIQUIDO SEPARADOR DE CONTROL (SC-1602 HASTA 1607)	ENTRADA DE LIQUIDO A TANQUE DE CONTROL (TK-1603)	SALIDA DE GAS TANQUE DE CONTROL (TK-1603)	SALIDA DE LIQUIDO TANQUE DE CONTROL (TK-1603)
Fase	Mezcla	Gas	Líquido	Mezcla	Gas	Líquido
Fracción Vapor	0.27	1	0	0	1	0
Temperatura: (F)	84.81	84.81	84.81	84.822	84.438	84.833
Presión: (psig)	18	18	18	13	1	7.3
Flujo Másico (lb/hr)	807.479	69.196	738.282	738.282	0.115	738.167
Flujo Molar (MMPCND)	0.142	0.038	0.104	0.104	0	0.104
Flujo líquidos estándar (GPM)	2.112	0.449	1.663	1.663	0.001	1.662
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-115971.81	-33644.14	-146473.70	-146473.70	-34375.09	-146542.18
Peso Molecular (lb/lbmol)	51.79	16.417	64.896	64.896	16.551	64.925
Densidad (lb/pie ³)	1.058	0.092	55.009	52.375	0.045	55.009
Cp/Cv	1.019	1.302	1.055	1	1.297	1.055
Viscosidad (cP)	<empty>	0.011	16.925	<empty>	0.011	16.993
GAS						
Fracción Vapor	0.27	1	0	0	1	0
Flujo (MMSCFD)	0.038	0.038	0	0	0	0
Flujo Másico (lb/hr)	69.196	69.196	0	0.053	0.115	0
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-33644.139	-33644.139	-33644.139	-33920.904	-34375.086	-34375.086
Gravedad Especifica	0.567	0.567	0.567	0.569	0.571	0.571
Densidad (lb/pie ³)	0.092	0.092	0.092	0.078	0.045	0.063
Peso Molecular (lb/lbmol)	16.417	16.417	16.417	16.467	16.551	16.551
Cp/Cv	1.302	1.302	1.302	1.3	1.297	1.298
Z	0.995	0.995	0.995	0.996	0.998	0.997
Viscosidad (cP)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
HIDROCARBURO LIQUIDO						
Fracción Molar	0.128	0	0.175	0.175	0	0.175
Flujo Másico (lb/hr)	569.232	0	569.232	569.18	0	569.12
Flujo líquidos estándar (BPD)	45.331	0	45.331	45.327	0	45.322
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-259101.6	-259101.6	-259101.6	-259461.075	-260060.124	-259874.467
Gravedad Especifica	0.85	0.85	0.85	0.85	0.751	0.85
Densidad (lb/pie ³)	53.079	53.079	53.079	53.079	46.869	53.079

Peso Molecular (lb/lb mol)	285.663	285.663	285.663	286.09	286.734	286.58
Viscosidad (cP)	8.211	8.211	8.211	8.225	7.625	8.242
AGUA						
Fracción Molar	0.602	0	0.825	0.825	<empty>	0.825
Flujo Másico (lb/hr)	169.05	0	169.05	169.049	<empty>	169.047
Flujo líquidos estándar (BPD)	11.406	0	11.406	11.406	<empty>	11.406
Entalpía Molar (Btu/lbmol)	-122556.98	-122556.98	-122556.98	-122557.01	<empty>	-122557.08
Gravedad Especifica	1.004	1.004	1.004	1.004	<empty>	1.004
Densidad (lb/pie ³)	62.684	62.684	62.684	62.683	<empty>	62.682
Peso Molecular (lb/lb mol)	18.015	18.015	18.015	18.015	<empty>	18.015
Viscosidad (cP)	0.809	0.809	0.809	0.809	<empty>	0.808

CORRIENTE	13	14	15	16	17	18
DESCRIPCION DE LA LINEA	ENTRADA DE FLUIDO SEPARADOR DE CONTROL (SC-1602 HASTA 1607)	SALIDA DE GAS SEPARADOR DE CONTROL (SC-1602 HASTA 1607)	SALIDA DE LIQUIDO SEPARADOR DE CONTROL (SC-1602 HASTA 1607)	ENTRADA DE LIQUIDO A TANQUE DE CONTROL (TK-1603)	SALIDA DE GAS TANQUE DE CONTROL (TK-1603)	SALIDA DE LIQUIDO TANQUE DE CONTROL (TK-1603)
Fase	Mezcla	Gas	Líquido	Mezcla	Gas	Líquido
Nitrógeno	0.0005	0.0019	0	0	0.0012	0
Dióxido de Carbono	0.0003	0.0011	0	0	0.0014	0
Metano	0.2624	0.966	0.0017	0.0017	0.9527	0.0011
Etano	0.0026	0.0096	0.0001	0.0001	0.0129	0.0001
Propano	0.0004	0.0015	0	0	0.0021	0
i-Butano	0.0001	0.0004	0	0	0.0006	0
n-Butano	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001	0.0008	0.0001
i-Pentano	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001
n-Pentano	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
n-Hexano	0.0008	0.0007	0.0009	0.0009	0.0011	0.0009
Agua	0.6068	0.018	0.8249	0.8249	0.0267	0.8254
C ₇ ⁺	0.1256	0	0.1721	0.1721	0	0.1722

CAPITULO IV

ALCANCE, TIEMPO Y COSTO

4.1. ALCANCE

Para detallar el alcance de ejecución del diseño y ampliación de la planta de separación bifásica CA-16, se consideró subdividirlo en 4 especialidades, estas son implementación mecánica, implementación eléctrica, implementación civil e implementación instrumental. Esta clasificación permite un mejor entendimiento del proyecto a ejecutarse.

El alcance no restringe las limitaciones mencionadas en el capítulo uno del presente informe, puesto que es muy difícil limitar en un cronograma únicamente a las actividades mecánicas dado que cada actividad esta va de la mano con las demás especialidad involucras.

Estas actividades son:

4.1.1. Obras Mecánicas

- Instalación de Separador de Control SC-1607, con su respectivo volumeter de control (VM-1607).
- Retiro del Separador de control (SEP-0158).

- Cambio de diámetro de la línea de entrada al Separador de Totales de 4" a 6".
- Cambio de diámetro de la boquilla de entrada del Separador de Totales de 4" a 6".
- Cambio de diámetro de la línea de entrada los Separadores de Control SC-1602, SC-1603, SC-1604, SC-1605, SC-1606 y SC-1607; de 2" a 3".
- Cambio de diámetro del cabezal de gas antes del Scrubber SR-1608 de 4" a 6".
- Cambio de diámetro de la línea de entrada al Scrubber SR-1608 de 4" a 6".
- Cambio de diámetro de la línea de salida del Scrubber SR-1608 de 4" a 6".
- Cambio de diámetro de la línea de descarga del Tanque TK-1601 al sistema de transferencia, de 3" a 6".
- Cambio de diámetro del cabezal de succión de las bombas PAL-1601A/B de 4" a 6".
- Cambio de diámetro de la línea de succión de las bombas PAL-1601A/B de 4" a 6".
- Instalación del compresor de Aire de Instrumentos (K-1630).
- Construcción del pulmón de Aire de Instrumentos (V-1630A/B).
- Instalación del pulmón de Aire de Instrumentos (V-1630A/B).
- Construcción e instalación de todas las tuberías de interconexión de equipos necesarias (aéreas y enterradas) incluyendo las válvulas y otros accesorios.

- Ampliación de cabezal de control para conexión del nuevo Separador de Control SC-1607.
- Instalación de 3 manifolds de Totales de cuatro puestos cada uno, para recepción de producción de manifolds de campo nuevo.
- Reubicación y reemplazo de 4 manifolds de batería existentes.

4.1.2. Obras Civiles

- Ampliación del cerco perimétrico de la planta.
- Adecuación de accesos de los equipos nuevos.
- Cimentación del nuevo paquetizado de control (separador SC-1607 y volumeter VM-1607).
- Cimentación de la nueva bomba PAL-1601B.
- Construcción de tinglado en la zona de bombas.
- Construcción de buzón de drenaje para compresor de Aire de Instrumentos.
- Adecuar drenaje de aguas lluvia.
- Construcción de cimentación para colocación de skid Aire Instrumento (K-1630) y pulmón de aire (V-1630A/B).
- Construcción de tinglado de aire de instrumentos.
- Construcción de losa de fundación para nuevos múltiples de batería.
- Construcción de soportes para colocación cabezales de succión / descarga y tuberías de interconexión entre equipos y facilidades.
- Cimentación de tablero eléctrico.
- Construcción de tinglado para tablero eléctrico.
- Cimentación de 3 manifolds de totales nuevos.

- Cimentación de 4 manifolds de batería reubicados.

4.1.3. Obras Eléctricas

- Reubicación de canaletas y cables de alimentación de acuerdo a la nueva ubicación de equipos.
- Reubicación e Instalación de Facilidades para Protecciones Atmosférica de acuerdo a la nueva extensión de la planta.
- Ampliación del Sistema de Puesta a Tierra, conexión a equipos nuevos.
- Instalación de un sistema de respaldo eléctrico (UPS) con autonomía de 24 horas para toda la planta.
- Adecuación de la Iluminación Exterior de la planta.
- Instalación de Iluminación de los nuevos galpones instalados en la planta.
- Construcción de canalizaciones subterráneas y sus buzones.
- Reubicaciones de postes de alumbrado.

4.1.4. Obras de Instrumentación

- Instalación de Instrumentos y canalizaciones de las señales desde los equipos nuevos y existentes al PLC de la batería.
- Ampliación de capacidad del PLC existente
- Instalación y conexión de tableros de control con PLC.
- Calibración y puesta en marcha de todos los lazos de control de los equipos nuevos y existentes.

- Seteo del separador de totales y los separadores de control a 19.8 Psig de presión de operación.
- Instalación conexas y calibración de instrumentos de alarmas de emergencia de la planta.
- Instalación y calibración de líneas y/o equipos.
- Instalación de válvulas de control.
- Instalación de tuberías conduit.

4.2. TIEMPO

4.2.1. Enunciado detallado del alcance

Respecto al enunciado detallado, se partió desde el alcance por especialidades realizando una minuciosa evaluación de desglose de actividades no muy puntuales, pero comprendidas dentro de una misma ejecución. La figura 4.1 muestra nuestro enunciado del alcance del proyecto considerado para la elaboración de nuestro cronograma.

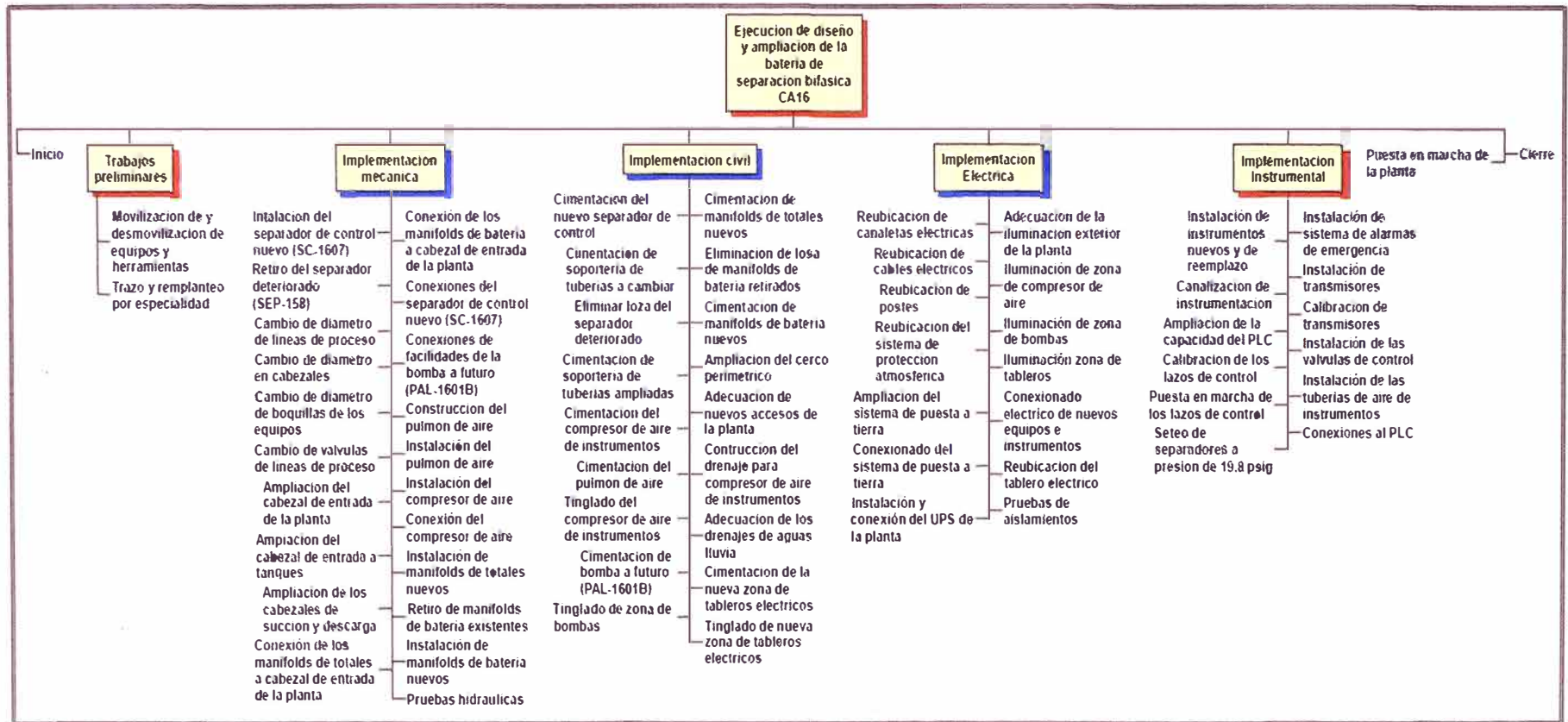


Figura 4.1. Enunciado detallado de las actividades a realizar

4.2.2. Estimación de duración de actividades

Respecto a la estimación de recursos (horas–hombre), la herramienta utilizada para esto, es el juicio experto; es decir, se dispone a validar y estimar tiempos únicamente por la experiencia de los profesionales que ejecutaron proyectos semejantes en la misma zona de influencia bajo parámetros socioeconómicos similares al del presente.

Un motivo fundamental para optar por esta decisión poco cuantitativa para un proyecto de ingeniería, es el conflicto social existente con la población cercana a las instalaciones de la planta. En vista de ello, nuestro Plan de Manejo Medioambiental, se compromete a capacitar gente de la zona para realizar trabajo especializado. Se conoce de estándares de producción de publicación nacional y de mucha aceptación, pero funciona con mano de obra experta en este tipo de actividades, el cual no es nuestro caso dado que los desempeños de la mano de obra llegaron a triplicar el tiempo estimado por el bajo nivel productivo.

4.2.3. Ruta Crítica

Una vez estimado los recursos por cada actividad, se procedió a secuenciar cada una de estas mediante un diagrama de programación. Esto permitió evaluar los tiempos de holgura que tienen algunas actividades, para luego mover estos recursos a un punto de inicio más próximo reduciendo la duración máxima de la ejecución. Una vez realizado todos los ajustes disponible se obtuvo la ruta crítica, es decir, la ruta que determina el tiempo de ejecución mínimo de todas las actividades según la secuencia lógica realizada. Existen dos formas adicionales de reducir tiempo el crashing y el fast tracking.

El crashing consiste en destinar mayores recursos a cada actividad a fin de realizarlas en menor tiempo y el fast tracking consiste en llevar a la vez una actividad y su sucesora, reduciendo en un porcentaje el tiempo de duración de las dos actividades. En ambos casos se destina mayor número de horas-hombre, pero en nuestra realidad al estar trabajando en un horizonte muy incierto con respecto a la producción del personal sería un riesgo muy elevado sobre demandar la cantidad de mano de obra requerida.

La Figura 4.2 muestra cada unidad del enunciado del alcance, que conforma cada actividad del cronograma, de dos tipos, las que tiene borde de color azul son actividades que presentan holgura, es decir no crítica. Mientras que las actividades de borde color rojo son actividades críticas de nuestro cronograma, la finalidad del ejercicio de la ruta crítica es no tener ni un solo día de holgura dentro de la ruta más larga (ruta crítica), optimizando así la programación de la ejecución.

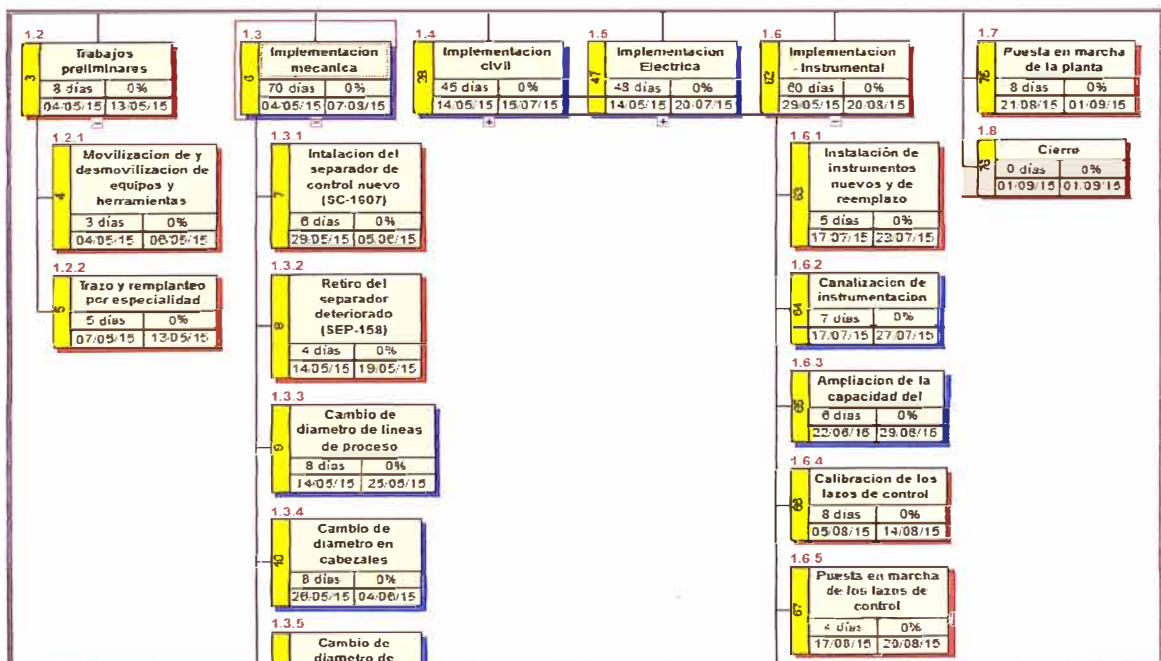
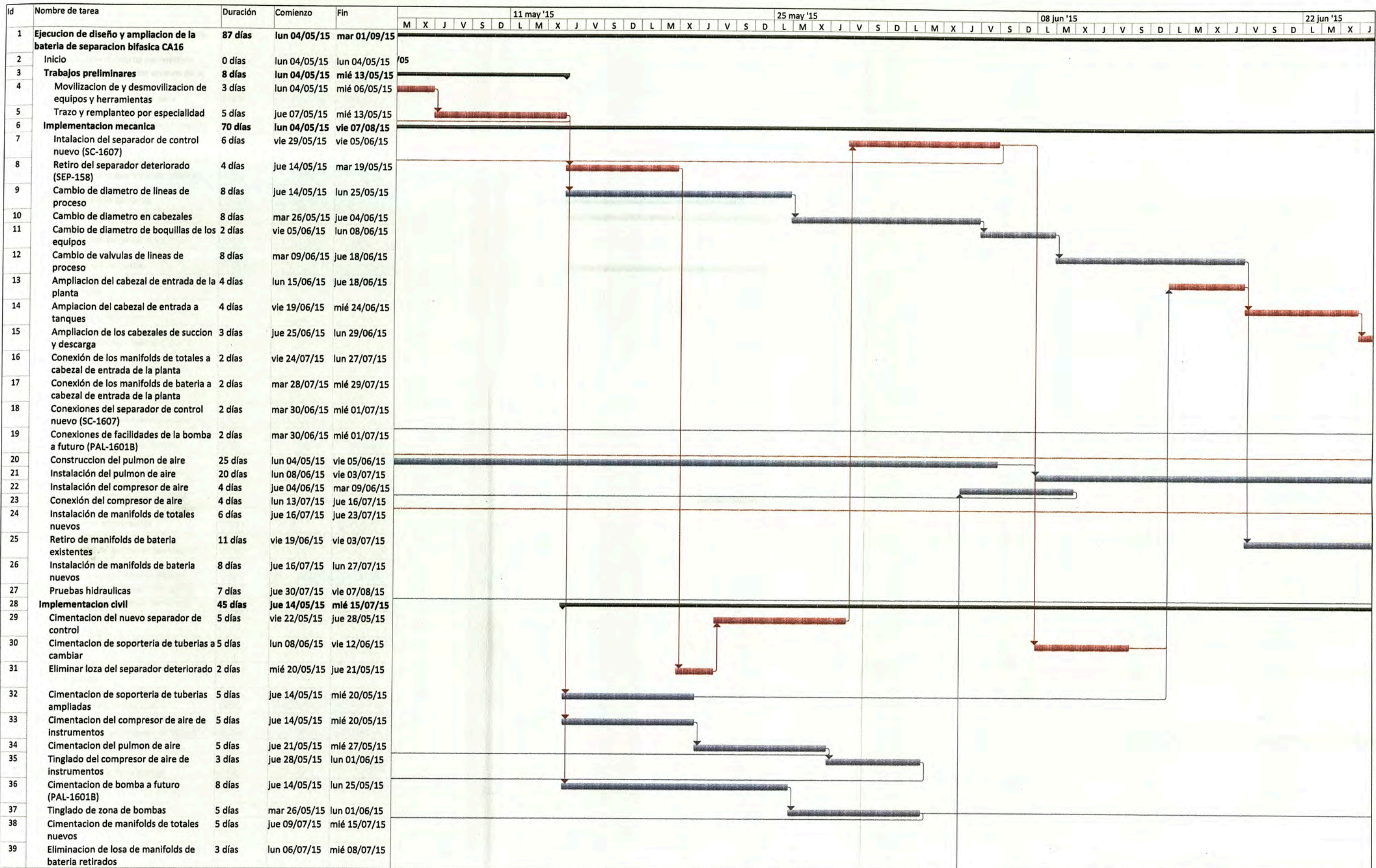


Figura 4.2. Ruta crítica de las actividades (de color rojo).

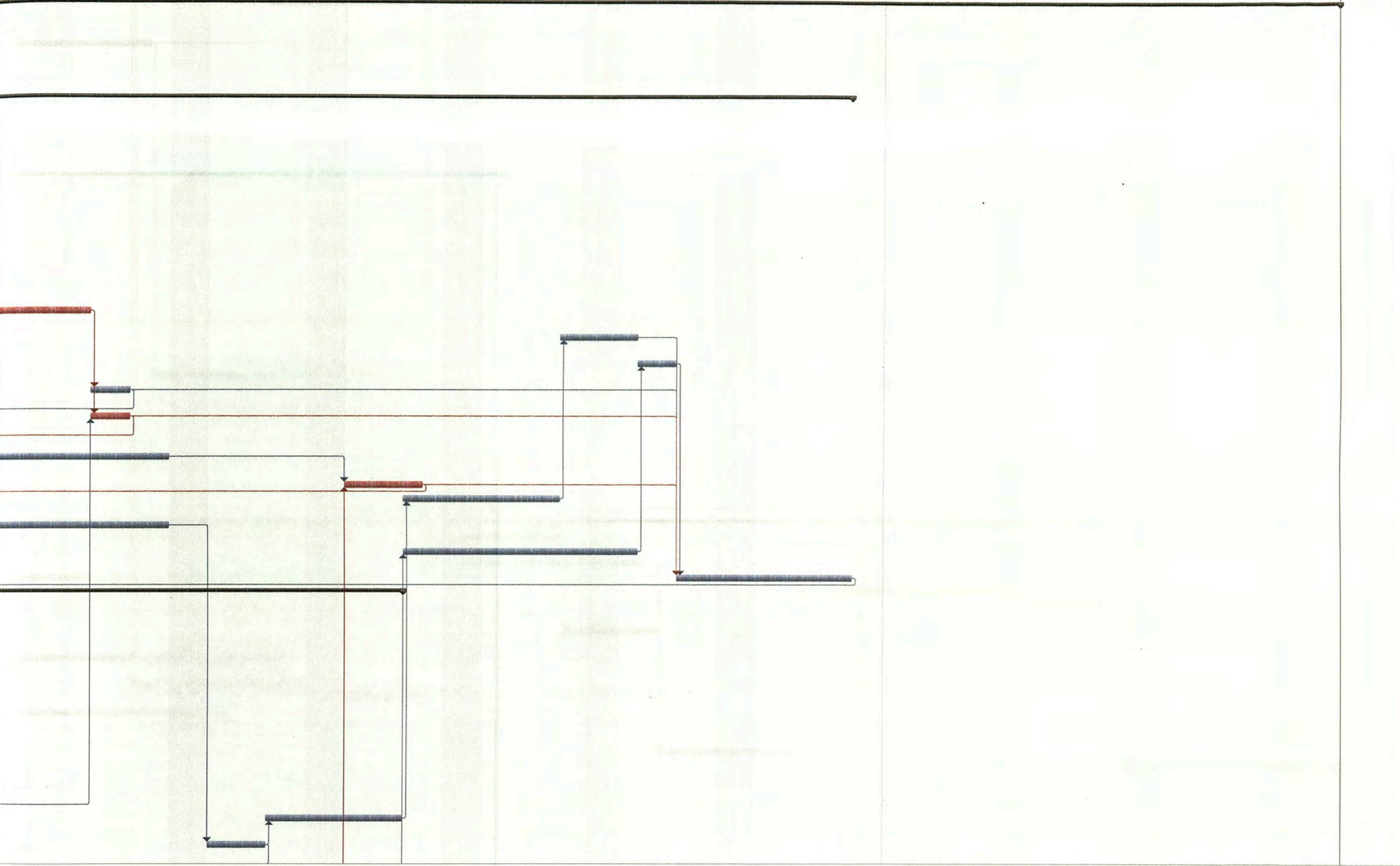
4.2.4. Cronograma final

Luego del enunciado del alcance, la estimación de recurso, la optimización de la planificación se obtiene el cronograma de ejecución del diseño y ampliación de la planta de separación bifásica CA-16.

El cronograma se muestra a continuación



Proyecto: CA16 Fecha: dom 08/02/15	Tarea		Resumen del proyecto		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Fecha límite	
	División		Tareas externas		Resumen inactivo		Resumen manual		Tareas críticas	
	Hito		Hito externo		Tarea manual		Sólo el comienzo		División crítica	
	Resumen		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin		Progreso	



Proyecto: CA16	Tarea		Resumen del proyecto		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Fecha límite	
Fecha: dom 08/02/15	División		Tareas externas		Resumen inactivo		Resumen manual		Tareas críticas	
	Hito		Hito externo		Tarea manual		Sólo el comienzo		División crítica	
	Resumen		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin		Progreso	

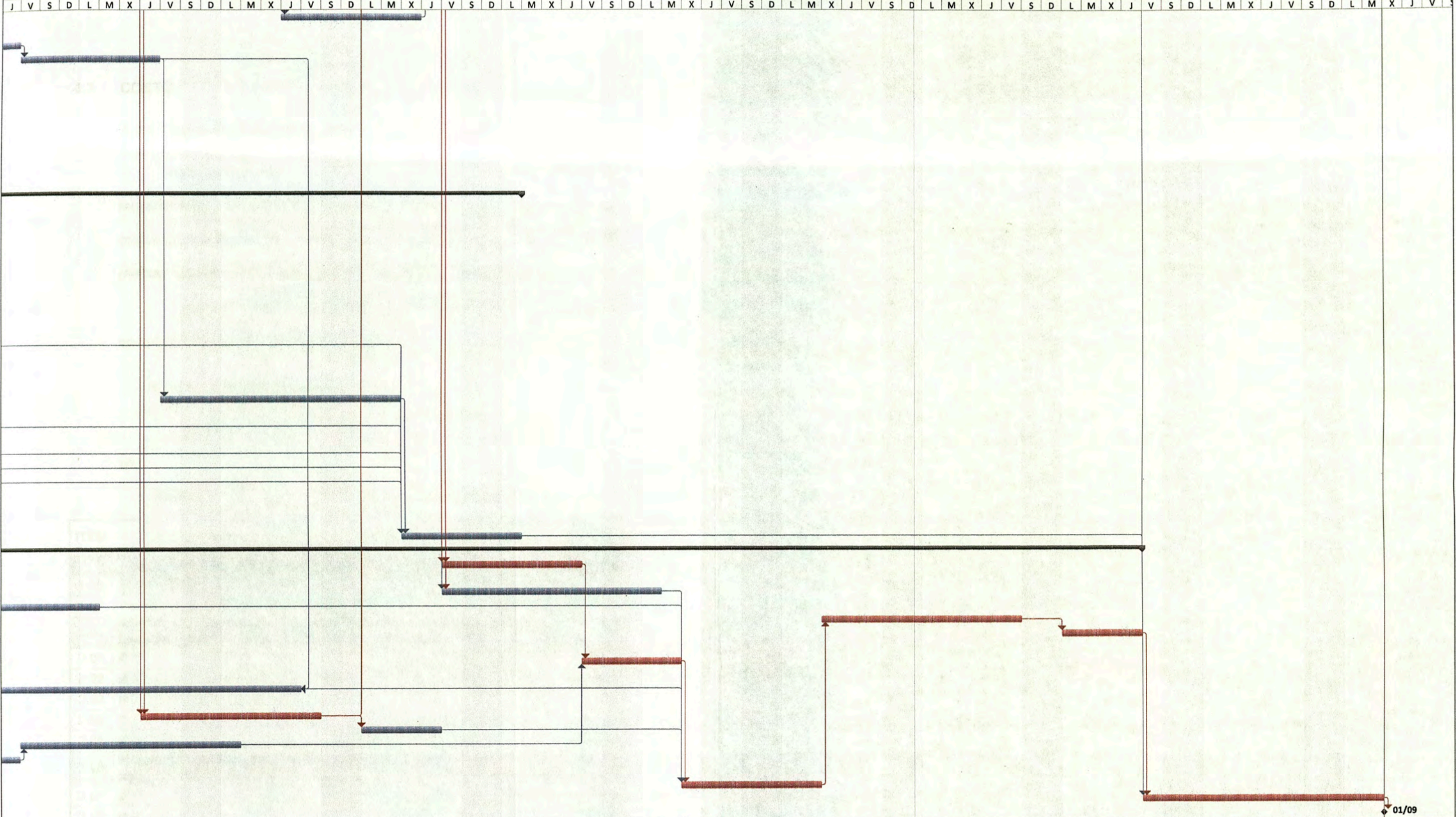
06 jul '15

20 jul '15

03 ago '15

17 ago '15

31 ago '15



Proyecto: CA16	Tarea		Resumen del proyecto		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Fecha límite	
Fecha: dom 08/02/15	División		Tareas externas		Resumen inactivo		Resumen manual		Tareas críticas	
	Hito		Hito externo		Tarea manual		Sólo el comienzo		División crítica	
	Resumen		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin		Progreso	

4.3. COSTO

4.3.1. Implementación Mecánica

Para las actividades mecánicas se desglosaron en dos los costos de requeridos para el proyecto. Primero los cálculos métricos que reflejan los costos de instalación y todos los gastos asociados a la mano de obra directa (dietas, seguros, transporte, etc.) de cada actividad a ejecutar.

Luego se detallan los costos de todos los equipos, materiales y complementos requeridos para la instalación.

4.3.1.1. Cálculos Métricos

Los cálculos métricos registrados en la implementación mecánica son:

Tabla 4.1. Cálculos Métricos Implementación Mecánica

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNI (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
M	MECANICO				
1.00	GENERALES				
1.01	Transporte de tuberías, materiales y equipos.	S.G.	1	15,000.00	15,000.00
2.00	Alineación, soldadura y montaje de tuberías aérea.				
2.01	Ø 1".	m	30	3.50	105.00
2.02	Ø 2".	m	562	7.61	4,276.82
2.03	Ø 3".	m	60	9.22	553.20
2.04	Ø 4".	m	36	13.92	501.12
2.05	Ø 6".	m	100	18.52	1,852.00
3.00	Alineación, soldadura y montaje de codos, tees y accesorios aéreos.				
3.01	Ø 1".	pega	4	70.25	281.00
3.02	Ø 2".	pega	63	98.41	6,199.83
3.03	Ø 3".	pega	14	123.31	1,726.34
3.04	Ø 4".	pega	8	144.55	1,156.40
3.05	Ø 6".	pega	24	204.52	4,908.48
4.00	Montaje e Instalación de Válvulas Manuales				
4.01	Montaje e Instalación de válvulas de Ø 2".	und	78	31.70	2,472.60

4.02	Montaje e Instalación de válvulas de Ø 3".	und	8	36.32	290.56
4.03	Montaje e Instalación de válvulas de Ø 4".	und	30	55.60	1,668.00
4.04	Montaje e Instalación de válvulas de Ø6".	und	15	75.20	1,128.00
5.00	Prueba hidrostática y soplado.				
5.01	Baja presión.	S.G	1	6,500.00	6,500.00
6.00	Empalmes (Tie-ins) Soldado				
6.01	Ø 2".	Und.	4	200.00	800.00
6.02	Ø 2".	Und.	63	250.27	15,767.01
6.03	Ø 3".	Und.	14	290.65	4,069.10
6.04	Ø 4".	Und.	8	325.45	2,603.60
6.05	Ø 6".	Und.	24	458.20	10,996.80
7.00	Sandblasting y pintura				
7.01	Sandblasting	m ²	250	32.74	8,185.00
7.02	Pintura	m ²	250	32.74	8,185.00
8.00	Instalación de Equipos				
8.01	Instalación y Montaje de Tren de Separación Paquetizado	Und	1	5,000.00	5,000.00
8.02	Montaje de manifold de Batería	Und	4	6,500.00	26,000.00
8.03	Instalación y Montaje de Manifold de Totales	Und	3	5,000.00	15,000.00
8.04	Reubicación, Instalación y Montaje de Tren de Separación de Totales	Und	1	8,500.00	8,500.00
8.05	Montaje e Instalación de Compresor de Aire de Instrumentos (Incluye el Pulmón de Aire)	Und	1	8,500.00	8,500.00
9.00	Retiro de Equipos				
9.01	Desmonta de Separador vertical (Separador de Control malogrado)	Und	1	1,050.00	1,050.00
9.02	Desmontaje de manifold de batería	Und	4	1,650.00	6,600.00
10.00	Boquillas				
10.01	Instalación boquillas nuevas o reemplazo por nueva de 6" de acuerdo a API 650	Und	1	725.00	725.00
11.00	Montaje e Instalación de Válvulas Manuales				
11.01	Retiro de válvulas de Ø 2".	und	18	24.15	434.70
11.02	Retiro de válvulas de Ø 2".	und	12	27.05	324.60
11.03	Retiro de válvulas de Ø 2".	und	10	34.98	349.80
11.04	Retiro de válvulas de Ø 2".	und	4	42.14	168.56
				TOTAL	171,878.52

4.3.1.2. Presupuesto de Materiales

El costo de los materiales requerirá para la especialidad de mecánica

son:

Tabla 4.2. Materiales Implementación Mecánica

ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	NORMA DIMENS.	DIA. NOMINAL	SERIE	EXTREMO	UND	CANT.	PRECIO UNT.	PRECIO TOTAL
1	MANIFOLD DE BATERIA DE 08 ENTRADAS	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10		SCH 40	BE	UND	4	18000.00	72,000.00
2	MANIFOLD DE TOTALES DE 04 ENTRADAS	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10		SCH 40	BE	UND	3	10000.00	30,000.00
3	TUBERIAS/COSTURA	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10	1"	SCH 40	BE	M	30	5.00	150.00
4	TUBERIAS/COSTURA	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10	2"	SCH 40	BE	M	560	6.58	3,684.80
5	TUBERIAS/COSTURA	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10	2"	SCH 40	BE-TE	M	2	6.58	13.16
6	TUBERIAS/COSTURA	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10	3"	SCH 40	BE	M	60	13.85	831.00
7	TUBERIAS/COSTURA	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10	4"	SCH 40	BE	M	36	17.66	635.76
8	TUBERIAS/COSTURA	ASTM A-53 GR B	ASME B36.10	6"	SCH 40	BE	M	100	35.13	3,513.00
9	TUBERIAS/COSTURA GALV	ASTM A-120	ASME B36.10	2"	SCH 80	NPT	M	24	9.87	236.88
10	TUBERIAS/COSTURA GALV	ASTM A-120	ASME B36.10	2"	SCH 80	TE	M	6	9.87	59.22
11	TUBERIAS/COSTURA GALV	ASTM A-120	ASME B36.10	4"	SCH 40	PE-TE	M	0.5	26.49	13.25
12	NIPLE S/ COSTURA 0.200M	ASTM A-53 GR B	ASME B 36.10	2"	SCH 80	BE-TE	UND	2	9.87	19.74
13	NIPLE S/ COSTURA 0.300M	ASTM A-53 GR B	ASME B 36.10	1"	SCH 80	BE-TE	UND	2	52.70	105.39
14	CODOS90° RL	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	2"	SCH 40	BW	UND	84	1.28	107.52
15	CODOS90° RL	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	4"	SCH 40	BW	UND	8	3.46	27.68
16	CODOS90° RL	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	6"	SCH 40	BW	UND	24	3.60	86.40

17	CODOS 45 RL	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	2"	SCH 40	BW	UND	6	17.06	102.36
18	CODOS 45 RL	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	4"	SCH 40	BW	UND	4	0.93	3.72
19	CODO 90° ROSCADO	ASTM A-105	ASME B16.9	2"	3000 LB	NPT	UND	6	2.40	14.40
20	TEE STD. GALV - ROSCADA	ASTM A-105	ASME B 16.9	2"	2000 LB	NPT	UND.	2	10.17	20.34
21	TEE STD	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	2"	SCH 40	BW	UND	18	24.90	448.20
22	TEE STD	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	3"	SCH 40	BW	UND	4	3.80	15.20
23	TEE STD	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	4"	SCH 40	BW	UND	4	7.90	31.60
24	TEE STD	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	6"	SCH 40	BW	UND	8	12.90	103.20
25	TEE RED.	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	3"x 2"	SCH 40	BW	UND	2	49.90	99.80
26	TEE RED.	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	4"x 2"	SCH 40	BW	UND	4	52.75	211.00
27	TEE RED.	ASTM A-234 GR WPB	ASME B16.9	6"x 4"	SCH 40	BW	UND	2	61.78	123.56
28	BUJE RED GALV	ASTM A-105	ASME B 16.9	4"x 2"	2000 LB	NPT	UND.	2	78.21	156.42
29	CUPLA ROSCADA	ASTM A-105	ASME B 16.9	2"	2000 LB	NPT	UND.	4	16.10	64.40
30	WELDOLETCARBON STELL	ASTM A-234 WPB	MSS SP 97	3"X 2"	SCH 40		UND.	1	7.86	7.86
31	WELDOLETCARBON STELL	ASTM A-234 WPB	MSS SP 97	4"X 2"	SCH 40		UND.	6	7.86	47.16
32	WELDOLETCARBON STELL	ASTM A-234 WPB	MSS SP 97	6"X 2"	SCH 40		UND.	4	19.60	78.40
33	BRIDA CIEGA - GRINNELL METRIC	ASTM A-105	ASME B 16.5	2"	150LB	RF	UND.	4	15.63	62.52
34	BRIDA CIEGA - GRINNELL METRIC	ASTM A-105	ASME B 16.5	3"	150LB	RF	UND.	2	5.50	11.00

35	BRIDA CIEGA - GRINNELL METRIC	ASTM A-105	ASME B 16.5	4"	150LB	RF	UND.	4	10.00	40.00
36	BRIDA CIEGA - GRINNELL METRIC	ASTM A-105	ASME B 16.5	6"	150LB	RF	UND.	4	16.00	64.00
37	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	1"	150LB	RF	UND.	20	5.10	102.00
38	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	2"	150LB	RF	UND.	150	7.51	1,126.50
39	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	3"	150LB	RF	UND.	10	12.15	121.50
40	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	4"	150LB	RF	UND.	30	18.00	540.00
41	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	6"	150LB	RF	UND.	20	23.00	460.00
42	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	2"	300LB	RF	UND.	4	8.90	35.60
43	BRIDA WN (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	4"	300LB	RF	UND.	4	18.60	74.40
44	BRIDA SLIP-ON (SCH 40)	ASTM A-105	ASME B 16.5	6"	150LB	RF	UND.	1	40.00	40.00
45	BRIDA ROSCADA GALV. NPT	ASTM A-105	ASME B 16.5	4"	150LB	RF	UND.	2	18.60	37.20
46	BRIDA ROSCADA NPT	ASTM A-105	ASME B 16.5	2"	150LB	RF	UND.	2	8.90	17.80
47	REDUCCION CONCENTRICA	ASTM A-234 GR WPB	ASME B 16.9	2"x1"	SCH40	BW	UND	2	2.10	4.20
48	REDUCCION CONCENTRICA	ASTM A-234 GR WPB	ASME B 16.9	3"x2"	SCH40	BW	UND	2	3.36	6.72
49	REDUCCION CONCENTRICA	ASTM A-234 GR WPB	ASME B 16.9	4"x2"	SCH40	BW	UND	2	5.25	10.50
50	REDUCCION CONCENTRICA	ASTM A-234 GR WPB	ASME B 16.9	6"x4"	SCH40	BW	UND	2	8.00	16.00
51	VALVULA ESFERICA	ASTM A-216 WCB	ASME B 16.5	2"	150LB	RF	UND.	60	260.00	15,600.00
52	VALVULA ESFERICA	ASTM A-216 WCB	ASME B 16.5	3"	150LB	RF	UND.	6	470.00	2,820.00

53	VALVULA ESFERICA	ASTM A-216 WCB	ASME B 16.5	4"	150LB	RF	UND.	20	520.00	10,400.00
54	VALVULA ESFERICA FLG, PATRON LARGO	ASTM A-216 WCB	ASME B 16.5	6"	150LB	RF	UND.	9	1059.00	9,531.00
55	VALVULA ESFERICA	ASTM A-216 WCB	ASME B 16.5	4"	300LB	RF	UND.	2	820.00	1,640.00
56	VALVULA ESFERICA ROSCADA GALV	ASTM A-105	ASME B 16.5	2"	800 LB	NPT	UND.	2	250.00	500.00
57	VALVULA DE RETENCION A CLAPETA	ASTM A-216	ASME B 16.5	2"	150LB	RF	UND.	16	115.00	1,840.00
58	VALVULA DE RETENCION A CLAPETA	ASTM A-216	ASME B 16.5	3"	150LB	RF	UND.	2	274.00	548.00
59	VALVULA DE RETENCION A CLAPETA	ASTM A-216	ASME B 16.5	4"	150LB	RF	UND.	6	400.00	2,400.00
60	VALVULA DE RETENCION A CLAPETA	ASTM A-216	ASME B 16.5	6"	150LB	RF	UND.	2	610.00	1,220.00
61	VALVULA DE RETENCION A CLAPETA	ASTM A-216	ASME B 16.5	4"	300LB	RF	UND.	2	560.00	1,120.00
62	VALVULA COMPUERTA FLG	ASTM A-216	ASME B 16.5	6"	150LB	RF	UND.	4	790.00	3,160.00
									TOTAL	166560.36

4.3.2. Implementación Civil

Para las actividades civiles únicamente se elaboraron los cálculos métricos, dado que los materiales a usar están contemplados dentro de las partidas, pues no son difíciles de conseguir de algún requerimiento técnico difícil de encontrar. Por lo general se trata de arena, material de compactación, cemento, fierro galvanizado, etc.

4.3.2.1. Cálculos Métricos

Los cálculos métricos registrados en la obra civil son:

Tabla 4.3. Cómputos Métricos Implementación Civil

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNI (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
C	OBRAS CIVILES				
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.01	MOVILIZACION DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS	glb.	1	3,000.00	3,000.00
1.02	OFICINA EN OBRA	glb.	1	1,500.00	1,500.00
1.03	ALMACEN PROVISIONAL EN OBRA	glb.	1	2,000.00	2,000.00
1.04	TRAZO Y REPLANTEO	glb.	1	1,500.00	1,500.00
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.01	LIMPIEZA Y NIVELACION DEL TERRENO	glb.	1	1,000.00	1,000.00
2.02	EXCAVACION DE ZANJAS EN TERRENO ROCOSO	m3	89.9	26.78	2,407.52
2.03	RELLENO COMPACTADO CON MAT. DEL LUGAR (PROPIO)	m3	4.54	17.61	79.95
2.04	RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE PRESTAMO (AFIRMADO)	m3	56.16	85.92	4,825.27
2.05	ELIMINACION MATERIAL CONTAMINADO O EXCEDENTE (D> 10 KMS)	m3	85.36	32.67	2,788.71
3.00	CONCRETO ARMADO				
3.01	SOLADO	m2	87.04	100.00	8,704.00
3.02	ENCOFRADO CIMIENTOS	m2	64.38	29.99	1,930.76
3.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	1589.43	3.24	5,149.75
3.04	CONCRETO FC=210KG/CM2 (Aligerados y losas)	m3	33.56	298.09	10,003.90
3.05	PERNOS Ø5/8" X 350 mm	und	78	28.54	2,226.12
3.06	PERNOS Ø3/4" X 400 mm	und	16	28.54	456.64
3.07	ACERO PARA ESTRUCTURA METÁLICA	kg.	2991.44	8.10	24,230.66
3.08	PERNOS Ø1/2" X 150 mm	und	48	28.54	1,369.92
4.00	COBERTURA				
4.01	COBERTURA DE ETERNIT	m2	68.64	68.97	4,734.10
4.02	CERCO PERIMÉTRICO CON MALLA GALVANIZADA H=2.10	ml	73.37	230.49	16,911.05
4.03	TAPA PLANCHA LISA 0.90x0.90m x 3/16" ESP.	und	1	64.81	64.81
				TOTAL	94,883.17

4.3.3. Implementación Eléctrica

Para las actividades eléctricas se desglosaron en dos los costos de requeridos para el proyecto. Primero los cómputos métricos que reflejan los costos de instalación y todos los gastos asociados a la mano de obra directa (dietas, seguros, transporte, etc.) de cada actividad a ejecutar.

Luego se detallan los costos de todos los equipos, materiales y complementos requeridos para la instalación.

4.3.3.1. Cómputos Métricos

Los cómputos métricos registrados de la especialidad eléctrica son:

Tabla 4.4. Cómputos Métricos Implementación Eléctrica

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNI (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
E	ELECTRICO				
1.00	INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				
1.02	Tablero de Iluminación (TD4), 220 VAC, 3 Fases, 4 Hilos, 24 Polos. Incluye contactores y célula fotoeléctrica.	U	1	687.39	687.39
1.04	Tablero Arrancador de Bomba (NEMA 3), 480VAC.	U	1	1,021.22	1,021.22
1.05	Estación de control con dos (02) selectores de dos posiciones "Automático - Manual" (Cat. EDS21271) y dos pulsadores "ON-OFF" (Cat. EFS21561), para área clasificada Clase 1, División 2 y entrada de diámetro 3/4"	U	1	277.78	277.78
1.06	Unidad de Potencia Ininterrumpida (UPS), 220 V a 220 V, Capacidad Nominal 3 kVA.	U	1	273.43	273.43
2.00	CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIONES AÉREAS				
2.01	Tubería Conduit Rígida Galvanizada de 3/4"	m	43	15.02	645.86
2.02	Tubería Conduit Rígida Galvanizada de 1"	m	24.5	19.16	469.42
2.03	Tubería Conduit Rígida Galvanizada de 2"	m	29	35.80	1,038.20
3.00	CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS				
3.01	1 Tubo PVC de 2"	m	108	24.51	2,647.08
3.02	3 Tubos PVC de 2"	m	18	27.45	494.10
3.03	7 Tubos PVC de 2"	m	29	38.74	1,123.46
3.04	1 Tubo PVC de 4"	m	20	27.78	555.60

4.00	CONSTRUCCIÓN DE SALIDA DE CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA DE CONCRETO (STUB UP) EN				
4.01	1 Tubo PVC de 2"	U	10	59.79	597.90
4.02	9 Tubos PVC de 2"	U	1	122.55	122.55
5.00	CONSTRUCCIÓN DE BUZONES ELÉCTRICOS				
5.01	Construcción de buzones eléctricos de dimensiones 800 x 800 x 1200 mm (interior)	U	5	119.44	597.20
6.00	TENDIDO, IDENTIFICACIÓN Y CONEXIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS				
6.01	Cable NYY-C, 1-7x2.5 mm ²	m	75	6.11	458.25
6.02	Cable NYY 1-3x4 mm ²	m	49	6.95	340.55
6.03	Cable NYY 1-3x6 mm ²	m	133	8.33	1,107.89
6.04	Cable NYY 1-3x10 mm ²	m	89	10.25	912.25
6.05	Cable NYY 3-1x35 mm ²	m	25	25.15	628.75
6.06	Cable THW 1x16 mm ²	m	89	1.99	177.11
6.07	Cable FREETOX NHX-90 3-1x4 mm ²	m	295	8.33	2,457.35
7.00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
7.01	Instalación de conductor de cobre desnudo 35 mm ² , directamente enterrado	m	130	15.96	2,074.80
7.02	Instalación de conductor de cobre desnudo 70 mm ² , directamente enterrado	m	500	23.02	11,510.00
7.03	Instalación de conductor de cobre aislado TW-35mm ²	m	35	21.27	744.45
7.04	Instalación de conductor de cobre aislado TW-70mm ²	m	75	25.89	1,941.75
7.05	Ejecución de conexión exotérmica	U	125	31.23	3,903.75
7.06	Puesta a tierra de equipo o estructura. Incluye las conexiones exotérmicas y a compresión	U	65	29.19	1,897.35
7.07	Construcción de pozo de puesta a tierra. Incluye la instalación del electrodo y aditivos químicos	U	6	265.88	1,595.28
7.08	Instalación de Barra Copperweld, longitud 2,4 metros y diámetro 5/8"	U	5	95.82	479.10
7.09	Suministro e instalación de pararrayos	U	5	197.64	988.20
8.00	POSTES				
8.01	Suministro e instalación de postes telescópicos de 12 metros de altura. Incluye accesorios para instalación de reflectores o pararrayos	U	1	2,348.86	2,348.86
8.02	Suministro e instalación de postes telescópicos de 15 metros de altura. Incluye accesorios para instalación de reflectores o pararrayos	U	5	2,720.18	13,600.90
9.00	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN.				
9.01	Suministro e Instalación de Reflector de 400 Watts, Vapor de Sodio Alta Presión, Modelo POWR SPOT III, General Electric o Similar, Incluye bombillo.	U	4	286.46	1,145.84

9.02	Suministro e Instalación de Luminaria de, 150 W, Vapor de Sodio Alta Presión, Tensión de Operación 220 VAC, con Bombillo.	U	6	554.05	3,324.30
9.03	Suministro e Instalación de caja para conexión inferior en base del poste de cerramiento NEMA 4X. Incluye todos los accesorios para la correcta operación y funcionamiento de las Instalaciones	U	5	366.71	1,833.55
9.04	Suministro e instalación de interruptores de iluminación.	U	3	209.68	629.04
10.00	DESMONTAJE DE EQUIPOS O ESTRUCTURAS EXISTENTES Y TRASLADO A ALMACENES PETROBRAS.				
10	Buzón Eléctrico	U	2	111.11	222.22
11.00	REUBICACIÓN DE EQUIPOS O ESTRUCTURAS EXISTENTES				
11	Poste con reflectores para Iluminación	U	3	945.42	2,836.26
11	Postes con Pararrayo	U	3	945.42	2,836.26
11	Tablero de Electricidad	U	1	398.18	398.18
				TOTAL	70,943.43

4.3.3.2. Presupuesto de Materiales

Los materiales requeridos para la especialidad son:

Tabla 4.5. Materiales Implementación Eléctrica

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
	MATERIALES POR LA EMPRESA				
1	INSTALACION DE EQUIPOS ELECTRICOS				
1.09	Interruptor EDSC 21271, para sistema de iluminación, apto para área clasificada clase 1, división 2. Tensión de operación 220 V, 20 A. Incluye caja de conexión de 2" x 4", entrada y salida para tubería de acero rígido de diámetro 3/4".	U	2	350.23	700.46
1.16	Unidad de Potencia Ininterrumpida (UPS), 220 V a 220 V, Capacidad Nominal 3 kVA, modelo: Power Ware 9120. Incluye: 4 conectores IEC C-13 tipo macho y 1 conector C-19 tipo hembra.	U	1	1884.34	1884.34
	MATERIALES POR LA CONTRATISTAS				
1	INSTALACION DE EQUIPOS ELECTRICOS				
1.06	Luminaria 150 W Serie NDA PS-25 (NDA22G), incluye cuerpo y globo equipada con lámpara 150 W, tensión de operación 220 V.	U	1	74.13	74.13
1.07	Luminaria de 150 W (Cat. N° VMVS2A150GP), para trabajo en área Clase 1, Div. 2.; pendant tipo 3/4" rosca NPT, 240 V. Equipada con lámpara de 150 W sodio alta presión	U	2	74.18	148.36
1.08	Estación de control manual equipadas con: - Un (01) selector de dos posiciones "Automático - Manual" modelo al Catálogo. EDS21271 - Un (01) pulsador "ON-OFF", modelo al Catálogo. EFS21561) Equipos para área clasificada Clase 1, División 2 y entrada de diámetro 3/4"	U	2	420.00	840.00
1.13	Descargador de sobretensión modelo tetrapuntal, incluye base para instalación en poste.	U	5	82.00	410.00
1.17	Conector bipartido de Cu modelo BURNDY Cat. K526, para cable de 35 mm ² - 35 mm ²	U	6	4.78	28.68
1.18	Tablero de acero inoxidable con IP66 de dimensiones 400 x 300 x 200 mm, incluye: - Un (01) interruptor principal de 125 A - 3 polos, mando motorizado con unidad Micrologic 5.3, SCHNEIDER	U	1	720.40	720.40
1.19	Terminal de compresión tipo barril STD para cable de 35 mm ² (157A)	U	12	12.26	147.12
1.20	Terminal de compresión tipo barril STD para cable de 25 mm ² (103A)	U	32	11.08	354.56
1.21	Terminal de compresión tipo barril STD para cable de 16 mm ² (80A)	U	6	9.42	56.52
1.22	Terminal de compresión tipo barril STD para cable de 6 mm ² (45A)	U	12	8.10	97.20

3	CONSTRUCCION DE CANALIZACIONES SUBTERRANEAS				
3.01	Ducto de concreto de 1 vía de dimensiones 187 x 187 x 1000 mm, elaborado con concreto con resistencia mínima a la compresión F'c=175 kg/cm ²	U	6	185.92	1115.52
3.02	Tubo rígido de P.V.C. Schedule 40, para canalización eléctrica, con campana en un extremo, diámetro 1", longitud 3 m	U	46	8.78	403.88
3.03	Tubo rígido de P.V.C. Schedule 40, para canalización eléctrica, con campana en un extremo, diámetro 2", longitud 3 m	U	44	10.95	481.80
3.04	Campana fabricada en PVC, para tubo de diámetro 2", Schedule 40.	U	13	8.95	116.35
3.05	Campana fabricada en PVC, para tubo de diámetro 1", Schedule 40.	U	6	6.78	40.68
3.06	Adaptador conduit fabricado en PVC, para conexión de tubo PVC - PVC de diámetro 2", hembra en ambos extremos.	U	21	3.26	68.46
3.07	Adaptador conduit fabricado en PVC, para conexión de tubo PVC - PVC de diámetro 1", hembra en ambos extremos.	U	30	2.78	83.40
3.08	Curva de 90°, fabricada con tubería de PVC, diámetro 2".	U	21	3.26	68.46
3.09	Curva de 90°, fabricada con tubería de PVC, diámetro 1".	U	30	2.78	83.40
3.10	Ladrillo Kin-Kon de 120 x 230 x 80 mm	U	384	1.60	614.40
3.11	Cinta señalizadora color amarillo de PVC de dimensiones 150 mm	m	96	1.16	111.36
3.12	Pasta sellante corta fuego 3M Fire Barrier. Cod: 42325 CP25WB+	Gls	5	4.38	21.90
4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT				
4.01	Tubo Metálico Rígido de Acero Galvanizado, Diámetro 2", roscado en ambos extremos y anillo en uno, 3 m	U	10	10.95	109.50
4.02	Tubo Metálico Rígido de Acero Galvanizado, Diámetro 1", roscado en ambos extremos y anillo en uno, 3 m	U	8	8.45	67.60
4.03	Tubo Metálico Rígido de Acero Galvanizado, Diámetro 3/4", roscado en ambos extremos y anillo en uno, 3 m	U	11	7.53	82.83
4.04	Adaptador conduit para conexión de tubo PVC - RGS de diámetro 2", hembra en ambos extremos.	U	15	3.26	48.90
4.05	Adaptador conduit para conexión de tubo PVC - RGS de diámetro 1", hembra en ambos extremos.	U	15	2.78	41.70
4.06	Unión universal para área clasificada Cl. 1, Div. 2, diámetro 1", fabricada en feraloy, hembra - hembra.	U	16	1.78	28.48

4.07	Unión universal para área clasificada Cl. 1, Div. 2, diámetro 3/4", fabricada en feraloy, hembra - hembra.	U	4	1.78	7.12
4.08	Codo de 90° para área clasificada Cl. 1, Div. 2, diámetro 3/4", fabricada en feraloy, hembra - hembra. Cod. # EL29	U	4	1.78	7.12
4.09	Sello cortafuego, diámetro 2", fabricado en feraloy, hembra - hembra (EYS-61), para instalación horizontal o vertical.	U	19	4.36	82.84
4.10	Sello cortafuego, diámetro 1", fabricado en feraloy, hembra - hembra (EYS-31), para instalación horizontal o vertical.	U	14	4.12	57.68
4.11	Sello cortafuego, diámetro 3/4", fabricado en feraloy, hembra - hembra (EYS-21), para instalación horizontal o vertical.	U	4	3.72	14.88
4.12	Fibra para sellos, empaque de 1 libra.	U	3	3.78	11.34
4.13	Compuesto sellador, empaque de 5 libras.	U	2	4.89	9.78
4.14	Conector recto para tubo rígido, garganta aislada, diámetro 2", modelo HUB.	U	17	4.36	74.12
4.15	Conector recto para tubo rígido, garganta aislada, diámetro 1", modelo HUB.	U	20	4.12	82.40
4.16	Reducción hembra - hembra de 1" a 3/4" (Cod. REC32), fabricada en acero galvanizado.	U	2	3.78	7.56
4.17	Reducción hembra - hembra de 2" a 3/4" (Cod. REC 602), fabricada en acero galvanizado.	U	2	4.45	8.90
4.18	Conduleta de acero galvanizado para área clasificada Cl. 1 Div. 2, dos entradas para tubo metálico de 2", con tapa roscada y empaadura, modelo "GUAL". Cod. GUAL-69 (Cat. EXCEL)	U	2	3.46	6.92
4.19	Conduleta de acero galvanizado para área clasificada Cl. 1 Div. 2, dos entradas para tubo metálico de 3/4", con tapa roscada y empaadura, modelo "GUAL". Cod. GUAL-26 (Cat. EXCEL)	U	6	3.14	18.84
4.20	Conduleta de acero galvanizado para área clasificada Cl. 1 Div. 2, tres entradas para tubo metálico de 3/4", con tapa roscada y empaadura, modelo "GUAT". Cod. GUAT-26 (Cat. EXCEL)	U	3	3.89	11.67
4.21	Condulet tipo LR Cod. #LR-68, para tubo metálico de ø2". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	3	10.95	32.85
4.22	Condulet tipo LL Cod. #LL-68, para tubo metálico de ø2". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	1	10.95	10.95
4.23	Condulet tipo LR Cod. #LR-38, para tubo metálico de ø1". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	1	8.45	8.45
4.24	Condulet tipo LL Cod. #LL-38, para tubo metálico de ø1". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	1	8.45	8.45
4.25	Condulet tipo LL Cod. #LL-28, para tubo metálico de 3/4". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	3	7.53	22.59
4.26	Condulet Tipo LR Cod. #LR-28, para tubo metálico de 3/4". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	2	7.53	15.06
4.27	Condulet Tipo T Cod. #T-28, para tubo metálico de 3/4". (Cat. CROUSE-HINDS)	U	1	7.53	7.53

4.28	Perfil Unistrut de A°G° de 100 x 41 x 41 mm	m	40	6.31	252.40
4.29	Bushing de tierra para tubería conduit RGS de ø2", Cat. BGA200-14-20 (Cat. THOMAS&BETTS)	U	15	5.25	78.75
4.30	Bushing de tierra para tubería conduit RGS de ø1", Cat. BGA100-14-20 (Cat. THOMAS&BETTS)	U	4	4.84	19.36
4.31	Abrazadera de 2 piezas para Canal Strut tamaño ø 3/4" Cod. VGE-1001 (Cat. EXCEL)	U	40	1.38	55.20
4.32	Cinta Bandit de acero galvanizado, conjunto completo de fleje y hebilla en medidas 5/8" y de 0.80 m de longitud.	U	10	1.85	18.50
4.33	Cintillos de Nylon de 5 x 350 mm (paquete de 100 unidades)	Bls	3	20.14	60.42
4.34	Cintillos de Nylon de 3 x 210 mm (paquete de 100 unidades)	Bls	3	18.32	54.96
4.35	Acople flexible ECGJH de ø2" con roscas cónicas NPT macho en ambos extremos (Cod. ECGJH-636), Cat. CROUSE-HINDS	U	2	4.51	9.02
4.36	Tubería flexible a prueba de líquidos tipo Liquid Tigh (Cat. EFM-12) de diámetro 3/4".	m	9	6.78	61.02
4.37	Conector recto para flexible tipo Liquid Tigh (Cat. LMM-21) de diámetro 3/4".	U	12	2.45	29.40
4.38	SopORTE Unistrut tipo P2944 con perfil P1000 HS, incluye dos pernos tipo HILTI HSA M10x68	U	4	32.45	129.80
5	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
5.01	Conductor de Cobre Desnudo, Trenzado Clase B, Calibre No. 70 mm ²	m	66	27.87	1839.42
5.02	Conductor de Cobre Desnudo, Trenzado Clase B, Calibre No. 35 mm ²	m	190	19.46	3697.40
5.03	Conductor de cobre aislado TW, calibre No. 70 mm ²	m	75	93.50	7012.50
5.04	Conductor de cobre aislado TW, calibre No. 35 mm ²	m	35	30.54	1068.90
5.05	Cemento conductivo	Bls	51	16.40	836.40
5.06	Bentonita por sacos de 30 kg	U	237	10.35	2452.95
5.07	Conector terminal tipo AB	U	11	4.23	46.53
5.08	Conector bipartido de Cu modelo BURNDY Cat. K526, para cable de 35 mm ² - 35 mm ²	U	4	4.38	17.52
5.09	Conexión TAC-Y4 de 70 mm ² - 70 mm ² (Unión cable - Cable T, horizontal)	U	3	12.36	37.08
5.10	Conexión PTC Y2 de 35 mm ² - 35 mm ² (Unión Cable - Cable, Vertical)	U	4	8.45	33.80
5.11	Conexión TAC Y4-Y2 de 70 mm ² - 35 mm ² (Unión Cable - Cable, Vertical)	U	34	10.16	345.44
5.12	Molde para conexión Autofundente en derivación tipo TAC, conductor principal 70 mm ² ; conductor derivación 70 mm ²	U	1	26.18	26.18

5.13	Molde para conexión Autofundente en derivación tipo PTC, conductor principal 35 mm ² ; conductor derivación 35 mm ²	U	1	21.63	21.63
5.14	Molde para conexión Autofundente en derivación tipo TAC, conductor principal 70 mm ² ; conductor derivación 35 mm ²	U	1	23.58	23.58
5.15	Cartucho para conexión Autofundente N° 90	U	37	4.58	169.46
5.16	Cartucho para conexión Autofundente N° 45	U	4	3.94	15.76
5.17	Varilla de Cobre, para Conexión a Tierra, Longitud 2.4 m, Diámetro 5/8".	U	4	80.46	321.84
5.18	Conector terminal a compresión de cobre, barril largo, 1 hueco para perno de 3/8", para 35mm ²	U	38	3.45	131.10
5.19	Tubo PVC, Schedule 40, diámetro 1", longitud 3 m	U	9	8.78	79.02
5.20	Perno Cabeza Hexagonal, diámetro 3/8", longitud 1-1/2", material de fabricación Bronce - Silicio.	U	38	2.85	108.30
5.21	Tuerca Hexagonal para perno de diámetro 3/8", material de fabricación Bronce - Silicio.	U	38	1.61	61.18
5.22	Arandela Plana para tornillo de diámetro 3/8", material de fabricación Bronce - Silicio.	U	76	1.16	88.16
5.23	Arandela a Presión para tornillo de diámetro 3/8", material de fabricación Bronce - Silicio.	U	38	1.16	44.08
6	RACK DE TABLEROS ELECTRICOS				
6.01	Canal C, UPN-100; 100 x 50 x 8.5 mm	m	5	75.60	378.00
6.02	Canal C, UPN-80; 80 x 40 x 8.0 mm	m	16	71.45	1143.20
6.03	Plancha 200 x 200 mm x 1/4"	U	2	5.48	10.96
6.04	Perno de expansión ø1/2" x 5"	U	8	2.42	19.36
6.05	Pernos / Tuerca / Arandela ø1/4" x 1	U	16	2.84	45.44
6.06	Accesorio de fijación para tablero CRN	U	16	5.61	89.76
6.07	Pernos / Tuerca / Arandela ø1/4" x 1 - Accesorio de fijación para tablero CRN	U	16	2.84	45.44
7	ILUMINACION EXTERIOR				
7.01	Angulo de 3" x 3" x 1/4" (Soporte de luminarias exteriores) de longitud: 1.50m	U	6	16.32	97.92
7.02	Canal C, UPN-80; 80 x 40 x 8.0 mm de longitud: 0.30m	U	6	71.45	428.70
7.03	Pernos / Tuerca / Arandela ø3/8" x 1" (Fijación de reflectores)	U	16	2.84	45.44
7.04	Pernos / Tuerca ø3/8" x 1" (Fijación Junction Box)	U	24	2.84	68.16
7.05	Acople ø1" (Junction Box a poste de iluminación exterior)	U	6	2.92	17.52

7.06	Abrazadera U Standard U-Bolt, $\varnothing 3/8"$, para tubería 8" SCH-40	U	12	1.38	16.56
7.07	Accesorio de fijación para ca'a de empalme	U	24	5.61	134.64
7.08	Pernos / Tuerca / Arandela $\varnothing 3/8"$ x 1" Caja de empalme - Accesorio de fijación	U	24	2.84	68.16
				TOTAL	31413.76

4.3.4. Implementación Instrumental

Para las actividades de instrumentación se desglosaron en dos los costos de requeridos para el proyecto. Primero los cálculos métricos que reflejan los costos de instalación y todos los gastos asociados a la mano de obra directa (dietas, seguros, transporte, etc.) de cada actividad a ejecutar.

Luego se detallan los costos de todos los equipos, materiales y complementos requeridos para la instalación.

4.3.4.1. Cálculos Métricos

Los cálculos métricos registrados de la especialidad de instrumentación son:

Tabla 4.6. Cálculos Métricos Implementación Instrumental

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNI (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
I	INTRUMENTACION				
1.00	CALIBRACION E INSTALACION INSTRUMENTOS EN LINEA/EQUIPO				
1.01	Instalación de Indicadores de Presión (Manómetros)	UN	28	191.02	5,348.56
1.02	Instalación de Indicadores de Nivel (LG)	UN	4	184.06	736.24
1.03	Instalación de Válvulas On/Off para Control de Nivel 2"	UN	4	340.00	1,360.00
1.04	Instalación de Válvulas On/Off para Control de Nivel 4"	UN	1	500.00	500.00
1.05	Válvula Solenoide	UN	9	392.07	3,528.63
1.06	Instalación y Calibración de Válvulas Reguladoras de Presión 1/2"	UN	9	150.00	1,350.00
1.07	Instalación y Calibración de Válvulas Reguladoras de Presión 2"	UN	1	380.00	380.00
1.08	Instalación y Calibración de Válvulas Reguladoras de Presión de 4"	UN	2	550.00	1,100.00
1.09	Transmisores Multivariable (UIT)	UN	8	300.00	2,400.00
1.10	Elemento Sensor de Temperatura Tipo RTD con termopozo	UN	8	175.00	1,400.00
1.11	Interruptor de Nivel	UN	30	200.00	6,000.00
1.12	Instalación de Válvulas de Seguridad y Alivio	UN	4	594.93	2,379.72

1.13	Placa Orificio (FE)	UN	8	120.00	960.00
1.14	Transmisor de Presión	UN	2	300.00	600.00
1.15	Interruptor de Presión	UN	6	250.00	1,500.00
1.16	indicador de presión diferencial	UN	2	219.67	439.35
1.17	Válvula de Control de Presión 4"x300	UN	1	650.00	650.00
1.18	Transmisor de Nivel	UN	2	450.00	900.00
1.19	Válvula de alivio de presión y vacío	UN	3	600.00	1,800.00
1.20	Tapas de Emergencia	UN	3	400.00	1,200.00
2.00	FABRICACION/INSTALACION DE SOPORTE PARA INSTRUMENTOS				
2.01	Soporte para un (01) Instrumento	UN	25	110.00	2,750.00
2.02	Soporte para dos (02) Instrumentos	UN	0	154.31	0.00
2.03	Soporte para dos Juntion Box	UN	2	154.31	308.62
3.00	CANALIZACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS				
3.01	BANCADA 1T DIAMETRO 1"	ML	116.3	19.28	2,242.26
3.02	BANCADA 2T DIAMETRO 1"	ML	72.9	21.21	1,546.21
3.03	BANCADA 3T DIAMETRO 2"	ML	9.75	19.28	187.98
3.04	BANCADA 6T DIAMETRO 2"	ML	85.63	21.21	1,816.11
3.05	BANCADA 8T DIAMETRO 2"	ML	32.38	23.33	755.31
4.00	CONSTRUCCION DE AFLORAMIENTO DE BANCADAS (STUB UP)				
4.01	STUB UP DE 1 TUBO, DIAMETRO 1"	UN	10	33.16	331.60
4.02	STUB UP DE 2 TUBOS, DIAMETRO 1"	UN	8	36.47	291.76
4.03	STUB UP DE 3 TUBOS, DIAMETRO 1"	UN	2	40.12	80.24
5.00	CONSTRUCCION DE CANALIZACIONES ELECTRICAS AEREAS				
5.01	TUBERIA CONDUIT DE 3/4", GALVANIZADA EN CALIENTE	ML	42.54	23.40	995.44
5.02	TUBERIA CONDUIT DE 1", GALVANIZADA EN CALIENTE	ML	42.54	27.58	1,173.25
6.00	CONSTRUCCION ADICIONALES	UN	4.00	72.00	288.00
6.01	CONSTRUCCION DE TANQUILLAS O BUZONES	UN	4	72.00	288.00
7.00	INSTALACION DE CABLES DE CONTROL				
7.01	Conductor Monopolar Calibre 16 AWG THW	ML	442.8	12.86	5,693.77
7.02	Par apantallado calibre 16 AWG THW 300 V	ML	3096	19.85	61,451.63
7.03	Cuadrete calibre 16 AWG blindado para extensión de RTD	ML	23	17.52	402.96
7.04	Cable de comunicación serial (modbus)	ML	60.95	20.00	1,219.00
7.05	Cable de comunicación Profibus	ML	46	25.00	1,150.00
7.06	Cable de comunicación Ethernet	ML	11.5	25.00	287.50
8.00	CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL				
8.01	Conexionado Instrumentos Analógicos en campo	UN	19	24.20	459.80

8.02	Conexionado Instrumentos Discretos EN CAMPO	UN	131	24.20	3,170.20
8.03	Conexionado Instrumentos Discretos EN CAMPO	UN	2	24.20	48.40
8.04	Conexionado en PLC	UN	62	24.20	1,500.40
8.05	Alimentación desde PLC	UN	8	24.20	193.60
8.06	CCM y compresores aire (tableros de campo)	UN	14	24.20	338.80
9.00	PRUEBAS DE LAZO				
9.01	Lazos Analógicos	UN	16	271.55	4,344.80
9.02	Lazos Discretos	UN	42	271.55	11,405.10
9.03	Lazos de Comunicación	UN	5	271.55	1,357.75
10.00	MONTAJE, INSTALACION, CONFIGURACION Y AMPLIACIONES DE TABLERO DE CONTROL CON PLC Y PANEL VIEW				
10.02	Instalación de módulos adicionales en PLC por ampliaciones (nuevos equipos)	SG	1	91.67	91.67
11.00	CONFIGURACION DE BASE DE DATOS, PROGRAMACION DE PLC Y GENERACION DE DESPLIEGUES, PARA INCORPORACION DE LOS NUEVOS EQUIPOS A INSTALAR EN LA BATERIA				
11.01	Configuración de Base de Datos	SG	1	1,527.46	1,527.46
11.02	Programación de PLC	SG	1	3,572.52	3,572.52
11.03	Generación de Despliegues	UN	1	890.00	890.00
11.04	Pruebas de la Programación, Base de Datos y Despliegues	SG	1	434.59	434.59
12.00	APOYO AL ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL				
12.01	Asistencia Técnica de personal especializado en programación y configuración del PLC	HH	16	45.00	720.00
12.02	Asistencia Técnica de cuadrilla de instrumentación conformada por dos técnicos y dos ayudantes con equipos de calibración y medición.	HC	24	150.00	3,600.00
13.00	INSTALACION DE JUNTION BOXES				
13.01	Juntion Boxes de Proceso	UN	2	190.00	380.00
14.00	INSTALACION DE TUBING 316SST Y ACCESORIOS				
14.01	Tubing de 1/4"	ML	46	20.00	920.00
14.03	Tubing de 1/2"	ML	16	30.00	480.00
				TOTAL	153,227.21

4.3.4.2. Presupuesto Materiales

El costo de los materiales a instalar para la especialidad de instrumentación son:

Tabla 4.7. Materiales Implementación Instrumental

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
MATERIALES POR PARTE DE LA EMPRESA					
1	EQUIPOS E INSTRUMENTOS PROCESO Y ESD				
1.1	Válvula de Control de 4" tipo globo. Actuador Neumático, Marca Masoneilan Modelo 87, salida del actuador 3 - 15 Pslg. Conexión Bridada ANSI 300 RF. Cuerpo de Acero al carbono. Guarnición (Trim): 316ss. Flujo para Abrir.	Pza	1	6,000.00	6,000.00
1.5	Válvula de Control de 2" tipo tapón. Actuador Neumático, 3 - 15 PSlg. Conexión Bridada ANSI 150 RF. Cuerpo de Acero al carbono. Guarnición (Trim): 316ss. Flujo para Abrir. Marca: KIMRAY. Modelo: 227FMT-DA5-S.	Pza	4	1,000.00	4,000.00
1.6	Válvula de Control de 4" tipo tapón. Actuador Neumático, 3 - 15 PSlg. Conexión Bridada ANSI 150 RF. Cuerpo de Acero al carbono. Guarnición (Trim): 316ss. Flujo para Abrir. Marca: KIMRAY. Modelo: 227FMT-DA5-S	Pza	1	3,000.00	3,000.00
1.7	Válvula solenoide 4 vías. Alimentación eléctrica: 24 VDC Bobina Sencilla. Conexión Mecánica: 1/4". Conexión Eléctrica: 1/2". Carcasa a Prueba de Explosión. Tamaño del Orificio: 1-4". Máxima Presión diferencial: 125 psi. Presión diferencial de operación: 1	Pza	9	765.60	6,890.40
1.8	Interruptor de presión tipo pistón-diafragma. Material del elemento sensor: 316ss. Conexión a proceso: 1/2" NPT inferior Carcasa a prueba de explosión, NEMA 7, CLASE I DIV 1 Y 2 GRUPO B, C Y D, y a prueba de intemperie. Para Montaje en superficie. Carcasa	Pza	2	800.00	1,600.00
1.9	Interruptor de presión tipo pistón-diafragma. Material del elemento sensor: 316ss. Conexión a proceso: 1/2" NPT inferior. Para Montaje en superficie. Carcasa a prueba de explosión, NEMA 7, CLASE I DIV 1 Y 2 GRUPO B, C Y D, y a prueba de intemperie. Contac	Pza	4	800.00	3,200.00
1.10	Interruptor de Nivel Tipo Flotador (intrusivo). Tamaño de Conexión Mecánica: 2" NPTM. Material de la Conexión: 316ss. Longitud de inserción del flotador: 4.6". Material del flotador: 304ss. Rango de gravedad específica de operación: 0.66 - 0.86. Interrupto	Pza	30	700.00	21,000.00
1.16	Transmisor Multivariable (para el cómputo de flujo de gas). Carcasa a Prueba de Explosión. NEMA 7, CLASE I DIV 1 Y 2 GRUPO B, C Y D, y a prueba de intemperie. Salida: Digital. Con indicador local para indicación del flujo actual y flujo total. Suministrad	Pza	8	4,500.00	36,000.00

1.17	Transmisor de nivel. A prueba de intemperie, salida 4 - 20 mA con protocolo HART superimpuesto. Conexión 4"x150#, RF. Conexión eléctrica de 1/2" NPT.	Pza	2	4,000.00	8,000.00
1.18	Transmisor de Presión (PT), Explosión Proof Clase I, Div 2, Grupo A,B, C y D, Fabricante ROSEMOUNT. Mod.:3051S2CG4A2E12A1AB4E5M5Q4T1	Pza	2	1,500.00	3,000.00
1.20	Válvulas de Seguridad y Alivio (PSV), Tipo de Cuerpo: Acero al Carbono. Asiento: 316ss. Tamaño: 1" ANSI 150# x 2" ANSI 150 RF. Bonete Standard, Fabricante de la Válvula Consolidated. Modelo: 1905-00DC-2	Pza	4	3,000.00	12,000.00
1.21	Válvulas de Alivio de Presión y Vacío (PVSV), Tipo de Cuerpo: Acero al Carbono. Asiento: 316ss. Tamaño: 6" u 8" ANSI 150# RF. Con arrestallama	Pza	6	6,000.00	36,000.00
1.22	Sensor de Temperatura Tipo RTD de tres conductores, Pt100. Suministrado con termopozo de 316ss. Dimensión U = 1.5" Dimensión T = 1". Longitud del elemento: 4". Tamaño de conexión del termopozo al proceso: 3/4" NPT. Tamaño de conexión de la RTD al Termop	Pza	8	623.00	4,984.00
1.23	Válvula Autoreguladora de Presión, Tamaño: 1/2" NPTH, Material del Cuerpo: Acero al Carbono. Material de la Guarnición (Trim) 316ss. Rango del resorte: 5 - 35 psig. Presión máxima de entrada: 60 psig. Fabricante de la Válvula: Fisher, 64R	Pza	9	650.00	5,850.00
1.25	Válvula Autoreguladora de Presión (PRV), 2" RF #150 Tipo de Cuerpo según ASTM A 216 Gr WCB, Material Cast Steel A216-WCB, resorte 3 to 20 psig Fabricante de la Válvula FISHER, Modelo SERIES 1098-EGR o Similar:	Pza	1	2,000.00	2,000.00
1.26	Válvula Autoreguladora de Presión Back Pressure(PCV), 4" RF #150 Tipo de Cuerpo según ASTM A 216 Gr WCB, Material Cast Steel A216-WCB, diámetro del puerto 1/8", resorte 10 to 300 psig Fabricante de la Válvula FISHER, Modelo SERIES 630 o Similar:	Pza	2	2,464.00	4,928.00
1.27	Placa Orificio y Brida portaplato tipo paleta. Material: 316ss. Tamaño: 2". Para instalación en brida 2" ANSI 300 RF SCHD 40. Espesor: 1/8". Orificio Concéntrico.	Pza	6	700.00	4,200.00
1.28	Placa Orificio y Brida portaplato tipo paleta. Material: 316ss. Tamaño: 4". Para instalación en brida 4" ANSI 300 RF, SCHD 40. Espesor: 1/8". Orificio Concéntrico.	Pza	2	1,200.00	2,400.00
1.36	Ampliación de Tablero de Control Local Existente mediante la incorporación de una tarjeta de puerto serial de comunicación para protocolo MODBUS RTU, Fuente de alimentación 24 VDC para 1 transmisor de campo y 1 control local de campo.	GL	1	3,000.00	3,000.00

2	EQUIPOS E INSTRUMENTOS F&G				
2.1	Detector de Fuego UV/IR, Hermético a Prueba de Agua, NEMA 4X, Detección 120° Horizontal y 115° Vertical, 4-20 mA, Señal de Avería: 0 a 0.2 mA, Señal Lista: ± 4 0.2 mA, Señal IR: ± 8 0.2 mA, General Monitors. Model: FL3100-1-5-1-3-1-1-1 o Similar.	Pza	2	2,100.00	4,200.00
2.2	Detector de Gas Tipo Absorción/Infrarrojo, Salida lineal de 0 hasta el 100% LEL para el metano (CH4), 4-20 mA, Indicación 0 hasta la gama de detección del 100% LEL, General Monitors Modelo IR2100-0-01-1-2-1 o Similar.	Pza	1	11,742.79	11,742.79
2.3	Push Button del tipo Dar Vueltas y Empujar, Material de la Caja Resistente a Prueba de Impacto y Protegido para Operar en Ambiente Corrosivo. Cubierta de Color ROJO, Explosión Proof Clase I, Div 2, Grupo B, C y D, Fabricante MEDC Modelo PBUL4C6C0DDN7R o S	Pza	1	660.00	660.00
2.4	Luz Estroboscópica Roja, Hermética a Prueba de Agua, NEMA 4X, Explosión Proof Clase I, Div 2, Grupo B, C y D, Fabricante MEDC Modelo XB11UL02406RNBNNNN o Similar.	Pza	4	674.42	2,697.68
2.5	Difusor de Sonido Hermético a Prueba de Agua, NEMA 4X, Explosión Proof Clase I, Div 2, Grupo B, C y D, Fabricante MEDC Modelo DB3PUL048N1CNN o Similar.	Pza	2	600.00	1,200.00
2.4	Ampliación de Tablero de Control Local Existente mediante la incorporación de dos tarjetas de puerto serial de comunicación para protocolo MODBUS RTU, 12 entradas discretas, 01 entrada analógica, 12 salidas discretas, y Fuente de alimentación 24 VDC para	Pza	1	16,000.00	16,000.00
	MATERIALES POR LA CONTRATISTA				
3	MATERIAL MECANICO PARA INSTRUMENTOS				
3.1	Válvulas de bola paso completo, tamaño 3/4"3 NPTH, 1500#. Cuerpo de Acero al Carbono.	Pza	115	230.00	26,450.00
3.2	Reducción de Acero al Carbono de 3/4"x1/2	Pza	57.5	2.88	165.60
3.3	Te de acero al carbono de 1/2" 1500#	Pza	57.5	54.00	3,105.00
3.4	Niple de acero al carbono de 1/2" 1500 # X 3" long.	Pza	172.5	12.00	2,070.00
3.6	Conector recto 1/4"NPT x 3/8" OD	Pza	101	32.00	3,240.00
3.7	Tubería 316ss 3/8"	mt	46	19.63	902.98
3.8	Empacadura espirometálica 1"ANSI 150 RF	Pza	15	2.60	39.00
3.9	Empacadura espirometálica 2"ANSI 150 RF	Pza	30	2.80	84.00
3.12	Empacadura espirometálica 4"ansi 300 RF	Pza	15	3.46	51.90
3.13	Empacadura espirometálica 8"ANSI 150 RF	Pza	5	4.15	20.75

3.14	Tubería 316ss 1/2"	mt	16	19.63	314.08
3.15	Conector Recto 1/2"NPT x 1/2" OD	Pza	38	1.20	46.08
4	MATERIAL ELECTRICO PARA CONEXION DE INSTRUMENTOS				
4.1	Sello Cortafuego de 3/4"	Pza	75	18.66	1,399.50
4.2	Tubería Conduit Flexible diámetro 3/4", longitud hasta 0.6 metros	Pza	60	96.00	5,760.00
4.3	Reducción 3/4"x 1/2"	Pza	60	2.60	156.00
4.4	Niple Roscado 3/4"	Pza	144	7.80	1,123.20
4.5	Junction Boxes	Pza	2	2,000.00	4,000.00
4.6	Caja de paso de 3/4" a prueba de explosión, Tipo GUAL, GUAC, GUAT	Pza	72	9.40	676.80
4.7	Unión Universal de 3/4"	Pza	144	19.91	2,867.04
4.8	Fibra (1libra) más compuesto sellador(5libras) cortafuego	Kit	5	107.56	537.80
4.9	Unitrut's para tubería de acero al carbono con abrazaderas de 3/4" y 2"	ml	25	3.00	75.00
5	MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE CANALIZACIONES ELECTRICAS				
5.1	Tubería PVC 2"	mt	1072	7.33	7,857.76
5.2	Curva 90 grados, acero galvanizado en caliente, serie pesada 2"	Pza	69	9.15	631.35
5.3	Adaptador PVC-Acero galvanizado en caliente 2"	Pza	69	1.20	82.80
5.4	Caja de paso de 2" a prueba de explosión, Tipo GUAL, GUAC, GUAT	Pza	10	9.40	97.29
5.5	Sello Cortafuego de 2"	Pza	10	18.50	191.48
5.6	Tubería acero galvanizado en caliente, serie pesada, 3/4"	mt	43	20.00	860.00
5.7	Tubería acero galvanizado en caliente, serie pesada, 1"	mt	43	26.05	1,120.15
5.8	Tubería acero galvanizado en caliente, serie pesada, 2"	mt	15	56.28	844.20
5.9	Unión Universal de 2"	Pza	10	48.50	501.98
6	CABLES				
6.1	Cable para alimentación, un (01) par no apantallado (1x1P), conductores de cobre trenzado calibre 12 AWG, con aislamiento PVC-PVC, 105°C, 300 VCA.	mt	443	2.50	1,107.50
6.2	Par apantallado calibre 16 AWG, THW 300 Volts	mt	3096	2.00	6,192.00

6.3	Cuadrete calibre 15AWG blindado	mt	23	3.00	69.00
6.4	Comunicaciones	mt	119	5.00	595.00
7	INSTRUMENTOS DE INDICACION LOCAL-MECANICA				
7.1	Indicador de Presión para montaje directo. Elemento Sensor: Tubo de Bourdon 316 SS.Caja Resina Fenólica color Negro. Dial: 4-1/2". Conexión a proceso: 1/2"NPTM por debajo. Material de la Conexión: 316 SS. Rango: 0 - 40 PSlg. Fabricante: Ashcroft Modelo: 45-1	Pza	24	300.00	7,200.00
7.4	Indicador de Presión para montaje directo. Elemento Sensor: Tubo de Bourdon 316 SS.Caja Resina Fenólica color Negro. Dial: 4-1/2". Conexión a proceso: 1/2"NPTM por debajo. Material de la Conexión: 316 SS. Rango: 0 - 250 PSlg. Fabricante: Ashcroft Modelo: 45-	Pza	1	300.00	300.00
7.5	Indicador de Presión para montaje directo. Elemento Sensor: Tubo de Bourdon 316 SS.Caja Resina Fenólica color Negro. Dial: 4-1/2". Conexión a proceso: 1/2"NPTM por debajo. Material de la Conexión: 316 SS. Rango: 0 - 500 PSlg. Fabricante: Ashcroft Modelo: 45-	Pza	3	300.00	900.00
7.7	Indicador de nivel tipo tubular, con protección antigolpe, válvulas instalación top/bottom, conexión al proceso 3/4"NPTM, longitud 3 pies.	Pza	4	600.00	2,400.00
7.8	Indicador de Presión diferencial para montaje directo. Elemento Sensor: Tubo de Bourdon 316 SS.Caja 316SST. Dial: 4-1/2". Conexión a proceso: 1/2"NPTM por atras. Material de la Conexión: 316 SS. Rango: 0 - 10 PSID. Fabricante: Ashcroft	Pza	2	500.00	1,000.00
				TOTAL	289588.10

4.3.5. Presupuesto Consolidado

Luego del cálculo de los costos por cada especialidad, se consideran dos costos adicionales.

El primero, la ingeniería de detalle, que elaborara los planos para construcción en un modelo de 3 dimensiones. Incluyendo las características técnicas de cada elemento a instalar, además de su orientación y ubicación precisa.

El segundo, el presupuesto de contingencia, es el % adicional a lo acumulados del costos de cada una de las especialidades más la ingeniería de detalle. Este presupuesto permite disminuir el impacto de los riesgos asociados al costo durante la ejecución. Esto puede ocurrir por una repentina alza del dólar, escases de materiales, escases de mano de obra, fenómenos climatológicos, etc.

Finalmente la tabla, muestra el presupuesto total de la ejecución del diseño y ampliación de la planta de separación bifásica CA16.

Tabla 4.8. Presupuesto Consolidado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	PARCIAL (\$)
ID1	INGENIERIA DE DETALLE		50,000.00
C1	COMPUTO METRICO IMPLEMENTACION CIVIL	glb.	94,883.17
E1	COMPUTO METRICO IMPLEMENTACION ELÉCTRICA	glb.	70,943.43
E2	MATERIALES ELECTRICOS	glb.	31,413.76
I1	COMPUTO METRICO IMPLEMENTACION INSTRUMENTAL	glb.	153,227.21
I2	EQUIPOS Y MATERIALES I&C	glb.	289,588.10
M1	COMPUTO METRICO IMPLEMETACION MECÁNICA	glb.	171,878.52
M2	MATERIALES MECANICOS	glb.	166,560.36
RC1	CONTINGENCIA	5%	51,424.73
PRECIO TOTAL (\$)			1,079,919.27

4.4. RESUMEN EJECUTIVO

En lo que se refiere al alcance; en comparación con el aprobado en la factibilidad (mostrado en el capítulo 1) se adicionaron actividades de cambio de diámetros en líneas, cabezales y boquillas; el nuevo separador de control, la ampliación de la capacidad del PLC, la ampliación del cerco perimétrico, la instalación de nuevos manifolds de totales y el reemplazo de los 4 manifolds de batería existentes.

A su vez, se suprimieron actividades como el desmontaje del pulmón de gas de instrumentos, así como toda la tubería y conexión asociado, dado que el área de mantenimiento ejecuto estos trabajos por conflictos regulatorios con OSINERGMIN.

El alcance se incrementó en un 22% de actividades respecto al alcance de la factibilidad.

En lo que se refiere al tiempo, en la factibilidad se estipulo un tiempo máximo de ejecución de 75 días. Luego del análisis de la ruta crítica por un lado y el nivel de riesgo generado por las características de la mano de obra, se obtuvo un plazo de ejecución de 87 días, siendo este un plazo mayor a lo estipulado anteriormente en un 16% pero razonable debido al incremento de actividades a ejecutar. Valor comprensible por el incremento de actividades y el riesgo de la mano de obra.

En lo que se refiere al costo, en la factibilidad se estipulo un presupuesto de 1'150,000.00 dólares americanos. Luego de asignar costos de cada partida de los cómputos métricos y listados de materiales de cada especialidad se obtuvo un presupuesto, el cual el costo de ingeniería de detalle y un 5% más del

global para contingencias, de 1'079,919.27 dólares americanos, siendo este un 'presupuesto menor al estipulado en un 6%.

Este valor menor del presupuesto, se podría tomar como algo irreal u omisión de algún concepto relevante, más la realidad es que a corrientes, tener un precio de petróleo por debajo de lo planificado por muchas empresas de la zona costa-norte y del sector petrolero, provocaron el stand-by de sus inversiones para el presente año. Esta pérdida de demanda hacia el mercado de equipos y materiales asociados a plantas petroleras, genero una caída de los precios mayor al 9%. Por lo cual se infiere, que si las condiciones del mercado internacional de petróleo hubieran sido similares a que cuando se elaboró la factibilidad, estuviéramos registrando un presupuesto por encima del 4% de lo planificado en la factibilidad.

CONCLUSIONES

- Se caracterizaron los parámetros técnicos de cada uno de los equipos pertenecientes a la planta de separación bifásica, se detalló también la filosofía de operación así como el nivel de automatización y control que posee la planta.
- Se evaluó la capacidad del separador de totales, las líneas multifásica, las líneas de líquidos, las de gas y las de succión y descarga del sistema de transferencia para la nueva producción máxima a procesar requiriendo incremento de diámetro en algunos sectores. Además de un nuevo separador de control.
- Se incrementó en un 16% el alcance del proyecto de ejecución del diseño y ampliación de la capacidad de la planta de separación bifásica. Se detalló la elaboración del cronograma, optimizándolo mediante metodología de ruta crítica, requiriendo 87 días de plazo de ejecución. Se expusieron los cómputos métricos y listados de materiales del proyecto, presupuestando 1'079,919.27 dólares americanos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el cambio de algunos separadores de control existentes (SC-1603 y SC-1605), dado que tiene una volumetría de menor capacidad siendo una limitante del factor de disponibilidad de la planta.
- Se recomienda implementar una oficina técnica de as-built, que se dedique a reportar, registrar y actualizar los planes, luego de cualquier cambio por más pequeño que sea, pues realizar un relevamiento genera costos excesivos y retrasos en los tiempos planificados.
- Se recomienda evaluar la calidad de energía suministrada a la planta, dado que genera muchas paradas por sobretensión o caída de frecuencia.
- Se recomienda llevar un registro de las actividades de mantenimiento y las maniobras de emergencia realizada, pues se generan deterioros internos, reduciendo la vida útil de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- American Petroleum Institute; INTRODUCTION TO OIL AND GAS PRODUCTION, Book one of the Vocational Training Series; Fifth Edition, June 1996.
- American Petroleum Institute; API 650, WELDED TANKS FOR OIL STORAGE; Eleventh Edition, June 2007.
- American Petroleum Institute; API SPECIFICATION 12J, SPECIFICATION FOR OIL AND SEPARATORS; Seventh Edition, October 1989.
- American Petroleum Institute; LIFT GAS, Book six of the Vocational Training Series; Third Edition, June 1994.
- American Petroleum Institute; RP 552 Transmission Systems
- C.R. WESTAWAY AND A. W. LOOMIS; CAMERON HYDRAULIC DATA, Sixteenth Edition, USA 1984.
- ENGENE F. MEGYESY; PRESSURE VESEL HANDBOOK, Thirteenth Edition, June 2005.
- GAS CONDITIONING PROCESSING VOL. 2; THE EQUIPMENT MODULES; Seventh Edition, September 1992.
- PDVSA – GERENCIA DE PROCESOS EN SUPERFICIE; CALCULO HIDRAULICO DE TUBERIAS, Julio 2004.
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS; ASME VIII DIV. 1, RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS; 2010 Edition, July 2010.

- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS;
ASME B31.3, PROCESS PIPING; 2008 Edition, December 2008.
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS;
ASME B31.8, GAS TRANSMISSION AND DISTRIBUTION PIPING
SYSTEMS 2008 Edition, December 2008.
- Ley General de Hidrocarburos, reglamento de las actividades de
exploración y explotación de Hidrocarburos DS-032-2004.
- Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades de
hidrocarburos DS-015-2006.

PLANOS

- PLANO 1: Diagrama de Flujo de Proceso - Procesos - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-16.
- PLANO 2: Diagrama de Tuberías e Instrumentos 1 de 4 - Procesos - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-16.
- PLANO 3: Diagrama de Tuberías e Instrumentos 2 de 4 - Procesos - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-16.
- PLANO 4: Diagrama de Tuberías e Instrumentos 3 de 4 - Procesos - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-16.
- PLANO 5: Diagrama de Tuberías e Instrumentos 4 de 4 - Procesos - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-1616.
- PLANO 6: Lay Out - Mecánica - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-16.
- PLANO 7: Plot Plan - Mecánica - Ampliación y Diseño de la capacidad de la planta CA-16.

10/10

Plausi
Dygn

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Procedimiento PC-04 para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacúómetros de deformación elástica, Servicio Nacional de Metrología (SNMI), edición 03, Perú 2012.
- [2] Procedimiento ME-020 para la calibración de medidores de presión diferencial, Centro Español de Metrología (CEM), edición 01, Madrid 2001.
- [3] Metrología, Carlos Gonzales- Ramón Zeleny, edición 01, México 1995.
- [4] Bulletin A-27 Magnehelic Differential Pressure Gauge, U.S.A. 2007.
- [5] Procedimiento ME-021 para la calibración de líquido mano y barométricas, Centro Español de Metrología (CEM), edición 01, Madrid 2001.
- [6] Química, Raymond Chang-Kenneth Goldsby, edición 11, México 2013.
- [7] Física Universitaria volumen 1, Young-Freedman, edición 12, México 2009.
- [8] Vocabulario Internacional de Metrología, Comité Conjunto de Guías en Metrología (JGCM), edición 01, 2012.
- [9] Guía para la Expresión de la Incertidumbre Medida, Conjunto de Guías en Metrología (JGCM), edición digital 01, 2008.
- [10] Tabla de conversión de unidades de medida al Sistema Internacional, Servicio Nacional de Metrología (SNMI), edición 01, Perú 2002.
- [11] Mecánica de fluidos, Robert L. Mott, edición 06, México 2006.
- [12] Aceleración de la Gravedad, La Guía Metas, 2002 Mayo.
- [13] Recommended table for the density of water between 0°C a 40 °C based on recent experimental reports, M. Tanaka, Metrología 2001.

APENDICE

- APENDICE 1. Glosario de Términos.
- APENDICE 2. Glosario de Simbología.
- APENDICE 3. Glosario de Unidades.
- APENDICE 4. Listado de Figuras
- APENDICE 5. Listado de Tablas

GLOSARIO DE TERMINOS

A

- **Aceite:** Porción de petróleo que existe en fase líquida en yacimientos y permanece así en condiciones originales de presión y temperatura. Puede incluir pequeñas cantidades de sustancias que no son hidrocarburos. Su viscosidad es 10,000 centipoises.
- **Acueductos:** Tubería que transporta agua a un lugar determinado. En el presente caso, estos ductos son de fibra de vidrio (RFBE).
- **Arrestallamas:** Propiedad mecánica de limitar propagación de fuego, utilizado en tanques de almacenamiento
- **ASME:** American Society of Mechanical Engineers.

B

- **Balance de masa y energía:** Equilibrio físico y químico de toda actividad relacionada a hidrocarburo.
- **Barril:** (Barrel - bbl) Una medida estándar para el aceite y para los productos del aceite. Un barril = 35 galones imperiales, 42 galones US, ó 159 litros.

C

- **Cabeza de pozo (Wellhead):** Equipo de control instalado en la parte superior del pozo. Consiste de salidas, válvulas, preventores, etc.

- **Compresibilidad:** Cualidad de compresible de los gases.
- **Compresor:** Es un equipo instalado en una línea de conducción de gas para incrementar la presión y garantizar el flujo del fluido a través de la tubería.
- **Concesión:** Una determinada área concesionada a una compañía para la exploración de petróleo y/o gas bajo términos y condiciones especificadas, y por un período de tiempo fijo.
- **Condensado:** Este puede referirse a cualquier mezcla de hidrocarburos relativamente ligeros que permanecen líquidos a temperatura y presión normales. Tendrán alguna cantidad de propano y butano disueltos en el condensado. A diferencia del aceite crudo, tienen poca o ninguna cantidad de hidrocarburos pesados de los que constituyen el combustible pesado. Hay tres fuentes principales de condensado.
- **Condiciones estándar:** Son las cantidades a las que la presión y temperatura deberán ser referidas. Para el sistema inglés son 14.73 libras por pulgada cuadrada para la presión y 60 grados Fahrenheit para la temperatura.
- **Crudo:** Mineral viscoso que una vez refinado proporciona el petróleo.

D

- **Densidad:** Propiedad intensiva de la materia que relaciona la masa de una sustancia y su volumen a través del cociente entre estas dos cantidades. Se expresa en gramos por centímetro cúbico, o en libras por galón.
- **Desgasificado:** Extraer un gas de una sustancia.

- **Despresurización:** Anular los efectos de la presurización. Es decir, llevar el sistema a presión ambiental.

E

- **Estaciones de bombeo:** Estaciones en las que se aumenta la presión en los ductos, a fin de que el producto fluya hasta alcanzar su destino final en forma homogénea.
- **Exploración:** Búsqueda de yacimientos petroleros mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un yacimiento en un área específica.
- **Explotación:** Proceso de extracción y procesamiento de los yacimientos mineros, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el yacimiento. Es la aplicación de un conjunto de técnicas y normas geológico y ambiental, para extraer petróleo, para su transformación y comercialización.

F

- **Factor de compresibilidad del gas (Z):** Relación que existe entre el volumen de un gas real y el volumen de un gas ideal. Es una cantidad adimensional que varía usualmente entre 0.7 y 1.2.
- **Flujo Bifásico:** flujo compuesto de dos fases, líquido y gas. Este tipo de flujo es el que se extrae de un yacimiento petrolero. La parte líquida compuesta de agua y petróleo y la parte de gas compuesta de gas natural y condensado de petróleos.

G

- **Gasoductos:** Tubería de grueso calibre y gran longitud para conducir a una determinada distancia gas combustible.

H

- **Hidrocarburos:** 1. Son compuestos orgánicos, como el benceno y el metano, que contienen sólo carbón e hidrógeno.

M

- **Medidor de gas (Meter):** Un dispositivo mecánico para medir y registrar automáticamente cantidades de gas.

O

- **Oleoductos:** Tubería provista de bombas y otros aparatos para conducir el petróleo a larga distancia.

P

- **Perforación:** Acción o proceso de elaborar un orificio circular con un taladro (perforadora) manual o mecánico (eléctrico o hidráulico). 2. Apertura de yacimientos con el uso de cualquier clase de equipo (neumático o mecánico)
- **Pozo petrolero:** Perforación efectuada por medio de barrenas de diferentes diámetros y a diversas profundidades, con el propósito de definir las condiciones geológico-estructurales de la corteza terrestre, para la prospección o explotación de yacimientos petrolíferos. El método más utilizado es el rotatorio, y las perforaciones pueden desarrollarse con o sin recuperación de núcleo.
- **Presostato:** Dispositivo que permite mantener constante la presión de un fluido en un circuito.

R

- **Refinación:** Proceso de purificación del petróleo, durante el cual se utilizan métodos físicos, químicos.

T

- **Tubería de descarga:** Tubería mediante la cual se transportan los hidrocarburos desde el cabezal del pozo hasta el cabezal de recolección de la batería de separación, a la planta de tratamiento o a los tanques de almacenamiento.

Y

- **Yacimientos:** Depósito de hidrocarburos atrapados en rocas sedimentarias margo-arenosas en el subsuelo.

GLOSARIO DE SIMBOLOGIA

B_{hp}	:	Potencia al freno de la bomba, hp
B_{ph}	:	Flujo volumétrico del fluido en barriles por hora
c	:	Sobreespesor por corrosión, en pulgadas
C	:	Constante dependiente del tipo de bomba
D_N	:	Diámetro nominal, pulg
D_C	:	Diámetro calculado, pulg
D_A	:	Diámetro asumido, pulg
D	:	Diámetro de la tuberías o diámetro, pulgadas
D_i	:	Diámetro interior del recipiente, pies
E	:	Factor de eficiencia
E_s	:	Factor de inspección de juntas soldadas
f	:	Factor de fricción
f_{fp}	:	Factor de fricción de flujo bifásico

f_o	:	Factor de fricción de tubería pulida
g	:	Constante gravitacional o gravedad: 32,2 pies/s ²
h_A	:	Cabezal de aceleración, pies
h_D	:	Cabezal a la descarga, pies
h_f	:	Pérdidas por fricción, pies
h_s	:	Cabezal a la succion, pies
H	:	Cabezal total, pies
H_a	:	Presión absoluta sobre la superficie del nivel de líquido, pies
H_{vpa}	:	Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeos, pies
H_{st}	:	Altura estática del líquido sobre la succión de la bomba, pies
H_{fs}	:	Pérdidas en la succión a través de accesorios y tramos de tuberías, pies
K	:	Factor de no perturbación a la succión
L	:	Longitud de la tubería, pies
L_s	:	Longitud de la tubería de succión, pies

L_m	:	Longitud de la tubería promedio, pies
M_G	:	Flujo másico de gas (T y P @ condiciones de operación), lb/s
n	:	Velocidad de la bomba, rpm
P	:	Presión de Operación en el recipiente, psia
P_b	:	Presión base; 14,7 psia
P_{corr}	:	Máxima presión corroída, en psia
P_E	:	Presión de entrada, psia
P_S	:	Presión de salida, psia
P_M	:	Peso molecular del gas, lb/lb-mol
P_{max}	:	Máxima presión de diseño, en psia
q_F	:	Flujo promedio o volumétrico del fluido, BPD
q_L	:	Flujo promedio o volumétrico del petróleo, BOPD
q_w	:	Flujo promedio o volumétrico del agua, BWPD
Q	:	Flujo promedio o volumétrico de gas, MMSCFD
Q_G	:	Flujo volumétrico de gas, pies ³ /s
Q_F	:	Flujo promedio o volumétrico del fluido, pies/s

R	:	Constante de gases = 10,73 psia - pie ³ / (lb-mol R)
R_i	:	Radio interior del separador, pies
R_L	:	Resistencia entrada del líquido
S_G	:	Gravedad específica del gas
S	:	Esfuerzo máximo permisible, en psi
$t_{h \text{ cab}}$:	Espesor del cabezal, pulgadas
$t_{s \text{ casco}}$:	Espesor del casco cilíndrico, en pulgadas
$t_{\text{comercial}}$:	Espesor comercial seleccionado para cabezal + casco, en pulgadas
T	:	Temperatura de operación en el recipiente, R
T_{avg}	:	Temperatura de operación promedio, R
T_b	:	Temperatura base, R
V	:	Velocidad promedio en la tubería, pies/s
V_{SG}	:	Velocidad superficial del gas, pies/s
V_{SL}	:	Velocidad superficial del líquido, pies/s
V_{SM}	:	Velocidad superficial de la mezcla, pies/s
V_t	:	Velocidad crítica o terminal del gas, pies/s

Z_{avg}	:	Factor de compresibilidad promedio del gas
Z	:	Factor de compresibilidad de gases
β	:	Factor de corrección de densidad
ε	:	Rugosidad, pulg
λ	:	Resistencia del líquido
η	:	Eficiencia de la bomba
μ_l	:	Viscosidad del líquido, cP
μ_g	:	Viscosidad del gas, cP
μ_h	:	Viscosidad del mezcla, cP
ρ_l	:	Densidad del líquido, lb/pie ³
ρ_g	:	Densidad del gas, lb/pie ³
ρ_h	:	Densidad del mezcla, lb/pie ³
ΔP	:	Presión diferencial, psi

GLOSARIO DE UNIDADES

BOPD	Barriles de petróleo por día
BWPD	Barriles de agua por día
BPD	Barriles por día
SCFD	Pies cúbicos estándar por día
MMSCFD	Millones de pies cúbicos estándar por día

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de la provincia de Talara X.

Figura 1.2. Ubicación de las plantas de separación bifásica y compresión del Lote X.

Figura 2.1. Planta de Separación Bifásica Carrizo 16 (CA-16)

Figura 2.2. Vista de Separador de Totales de la planta.

Figura 2.3. Scrubber de gas, existente en la planta.

Figura 2.4. En la parte izquierda el Separador de Control SC-1606 y lado derecho el Separador de control SEP-158 inoperativo.

Figura 2.5. Tanques TK-1601, 1602 y 1603.

Figura 2.6. Estación de Bombeo de la planta CA-16

Figura 2.7. Medidor de líquidos a la salida de la planta, conexión con CA-19

Figura 2.8. Tablero eléctrico y de control existente en la planta

Figura 2.9. Sistema contra incendios de la planta CA-16

Figura 2.10. Esquema de conexión de Cabezal de Totales y Cabezal de prueba de los manifolds de batería.

Figura 2.11. Esquema de configuración de válvulas de un manifold de batería.

Figura 2.12. Esquemático de la operación de Separador de Totales ST-1601 y Volumeter VM-1601

Figura 2.13. Detalle del tren de medición de gas a la salida del Separador de Totales ST-1601

Figura 2.14. Detalle de la llegada, salida y by-pass del Scrubber de Gas SR-1608.

Figura 2.15. Detalle de medición de gas a la salida de la planta.

Figura 2.16. Esquemático de la operación de separador y volumeter de control.

Figura 2.17. Esquemático del tanque de totales TK-1601

Figura 2.18. Esquema de instalación de los filtros de bombas.

Figura 2.19. Esquemático de bomba de transferencia de la planta

Figura 2.20. Sistema de medición de crudo a la salida de la planta.

Figura 3.1. Ficha Técnica del Separador de Totales

Figura 3.2. Ficha Técnica del Scrubber de Gas

Figura 3.3. Mapa de Flujo para Flujos de Líquidos y Gas.

Figura 3.4. Velocidades superficiales para flujos de Líquidos y Gas.

Figura 3.5. Resistencia Real del Líquido en las Tuberías

Figura 3.6. Factor de Fricción de Flujo Bifásico (ftp).

Figura 3.7. Resistencia Real del Líquido en Tuberías Verticales.

Figura 3.8. NPSH Requerido Bombas STORK Modelo 4560

Figura 4.1. Enunciado detallado de las actividades a realizado

Figura 4.2. Ruta crítica de las actividades (de color rojo)

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1. Ubicación de la Planta CA-16. Coordenadas PSAD 56

Tabla 2.2. Condiciones Ambientales del Sitio

Tabla 2.3. Datos Geológicos

Tabla 2.4. Número de puestos y disponibilidad de los manifolds

Tabla 2.5. Dimensiones y Capacidades del Separador de Totales, Volumeter de Totales y el Scrubber de Gas.

Tabla 2.6. Instrumentos asociados del Separador de Totales ST-1601 y Volumeter VM-1601.

Tabla 2.7. Instrumentos asociados al Scrubber de Gas SR-1608.

Tabla 2.8. Dimensiones y Capacidades de los Separadores de Control

Tabla 2.9. Dimensiones y Capacidades de los Volúmenes de Control

Tabla 2.10. Instrumentos asociados a los SC-1602/1603/1604/1605/1606.

Tabla 2.11. Líneas y Válvulas asociadas a los Separadores de Control y Volumeter.

Tabla 2.12. Dimensiones y capacidades de los tanques

Tabla 2.13. Instrumentos asociados a los Tanques TK-1601/1602/1603.

Tabla 2.14. Capacidad de Bomba

Tabla 2.15. Instrumentos asociados a la Bomba P-1601A.

Tabla 2.16. Líneas de alimentación de los separadores de control.

Tabla 3.1. Datos Físicos y Químicos del Gas

Tabla 3.2. Datos Físicos y Químicos del crudo

Tabla 3.3. Manifold de Campo nuevo – Pozos Nuevos

Tabla 3.4. Pozos nuevos a Manifold existentes

Tabla 3.5. Datos de la Producción

Tabla 3.6. Nivel de alturas de líquidos en el separador.

Tabla 3.7. Nivel de alturas líquidos en el Scrubber.

Tabla 3.8. Producción Máxima de Fluidos a Separadores

Tabla 3.9. Evaluación de Líneas Multifásicas de 2" y 4".

Tabla 3.10. Evaluación de Líneas Multifásicas de 3" y 6".

Tabla 3.11. Caídas de Presión en líneas de Gas

Tabla 3.12. Longitudes Equivalentes de Válvulas y Accesorios en Pies.

Tabla 3.13. Líneas de Gas Salida Separadores de Control.

Tabla 3.14. Líneas de Gas Salida SC's con modificación.

Tabla 3.15. Cabezal de Gas. Alimentación y Salida de Scrubber de Gas.

Tabla 3.16. Cabezal de Gas. Alimentación y Salida de Scrubber de Gas.

Tabla 3.17. Sensibilidad Diámetro de Cabezal de Gas.

Tabla 3.18. Cabezal de Gas de planta.

Tabla No 3.19. Velocidades de fluido recomendadas en tuberías

Tabla No 3.20. Velocidades recomendadas y ΔP máxima para líquidos.

Tabla 3.21. Líneas de Líquidos Salida Separadores de Control y Totales a TK-1601.

Tabla 3.22. Hidráulica Descarga Separador de Totales a TK-1601

Tabla 3.23. Constante Dependiente del Tipo de Bomba.

Tabla 3.24. Factor de Perturbación a la Succión.

Tabla 3.25. Líneas de Líquidos Salida de TKS-1601. Succión Bombas de Transferencia.

Tabla 3.26. Cabezal de Aceleración de Succión Bombas P-1601 A/B.

Tabla 3.27. Cambio de Colector y Línea P-1601 A/B. Succión Bombas de Transferencia.

Tabla 3.28. Cabezal de Aceleración. Succión Bombas P-1601 A/B.

Tabla 4.1. Cómputos Métricos Implementación Mecánica

Tabla 4.2. Materiales Implementación Mecánica

Tabla 4.3. Cómputos Métricos Implementación Civil

Tabla 4.4. Cómputos Métricos Implementación Eléctrica

Tabla 4.5. Materiales Implementación Eléctrica

Tabla 4.6. Cómputos Métricos Implementación Instrumental

Tabla 4.7. Materiales Implementación Instrumental

Tabla 4.8. Presupuesto Consolidado

ST-1601 (SEP-0157)
SEPARADOR TOTALES (EXISTENTE)
DIA: 55" O.D.
LONG: 9.71' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 2.98 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 4488 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

TK-1601 (TKS-0001)
TANQUE TOTALES (EXISTENTE)
DIA: 21'-2" O.D.
ALT: 17'-8"
CAPC: 1100 BLS
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: ATMOSFERICA

SC-1602 (SEP-0154)
SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 33" O.D.
LONG: 10.04' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 0.79 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 1455 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

TK-1602 (TKS-0002)
TANQUE TOTALES (EXISTENTE)
DIA: 15'-0" O.D.
ALT: 16'-0"
CAPC: 500 BLS
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: ATMOSFERICA

SC-1603 (SEP-0155)
SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 31" O.D.
LONG: 7.55' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 1.73 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 782 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

TK-1603 (TKS-0003)
TANQUE PRUEBA (EXISTENTE)
DIA: 12'-0"
ALT: 10'-0"
CAPC: 200 BLS
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: ATMOSFERICA

SC-1604 (SEP-0156)
SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 29" O.D.
LONG: 9.58' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 2.98 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 1364 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

P-1601A/B (PAL-0022)
BOMBA DE TRANSFERENCIA (EXISTENTE)
TIPO RECIPROCANTE
CAPACIDAD: 1824 BPD
P. DISEÑO: 583 PSIG
POTENCIA: 12 HP

SC-1605 (SEP-0159)
SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 30" O.D.
LONG: 8.04' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 2.98 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 2181 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

VM-1602 / 1604 / 1606 (VM-0126/0128/0131)
VOLUMETER CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 20" O.D.
LONG: 1'-4" C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG
CAPACIDAD: 0.5 BLS

SC-1606 (SEP-0160)
SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 36" O.D.
LONG: 10' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 1.73 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 1183 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

VM-1601 (VM-0129)
VOLUMETER TOTALES (EXISTENTE)
DIA: 36" O.D.
LONG: 4'-6" C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG
CAPACIDAD: 5.0 BLS

SC-1607
SEPARADOR CONTROL (NUEVO)
DIA: 24" O.D.
LONG: 9'-1" C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 1.20 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 599 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

VM-1603 / 1605 (VM-0127/0130)
VOLUMETER CONTROL (EXISTENTE)
DIA: 24" O.D.
LONG: 2'-0" C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG
CAPACIDAD: 1.0 BLS

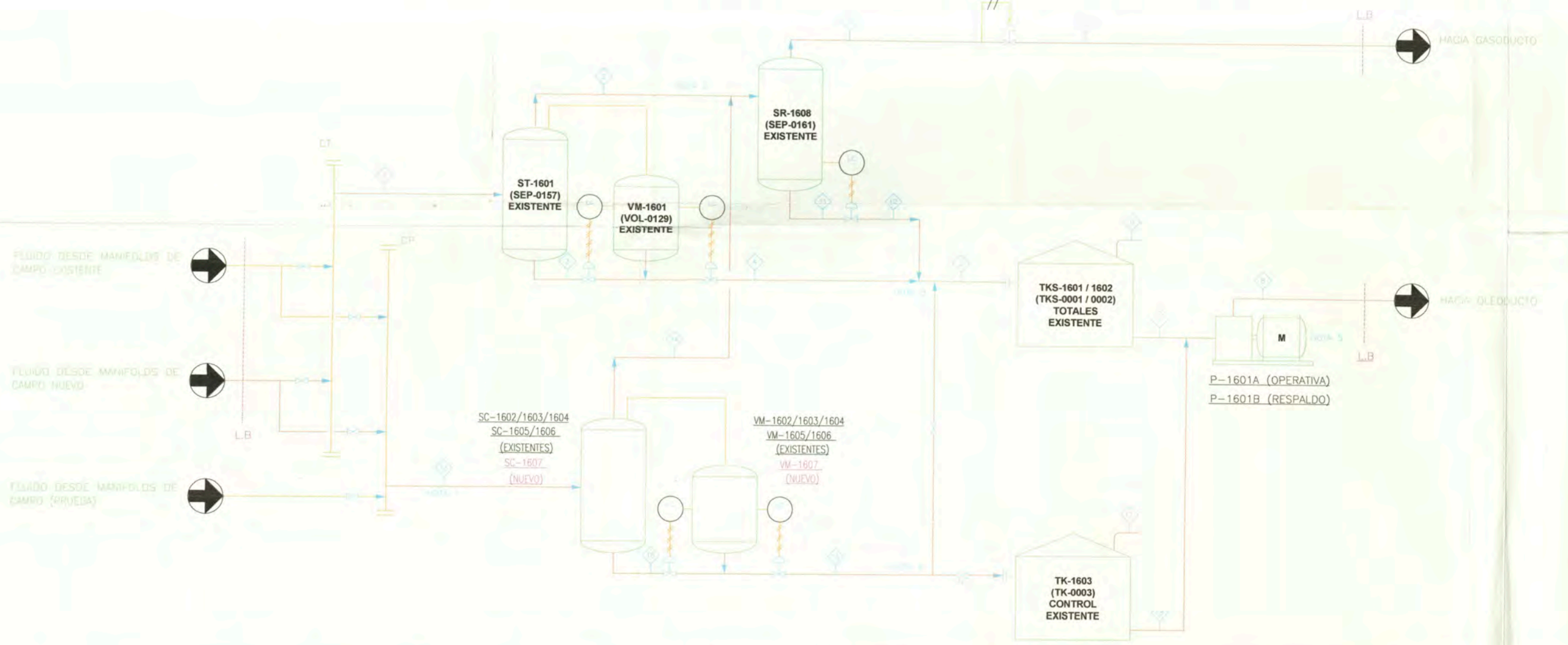
SR-1608 (SEP-0161)
SCRUBBER DE GAS (EXISTENTE)
DIA: 29" O.D.
LONG: 8.33' C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
CAPACIDAD GAS: 2.98 MMPCCD
CAPACIDAD LIQUIDO: 1116 BFPD
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG

VM-1607
VOLUMETER CONTROL (NUEVO)
DIA: 20" O.D.
LONG: 3'-9 7/8" C/C
TEMP. OPERACIÓN: 85 °F
PRESIÓN OPERACIÓN: 19.8 PSIG
CAPACIDAD: 1.0 BLS

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

LEYENDA

LB	LIMITE DE BATERIA
CT	CABEZAL DE TOTALES
CP	CABEZAL DE PRUEBA
NNF	NORMALMENTE NO FLUJO



BALANCE DE MASA Y ENERGÍA CA-16 MERINA

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
DESCRIPCION DE LA LINEA	FLUIDO ENTRADA SEPARADOR TOTALES (ST-1601)	SALIDA DE GAS SEPARADOR TOTALES (ST-1601)	SALIDA DE LIQUIDO SEPARADOR TOTALES (ST-1601)	DESCARGA DE LIQUIDO SEPARADOR TOTALES HACIA TANQUE	ENTRADA DE LIQUIDO A TANQUES TOTALES (TK-1601/1602)	SALIDA DE GAS TANQUES TOTALES (TK-1601/1602)	SUCCION DE LIQUIDOS DE BOMBAS (PAL-1601A/B)	DESCARGA DE LIQUIDO DE BOMBAS (PAL-1601A/B)	SALIDA DE GAS SCRUBBER (SR-1608)	GAS HACIA ESTACION DE COMPRESION	SALIDA DE LIQUIDO SCRUBBER A TANQUES TOTALES (TK-1601/1602)	ENTRADA DE FLUIDO SEPARADOR DE CONTROL SC-1602-1607	SALIDA DE GAS SEPARADOR DE CONTROL SC-1602-1607	SALIDA DE LIQUIDO SEPARADOR DE CONTROL SC-1602-1607	ENTRADA DE LIQUIDO A TANQUE DE CONTROL (TK-1603)	SALIDA DE GAS TANQUE DE CONTROL (TK-1603)	SALIDA DE LIQUIDO TANQUE DE CONTROL (TK-1603)		
Fase	Mezcla	Gas	Liquido	Mezcla	Mezcla	Gas	Liquido	Liquido	Gas	Gas	Liquido	Liquido	Mezcla	Gas	Liquido	Mezcla	Gas	Liquido	
Fracion Vapor	0.167	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	<empty>	1.000	1.000	0.000	<empty>	0.270	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	
Temperatura (F)	85.137	85.137	85.137	85.150	85.161	84.851	85.165	85.912	85.137	84.983	85.137	85.151	84.810	84.810	84.810	84.822	84.438	84.833	
Presion: (psig)	18.000	18.000	18.000	13.000	8.000	1.000	6.000	475.000	18.000	15.500	18.000	13.000	18.000	18.000	18.000	13.000	1.000	7.300	
Flujo Masico (lb/hr)	27125.782	2181.843	24943.939	24943.939	24943.939	3.160	24940.779	24940.779	2181.843	2181.843	0.000	807.479	69.196	738.282	738.282	0.115	738.167		
Flujo Molar (MMPCCND)	7.256	1.209	6.047	6.047	6.047	0.002	6.045	6.045	1.209	1.209	0.000	0.142	0.038	0.104	0.104	0.000	0.104		
Flujo liquidos standar (GPM)	68.585	14.156	54.429	54.429	54.429	0.020	54.409	54.409	14.156	14.156	0.000	0.000	2.112	0.449	1.663	1.663	0.001		
Entalpia Molar (Btu/lbmole)	-116045.502	-33664.681	-132518.233	-132518.233	-132518.233	-34549.422	-132546.322	-132469.968	-33664.681	-33664.681	-122550.902	-122553.696	-115971.808	-33644.139	-146473.695	-146473.695	-34375.086	-146542.181	
Peso Molecular (lb/lbmole)	34.048	16.435	37.570	37.570	37.570	16.605	37.576	37.576	16.435	16.435	18.015	18.015	51.790	16.417	64.896	64.896	16.551	64.925	
Densidad (lb/pe3)	1.127	0.092	56.948	56.948	56.948	0.052	52.127	0.052	0.092	0.092	52.852	62.675	55.009	52.375	55.009	52.375	0.045	55.009	
Cp/Cv	1.015	1.301	2.201	1.000	1.000	1.296	2.195	1.104	1.301	1.301	1.150	1.150	1.019	1.302	1.055	1.000	1.297	1.055	
Viscosidad (cP)	<empty>	0.011	34.946	<empty>	<empty>	0.011	35.103	34.952	0.011	0.011	0.805	0.805	<empty>	0.011	16.925	<empty>	0.011	16.993	
GAS																			
Fracion Vapor	0.167	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.270	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	
Flujo (MMSCFD)	1.207	1.207	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	<empty>	1.207	1.207	0.000	<empty>	0.038	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	
Flujo Masico (lb/hr)	2181.843	2181.843	0.000	1.293	2.617	3.160	0.000	<empty>	2181.843	2181.843	0.000	<empty>	69.196	69.196	0.000	0.053	0.115	0.000	
Entalpia Molar (Btu/lbmole)	-33664.681	-33664.681	-33664.681	-33945.205	-34341.003	-34549.422	-34549.422	<empty>	-33664.681	-33664.681	-33664.681	<empty>	-33644.139	-33644.139	-33644.139	-33920.904	-34375.086	-34375.086	
Gravedad Especifica	0.567	0.567	0.567	0.569	0.572	0.573	0.573	<empty>	0.567	0.567	0.567	<empty>	0.567	0.567	0.567	0.569	0.571	0.571	
Densidad (lb/pe3)	0.092	0.092	0.092	0.078	0.065	0.045	0.059	<empty>	0.092	0.085	0.092	<empty>	0.092	0.092	0.092	0.078	0.045	0.063	
Peso Molecular (lb/lbmole)	16.435	16.435	16.435	16.488	16.565	16.605	16.605	<empty>	16.435	16.435	16.435	<empty>	16.417	16.417	16.417	16.467	16.551	16.551	
Cp/Cv	1.301	1.301	1.301	1.300	1.298	1.296	1.297	<empty>	1.301	1.301	1.301	<empty>	1.302	1.302	1.302	1.300	1.297	1.298	
Z	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.997	<empty>	0.995	0.995	0.995	<empty>	0.995	0.995	0.995	0.996	0.998	0.997	
Viscosidad (cP)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	<empty>	0.011	0.011	0.011	<empty>	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	
HIDROCARBURO LIQUIDO																			
Fracion Molar	0.061	0.000	0.073	0.073	0.073	0.000	0.073	0.073	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	0.128	0.000	0.175	0.175	0.000	0.175	
Flujo Masico (lb/hr)	13857.648	0.000	13857.648	13856.386	13855.107	0.000	13854.589	13854.584	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	569.232	0.000	569.232	569.180	0.000	569.120	
Flujo liquidos standar (BPD)	1103.626	0.000	1103.626	1103.530	1103.391	0.000	1103.391	1103.391	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	45.331	0.000	45.331	45.327	0.000	45.322	
Entalpia Molar (Btu/lbmole)	-258858.967	-258858.967	-258858.967	-259217.787	-259579.443	-259874.918	-259725.123	-259154.593	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	-259101.600	-259101.600	-259101.600	-259461.075	-260060.124	-259874.467	
Gravedad Especifica	0.850	0.850	0.850	0.853	0.853	0.853	0.853	<empty>	0.853	0.853	<empty>	<empty>	0.850	0.850	0.850	0.850	0.751	0.850	
Densidad (lb/pe3)	53.068	53.068	53.068	53.068	53.068	46.884	53.068	<empty>	53.079	53.079	<empty>	<empty>	53.079	53.079	53.079	53.079	46.869	53.079	
Peso Molecular (lb/lbmole)	285.434	285.434	285.434	285.598	286.288	286.586	286.461	286.462	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	285.663	285.663	285.663	286.090	286.734	286.580	
Viscosidad (cP)	8.166	8.166	8.166	8.159	8.195	7.580	8.201	8.150	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	8.211	8.211	8.211	8.225	7.625	8.242	
AGUA																			
Fracion Molar	0.772	0.000	0.927	0.927	0.927	---	0.927	0.927	0.000	<empty>	1.000	1.000	0.602	0.000	0.825	0.825	<empty>	0.825	
Flujo Masico (lb/hr)	11086.292	0.000	11086.292	11086.290	11086.215	---	11086.191	11086.195	0.000	<empty>	0.000	0.000	169.050	0.000	169.050	169.049	<empty>	169.047	
Flujo liquidos standar (BPD)	748.031	0.000	748.031	748.029	748.026	---	748.024	748.025	0.000	<empty>	0.000	0.000	11.406	0.000	11.406	11.406	<empty>	11.406	
Entalpia Molar (Btu/lbmole)	-122550.902	-122550.902	-122550.902	-122550.921	-122550.958	---	-122550.980	-122551.517	-122550.902	<empty>	-122550.902	-122550.902	-122550.976	-122550.976	-122550.976	-122550.976	-122550.007	<empty>	-122557.079
Gravedad Especifica	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	---	1.004	1.005	0.847	<empty>	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	<empty>	1.004	
Densidad (lb/pe3)	62.676	62.676	62.676	62.676	62.674	---	62.674	62.715	52.852	<empty>	52.852	62.675	62.684	62.684	62.684	62.683	<empty>	62.682	
Peso Molecular (lb/lbmole)	18.015	18.015	18.015	18.015	18.015	---	18.015	18.015	18.015	<empty>	18.015	18.015	18.015	18.015	18.015	18.015	<empty>	18.015	
Viscosidad (cP)	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	---	0.805	0.798	0.805	<empty>	0.805	0.805	0.809	0.809	0.809	0.809	<empty>	0.808	

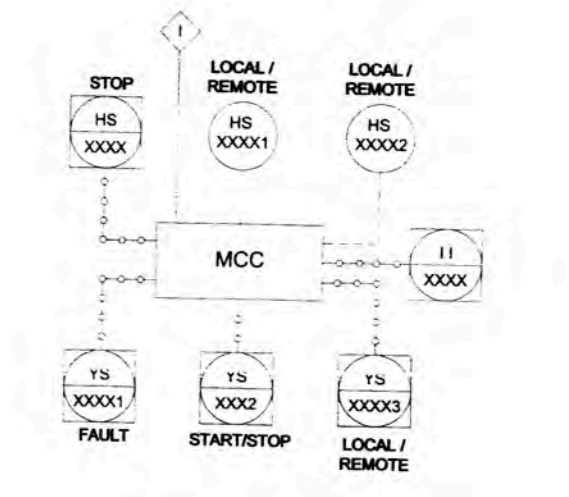
- NOTAS GENERALES**
- SE PRESENTA EL BALANCE PARA UN POZO TIPO DE UNO DE LOS TRENES DE CONTROL.
 - EN ESTE PUNTO CONVERGEN LA CORRIENTE DE GAS DE LOS TRENES DE CONTROL.
 - EN ESTE PUNTO CONVERGEN LAS CORRIENTES LIQUIDAS DE TODOS LOS TRENES DE CONTROL. EL SEPARADOR ALINEADO AL TK DE CONTROL.
 - ESTOS VALORES SON CORRESPONDIENTES A UN POZO DE TIPO A
 - NO SE CONSIDERÓ CAPACIDAD REAL DE LAS BOMBAS.

A	REVISIÓN INTERNA	11/01	J.H.	L.A.	A.D.P.



L.B.

- NOTAS GENERALES**
1. La Línea indica la continuación del Manifold de Batería.
 2. La numeración de las válvulas de los Manifold de Campo, no guardan continuidad con las válvulas de Batería.
 3. Limite de Paquetizado.
 4. Conexión para Bomba que se colocara a futuro en la cámara de drenaje.
 5. La selección del tanque a operar, se realiza manualmente a través del HMI del PLC.
 6. Los lazos de control del sep. de totales, sep. de control, scrubber, bombas, compresor de aire instrumento, medición de gas y sist. de regulación a descarga son ejecutados en el PLC-CA16.
 7. Detalle.



NOTA 1

- LEYENDA DE LINEAS Y EQUIPOS**
- LINEA NUEVA
 - - - LINEA EXISTENTE
 - - - L.B. - LIMITE DE BATERIA

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	EJEC.	VERIF.	APROB.
0	INGENIERIA BÁSICA	11/01	C.F.	L.A.	A.D.P.

LAS INFORMACIONES DE ESTE DOCUMENTO SON PROPIEDAD DE LA PETROBRAS, SIENDO PROHIBIDA LA UTILIZACIÓN FUERA DE SU FINALIDAD.

CLIENTE: LOTE X

PROYECTO: DISEÑO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA CA-16

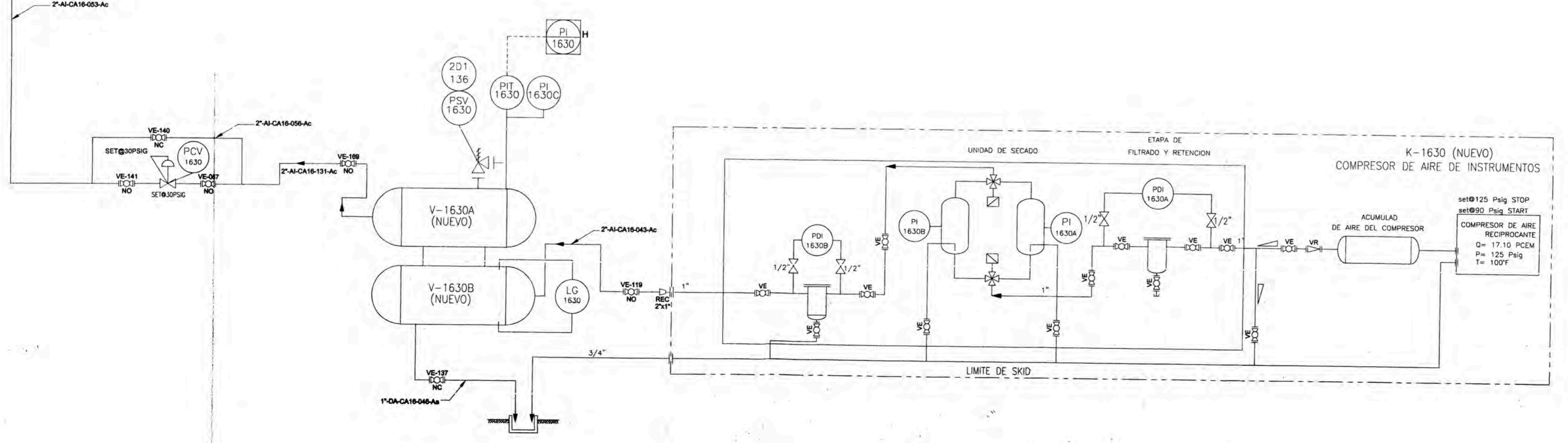
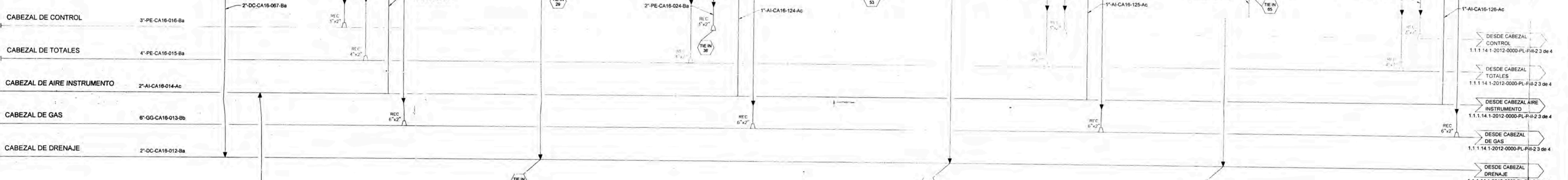
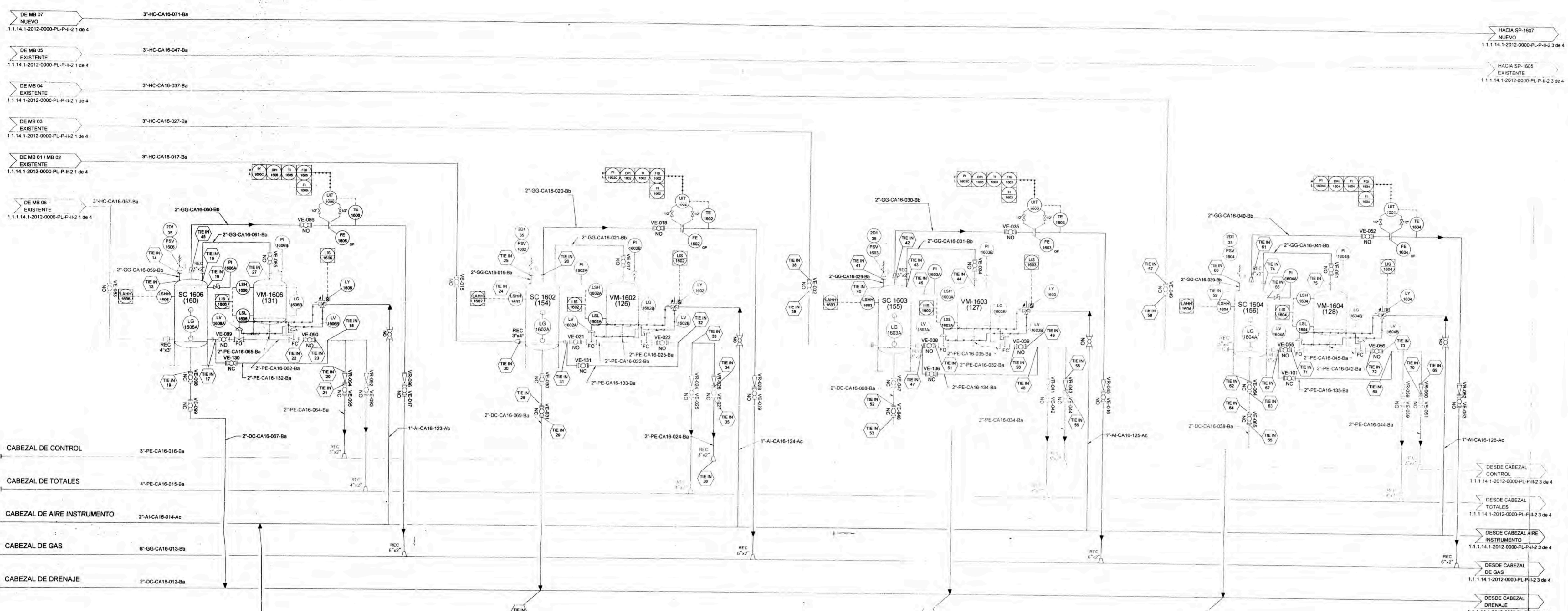
AREA: PROCESOS

TITULO: CA-16
DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION

PROY.	J.H.	EJEC.	C.F.	VERIF.	L.A.	APROB.	A.D.P.
ESCALA	S/E	FECHA	11/01		HOJA		1 de 4

Nº PLANO 2

SC-1606 (SEP-0160) SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE) DIA 36" O.D. LONG 10' C/C PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85 °F CAPACIDAD GAS 1.73 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 1183 BFPD	SC-1602 (SEP-0154) SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE) DIA 33" O.D. LONG 10' C/C PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85 °F CAPACIDAD GAS 0.9 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 1466 BFPD	SC-1603 (SEP-0155) SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE) DIA 31" O.D. LONG 7'55" C/C PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85 °F CAPACIDAD GAS 1.75 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 1782 BFPD	SC-1604 (SEP-0156) SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE) DIA 29" O.D. LONG 9'58" C/C PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85 °F CAPACIDAD GAS 2.88 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 1304 BFPD	VM-1603 (VM-0127) VOLUMETER CONTROL (EXISTENTE) DIA 24" O.D. LONG 2" C/C PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85 °F CAPACIDAD 1.0 BLS	VM-1602 /1604/1606 (VM-0126/0128/131) VOLUMETER CONTROL (EXISTENTE) DIA 20" O.D. LONG 1" C/C PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85 °F CAPACIDAD 0.5 BLS	K-1630 COMPRESOR DE AIRE INSTRUMENTO (NUEVO) POTENCIA 3 HP PRESION DE OPERACION 125 PSIG TEMP OPERACION 100 °F CAPACIDAD 17.10 PCFM	V-1630 A/B PULMON DE AIRE (NUEVO) DIA 36" O.D. LONG 4" C/C PRESION OPERACION 125 PSIG PRESION DE DISEÑO 175 PSIG TEMP OPERACION 100 °F CAPACIDAD 133.17 PIES
---	--	---	---	--	--	---	--

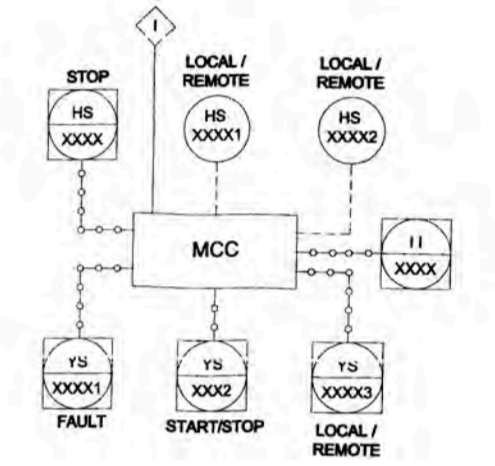


DOCUMENTOS DE REFERENCIA

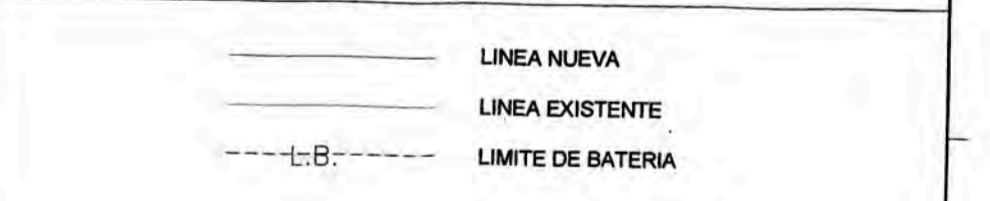
1.1.14.1-2012-0000-PL-P-12.1 de 4	HACIA EP-1607 NUEVO
1.1.14.1-2012-0000-PL-P-12.3 de 4	HACIA EP-1605 EXISTENTE
1.1.14.1-2012-0000-PL-P-12.3 de 4	HACIA EP-1605 EXISTENTE

NOTAS GENERALES

- La Línea indica la continuación del Manifold de Batería.
- La numeración de las válvulas de los Manifold de Campo, no guardan continuidad con las válvulas de Batería.
- Limite de Paquetizado.
- Conexión para Bomba que se colocara a futuro en la camara de drenaje.
- La selección del tanque a operar, se realiza manualmente a través del HMI del PLC.
- Los lazos de control del sep. de totales, sep. de control, scrubber, bombas, compresor de aire instrumento, medición de gas y sist. de regulación a descarga son ejecutados en el PLC-CA16.
- Detalle.



LEYENDA DE LINEAS Y EQUIPOS



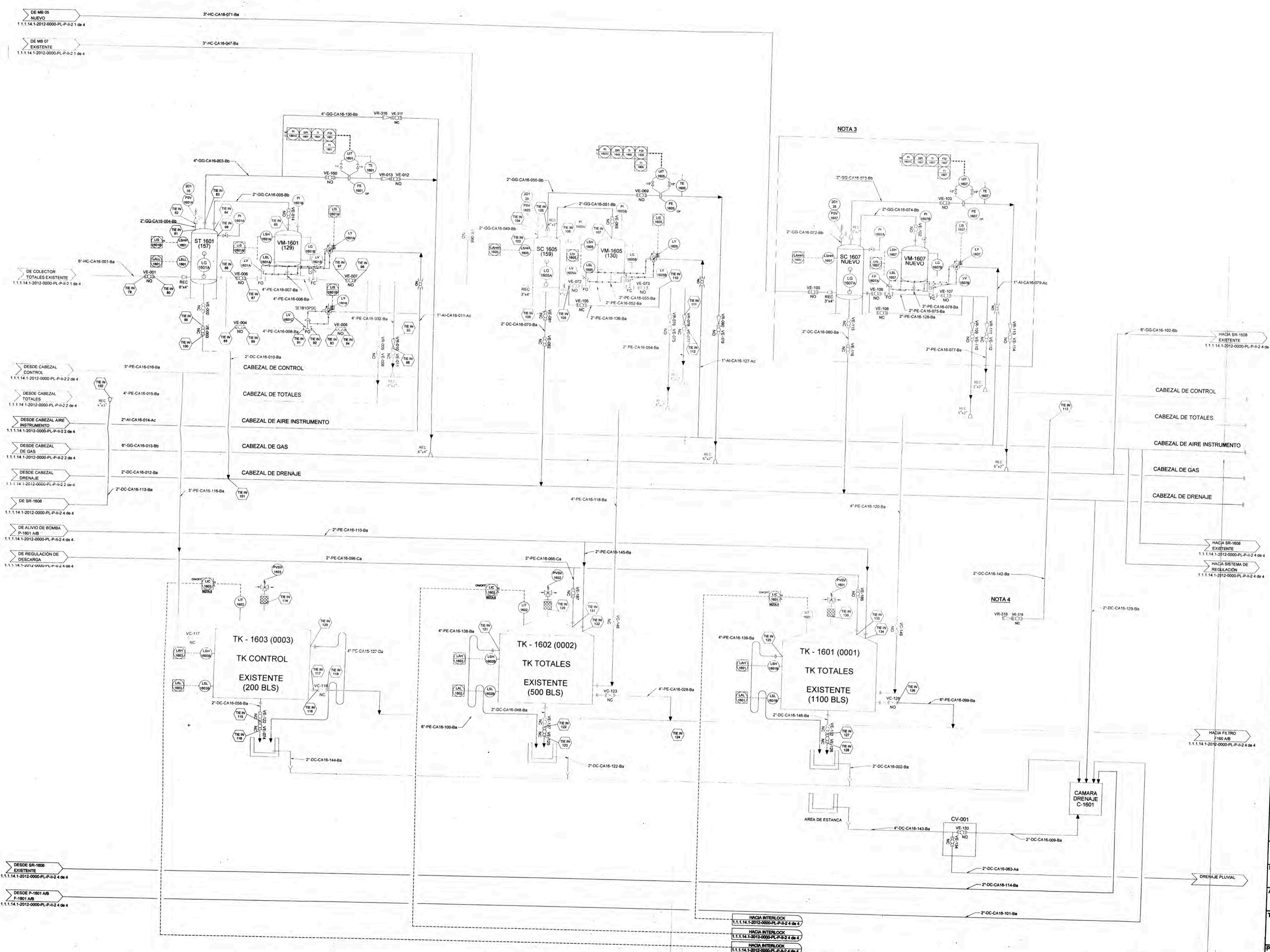
0	INGENIERÍA BÁSICA	11/01	C.F.	L.A.	A.D.P.
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	EJEC.	VERIF.	APROB.

LAS INFORMACIONES DE ESTE DOCUMENTO SON PROPIEDAD DE LA PETROBRAS, SIENDO PROHIBIDA LA UTILIZACIÓN FUERA DA SU FINALIDAD.

CLIENTE:	LOTE X
PROYECTO:	DISEÑO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA CA-16
AREA:	PROCESOS
TITULO:	CA-16 DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION

PROY.	J.H.	EJEC.	C.F.	VERIF.	L.A.	APROB.	A.D.P.
ESCALA	S/E	FECHA	11/01	HOJA	2 de 4		

ST-1601 (SEP-0157) SEPARADOR TOTAL (EXISTENTE) DIA 55" O.D. LONG 8'11" CC PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85°F CAPACIDAD GAS 2.98 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 4888 BFPD	SC-1605 (SEP-0159) SEPARADOR CONTROL (EXISTENTE) DIA 30" O.D. LONG 8'04" CC PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85°F CAPACIDAD GAS 1.20 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 2181 BFPD	SC-1607 SEPARADOR CONTROL (NUEVO) DIA 24" O.D. LONG 8'11" CC PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85°F CAPACIDAD GAS 1.20 MMPCFD CAPACIDAD LIQUIDO 598 BFPD	VM-1601 (VM-0129) VOLUMETER TOTAL (EXISTENTE) DIA 36" O.D. LONG 4'8" CC PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85°F CAPACIDAD 5.0 BLS	VM-1605 (VM-0130) VOLUMETER CONTROL (EXISTENTE) DIA 24" O.D. LONG 2'0" CC PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85°F CAPACIDAD 1.0 BLS	VM-1607 VOLUMETER CONTROL (NUEVO) DIA 24" O.D. LONG 2'0" CC PRESION OPERACION 19.8 PSIG TEMP OPERACION 85°F CAPACIDAD 1.0 BLS	TKS-1601 (TKS-0001) TANQUE TOTALES (EXISTENTE) DIA 21'2" O.D. ALT 17'8" PRESION OPERACION ATMOSFERICA TEMP OPERACION 85°F CAPC 1100 BLS	TKS-1602 (TKS-0002) TANQUE TOTALES (EXISTENTE) DIA 15'2" O.D. ALT 16'0" PRESION OPERACION ATMOSFERICA TEMP OPERACION 85°F CAPC 500 BLS	TKS-1603 (TKS-0003) TANQUE CONTROL (EXISTENTE) DIA 12'0" ALT 19'0" PRESION OPERACION ATMOSFERICA TEMP OPERACION 85°F CAPC 200 BLS
--	--	--	---	---	---	---	--	---



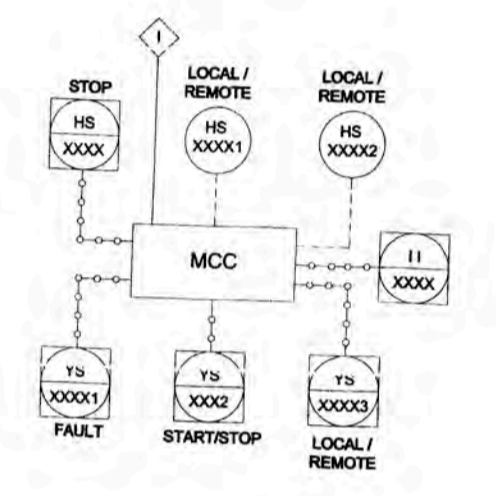
NOTA 3

NOTA 4

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NOTAS GENERALES

1. La Linea indica la continuación del Manifold de Batería.
2. La numeración de las válvulas de los Manifold de Campo, no guardan continuidad con las válvulas de Batería.
3. Limite de Paquetizado.
4. Conexión para Bomba que se colocara a futuro en la camara de drenaje.
5. La selección del tanque a operar, se realiza manualmente a travez del HMI del PLC.
6. Los lazos de control del sep. de totales, sep. de control, scrubber, bombas, compresor de aire instrumento, medición de gas y sist. de regulación a descarga son ejecutados en el PLC-CA16.
7. Detalle.



LEYENDA DE LINEAS Y EQUIPOS

- LINEA NUEVA
- - - LINEA EXISTENTE
- - - L.B. - LIMITE DE BATERIA

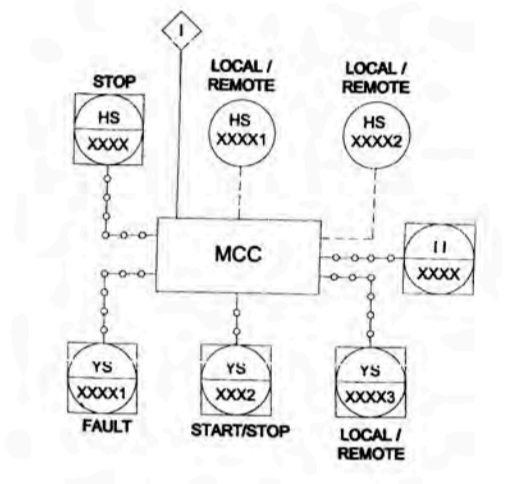
0	INGENIERIA BASICA	11/01	C.F.	LA	A.D.P.
REV.	DESCRIPCION	FECHA	EJEC.	VERIF.	APROB.
LAS INFORMACIONES DE ESTE DOCUMENTO SON PROPIEDAD DE LA PETROBRAS, SIENDO PROHIBIDA LA UTILIZACION FUERA DE SU FINALIDAD.					
CLIENTE: LOTE X					
PROYECTO: DISEÑO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA CA-16					
AREA: PROCESOS					
TITULO: CA-16 DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION					
PROY.	J.H.	EJEC.	C.F.	VERIF.	LA
ESCALA	S/E	FECHA	11/01	HOJA	A.D.P.
3 de 4					

(EXISTENTE)
 DA 2" O D
 LONJO 8.33 CC
 PRESION OPERACION 19.8 PSIG
 TEMP OPERACION 85 °F
 CAPACIDAD GAS 2.98 MMPCFD
 CAPACIDAD LIQUIDO 1118 BFPD

(EXISTENTE)
 TPO RECIPROCANTE STORK SP-4500
 SERIE 823
 TAMAÑO 3-4 1/2" x 6"
 P DISEÑO 583 PSI
 POTENCIA 12 HP
 CAPACIDAD 1824 BPD

NOTAS GENERALES

1. La Linea indica la continuación del Manifold de Batería.
2. La numeración de las válvulas de los Manifold de Campo, no guardan continuidad con las válvulas de Batería.
3. Limite de Paquetizado.
4. Conexión para Bomba que se colocara a futuro en la camara de drenaje.
5. La selección del tanque a operar, se realiza manualmente a través del HMI del PLC.
6. Los lazos de control del sep. de totales, sep. de control, scrubber, bombas, compresor de aire instrumento, medición de gas y sist. de regulación a descarga son ejecutados en el PLC-CA16.
7. Detalle.



LEYENDA DE LINEAS Y EQUIPOS

- LINEA NUEVA
- LINEA EXISTENTE
- LIMITE DE BATERIA

0	INGENIERIA BASICA	11/01	C.F.	LA	A.D.P.
REV.	DESCRIPCION	FECHA	EJEC.	VERIF.	APROB.

LAS INFORMACIONES DE ESTE DOCUMENTO SON PROPIEDAD DE LA PETROBRAS, SIENDO PROHIBIDA LA UTILIZACION FUERA DA SU FINALIDAD.

CLIENTE: LOTE X

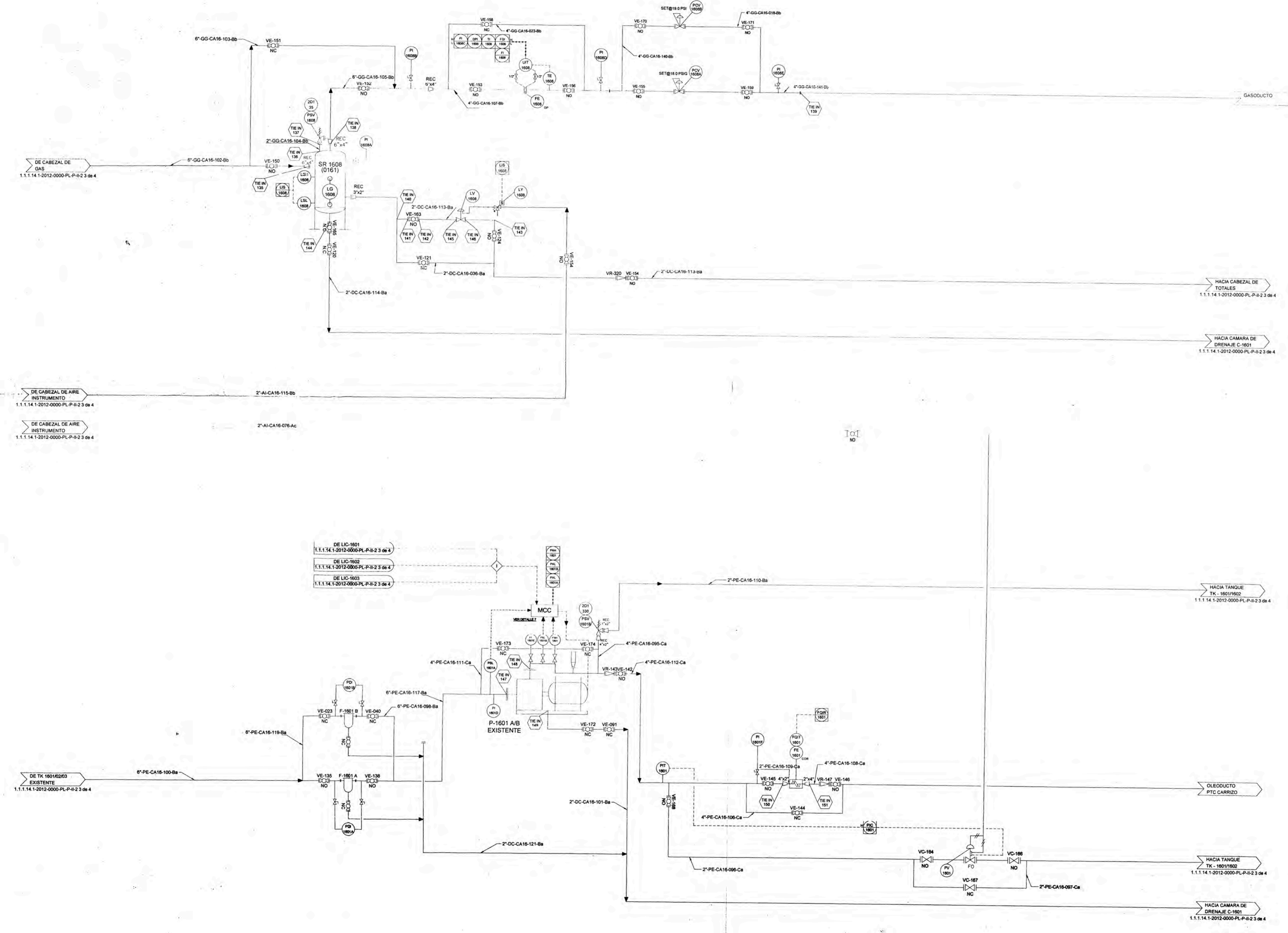
PROYECTO: DISEÑO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA CA-16

AREA: PROCESOS

TITULO: CA-16

DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION

PROY.	J.H.	EJEC.	C.F.	VERIF.	LA	APROB.	A.D.P.
ESCALA	S/E	FECHA	11/01	HOJA	4	de 4	





N - 9'523'350

N - 9'523'340

N - 9'523'330

N - 9'523'320

N - 9'523'310

N - 9'523'300

E - 486'390

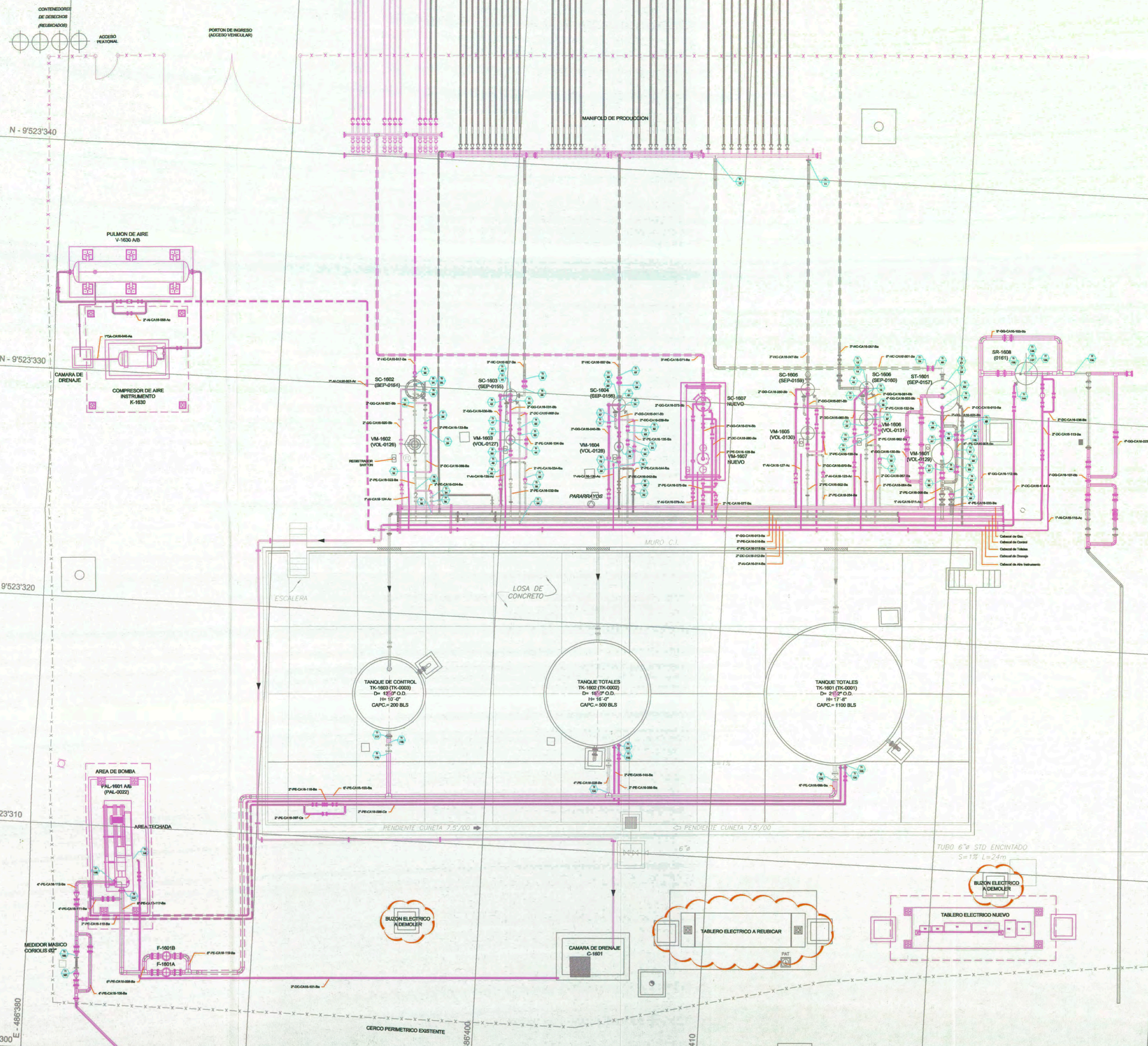
E - 486'390

E - 486'400

E - 486'410

E - 486'420

E - 486'430



LEYENDA

	LINEA NUEVA AEREA
	LINEA NUEVA ENTERRADA
	LINEA EXISTENTE AEREA
	LINEA EXISTENTE ENTERRADA
	EQUIPO NUEVO
	EQUIPO EXISTENTE
	BASE NUEVA
	CERCO AMPLIADO
	CERCO EXISTENTE

NOTAS GENERALES

0	INGENIERIA BASICA	11/01	L.A.	D.V.	A.D.P.
REV.	DESCRIPCION	FECHA	EJEC.	VERIF.	APROB.

LAS INFORMACIONES DE ESTE DOCUMENTO SON PROPIEDAD DE LA PETROBRAS, SIENDO PROHIBIDA LA UTILIZACION FUERA DE SU FINALIDAD.

CLIENTE:	LOTE X				
PROYECTO:	DISEÑO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA CA-16				
AREA:	MECANICA				
TITULO:	CA-16 LAY OUT				
PROY.	J.H.	EJEC.	L.A.	VERIF.	D.V.
ESCALA	S/E	FECHA	11/01	HOJA	1 de 4