

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 1 de 51
---	--	--



PMC PROYECTOS DE INVERSIÓN ADICIONAL

ADECUACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIO

TERMINAL CUSCO

PROYECTO GMI N° 571493 - 016

571493-302-A-ING-0-MC-001

MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA

CONTRAINCENDIOS

TERMINAL CUSCO

ADECUACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIO

Rev. 1

APROBADO POR:



RENAN HUAROC QUISPE
INGENIERO DE PROCESOS SENIOR
CIP 94550

Jefe de Disciplina	Ing. Carlos Llanos Vásquez	_____
Jefe de Proyecto	Ing. Guillermo Cusinga Ortiz	_____
Cliente	PETROPERU	_____

Revisión	Hecho Por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	L.Mendoza	Emitido para coordinación interna	27/10/2017	C. Llanos	E. Marín
B	L.Mendoza	Emitido para aprobación del cliente	13/11/2017	C. Llanos	G. Cusinga
0	L.Mendoza	Emitido para construcción	19/01/2018	C. Llanos	G. Cusinga
1	R. Huaroc	Emitido para construcción	07/09/2022	P.Villavicencio	A. Falla

COMENTARIOS DEL CLIENTE:

<p>PROY GMI N°: 571493-016</p> <p>571493-302-A-ING-O-MC-001</p> <p>Revisión: 1</p>	<p>PETROPERU</p> <p>PMC INVERSIONES ADICIONALES</p> <p>ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO</p> <p>TERMINAL CUSCO</p> <p>MEMORIA DE CALCULO DEL SCI</p> <p>CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE</p> <p>INCENDIOS</p>	<p>Fecha:</p> <p>07/09/2022</p> <p>Página 2 de 51</p>
--	---	---



Contenido

1.0	INTRODUCCIÓN	4
2.0	ALCANCE	4
3.0	OBJETIVOS	4
4.0	NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA	5
4.1.	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN NACIONAL	5
4.2.	NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES	5
4.4.	REFERENCIAS	5
5.0	CONSIDERACIONES INICIALES	6
5.1.	CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	6
5.2.	INFORMACIÓN GENERAL DE LOS TANQUES	6
6.0	BOMBAS CONTRA INCENDIO EXISTENTES	7
7.0	FÓRMULAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIO, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SISTEMA DE EXTINCIÓN CON ESPUMA.	8
8.0	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CON ESPUMA	8
8.1.	BOQUILLAS ASPERSORAS	8
8.2.	CÁMARAS DE ESPUMA	11
8.3.	VÁLVULA DE DILUVIO	13
9.0	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	15
9.1.	CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN REQUERIDOS EN EL ASPERSOR HIDRÁULICAMENTE MÁS DESFAVORABLE.	16
10.0	SISTEMA DE ESPUMA	17
10.1.	CAUDALES Y PRESIONES MÍNIMAS REQUERIDAS – SISTEMA DE ESPUMA	17
10.2.	CÁLCULO DE ESPUMA SUPLEMENTARIA MEDIANTE MANGUERAS	18
11.0	ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIO	19
11.1.	ESCENARIOS DE DISEÑO	19
12.0	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	21
13.0	SISTEMA EXTINCIÓN DE INCENDIO EN CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	24
13.1.	PARÁMETROS INICIALES DE CÁLCULO	24
13.2.	CAUDALES MÍNIMOS REQUERIDOS – SISTEMA DE EXTINCIÓN DE CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	26
14.0	CONCLUSIONES	27
15.0	ANEXOS	29
15.1.	ANEXO 1: CÁLCULO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN MÍNIMOS DE LOS SISTEMAS	29
15.2.	ANEXO 2: REPORTE - MODELO HIDRÁULICO - TERMINAL CUSCO	29
15.3.	ANEXO 3: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 1	29
15.4.	ANEXO 4: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 2	29
15.5.	ANEXO 5: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 3	29
15.6.	ANEXO 6: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 4	29

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 3 de 51
---	--	--



15.7. ANEXO 7: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 5	29
15.8. ANEXO 8: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 6	29
15.9. ANEXO 9: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 7	29
15.10. ANEXO 10: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 8	29
15.11. ANEXO 11: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 9	29
15.12. ANEXO 12: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 10	29
15.13. ANEXO 13: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 11	29
15.14. ANEXO 14: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 12	29
15.15. ANEXO 15: VALORES DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO EXISTENTE	29
15.16. ANEXO 16: REPORTE DE MANTENIMIENTO DE LAS BOMBA EXISTENTE	29
15.17. ANEXO 17: DISTRIBUCIÓN DE BOQUILLAS	29
15.18. VALIDACIÓN DE LA MEMORIA DE CALCULO (AYESA)	29

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 4 de 51
---	--	--



1.0 INTRODUCCIÓN

Petroperu, actualmente operador de los Terminales de Hidrocarburos ha contratado los servicios de GMI S.A. para que elabore el expediente de ingeniería de detalle del proyecto “PMC INVERSIONES ADICIONALES – ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO – TERMINAL CUSCO”, conforme a los requerimientos del D.S 043-2007-EM, el D.S 052-93-EM, las normas NFPA aplicables y las recomendaciones dadas por el Estudio de Riesgos ER-0772016-01-001-Rev 4 correspondiente a este proyecto.

AYESA PERU S.A.C. ha sido contratada para la continuación del Proyecto con el nombre de “SERVICIO DE INTEGRACIÓN DE LA INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DEL TERMINAL CUSCO” por lo que se ha realizado un relevamiento en el mes de junio 2022 quedando en evidencia la ejecución del Proyecto de manera parcial, para continuar con la ejecución del proyecto se tomará en cuenta el último Estudio de Riesgo ER-0772016-01-001-Rev 4 aprobado por OSINERGMIN en febrero 2018 y se validará el cumplimiento de la normativa vigente.

Las instalaciones proyectadas se construirán dentro del terreno del Terminal Cusco, el mismo que está ubicado en la quebrada Osccollopampa S/N en el Distrito de San Jerónimo, Provincia y Departamento del Cusco.

2.0 ALCANCE

El alcance del presente documento desarrolla los cálculos necesarios que involucra:

- Líneas de succión del sistema de bombeo
- Sistema de bombeo del sistema contra incendio.
- Red de Agua contra incendio.
- Sistema de enfriamiento con agua de los tanques de combustible.
- Sistema de extinción con espuma contra incendio de los tanques de combustible.

Para el diseño del sistema de enfriamiento con agua y el sistema de extinción con espuma del proyecto “PMC INVERSIONES ADICIONALES – ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO – TERMINAL CUSCO”, considerando la normativa nacional, las normas internacionales aplicables y las recomendaciones indicadas en el Estudio de Riesgos ER-0772016-01-001-Rev 4 entregado para el desarrollo de la ingeniería de detalle.

3.0 OBJETIVOS

Los objetivos de esta memoria son los siguientes:

- Calcular los parámetros de operación (presión y caudal) del sistema de enfriamiento.
- Calcular los parámetros de operación (presión y caudal) del sistema de espuma.
- Calcular los parámetros de operación (presión y caudal) de la red de agua contra incendio.
- Selección de dispositivos contra incendios del sistema de agua contra incendio.
- Selección de dispositivos contra incendios del sistema de extinción con espuma.
- Seleccionar diámetros de las tuberías del sistema de agua contra incendio.
- Seleccionar diámetros de las tuberías del sistema de espuma contra incendio.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 5 de 51
---	--	--



4.0 NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA

El presente documento se elaboró teniendo en cuenta las siguientes normas y estándares:

4.1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN NACIONAL

- Ley N° 26221 Ley Orgánica que Norma las Actividades de Hidrocarburos en el Territorio Nacional.
- D.S. 052-93-EM Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos.
- D.S. 036-2003-EM Modificaciones al D.S. 052-93-EM.
- D.S. 043-2007-EM Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos.
- D.S. 045-2001-EM Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos.
- D.S. 045-2005-EM Modificaciones al D.S. 045-2001-EM (Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos.)
- D.S. 039-2014-EM Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos.

4.2. NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

- ASME B31.3 Process Piping (Edition 2020).
- API 650 Welded Tanks for Oils Storage 2020 (Thirteenth edition).
- API RP 2030 Recommended Practice for Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum and Petrochemical Industries (Fourth Edition).
- NFPA 11 Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam (Edition 2021)
- NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (Edition 2022)
- NFPA 14 Standard for the Installation of Standpipe, and Hose Systems (Edition 2019)
- NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection (Edition 2022)
- NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection (Edition 2022)
- NFPA 22 Standard for Water Tanks for Private Fire Protection (Edition 2023)
- NFPA 24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances (Edition 2022)
- NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code (Edition 2021)
- NFPA's Fire Protection handbook, Twentieth Edition
- Manual de protección contra incendios de la NFPA, Quinta edición en español

4.4. REFERENCIAS

- P50-95-1-025-ID-GEN-MD-001 Memoria Descriptiva
- 571493-302-A-ING-9-EI-001 Especificación Técnica
- 571493-302-A-ING-9-CD-001 Criterio de Diseño
- 571493-302-A-ING-6-PL-001 Layout del SCI – Terminal Cusco
- 571493-302-A-ING-0-PL-001@008 P&ID – SCI Terminal Cusco
- ER-077-2016-01-001- Rev 4 Estudio de Riesgos proporcionado por CT para el desarrollo de la Ingeniería de detalle (Desarrollado por HIMSAC – agosto 2017).
- Viking Hoja Técnica de Boquillas Pulverizadoras Modelo E VK810 - VK817
- National Foam Hoja Técnica de Cámaras de Espuma MCS tipo B

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 6 de 51
---	--	--



5.0 CONSIDERACIONES INICIALES

- Para el diseño de las líneas de succión del sistema de bombeo se considera la NFPA 20 y 24.
- Para el diseño del sistema de bombeo se considerará la NFPA 20.
- Para el diseño de la red de agua contra incendio se considerará la NFPA 14 y 24.
- Para el diseño del sistema de enfriamiento con agua se considerará la NFPA 15.
- Para el diseño del sistema de extinción espuma contra incendio se considerará la NFPA 11.

5.1. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Las condiciones climatológicas del Terminal Cusco son las siguientes:

Tabla 5.1.1 – Condiciones de sitio de la zona del proyecto

Característica	Descripción	
Altitud	3,219 m.s.n.m.	
Temperatura Ambiente (min./max.)	-7.5°C / 25 °C (Nota 1)	
Húmeda relativa	60	
Precipitación promedio	600 - 1000 mm (noviembre a marzo)	
Viento	Dirección predominante	De Sur a Oeste
	Velocidad promedio	10.8 Km/hr
Sismicidad	Zona 2 – Sistema Perú	

Fuente: Estudio de Riesgos ER-077-2016-01-001

Nota 1: De acuerdo con Senamhi, la temperatura mínima es -7.5 °C registrada en agosto 2020.

5.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS TANQUES

Las dimensiones generales de los tanques del Terminal Cusco son las siguientes:

Tabla 5.2.1 – Descripción de tanques – Terminal Cusco

Tanque	Estado	Producto	Capacidad	Tipo de techo	Altura m	Diámetro m
			MB			
TQ-1	Existente	Diésel B5	4.72	Techo Fijo	12.00	9.20
TQ-2	Existente	Diésel B5	0.84	Techo Fijo	4.20	6.90
TQ-3	Existente	Diésel B5	0.85	Techo Fijo	4.20	6.90
TQ-4	Existente	Diésel B5	1.31	Techo Fijo	7.80	6.10
TQ-5	Existente	Diésel B5	4.81	Techo Fijo	12.10	9.20
TQ-6	Existente	Diésel B5	2.79	Techo Fijo	9.20	8.10
TQ-7	Existente	* A.C.I.	4.52	Techo Fijo	11.40	9.20
TQ-8	Existente	Diésel B5	4.49	Techo Fijo	11.40	9.20

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 7 de 51
---	--	--



TQ-9	Existente	Diésel B5	7.58	Techo Fijo	10.90	12.20
TQ-10	Existente	Diésel B5	9.59	Techo Fijo	11.00	13.70
TQ-11	Existente	Diésel B5	2.72	Techo Fijo	8.50	8.40
TQ-12	Existente	Alcohol	2.39	Sábana flotante	8.60	8.40
TQ-14	Existente	Gasolina 84	8.91	Sábana flotante	13.40	13.40

Notas:

(*) El tanque TQ-7 fue adecuado para almacenamiento de agua contra incendio, actualmente dicho tanque se encuentra en servicio almacenando agua para contra incendio.

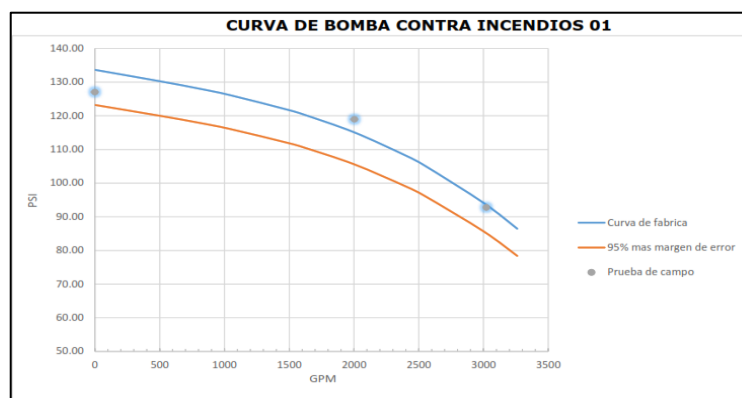
6.0 BOMBAS CONTRA INCENDIO EXISTENTES

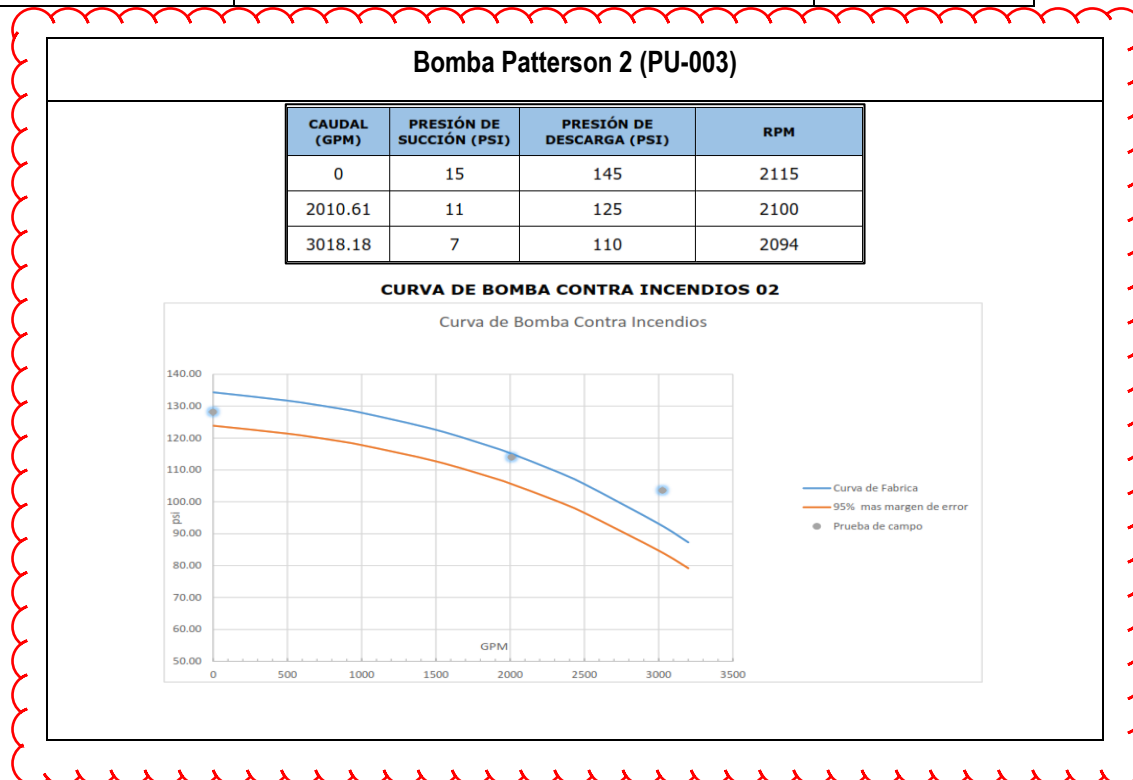
Las bombas empleadas para la simulación hidráulica presentan las curvas de desempeño indicadas en el siguiente gráfico las cuales corresponden a las pruebas realizadas en el año 2019, esta información fue suministrada por Petroperú (Terminal Cusco Informe Técnico Prueba del Sistema de Bombeo Contra Incendio Documento N° IMF19-CTCS) para efectos del cálculo.

a) Motobombas contra incendio

Bomba Patterson 1 (PU-002)

CAUDAL (GPM)	PRESIÓN DE SUCCIÓN (PSI)	PRESIÓN DE DESCARGA (PSI)	RPM
0	14	143	2116
2003.21	11	130	2100
3009.66	8	100	2091





7.0 FÓRMULAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIO, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y SISTEMA DE EXTINCIÓN CON ESPUMA.

Las fórmulas que se emplearán en el cálculo hidráulico del SCI del Terminal Cusco fueron definidas en la sección 8.8 del criterio de diseño 571493-302-A-ING-9-CD-001.

8.0 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CON ESPUMA

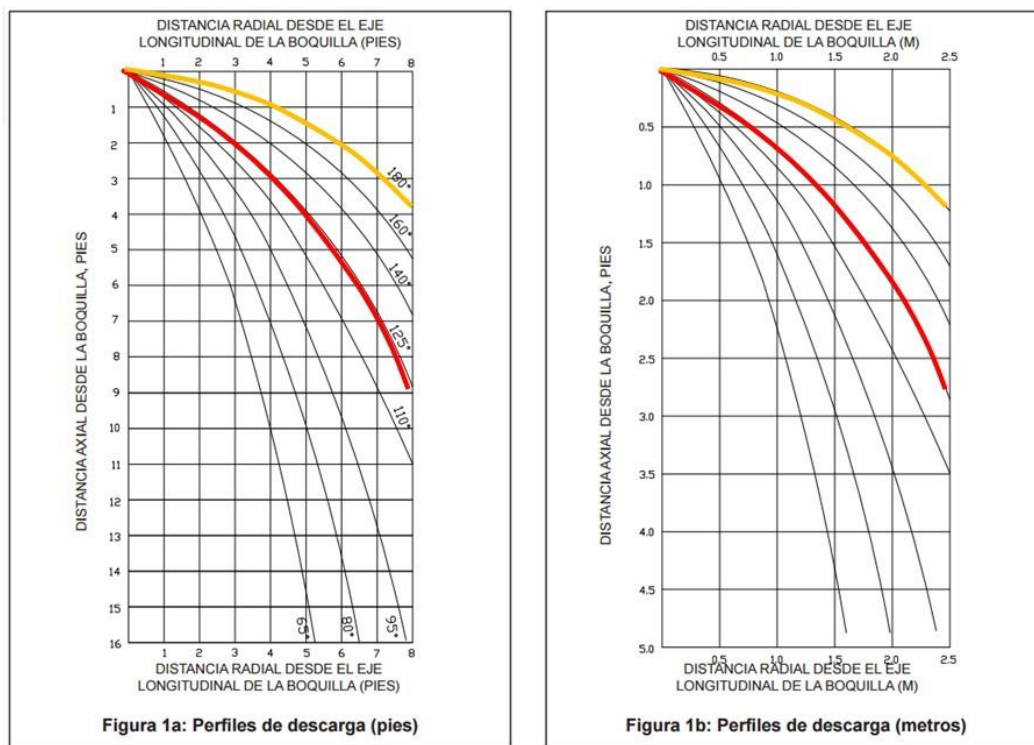
8.1. BOQUILLAS ASPERSORAS

- El área para enfriar es el área afectada por una radiación térmica igual o mayor a 12.5 KW/m² (Ver Estudio de Riesgos ER-0772016-01-001).
- El Rate de agua a usar para el enfriamiento mediante toroides es 0.15 GPM/pie², de acuerdo con el DS 043-2007- EM, artículo 92, inciso (a).
- La separación desde las boquillas aspersores (spray nozzle) de los anillos de enfriamiento hasta el casco del tanque será aproximadamente 800 mm.
- La distribución de boquillas aspersores se realizó en CAD (Ver anexo 17), asegurando las bases de diseño definidas en el capítulo 8 del Criterio de Diseño 571493-302-A-ING-9-CD-001. Luego del análisis se determinó que se trabajarán con 2 tipos de ángulos deflectores 125° y 180°, los cuales se instalarán para enfriamiento de casco y techo respectivamente (Ver Figura 7.1.1).
- De acuerdo con los fabricantes y considerando una presión de descarga de 10, 20 y 60 PSI en la boquilla de los aspersores (spray nozzle) nos proporcionan el siguiente gráfico 7.1.1:

<p>PROY GMI N°: 571493-016</p> <p>571493-302-A-ING-0-MC-001</p> <p>Revisión: 1</p>	<p>PETROPERU</p> <p>PMC INVERSIONES ADICIONALES</p> <p>ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO</p> <p>TERMINAL CUSCO</p> <p>MEMORIA DE CALCULO DEL SCI</p> <p>CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE</p> <p>INCENDIOS</p>	<p>Fecha: 07/09/2022</p> <p>Página 9 de 51</p>
--	---	--



Gráfico 8.1.1 - Perfil de descarga de aspersor considerando por los fabricantes 10, 20 y 60 PSI



Fuente: Viking. Las curvas seleccionadas para el cálculo son 125° y 180°.

- La presión mínima en la boquilla hidráulicamente más alejada es 20 PSI, de acuerdo con la sección 8.1.2 de la norma NFPA 15.
- La presión máxima de trabajo de los aspersores es 175 PSI (Hoja De Datos De Boquillas Aspersoras Terminal Cusco 571493-302-A-ING-5-HD-005).
- En el mercado podemos encontrar boquillas aspersores con un factor K de descarga de 1.2, 1.8, 2.3, 3.2, 4.1, 5.6 ó 7.2 GPM/PSI^{1/2}.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 10 de 51
---	--	--



Tabla 8.1.1 – Lista de aspersores con certificación UL y FM

Tabla de aprobaciones															
Boquillas de pulverización modelo E															
Presión máxima de trabajo de 12 bar (175 psi)															
(consultar también los criterios de diseño en la página 32e.)															
Ref. de la base ¹	SIN ²	Factor K nominal		Ángulo	Listados y aprobaciones ⁴			Ref. de la base ¹	SIN ²	Factor K nominal		Ángulo	Listados y aprobaciones ⁴		
		U.S.	métrico ³		cULus ⁵	NYC ⁶	FM			U.S.	métrico ³		cULus ⁵	NYC ⁶	FM
12867	VK810	7.2	103.7	65°	Sí	Sí	Sí	12895	VK814	7.2	103.7	125°	Sí	Sí	Sí
12868	VK810	5.6	80.6	65°	Sí	Sí	Sí	12896	VK814	5.6	80.6	125°	Sí	Sí	Sí
12869	VK810	4.1	59.0	65°	Sí	Sí	Sí	12897	VK814	4.1	59.0	125°	Sí	Sí	Sí
12870	VK810	3.2	46.1	65°	Sí	Sí	Sí	12898	VK814	3.2	46.1	125°	Sí	Sí	Sí
12871	VK810	2.3	33.1	65°	Sí	Sí	Sí	12899	VK814	2.3	33.1	125°	Sí	Sí	Sí
12872	VK810	1.8	25.9	65°	Sí	Sí	Sí	12900	VK814	1.8	25.9	125°	Sí	Sí	Sí
12873	VK810	1.2	17.3	65°	Sí	Sí	Sí	12901	VK814	1.2	17.3	125°	Sí	Sí	Sí
12874	VK811	7.2	103.7	80°	Sí	Sí	Sí	12902	VK815	7.2	103.7	140°	Sí	Sí	Sí
12875	VK811	5.6	80.6	80°	Sí	Sí	Sí	12903	VK815	5.6	80.6	140°	Sí	Sí	Sí
12876	VK811	4.1	59.0	80°	Sí	Sí	Sí	12904	VK815	4.1	59.0	140°	Sí	Sí	Sí
12877	VK811	3.2	46.1	80°	Sí	Sí	Sí	12905	VK815	3.2	46.1	140°	Sí	Sí	Sí
12878	VK811	2.3	33.1	80°	Sí	Sí	Sí	12906	VK815	2.3	33.1	140°	Sí	Sí	Sí
12879	VK811	1.8	25.9	80°	Sí	Sí	Sí	12907	VK815	1.8	25.9	140°	Sí	Sí	Sí
12880	VK811	1.2	17.3	80°	Sí	Sí	Sí	12908	VK815	1.2	17.3	140°	Sí	Sí	Sí
12881	VK812	7.2	103.7	95°	Sí	Sí	Sí	12909	VK816	7.2	103.7	160°	Sí	Sí	Sí
12882	VK812	5.6	80.6	95°	Sí	Sí	Sí	12910	VK816	5.6	80.6	160°	Sí	Sí	Sí
12883	VK812	4.1	59.0	95°	Sí	Sí	Sí	12911	VK816	4.1	59.0	160°	Sí	Sí	Sí
12884	VK812	3.2	46.1	95°	Sí	Sí	Sí	12912	VK816	3.2	46.1	160°	Sí	Sí	Sí
12885	VK812	2.3	33.1	95°	Sí	Sí	Sí	12913	VK816	2.3	33.1	160°	Sí	Sí	Sí
12886	VK812	1.8	25.9	95°	Sí	Sí	Sí	12914	VK816	1.8	25.9	160°	Sí	Sí	Sí
12887	VK812	1.2	17.3	95°	Sí	Sí	Sí	12915	VK816	1.2	17.3	160°	Sí	Sí	Sí
12888	VK813	7.2	103.7	110°	Sí	Sí	Sí	12916	VK817	7.2	103.7	180°	Sí	Sí	Sí
12889	VK813	5.6	80.6	110°	Sí	Sí	Sí	12917	VK817	5.6	80.6	180°	Sí	Sí	Sí
12890	VK813	4.1	59.0	110°	Sí	Sí	Sí	12918	VK817	4.1	59.0	180°	Sí	Sí	Sí
12891	VK813	3.2	46.1	110°	Sí	Sí	Sí	12919	VK817	3.2	46.1	180°	Sí	Sí	Sí
12892	VK813	2.3	33.1	110°	Sí	Sí	Sí	12920	VK817	2.3	33.1	180°	Sí	Sí	Sí
12893	VK813	1.8	25.9	110°	Sí	Sí	Sí	12921	VK817	1.8	25.9	180°	Sí	Sí	Sí
12894	VK813	1.2	17.3	110°	Sí	Sí	Sí	12922	VK817	1.2	17.3	180°	Sí	Sí	Sí
Acabados disponibles: latón o recubrimiento de níquel electrolés ⁸															
¹ Se muestra la referencia base. Para obtener la referencia completa, consulte la lista de precios actual de Viking.															
² Los deflectores de las boquillas están identificados con el número de modelo VK, el factor K y el ángulo de pulverización.															
³ El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10															
⁴ Las aprobaciones que se indican están vigentes en el momento de la edición de este documento. Consulte con el fabricante															
⁵ Aprobación UL Inc. válida en U.S. y Canadá.															
⁶ Aceptado para su uso por el City of New York Department of Building, MEA N° 89-92-E, Vol. 29															
⁷ El diámetro del orificio para las boquillas modelo E con factores K de 46 (3,2 US), 33 (2,3 US), 26 (1,8 US) y 17 (1,2 US) es inferior a 3/8" (9,4 mm).															
⁸ Se requiere un filtro con una perforación máxima de 1/8" (3,2 mm) para la aprobación FM.															
⁹ Para la resistencia a la corrosión															

Fuente: Viking

La selección se confirma con la validación de parámetros calculados con el Fathom 9.0 en la tabla 11.2, al cubrir el requerimiento mínimo calculado en el Anexo 1 y respetar el rango de trabajo de presiones, no superando los 60 PSI.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 11 de 51
---	--	--



8.2. CÁMARAS DE ESPUMA

De acuerdo con la tabla 8.5.3 del criterio de diseño 571493-302-A-ING-9-CD-001 y considerando el caudal requerido teórico de las cámaras requeridas para los tanques del Terminal Cusco (Ver anexo 1), se define el modelo de cámara de espuma correspondiente.

Tabla 8.2.1 – Preselección de cámaras de espuma

TANQUE	PRODUCTO	CAUDAL x CÁMARA	MODELO CÁMARA DE ESPUMA	FACTOR K
		GPM		GPM/PSI ^{1/2}
TQ-1	Diésel B5	82.2	MCS-9	15.0
TQ-2	Diésel B5	43.9	MCS-9	8.0
TQ-3	Diésel B5	43.9	MCS-9	8.0
TQ-4	Diésel B5	43.8	MCS-9	8.0
TQ-5	Diésel B5	82.2	MCS-9	15.0
TQ-6	Diésel B5	59.2	MCS-9	10.0
TQ-8	Diésel B5	82.2	MCS-9	15.0
TQ-9	Diésel B5	126.5	MCS-17	20.0
TQ-10	Diésel B5	161.2	MCS-17	20.0
TQ-11	Diésel B5	60.4	MCS-9	9.0
TQ-12	Alcohol Carburante	60.4	MCS-9	9.0
TQ-14	Gasolina 84	151.8	MCS-17	24.0

Nota:

- El diámetro del orificio de chorro del equipo será definido por el fabricante.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 12 de 51
---	--	--



Tabla 8.2.2 – Tamaños De Eyector Máximo Y Mínimo (Cámaras de espuma MCS tipo B)

<u>MCS-9 (C = 0.920)</u>	<u>English</u>
Smallest Jet----- 0.504" (12.8016 mm) Dia	38.1 GPM@..... 30 PSI
	49.1 GPM@..... 50 PSI
	62.2 GPM@..... 80 PSI
	69.6 GPM@..... 100 PSI
Largest Jet----- 0.760" (19.3040 mm) Dia	86.7 GPM@..... 30 PSI
	111.8 GPM@..... 50 PSI
	141.6 GPM@..... 80 PSI
	158.4 GPM@..... 100 PSI
<u>MCS-17 (C = 0.870)</u>	
Smallest Jet----- 0.721" (18.3134 mm) Dia	73.8 GPM@..... 30 PSI
	95.2 GPM@..... 50 PSI
	120.5 GPM@..... 80 PSI
	134.8 GPM@..... 100 PSI
Largest Jet----- 1.051" (26.6954 mm) Dia	156.9 GPM@..... 30 PSI
	202.4 GPM@..... 50 PSI
	256.2 GPM@..... 80 PSI
	286.4 GPM@..... 100 PSI
<u>MCS-33 (C = 0.973)</u>	
Smallest Jet----- 0.980" (24.8920 mm) Dia	152.5 GPM@..... 30 PSI
	196.8 GPM@..... 50 PSI
	249.0 GPM@..... 80 PSI
	278.5 GPM@..... 100 PSI
Largest Jet----- 1.530" (39.8620 mm) Dia	371.8 GPM@..... 30 PSI
	479.6 GPM@..... 50 PSI
	607.0 GPM@..... 80 PSI
	678.8 GPM@..... 100 PSI
<u>MCS-55 (C = 0.880)</u>	
Smallest Jet----- 1.457" (37.0078 mm) Dia	304.9 GPM@..... 30 PSI
	393.6 GPM@..... 50 PSI
	497.9 GPM@..... 80 PSI
	556.7 GPM@..... 100 PSI
Largest Jet----- 1.987" (50.4698 mm) Dia	567.1 GPM@..... 30 PSI
	731.6 GPM@..... 50 PSI
	926.0 GPM@..... 80 PSI
	1035.4 GPM@..... 100 PSI

Fuente: National Foam

La selección se confirma con la validación de parámetros calculados con el Fathom 9.0 en la tabla 11.1, al cubrir el requerimiento mínimo calculado en el Anexo 1, respetando el rango de presiones de trabajo, el cual no supera los 100 PSI.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 13 de 51
---	--	--



8.3. VÁLVULA DE DILUVIO

De acuerdo con el Anexo 1 el caudal que pasará por las válvulas de diluvio del sistema de enfriamiento será el indicado en la tabla 7.3.1:

Tabla 8.3.1 – Válvulas de diluvio del sistema de enfriamiento

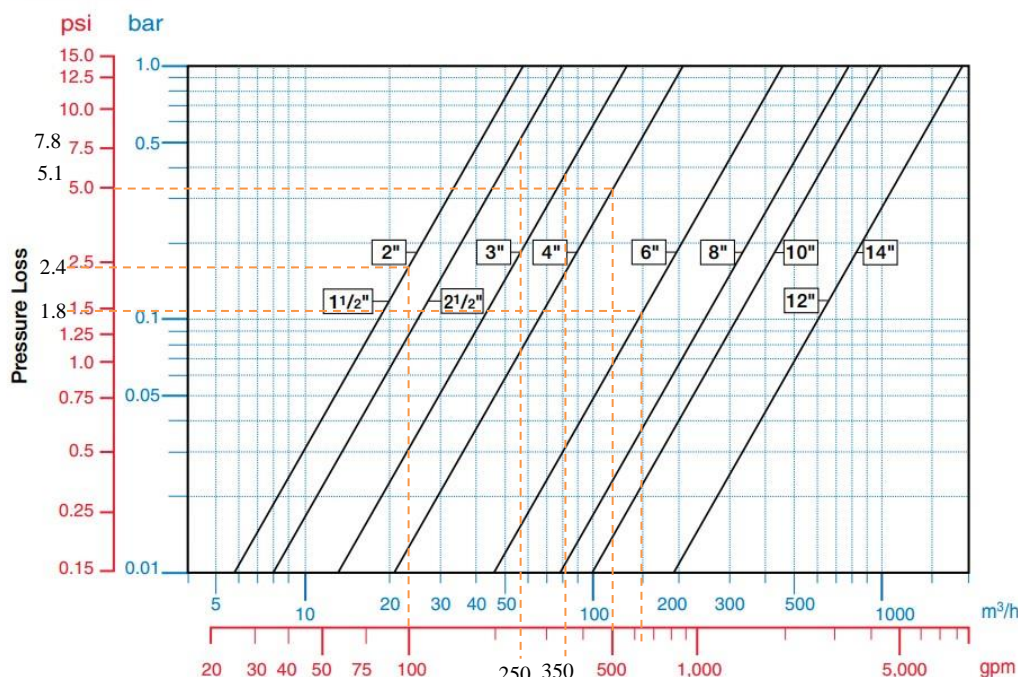
Tanque	Diá. de Válvula de Diluvio (Pulg)	Tag de válvula de Diluvio	Anillo	Caudal del montante de enfriamiento (GPM)
TQ-1	3"	DEV-116	A_1	338
	3"	DEV-115	A_2	338
TQ-2	2"	DEV-110	A_1	111
	2"	DEV-109	A_2	111
TQ-3	2"	DEV-108	A_1	148
TQ-4	2"	DEV-107	A_1	195
TQ-5	3"	DEV-104	A_1	338
	3"	DEV-103	A_2	338
TQ-6	2"	DEV-112	A_1	234
	2"	DEV-111	A_2	234
TQ-7	3"	DEV-105	A_1	324
	3"	DEV-106	A_2	324
TQ-8	4"	DEV-114	A_1	324
	4"	DEV-113	A_2	324
TQ-9	2"	DEV-101	A_1	171
	4"	DEV-102	A_2	748
TQ-10	4"	DEV-119	A_1	392
	4"	DEV-120	A_2	633
TQ-11	4"	DEV-118	A_1	416
TQ-12	4"	DEV-117	A_1	414
TQ-14	4"	DEV-121	A_1	947
			B_1	

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 14 de 51
---	--	--



Gráfico 8.3.1 - Selección de Válvula de Diluvio del Sistema de Enfriamiento

Flow Chart



La selección de la válvula de diluvio se confirma con la validación de parámetros calculados con el Fathom 9.0 en la Tabla 11.2, al cubrir el requerimiento mínimo calculado en el Anexo 1, cubriendo caudal y presión del sistema de enfriamiento.

De acuerdo con el Anexo 1 los caudales que pasarán por las válvulas de diluvio del sistema de espuma serán los indicados en la Tabla 7.3.2

Tabla 8.3.2 – Válvulas de diluvio del sistema de espuma

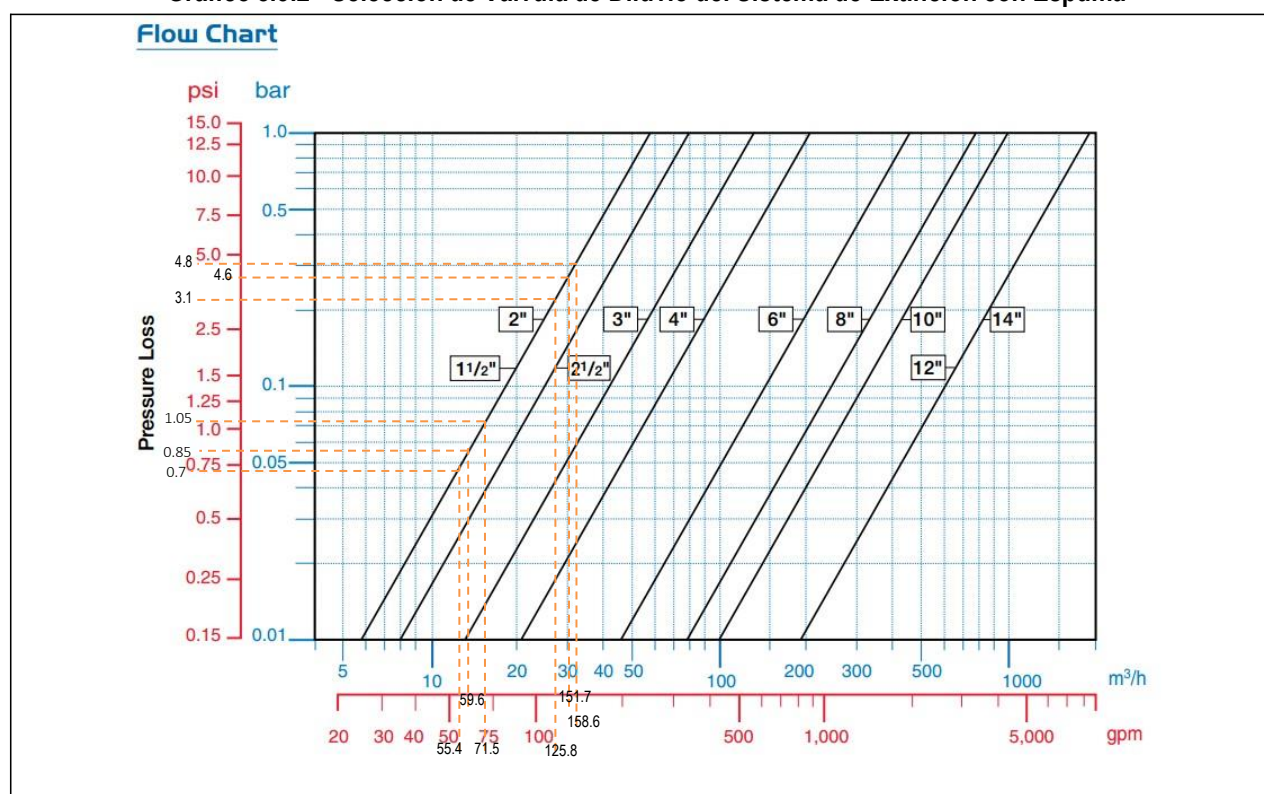
Tanque	Diá. de Válvula de Diluvio (Pulg)	Tag de válvula de Diluvio	Tag de cámaras de espuma	Caudal por cámara de espuma (GPM)
TQ-1	2"	2"-DEV-208	302-FC-008	82.2
TQ-2	2"	2"-DEV-205	302-FC-005	43.9
TQ-3	2"	2"-DEV-204	302-FC-004	43.9
TQ-4	2"	2"-DEV-203	302-FC-003	43.8
TQ-5	2"	2"-DEV-202	302-FC-002	82.2
TQ-6	2"	2"-DEV-206	302-FC-006	59.2
TQ-8	2"	2"-DEV-207	302-FC-007	82.2
TQ-9	3"	3"-DEV-201	302-FC-001	126.5
TQ-10	3"	3"-DEV-211	302-FC-011	161.2

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 15 de 51
---	--	--



Tanque	Diá. de Válvula de Diluvio (Pulg)	Tag de válvula de Diluvio	Tag de cámaras de espuma	Caudal por cámara de espuma (GPM)
TQ-11	2"	2"-DEV-210	302-FC-010	60.4
TQ-12	2"	2"-DEV-209	302-FC-009	60.4
TQ-14	2"	2"-DEV-212	302-FC-012	151.8

Gráfico 8.3.2 - Selección de Válvula de Diluvio del Sistema de Extinción con Espuma



La selección de la válvula de diluvio se confirma con la validación de parámetros calculados con el Fathom 9.0 en la Tabla 11.1, al cubrir el requerimiento mínimo calculado en el Anexo 1, cubriendo caudal y presión del sistema de espuma.

9.0 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento del Terminal Cusco está conformado por:

- Uno o más anillos de tubería que rodean al tanque de combustible, que tiene instalado cada cierto tramo una boquilla pulverizadora de agua (spray nozzle). El objetivo de estas boquillas pulverizadoras es refrigerar la superficie afectada por una radiación térmica igual o mayor a 12.5 KW/m² conforme al estudio de Riesgos del Terminal Cusco ER-0772016-01-001.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 16 de 51
---	--	--



9.1. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN REQUERIDOS EN EL ASPERSOR HIDRÁULICAMENTE MÁS DESFAVORABLE.

El resultado de los parámetros de operación mínimos requeridos (Teórico) del sistema de enfriamiento está expresados en el Anexo 1, del cual obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 9.1.1 – Parámetros mínimos para el cálculo hidráulico – Sistema de enfriamiento (CASCOS DE TANQUES)

Tanque	ANILLO DE ENFRIAMIENTO CASCO					
	Anillo	Nro. de Aspersores	Separación aspersores	Caudal x aspersor	Factor “K” comercial	Presión mínima en aspersor más lejano
			m	GPM	GPM/PSI ^{0.5}	PSI
TQ-1	A_1	8	2.2	35.42	5.6	40
	A_2	8	2.2	35.42	5.6	40
TQ-2	A_1	6	2.3	12.47	1.8	48
	A_2	6	2.3	12.47	1.8	48
TQ-3	A_1	6	2.3	12.47	1.8	48
TQ-4	A_1	6	2.1	20.24	3.2	40
TQ-5	A_1	8	2.2	35.42	5.6	40
	A_2	8	2.2	35.42	5.6	40
TQ-6	A_1	7	2.2	27.43	5.6	24
	A_2	7	2.2	27.43	5.6	24
TQ-7	A_1	8	2.1	33.60	5.6	36
	A_2	8	2.1	33.60	5.6	36
TQ-8	A_1	8	2.1	33.60	5.6	36
	A_2	8	2.1	33.60	5.6	36
TQ-9	A_1	6	1.8	28.55	5.6	26
	A_2	18	1.8	28.55	5.6	26
TQ-10	A_1	12	2.0	32.65	5.6	34
	A_2	12	2.0	32.65	5.6	34
TQ-11	A_1	16	2.0	23.19	4.1	32
TQ-12	A_1	16	2.0	23.08	3.2	52
TQ-14	A_1	12	2.0	19.73	3.2	38
	B_1	12	2.0	19.73	3.2	38

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 17 de 51
---	--	--



Tabla 9.1.2 – Parámetros mínimos para el cálculo hidráulico – Sistema de enfriamiento (TECHO DE TANQUES)

Tanque	CORONA DE ENFRIAMIENTO				
	Corona	Nro. de Aspersores	Caudal x aspersor	Factor “K” comercial	Presión mínima en aspersor más lejano
			GPM	GPM/PSI ^{0.5}	PSI
TQ-1	A_1	2	27.43	5.6	24
	A_2	2	27.43	5.6	24
TQ-2	A_1	2	18.34	4.1	20
	A_2	2	18.34	4.1	20
TQ-3	A_1	2	18.34	4.1	20
TQ-4	A_1	2	18.34	4.1	20
TQ-5	A_1	2	27.43	5.6	24
	A_2	2	27.43	5.6	24
TQ-6	A_1	2	20.91	4.1	26
	A_2	2	20.91	4.1	26
TQ-7	A_1	2	27.43	5.6	24
	A_2	2	27.43	5.6	24
TQ-8	A_1	2	27.43	5.6	24
	A_2	2	27.43	5.6	24
TQ-9	A_2	7	25.04	5.6	20
TQ-10	A_2	6	20.09	4.1	24
TQ-11	A_1	4	22.46	4.1	30
TQ-12	A_1	4	22.46	4.1	30
TQ-14	-	-	-	-	-

10.0 SISTEMA DE ESPUMA

El sistema fijo de espuma está conformado por una cámara generadora de espuma instalado en la parte superior del casco de un tanque de líquido inflamable o combustible, enlazado a un sistema de generación de solución agua-espuma (solución de 3% de concentrado de espuma con 97% de agua).

10.1. CAUDALES Y PRESIONES MÍNIMAS REQUERIDAS – SISTEMA DE ESPUMA

El resultado de los parámetros de operación mínimos requeridos (Teórico) del sistema de espuma está expresado en el Anexo 1, del cual obtenemos los siguientes resultados:

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 18 de 51
---	--	--



Tabla 10.1.1 – Parámetros mínimos para el cálculo hidráulico – Sistema de espuma

Tanque	Cámaras de espuma	Dotación de espuma requerida	Caudal x Cámara de espuma	Tiempo de aplicación	Modelo de cámara de espuma	Factor k	Presión mín. Requerida
		Gal	GPM	Minutos			PSI
TQ-1	302-FC-008	74	82.2	30	MCS-9	15.0	30.0
TQ-2	302-FC-005	39	43.9	30	MCS-9	8.0	30.0
TQ-3	302-FC-004	39	43.9	30	MCS-9	8.0	30.0
TQ-4	302-FC-003	39	43.8	30	MCS-9	8.0	30.0
TQ-5	302-FC-002	74	82.2	30	MCS-9	15.0	30.0
TQ-6	302-FC-006	51	56.6	30	MCS-9	10.0	32.0
TQ-8	302-FC-007	74	82.2	30	MCS-9	15.0	30.0
TQ-9	302-FC-001	114	126.5	30	MCS-17	20.0	40.0
TQ-10	302-FC-011	145	161.2	30	MCS-17	20.0	65.0
TQ-11	302-FC-010	54	60.4	30	MCS-9	9.0	45.0
TQ-12	302-FC-009	100	60.4	55	MCS-9	9.0	45.0
TQ-14	302-FC-012	250	151.8	55	MCS-17	24.0	40.0

Notas:

- La presión mínima recomendada por los fabricantes para las cámaras de espuma es de 30 PSI. La presión máxima recomendada por los fabricantes para las cámaras de espuma es de 100 PSI de acuerdo con los parámetros de prueba de aceptación realizados por UL, propios del listado.

De los resultados mostrados en la tabla 9.1.1, tenemos que los escenarios de incendio de los tanques del Terminal Cusco requieren 250 galones de concentrado de espuma.

10.2. CÁLCULO DE ESPUMA SUPLEMENTARIA MEDIANTE MANGUERAS

Adicionalmente al sistema de cámaras de espuma, NFPA 11 recomienda la aplicación suplementaria de espuma mediante mangueras. La tasa de aplicación mínima es de 50 GPM por cada manguera.

Tabla 10.2.1 – Aplicación de espuma suplementaria

Tanque	Altura	Diámetro	Chorros suplementarios		Tiempo de aplicación	Vol. Solución agua - espuma (V _{sol.})	Vol. Concentrado de espuma (V _{con})
	m	m	Cantidad	GPM	min	Gal	Gal
TQ-1	12.00	9.20	1	50	20	1000	30
TQ-2	12.10	9.20	1	50	20	1000	30
TQ-3	12.10	9.20	1	50	20	1000	30
TQ-4	12.10	9.20	1	50	20	1000	30
TQ-5	12.10	9.20	1	50	20	1000	30

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 19 de 51
---	--	--



Tanque	Altura	Diámetro	Chorros suplementarios		Tiempo de aplicación	Vol. Solución agua - espuma (Vsol.)	Vol. Concentrado de espuma (Vcon)
	m	m	Cantidad	GPM	min	Gal	Gal
TQ-6	9.20	8.10	1	50	20	1000	30
TQ-8	11.50	9.20	1	50	20	1000	30
TQ-9	10.90	12.20	1	50	20	1000	30
TQ-10	11.00	13.70	1	50	20	1000	30
TQ-11	8.50	8.40	1	50	20	1000	30
TQ-12	8.60	8.40	1	50	20	1000	30
TQ-14	13.40	13.40	1	50	20	1000	30

Nota:

$$V_{con} = 3\% V_{sol}$$

Por tanto, se requiere un mínimo de 30 galones de concentrado de espuma del tipo AR-AFFF al 3% disponible para ser usado para los chorros de espuma suplementaria.

11.0 ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

Para determinar el comportamiento de la red de agua contra incendio y la selección de los diámetros óptimos, el análisis se basará en el estudio de los escenarios de diseño definido en la tabla 10.1.1, teniendo como criterio de protección lo siguiente:

- Se activará el sistema de espuma del tanque incendiado
- Se activará el sistema de enfriamiento del tanque afectado por la radiación de 12.5 kW/m^2 (Casco y Techo).
- Se ejecutarán las simulaciones de los sistemas considerando los parámetros mínimos indicados en las secciones anteriores.
- Se considera solamente el funcionamiento de una bomba contra incendio, ya que la capacidad de una sola bomba es mayor a la capacidad requerida por el sistema.

11.1. ESCENARIOS DE DISEÑO.

Considerando el Estudio de Riesgos ER-077-2016-01-001-Rev 4, se plantearon los siguientes escenarios a tener en cuenta para los cálculos hidráulicos:

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 20 de 51
---	--	--



Tabla 11.1.1 – Escenarios de estudio

Escenario	Tanque incendiado	Cámara de espuma activada	Superficie afectada por la radiación térmica de 12.5 KW/m2 a ser enfriada	Superficie de techo afectada por la radiación térmica de 12.5 KW/m2 a ser enfriada
1	TQ-1	302-FC-008	100% de TQ-8 75% de TQ-9	100% de Techo TQ-8 75% de Techo TQ-9
2	TQ-2	302-FC-005	50% de TQ-4 50% de TQ-3 50% de TQ-6	50% de TQ-4 50% de TQ-3 50% de TQ-6
3	TQ-3	302-FC-004	50% de TQ-2	50% de TQ-2
4	TQ-4	302-FC-003	50% de TQ-7	50% de TQ-7
5	TQ-5	302-FC-002	50% de TQ-7 50% de TQ-8 75% de TQ-9	50% de Techo TQ-7 50% de Techo TQ-8 75% de Techo TQ-9
6	TQ-6	302-FC-006	50% de TQ-2 100% de TQ-7 100% de TQ-8	50% de Techo TQ-2 100% de Techo TQ-7 100% de Techo TQ-8
7	TQ-8	302-FC-007	50% de TQ-1 50% de TQ-5 50% de TQ-6	50% de Techo TQ-1 50% de Techo TQ-5 100% de Techo TQ-6
8	TQ-9	302-FC-001	100% de TQ-1 100% de TQ-5	100% de Techo TQ-1 100% de Techo TQ-5
9	TQ-10	302-FC-011	100% de TQ-11 100% de TQ-12	100% de Techo TQ-11 100% de Techo TQ-12
10	TQ-11	302-FC-010	50% de TQ-10 100% de TQ-12	50% de Techo TQ-10 100% de Techo TQ-12
11	TQ-12	302-FC-009	-	-
12	TQ-14	302-FC-012	50% de TQ-10 100% de TQ-12	50% de Techo TQ-10 100% de Techo TQ-12

11.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO

- La presión en las conexiones de mangueras de Ø2 ½", hidráulicamente más desfavorables no será menor a 100 PSI, conforme a la sección 7.8.1 de la NFPA 14.
- El flujo mínimo en las 2 conexiones de manguera hidráulicamente más desfavorables será de 500 GPM, conforme a la sección 7.10.1.1.1 de la NFPA 14.
- Los hidrantes instalados proporcionarán un caudal no menor a 500 gpm, cuando tengas 2 salidas de 2 ½", conforme al artículo 97 del D.S. 043-2007-EM.
- No se considera límite de velocidad de flujo en las tuberías principales.
- No se considera límite de velocidad de flujo en las tuberías secundarias.
- Las tuberías que alimentan a hidrantes no serán menores a Ø6" de diámetro, conforme a la sección 5.2.1 de la NFPA 24.
- Las tuberías que no alimentan hidrantes pueden tener un diámetro menor a Ø6" tales como:
 - ✓ Sistema de espuma
 - ✓ Sistema de enfriamiento fijo por aspersores de agua

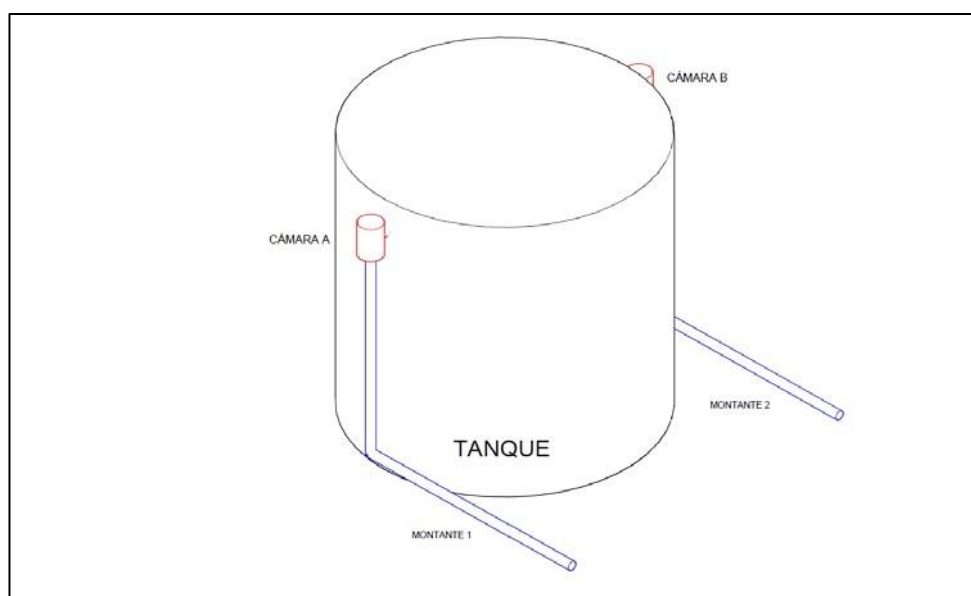
PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 21 de 51
---	--	--



12.0 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Para la simulación en el Fathom 9.0, las cámaras de espuma tienen un montante independiente y cada montante tiene una válvula de seccionamiento y una válvula de diluvio.

Figura 12.1 – Arreglo de cámaras de espuma en un tanque



De acuerdo con los resultados del cálculo hidráulico, realizados con el programa Fathom 9.0, mostrados en los Anexos 3@14; obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 12.1 – Validación de los parámetros calculados por el Fathom del sistema de espuma

Tanque	Producto	Modelo Cámara de espuma	Nro. de Cámaras de espuma	Caudal x Cámara de Espuma			Presión mín. requerida en la cámara de espuma
				Estimado	Real	Ch'k	Real
				GPM	GPM		PSIG
TQ-1	Diésel B5	MCS-9	1	82.2	86.6	✓	33.2
TQ-2	Diésel B5	MCS-9	1	43.9	44.9	✓	31.4
TQ-3	Diésel B5	MCS-9	1	43.9	45.7	✓	32.5
TQ-4	Diésel B5	MCS-9	1	43.8	44.5	✓	30.9
TQ-5	Diésel B5	MCS-9	1	82.2	87.0	✓	33.6
TQ-6	Diésel B5	MCS-9	1	56.6	57.3	✓	32.8
TQ-8	Diésel B5	MCS-9	1	82.2	84.7	✓	31.8
TQ-9	Diésel B5	MCS-17	1	126.5	127.0	✓	40.1
TQ-10	Diésel B5	MCS-17	1	161.2	162.0	✓	65.6
TQ-11	Diésel B5	MCS-9	1	60.4	60.7	✓	45.4
TQ-12	Alcohol Carburante	MCS-9	1	60.4	63.3	✓	49.4
TQ-14	Gasolina 84	MCS-17	1	151.8	154.0	✓	41.0

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 22 de 51
---	--	--

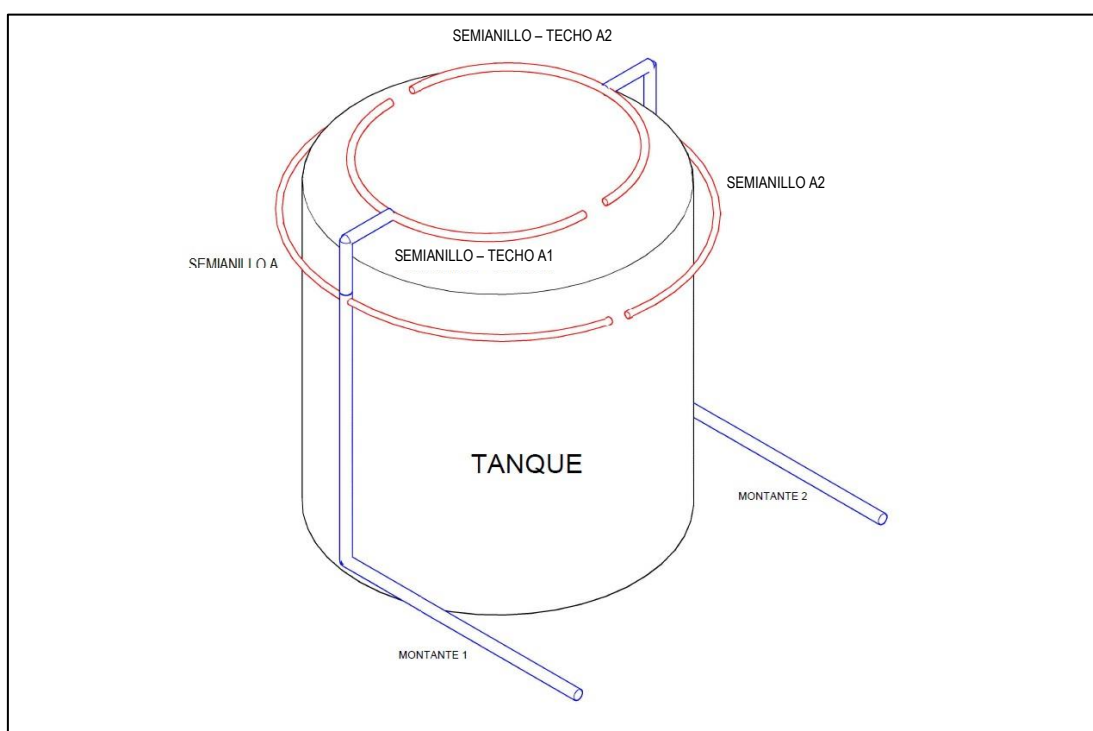


Notas:

- 1) El caudal real debe ser igual o mayor al caudal teórico.
- 2) La presión mínima recomendada por los fabricantes para las cámaras de espuma es de 30 PSI.
- 3) La presión máxima recomendada por los fabricantes para las cámaras de espuma es de 100 PSI.
- 4) Puesto que las presiones superan los 100 PSI a la llegada de las cámaras de espuma, el Sistema de Espuma requiere regulación de presión.

Para la simulación en el programa Fathom 9.0, los Semianillos A1 y A2 tienen un montante independiente, excepto el tanque TQ-14, y cada montante tiene una válvula de seccionamiento y una válvula de diluvio.

Figura 12.2 – Arreglo de anillos de enfriamiento en tanque



De acuerdo con los resultados del cálculo hidráulico, realizados con el Fathom 9.0, mostrados en los Anexos 3 y 4; obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 12.2 – Requerimiento de enfriamiento

Tanque Incendiado	Producto	Enfriamiento	Equipo / Anillo Activado	Caudal x Sección de anillo			Presión de entrada
				Teórico	Real	Ch'k	Real
				GPM	GPM		PSIG
TQ-1	Diésel B5	100% de TQ-8	Semianillo A1	324	330	✓	49.0
			Semianillo A2	324	330	✓	49.0
		75% de TQ-9	Semianillo A2	748	748	✓	34.8
TQ-2	Diésel B5	50% de TQ-4	Semianillo A1	158	176	✓	43.5
		50% de TQ-3	Semianillo A1	111	135	✓	52.9

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 23 de 51
---	--	--



Tanque Incendiado	Producto	Enfriamiento	Equipo / Anillo Activado	Caudal x Sección de anillo			Presión de entrada
				Teórico	Real	Ch'k	Real
				GPM	GPM		PSIG
		50% de TQ-6	Semianillo A2	234	255	✓	33.4
TQ-3	Diésel B5	50% de TQ-2	Semianillo A1	111	119	✓	50.4
TQ-4	Diésel B5	50% de TQ-7	Semianillo A1	324	324	✓	41.5
TQ-5	Diésel B5	50% de TQ-7	Semianillo A1	324	325	✓	41.6
		50% de TQ-8	Semianillo A1	324	330	✓	49.0
		75% de TQ-9	Semianillo A2	748	748	✓	34.8
TQ-6	Diésel B5	50% de TQ-2	Semianillo A1	111	118	✓	50.2
		100% de TQ-7	Semianillo A1	324	325	✓	41.6
			Semianillo A2	324	324	✓	41.5
		100% de TQ-8	Semianillo A1	324	330	✓	49.0
			Semianillo A2	324	330	✓	49.0
TQ-8	Diésel B5	50% de TQ-1	Semianillo A2	338	341	✓	46.7
		50% de TQ-5	Semianillo A2	338	350	✓	54.9
		50% de TQ-6	Semianillo A1	234	265	✓	36.3
TQ-9	Diésel B5	100% de TQ-1	Semianillo A1	338	339	✓	46.1
			Semianillo A2	338	340	✓	46.3
		100% de TQ-5	Semianillo A1	338	350	✓	54.9
			Semianillo A2	338	350	✓	54.9
TQ-10	Diésel B5	100% de TQ-11	Anillo A	416	492	✓	38.8
		100% de TQ-12	Anillo A	414	513	✓	60.9
TQ-11	Diésel B5	50% de TQ-10	Semianillo A2	512	535	✓	39.0
		100% de TQ-12	Anillo A	414	514	✓	60.9
TQ-12	Alcohol Carburante	-	-	-	-	-	-
TQ-14	Gasolina 84	50% de TQ-10	Semianillo A2	512	535	✓	39.0
		100% de TQ-12	Anillo A	414	513	✓	60.9

Notas:

- El caudal real debe ser igual o mayor al caudal teórico.
- Puesto que las presiones que ingresan al anillo de enfriamiento superan el rango de trabajo de los aspersores (entre 20 y 60 PSI), se requiere regular la presión a través de las válvulas de diluvio.
- La presión de ingreso a los monitores e hidrantes debe ser igual o mayor a 100 PSI

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 24 de 51
---	--	--



Tabla 12.3 – Requerimientos de las bombas contra incendio

Escenario Tanque incendiado		Parámetros de operación reales						Caudal Total
		CU-P-01			CU-P-02			
		Q	TDH	$\frac{Q}{W}$	Q	TDH	$\frac{Q}{W}$	
		GPM	PSI	HP	GPM	PSI	HP	
1	TQ-1	1495	117	102.0	-	-	-	1495
2	TQ-2	611	128	45.5	-	-	-	611
3	TQ-3	164	132	12.7	-	-	-	164
4	TQ-4	369	130	28.0	-	-	-	369
5	TQ-5	1490	117	102.0	-	-	-	1490
6	TQ-6	1485	117	101.0	-	-	-	1485
7	TQ-8	1040	123	74.5	-	-	-	1040
8	TQ-9	1505	117	103.0	-	-	-	1505
9	TQ-10	1168	121	82.6	-	-	-	1168
10	TQ-11	1109	122	78.9	-	-	-	1109
11	TQ-12	63.3	133	4.9	-	-	-	63.3
12	TQ-14	1202	121	84.7	-	-	-	1202

Nota:

- 1) El caudal máximo requerido de los escenarios estudiados es de 1505 GPM.
- 2) La dotación mínima de agua requerida para los escenarios evaluados del Terminal Cusco, considerando que el sistema de espuma funciona sólo 30 min. y el sistema de enfriamiento funciona por 4 horas, será de 8145 Barriles para el escenario del tanque TQ-6.
- 3) La capacidad de los tanques de agua contra incendio proyectados TQ-7 y TQ-13 es de 9411 Barriles; lo que indica que la capacidad proyectada cubrirá la capacidad mínima requerida para atender un incendio en el escenario de mayor riesgo.

13.0 SISTEMA EXTINCIÓN DE INCENDIO EN CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

El sistema de extinción de incendio en el cuarto de bombas está conformado por rociadores automáticos montados en una red de tuberías en la parte superior del cuarto de bombas.

13.1. PARÁMETROS INICIALES DE CÁLCULO

- De acuerdo con la NFPA 20, sección 4.14.1.3 el cuarto de bombas contra incendio debe ser protegido con un sistema de rociadores automáticos instalados de acuerdo a la NFPA 13.
- De acuerdo a la NFPA 20, sección 4.14.1.3 todo el cuarto de bombas será considerado como un espacio de Riesgo Extra Grupo 2.
- Los espacios de Riesgo Extra Grupo 2 son ocupaciones con moderada o gran cantidad de líquidos combustibles o inflamables u ocupaciones donde la protección de los combustibles es rigurosa.
- El área de protección y la separación de rociadores de espacios de Riesgos Extra Grupo 2 es definida por la tabla 9.1.1.

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 25 de 51
---	--	--

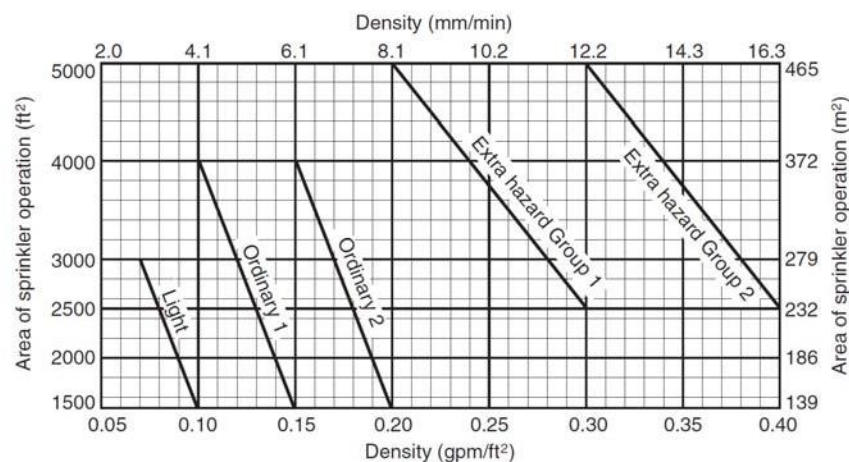


Tabla 13.1.1 – Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores automáticos montantes y colgantes para Riesgos Extra (NFPA 13 – Tabla 10.2.4.2.1(c))

Tipo de Construcción	Tipo de Sistema	Área de protección		Espaciamiento Máximo	
		Pie ²	m ²	Pie	m
Todas	Cédula de Tubería	90	8.4	12	3.7
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad ≥ 0.25 gpm/pie ²	100	9	12	3.7
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad < 0.25 gpm/pie ²	130	12	15	4.6

- De acuerdo con la NFPA 13, sección 19.2.3, para realizar cálculos hidráulicos la demanda de agua se determina en función al área de operación del sistema de rociadores y es definida por el gráfico 9.1.1.

Gráfico 13.1.1 – Curva Densidad Vs Área (Figura 19.2.3.1.1, NFPA 13, Edición 2022)



- De acuerdo con la NFPA 13, sección 19.1.4, los requisitos mínimos de demanda de agua para un sistema de rociadores deben determinarse mediante el agregado de la asignación de chorros de mangueras a la demanda de agua de los rociadores.
- De acuerdo con la NFPA 13, sección 19.2.3.1.2, la asignación adicional de chorros de agua y su duración será determinado por la tabla 19.2.3.1.2 (Tabla 12.1.2).

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 26 de 51
---	--	--



Tabla 13.1.2 – Requisitos para la asignación de chorros de manguera y de duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente (NFPA 13 - Tabla 19.2.3.1.2)

Ocupación	Mangueras interiores		Total combinado de las Mangueras interiores y exteriores		Duración min
	GPM	LPM	GPM	LPM	
Riesgo Ligero	0, 50 ó 100	0, 189 ó 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0, 50 ó 100	0, 189 ó 379	250	946	60 ó 90
Riesgo Extra	0, 50 ó 100	0, 189 ó 379	500	1893	90 ó 120

13.2. CAUDALES MÍNIMOS REQUERIDOS – SISTEMA DE EXTINCIÓN DE CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

El cálculo de los caudales mínimos requeridos (Teórico) del sistema de extinción del cuarto de bombas, conformado por un sistema de rociadores y chorros de manguera están expresados a continuación:

- Las dimensiones del cuarto de bombas con un área a proteger de 85.3 m² (918.4 Pie²).
- Se considerará una densidad de aplicación de 0.4 gpm/pie², puesto que el área es 918.4 Pie².
- Puesto que la ocupación del cuarto de bombas es considerada como Riesgo Extra Grupo 2 se aplicará 500 GPM de chorro de agua desde el exterior por un tiempo de 120 minutos de acuerdo a la tabla 12.1.2.

CAUDAL MÍNIMO DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Área a Proteger =	918.4 Pie ²
Densidad de aplicación =	0.4 gpm/pie ²
Caudal mínimo del sistema de rociadores =	367.4 gpm

NÚMERO MÍNIMO DE ROCIADORES

Área a Proteger =	918.4 Pie ²
Área de protección de un Rociador =	100 Pie ²
Número mínimo de Rociadores =	12

CAUDAL MÍNIMO POR ROCIADOR

Caudal mínimo del sistema de rociadores =	367.4 gpm
Número mínimo de Rociadores =	12
Caudal mínimo por rociador =	30.6 gpm

FACTOR DE DESCARGA TEÓRICO

Caudal por rociador =	30.6 gpm
Presión mínima de un rociador =	7 Psi
Factor de descarga Teórico =	11.6 gpm/psi^{0.5}

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 27 de 51
---	--	--



PRESIÓN MÍNIMA DE UN ROCIADOR

Factor de descarga Teórico =	11.6 gpm/psi ^{0.5}
Factor de descargar comercial =	5.6 gpm/psi ^{0.5}
Caudal por rociador =	30.6 gpm
Presión mínima de un rociador =	30.0 psi

14.0 CONCLUSIONES

- El sistema de bombeo contra incendio existente cubre la demanda mínima de agua requerida para atender el máximo riesgo en el terminal Cusco.
- De acuerdo con lo relevado en campo se observó que la tubería instalada en campo es de 12", dicho diámetro se verificó con la validación de los cálculos hidráulicos del terminal.
- Los manifolds del sistema de enfriamiento serán de Ø8".
- Los manifolds del sistema de espuma serán de Ø6 y Ø4".
- El cuarto de bombas contará con 12 rociadores automáticos.
- Las tuberías del sistema de enfriamiento tendrán la siguiente configuración:

Tabla 14.1 – Resumen de configuración de montantes – Sistema de enfriamiento

Tanque	Anillo de Enfriamiento	Zona	Ø de Anillo (Pulg)	N _{Asp}	Factor "K" de Descarga (GPM/PSI ^{1/2})	Ángulo	Nro. de Montantes	Ø de Montante (Pulg)	Ø de V.D. y V.C. (Pulg)	Regulación de Presión (PSI)
TQ-1	Semi-Anillo A_1	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	3"	78
		Corona	1"	2	5.6	180°				
	Semi-Anillo A_2	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	3"	80
		Corona	1"	2	5.6	180°				
TQ-2	Semi-Anillo A_1	Casco	2"	6	1.8	125°	1	3"	2"	61
		Corona	1"	2	4.1	180°				
	Semi-Anillo A_2	Casco	2"	6	1.8	125°	1	3"	2"	62
		Corona	1"	2	4.1	180°				
TQ-3	Semi-Anillo A_1	Casco	2"	6	1.8	125°	1	3"	2"	65
		Corona	2"	2	4.1	180°				
TQ-4	Semi-Anillo A_1	Casco	2"	6	3.2	125°	1	3"	2"	65
		Corona	2"	2	4.1	180°				
TQ-5	Semi-Anillo A_1	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	3"	85
		Corona	1"	2	5.6	180°				
	Semi-Anillo A_2	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	3"	84
		Corona	1"	2	5.6	180°				
TQ-6	Semi-Anillo A_1	Casco	2"	7	5.6	125°	1	3"	2"	75
		Corona	2"	2	4.1	180°				
	Semi-Anillo A_2	Casco	2"	7	5.6	125°	1	3"	2"	75
		Corona	2"	2	4.1	180°				

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-O-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 28 de 51
---	--	--



TQ-7	Semi-Anillo	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	3"	68
		Corona	1"	2	5.6	180°				
	Semi-Anillo	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	3"	67
		Corona	1"	2	5.6	180°				
TQ-8	Semi-Anillo	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	4"	79
		Corona	1"	2	5.6	180°				
	Semi-Anillo	Casco	2"	8	5.6	125°	1	4"	4"	80
		Corona	1"	2	5.6	180°				
TQ-9	Semi-Anillo	Casco	2"	6	5.6	125°	1	3"	2"	80
		Corona	-	-	-	-				
	Semi-Anillo	Casco	3"	18	5.6	125°	1	6"	4"	79
		Corona	1 1/2"	7	5.6	180°				
TQ-10	Semi-Anillo	Casco	3"	12	5.6	125°	1	6"	4"	60
		Corona	-	-	-	-				
	Semi-Anillo	Casco	3"	12	5.6	125°	1	6"	4"	65
		Corona	2"	6	4.1	180°				
TQ-11	Semi-Anillo	Casco	3"	16	4.1	125°	1	6"	4"	58
		Corona	2"	4	4.1	180°				
TQ-12	Semi-Anillo	Casco	3"	16	3.2	125°	1	6"	4"	83
		Corona	2"	4	4.1	180°				
TQ-14	Semi-Anillo A_1/B_1	Casco	3"	24	3.2	125°	1	6"	4"	60
		Corona	-	-	-	-				
	Semi-Anillo A_2/B_2	Casco	3"	24	3.2	125°				
		Corona	-	-	-	-				

- Las tuberías del sistema de espuma tendrán la siguiente configuración:

Tabla 14.2 – Resumen de configuración de montantes – sistema de espuma

TANQUE	Tag de la Cámara de Espuma	Modelo de Cámara de Espuma	Factor "K" de Descarga	Ø de Montante	Ø de V.D. y V.C.	Regulación de Presión
			GPM/PSI ^{1/2}	pulg	pulg	PSI
TQ-1	302-FC-008	MCS-9	15.00	3	2	55
TQ-2	302-FC-005	MCS-9	8.00	2	2	45
TQ-3	302-FC-004	MCS-9	8.00	2	2	45
TQ-4	302-FC-003	MCS-9	8.00	2	2	50
TQ-5	302-FC-002	MCS-9	15.00	3	2	55
TQ-6	302-FC-006	MCS-9	10.00	2	2	56

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 29 de 51
---	--	--



TANQUE	Tag de la Cámara de Espuma	Modelo de Cámara de Espuma	Factor "K" de Descarga	Ø de Montante	Ø de V.D. y V.C.	Regulación de Presión
			GPM/PSI ^{1/2}	pulg	pulg	PSI
TQ-8	302-FC-007	MCS-9	15.00	2	2	85
TQ-9	302-FC-001	MCS-17	20.00	4	3	58
TQ-10	302-FC-011	MCS-17	20.00	3	3	87
TQ-11	302-FC-010	MCS-9	9.00	3	2	60
TQ-12	302-FC-009	MCS-9	9.00	3	2	65
TQ-14	302-FC-012	MCS-17	24.00	3	2	75

15.0 ANEXOS

15.1. ANEXO 1: CÁLCULO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN MÍNIMOS DE LOS SISTEMAS

15.2. ANEXO 2: REPORTE - MODELO HIDRÁULICO - TERMINAL CUSCO

15.3. ANEXO 3: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 1

15.4. ANEXO 4: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 2

15.5. ANEXO 5: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 3

15.6. ANEXO 6: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 4

15.7. ANEXO 7: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 5

15.8. ANEXO 8: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 6

15.9. ANEXO 9: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 7

15.10. ANEXO 10: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 8

15.11. ANEXO 11: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 9

15.12. ANEXO 12: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 10

15.13. ANEXO 13: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 11

15.14. ANEXO 14: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 - ESCENARIO 12

15.15. ANEXO 15: VALORES DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO EXISTENTE

15.16. ANEXO 16: REPORTE DE MANTENIMIENTO DE LAS BOMBA EXISTENTE

15.17. ANEXO 17: DISTRIBUCIÓN DE BOQUILLAS

15.18. VALIDACIÓN DE LA MEMORIA DE CALCULO (AYESA)

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CALCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 07/09/2022 Página 30 de 51
---	--	--



ANEXO 1: CÁLCULO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN MÍNIMOS DE LOS SISTEMAS



A. SISTEMA DE ESPUMA

Tabla A.1 – Cálculo de parámetros mínimos – Sistema de espuma

Tanque	Producto	Tipo de techo	Altura (H)	Diámetro (D)	Nro. de Cámaras de espuma (N _{cam})	Rate (R)	Área incendiada (A _{inc})		Caudal requerido (Q _{req})	Tiempo de Aplicación (T _{apl})	Dotación de Espuma (V _{esp})	Caudal x cámara de espuma (Q _{cam})	Modelo cámara de espuma	Factor k	Presión requerida (P _{req})	Presión mínima requerida por equipo	Caudal mínimo estimado
			m	m		GPM/pie²	m²	pie²	GPM	min	gal	GPM		GPM/PSI ^{0.5}	PSI	PSI	GPM
TQ-1	Diésel B5	Techo Fijo	12.00	9.20	1	0.1	66.1	711.1	71.1	30	64.0	71.1	MCS-9	15.0	22.5	30.0	82.2
TQ-2	Diésel B5	Techo Fijo	12.10	9.20	1	0.1	37.3	401.3	40.1	30	36.1	40.1	MCS-9	8.0	25.1	30.0	43.9
TQ-3	Diésel B5	Techo Fijo	12.10	9.20	1	0.1	37.2	400.8	40.1	30	36.1	40.1	MCS-9	8.0	25.1	30.0	43.9
TQ-4	Diésel B5	Techo Fijo	12.10	9.20	1	0.1	29.0	312.6	31.3	30	28.1	31.3	MCS-9	8.0	15.3	30.0	43.8
TQ-5	Diésel B5	Techo Fijo	12.10	9.20	1	0.1	66.2	712.1	71.2	30	64.1	71.2	MCS-9	15.0	22.5	30.0	82.2
TQ-6	Diésel B5	Techo Fijo	9.20	8.10	1	0.1	51.4	553.6	55.4	30	49.8	55.4	MCS-9	10.0	30.6	35.0	56.6
TQ-8	Diésel B5	Techo Fijo	11.40	9.20	1	0.1	65.9	708.8	70.9	30	63.8	70.9	MCS-9	15.0	22.3	30.0	82.2
TQ-9	Diésel B5	Techo Fijo	10.90	12.20	1	0.1	117.3	1262.3	126.2	30	113.6	126.2	MCS-17	20.0	39.8	40.0	126.5
TQ-10	Diésel B5	Techo Fijo	11.00	13.70	1	0.1	148.3	1596.3	159.6	30	143.7	159.6	MCS-17	20.0	63.7	65.0	161.2
TQ-11	Diésel B5	Techo Fijo	8.50	8.40	1	0.1	55.3	595.2	59.5	30	53.6	59.5	MCS-9	9.0	43.7	45.0	60.4
TQ-12	Alcohol Carburante	Sábana Flotante	8.60	8.40	1	0.1	55.3	595.8	59.6	55	98.3	59.6	MCS-9	9.0	43.8	45.0	60.4
TQ-14	Gasolina 84	Sábana Flotante	13.40	13.40	1	0.1	140.2	1509.0	150.9	55	249.0	150.9	MCS-17	24.0	39.5	40.0	151.8

FORMULAS USADAS

- $A_{inc} = \frac{\pi \times D^2}{4}$; Dónde D es el diámetro del tanque incendiado en (m), A_{inc} es el área incendiada en (m² y pie²).
- $Q_{req} = R \times A_{inc}$; Dónde R es el rate de descarga en el tanque incendiado en (GPM/pie²), A_{inc} es el área incendiada en (m² y pie²), Q_{req} es el caudal requerido de solución agua-espuma expresado en (GPM).
- $V_{esp} = T_{apl} \times Q_{req}$; Dónde T_{apl} es el tiempo de aplicación del concentrado de espuma en (min), Q_{req} es el caudal mínimo requerido de solución agua-espuma en (GPM), V_{esp} es el volumen de concentración espuma (Galones)
- $Q_{cam} = \frac{Q_{req}}{N_{cam}}$; Dónde N_{cam} es el número de cámaras generadoras de espuma por tanque, Q_{req} es el caudal mínimo requerido de solución agua-espuma en (GPM).
- K es el factor de descarga expresado en GPM/PSI^{1/2}, es definido por medio de una interpolación considerando la Tabla 8.1.3 proporcionado por los fabricantes.
- $P_{req} = \left(\frac{Q_{cam}}{K} \right)^2$; Q_{cam} es el caudal de una cámara generadora de espuma expresado en (GPM), P_{req} es la presión mínima requerida por la cámara espuma expresada en (PSI)



B. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Tabla B.1 – Cálculo de parámetros iniciales – Sistema de enfriamiento (CASCOS DE TANQUES)

TK	Producto	Altura (H)	Diámetro (D)	Perímetro del Anillos	% ENFRIAMIENTO
		m	m	m	
TQ-1	Diésel B5	12.0	9.2	34.41	100%
TQ-2	Diésel B5	4.2	6.9	27.24	100%
TQ-3	Diésel B5	4.2	6.9	27.22	50%
TQ-4	Diésel B5	7.8	6.1	24.70	50%
TQ-5	Diésel B5	12.1	9.2	34.43	100%
TQ-6	Diésel B5	9.2	8.1	31.01	100%
TQ-7	Diésel B5	11.4	9.2	34.37	100%
TQ-8	Diésel B5	11.4	9.2	34.36	100%
TQ-9	Diésel B5	10.9	12.2	43.98	100%
TQ-10	Diésel B5	11.0	13.7	48.76	100%
TQ-11	Diésel B5	8.5	8.4	31.95	100%
TQ-12	Alcohol Carburante	8.6	8.4	31.96	100%
TQ-14	Gasolina 84	13.4	13.4	47.56	100%

Tanque	ENFRIAMIENTO CASCO															Caudal Estimado x Aspensor (Nota 2)	Caudal Estimado de Anillo
	Área enfriada (A)		Rate (R)	Caudal Teórico por cada Anillo (Q _{tor})		Nro. De aspersores por anillo (N _{asp})	Niveles	Long - arco entre aspersores (L _{sep})	α Separación	θ Deflector	Caudal x aspersores teórico (Q _{asp})	Presión Mínima Teórica (P _{min})	Factor k Teórico (K _{teo})	Factor k Comercial (K _{com})	Presión Mínima Requerida (P _{req})		
	m2	pie2	gpm/pie2	gpm	m3/s						gpm	psi	gpm/psi^0.5	gpm/psi^0.5	psi	GPM	GPM
TQ-1	344.9	3712.3	0.15	556.8	0.04	16.00	1	2.2	22.5	125	34.8	20.0	7.8	5.6	40.0	35.42	283.3
TQ-2	90.8	976.9	0.15	146.5	0.01	12.00	1	2.3	30.0	125	12.2	20.0	2.7	1.8	48.0	12.47	74.8
TQ-3	90.8	977.3	0.15	146.6	0.01	6.00	1	2.3	30.0	125	12.2	20.0	2.7	1.8	48.0	12.47	74.8
TQ-4	149.1	1604.4	0.15	240.7	0.02	6.00	1	2.1	30.0	125	20.1	20.0	4.5	3.2	40.0	20.24	121.4
TQ-5	350.1	3768.1	0.15	565.2	0.03	16.00	1	2.2	22.5	125	35.3	20.0	7.9	5.6	40.0	35.42	283.3
TQ-6	233.5	2513.2	0.15	377.0	0.04	14.00	1	2.2	25.7	125	26.9	20.0	6.0	5.6	24.0	27.43	192.0
TQ-7	329.2	3544.0	0.15	531.6	0.04	16.00	1	2.1	22.5	125	33.2	20.0	7.4	5.6	36.0	33.60	268.8
TQ-8	329.2	3543.8	0.15	531.6	0.04	16.00	1	2.1	22.5	125	33.2	20.0	7.4	5.6	36.0	33.60	268.8
TQ-9	416.5	4483.4	0.15	672.5	0.05	24.00	1	1.8	15.0	125	28.0	20.0	6.3	5.6	26.0	28.55	514.0
TQ-10	473.0	5090.9	0.15	763.6	0.06	24.00	1	2.0	15.0	125	31.8	20.0	7.1	5.6	34.0	32.65	391.8
TQ-11	223.6	2407.1	0.15	361.1	0.03	16.00	1	2.0	22.5	125	22.6	20.0	5.0	4.1	32.0	23.19	371.1
TQ-12	226.5	2438.3	0.15	365.7	0.03	16.00	1	2.0	22.5	125	22.9	20.0	5.1	3.2	52.0	23.08	369.2
TQ-14	563.0	6060.0	0.15	909.0	0.07	24.00	2	2.0	15.0	125	18.9	20.0	4.2	3.2	38.0	19.73	946.9



ayesa

Tanque	ENFRIAMIENTO TECHO															
	Área enfriada (A)		Rate (R)	Caudal Teórico por cada Anillo (Q _{tor})		Nro. De aspersores por anillo (N _{asp})	θ Deflector	Caudal x aspersores teórico (Q _{asp})	Presión Mínima Teórica (P _{min})	Factor k Teórico (K _{teo})	Factor k Comercial (K _{com})	Presión Mínima Requerida (P _{req})	Caudal Estimado x Aspersor (Nota 2)	Caudal Estimado de Anillo	Caudal montante 1 (Nota 3)	Caudal montante 2 (Nota 3)
	m2	pie2	gpm/pie2	gpm	m3/s			gpm	psi	gpm/psi^0.5	gpm/psi^0.5	psi	GPM	GPM	gmp	gmp
TQ-1	66.1	711.1	0.15	106.7	0.008	4.00	180.	26.7	20.0	6.0	5.6	24.0	27.43	55	338	338
TQ-2	37.3	401.3	0.15	60.2	0.005	4.00	180.	15.0	20.0	3.4	4.1	20.0	18.34	37	111	111
TQ-3	37.2	400.8	0.15	60.1	0.005	2.00	180.	15.0	20.0	3.4	4.1	20.0	18.34	37	111	-
TQ-4	29.0	312.6	0.15	46.9	0.004	2.00	180.	11.7	20.0	2.6	4.1	20.0	18.34	37	158	-
TQ-5	66.2	712.1	0.15	106.8	0.008	4.00	180.	26.7	20.0	6.0	5.6	24.0	27.43	55	338	338
TQ-6	51.4	553.6	0.15	83.0	0.006	4.00	180.	20.8	20.0	4.6	4.1	26.0	20.91	42	234	234
TQ-7	65.9	709.2	0.15	106.4	0.008	4.00	180.	26.6	20.0	5.9	5.6	24.0	27.43	55	324	324
TQ-8	65.9	708.8	0.15	106.3	0.008	4.00	180.	26.6	20.0	5.9	5.6	24.0	27.43	55	324	324
TQ-9	117.3	1262.3	0.15	189.3	0.014	7.00	180.	20.3	20.0	4.5	5.6	20.0	25.04	234	748	171
TQ-10	148.3	1596.3	0.15	239.4	0.018	6.00	180.	20.0	20.0	4.5	4.1	24.0	20.09	121	512	392
TQ-11	55.3	595.2	0.15	89.3	0.007	4.00	180.	22.3	20.0	5.0	4.1	30.0	22.46	45	416	-
TQ-12	55.3	595.8	0.15	89.4	0.007	4.00	180.	22.3	20.0	5.0	4.1	30.0	22.46	45	414	-
TQ-14	140.2	1509.0	0.15	226.4	0.017	-		-	-	-	-	-	-	-	947	-

Nota:

1. De acuerdo con la recomendación de Petroperú los tanques que tienen una altura mayor a 12.0 m contarán con 2 anillos de enfriamiento

2. El Caudal estimado por aspersor es considerando la presión mínima teórica o la presión mínima requerida (la que sea mayor)

3. El caudal del montante es la sumatoria del caudal estimado del anillo del caso más el caudal estimado de la corona de cada tanque, en función a la proporción de enfriamiento

FORMULAS USADAS

- $A_{enf} = \frac{\pi \times D^2}{4}$; Dónde D es el diámetro del tanque incendiado en (m), A_{inc} es el área incendiada en (m² y pie²).
- $Q_{req} = R \times A_{enf}$; Dónde R es el rate de descarga en el tanque incendiado en (GPM/pie²), A_{enf} es el área incendiada en (m² y pie²), Q_{tor} es el caudal mínimo que requiere el toroide de enfriamiento expresado en (GPM).
- L_{asp} ; Es definido de forma manual mediante distribución geométrica en CAD, considerando la cobertura de un aspersor
- $L_{sep} = \frac{Perimetro}{N_{asp}}$; Dónde el perímetro es expresado en (m), N_{asp} es el número de aspersores en el toroide
- $Q_{asp} = \frac{Q_{tor}}{N_{asp}}$; Dónde Q_{asp} es el caudal mínimo que requiere el toroide en (GPM), N_{asp} es el número de aspersores en el toroid; Q_{asp} es el caudal de un aspersor expresado en (GPM).
- $K_{Teorico} = \frac{Q_{asp}}{\sqrt{P_{min}}}$; Donde Qasp es el caudal de un aspersor expresado en (GPM); Pmin es la presión mínima requerida por la NFPA 15 sección 8.1.2., KTeorico es el factor K de descarga de un aspersor.
- $P_{req} = \left(\frac{Q_{asp}}{K_{com}}\right)^2$; Qcom es el caudal de un aspersor en (GPM), Kcom es el factor k de descarga comercial, Preq es la presión mínima requerida por el aspersor hidráulicamente más desfavorable usando el factor k comercial.

PROY GMI N°: 571493 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 21 de 48
---	--	---



ANEXO 2: REPORTE – MODELO HIDRÁULICO – TERMINAL CUSCO

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 22 de 48
---	--	---



ANEXO 3: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 1

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 23 de 48
---	--	---



ANEXO 4: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 2

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 24 de 48
---	--	---



ANEXO 5: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 3

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 25 de 48
---	--	---



ANEXO 6: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 4

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 26 de 48
---	--	---



ANEXO 7: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 5

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 27 de 48
---	--	---



ANEXO 8: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 6

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 28 de 48
---	--	---



ANEXO 9: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 7

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 29 de 48
---	--	---



ANEXO 10: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 8

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 30 de 48
---	--	---



ANEXO 11: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 9

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 31 de 48
---	--	---



ANEXO 12: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 10

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 32 de 48
---	--	---



ANEXO 13: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 11

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 33 de 48
---	--	---



ANEXO 14: REPORTE - CÁLCULO HIDRÁULICO EN FATHOM 9.0 – ESCENARIO 12

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 34 de 48
---	--	---



ANEXO 15: VALORES DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO (EXISTENTE)

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 35 de 48
---	--	---



ANEXO 16: REPORTE DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA EXISTENTE

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 36 de 48
---	--	---



ANEXO 16: REPORTE DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA EXISTENTE

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 37 de 48
---	--	---



ANEXO 17: DISTRIBUCIÓN DE BOQUILLAS

PROY GMI N°: 571493-016 571493-302-A-ING-0-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SCI CONTROL, DETECCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS	Fecha: 09/07/2022 Página 38 de 48
---	--	---



ANEXO 18. VALIDACIÓN DE LA MEMORIA DE CALCULO (AYESA)