



INGENIERÍA DE DETALLES CAMBIO DE MATERIAL LÍNEAS ELECTROLITO INTERPLANTA A HDPE MEL

REVISADO



BPI17009

☐ SIN COMENTARIOS

☒ CON COMENTARIOS

FECHA: 22Oct2017 POR: R. Barra

CÁLCULO DE VENTEOS

ELECTROLITO RICO

BPI17009-H-6000-CM005 Rev. B

B	20-09-17	Coordinación Interna	J. Miranda K. Parcon	H. Oberg	G. Acevedo		
A	11-09-17	Coordinación Interna	K. Parcon	H. Oberg	G. Acevedo		
REV.	FECHA	EMITIDO PARA	POR	L.D.	J.P.	REV.	APR.
BRASS							



BRASS Chile S.A.
Tecnología de punta
en transporte de fluidos



CLIENTE
BRASS Chile S.A.
Tecnología de punta
en transporte de fluidos

CONTROL DE PRODUCTOS

Revisado por: Cristina B

Fecha: 22/09/2017

CÁLCULO DE VENTEOS

ELECTROLITO RICO

BPI17009-H-6000-CM005 Rev. B

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	4
2	GENERALIDADES	5
2.1	OBJETIVO	5
2.2	LÍMITE DE BATERÍA.....	5
2.3	UNIDADES	5
2.4	IDIOMA.....	5
2.5	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES	5
2.6	REFERENCIAS	6
3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	7
3.1	PERFIL LONGITUDINAL	7
3.2	CAUDAL DE DISEÑO	7
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO	8
3.4	CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA.....	8
3.5	VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	10
3.6	CONFIGURACIÓN Y CLASE ASME ESTACIONES.....	10
3.7	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPESORES.....	11
3.8	UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VENTEO EXISTENTE.....	11
4	CRITERIOS DE DISEÑO	13
4.1	LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTEO	13
4.1.1	Puntos de Acumulación de Aire	13
4.1.2	Llenado/drenaje del Sistema	15
5	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	16
5.1	LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTEO	16
5.1.1	Arrastre de Burbujas	16
5.1.2	Drenaje y Llenado.....	17



BRASS Chile S.A.
Tecnología de punta
en transporte de fluidos

**Ingeniería de Detalles Cambio de Material Líneas
Electrolito Interplanta a HDPE – MEL
BPI17009**

6 CONCLUSIÓN _____ 19

CÁLCULO DE VENTEOS

ELECTROLITO RICO

BPI17009-H-6000-CM005 Rev. B

TABLAS

Tabla 1: Ubicación Estaciones Sistema de Transporte Electrolito Rico.....	7
Tabla 2: Caudal de Diseño.	8
Tabla 3: Parámetros Principales Sistema de Transporte de Electrolito Rico.....	8
Tabla 4: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Rico (desde Planta SX hasta <i>Tie-in</i> Km 0,09).	9
Tabla 5: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Rico (desde <i>Tie-in</i> km 16,31 hasta Planta EW).	9
Tabla 6: Caracterización Tubería Nueva Sistema de Electrolito Rico (desde <i>Tie-in</i> km 0,09 hasta <i>Tie-in</i> km 16,31)	10
Tabla 7: Distribución de Espesores Sistema de Transporte Electrolito Rico.	11
Tabla 8: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Rico	12
Tabla 9: Límite para el movimiento de burbujas.	14
Tabla 10: Ángulo crítico y contrapendiente, $Q = 1.875 \text{ m}^3/\text{h}$	16
Tabla 11: Detalle de los venteos.....	17

FIGURAS

Figura 1: Perfil Longitudinal Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	7
Figura 2: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Rico.....	12
Figura 3: Movimiento de la burbuja de aire en un ducto cerrado (H.T. Falvey) ...	14
Figura 4: Comparación seno del ángulo con ángulo crítico (α_c).	16
Figura 5: Operación de drenaje	18

1 INTRODUCCIÓN

Minera Escondida Limitada, en adelante MEL, ha solicitado a Brass Chile S.A., en adelante BRASS, el desarrollo de una Ingeniería de Detalles denominada “Cambio de Material Línea Electrolito Interplanta a HDPE”.

Actualmente el Electrolito Rico, obtenido en la planta de Sulfuros, es impulsado hasta el Estanque de Electrolito Rico ubicado en la planta de Óxidos; el sistema impulsa a través de un *pipeline* de aproximadamente 16,8 km, constituido por cañerías de acero inoxidable. De forma paralela y en sentido inverso, el Electrolito Pobre obtenido en la planta de Óxidos, es impulsado hacia la Planta de Sulfuros por un *pipeline* de igual longitud y mismo material.

El proyecto original de MEL contemplaba el uso únicamente de tuberías de acero inoxidable, que con el transcurso del tiempo, han presentado reiterados problemas de fugas atribuibles aparentemente a problemas de corrosión. Estos problemas han significado que las Líneas de Interplanta se encuentren actualmente, en algunas zonas, con un grado de deterioro importante, que ha significado realizar reemplazos de tuberías de acero inoxidable por tuberías de HDPE.

Con información proporcionada por MEL y soportada con la realización de estudios hidráulicos, se desarrollarán los trabajos necesarios que permitan validar, considerando todos los estándares y normas aplicables, los cambios de material realizados y/o en su defecto plantear modificaciones adicionales a las actuales configuraciones de la Líneas Interplanta.

2 GENERALIDADES

2.1 OBJETIVO

El presente documento tiene como objetivo principal calcular la cantidad de venteos, su posición y dimensión para del Sistema de Transporte Interplanta de Electrolito Rico de MEL.

Se establece como objetivo secundario, el chequeo de la ubicación de los venteos de la línea existente.

2.2 LÍMITE DE BATERÍA

El límite de batería establecido para el sistema de transporte del Electrolito Rico son los siguientes:

Desde: Las boquillas de alimentación a bombas 3500-5PP-278/279/280/281 que salen desde el estanque 3500-5TAA-221 ubicado en el patio de estanques y reactivos SX. Este estanque no es parte del alcance de este proyecto.

Hasta: La boquilla que alimenta al estanque 3500-5TAA-236 ubicado en el patio de estanques y reactivos EW. Este estanque no es parte del alcance de este proyecto.

2.3 UNIDADES

Se utilizarán las unidades indicadas en los códigos y normas a usar en el diseño, a objeto de facilitar la revisión en dichos códigos y normas. Los resultados finales serán convertidos a unidades del sistema internacional SI¹.

2.4 IDIOMA

El idioma a utilizar en el desarrollo del proyecto, y su documentación asociada, es el español.

2.5 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

El diseño del sistema actual de transporte de Electrolito Rico y sus complementos se efectuará de acuerdo al siguiente código y estándar:

- a) *American Society of Testing Materials (ASTM) “Standart Specification for Seamless, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes”,* referido a la edición 2004.
- b) Código ASME B31.4-2016 *“Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries”,* referido a la edición 2007.

¹ Una excepción a esta conversión son el diámetro nominal de las tuberías que será indicado en pulgadas.

2.6 REFERENCIAS

Las referencias utilizadas son las siguientes:

- c) Propuesta Técnica N° P-17065 para Minera Escondida Limitada para la Ingeniería de Detalle Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE, Revisión C.
- d) Planos de Planta y Perfil Longitudinal N° 2325-3350-210-DW-1001 al 2325-3350-210-DW-1012, correspondiente a la revisión *As-Built* Revisión Z.
- e) P&IDs Electrolito Rico:
 - 1) Plano N° 2325-3500-250-PI-1006, Revisión Z.
 - 2) Plano N° 2325-3350-250-PI-1001, Revisión Z.
 - 3) Plano N° 2325-3600-250-PI-1002, Revisión Z.
- f) Process Design Criteria for Electrowinning documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.
- g) Control Philosophy for Interplant Piping System de Fluor documento N° 2325-3350-225-TS-0021, Revisión B.
- h) Registro fotografico y Reporte Visita a Terreno documento N° BPI17009-G-6000-GR001, Revisión B.
- i) Información proveedor (*vendor*) Catálogo de productos de HDPE TEHMC.
- j) Información proveedor (*vendor*) KSB, documento *Pump Expected Performance Curves* para las bombas de Electrolito Rico (TAG N° 3500-5PPP-278 al 281), ver documento Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001 Revisión B.
- k) Información proveedor (*vendor*) ZURICH, documento *Data Sheet Control Valve* para las válvulas de control de Electrolito Rico (TAG N° 3600-PV-2221, 3500-FV-2415/2425/2435/2445), ver documento Bases y Criterios para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001 Revisión B.
- l) Informe Análisis Alternativas de Tubería para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-GR005 Revisión B.
- m) Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001 Revisión B.

3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1 PERFIL LONGITUDINAL

El trazado del sistema de transporte de Electrolito Rico, tiene una longitud de aproximadamente 16,41 km; este comienza en la Planta de Sulfuros, y finaliza en el Estanque de Electrolito Pobre en la Planta de Óxidos. En la Figura 1 se presenta el perfil longitudinal del trazado.

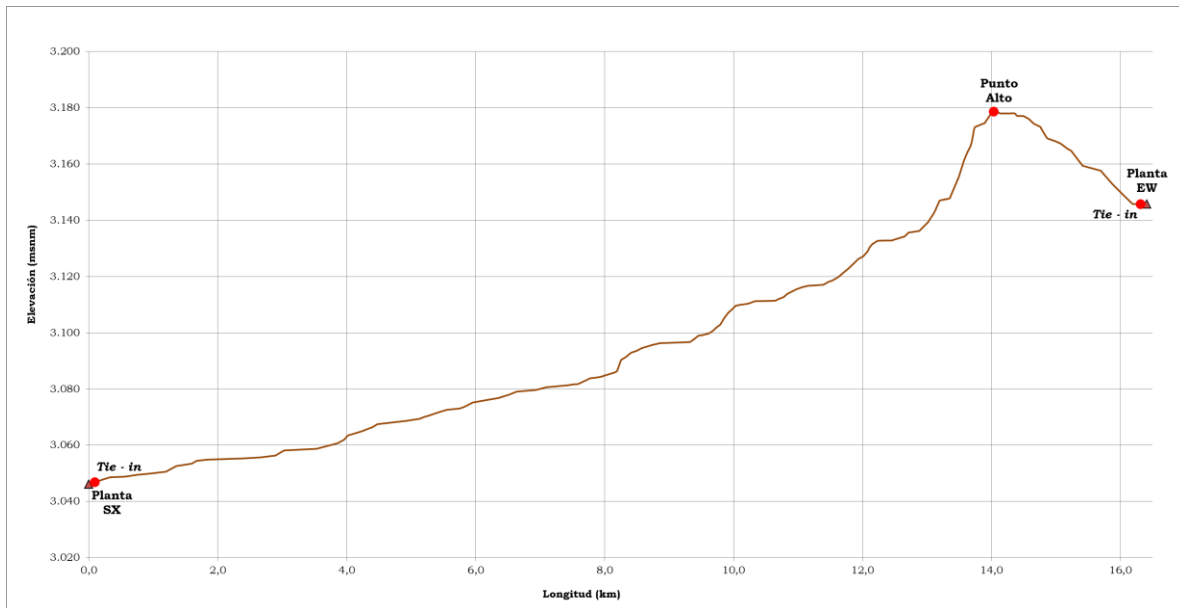


Figura 1: Perfil Longitudinal Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Estación	Nomenclatura	Kilometraje (km)	Elevación (msnm)	Observación	Coordenadas	
					Norte	Este
Planta de Sulfuros	SX	0,00	3.046,10	Existente	108.205,9	21.908,7
Tie-in	Tie-in 1	0,09	3.046,90	Nueva	108.279,1	21.966,3
Punto Alto	PA	14,03	3.179,36	Nueva	111.662,0	13.929,3
Tie-in	Tie-in 2	16,31	3.145,80	Nueva	109.554,3	13.632,7
Planta de Óxidos	EW	16,41	3.145,75	Existente	109.559,5	13.532,9

Tabla 1: Ubicación Estaciones Sistema de Transporte Electrolito Rico.

3.2 CAUDAL DE DISEÑO

La Tabla 2 indica el caudal de diseño del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Sistema	Caudal de Diseño (m ³ /h) ²
Electrolito Rico	1.875

Tabla 2: Caudal de Diseño.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO

Las características del fluido transportado por el Sistema de Transporte de Electrolito Rico se detallan a continuación en la Tabla 3.

Descripción		Unidades	Electrolito Rico
Gravedad Específica @ 24 °C		--	1,2
Viscosidad @ 24 °C		(mPa·s)	2
Temperatura ³		(°C)	40
Calor Específico		(kJ/kg °C)	3,23
Análisis Químico	Cu ++	(g/l)	55
	H ₂ SO ₄	(g/l)	157
	Fe (Total)	(g/l)	1,5
	Co++	(g/l)	100
	Cl-	(g/l)	30 (máx.)

Tabla 3: Parámetros Principales Sistema de Transporte de Electrolito Rico

3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA

Las características de la tubería existente y nueva (diámetro, material, espesores) a los largo del Sistema de Transporte de Electrolito Rico se presentan a continuación en las Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6.

Descripción	Unidades	Electrolito Rico
Material	--	Acero Inoxidable
Calidad Material	--	AISI 316L
SMYS	psi	25.000
	(MPa)	(172,375)

² Referencia *Process Design Criteria for Electrowinning* documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.

³ Dato obtenido durante la visita a terreno, desde pantallas de Sala de Control.

Descripción	Unidades	Electrolito Rico
Diámetro Tubería	pulg	24
	(mm)	(610)
Espesor Tubería	mm	9,53
Longitud	km	0,09
Rugosidad	mm	0,5 ⁴

Tabla 4: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Rico (desde Planta SX hasta Tie-in Km 0,09).

Descripción	Unidades	Electrolito Rico
Material	--	Acero Inoxidable
Calidad Material	--	AISI 316L
SMYS	psi	25.000
	(MPa)	(172,375)
Diámetro Tubería	pulg	24
	(mm)	(610)
Espesor Tubería	mm	9,53
Longitud	km	0,10
Rugosidad	mm	0,5 ⁴

Tabla 5: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Rico (desde Tie-in km 16,31 hasta Planta EW).

Descripción	Unidades	Electrolito Rico	
Material	--	Acero al Carbono	HDPE
Calidad Material	--	API 5L Gr. B	PE 100
SMYS	psi	35.000	--
	(MPa)	(241,32)	--
DR	--	--	9
Presión Nominal	bar	--	20

⁴ Referencia *Process Design Criteria for Electrowinning* documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.

Descripción	Unidades	Electrolito Rico	
Presión de trabajo @ 40 °C en 10 años de vida útil	Kg/cm ²	--	15,5
	psi	--	220,5
	kPa	--	1.520
Diámetro Tubería	pulg (mm)	24 (610)	28 (710)
Espesores Tubería	mm	9,53	79,3
Espesor de <i>liner</i>	mm	15,3	--
Longitud	km	9,50	6,72
Flanges	--	Clase ASME 300	
Rugosidad	mm	0,021	0,021

Tabla 6: Caracterización Tubería Nueva Sistema de Electrolito Rico (desde Tie-in km 0,09 hasta Tie-in km 16,31

3.5 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto se encontrará definida por la alternativa de material de tubería seleccionada para cada sistema de transporte. Para el caso que la alternativa seleccionada sea tubería de HDPE la vida útil corresponderá a 10 años y en el caso que se seleccione tubería de acero al carbono revestida con *Liner* de HDPE la vida útil de este material corresponderá a 25 años.

La definición de la vida útil de cada material de tubería se encuentra definida por el proveedor respectivo. Para mayor detalle ver documento Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico documento N° BPI17009-H-6000-DC001.

3.6 CONFIGURACIÓN Y CLASE ASME ESTACIONES

La configuración de los equipos de bombeo existentes TAG N°3500-5PPP-278 @ 281 en la estación de bombeo SX del Sistema de Transporte de Electrolito Rico; considera tres (3) bombas operativas y una (1) bomba *stand-by*, cada una de ellas capaz de impulsar 625 m³/h. El motor instalado para dichos equipos de bombeo tiene una potencia de 660 kW.

Además el Sistema de Transporte de Electrolito Rico considera la modificación del rodete de las bombas existentes TAG 3500-5PPP-278 @ 281 de 440 mm a 426 mm, esto con el fin de que el sistema de transporte pueda impulsar el caudal de diseño del sistema (1.875 m³/h) utilizando tres (3) equipos operativos.

De acuerdo a las presiones obtenidas en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico para el flujo de diseño (1.875 m³/h) en la condición de estado permanente (estacionario), se definió mantener la Clase ASME de las estaciones existentes.

3.7 DIÁMETRO DE LA TUBERÍA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPESORES

La distribución de espesores para la tubería existente y proyectada para el Sistema de Transporte de Electrolito Pobre se muestra a continuación en la Tabla 7.

Desde (km)	Hasta (km)	Diámetro Exterior (in)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Espesor Liner (mm)	Longitud (km)	Flange	Material	Observación
0,00	0,09	24	610	9.53	--	0,09	--	Acero Inoxidable AISI 316L	Existente
0,09	9,59	24	610	9,53	15,3	9,50	Clase ASME 300	Acero al Carbono API 5L Grado B	Proyectada
9,59	16,31	28	710	79,3	--	6,72	--	HDPE PE 100 PN 20	Proyectada
16,31	16,41	24	610	9,53	--	0,10	--	Acero Inoxidable AISI 316L	Existente

Tabla 7: Distribución de Espesores Sistema de Transporte Electrolito Rico.

Los valores indicados en las Tabla 7 deben ser verificados mediante simulación numérica de transientes, para mayor detalle ver documento N° BPI17009-H-6000-GR003 “Reporte Hidráulico Estado Transiente –Electrolito Rico”.

También se debe mencionar que los espesores señalados en la Tabla 7 fueron verificados a la presión de colapso, resistiendo adecuadamente la condición de vacío (presión de vapor).

3.8 UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VENTEO EXISTENTE

En la Nota número 5 del P&ID número 2325-3350-250-PI-1001, “Cañerías de Electrolito Rico, Pobre y Ácido Sulfúrico”, se explicita que en la línea actual del sistema de Transporte de Electrolito Rico existen siete (7) cámaras de venteos, las cuales están dispuestas según los planos de alineamiento 2325-3350-210-DW-1001 al 2325-3350-210-DW-1012 “Planta y Perfil Longitudinal”.

Luego de cotejar la información de la nota con los planos de alineamiento, se obtuvo la ubicación de las cámaras de venteo existentes.

Se consideró que la primera cámara de venteo (CV1) del Sistema de Transporte de Electrolito Pobre corresponde a la cámara de venteo número

siete (CV7) del Sistema de Transporte de Electrolito Rico, según la elevación de alineamiento del plano número 2325-3350-210-DW-1001. Además se consideró que de la ubicación y elevación de la cámara de venteo número 6 es la que se presenta en la Tabla 8, esta cámara de venteo se encuentra en la planta de alineamiento, pero no se encuentra en la elevación de alineamiento del plano número 2325-3350-210-DW-1002, Rev. Z.

En la siguiente tabla, se muestra la ubicación de los venteos existentes del sistema.

Cámaras de Venteo	Progresiva Planta SX – Planta EW		Progresiva Planos de Alineamiento ⁵		Referencia
	Ubicación	Elevación	Ubicación	Elevación	
	km	msnm	km	msnm	
CV1	5,81	3073,31	11,00	3073,31	2325-3350-210-DW-1008
CV2	7,81	3083,36	9,00	3083,36	2325-3350-210-DW-1007
CV3	10,81	3117,79	6,00	3117,79	2325-3350-210-DW-1005
CV4	11,81	3125,54	5,00	3125,54	2325-3350-210-DW-1004
CV5	14,41	3182,76	2,40	3182,76	2325-3350-210-DW-1002
CV6	14,96	3177,00	1,85	3177,00	2325-3350-210-DW-1003
CV7	16,46	3149,03	0,35	3149,03	2325-3350-210-DW-1001

Tabla 8: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Rico

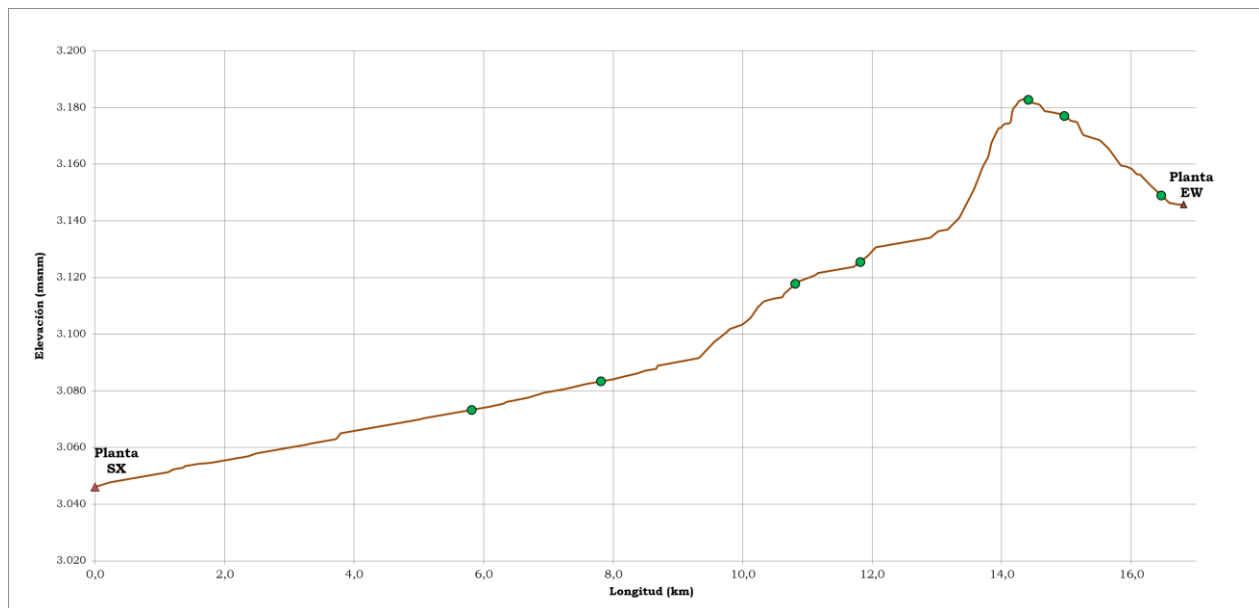


Figura 2: Ubicación de Cámaras de Venteo Existente Electrolito Rico.

⁵ Referencia Plano AS BUILT, No. 2325-3350-210-DW-1001 @ 2325-3350-210-DW-1012 “Planta y Perfil Longitudinal”, FLUOR.

4 CRITERIOS DE DISEÑO

Los objetivos de las válvulas de venteo serán los siguientes:

- Eliminar el aire (en puntos altos del trazado durante las operaciones de llenado de la línea principal).
- Permitir el ingreso de aire (durante las operaciones de drenaje).
- Permitir la evacuación de pequeñas cantidades de aire (“purga”, durante la operación normal del sistema).

Dado que cualquier instalación adicional generará mayor riesgo a la integridad del sistema general, debido a que se agregarán puntos de falla adicionales, este reporte considerará minimizar el número de válvulas de venteo en la línea y solo serán instaladas en los sectores donde exista acumulación de aire que requiera ser evacuado y en los puntos que se requiera el ingreso de aire para permitir el drenaje de la línea.

4.1 LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENTEO

4.1.1 Puntos de Acumulación de Aire

Para determinar los puntos teóricos de acumulación de aire se ha empleado la metodología de cálculo expresada en “*Air-Water Flow in Hydraulic Structures*” de Henry T. Falvey ⁽⁶⁾ la cual se basa en determinar una relación crítica entre el seno del ángulo del tramo de la tubería y flujo expresado en su forma adimensional. Esta relación describe un límite entre el movimiento del aire en sentido del flujo o en contra el sentido del flujo. Esta relación se presenta en la Figura 3.

⁶ Fuente: Henry T. Falvey. *Air Water Flow in Hydraulic Structures*. Water and Power Resource Service Engineering and Research Center. Engineering Monograph N° 41. The United States Department of Interior. Diciembre 1980. Página 51.

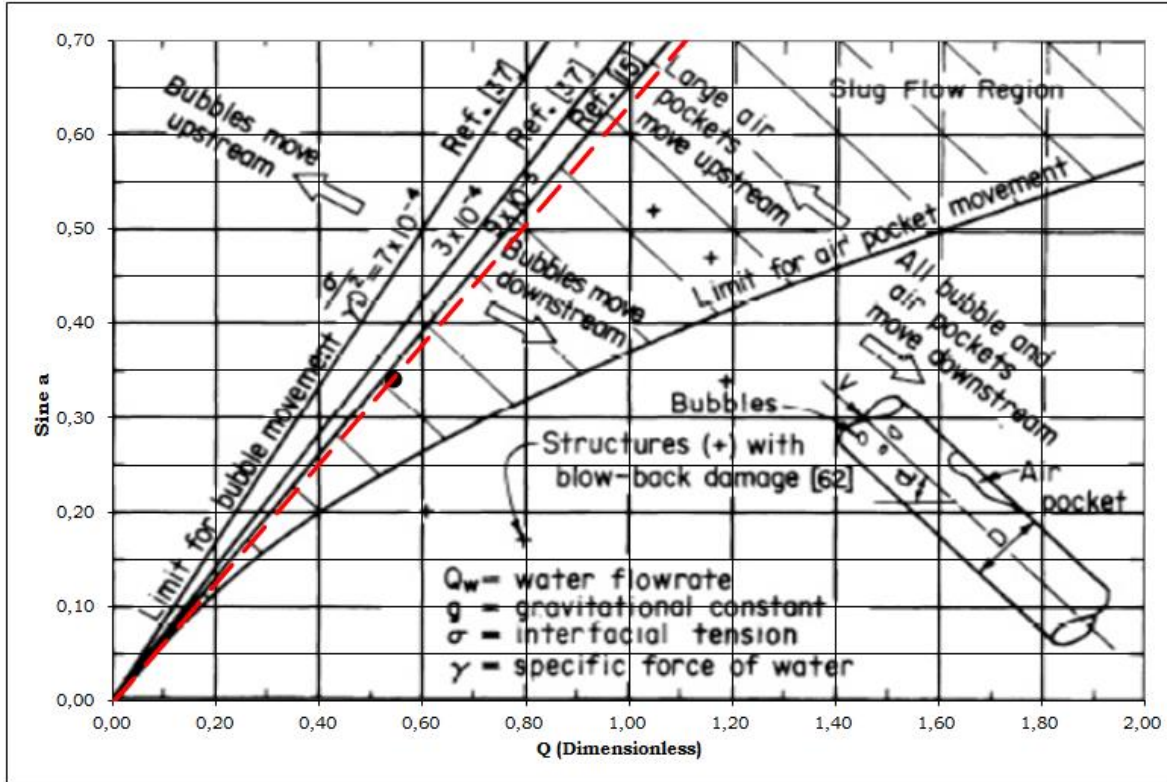


Figura 3: Movimiento de la burbuja de aire en un ducto cerrado (H.T. Falvey)

A partir de la gráfica presentada en la Figura 3, se calcula el límite para el movimiento de burbujas $\sigma/\gamma D^2$ para la temperatura considerada en el diseño de 40 °C (ver Tabla 9), por lo tanto se considera el límite para el movimiento de burbujas calculado para 40°C (línea roja punteada en Figura 3).

Temperatura [°C]	$\sigma/\gamma D^2$
40	$2,652 \times 10^{-5}$

Tabla 9: Límite para el movimiento de burbujas.

Dado lo anterior se determina la siguiente relación crítica entre el seno del ángulo y el flujo adimensional:

$$\text{seno}(\alpha_c) = 0,6324 \cdot \frac{Q_w^2}{g \cdot D^5}$$

Donde:

α_c : Ángulo crítico del eje de la tubería respecto a la horizontal tal que el flujo por la tubería no es capaz de arrastrar la burbuja de aire.

Q_w : Flujo de diseño (m^3/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

g : Aceleración de gravedad (m/s^2).

A partir de la relación anterior, se determinan los puntos dentro del trazado con pendiente en contra el sentido del flujo, que presenten un ángulo tal que el flujo no pueda arrastrar la burbuja. En el punto alto de estos tramos se instalarán válvulas de venteo para la evacuación del aire acumulado.

4.1.2 Llenado/drenaje del Sistema

Se dimensionan estos venteos de manera de permitir el adecuado llenado/drenaje de la línea.

Falta estimación de flujos de llenado y vaciado de la línea, para de esta forma definir las características de los venteos

5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

5.1 LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS DE VENDEO

5.1.1 Arrastre de Burbujas

Para el cálculo teórico de la ubicación de las válvulas de venteo, se ha considerado el flujo del sistema de $1.875 \text{ m}^3/\text{h}$.

A continuación se presenta el ángulo crítico y la contrapendiente crítica durante la operación de llenado del sistema:

Flujo [m^3/h]	Diámetro interno máximo [mm]	Velocidad mínima [m/s]	ac	Contrapendiente [%]
1.875	551	2,18	0,3485	36,34

Tabla 10: Ángulo crítico y contrapendiente, $Q = 1.875 \text{ m}^3/\text{h}$

Para todos los tramos del trazado, se calcula el seno del ángulo y se compara (Figura 4) con el valor de la Tabla 10.

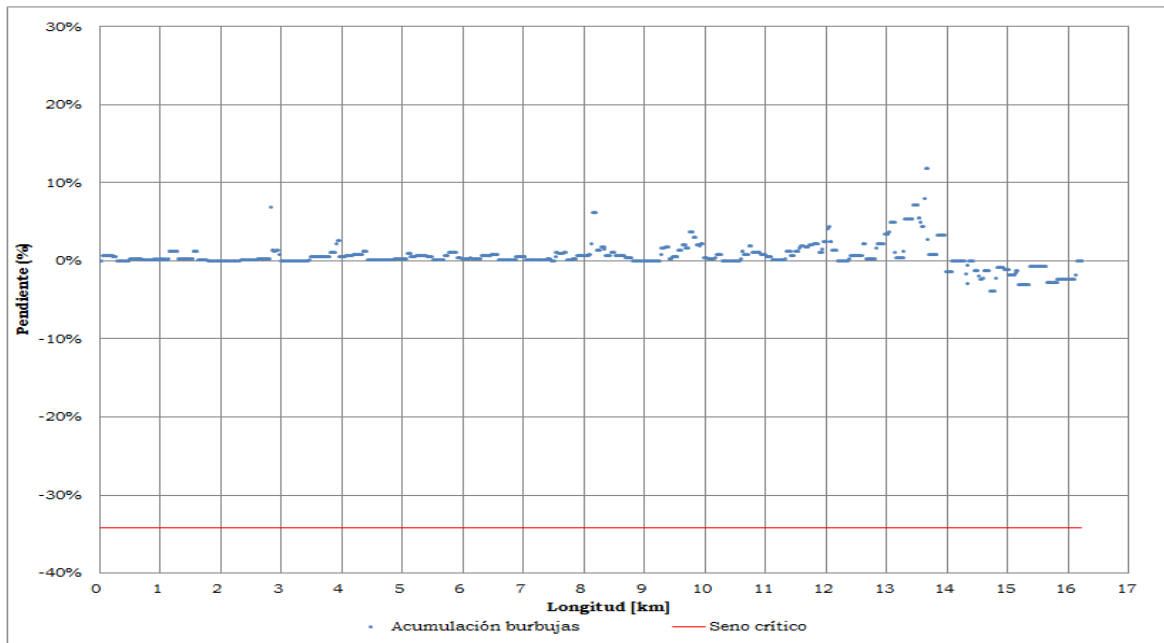


Figura 4: Comparación seno del ángulo con ángulo crítico (ac).

En base a la pendiente crítica calculada, se puede observar que no hay acumulación de burbujas en todos los tramos de la tubería. Por lo tanto, no es necesario utilizar venteos exclusivos para condición de arrastre de burbujas.

5.1.2 Drenaje y Llenado

En base a la información expuesta en la sección anterior, se define la ubicación de las cámaras de venteos.

Se considera utilizar una ubicación similar a las cámaras de venteo existente. Además, los nuevos venteos tendrán las mismas características de los venteos existentes.

Teniendo en cuenta las características del perfil, se puede identificar la función de las venteos dada su ubicación. A continuación se muestra detalle de estos venteos.

Cámaras de Venteo	Progresiva Proyecto Planta SX – Planta EW		Progresiva Planos de Alineamiento ⁷		Descripción	Diámetro ⁸ (pulg)	Caudal ⁹ de drenaje (m ³ /h)
	Ubicación	Elevación	Ubicación	Elevación			
	km	msnm	km	msnm			
CV1	5,55	3072,62	10,66	3072,62	Drenaje	2	1.970
CV2	8,29	3090,90	7,94	3090,90	Drenaje	2	1.970
CV3	10,03	3109,64	6,22	3109,64	Drenaje	4	1.970
CV4	12,19	3132,15	4,08	3132,15	Drenaje	4	1.970
CV5	14,03	3179,36	2,26	3179,36	Drenaje / Llenado	4	1.970
CV6	14,57	3176,36	1,76	3176,36	Drenaje	4	1.970
CV7	16,05	3148,79	0,26	3148,79	Drenaje	4	1.970

Tabla 11: Detalle de los venteos

A continuación se presenta el escenario de drenaje para un flujo de 1.875 m³/h y con 50 m de disipación en Planta SX.

Se debería estimar el flujo de vaciado o drenaje. No necesariamente corresponde al flujo de diseño de la impulsión.

Así como se plantea el escenario, esta implicando que hay un drenaje controlado, en la práctica el flujo será variable desde un máximo hasta un mínimo, dependiendo de la cota disponible y los elementos de disipación. Existen estos elementos ?. Debería incluirse una descripción y cálculo que involucre estos elementos.

⁷ Esta progresiva solo hace referencia a la tubería del Sistema del Electrolito Pobre, según los planos de alineamientos número BPI17009-C-6000-TP001 al BPI17009-C-6000-TP024

⁸ Estos diámetros deben ser confirmados por Vendor.

⁹ Este caudal considera una disipación en Planta SX de 50 m

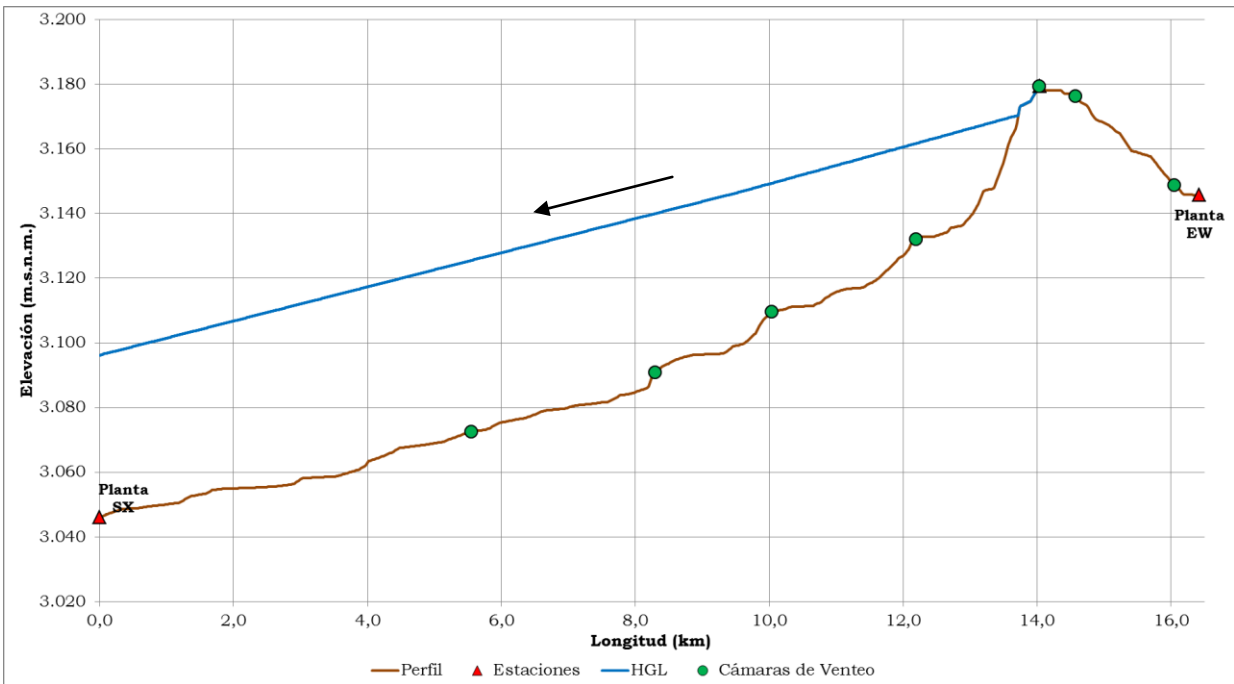


Figura 5: Operación de drenaje

Falta incluir un cálculo del llenado de la tubería y verificación de la capacidad de evacuar aire de los venteos que esta recomendando.

6 CONCLUSIÓN

A partir de los cálculos presentados en este documento, se concluye lo siguiente:

- a) En base a la pendiente crítica calculada, se puede observar que no hay acumulación de burbujas a lo largo de la tubería. Por lo tanto, no es necesario utilizar venteos exclusivos para la condición de arrastre de burbujas.
- b) Se considera utilizar una ubicación similar a las cámaras de venteo existentes.
- c) Las características de los nuevos venteos será la misma que la de los venteos existentes para operación de drenaje, llenado y purga.

Se debería hacer una inspección de los venteos actuales para verificar su operatividad, sobre todo que se esta recomendando usar de las mismas características.

¿Se constató que los venteos actuales no estan obstruidos por la cristalización del electrolito?, si fue así debería mencionarse ya que es un antecedente valioso. De lo contrario no podriamos recomendar mantener los mismos dispositivos.

Los capítulos 3.4 al 3.7 contienen información que no es relevante para la memoria. Se recomienda reducirlos para no perder el centro en el cálculo de venteos.