



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

REVISADO



- ☐ SIN COMENTARIOS
☒ CON COMENTARIOS

FECHA: 22Oct2017 POR: R. Barra

BPI17009

MEMORIA DE CÁLCULO ESTADO TRANSIENTE - ELECTROLITO RICO

BPI17009-H-6000-GR003 Rev. B

B	22-09-17	Aprobación Cliente					
A	20-09-17	Coordinación Interna	C. Alfaro	H. Oberg	G. Acevedo		
REV.	FECHA	EMITIDO PARA	POR	L.D.	J.P.	REV.	APR.
			BRASS			CLIENTE	



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



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

CONTROL DE PRODUCTOS

Revisado por: Cristina B.

Fecha: 22/09/2017

MEMORIA DE CÁLCULO ESTADO TRANSIENTE - ELECTROLITO RICO

BPI17009-H-6000-GR003 Rev. B

CONTENIDO

1	GENERALIDADES	6
1.1	INTRODUCCIÓN	6
1.2	OBJETIVO	6
1.3	LÍMITE DE BATERÍA	6
1.4	EXCLUSIONES	7
1.5	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES	7
1.6	SISTEMA DE UNIDADES	7
1.7	IDIOMA	8
1.8	REFERENCIAS	8
1.9	DEFINICIONES	9
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	10
2.1	PERFIL LONGITUDINAL	10
2.2	CAUDAL DE DISEÑO	10
2.3	CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO	11
2.4	VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	11
2.5	CONFIGURACIÓN Y CLASE ASME ESTACIONES	11
2.6	CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA	13
2.7	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPESORES	15
2.8	SETEO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	16
3	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	17
4	CASOS ANALIZADOS	19
4.1	SIMULACIÓN Y DESARROLLO	19
4.2	OPERACIÓN NORMAL	20
4.2.1	Partida Normal	20
4.2.2	Detención Normal	22

4.3	OPERACIÓN EVENTUALES O ACCIDENTALES.....	24
4.3.1	Corte de Energía.....	24
4.3.2	Cierre Accidental de Válvula.....	25
5	RESULTADOS	27
5.1	ESPESORES DE LA TUBERÍA.....	27
5.2	CLASE ESTACIONES Y PRESIONES DE OPERACIÓN NORMAL	27
5.3	VERIFICACIÓN ELEMENTOS DE ALIVIO	27
6	CONCLUSIONES	29

MEMORIA DE CÁLCULO ESTADO TRANSIENTE - ELECTROLITO RICO

BPI17009-H-6000-GR003 Rev. B

TABLAS

Tabla 1: Ubicación Estaciones Sistema de Transporte Electrolito Rico.	10
Tabla 2: Caudal de Diseño.	11
Tabla 3: Parámetros Principales Sistemas de Transporte de Electrolito Rico.	11
Tabla 4: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Rico (desde Planta SX hasta <i>Tie-in</i> Km 0,09).	13
Tabla 5: Caracterización Tubería Existente Sistema de Electrolito Rico (desde <i>Tie-in</i> km 16,31 hasta Planta EW).	14
Tabla 6: Caracterización Tubería Proyectada Sistema de Electrolito Rico (desde <i>Tie-in</i> km 0,09 hasta <i>Tie-in</i> km 16,31).	15
Tabla 7: Distribución de Espesores Sistema de Transporte Electrolito Rico.	15
Tabla 8: Presión de Seteo Preliminar para Dispositivo de Seguridad Estación Terminal EW.	16
Tabla 9: Máximas Presiones de Operación en las Estaciones del Sistema Durante la Partida.	22
Tabla 10: Máximas Presiones de Operación en las Estaciones del Sistema Durante la Detención.	24
Tabla 11: Máximas Presiones por Tramo para la Condición de Cierre Accidental de Válvula en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	26
Tabla 12: Máxima Presión y Clase ASME de las Estaciones del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	27
Tabla 13: <i>Set Point</i> y Holgura Operacional para Dispositivo de Seguridad en Estación Terminal EW.	27

FIGURAS

Figura 1: Perfil Longitudinal Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	10
Figura 2: Estación de Bombeo Electrolito Rico (Existente).	12
Figura 3: Estación de Monitoreo de Presión Punto Alto (Proyectada).	12
Figura 4: Estación Terminal Electrolito Rico (Existente).	13
Figura 5: Presiones del Sistema, Ejemplo.	20
Figura 6: Envoltorio de Presiones Máximas y Mínimas Durante la Partida del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	21

Figura 7: Envolverte de Presiones Máximas y Mínimas Durante la Detención del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	23
Figura 8: Envolverte de Presiones Máximas y Mínimas Luego de un Corte de Energía en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico.	24
Figura 9: Envolverte de Presiones Máximas y Mínimas Luego de un Cierre Accidental de Válvula en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico.....	25

ANEXOS

ANEXO I: HOJA DE DATOS EQUIPOS DE BOMBEO SISTEMAS DE TRANSPORTE DE ELECTROLITO RICO	30
ANEXO II: HOJA DE DATOS VÁLVULAS DE CONTROL SISTEMAS DE TRANSPORTE DE ELECTROLITO RICO	31

1 GENERALIDADES

1.1 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 desarrollan 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”.

1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente documento es verificar el correcto funcionamiento del Sistema de Transporte de Electrolito Rico ante eventos transientes.

Esta verificación se efectúa para validar y/o recomendar modificaciones (en caso de ser necesarias) a la distribución de espesores, la clase ASME y al seteo de los elementos de protección del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Las simulaciones a realizar contemplan la partida del sistema, detención del sistema, corte de energía y cierre accidental de válvula en la estación terminal EW.

1.3 LÍMITE DE BATERÍA

Los límites de batería establecidos para el Sistemas de Transporte de 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.

1.4 EXCLUSIONES

En este documento se excluye lo siguiente:

- a) Modificaciones al diseño del *piping* de la estación aguas arriba del empalme (*Tie-in*), es decir, aguas arriba del kilometro 0,090.
- b) Modificaciones al diseño del *piping* de la estación aguas abajo del empalme (*Tie-in*), es decir, aguas abajo del kilometro 16,31.
- c) Estudio y selección de alternativas de trazado.
- d) Normativa relacionada con otras áreas del proyecto (seguridad, materiales, soldadura, entre otras).

1.5 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

El diseño del Sistema de Transporte de Electrolito Rico y sus complementos se efectuará de acuerdo de los siguientes códigos, estándares y manuales:

- a) *American Society of Testing Materials (ASTM) “Standart Specification for Seamless, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes”*, referido a la edición 2004.
- a) *American Water Works Association Manual (AWWA) M55, “PE Pipe – Design and Installation”*, referido a la edición 2006.
- b) *American Petroleum Institute (API) “Specification for Polyethylene Line Pipe (PE)”*, referido a la edición 2008.
- c) TR-4 PPI *“Listing of HDB/HDS/SDB/PDB/MRS Ratings for Thermoplastic Piping Material sor Pipe”*, referido a la edición 2013.
- d) IGN 4-37-02 *“Design against Surge and Fatigue conditions for Thermoplastic Pipes”*, referido a la edición 1999.
- e) ISO 4427 – Parte 1/2 /3 *“Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes and fittings for wáter supply”*, referido a la edición 2007.
- f) Código ASME B31.4-2016 *“Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries”*, referido a la edición 2016.

1.6 SISTEMA DE UNIDADES

Se utilizarán las ecuaciones en las unidades indicadas en los códigos y normas a usar en el diseño, a objeto de facilitar su revisión en dichos

códigos y normas. Los resultados finales serán convertidos a unidades del sistema internacional SI¹.

1.7 IDIOMA

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

1.8 REFERENCIAS

Las referencias utilizadas son las siguientes:

- a) Propuesta Técnica N° P-17065 para Minera Escondida Limitada para la Ingeniería de Detalle Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE, Revisión C.
- b) Planos de Planta y Perfil Longitudinal N° 2325-3350-210-DW-1001 y 2325-3350-210-DW-1012, correspondiente a la revisión *As-Built* Revisión Z.
- c) Planos de Alineamiento N° BPI17009-C-6000-TP001 al BPI17009-C-6000-TP024, correspondiente a la revisión B.
- d) P&IDs Electrolito Rico:
 - 1) Plano N° 2325-3500-250-PI-1006, Revisión Z.
 - 2) Plano N° BPI17009-H-6000-PI001, Revisión B.
 - 3) Plano N° 2325-3600-250-PI-1002, Revisión Z.
- e) Process Design Criteria for Electrowinning documento N° 2325-0000-225-DC-0004, Revisión 1.
- f) Control Philosophy for Interplant Piping System de Fluor documento N° 2325-3350-225-TS-0021, Revisión B.
- g) Información proveedor (*vendor*) KSB, documento *Pump Expected Performance Curves* para las bombas de Electrolito Rico (TAG N° 3500-5PPP-278 al 281), ver documento N° BPI17009-H-6000-DC001 “Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico”, revisión B.
- h) Información proveedor (*vendor*) ZURICH, documento *Data Sheet Control Valve* para las válvulas de control de y Electrolito Rico (TAG N° 3600-PV-2221, 3500-FV-2415/2425/2435/2445), ver documento N° BPI17009-H-6000-DC001 “Bases y Criterios para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico”, revisión B.
- i) “Informe Análisis Alternativas de Tubería para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico”, documento N° BPI17009-H-6000-GR005 revisión B.

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

- j) “Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico”, documento N° BPI17009-H-6000-DC001 revisión B.
- k) “Memeoria de Cálculo Estado Estacionario – Electrolito Rico”, documento N° BPI17009-H-6000-MC003 revisión B.

1.9 DEFINICIONES

A continuación se define la siguiente nomenclatura a ser utilizada en el presente documento:

DS	:	Aguas abajo (<i>Downstream</i>).
US	:	Aguas Arriba (<i>Upstream</i>).
EW	:	Planta de Óxidos.
SX	:	Planta de Sulfuros
HGL	:	Línea de gradiente hidráulico (<i>Hydraulic Grade Line</i>).
MAOP	:	Presión máxima admisible para operación normal (<i>Maximum Allowable Operating Pressure</i>).
MASP	:	Presión máxima admisible para operación transiente (<i>Maximum Allowable Surge Pressure</i>).
m.c.f.	:	Metros columna de fluido (unidad de presión).
MOP	:	Presión máxima de operación normal (<i>Maximum Operating Pressure</i>).
m.s.n.m.	:	Metros sobre el nivel medio del mar.
SMYS	:	Tensión de fluencia mínima especificada (<i>Specified Minimum Yield Strength</i>).
TDH	:	Altura Dinámica Total (<i>Total Dynamic Head</i>).
SS	:	Estado permanente (estacionario).

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1 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 a continuación se presenta el perfil longitudinal del trazado.

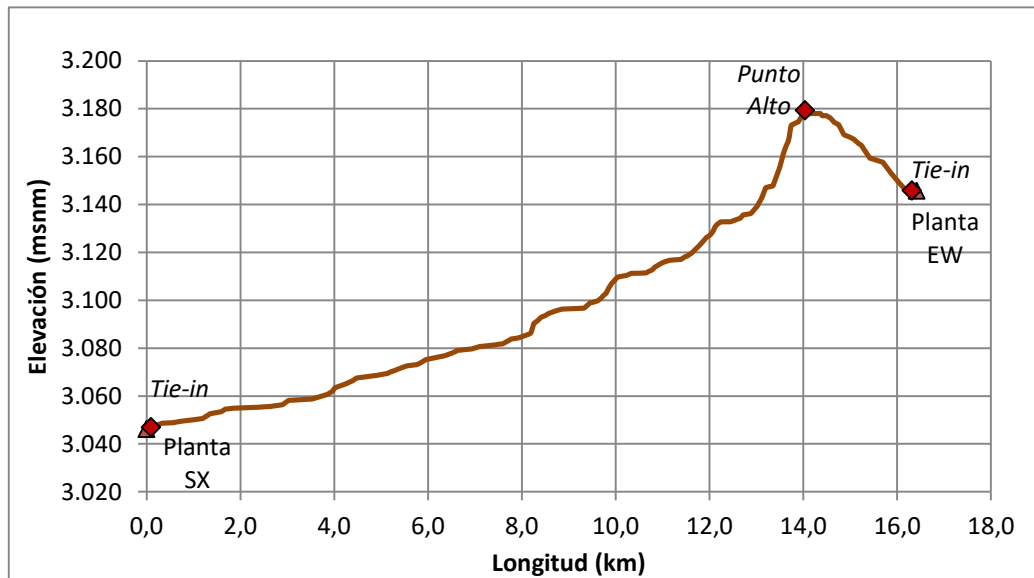


Figura 1: Perfil Longitudinal Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

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.

2.2 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.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO

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

Descripción		Unidades	Electrolito Rico
Gravedad Especifica @ 24 °C		--	1,2
Viscosidad @ 24 °C		(mPa*s)	2
Temperatura ³		(°C)	40
Calor Especifico		(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 (max)

Tabla 3: Parámetros Principales Sistemas de Transporte de Electrolito Rico.

2.4 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto se encuentra definida por el material de tubería seleccionado. Para la tubería de HDPE la vida útil corresponde a 10 años y en el caso de la 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 tubería se encuentra definida por el proveedor respectivo de cada material. Para mayor detalle ver documento N° BPI17009-H-6000-DC001 “Bases y Criterios de Diseño para los Sistemas de Transporte de Electrolito Pobre y Rico”; revisión B, sección 4.4.2, tabla 7.

2.5 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

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

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

stand-by, cada una de ellas capaz de impulsar $625 \text{ m}^3/\text{h}$. 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 ($1.875 \text{ m}^3/\text{h}$) utilizando tres (3) equipos operativos.

De acuerdo a las presiones obtenidas en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico para el flujo de diseño ($1.875 \text{ m}^3/\text{h}$) en la condición de estado permanente (estacionario), se definió mantener la Clase ASME de las estaciones existentes.

A continuación desde la Figura 2 a la Figura 4 se muestra configuración general del las estaciones del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

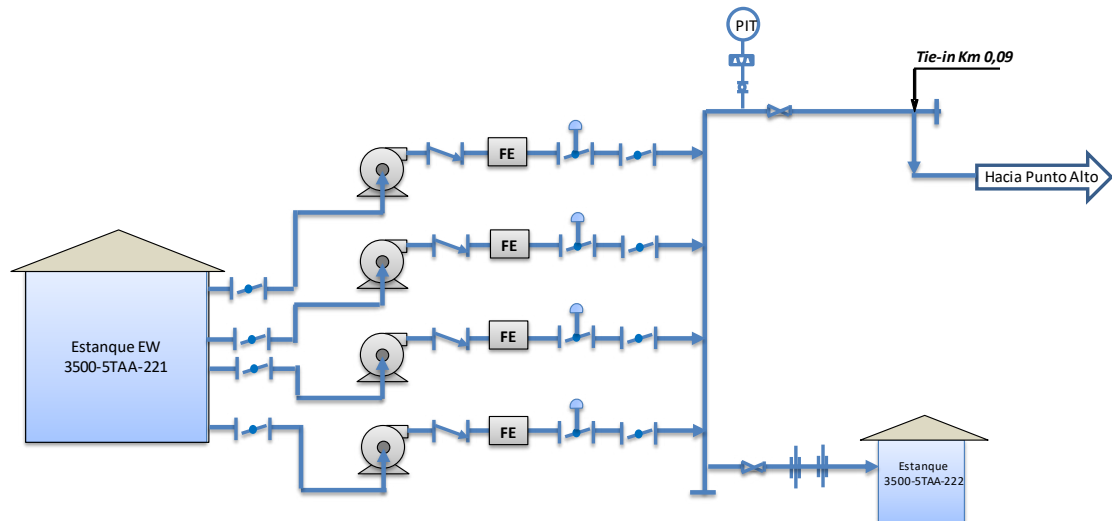


Figura 2: Estación de Bombeo Electrolito Rico (Existente).

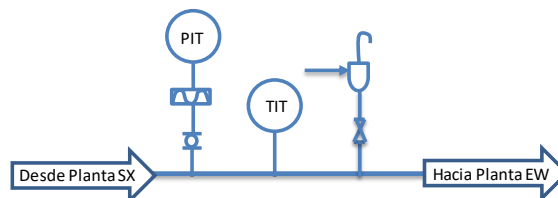


Figura 3: Estación de Monitoreo de Presión Punto Alto (Proyectada).

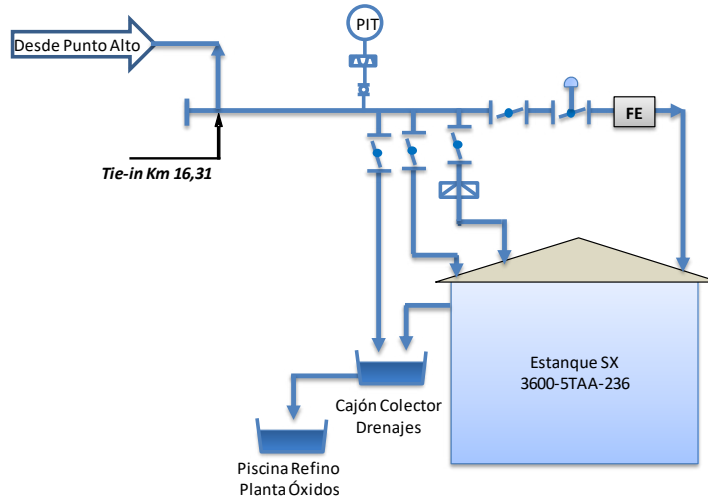


Figura 4: Estación Terminal Electrolito Rico (Existente).

2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA

Las características de la tubería existente y nueva (diámetro, material, espesores) a lo largo del Sistema 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)
Diámetro Tubería	pulg	24
	(mm)	(610)
Espesor Tubería	mm	9,53
Longitud	km	0,09
Rugosidad	mm	0,5

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

⁴ Referencia Calculation Report Interplant Pipelines de Fluor documento N° 2325-0000-250-CS-0021, Revisión 0.

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

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

⁵ Referencia Calculation Report Interplant Pipelines de Fluor documento N° 2325-0000-250-CS-0021, Revisión 0.

Descripción	Unidades	Electrolito Rico	
Material	--	Acero al Carbono	HDPE
Calidad Material	--	API 5L Gr. B	PE 100 PN 20
SMYS	psi	35.000	--
	(MPa)	(241,32)	--
DR	--	--	9
Presión Nominal	bar	--	20
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	24	28
	(mm)	(610)	(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 Proyectada Sistema de Electrolito Rico (desde Tie-in km 0,09 hasta Tie-in km 16,31).

2.7 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 Rico 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.

La distribución de espesores indicada en la Tabla 7 es parte del diseño de la ingeniería de detalles del proyecto Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE de MEL; la verificación de esta distribución se presenta en el capítulo 4 de este documento.

2.8 SETEO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

A continuación en la Tabla 8 se indica la presión de seteo estimada preliminarmente en el documento N° BPI17009-H-6000-CM003 “Memoria de Cálculo Estado Permanente –Electrolito Rico”, para el dispositivo de seguridad ubicado en la estación terminal EW.

Estación	TAG	Observación	Dispositivo	Presiones (kPa)			Clase ASME
				Máxima	Seteo	Mínima	
Planta EW	PSE - 3328	Modificado	Disco de Ruptura	1.170	1.114	1.058	300

Tabla 8: Presión de Seteo Preliminar para Dispositivo de Seguridad en Estación Terminal EW.

Las características de este dispositivo de seguridad de la estación terminal son parte del diseño de la ingeniería de detalles del proyecto Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE de MEL; la verificación de este valor se presenta en el capítulo 4 de este documento.

3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El programa de simulación desarrollado por BRASS International en Estados Unidos, se basa fundamentalmente en un esquema numérico, utilizado para la resolución de un sistema de dos (2) ecuaciones en derivadas parciales que representan las condiciones de balance de energía y cantidad de movimiento de un flujo al interior de una tubería.

Estas dos (2) ecuaciones diferenciales, escalares (no vectoriales) en derivadas parciales, son transformadas en un sistema equivalente de cuatro (4) ecuaciones diferenciales totales (escalares), conocido en la literatura técnica como el método de las características. Ver “*Fluid Transient in Systems*” de E.B. Wylie y V.L. Streeter.

Este esquema permite simular las condiciones de presión y velocidad (o flujo) en el interior de una tubería frente a perturbaciones impuestas en los extremos de la (o las) tubería(s) que componen el sistema. Para ello se deben imponer condiciones de borde, que modelan generalmente las variaciones impuestas externamente a los diferentes tramos de las tuberías en sus extremos. Las condiciones de borde más frecuentes corresponden a válvulas, bombas, elementos disipadores, u otros dispositivos mecánicos que regulan las condiciones de flujo en la(s) tubería(s). A continuación, se entregan las ecuaciones asociadas a modo de referencia:

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\lambda V |V|}{2D} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{2g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0$$

Estas ecuaciones de carácter básico para la descripción del fenómeno, son transformadas (“desacopladas”) para obtener una formulación más conocida de las mismas, que puede ser consultada en la literatura técnica del área; las ecuaciones quedan expresadas de la siguiente manera:

Característica Positiva:

$$\frac{g}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{\lambda V |V|}{2D} = 0$$

$$\frac{dx}{dt} = +a$$

Característica Negativa:

$$\frac{g}{a} \frac{dH}{dt} - \frac{dV}{dt} - \frac{\lambda V |V|}{2D} = 0$$

$$\frac{dx}{dt} = -a$$

Donde:

- H : Carga hidráulica (m).
- V : Velocidad de flujo en la tubería (m/s).
- D : Diámetro de la tubería (m).
- t : Tiempo (s).
- a : Celeridad de la onda de presión (m/s).
- g : Aceleración de gravedad (m/s²).
- x : Distancia longitudinal tubería (m).
- λ : Coeficiente de fricción de Colebrook.

La longitud de la tubería es dividida en un número finito de puntos de cálculo, y en cada uno de dichos puntos, se realiza el cálculo de este sistema de cuatro ecuaciones, partiendo desde una condición conocida (estado estacionario) en el tiempo de inicio de la simulación y llevando a cabo el cálculo para una perturbación del sistema, para cada instante de tiempo (intervalos de tiempo conocidos) hasta lograr una nueva condición de estado estacionario del mismo sistema.

4 CASOS ANALIZADOS

Los cálculos fueron realizados tomando en consideración el caso de transporte correspondiente al caudal de diseño ($1.875 \text{ m}^3/\text{h}$).

Para la condición de simulación definida se verifica la partida, detención, corte de energía y cierre accidental de la válvula en la estación terminal.

En cada caso se verifica que la presión se mantenga dentro de los límites permisibles y que los espesores y flanges sean capaces de soportar la onda de presión generada por las situaciones mencionadas previamente, manteniendo las holguras establecidas.

Además se verifica que la activación de los dispositivos de seguridad sea capaz de proteger la integridad estructural del sistema.

4.1 SIMULACIÓN Y DESARROLLO

Se utilizó para la simulación los mismos parámetros indicados en el documento N° BPI17009-H-6000-CM003 “Memoria de Cálculo Estado Permanente – Electrolito Rico”.

La simulación consideró la modificación del rodete de las bombas existentes a 423 mm. Además de considerar que el sistema tiene dos (2) válvulas de control de mariposa; la primera válvula ubicada en la descarga de cada bomba TAG 3500-5PPP-278 @ 281 (válvula TAG FV-3212/3222/3232/3242) de 10”, con una capacidad volumétrica (Cv) de $1.300 \text{ gpm}/\sqrt{\text{psi}}$; y la segunda ubicada a la llegada de la estación terminal antes del estanque TAG 3600-5TAA-236 (válvula TAG PV-2211) de 12”, con una capacidad volumétrica (Cv) de $2.600 \text{ gpm}/\sqrt{\text{psi}}$. Para mayor detalle sobre la curva de las bombas y las válvulas de control ver Anexo I y Anexo II, respectivamente.

Para efectos de simulación para la detención del sistema se consideró un tiempo de cierre efectivo de 30 segundos y en el caso del cierre accidental de la válvula en terminal se consideró un tiempo de cierre efectivo de 5 segundos.

A continuación en la Figura 5 se muestra un esquema de ejemplo para las envolventes de presiones, donde se indica a que corresponde cada curva mostrada.

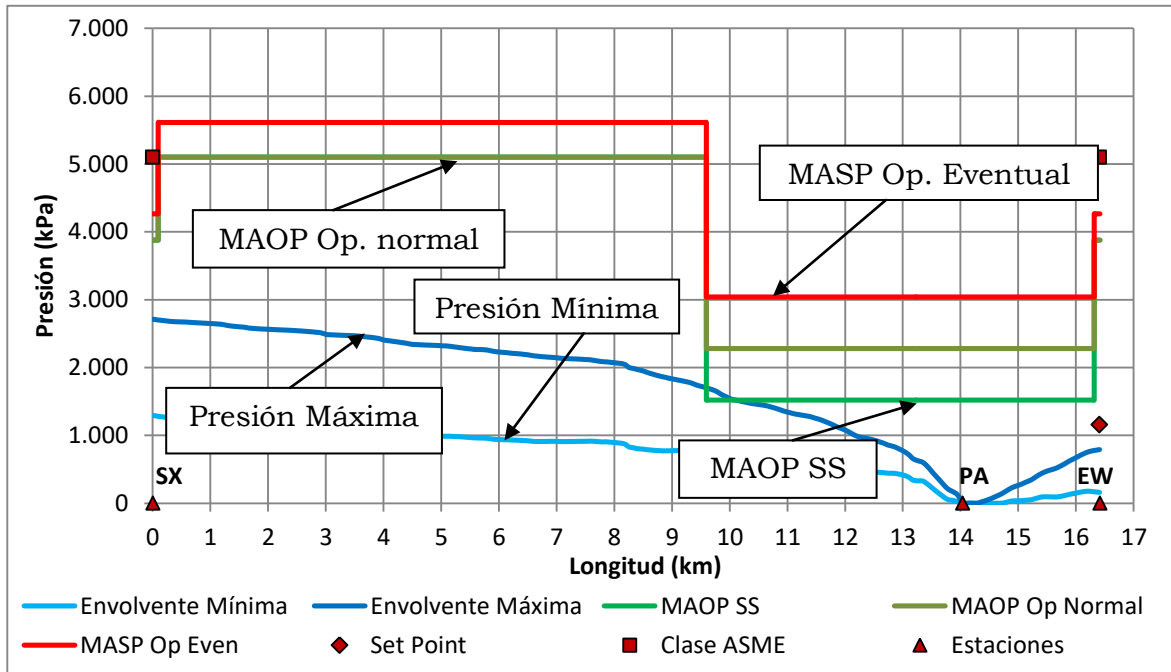


Figura 5: Presiones del Sistema, Ejemplo.

4.2 OPERACIÓN NORMAL

4.2.1 Partida Normal

La partida del sistema de Transporte de Electrolito Rico comienza desde la condición de sistema detenido.

El procedimiento de partida normal es el siguiente:

- Se debe verificar que se encuentren habilitados los lazos de control asociados a las válvulas de control FV y PV.
- Las válvulas de control FV en la descarga de las bombas deben encontrarse cerradas al inicio de la partida.
- Luego se debe indicar el *set point* de flujo, para que las válvulas de control comiencen a abrirse de acuerdo a dicho valor cuando se inicie la partida del sistema.
- La válvula de control PV a la llegada en la estación terminal EW debe encontrarse cerrada cuando las bombas no se encuentran operativas.
- Antes de dar partida a los equipos de bombeo se debe dejar parcialmente abierta en un 20% la válvula PV en la estación terminal EW, con el fin de evitar que el sistema se drene durante la partida de este.

- f) Se debe dar partida a los equipos de bombeo de uno en uno, confirmando la lectura de flujo en el flujometro que se encuentra en la descarga de cada bomba, antes de dar el comando de partida al siguiente equipo de bombeo.
- g) Después de haber confirmado la partida de los equipos de bombeo se debe indicar el *set point* de presión, para que la válvula de control en la estación terminal comience a abrirse de acuerdo a dicho valor.

El procedimiento de partida del Sistema de Transporte de Electrolito Rico se debe mantener de acuerdo a los lineamientos que se realizan actualmente, los puntos detallados anteriormente solo complementan el procedimiento actual. Es importante mencionar que este procedimiento debe ser validado durante el comisionamiento y puesta en marcha del proyecto, en caso de ser necesaria una modificación, esta deberá ser aprobada por el responsable de la ingeniería de detalles y de las pruebas.

La Figura 6 presenta las presiones máximas y mínimas generadas a lo largo del sistema durante una operación normal de partida.

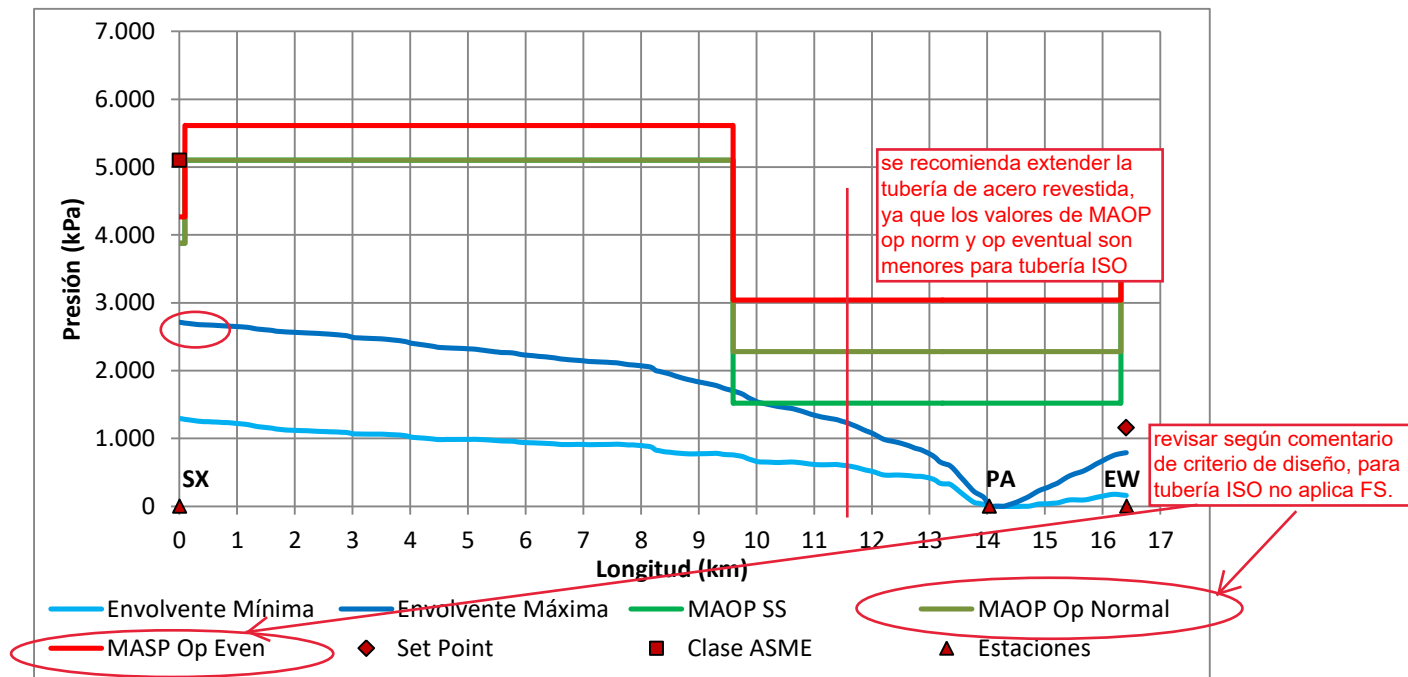


Figura 6: Envoltente de Presiones Máximas y Mínimas Durante la Partida del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Se observa en la Figura 6 que durante el procedimiento de partida normal las presiones generadas a lo largo del sistema se mantienen dentro de los límites admisibles.

Además, esta operación genera cortes de columna en el punto alto. Sin embargo, esto no generará problemas operacionales debido a que el espesor de la tubería en esta zona está diseñado para soportar presiones de vacío al interior la tubería del sistema. Es importante mencionar que esta condición de operación es sólo temporal, ya que la presión se recuperará después de que la válvula de control en la estación terminal se ajuste al valor de *set point* (124 kPa).

A continuación, en la Tabla 9, se muestran las presiones máximas en las estaciones del sistema durante la partida de este.

Estación	Kilometraje (km)	Elevación (msnm)	Presión Máxima (kPa)	
			US	DS
Planta SX	0,00	3.046	--	2.712
Punto Alto	14,03	3.179	0	
Planta EW	16,41	3.146	790	--

Tabla 9: Máximas Presiones de Operación en las Estaciones del Sistema Durante la Partida.

4.2.2 Detención Normal

La detención del sistema de Transporte de Electrolito Rico se realiza desde la estación de bombeo SX hasta la estación terminal EW.

El procedimiento de detención normal es el siguiente:

- La ejecución de la detención del sistema se realiza de manera manual.
- Se debe verificar que se encuentren habilitados los lazos de control asociados a las válvulas de control FV y PV.
- Se debe dar el comando de detención a los equipos de bombeo de uno en uno.
- Luego que se haya ejecutado el comando de detención del primer equipo de bombeo, se debe confirmar que la lectura de flujo (flujometro) en la descarga de dicho equipo sea cero, para luego dar el comando de detención al siguiente equipo de bombeo.
- Depués de realizar la detención del segundo equipo de bombeo; se debe realizar la detención del tercer equipo de bombeo y efectuar su correspondiente confirmación de lectura de flujo cero (flujometro) en la descarga de dicha bomba.
- Finalizada la detención de los equipos de bombeo se debe proceder a afectar el cierre de la válvula de control PV en la estación terminal EW. El tiempo de cierre de dicha válvula se ha configurado en un

tiempo efectivo de 30 segundos, con el objetivo de disminuir la envolvente de presiones durante el cierre y mantener la holgura operacional.

El procedimiento de detención del Sistema de Transporte de Electrolito Rico se debe mantener de acuerdo a los lineamientos que se realizan actualmente, los puntos detallados anteriormente solo complementan el procedimiento actual. Es importante mencionar que este procedimiento debe ser validado durante el comisionamiento y puesta en marcha del proyecto, en caso de ser necesaria una modificación, esta deberá ser aprobada por el responsable de la ingeniería de detalles y de las pruebas.

La Figura 7 presenta las presiones máximas y mínimas generadas a lo largo del sistema durante una operación normal de detención.

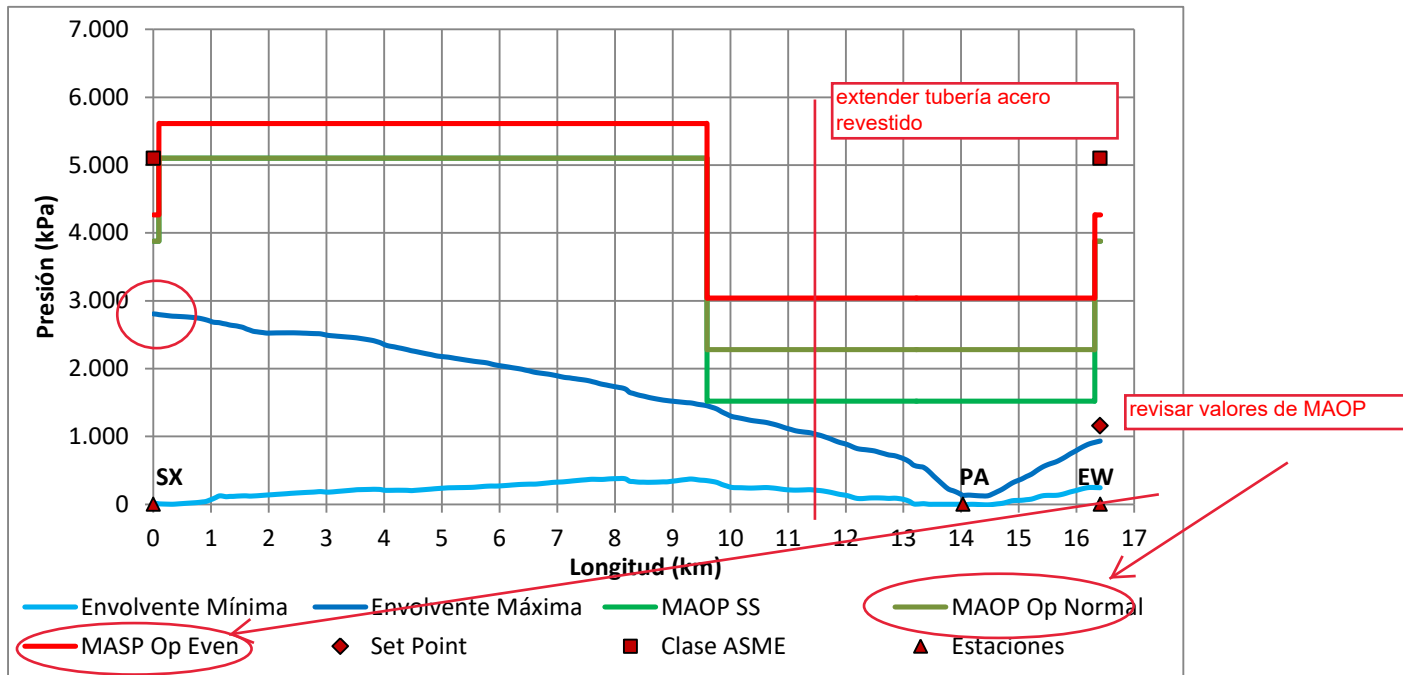


Figura 7: Envoltorio de Presiones Máximas y Mínimas Durante la Detención del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Se observa en la Figura 7 que durante el procedimiento de detención normal las presiones generadas a lo largo del sistema se mantienen dentro de los límites admisibles.

Además, esta operación genera cortes de columna en el punto alto. Sin embargo, esto no generará problemas operacionales debido a que el espesor de la tubería en esta zona está diseñado para soportar presiones de vacío al interior la tubería del sistema.

A continuación, en la Tabla 10, se muestran las presiones máximas en las estaciones del sistema durante la detención de este.

Estación	Kilometraje (km)	Elevación (msnm)	Presión Máxima (kPa)	
			US	DS
Planta SX	0,00	3.046	--	2.807
Punto Alto	14,03	3.179	128	
Planta EW	16,41	3.146	933	--

Tabla 10: Máximas Presiones de Operación en las Estaciones del Sistema Durante la Detención.

4.3 OPERACIÓN EVENTUALES O ACCIDENTALES

4.3.1 Corte de Energía

Luego de un corte de energía en la estación de bombeo SX, el operador deberá proceder con una detención del sistema, según el procedimiento de detención normal del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

La Figura 8 presenta las presiones máximas y mínimas a lo largo del sistema durante una operación de corte de energía en la estación de bombeo SX.

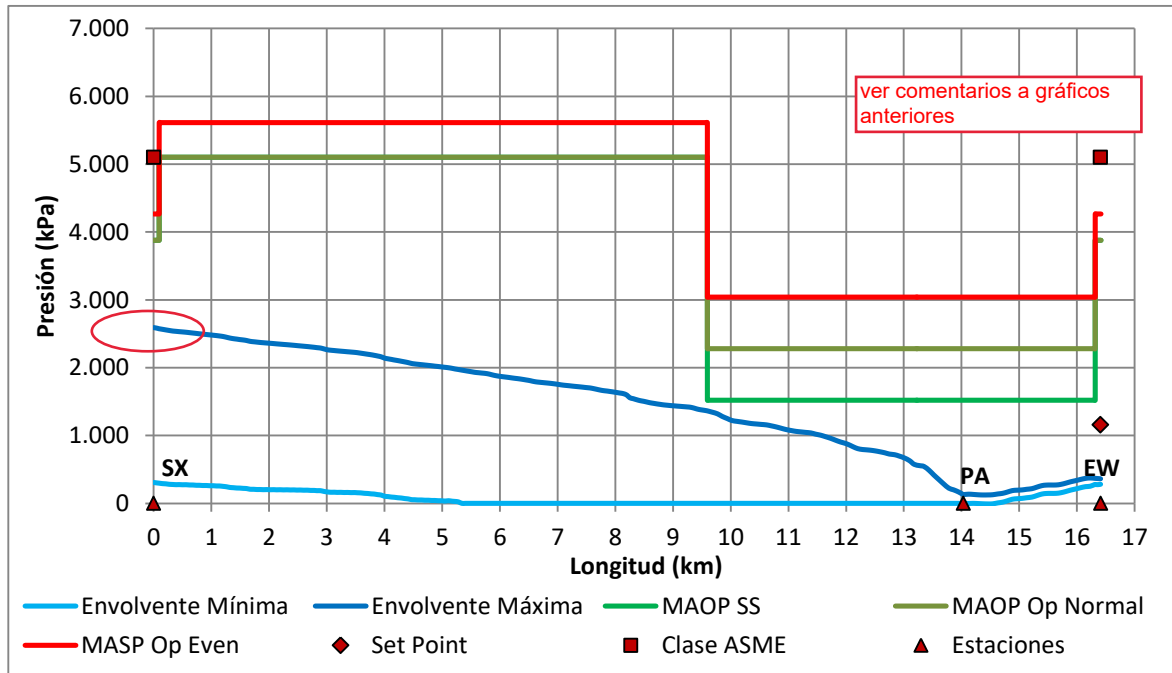


Figura 8: Envolvente de Presiones Máximas y Mínimas Luego de un Corte de Energía en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Las presiones mínimas muestran corte de columna temporales mientras se produce el corte de energía, entre los kilómetros 5 al 15 aproximadamente; este tramo se encuentra aguas abajo de la estación de bombeo SX hasta el punto alto del trazado donde se ubica la estación de monitoreo de presiones PA. Sin embargo, esto no generará inconvenientes operacionales debido a que el espesores de la tubería soportan la presión de vacío al interior de la tubería.

4.3.2 Cierre Accidental de Válvula

En esta sección se simula la activación del dispositivo de seguridad (disco de ruptura) de la estación mediante el cierre de la válvula de control PV de la estación terminal EW y se verifica que este provea la seguridad requerida a lo largo de la tubería.

La Figura 9 presenta las presiones máximas y mínimas a lo largo de la línea del sistema durante una operación de cierre accidental de la válvula en la estación terminal EW.

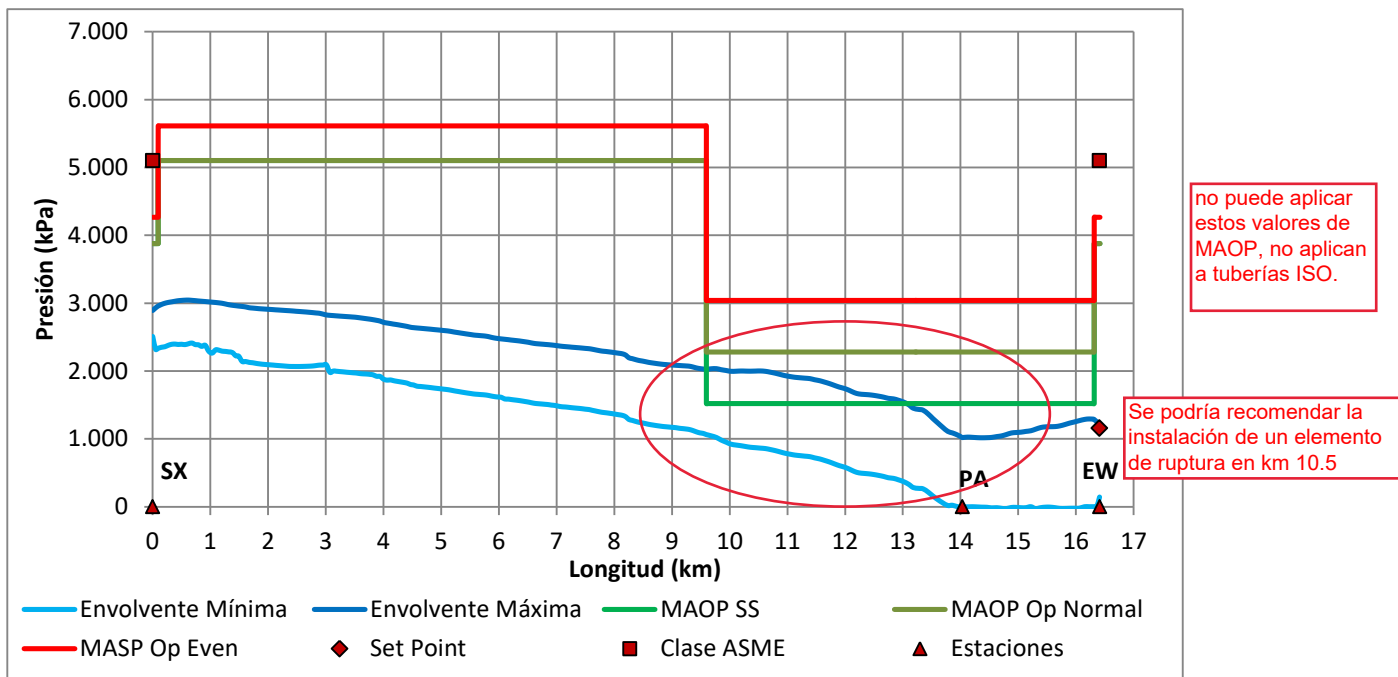


Figura 9: Envolvente de Presiones Máximas y Mínimas Luego de un Cierre Accidental de Válvula en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

A continuación, en la Tabla 11, se muestran las presiones máximas obtenidas a partir de la simulación de cierre accidental de la válvula de la estación terminal EW.

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

Desde (km)	Hasta (km)	Diámetro Exterior (in)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Espesor Liner (mm)	Longitud (km)	Clase ASME Flange	Material	MASP (kPa)	Presión Máxima (kPa)	Holgura (mcf)
0,00	0,09	24	610	9,53	--	0,09	--	Acero Inoxidable AISI 316L	4.266	2.956	111
0,09	9,59	24	610	9,53	15,3	9,50	300	Acero al Carbono API 5L Grado B	5.613	3.045	218
9,59	16,31	28	710	79,3	--	6,72	--	HDPE PE 100 PN 20	3.040	2.034	85
16,31	16,41	24	610	9,53	--	0,10	--	Acero Inoxidable AISI 316L	4.266	1.290	235

Tabla 11: Máximas Presiones por Tramo para la Condición de Cierre Accidental de Válvula en el Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

Las presiones máximas obtenidas en la simulación de cierre accidental dependen del *set point* del dispositivo de seguridad (disco de ruptura) ubicado en la estación terminal. Los resultados expuestos, son aquellos que se producen para un *set point* de 1.155 kPa, valor que fue modificado del *set point* estimado preliminarmente en el documento N° BPI17009-H-6000-CM003 “Memoria de Cálculo Estado Permanente –Electrolito Rico”.

5 RESULTADOS

5.1 ESPESORES DE LA TUBERÍA

En la Tabla 11 se observa la verificación de los espesores de la tubería desde la estación de bombeo SX hasta la estación terminal EW. Estos espesores han sido definidos en el documento N° BPI17009-H-6000-CM003 “ Memoria de Cálculo Estado Permanente –Electrolito Rico”.

Es importante mencionar que los espesores corresponden a los tramos de tubería disponibles para la construcción del Sistema de Transporte de Electrolito Rico y cumplen con las holguras mínimas requeridas por diseño.

5.2 CLASE ESTACIONES Y PRESIONES DE OPERACIÓN NORMAL

A partir de las simulaciones de partida normal y detención normal del sistema, se obtienen las máximas presiones de operación normal (MOP) del Sistema de Transporte de Electrolito Rico; estas presiones se presentan en la Tabla 12.

Estación	Kilometraje (km)	Elevación (msnm)	Clase ASME Estaciones (--)	MOP (kPa)		MAOP SS (kPa)	MAOP Op. Normal (kPa)	MASP Op. Eventual (kPa)	Presión Clase ASME (kPa)
				US	DS				
Planta SX	0,00	3.046	300	--	2.807	3.878	3.878	4.266	5.102
Punto Alto	14,03	3.179	--	128		1.520	2.280	3.040	--
Planta EW	16,41	3.146	300	933	--	3.878	3.878	4.266	5.102

Tabla 12: Máxima Presión y Clase ASME de las Estaciones del Sistema de Transporte de Electrolito Rico.

A partir de las presiones máximas generadas durante la operación normal, se observa que la clase ASME de las estaciones existentes se mantiene de acuerdo a lo señalado en el documento N° BPI17009-H-6000-CM003 “Memoria de Cálculo Estado Permanente –Electrolito Rico”.

5.3 VERIFICACIÓN ELEMENTOS DE ALIVIO

La verificación del dispositivo de seguridad (disco de ruptura) en la estación terminal EW se muestra a continuación.

Estación	TAG	Dispositivo	Presiones (kPa)			MOP (kPa)	Holgura Operacional	Clase ASME
			Máxima	Set Point	Mínima			
Planta EW	PSE - 3328	Disco de Ruptura	1.213	1.155	1.097	933	15,0%	300

Tabla 13: Set Point y Holgura Operacional para Dispositivo de Seguridad en Estación Terminal EW.

Se observa en la tabla anterior que el valor propuesto de *set point* para el dispositivo de seguridad (disco de ruptura) en el documento de estado permanente debió ser modificado para cumplir con las holguras operacionales requeridas por el diseño.

6 CONCLUSIONES

A partir de las modelaciones realizadas, se concluye lo siguiente:

- a) Las presiones de operación normal de partida y detención del sistema son menores a las presiones admisibles de cada tramo de espesor considerado para la tubería.
- b) Las presiones determinadas para operación eventual (cierre accidental de válvula en EW y corte de energía en SX), son menores a las presiones admisibles para eventos transientes en todos los tramos de espesores considerados para la tubería.
- c) En función de los puntos anteriores se validan los espesores y se mantiene la clase ASME de las estaciones existentes.
- d) De acuerdo a los resultados obtenidos el valor de *set point* del dispositivo de seguridad para la estación terminal EW es 1.155 kPa, con el fin de mantener la holgura de operación dentro de lo establecido en los criterios de diseño.

El informe parte de una premisa básica, los factores de servicio en transiente de las tuberías de HDPE, AWWA M55 aplica estos valores de 1,5 y 2, pero son para tuberías HDPE ASTM no ISO.

ANEXO I: HOJA DE DATOS EQUIPOS DE BOMBEO SISTEMAS DE TRANSPORTE DE ELECTROLITO RICO

KSB AKTIENGESELLSCHAFT

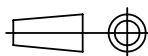
01-04-2005
CERTIFIED

PROJECT NAME : SULPHIDE LEACH
PROJECT NO. : 2325
PURCHASE ORDER : QD232500-460004-01
TAG NO. : 3500-5PPP-278 to 281
SERVICE : RICH ELECTROLYTE TRANSFER PUMP

ZEICHNUNGS-NR./DRAWING NO./N° PLAN

GEPR. VERIF.

BESTELLER-NR./PURCHASER NO./N° ACHETEUR

CAD
DAO

2005-04-01

VGP

1

BETREIBER-NR./CUSTOMER NO./N° CLIENT

2005-02-15

VGP

0

3500-5PPP-278 to 281

DATUM/DATE

NAME/NOM

ÄNDERUNG/REV.
MODIFICATION

KSB AUFTRAGS-NR./KSB ORDER NO./N° COMMANDE KSB

MASSSTAB/SCALE/ECHELLE

BAUREIHE-GROSSE/TYPE-SIZE

9970783692

KSB WERK-NR./KSB WORK NO./N° DE FABRICATION KSB

ZMI 480-03

283438 A-D

KSB

KSB AKTIENGESELLSCHAFT
PUMPEN VERFAHRENSTECHNIK

N° MEL: 2325-P46004-3500-255-DS-4001

PERFORMANCE CURVE

F7008712187

BLATT
SHEET
FEUILLEVON
OF
DEBITTE GRUNDSÄTZLICH BEI SCHRIFTVERKEHR ANGEBEN/
A INDiquer DANS TOUTE CORRESPONDANCE

SHOULD ALWAYS BE STATED IN CORRESPONDENCE/?

SEITE-NR.
PAGE

1

ANZAHL D. SEITEN
PAGE OF

2

BAHNHOFPLATZ 1, 91257 PEGNITZ ; POSTFACH 1360, 91253 PEGNITZ
TELEFON: (+49)09241 71-0, TELEFAX: (+49)09241 71-1792

TAG: 3500-5PPP-278@281

Flow: 625 (m³/hr)

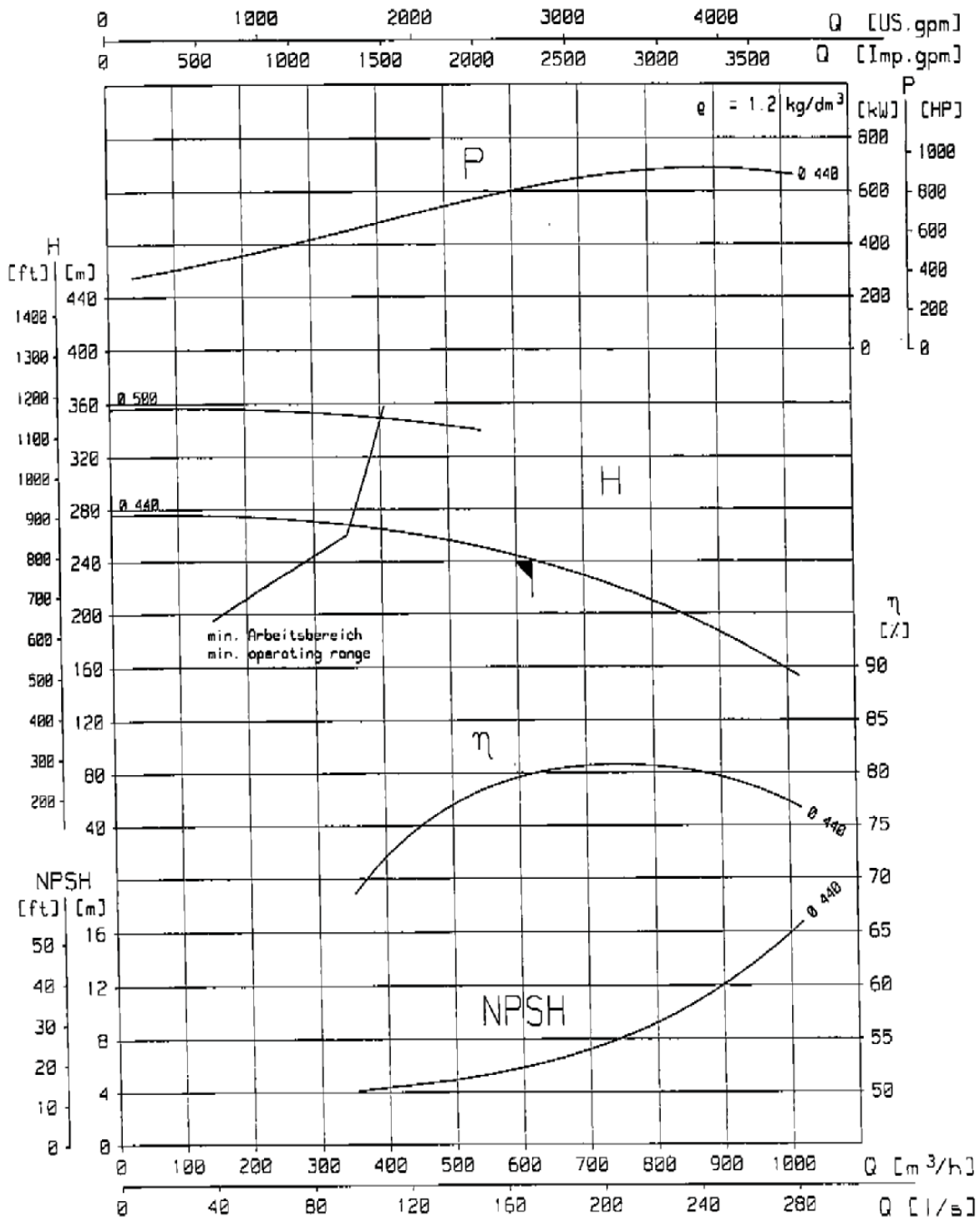
TDH: 241 (mts)



ZM I 480/03

Impeller/Laufrad A

n = 2985 1/min



Alle Pumpenkurven gelten für Wasser bei t=20°C
Konstruktionsänderungen vorbehalten

All pump curves are valid for water at t=20°C
Design subject to alteration

LA 7 13444.00

GE 7 14859/60

14/1-4.01

724/10346

LoGe(P)

24 Feb 2005

Kd

OK 203 147.00

ANEXO II: HOJA DE DATOS VÁLVULAS DE CONTROL SISTEMAS DE TRANSPORTE DE ELECTROLITO RICO

GENERAL	1	Tag No.	3500-FV -2425			SAP No.			
	2	P&ID No.	2325-3500-250-PI-1006			Project Name	Sulphide Leach Project		
	3	Service	Viva ctrl elec rico dsga bba 279 SX_s			Area Name	Process Plant		
	4	Location	Terreno			Area Number	3500		
	5	Line No.	3500-0051-SSPC03-12"-RE-HC						
	6	Equipment No.				Amb. Temp. Min. to Max.	-20 to 32 °C		
	7	Area Class.	Non Hazardous			Aim. Press.	70 kPa-a		
PIPE	8	Line Size	In	12 in		Schedule	In	40S	
	9		Out	12 in			Out	40S	
	10	Pipe Material	Stainless Steel 316L			Pressure Class	ANSI 300		
PROCESS	11		Units	Min. Flow	Norm. Flow	Max. Flow	Shut-Off		
	12	Flow Rate	m ³ /h	625	625				
	13	Inlet Pressure @ flow rate	kPa-g	2808	2808				
	14	Pressure Drop @ flow rate	kPa	962	68		3400 kPa		
	15	Operating Temperature	°C	10	31	50			
	16	Operating Density	kg/m ³		1200				
	17	Operating S. G.			1.2012				
	18	Molecular Weight							
	19	Operating Viscosity	cP		2				
	20	Specific Heat Ratio							
	21	Inlet Vapour Pressure	kPa-a	1.2	4.5	12.3			
	22	Calculated CV		256	977				
	23	% Open	%	31	70		0		
	24	Sound Press. Lvl Allow./Pred.	dBA	76 /	70 /	/			
	25								
	26	Notes							
	27	Fluid	Rich electrolyte			75 Manufacturer	SIEMENS		
	28	Fluid Phase	Liquid			76 Model No.	Sipart PS2-FF		
	29	Design Press	Design Temp	kPa-g	°C	77 On / Off	Modulating	Modulating	
	30	Critical Press	Critical Temp	kPa-g		78 Tag No	Digital Interface	3500-FY-2425	FF H1
	31	% SuperHt.	Compressibility			79 Signal:	Inlet	FF H1	
	VALVE BODY	32	Body Type	Rotary Plug		80	Outlet	400 to 600 kPa-g	
		33	Size	10	in	81	Sig Output Incr/Decr	Increases	
		34	ANSI Class	ANSI 300		82	Gauges	Bypass	Yes
		35	Max Pressure	5000 kPa		83	Air Connection Size	1/4"	
36		Max Temperature	230 °C		84	Electric Connection Size	1/2" NPT		
37		Body/Bonnet Material	316 SS		85	Manufacturer			
38		Liner Material	ID	None	86	Model No.			
39		End	In	RF FLG	87	Type			
40		Connection	Out	RF FLG	88	Tags			
41		Fig Face Finish	ANSI B16.6-81		89	Quantity	Power Supply		
42		End Ext / Material			90	Rating (Amps/ Volts /Hertz)			
43		Flow Direction	Bonnet Type	Forward	Standard	91	Actuation Points	Contacts	
44		Lub & Iso Viv	Lube		92	Manufacturer	Dezurik		
45		Packing Material	PTFE		93	Model No.	AFR 2		
46		Packing Type	V-Rings		94	Set Pressure	500 kPa-g		
47	Bolting Material	316 SS		95	Filter	Gauge	Yes		
VALVE TRIM	48	Type	Eccentric plug		96	Press. Test			
	49	Size	Rated Travel	10"	97	ANSI / FCI Leakage Class			
	50	Characteristic	Equal %		98	Non Destructive Examination			
	51	Balanced / Unbalanced			99	Manufacturer			
	52	Rated CV	1300		100	Model No. / Rating			
	53	FL	XT	0.67	0.47	101	Type		
	54	Plug / Ball / Disk Material	317 SS		102	Tag No.			
	55	Seat Material	317 SS		103	Pneumatic Connection			
	56	Cage / Guide Material			104	Coil Rating / Power Supply			
	57	Stem Material	2205 Duplex SS		105	Coil Housing			
ACTUATOR	58	ANSI Leakage class	ANSI IV		106	When De-Energ. Valve			
	59				107	Coil JB Elec Connection			
	60	Manufacturer	Dezurik		108	Manufacturer	Dezurik		
	61	Model No.	PR-R3A-PC10 TMO		109	Model No.	RCV,10,F2S,S2,TC,S3-S3-F-S10		
	62	Type	Pneumatic Piston		110	P.O. No.	Item No.	71630	
	63	Size	Eff Area		111	Serial No.			
	64	On / Off	Modulating	Modulating	112	Electrical Approval			
	65	Min Required Pressure	500 kPa-g		113	Local Vendor	Unit Price (US\$)	Zurich Chile S.A	
	66	Max Allowable Pressure	600 kPa-g					10187	
	67	Available Air	Min	550 kPa-g	NOTES	1.- *** Vendor to specify / Blank field: Not Applicable.			
	68	Supply Press	Max	690 kPa-g		2.- Stainless steel tagplate according to specification No 2325-0000-270-TS-0006 item 5.2.1.			
	69	Bench Range	to	kPa-g		3.- All accessories piped and mounted on the valve/actuator.			
	70	Orientation	Vertical			4.- All air tubing and fittings of 316 SS.			
	71	HndWhl Type	Required, Top Mounted			5.- All paints for corrosive ambient, with 12 mills Epoxy.			
	72	Air Fail Valve Position	FL Last			6.- Provide valve sizing calculation sheet.			
73	Mechanical Limit Stop								
74	Air to Open / Close								
REVISION	1	07/02/05	Revised for Purchase		MR	GA	GA	DC	
	0	20/01/05	Issued for Purchase		MR	GA	GA	DC	
	C	23/11/04	Issued for Bid		MR	GA	GA	DC	
	B	01/10/04	Issued for Client Approval		MR	GA	GL	DC	
	A	14/09/04	Internal Review		MR	GA	GL	DC	
	REV	DATE	DESCRIPTION		BY	CHK	APPR	PROC	
<div style="text-align: center;"> INSTRUMENT DATA SHEET PNEUMATIC CONTROL VALVE </div>								DATA SHEET DOC NO: 2325-3500-270-DS-FV-2425 PROJECT NO: 2325 TAG NO: 3500-FV -2425 SHEET: of REV: CODE: 0901 1	

DeZURIK/Copes-Vulcan

Alpha-I Valve Sizing Data Sheet

(Form Revision 1.3)

e: Jul-27, 2005

Project Name: Sulphide Leach, Escondida.ddb

Valve Tag Number: 3500-FV-2425

Service: CONTROL

Specification:

Valve Style: RCV - MAXUM Rotary Control Valve
 Body Size (In.): 10.00
 Trim Characteristic: Modified Percent
 Trim Style: Eccentric
 Trim Size: Full
 100% Cv: 1300

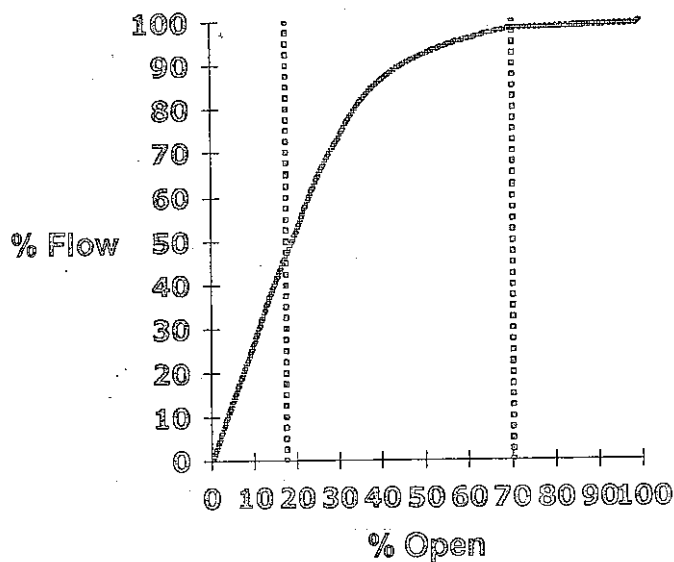
Inlet Pipe Size (In.): 12.00
 Outlet Pipe Size (In.): 12.00
 Outlet Pipe Schedule: 40S
 Outlet Pipe Diameter (In.): 12.8
 Outlet Pipe Wall Thickness (In.): 0.375
 Pipe Insulation (In.): None

Liquid (RICH ELECTROLYTE) Sizing Data:

Flow Rate - M3/Hr
 Inlet Pressure - kPa-G
 Pressure Drop - kPa
 Temperature - Deg. C
 Specific Gravity (Gf) -
 Vapor Pressure - kPa-A
 Critical Pressure - kPa-A

Incip. Press. Drop - kPa
 Crit. Press. Drop - kPa
 Inlet Velocity - M/Sec
 Cv
 Percentage Open - %
 Predicted Noise - dBA
 Special Conditions

Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Cond. 4	Cond. 5	Cond. 6	Cond. 7	Cond. 8
	625	300					
	2808	2810					
	68,0	962					
	40,0	40,0					
	1,22	1,22					
	8,00	8,00					
	22000	22000					
	1610	1742					
	2006	2104					
	3,41	1,64					
	977	124					
	70,4	17,5					
	< 70	82					
	NONE	NONE					



CERTIFIED FINAL

Comments:

GENERAL	1	Tag No.	3500-FV -2435			SAP No.					
	2	P&ID No.	2325-3500-250-PI-1006			Project Name		Sulphide Leach Project			
	3	Service	Viva ctri elec rico dsqa bba_280 SX_s			Area Name		Process Plant			
	4	Location	Terreno			Area Number		3500			
	5	Line No.	3500-0052-SSPC03-12"-RE-HC								
	6	Equipment No.				Amb. Temp. Min. to Max.		-20 to 32 °C			
	7	Area Class.	Non Hazardous			Atm. Press.		70 kPa-a			
PIPE	8	Line Size	In	12 in	Schedule	In	40S	Out			
	9		Out	in		Out					
10	Pipe Material	Stainless Steel 316L			Pressure Class		ANSI 300				
PROCESS	11		Units	Min. Flow	Norm. Flow	Max. Flow	Shut-Off				
	12	Flow Rate	m³/h	625	625						
	13	Inlet Pressure @ flow rate	kPa-g	2808	2808						
	14	Pressure Drop @ flow rate	kPa	952	68		3400 kPa _a				
	15	Operating Temperature	°C	10	31	50					
	16	Operating Density	kg/m³		1200						
	17	Operating S. G.			1.2012						
	18	Molecular Weight									
	19	Operating Viscosity	cP		2						
	20	Specific Heat Ratio									
	21	Inlet Vapour Pressure	kPa-a	1.2	4.5	12.3					
	22	Calculated CV		256	977						
	23	% Open	%	31	70		0				
	24	Sound Press. Lvl Allow./Pred.	dBA	76 /	70 /	/					
	25										
	26	Notes									
	27	Fluid	Rich electrolyte			75	Manufacturer	SIEMENS			
	28	Fluid Phase	Liquid			76	Model No.	Sipart PS2-FF			
	29	Design Press	Design Temp	kPa-g	°C	77	On / Off	Modulating	Modulating		
	30	Critical Press	Critical Temp	kPa-g		78	Tag No	Digital Interface	3500-FY-2435	FF H1	
	31	% SuperHt.	Compressibility			79	Signal:	Inlet	FF H1		
	VALVE BODY	32	Body Type	Rotary Plug			80	Outlet	400 to 600	kPa-g	
		33	Size	10" in			81	Sig Output Incr/Decr	Increases		
		34	ANSI Class	ANSI 300			82	Gauges	Bypass	Yes	
		35	Max Pressure	5000 kPag			83	Air Connection Size	1/4"		
36		Max Temperature	230°C			84	Electric Connection Size	1/2" NPT			
37		Body/Bonnet Material	316 SS			85	Manufacturer				
38		Liner Material	ID	None		86	Model No.				
39		End	In	RF FLG		87	Type				
40		Connection	Out	RF FLG		88	Tags				
41		Flg Face Finish	ANSI B16.6-81			89	Quantity	Power Supply			
42		End Ext / Material				90	Rating (Amps/ Volts /Hertz)				
43		Flow Direction	Bonnet Type	Forward	Standard	91	Actuation Points	Contacts			
44		Lub & Iso Vlv	Lube			92	Manufacturer	Dezurik			
45		Packing Material	PTFE			93	Model No.	AFR 2			
46		Packing Type	V-rings			94	Set Pressure	500	kPa-g		
47	Bolting Material	316 SS			95	Filter	Gauge	Yes Yes			
VALVE TRIM	48	Type	Eccentric plug			96	Press. Test				
	49	Size	Rated Travel	10"		97	ANSI / FCI Leakage Class				
	50	Characteristic	Equal %			98	Non Destructive Examination				
	51	Balanced / Unbalanced				99	Manufacturer				
	52	Rated CV	1300			100	Model No. / Rating				
	53	FL	XT	0.67	0.47	101	Type				
	54	Plug / Ball / Disk Material	317 SS			102	Tag No.				
	55	Seat Material	317 SS			103	Pneumatic Connection				
	56	Cage / Guide Material				104	Coil Rating / Power Supply				
	57	Stem Material	2205 Duplex SS			105	Coil Housing				
ACTUATOR	58	ANSI Leakage class	ANSI IV			106	When De-Energ. Valve				
	59					107	Coil JB Elec Connection				
	60	Manufacturer	Dezurik			108	Manufacturer	Dezurik			
	61	Model No.	PR-R3A-PC10 TMO			109	Model No.	RCV,10,F2S,S2,TC,S3-S3-F-S10			
	62	Type	Pneumatic Piston			110	P.O. No.	Item No.	71630		
	63	Size	Eff Area			111	Serial No.				
	64	On / Off	Modulating	Modulating		112	Electrical Approval				
	65	Min Required Pressure	500	kPa-g		113	Local Vendor	Unit Price (US\$)	Zurich Chile S.A. 10187		
	66	Max Allowable Pressure	600	kPa-g		NOTES 1. *** Vendor to specify / Blank field: Not Applicable. 2. Stainless steel tagplate according to specification No 2325-0000-270-TS-0006 item 5.2.1. 3. All accessories piped and mounted on the valve/actuator. 4. All air tubing and fittings of 316 SS. 5. All paints for corrosive ambient, with 12 mills Epoxy. 6. Provide valve sizing calculation sheet.					
	67	Available Air	Min	550	kPa-g						
	68	Supply Press	Max	690	kPa-g						
	69	Bench Range	***	to ***	kPa-g						
	70	Orientation	Vertical								
	71	HndWhl Type	Side Mounted								
	72	Air Fail Valve Position	FL Last								
73	Mechanical Limit Stop										
74	Air to Open / Close										
HISTORY	1	07/02/05	Revised for Purchase	MR	GA	GA	DC	INSTRUMENT DATA SHEET PNEUMATIC CONTROL VALVE CERTIFIED FINAL		DATA SHEET DOC NO: 2325-3500-270-DS-FV-2435	
	0	20/01/05	Issued for Purchase	MR	GA	GA	DC			PROJECT NO: 2325	
	C	23/11/04	Issued for Bid	MR	GA	GA	DC			TAG NO: 3500-FV -2435	
	B	01/10/04	Issued for Client Approval	MR	GA	GL	DC			SHEET: of REV:	
	A	14/09/04	Internal Review	MR	GA	GL	DC			CODE: 0901 1	
	REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APPR	PROC				

DeZURIK/Copes-Vulcan

Alpha-I Valve Sizing Data Sheet

(Form Revision 1.3)

Date: Jul-27, 2005

Project Name: Sulphide Leach, Escondida.ddb

Valve Tag Number: 3500-FV-2435

Service: CONTROL

Specification:

Valve Style: RCV - MAXUM Rotary Control Valve
 Body Size (In.): 10.00
 Trim Characteristic: Modified Percent
 Trim Style: Eccentric
 Trim Size: Full
 100% Cv: 1300

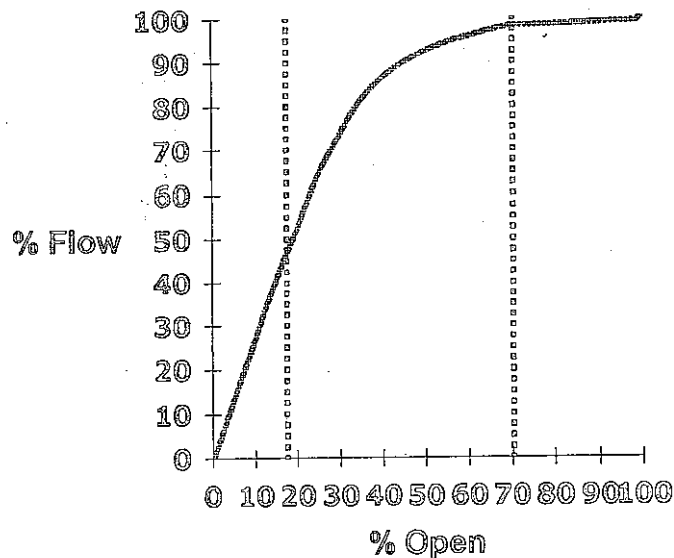
Inlet Pipe Size (In.): 12.00
 Outlet Pipe Size (In.): 12.00
 Outlet Pipe Schedule: 40S
 Outlet Pipe Diameter (In.): 12.8
 Outlet Pipe Wall Thickness (In.): 0.375
 Pipe Insulation (In.): None

Liquid (RICH ELECTROLYTE) Sizing Data:

Flow Rate - M3/Hr
 Inlet Pressure - kPa-G
 Pressure Drop - kPa
 Temperature - Deg. C
 Specific Gravity (G_f) -
 Vapor Pressure - kPa-A
 Critical Pressure - kPa-A

Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Cond. 4	Cond. 5	Cond. 6	Cond. 7	Cond. 8
	625	300					
	2808	2810					
	68.0	962					
	40.0	40.0					
	1.22	1.22					
	8.00	8.00					
	22000	22000					
	1610	1742					
	2006	2104					
	3.41	1.64					
	977	124					
	70.4	17.5					
	< 70	82					
	NONE	NONE					

Incip. Press. Drop - kPa
 Crit. Press. Drop - kPa
 Inlet Velocity - M/Sec
 Cv
 Percentage Open - %
 Predicted Noise - dBA
 Special Conditions



Comments:

CERTIFIED FINAL

GENERAL		PIPE		PROCESS		VALVE BODY		VALVE TRIM		ACTUATOR		
1	Tag No.	3500-FV -2445		SAP No.		Project Name		Sulphide Leach Project				
2	P&ID No.	2325-3500-250-PI-1006		Area Name		Process Plant		3500				
3	Service	Viva ctrl elec rico dsga bba_280 SX_s		Area Number								
4	Location	Terreno		Amb. Temp. Min. to Max.		-20 to 32 °C						
5	Line No.	3500-0053-SSPC03-12"-RE-HC		Atm. Press.		70 kPa-a						
6	Equipment No.	Non Hazardous		Schedule		In Out		40S				
7	Area Class.	12 in		Pressure Class		ANSI 300						
8	Line Size	In										
9	Out	in										
10	Pipe Material	Stainless Steel 316L										
11		Units	Min. Flow	Norm. Flow	Max. Flow	Shut-Off						
12	Flow Rate	m³/h	625	625								
13	Inlet Pressure @ flow rate	kPa-g	2808	2808								
14	Pressure Drop @ flow rate	kPa	962	68		3400 kPa						
15	Operating Temperature	°C	10	31		50						
16	Operating Density	kg/m³		1200								
17	Operating S. G.			1.2012								
18	Molecular Weight			2								
19	Operating Viscosity	cP										
20	Specific Heat Ratio					12.3						
21	Inlet Vapour Pressure	kPa-a	1.2	4.5								
22	Calculated CV		256	977								
23	% Open	%	31	70		0						
24	Sound Press. Lvl Allow./Pred.	dBA	76 /	70 /		/						
25												
26	Notes											
27	Fluid	Rich electrolyte		75 Manufacturer		SIEMENS						
28	Fluid Phase	Liquid		76 Model No.		Sipart PS2-FF						
29	Design Press	Design Temp	kPa-g	°C	77 On / Off	Modulating						
30	Critical Press	Critical Temp	kPa-g		78 Tag No	Digital Interface	3500-FY-2435	FF H1				
31	% SuperHt	Compressibility			79 Signal:	Inlet	FF H1					
32	Body Type	Rotary Plug		80		Outlet	400 to 600 kPa-g					
33	Size	10" in		81 Sig Output Incr/Decr		Increases						
34	ANSI Class	ANSI 300		82 Gauges		Bypass	Yes					
35	Max Pressure	5000 kPa-g		83 Air Connection Size		1/4"						
36	Max Temperature	230°C		84 Electric Connection Size		1/2" NPT						
37	Body/Bonnet Material	316 SS		85 Manufacturer								
38	Liner Material	ID	None	86 Model No.								
39	End	In	RF FLG	87 Type								
40	Connection	Out	RF FLG	88 Tags								
41	Flg Face Finish	ANSI B16.6-81		89 Quantity		Power Supply						
42	End Ext / Material			90 Rating (Amps/ Volts /Hertz)								
43	Flow Direction	Bonnet Type	Forward	Standard	91 Actuation Points	Contacts						
44	Lub & Iso Vlv	Lube			92 Manufacturer	Dezurik						
45	Packing Material	PTFE		93 Model No.		AFR 2						
46	Packing Type	V-rings		94 Set Pressure		500 kPa-g						
47	Bolting Material	316 SS		95 Filter		Gauge	Yes	Yes				
48	Type	Eccentric plug		96 Press. Test								
49	Size	Rated Travel	10"	97 ANSI / FCI Leakage Class								
50	Characteristic	Equal %		98 Non Destructive Examination								
51	Balanced / Unbalanced			99 Manufacturer								
52	Rated CV	1300		100 Model No. / Rating								
53	FL	XT	0.67	0.47	101 Type							
54	Plug / Ball / Disk Material	317 SS		102 Tag No.								
55	Seat Material	317 SS		103 Pneumatic Connection								
56	Cage / Guide Material			104 Coil Rating / Power Supply								
57	Stem Material	2205 Duplex SS		105 Coil Housing								
58	ANSI Leakage class	ANSI IV		106 When De-Energ. Valve								
59				107 Coil JB Elec Connection								
60	Manufacturer	Dezurik		108 Manufacturer		Dezurik						
61	Model No.	PR-R3A-PC10 TMO		109 Model No.		RCV,10,F2S,S2,TC,S3-S3-F-S10						
62	Type	Pneumatic Piston		110 P.O. No.		Item No.	71630					
63	Size	Eff Area		111 Serial No.								
64	On / Off	Modulating		112 Electrical Approval								
65	Min Required Pressure	500 kPa-g		113 Local Vendor		Unit Price (US\$)	Zurich Chile S.A.	10187				
66	Max Allowable Pressure	600 kPa-g										
67	Available Air	Min	550 kPa-g									
68	Supply Press	Max	690 kPa-g									
69	Bench Range	to kPa-g										
70	Orientation	Vertical										
71	HndWhl Type	Side Mounted										
72	Air Fail Valve Position	FL Last										
73	Mechanical Limit Stop											
74	Air to Open / Close											
1	07/02/05	Revised for Purchase	MR	GA	GA	DC						
0	20/01/05	Issued for Purchase	MR	GA	GA	DC						
C	23/11/04	Issued for Bid	MR	GA	GA	DC						
B	01/10/04	Issued for Client Approval	MR	GA	GL	DC						
A	14/09/04	Internal Review	MR	GA	GL	DC						
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APPR	PROC						

INSTRUMENT DATA SHEET
PNEUMATIC CONTROL
VALVE

CERTIFIED FINAL

DATA SHEET DOC NO:
2325-3500-270-DS-FV-2445

PROJECT NO: 2325

TAG NO: 3500-FV -2445

SHEET: of REV: 1

CODE: 0901

DeZURIK/Copes-Vulcan

Alpha-I Valve Sizing Data Sheet

(Form Revision 1.3)

Date: Jul-27, 2005

Project Name: Sulphide Leach, Escondida.ddb
Valve Tag Number: 3500-FV-2445
Service: CONTROL
Specification:

Valve Style: RCV - MAXUM Rotary Control Valve
Body Size (In.): 10.00
Trim Characteristic: Modified Percent
Trim Style: Eccentric
Trim Size: Full
100% Cv: 1300

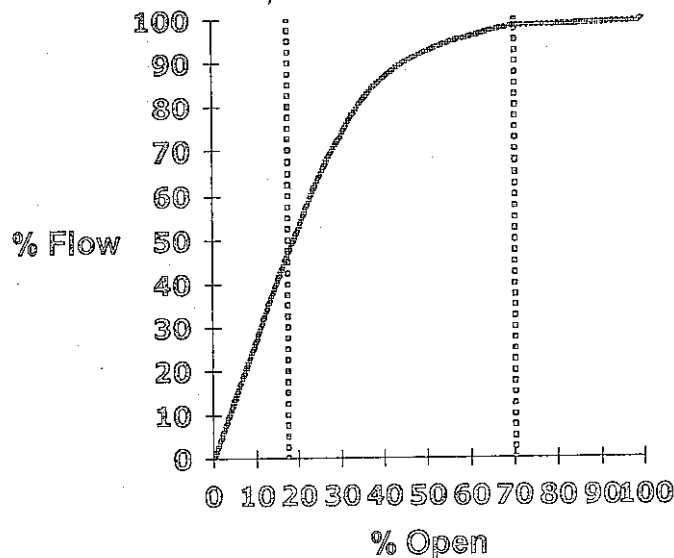
Inlet Pipe Size (In.): 12.00
Outlet Pipe Size (In.): 12.00
Outlet Pipe Schedule: 40S
Outlet Pipe Diameter (In.): 12.8
Outlet Pipe Wall Thickness (In.): 0.375
Pipe Insulation (In.): None

Liquid (RICH ELECTROLYTE) Sizing Data:

Flow Rate - M3/Hr
Inlet Pressure - kPa-G
Pressure Drop - kPa
Temperature - Deg. C
Specific Gravity (Gf) -
Vapor Pressure - kPa-A
Critical Pressure - kPa-A

Incip. Press. Drop - kPa
Crit. Press. Drop - kPa
Inlet Velocity - M/Sec
Cv
Percentage Open - %
Predicted Noise - dBA
Special Conditions

Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Cond. 4	Cond. 5	Cond. 6	Cond. 7	Cond. 8
	625	300					
	2808	2810					
	68.0	962					
	40.0	40.0					
	1.22	1.22					
	8.00	8.00					
	22000	22000					
	1610	1742					
	2006	2104					
	3.41	1.64					
	977	124					
	70.4	17.5					
	< 70	82					
	NONE	NONE					



CERTIFIED FINAL

Comments:

GENERAL	1	Tag No.	3600-PV -2002		SAP No.			
	2	P&ID No.	2325-3600-250-PI-1002		Project Name		Sulphide Leach Project	
	3	Service	Viva ctrl elec rico ducto inter EW_s		Area Name		Process Plant	
	4	Location	Terreno		Area Number		3600	
	5	Line No.	3600-0735-SSPC03-16"-RE-HC					
	6	Equipment No.						
	7	Area Class.	Non Hazardous		Amb. Temp. Min. to Max.		-20 to 32 °C	
PIPE	8	Line Size	In	16 in	Schedule	In	0.375 in	
	9		Out			Out		
	10	Pipe Material	Stainless Steel 316L		Pressure Class		ANSI 300	
PROCESS	11		Units	Min. Flow	Norm. Flow	Max. Flow	Shut-Off	
	12	Flow Rate	m³/h	625	1875			
	13	Inlet Pressure @ flow rate	kPa-g	351	196			
	14	Pressure Drop @ flow rate	kPa	301	146			
	15	Operating Temperature	°C	10	31	50		2000 kPa
	16	Operating Density	kg/m³		1200			
	17	Operating S. G.			1.2012			
	18	Molecular Weight						
	19	Operating Viscosity	cP		2			
	20	Specific Heat Ratio						
	21	Inlet Vapour Pressure	kPa-a	1.2	4.5	12.3		
	22	Calculated CV		458	2032			
	23	% Open	%	32	80			
	24	Sound Press. Lvl Allow./Pred.	dBA	82 /	77 /			0
	25							
VALVE BODY	26	Notes						
	27	Fluid	Rich electrolyte					
	28	Fluid Phase	Liquid					
	29	Design Press	Design Temp	kPa-g	°C			
	30	Critical Press	Critical Temp	kPa-g	°C			
	31	% Super-Ht	Compressibility					
	32	Body Type	Eccentric Rotary Plug					
	33	Size	12"	in.				
	34	ANSI Class	ANSI 300					
	35	Max Pressure	5000 kPa					
	36	Max Temperature	230°C					
	37	Body/Bonnet Material	316 SS					
	38	Liner Material	ID	None				
	39	End	In	RF FLG				
	40	Connection	Out	RF FLG				
VALVE TRIM	41	Flg Face Finish						
	42	End Ext / Material						
	43	Flow Direction	Bonnet Type	Forward	Standard			
	44	Lub & Iso Vlv	Lube					
	45	Packing Material	PTFE					
	46	Packing Type	V-Spring					
	47	Bolting Material	316 SS					
	48	Type	Eccentric Plug					
	49	Size	Rated Travel	12"	***			
	50	Characteristic	Equal %					
	51	Balanced / Unbalanced						
	52	Rated CV			2600			
	53	FL	XT	0.67	0.47			
	54	Plug / Ball / Disk Material	317 SS					
	55	Seat Material	317 SS					
ACTUATOR	56	Cage / Guide Material						
	57	Stem Material	2205 Duplex SS					
	58	ANSI Leakage class	ANSI IV					
	59							
	60	Manufacturer	Dezurik					
	61	Model No.	PR-R3A-PC10 TMO					
	62	Type	Pneumatic Piston					
	63	Size	Eff Area					
	64	On / Off	Modulating		Modulating			
	65	Min Required Pressure	550	kPa-g				
	66	Max Allowable Pressure	600	kPa-g				
	67	Available Air	Min	550	kPa-g			
	68	Supply Press	Max	690	kPa-g			
	69	Bench Range.		to	kPa-g			
	PURCHASE	70	Orientation	Vertical				
71		HndWhl Type	Side Mounted					
72		Air Fail Valve Position	FL	Last				
73		Mechanical Limit Stop						
74		Air to Open / Close						
75		Manufacturer	SIEMENS					
76		Model No.	Sipart PS2-FF					
77		On / Off	Modulating		Modulating			
78		Tag No	Digital Interface	3600-PY-2002	FF H1			
79		Signal:	Inlet	FF H1				
80			Outlet	400 to 600	kPa-g			
81		Sig Output Incr/Decr	Increases					
82		Gauges	Bypass	Yes				
83		Air Connection Size	1/4"					
84		Electric Connection Size	1/2" NPT					
NOTES	85	Manufacturer						
	86	Model No.						
	87	Type						
	88	Tags						
	89	Quantity	Power Supply					
	90	Rating (Amps/ Volts /Hertz)						
	91	Actuation Points/ Contacts						
	92	Manufacturer	Dezurik					
	93	Model No.	AFR 2					
	94	Set Pressure	550	kPa-g				
	95	Filter	Gauge	Yes	Yes			
	96	Press. Test						
	97	ANSI / FCI Leakage Class						
	98	Non Destructive Examination						
	INSTRUMENT DATA SHEET	99	Manufacturer					
100		Model No. / Rating						
101		Type						
102		Tag No.						
103		Pneumatic Connection						
104		Coil Rating / Power Supply						
105		Coil Housing						
106		When De-Energ. Valve						
107		Coil JB Elec Connection						
108		Manufacturer	Dezurik					
109		Model No.	RCV,12,F2S,S2,TC,S3-S3-H-S10					
110		P.O. No.	Item No.	71630				
111		Serial No.						
112		Electrical Approval						
113		Local Vendor/ Unit Price (US\$)	ZURICH CHILE S.A.		12536			
REVISION	1	07/02/05	Revised for Purchase	MR	GA	GA	DC	
	0	20/01/05	Issued for Purchase	MR	GA	GA	DC	
	C	23/11/04	Issued for Bid	MR	GA	GA	DC	
	B	01/10/04	Issued for Client Approval	MR	GA	GL	DC	
	A	14/09/04	Internal Review	MR	GA	GL	DC	
	REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APPR	PROC	
	<p>1.- *** Vendor to specify / Blank field: Not Applicable.</p> <p>2.- Stainless steel tagplate according to specification No 2325-0000-270-TS-0006 item 5.2.1.</p> <p>3.- All accessories piped and mounted on the valve/actuator.</p> <p>4.- All air tubing and fittings of 316 SS.</p> <p>5.- All paints for corrosive ambient, with 12 mills Epoxy.</p> <p>6.- Provide valve sizing calculation sheet.</p>							
	<p>CERTIFIED FINAL</p>							
	<p>INSTRUMENT DATA SHEET PNEUMATIC CONTROL VALVE</p>							
	<p>DATA SHEET DOC NO: 2325-3600-270-DS-PV-2002</p>							
	<p>PROJECT NO: 2325</p>							
	<p>TAG NO: 3600-PV -2002</p>							
	<p>SHEET: of REV:</p>							
	<p>CODE: 0901 1</p>							

DeZURIK/Copes-Vulcan

Alpha-I Valve Sizing Data Sheet

(Form Revision 1.3)

Date: Jul-18, 2017

Project Name: SinSulphide Leach, Escondida
Valve Tag Number: 3600-PV-2002
Service: CONTROL
Specification:

Valve Style: RCV - MAXUM Rotary Control Valve
Body Size (In.): 12.00
Trim Characteristic: Modified Percent
Trim Style: Eccentric
Trim Size: High
100% Cv: 2600

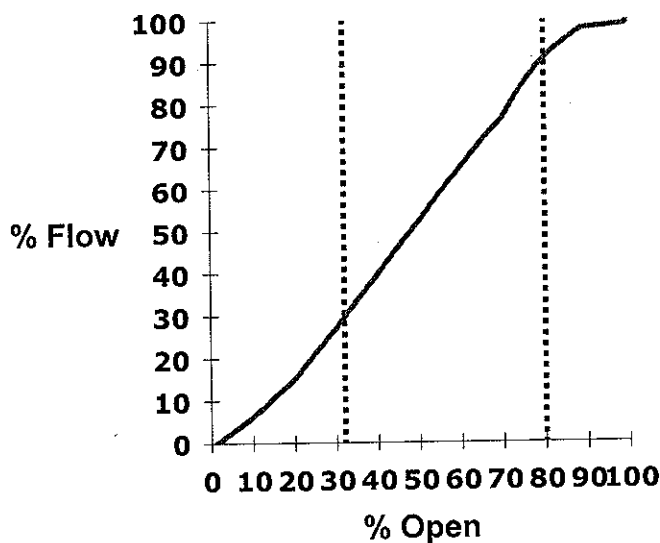
Inlet Pipe Size (In.): 16.00
Outlet Pipe Size (In.): 16.00
Outlet Pipe Schedule: 30
Outlet Pipe Diameter (In.): 16.0
Outlet Pipe Wall Thickness (In.): 0.375
Pipe Insulation (In.): None

Liquid (RICH ELECTROLYTE) Sizing Data:

Flow Rate - M3/Hr
Inlet Pressure - kPa-G
Pressure Drop - kPa
Temperature - Deg. C
Specific Gravity (Gf) -
Vapor Pressure - kPa-A
Critical Pressure - kPa-A

Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Cond. 4	Cond. 5	Cond. 6	Cond. 7	Cond. 8
1875	625						
196	351						
146	301						
50.0	50.0						
1.20	1.20						
12.0	12.0						
22000	22000						
154	259						
193	317						
7.11	2.37						
2032	458						
80.0	32.0						
77	82						
NONE	NONE						

Incip. Press. Drop - kPa
Crit. Press. Drop - kPa
Inlet Velocity - M/Sec
Cv
Percentage Open - %
Predicted Noise - dBA
Special Conditions



Comments: MAX.FLOW= NORM. FLOW & NORM. FLOW = MIN. FLOW

[Signature]
ZURICH CHILE S.A.
RUT. 99.528.620-3