



SUB GERENCIA REFINACIÓN SELVA
JEFATURA TÉCNICA
UNIDAD INGENIERÍA DE PROCESOS Y
PROYECTOS



DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM.**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE
DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE
BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM”

PROYECTO 0381

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | ELABORADO POR ICESA | APROBADO POR ICESA | REVISADO POR PETROPERU | APROBADO POR PETROPERU |
|-------------------|----------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | | | |
| 0 | 25/10/19 | EMISIÓN FINAL | L.O. | J. F. | D. C. | C. F. |
| A | 28/09/19 | EMISIÓN ORIGINAL | L.O. | J. F. | D. C. | C. F. |
| PETROPERÚ | | | OS-10-13-MCP-0381-010 | | | |
| INGENIERÍA CARDÓN | | | - | | | |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105

DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | OBJETIVO | 4 |
| 2. | ALCANCE DEL DOCUMENTO | 4 |
| 3. | NORMAS TÉCNICAS Y DOCUMENTOS..... | 5 |
| 3.1. | General | 5 |
| 3.2. | Códigos y Normas Aplicables | 5 |
| 3.3. | Documentos y Planos de Referencia..... | 6 |
| 4. | DEFINICIONES..... | 6 |
| 5. | SIMBOLO Y ABREVIATURA | 7 |
| 6. | DATOS DEL SITIO | 7 |
| 6.1. | Ubicación | 7 |
| 6.2. | Condiciones Ambientales..... | 8 |
| 7. | DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES | 8 |
| 8. | BASES DE DISEÑO | 10 |
| 9. | CRITERIOS DE DISEÑO | 10 |
| 9.1. | Generales | 11 |
| 9.2. | Agua Contra Incendio | 11 |
| 10. | METODOLOGÍA DE DISEÑO | 12 |
| 10.1. | Requerimientos de Agua | 12 |
| 10.2. | Separación Entre Rociadores | 13 |
| 10.3. | Número de Rociadores a Instalar..... | 14 |
| 10.4. | Caudal de Rociadores de Agua..... | 15 |
| 10.5. | Requerimientos Teóricos de Agua Contra Incendio | 15 |
| 10.6. | Anillo o Red de Rociadores | 16 |
| 11. | ANÁLISIS HIDRÁULICO | 16 |
| 11.1. | Modelo Hidráulico | 17 |
| 11.2. | Bases y Criterios para el Análisis | 17 |
| 11.3. | Escenarios de Simulación | 18 |
| 11.4. | Esquemáticos de Simulación | 18 |
| 11.5. | Datos de Entrada al Simulador..... | 19 |

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 2 de 25 |



**SUB GERENCIA REFINACIÓN SELVA
JEFATURA TÉCNICA
UNIDAD INGENIERÍA DE PROCESOS Y
PROYECTOS**



DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO:

MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

| | |
|--|-----------|
| 11.6. Simulaciones y Discusión de Resultados | 20 |
| 12. CONSUMO REAL DE AGUA | 21 |
| 13. REQUERIMIENTOS REALES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA | 23 |
| 14. CONCLUSIONES | 23 |
| 15. RECOMENDACIONES | 24 |
| 16. ANEXOS..... | 25 |

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 3 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105

DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

1. OBJETIVO

Presentar la memoria de cálculo de los sistemas de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua de la Refinería Iquitos, requeridos para garantizar la seguridad del personal de operación y la protección a la inversión, y desarrollados como parte del proyecto: **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASSETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM”** a ejecutarse en el distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Región Loreto; sobre la margen izquierda del río Amazonas.

2. ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento aplica al proyecto: **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASSETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM”**, e incluye la metodología utilizada para el diseño de los sistemas de protección por exposición de radiación térmica de los equipos, tuberías y personal que labora en el área de bombas de transferencia y en el área de bombas de agua, en caso de la ocurrencia de un evento de incendio en los puentes de tuberías existentes frente a cada una de estas áreas.

En este documento se muestran los cálculos con sus ecuaciones, normas y documentos de referencia que permiten la selección de rociadores y materiales del sistema de protección en base de agua, que garanticen la protección de los equipos expuestos, preservar la integridad del personal y de las instalaciones en caso de riesgos potenciales de incendio que se puedan originar frente a alguna de estas áreas de bombeo.

El documento incluye, pero sin limitarse, los ítems indicados a continuación:

- Identificación de las normativas nacionales e internacionales aplicables.
- Descripción de las instalaciones a proteger.
- Cálculo de los requerimientos teóricos de agua.
- Selección de rociadores.
- Diseño de los sistemas de rociadores de cada área de bombas.
- Análisis hidráulico de los sistemas de rociadores.
- Cálculo de los requerimientos reales de agua.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 4 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105

DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

3. NORMAS TÉCNICAS Y DOCUMENTOS

3.1. General

El desarrollo del proyecto: “**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASSETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM**” se realiza con base en los documentos y planos de referencia, normas, especificaciones y secciones aplicables de los códigos de diseño y estándares que se indican, incluyendo las revisiones, adendas y otros documentos incorporados como referencias; además se aplica, previa revisión y aprobación de **PETROPERÚ**, aquellas referencias ya comprobadas y aceptadas que como consecuencia de los adelantos tecnológicos, superen o mejoren a las señaladas en costo, funcionamiento y calidad.

En el evento de que existan inconsistencias o diferencias entre las normas, códigos y los documentos de referencia o elementos de entrada suministrados por **PETROPERÚ**, prevalece aquel que contenga criterios más conservadores (de mayores factores de seguridad), siempre bajo el conocimiento y aceptación **PETROPERÚ**. En general el orden jerárquico de prioridad establecido para las normas, códigos, especificaciones y estándares de Ingeniería aplicados para desarrollar el proyecto es:

- Leyes y Reglamentos.
- Normas Oficiales Peruanas y/o Decretos Supremos.
- Códigos, estándares y prácticas recomendadas internacionales (Ejemplo: ASME, API, ANSI, NFPA, etc.).
- Documentos y Planos de referencia

3.2. Códigos y Normas Aplicables

En forma enunciativa más no limitativa se consideran las últimas ediciones de los códigos y normas indicados a continuación:

NFPA “National Fire Protection Association”

- 1 Fire Prevention Code.
- 11 Low, Medium and High Expansion Foam.
- 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- 14 Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
- 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 5 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105

DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.

30 Flammable and Combustible Liquids Code.

API “American Petroleum Institute”

2030 Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum and Petrochemical Industries.

NORMATIVA REGIONAL

- D.S. 032-2004-EM “Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos”.
- D.S. 043-2007-EM “Reglamento de seguridad para las actividades de hidrocarburos”.
- D.S. 046-93 “Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos”.
- D.S. 051-93-EM “Reglamento de Normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos”.
- D.S. 052-93-EM “Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos”.

3.3. Documentos y Planos de Referencia

- OS-10-13-ITP-0376-001 "Evaluación Hidráulica y Técnica SCI Refinería Iquitos".
- RQI-0074-18-S-ER-001 “Estudio de Riesgos de Refinería Iquitos”.
- RS-14-13-200-454-004 “Plot Plant Trabajos en Área de Tanques de Gasolina”.

4. DEFINICIONES

Para una mejor comprensión e interpretación de este documento a continuación se definen algunos conceptos básicos relacionados con el trabajo a realizar y se indica en forma precisa el sentido en que se usan en el presente documento:

Presión Residual. Presión existente en un determinado punto de la red de agua contra incendios, en condiciones de flujo en la red.

Red Contra Incendio. Consiste en un anillo formado por tuberías, lazos cerrados alrededor de las instalaciones de una determinada área o lote. Este anillo o red de tubería debe manejar el caudal total de agua requerida por cada sistema contra incendio que se encuentre dentro del área o lote comprendido.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 6 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

PROYECTO:

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: PROCESOS

Tasa de Aplicación. Cantidad de agua descargada por unidad de tiempo y unidad de área, expresada en gpm/pie².

Tuberías. También llamados Ductos, son conductos que cumplen la función de transportar agua, gas, petróleo u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Cuando el fluido transportado es agua, se utiliza la denominación específica de acueducto.

5. SIMBOLO Y ABREVIATURA

RFIQ Refinería Iquitos

SCI Sistema Contra Incendio

6. DATOS DEL SITIO

6.1. Ubicación

La Refinería Iquitos está ubicada en el Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Región Loreto; en la margen izquierda del río Amazonas aproximadamente a 14 km río abajo de la ciudad de Iquitos, después de la desembocadura del río Nanay. Esta refinería comprende un área de 68,9 Ha a 100 msnm.

En la Figura 1 se muestra la ubicación de la Refinería Iquitos, y en la Tabla 1 se muestran sus coordenadas UTM de ubicación.

Fig. 1 UBICACIÓN DE LA REFINERÍA IQUITOS



| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 7 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

TABLA 1. COORDENADAS DE UBICACIÓN REFINERÍA IQUITOS

| Vértice | Coordenadas UTM Sistema WGS84 | | Zona |
|---------|-------------------------------|--------------|------|
| | Este (m) | Sur (m) | |
| A | 699.154,12 | 9.598.151,97 | 18M |
| B | 699.814,17 | 9.598.568,41 | |
| C | 699.705,98 | 9.598.235,88 | |
| D | 699.265,17 | 9.597.957,32 | |

6.2. Condiciones Ambientales

Las principales condiciones ambientales y meteorológicas predominantes en la RFIQ se resumen en la Tabla 2, tomadas del documento RQI-0074-18-S-ER-001 “Estudio de Riesgos de Refinería Iquitos”.

TABLA 2. CONDICIONES AMBIENTALES

| Descripción | | Valores |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|
| Temperatura Ambiente (°C) | Máxima | 37,9 |
| | Promedio | 27,1 |
| | Mínimo | 20,3 |
| Humedad Relativa (%) | Máxima | 91,00 |
| | Promedio | 86,00 |
| | Mínimo | 79,00 |
| Presión Atmosférica (mmHg) | Máxima | 754,33 |
| | Promedio | 753,91 |
| | Mínimo | 753,53 |
| Velocidad del Viento (m/s) | Máxima | 2,66 |
| | Promedio | 1,50 |
| | Mínimo | 0,66 |
| Pluviosidad Mensual (mm) | Máxima (Marzo) | 349,40 |
| | Promedio | 236,43 |
| | Mínimo (Agosto) | 151,60 |
| Temporada de Lluvia | | Todo el año |
| Dirección Predominante del Viento | | Norte – Este (NE) |
| Altura sobre el Nivel del Mar (m) | | 100 |

7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La Refinería Iquitos (RFIQ), de propiedad y operada por PETROPERÚ, dispone de una capacidad de procesamiento de 12.000 barriles de petróleo crudo por día, que cubre la demanda de combustibles en los departamentos de Loreto, San

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 8 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: PROCESOS

Martín y parte de Ucayali. Cuando es requerido, también atiende a poblados fronterizos como Leticia (Colombia) y Tabatinga (Brasil).

La unidad de procesos de la RFIQ está conformada por la Unidad de destilación primaria, Unidad de tratamiento de gasolina primaria y Unidad de tratamiento de DPM a turbo. Los servicios industriales están conformados por: generación de vapor, planta de tratamiento de agua, sistema de aire comprimido, sistema de fuel oil, separador CPI/API, suministro de agua, sistema de slop y blow down y sistema de generación eléctrica.

Dentro de las instalaciones de procesos se encuentra el área de transferencia de productos blancos, que incluye un patio de tanques de almacenamiento de gasolina liviana y nafta pesada, y un patio de tanques de almacenamiento de diésel, DPM y turbo. Entre ambos patios de tanques se dispone del área de bombas de transferencia de combustibles, que envían los productos terminados hacia los muelles o hacia el poliducto, para su entrega y venta final.

Por otra parte, dentro de las instalaciones de servicios auxiliares se encuentra el área de producción de agua de servicio, donde el agua tomada del río Amazonas es tratada, filtrada y enviada a los tanques de almacenamiento para su distribución y uso como agua de servicio dentro de la refinería.

Tanto en el área de bombas de transferencia como en el área de bombeo de agua se dispone de tuberías de agua contra incendio que forma parte de la red principal que rodea todas las instalaciones de la RFIQ, y desde la cual se prevé alimentar los sistemas de rociadores a instalar en ambas áreas de bombas.

Fig. 2 UBICACIÓN DE ÁREAS DE BOMBAS



| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|---------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 9 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

8. BASES DE DISEÑO

Las bases de diseño para el sistema de protección por exposición a radiación térmica se basan en la información mostrada en el presente documento y al levantamiento de campo:

- Las áreas de bombas tienen las siguientes características:

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS ÁREAS DE BOMBAS

| Producto | Ancho m (pie) | Largo m (pie) | Altura m (pie) | Lado expuesto m (pie) |
|-------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| Combustible | 5,32 (17.45) | 21,00 (68,90) | 4,00 (13,12) | 22,00 (72,18) |
| Agua | 4,05 (13.29) | 16,00 (52.49) | 2,750 (9.02) | 22,00 (72,18) |

- En la RFIQ se dispone de tres (3) bombas contra incendio, cada una con capacidad nominal de 2.500 gpm @ 215 psig, de las cuales una (1) opera como respaldo.
- En los puntos de conexión de los sistemas de rociadores a la red principal contra incendio de la RFIQ se dispone de una presión de 195 psig, considerando las caídas de presión desde la descarga de las bombas contra incendio.
- En el área bombas de transferencia de combustibles se dispone de un monitor con hidrante con capacidad para aplicar 500 gpm @ 100 psig de agua y espuma por cada monitor, y 250 gpm @ 100 psig de agua por cada boquilla del hidrante. Este se encuentra a más de 12,20 m del área a proteger y a una distancia no mayor de 45 m.
- En caso de requerirse, el concentrado de espuma a utilizar es proteico al 3% de concentración.
- De acuerdo a lo indicado en el documento OS-10-13-ITP-0376-001 "Evaluación Hidráulica y Técnica SCI Refinería Iquitos", los diámetros de tuberías del sistema de bombeo contra incendio de la RFIQ cumplen con los diámetros mínimos de tuberías establecidos en la Norma NFPA 20.

9. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño para el sistema de protección por exposición a radiación térmica en el área de bombas de transferencia y en el área de bombas de agua se indican a continuación:

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 10 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

9.1. Generales

- Se considera que en la RFIQ sólo ocurre un evento de incendio a la vez que requiera el máximo consumo de agua y espuma de la instalación.
- Para el diseño del presente proyecto se considera que la red del SCI de la RFIQ está construida de acuerdo a los planos de planta indicados en la sección 3.3 del presente documento.
- Para este diseño se considera que en la RFIQ se dispone una capacidad de almacenamiento de agua de 50.000 bbl, disponibles en un tanque de 35.000 bbl y uno de los tanques de 15.000 bbl de almacenamiento de agua contra incendio de la refinería.
- La velocidad del fluido en las líneas del SCI debe ser al menos 10 pie/s y con un valor máximo de 20 pie/s.
- Las líneas de diámetro menor o igual a 2 pulgadas se consideran de Sch. 80; y las líneas de diámetro igual o superior a 3 pulgadas se consideran de Sch. STD.
- Para la selección de los filtros a instalar en las líneas de agua se consideran perforaciones no menores a 1/8 pulg (3,2 mm), según lo indicado en la norma NFPA 15 “Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection”.
- De acuerdo a lo establecido en la norma NFPA 13 “Standard for the Installation of Sprinkler Systems”, los rociadores de la cortina de agua a instalar son diseñados hidráulicamente para proporcionar una descarga de 3 gpm por pie lineal de cortina de agua (37 l/min por metro lineal), con una descarga de agua mínima de 15 gpm (56,8 l/min).

9.2. Agua Contra Incendio

- Los requerimientos de agua se determinan con la longitud del lado expuesto de cada área de bombas y el número de rociadores a instalar.
- Se requiere una reserva de agua contra incendio para cuatro (4) horas de protección por exposición a radiación térmica del área bombas de transferencia y del área de bombas de agua.
- Para la evaluación hidráulica del sistema de rociadores se emplea la ecuación de Hazen–Williams, con C=100 para tuberías de acero al carbono y C=120 para tuberías de acero galvanizado, utilizando los diámetros internos de la tubería del schedule correspondiente.
- Las tuberías del sistema de agua contra incendio son de acero al carbono, y cumplen con las dimensiones y requerimientos de NFPA 24

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 11 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105

DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

“Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances”.

- De acuerdo a lo indicado en la norma NFPA 15 “Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection”, se tiene lo siguiente:
 - Los componentes del sistema deben operar a una presión máxima de 175 psig.
 - Las tuberías del sistema de rociadores deben ser galvanizadas en la superficie externa e interna, y no ser de un diámetro menor a 1 pulg.
 - Los sistemas de rociadores deben disponer de filtros listados para su uso contra incendio, con capacidad para remover los sólidos que puedan obstruir los rociadores.
 - Los sistemas de rociadores deben disponer de facilidades para drenar las tuberías.
 - El distanciamiento entre los rociadores no debe exceder de 3 m (10 pie).
 - La presión mínima de descarga de los rociadores es de 20 psig.

10. METODOLOGÍA DE DISEÑO

10.1. Requerimientos de Agua

Los requerimientos de agua para la protección por exposición se determinan en función del escenario de riesgo y a las tasas mínimas de aplicación sobre las posibles áreas expuestas al fuego.

Las tasas de aplicación de agua se encuentran acorde a lo indicado en las normas NFPA 15 y NFPA 13, resumidos a continuación en la Tabla 4.

TABLA 4. TASAS DE APLICACIÓN DE AGUA

| Tasa Mínima | Aplicación |
|---------------------------|--|
| 0,10 gpm/pie ² | Para estructuras horizontales |
| 0,25 gpm/pie ² | Para estructuras verticales |
| 3 gpm/pie lineal | Para la sección a proteger con descarga mínima de 15 gpm |

El requerimiento de agua se determina escogiendo la mayor exigencia entre ambas normas, considerando el lado expuesta de cada área de bombas por una franja de 3 m, a fin de asegurar la protección de las estructuras más expuestas y la reducción de la radiación hacia el interior de cada área de bombas.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 12 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

10.2. Separación Entre Rociadores

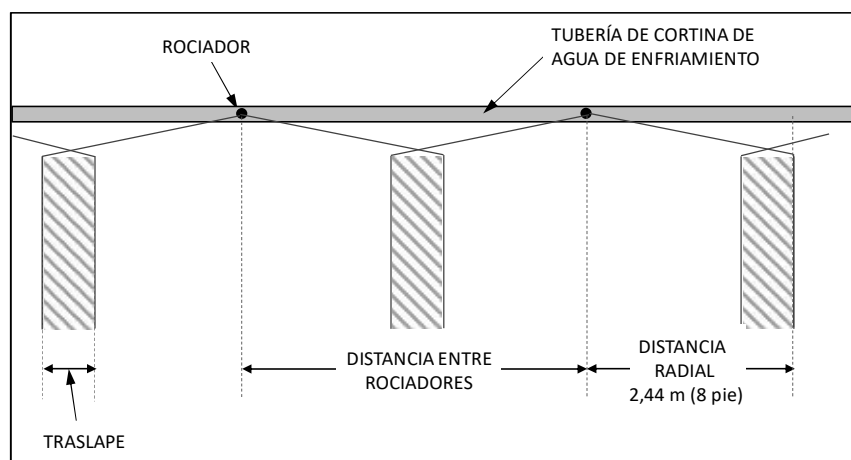
Con las dimensiones indicadas en la Tabla 3 y la longitud expuesta de cada área de bombas, se consideran los resultados del estudio de radiación para la instalación del sistema de protección, a fin de disminuir los efectos de radiación térmica sobre las estructuras de ambas áreas de bombas.

El sistema de protección mediante la proyección de agua tipo cortina se instala en una longitud de 22 m para resguardar el área de las bombas y para disminuir los niveles de radiación generados por un evento de incendio en las tuberías que pasan frente a cada caseta.

Para el sistema de protección a instalar se seleccionan los rociadores modelo B-2 del fabricante Viking, con un coeficiente de descarga $K=3,3 \text{ gpm/psi}^{1/2}$ y un ángulo de descarga de 140° . Este tipo de rociador con una presión nominal de 50 psig garantiza una cobertura lineal de 4,88 m (16 pie). (Ver Anexo 1)

Para establecer la distancia de separación entre los rociadores se considera la cobertura lineal de cada rociador de 4,88 m (16 pie, según lo indicado en el Anexo 1) y que debe existir un traslape de al menos un 15% entre las coberturas de los rociadores, tal como se muestra en la Figura 3.

Fig. 3 DISEÑO DE DESCARGA DE AGUA



De acuerdo a la figura anterior se tiene la siguiente ecuación:

$$d_{roc} = 2 \times d_{rad} - 0,15 \times d_{rad} \quad (10.2.1.1)$$

Donde:

d_{roc} = Distancia entre rociadores, en m.

d_{rad} = Distancia radial, en m.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 13 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

Sabiendo que la distancia radial del rociador seleccionado es de 2,44 m (8 pie) se determina la distancia entre los rociadores de la cortina de agua con la ecuación 10.2.1.1:

$$d_{roc} = 2 \times 2,44 \text{ m} - 0,15 \times 2,44 \text{ m}$$

$$d_{roc} = 4,514 \text{ m}$$

De acuerdo con los criterios establecidos en el presente documentos se ajusta la distancia a 3 m (9,84 pie), garantizando un solape mayor a 15%.

10.3. Número de Rociadores a Instalar

Para determinar el número de rociadores a instalar se emplea la siguiente ecuación:

$$N_{\text{Rociadores}} = L/d_{roc} \quad (10.3.1)$$

Donde:

$N_{\text{Rociadores}}$ = Número de rociadores a instalar.

L = Distancia a proteger, en m.

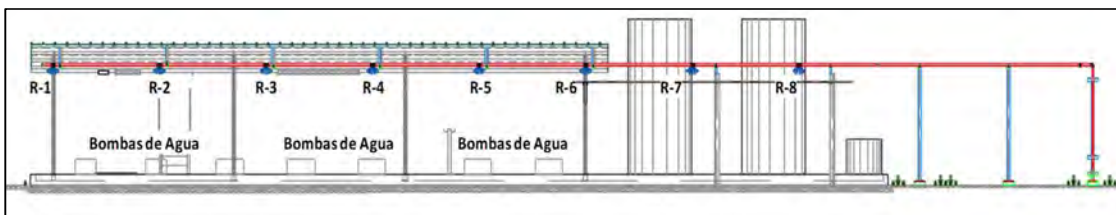
d_{roc} = Distancia entre rociadores, en m.

Sabiendo que la distancia entre rociadores es de 3,00 m (9,84 pie) y que la longitud a proteger en cada área de bombas es de 22,00 m (72,18 pie), se determina el número de rociadores a instalar en cada cortina de agua con la ecuación 10.3.1:

$$N_{\text{Rociadores}} = \frac{22,00 \text{ m}}{3,00 \text{ m}} = 7,33 = 8$$

En la Figura 4 y Figura 5 muestra la distribución de los rociadores a instalar en el sistema de protección del área de bombas de transferencia y en el área de bombas de agua, respectivamente

Fig. 4 DISTRIBUCIÓN DE ROCIADORES ÁREA DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA



| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 14 de 25 |

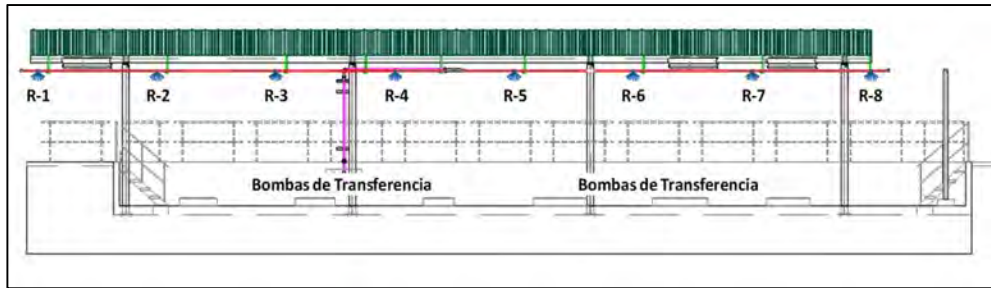
DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

Fig. 5 DISTRIBUCIÓN DE ROCIADORES ÁREA DE BOMBAS DE AGUA



10.4. Caudal de Rociadores de Agua

El caudal de descarga de cada rociador a instalar en la cortina de agua de cada área de bombas se determina con la ecuación 10.4.1:

$$Q_R = K \times \sqrt{P} \quad (10.4.1)$$

Donde:

Q_R = Caudal de rociador, en gpm a instalar.

K = Coeficiente de Descarga del rociador, en gpm/psig^{1/2}.

P = Presión de Descarga, en psig.

Sabiendo que el coeficiente de descarga del rociador seleccionado es $K=3,3$ gpm/psig^{1/2}, a una presión mínima de descarga de 50 psig se obtiene el caudal de descarga de cada rociador sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación 10.4.1:

$$Q_R = 3,3 \text{ gpm/psig}^{1/2} \sqrt{50 \text{ psig}}$$

$$Q_R = 23,33 \text{ gpm}$$

10.5. Requerimientos Teóricos de Agua Contra Incendio

El requerimiento total de agua contra incendio del sistema de rociadores de cada área de bombas viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_T = Q_R \times N_{\text{Rociadores}} \quad (10.5.1)$$

Donde:

Q_T = Caudal total de agua, en gpm

Q_R = Caudal de descarga del rociador, en gpm

$N_{\text{Rociadores}}$ = Número de rociadores a instalar

Sustituyendo los valores correspondientes, se tiene que los requerimientos totales de agua contra incendio para área de bombas son los siguientes:

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 15 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

$$Q_T = 23,33 \text{ gpm} \times 8$$

$$Q_T = 186,64 \text{ gpm}$$

10.6. Anillo o Red de Rociadores

El anillo o red de rociadores de los sistemas de protección a instalar en el área de bombas de transferencia y en el área de bombas de agua manejan los requerimientos totales de agua, que incluye los requerimientos de agua para disminuir los niveles de radiación y proteger las estructuras de ambas áreas.

Considerando que, de acuerdo al punto anterior, el caudal total a manejar es de 186,64 gpm (0,42 pie³/s) y que la velocidad en la línea no supera los 20 pie/s, se determina el diámetro mínimo requerido con la Ec. 10.6.1:

$$Q_R = K \times \sqrt{(4 \times Q)/(\pi \times V)} \quad (10.6.1)$$

Sustituyendo los valores correspondientes, se tiene los siguiente:

$$d = 12 \frac{\text{pulg}}{\text{pie}} \sqrt{\frac{4 \times 0,42 \text{ pie}^3/\text{s}}{\pi \times 20 \text{ pie/s}}} = 1,95 \text{ pulg}$$

De acuerdo al cálculo anterior, se requiere de un diámetro de tubería comercial de 2 1/2 pulgadas, Sch. SDT (Diámetro Interno: 2,469 pulgadas). Con este diámetro interno, se verifica la velocidad del fluido en la tubería.

$$V = \frac{144 \times 4 \times 0,42 \text{ pie}^3/\text{s}}{\pi \times (2,469 \text{ pie})^2} = 12,63 \text{ pie/s}$$

Este diámetro es considerado como referencia para la realización de las simulaciones; sin embargo, puede cambiar una vez que se realice la evaluación hidráulica del sistema de protección propuesto.

11. ANÁLISIS HIDRÁULICO

Para el diseño del sistema de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua de la RFIQ se utiliza el simulador de flujo de fluidos desarrollado por la empresa Schlumberger: PIPESIM. Versión 2017.2. Este simulador permite predecir presiones y caudales; facilitando la evaluación de redes de tuberías ya existentes y el diseño de nuevos sistemas. PIPESIM simula el flujo de fluidos en estado estacionario a través de tuberías y sistemas de redes.

Para los sistemas de protección a instalar se considera como correlación a emplear para determinar la caída de presión la ecuación de Hazen-Williams, con coeficiente C=100 para tuberías de acero al carbono y C=120 para tuberías de acero galvanizado.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 16 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105

DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS

DISCIPLINA: PROCESOS

El software de simulación de PIPESIM funciona bajo ambiente Windows. En este, el proceso de definición del sistema de tuberías se realiza gráficamente, mediante el empleo de iconos y líneas que representan fuentes o llegadas de flujo y tuberías respectivamente:

- Fuentes: representadas por la alimentación al sistema rociadores.
- Descargas o Sumideros: representadas por los dispositivos del sistema de protección (rociadores de agua).
- Líneas de Transferencias: secciones de tuberías horizontales, verticales o inclinadas utilizadas dentro de la red de los sistemas de rociadores para el transporte de los fluidos desde las fuentes hacia los sumideros.
- Nodos: representan todos los puntos de interés dentro del sistema de rociadores en los cuales se encuentran las soluciones hidráulicas del sistema de tuberías. En ellos se destacan los resultados de presiones, temperaturas, flujos y otros, los cuales son empleados para validar el funcionamiento de la red en el simulador, al compararlos con valores indicados en las normas.

11.1. Modelo Hidráulico

Los datos requeridos por PIPESIM para la simulación del sistema de protección del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua de la RFIQ son tomados de los cálculos teóricos realizados en este documento y de las bases de diseño.

Los datos que se definen al simulador son:

- Datos en Fuentes: Presiones de alimentación a los sistemas de rociadores (195 psig, considerando las pérdidas desde la descarga de la bomba contra incendio hasta el punto de conexión del sistema de rociadores).
- Datos en Sumideros (Dispositivos del SCI): Caudales de agua (en metros cúbicos por hora, m^3/h), características del agua (temperatura del fluido: 30 °C).
- Modelo termodinámico: Grayson Streed para agua.

11.2. Bases y Criterios para el Análisis

11.1.1. Características del Fluido

La gravedad específica y la densidad son los datos requeridos para la caracterización del agua en el simulador. Los valores suministrados son los siguientes:

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 17 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: PROCESOS

- Fluido = Agua
- Gravedad específica = 1,02
- Densidad = 62,43 lb/pie³

11.1.2. Características de los Equipos

La información de los equipos requerida por el simulador es el caudal de descarga de rociadores de agua.

- Especificaciones de Tuberías
- Ubicación: Aéreas.
- Simulación: No isotérmica, estado estacionario.
- Temperatura Ambiente: 30 °C
- Rugosidad: 0,0018 pulgadas (tuberías de acero al carbono) y 0,006 (tuberías de acero galvanizado).

11.3. Escenarios de Simulación

Con el uso del simulador PIPESIM se realiza el análisis hidráulico del sistema rociadores para cada tramo entre el punto de conexión a la red principal contra incendio, la alimentación al sistema de rociadores de cada área y los rociadores. A este simulador de procesos se le suministra la presión de alimentación del sistema de rociadores (fuentes), las características del fluido, correlaciones de evaluación del flujo, caudales de agua requeridos en cada uno de los sumideros (rociadores de agua); así como la configuración, longitudes y diámetros de las tuberías calculados en la sección 10 de este documento.

Los escenarios de simulación a evaluar son los siguientes:

- Protección Área de Bombas de Transferencia.
- Protección Área de Bombas de Agua.

11.4. Esquemáticos de Simulación

En las siguientes figuras se presentan los esquemáticos de simulación para los dos escenarios de protección por exposición a radiación térmica a evaluar en la RFIQ, y se resaltan los dispositivos rociadores de agua a instalar.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 18 de 25 |

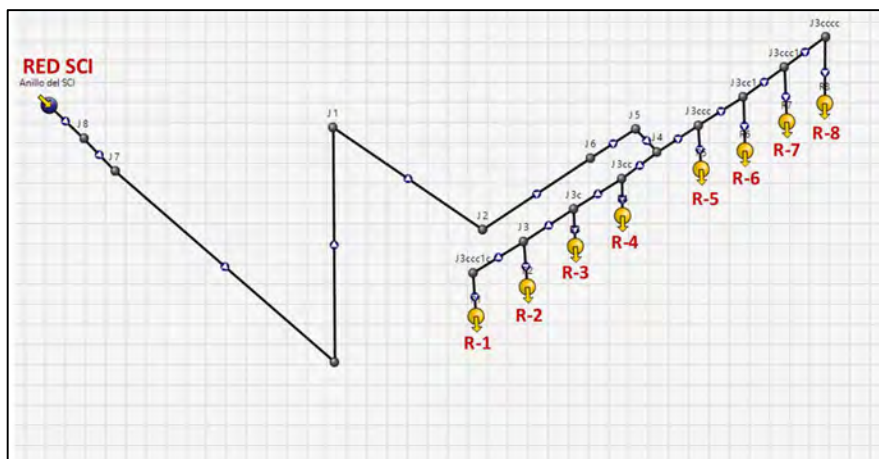
DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

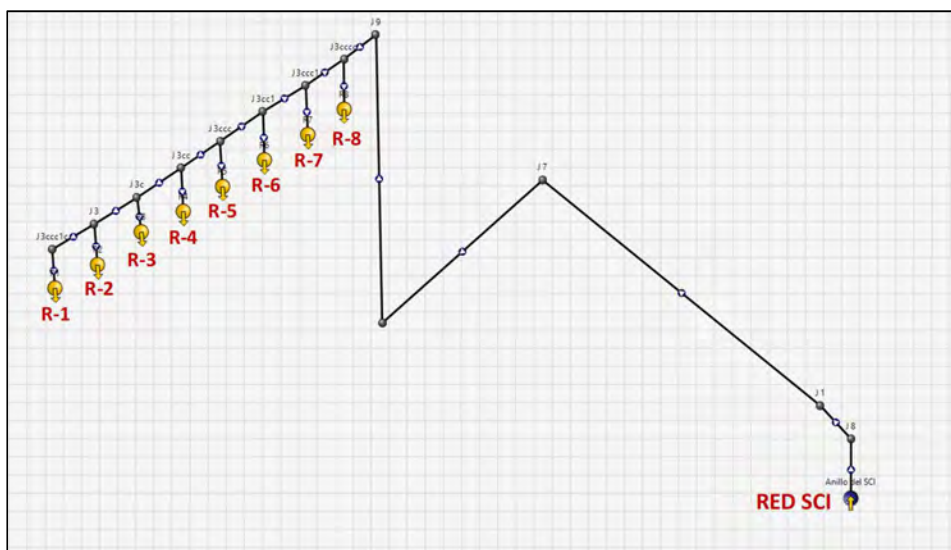
DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

**Fig. 6 ESQUEMÁTICO DE SIMULACIÓN
(PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA)**



**Fig. 7 ESQUEMÁTICO DE SIMULACIÓN
(PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS DE AGUA)**



11.5. Datos de Entrada al Simulador

Los datos de caudal son suministrados al simulador en unidades de metros cúbicos por hora (m^3/h) y corresponden a los caudales en galones por minuto (gpm) de agua teórica requerida en los rociadores de agua de cada área de bombas.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 19 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

**TABLA 5. DATOS DE ENTRADA AL SIMULADOR
(AMBOS ESCENARIOS DE SIMULACIÓN)**

| Fuente (Conexión Red Principal CI) | Sumideros (Rociadores de Agua) |
|---|---|
| Presión (psig) | Caudal de Descarga (m³/h) |
| 195 | 5,22 |

11.6. Simulaciones y Discusión de Resultados

A continuación, se muestran los resultados de la simulación hidráulica del sistema de protección del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua. Estas simulaciones se inician con los diámetros de tuberías determinados en la sección 10 y los datos de entrada indicados en la Tabla 5.

11.1.3. Protección Área de Bombas de Transferencia

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la simulación hidráulica del sistema de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia.

**TABLA 6. RESULTADOS PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS DE
TRANSFERENCIA**

| Nombre | Tipo | Diámetro Nominal | Presión (psig) | Flujo Volumétrico (m³/h) | Velocidad (pie/s) |
|---|-------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Conexión Red Principal CI/ Sist. Rociadores | Fuente | 2" | 195,00 | 50,20 | 24,01 |
| R1 | Sumidero | 1/2' | 54,84 | 5,75 | 34,69 |
| R2 | Sumidero | 1/2' | 60,98 | 5,75 | 34,69 |
| R3 | Sumidero | 1/2' | 72,31 | 6,50 | 39,22 |
| R4 | Sumidero | 1/2' | 98,34 | 7,00 | 42,23 |
| R5 | Sumidero | 1/2' | 98,34 | 7,00 | 42,23 |
| R6 | Sumidero | 1/2' | 72,31 | 6,50 | 39,22 |
| R7 | Sumidero | 1/2' | 60,98 | 5,75 | 34,69 |
| R8 | Sumidero | 1/2' | 54,84 | 5,75 | 34,69 |

En la tabla anterior se muestra que la presión de descarga de los rociadores supera la presión mínima establecida en la norma NPFA 15 (20 psig) y no supera la máxima presión de descarga recomendada por el fabricante (100 psig). En cuanto a la velocidad del fluido en las tuberías, se muestra que se supera la velocidad máxima establecida (20 pie/s); sin embargo, dado que

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

este es un sistema que se activa solo de manera ocasional, se considera que estas velocidades no generan erosión en las tuberías.

11.1.4. Protección Área de Bombas de Agua

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la simulación hidráulica del sistema de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de agua.

TABLA 7. RESULTADOS PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS DE AGUA

| Nombre | Tipo | Diámetro Nominal | Presión (psig) | Flujo Volumétrico (m³/h) | Velocidad (pie/s) |
|--|----------|------------------|----------------|--------------------------|-------------------|
| Conexión Red Principal CI/ Sist. Rociadores | Fuente | 2" | 195,00 | 47,6 | 22,77 |
| | | 1 1/2" | | | 38,05 |
| R1 | Sumidero | 1/2' | 51,31 | 5,30 | 31,98 |
| R2 | Sumidero | 1/2' | 54,89 | 5,30 | 31,98 |
| R3 | Sumidero | 1/2' | 55,98 | 5,30 | 31,98 |
| R4 | Sumidero | 1/2' | 58,28 | 5,80 | 34,99 |
| R5 | Sumidero | 1/2' | 62,39 | 6,00 | 36,20 |
| R6 | Sumidero | 1/2' | 68,86 | 6,30 | 38,01 |
| R7 | Sumidero | 1/2' | 78,31 | 6,70 | 40,42 |
| R8 | Sumidero | 1/2' | 91,50 | 6,90 | 41,63 |

En la tabla anterior se muestra que la presión de descarga de los rociadores supera la presión mínima establecida en la norma NPFA 15 (20 psig) y no supera la máxima presión de descarga recomendada por el fabricante (100 psig). En cuanto a la velocidad del fluido en las tuberías, se muestra que se supera la velocidad máxima establecida (20 pie/s); sin embargo, dado que este es un sistema que se activa solo de manera ocasional, se considera que estas velocidades no generan erosión en las tuberías.

12. CONSUMO REAL DE AGUA

Una vez conocidas las presiones de operación, número y características de los rociadores a instalar en cada área de bombas, se determina el consumo real de agua con un coeficiente de descarga de 3,3 gpm/psig^{1/2}.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

TABLA 8. CONSUMO REAL PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA

| Nombre | Presión (psig) | Coficiente de Descarga (gpm/psig ^{1/2}) | Consumo Real de Agua (gpm) |
|--------------|----------------|---|----------------------------|
| R1 | 54,84 | 3,3 | 24,44 |
| R2 | 60,98 | 3,3 | 25,77 |
| R3 | 72,31 | 3,3 | 28,06 |
| R4 | 98,34 | 3,3 | 32,72 |
| R5 | 98,34 | 3,3 | 32,72 |
| R6 | 72,31 | 3,3 | 28,06 |
| R7 | 60,98 | 3,3 | 25,77 |
| R8 | 54,84 | 3,3 | 24,44 |
| Total | | | 221,98 |

De acuerdo a lo indicado en la tabla anterior, se tiene que el consumo real de agua es aproximadamente del 19% adicional al caudal teórico del sistema de rociadores del área de bombas de transferencia (186,64 gpm).

TABLA 9. CONSUMO REAL PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS DE AGUA

| Nombre | Presión (psig) | Coficiente de Descarga (gpm/psig ^{1/2}) | Consumo Real de Agua (gpm) |
|--------------|----------------|---|----------------------------|
| R1 | 51,31 | 3,3 | 23,64 |
| R2 | 54,89 | 3,3 | 24,45 |
| R3 | 55,98 | 3,3 | 24,69 |
| R4 | 58,28 | 3,3 | 25,19 |
| R5 | 62,39 | 3,3 | 26,07 |
| R6 | 68,86 | 3,3 | 27,38 |
| R7 | 78,31 | 3,3 | 29,20 |
| R8 | 91,50 | 3,3 | 31,57 |
| Total | | | 212,19 |

De acuerdo a lo indicado en la tabla anterior, se tiene que el consumo real de agua es aproximadamente del 14% adicional al caudal teórico del sistema de rociadores del área de bombas de agua (186,64 gpm).

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

13. REQUERIMIENTOS REALES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Sabiendo que en la RFIQ se prevé instalar una capacidad de almacenamiento de agua de 50.000 bbl (2.100.000 gal), se determinan los requerimientos de almacenamiento de agua para la protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua de la RFIQ.

TABLA 10. REQUERIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

| Área | Caudal (gpm) | Tiempo (min) | Agua Requerida | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------|
| | | | (gal) | (bbl) |
| Bombas de Transferencia | 221,98 | 240 | 53.276,33 | 1.268,48 |
| Bombas de Agua | 212,19 | 240 | 50.924,88 | 1.212,50 |

En la tabla anterior se muestra que el agua el agua contra incendio disponible en la RFIQ cubre los requerimientos para la protección del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua, en el tiempo establecido en los decretos y normativas correspondientes.

14. CONCLUSIONES

Luego de realizar los cálculos y las simulaciones correspondientes al sistema de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua de la RFIQ se concluye lo siguiente:

- Se requiere instalar ocho (8) rociadores de agua para proteger mediante una cortina de agua el área de bombas de transferencia en caso de exposición a radiación térmica.
- Se requiere instalar ocho (8) rociadores de agua para proteger mediante una cortina de agua el área de bombas de agua en caso de exposición a radiación térmica.
- De acuerdo a los resultados de simulación, los sistemas de rociadores planteados cumplen hidráulicamente con los criterios de presión y velocidad establecidos.
- En todos los escenarios de simulación evaluados la presión de descarga de los rociadores supera la presión mínima establecida en la norma NFPA 15, y no supera la presión máxima recomendada por los fabricantes.
- El consumo real de agua en el sistema de rociadores del área de bombas de transferencia es aproximadamente 19% superior del caudal teórico.
- El consumo real de agua en el sistema de rociadores del área de bombas de agua es aproximadamente 14% superior del caudal teórico.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|----------|
| PETROPERÚ | OS-10-13-MCP-0381-010 | Revisión | 0 | Página |
| INGENIERÍA CARDÓN | - | Fecha | Oct. 19 | 23 de 25 |

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

- El agua contra incendio prevista a almacenar en la RFIQ tiene capacidad para suministrar los requerimientos de agua protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia y del área de bombas de agua, en el tiempo requerido.

15. RECOMENDACIONES

Con base a lo anterior, se recomienda:

- Instalar rociadores de agua en ambas áreas de bombas con las siguientes características, o similar:

| Características del Rociador | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Modelo | B-2 |
| Fabricante | VIKING |
| Ángulo de Descarga | 140 |
| Coefficiente de Descarga | 3,3 gpm/psig ^{1/2} |
| Número de Rociadores | 8 |
| Distancia entre Rociadores | 3,00 m |

- Instalar un sistema de tuberías para el sistema de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de transferencia con las siguientes dimensiones:

| Descripción del Tramo | Diámetro (pulg) | |
|---------------------------------|-----------------|---------|
| | Nominal | Interno |
| Conex. Red Principal CI/ Anillo | 2 | 1,939 |
| Anillo | 1 | 0,957 |
| Conexión Rociadores | 1/2 | 0,546 |

- Instalar un sistema de tuberías para el sistema de protección por exposición a radiación térmica del área de bombas de agua con las siguientes dimensiones:

| Descripción del Tramo | Diámetro (pulg) | |
|---------------------------------|-----------------|---------|
| | Nominal | Interno |
| Conex. Red Principal CI/ Anillo | 2 | 1,939 |
| | 1 1/2 | 1,500 |
| Anillo | 1 1/2 | 1,500 |
| Conexión Rociadores | 1/2 | 0,546 |

- Asegurar la instalación de tuberías galvanizadas (externa e internamente), filtros listados y facilidades de drenajes en los sistemas de rociadores, según lo indicado en la norma NPFA 15.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

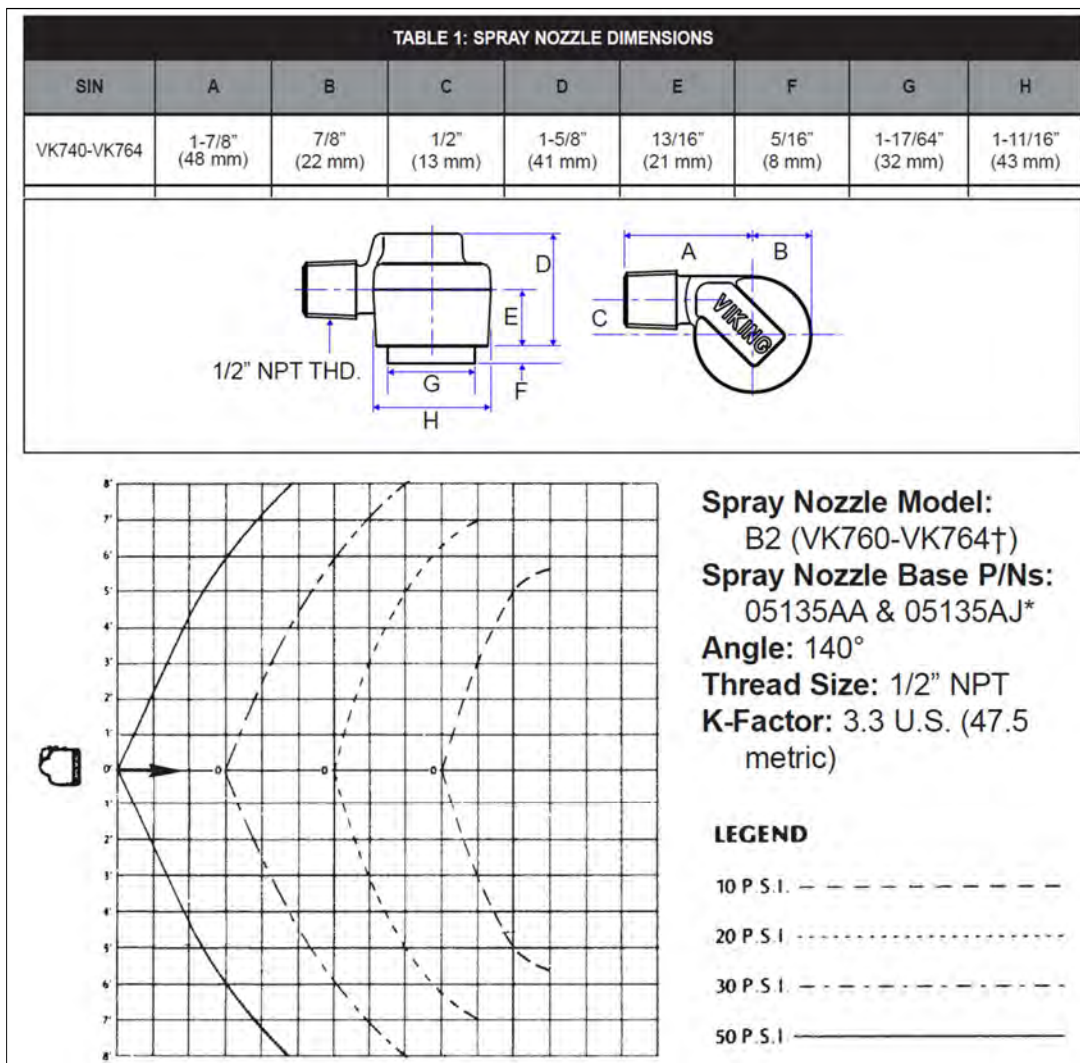
NOMBRE DEL PROYECTO: **INGENIERÍA DE DETALLE SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN DECRETO 023-2105**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE PROTECCIÓN ÁREA DE BOMBAS**

DISCIPLINA: **PROCESOS**

16. ANEXOS

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL ROCIADOR



Fuente: VIKING