



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

REVISADO



BPI17009

☐ SIN COMENTARIOS
☒ CON COMENTARIOS

FECHA: 23Oct2017 . POR: R. Barra

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

VERIFICACIÓN SISTEMA ACTUAL - ELECTROLITO POBRE

BPI17009-H-6000-CM002 Rev. B

B	16-08-17	Aprobación Cliente					
A	09-08-17	Coordinación Interna	K. Parcon	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: *Regue*

Fecha: 17/8/17

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

VERIFICACIÓN SISTEMA ACTUAL - ELECTROLITO POBRE

BPI17009-H-6000-CM002 Rev. B

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	GENERALIDADES	4
2.1	OBJETIVO	4
2.2	LÍMITE DE BATERÍA.....	4
2.3	UNIDADES	4
2.4	IDIOMA.....	4
2.5	REFERENCIAS	4
2.6	EXCLUSIONES	5
3	BASES GENERALES DE DISEÑO	6
3.1	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES	6
4	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ACTUAL DE TRANSPORTE DE ELECTROLITO POBRE	7
4.1	FLUJOS DE DISEÑO.....	7
4.1.1	Características del Fluido Transportado ²	7
4.2	CARACTERIZACIÓN DEL TRAZADO	7
4.3	CARACTERIZACIÓN DE TUBERÍA ACTUAL	8
4.4	DESCRIPCIÓN EQUIPOS DE BOMBEO ESTACIONES	9
5	VERIFICACIÓN SISTEMA ACTUAL –ELECTROLITO POBRE	10
5.1	CRITERIO GENERAL DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	10
5.1.1	Factores de Seguridad de Diseño	10
5.1.2	Holguras de Diseño	10
5.1.3	Criterio General.....	10
5.2	MODELACIÓN ESTADO ESTACIONARIO.....	11
5.2.1	Verificación del Sistema Actual	12
6	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	14

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

VERIFICACIÓN SISTEMA ACTUAL - ELECTROLITO POBRE

BPI17009-H-6000-CM002 Rev. B

TABLAS

Tabla 1: Caudal de Diseño	7
Tabla 2: Parámetros Principales de Electrolito Pobre	7
Tabla 3: Caracterización Tubería Principal Sistema Actual de Electrolito Pobre....	8
Tabla 4: Caracterización Equipos de Bombeo Sistema de Electrolito Pobre.	9
Tabla 5: Factores de Seguridad de Diseño.	10
Tabla 6: Holguras de Diseño	10
Tabla 7: Relación Presión – Temperatura para Tuberías PE 100.....	11
Tabla 8: Condición Modelada	12
Tabla 9: Holguras del sistema actual	12
Tabla 10: Verificación Holguras de Diseño	13

FIGURAS

Figura 1: Perfil longitudinal de Sistema de Transporte de Electrolito Pobre.	8
Figura 2: HGL – Estado Estacionario Sistema Actual de Transporte de Electrolito Pobre.	12

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 para 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 encuentre 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 objetivo a verificar el Diseño Hidráulico del sistema actual, para la línea de interplanta de Electrolito Pobre de MEL.

2.2 LÍMITE DE BATERÍA

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

Desde: Las boquillas de alimentación a bombas 3600-5PP-325/326/327/328 que salen desde el estanque 3600-5TAA-235 ubicado en el patio de estanques y reactivos EW. Este estanque no es parte del alcance de este proyecto.

Hasta: La boquilla que alimenta al estanque 3500-5TAA-222 ubicado en el patio de estanques y reactivos SX. Este estanque no es parte del alcance de este proyecto.

2.3 UNIDADES

Se utilizarán las ecuaciones en las unidades indicadas en los códigos y normas a utilizar 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 REFERENCIAS

Las referencias utilizadas son las siguientes:

- a) Bases Técnicas para Ingeniería de Detalles Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE.
- b) Propuesta Técnica N° P-17065 para Minera Escondida Limitada para la Ingeniería de Detalle Cambio de Material Líneas Electrolito Interplanta a HDPE, Revisión C.
- c) Planos de Planta y Perfil Longitudinal N° 2325-3350-210-DW-1001 al 2325-3350-210-DW-1012, correspondiente al As-Built Revisión Z.
- d) P&IDs Electrolito Pobre:
 - 1) Plano N° 2325-3600-250-PI-1001, Revisión Z.
 - 2) Plano N° 2325-3350-250-PI-1001, Revisión Z.

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

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) *Calculation Report Interplant Pipelines*, FLUOR documento N° 2325-0000-250-CS-0021, Revisión 0.
- g) *Control Philosophy for Interplant Piping System*, FLUOR documento N° 2325-3350-225-TS-0021, Revisión B.
- h) Registro fotográfico y Reporte Visita a Terreno documento N° BPI17009-G-6000-GR001, Revisión B.
- i) Memoria de Cálculo documento N° P1159-M-MC-001, Revisión B, “Ingeniería de Detalles – Estudio Hidráulico Sectorización Líneas Interplanta”, ProPipe 2016.
- j) American Society of Testing Materials (ASTM) “*Standard Specification for Seamless, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes*”, referido a la edición 2004.
- k) *American Water Works Association Manual (AWWA) M55, “PE Pipe – Design and Installation”*, referido a la edición 2006.
- l) *American Petroleum Institute (API) “Specification for Polyethylene Line Pipe (PE)”*, referido a la edición 2008.
- m) TR-4 PPI “*Listing of HDB/HDS/SDB/PDB/MRS Ratings for Thermoplastic Piping Material for Pipe*”, referido a la edición 2003.
- n) Código ASME B31.4-2016 “*Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries*”, referido a la edición 2016.

2.6 EXCLUSIONES

En este documento se excluye lo siguiente:

- a) Desarrollo de estudios de impacto ambiental.
- b) Estudio y selección de alternativas de trazado.
- c) Normativa relacionada con otras áreas del proyecto (seguridad, materiales, soldadura, entre otras).

3 BASES GENERALES DE DISEÑO

3.1 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

El diseño del sistema actual de transporte de Electrolito Pobre 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) *American Water Works Association Manual (AWWA) M55, “PE Pipe – Design and Installation”, referido a la edición 2006.*
- c) *American Petroleum Institute (API) “Specification for Polyethylene Line Pipe (PE)”, referido a la edición 2008.*
- d) *TR-4 PPI “Listing of HDB/HDS/SDB/PDB/MRS Ratings for Thermoplastic Piping Material sor Pipe”, referido a la edición 2013.*
- e) *IGN 4-37-02 “Design against Surge and Fatigue conditions for Thermoplastic Pipes”, referido a la edición 1999.*
- f) *ISO 4427 – Parte 1/2 /3 “Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes and fittings for wáter supply”, referido a la edición 2007.*
- g) *Código ASME B31.4-2016 “Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries”, referido a la edición 2007.*

4 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ACTUAL DE TRANSPORTE DE ELECTROLITO POBRE

4.1 FLUJOS DE DISEÑO

La Tabla 1 resume el flujo de diseño del transporte de Electrolito Pobre.

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

Tabla 1: Caudal de Diseño

4.1.1 Características del Fluido Transportado²

Las características del fluido transportado se detallan a continuación en la Tabla 2.

Descripción		Unidades	Electrolito Pobre
Gravedad Específica @ 24 °C		--	1,2
Viscosidad @ 24 °C		(mPa.s)	2
Temperatura ³		(°C)	50
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 (max)

Tabla 2: Parámetros Principales de Electrolito Pobre

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL TRAZADO

Actualmente el sistema de transporte de Electrolito Pobre, obtenido en la planta de óxidos, es impulsado hacia la Planta de Sulfuros; el sistema impulsa a través de un *pipeline* de aproximadamente 16,8 km, constituido por combinación de tuberías de acero inoxidable y HDPE.

A continuación se muestra el perfil longitudinal del sistema de transporte de Electrolito Pobre.

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.

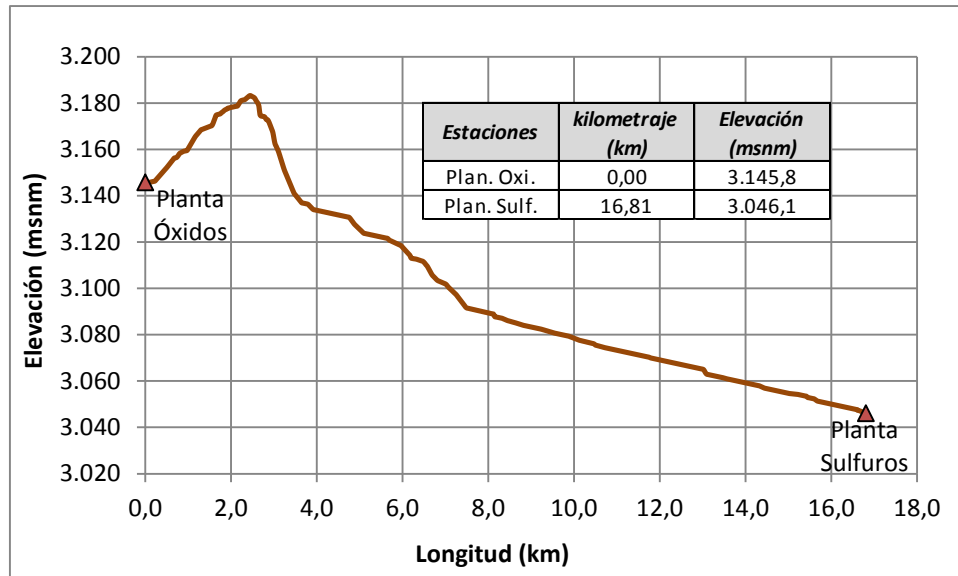


Figura 1: Perfil longitudinal de Sistema de Transporte de Electrolito Pobre.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE TUBERÍA ACTUAL

En la Tabla 3 se presentan las características principales de la tubería del sistema de transporte de Electrolito Pobre.

Desde (km)	Hasta (km)	Diámetro nominal (in.)	espesor acero (mm)	Longitud (km)	Tipo Tubería
0,00	10,90	24	6,35	10,90	Acero Inoxidable 316L
10,90	11,08	20	PN 20	0,18	HDPE PE100
11,08	11,88	24	6,35	0,80	Acero Inoxidable 316L
11,88	12,48	20	PN 20	0,60	HDPE PE100
12,48	13,13	20	5,54	0,65	Acero Inoxidable 316L
13,13	13,45	20	PN 20	0,33	HDPE PE100
13,45	13,63	20	5,54	0,18	Acero Inoxidable 316L
13,63	13,68	20	PN 20	0,05	HDPE PE100
13,68	14,33	20	5,54	0,65	Acero Inoxidable 316L
14,33	14,65	20	PN 20	0,33	HDPE PE100
14,65	16,81	20	5,54	2,16	Acero Inoxidable 316L

Tabla 3: Caracterización Tubería Principal Sistema Actual de Electrolito Pobre.

4.4 DESCRIPCIÓN EQUIPOS DE BOMBEO ESTACIONES

Las características de los equipos de bombeo que se encuentran disponibles para el sistema de transporte de Electrolito Pobre se muestran a continuación en la Tabla 4.

Descripción	Unidades	Electrolito Pobre
Modelo Bomba	--	CPK 250-500
Tipo de Bomba	--	Centrífuga de una Etapa
Tamaño Bomba	--	12" x 10"
Nº Bombas	--	3 Operativa / 1 Stand-by
TAG	--	3600-5PPP-325 @ 328
Caudal de Diseño	m ³ /h	625
TDH de Diseño	mca	55
Potencia de Diseño P&IDs	kW	185 ⁴

Tabla 4: Caracterización Equipos de Bombeo Sistema de Electrolito Pobre.

expresar tdh solamente
en metros

⁴ Valor obtenido de P&IDs As-Built Plano N° 2325-3600-250-PI-1001 Rev. Z Sistema de Electrolito Pobre

5 VERIFICACIÓN SISTEMA ACTUAL –ELECTROLITO POBRE

En este capítulo, se presenta la verificación hidráulica del sistema actual del transporte del Electrolito Pobre.

5.1 CRITERIO GENERAL DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Para efectuar la verificación del sistema actual, se establecen los siguientes criterios.

revisar con comentarios
de criterio de diseño

5.1.1 Factores de Seguridad de Diseño

Material	Código y/o Manual	Descripción	Designación	Valor
Acero	Código ASME B31.4	Factor de seguridad para operación en estado estacionario	FS_{SS}	0,72
		Factor de seguridad para solicitaciones ocasionales y eventuales (fenómenos transientes)	FS_{TRANS}	0,792
HDPE	Manual AWWA M55	Factor de seguridad para operación en estado estacionario	FS_{SS}	1
		Factor de seguridad para solicitaciones ocasionales (fenómenos transientes)	$FS_{TRANS OCAS}$	1,5
		Factor de seguridad para solicitaciones eventuales (fenómenos transientes)	$FS_{TRANS EVEN}$	2

Tabla 5: Factores de Seguridad de Diseño.

5.1.2 Holguras de Diseño

Descripción		Criterio
Línea de Gradiente Hidráulico - Perfil de Terreno (Valor corresponde a Diseño Original Fluor 124 kPa)	HGL - Perfil	> 10 mcf
Línea de Gradiente Hidráulico - Admisible de Operación en Estado Permanente	HGL - MAOP SS	> 10 mcf
Envolverte Transiente de Partida y Detención - Admisible de Operación para Transientes Frecuentes (Partida y Detención)	HGL - MAOP	> 25 mcf
Envolverte Transiente - Admisible de Operación para Transiente Ocasionales (Cierre de Válvulas, corte de Energía)	HGL - MASP	> 10 mcf

Tabla 6: Holguras de Diseño

citar como referencia el
criterio de diseño de este
proyecto

5.1.3 Criterio General

Para modelar el estado permanente del sistema, se utilizan los siguientes criterios.

- Rugosidad tubería de reemplazo HDPE (0,021 mm).
- Rugosidad Acero Inoxidable 0,5 mm (Diseño Original Fluor)

- c) Altura de presión de succión del sistema de bombeo, 2 mcf (presión manométrica).
- d) Altura de llegada a los estanques al finalizar trazado, 8 m.
- e) Vida útil 10 años definida por el proveedor del HDPE.
- f) De acuerdo a información entregada por el proveedor⁵ los valores de PN para una tubería PE100 que se encuentra bajo norma ISO corresponden a los señalados en la Tabla 7 a continuación.

Temperatura (°C)	Vida útil esperada	Presión de trabajo (kg/cm²)				
		DR				
		26	21	17	11	9
		PN				
		6,3	8	10	16	20
40	5	4,8	6,1	7,7	12,3	15,6
	10	4,7	6,0	7,6	12,1	15,5
	25	4,6	5,9	7,4	11,8	14,2
	50	4,5	5,8	7,2	11,6	14,1
50	5	4,2	5,3	6,7	10,7	13,4
	10	4,0	5,2	6,5	10,4	13,1

Tabla 7: Relación Presión – Temperatura para Tuberías PE 100.

5.2 MODELACIÓN ESTADO ESTACIONARIO

En la siguiente figura, se presenta la modelación del estado estacionario del sistema actual del transporte de Electrolito Pobre.

⁵ Información de acuerdo a Catalogo proveedor de HDPE, TEHMC0.

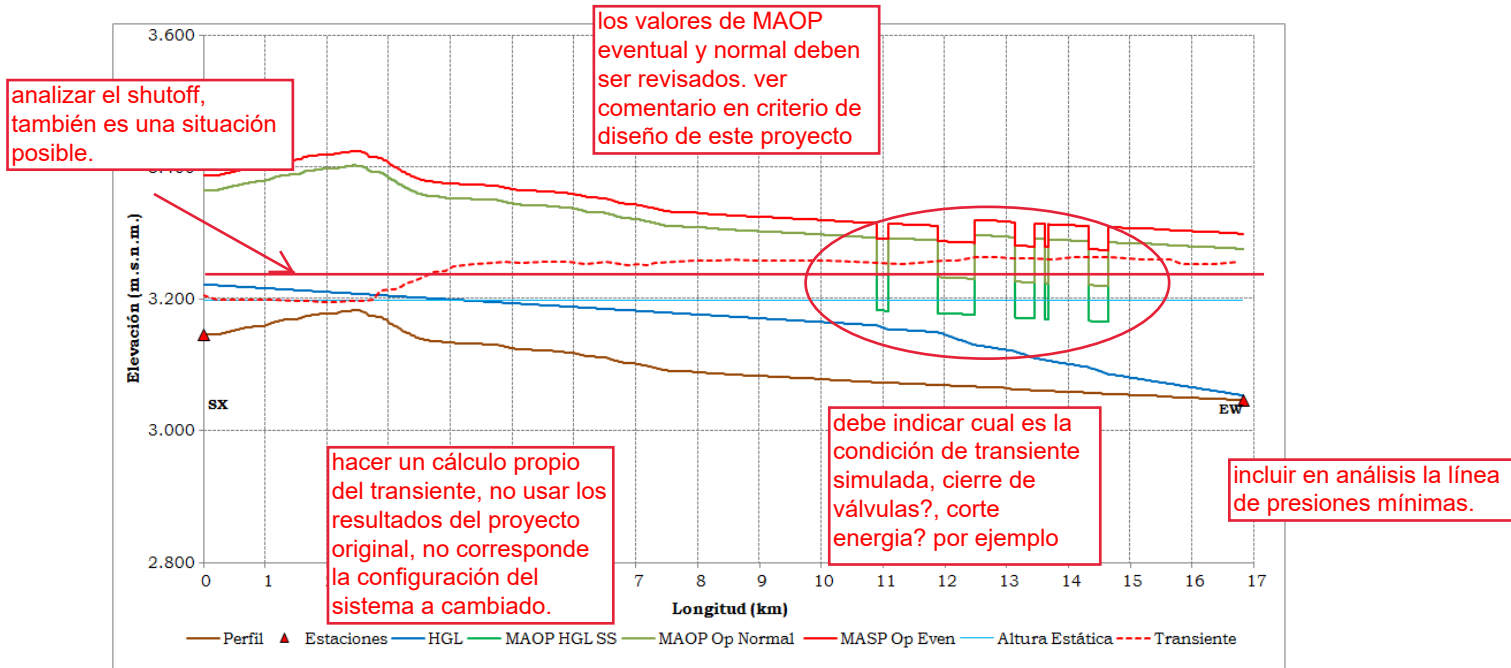


Figura 2: HGL – Estado Estacionario Sistema Actual de Transporte de Electrolito Pobre.

En las siguientes tablas, se presentan la condición modelada y las holguras del sistema actual.

Condición Modelada		
Caudal	1.875	m ³ /h
Presión Punto Alto	293	kPa
	25	mcf

Tabla 8: Condición Modelada

Holguras del sistema actual (mcf)					
Desde	Hasta	Perfil	MAOP HGL SS	MAOP HGL	Trans - MASP
SX	EW	8,0	22,8	< 0,0	10,4 ⁶
Criterios		> 10	> 10	> 25	> 10

recalcular

Tabla 9: Holguras del sistema actual

5.2.1 Verificación del Sistema Actual

Basado en el resultado de la modelación de estado permanente del sistema actual de transporte de Electrolito Pobre, se presentan en la tabla siguiente las verificaciones de cada criterio.

⁶ Datos del transiente obtenido en el documento N° 2325-0000-250-CS-0021 "Calculation Report – Interplant Pipelines", FLUOR Chile S.A.

Descripción	Criterio	Valor Calculado	Cumple
HGL - Perfil	> 10 mcf	8,0 ⁷ mcf	Si
HGL - MAOP SS	> 10 mcf	22,8 mcf	Si
HGL - MAOP	> 25 mcf	< 0,0 mcf	No
Trans - MASP	> 10 mcf	10,4 mcf	Si

Tabla 10: Verificación Holguras de Diseño

De acuerdo al resultado de la modelación del sistema actual, el sistema cumple con los criterios de diseño excepto con el criterio de HGL – MAOP, donde el resultado de la diferencia entre presión estática del sistema y MAOP es menos de 25 mcf.

⁷ Altura de llegada a los estanques al finalizar trazado, 8 m.

6 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

De acuerdo al resultado de la modelación del sistema actual, se concluye y recomienda lo siguiente:

- a) El sistema cumple con los criterios de diseño excepto con el criterio de HGL – MAOP, donde la diferencia entre presión estática del sistema y MAOP es negativa.
- b) Para mantener el sistema operando con las condiciones actuales se necesita considerar como filosofía de operación detener bombeo, dejar drenar el flujo para luego efectuar el cierre de válvula en la descarga del sistema. Esto significa que el sistema NO puede detenerse presurizado.
- c) Además, se debe modificar el seteo del dispositivo de seguridad (TAG PSE-2509) a la llegada al estanque 3500-5TAA-222.

mas explicito lo referente
al seteo del dispositivo,
indicar de que se trata o
hacer referencia a otros
documentos

primero debe
actualizar el
cálculo del
transiente.

debe modelar las
situaciones posibles,
transientes operacionales
y transientes eventuales.
Debe indicarlos en esta
memoria.