

Buenas Prácticas para la aceptación de motobombas contra incendio en Plantas Envasadoras de GLP

Alcance:

El presente documento señala los requisitos mínimos que deberán cumplir las pruebas de aquellas instalaciones nuevas que cuenten con un sistema contra incendio basado en una bomba contra incendio centrífuga de eje horizontal accionada por motor diésel, en Plantas Envasadoras de GLP. En caso de discrepancias entre lo que se indique en este documento y lo que indiquen las normas NFPA, primará lo que indique NFPA 20.

Para la aceptación de la bomba contra incendio y los diferentes equipos, tuberías y accesorios ubicados en el cuarto de bombas se deberá cumplir con lo requerido en NFPA 20 y que además la bomba contra incendio supere las pruebas de aceptación. El propietario de la planta es responsable del cumplimiento de todo lo indicado en NFPA 20 y el presente documento. En este documento no se indican recomendaciones ni lineamientos relativos al diseño o instalación de una bomba contra incendios.

Representantes¹:

Los representantes que deberán estar presentes durante las pruebas son:

- Propietario o representante legal de la empresa.
- Empresa encargada de la instalación de la bomba.
- Empresa fabricante de la bomba.
- Empresa responsable de las pruebas.
- Osinergmin (como veedor)

Los representantes presentes durante la prueba deben contar con los equipos de protección de personal adecuados (chaleco, casco, orejeras, etc.) y deben estar capacitados para atender cualquier contingencia.

I. Verificación del Cumplimiento de NFPA 20:

La Empresa encargada de la instalación de la bomba y el Propietario son responsables de verificar que toda la instalación del cuarto de bomba contra incendio y sus respectivos equipos y accesorios cumplen con NFPA 20, a fin de proceder a realizar la prueba como siguiente paso.

II. Pruebas de aceptación de la bomba contra incendio de acuerdo con la Norma NFPA 20, Edición 2016:

Finalizada la verificación del cumplimiento de la Norma NFPA 20, se procede a realizar las pruebas, verificando y registrando datos en la **“Lista de verificación de Pruebas para la aceptación de Bomba Contra Incendios impulsadas por motor diesel en Plantas Envasadoras de GLP”**. En adjunto al presente se muestra el formato respectivo.

¹ La presencia de los representantes indicados permite que, de verificarse problemas en la instalación, equipos o el desempeño de la bomba contra incendio, estos sean identificados y corregidos a satisfacción del propietario, Osinergmin o cualquier otra parte involucrada.

II.1. Documentos y equipos necesarios para la prueba:

II.1.1 Equipos

Manómetros calibrados,
para la succión y
descarga.



Manómetro en la succión (Mano-Vacuómetro)



Manómetro en la descarga

Tacómetro, para medir
la velocidad en el eje
de la bomba



Medidor de flujo o
caudalímetro calibrado,
con un rango mínimo al
175% de la capacidad
nominal de la bomba.



II.1.2 Documentos

- Procedimiento de prueba de aceptación de la motobomba contra incendio.
- Certificados de las pruebas hidrostática y lavado de tuberías.
- Copia de la curva característica de la bomba, emitida por el fabricante.
- Certificado de calibración de los equipos de medición, dentro de los 12 meses previos a la prueba.
 - ✓ Los equipos calibrados deben llevar una etiqueta indicando la última fecha de calibración.
 - ✓ Si el equipo de prueba no cuenta con el certificado de calibración, se debe reprogramar la prueba.

II.1.3 Equipos de Protección Personal

Todo el personal involucrado en la prueba debe contar con el equipo de protección personal y cualquier otro equipo necesario que le permita desarrollar sus actividades de forma segura, de acuerdo a lo indicado en su procedimiento de seguridad y salud ocupacional.

II.2. Desarrollo de la prueba:

Durante las pruebas desarrolladas debe verificarse el funcionamiento general de la unidad; en especial que las conexiones y soldaduras de las tuberías se encuentren libres de fugas de aceite o agua, sin ruidos extraños, sobrecalentamiento ni vibración excesiva.

Sobre esto último, las vibraciones de todo el conjunto de la bomba contra incendio podrán hacerse de manera visual y bajo la experiencia de quien realiza la prueba o puede usarse un medidor de vibración que permita proporcionar la lectura de vibración a intervalos de tiempo regulares a lo largo de toda la prueba.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que el tiempo de duración de toda la prueba en su conjunto deberá durar un tiempo total no menor de 1 hora.

II.2.1 Verificaciones previas

Se debe realizar una verificación antes de iniciar las pruebas de modo tal que durante las pruebas no se presente interrupciones. Para ello se debe verificar lo siguiente:

Que el nivel de aceite sea el adecuado



Que el nivel de refrigerante sea el adecuado



Que las baterías estén conectadas y cargadas. Los líquidos de las baterías deben haber sido cargados con 24 horas previas a la prueba.



El nivel del combustible es adecuado (mayor a 2/3 de la capacidad del tanque de combustible)



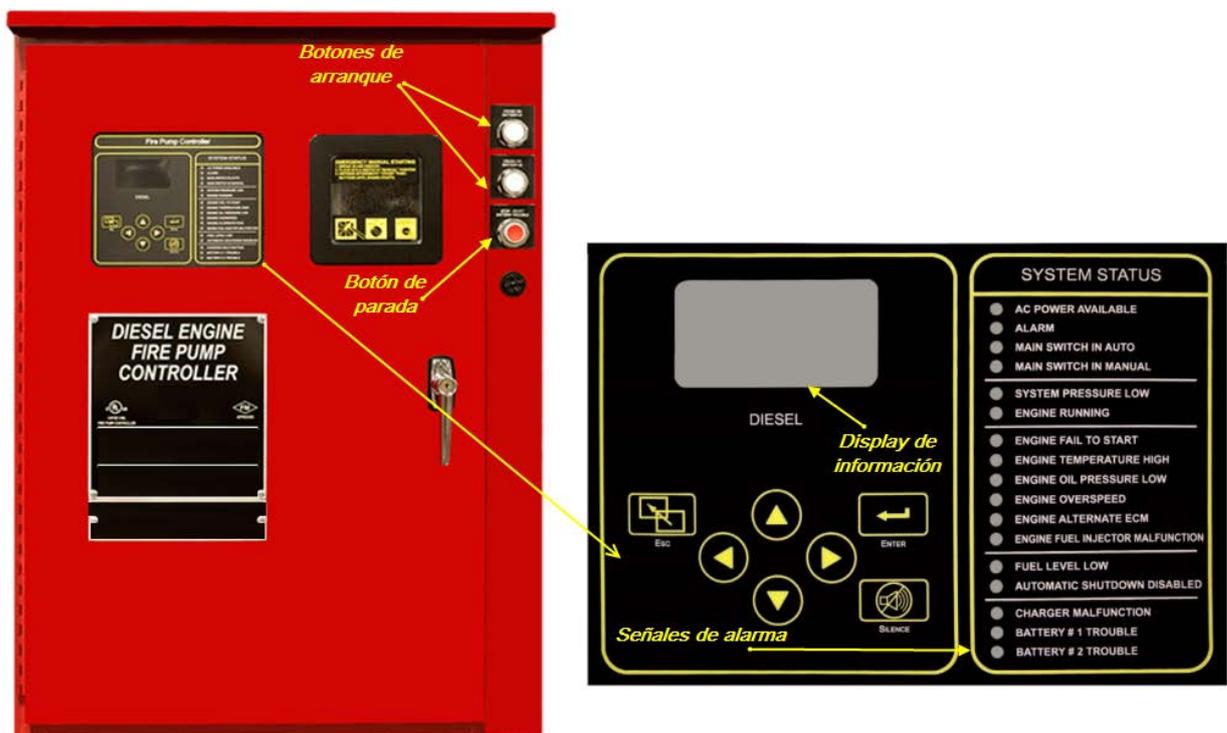
II.2.2 Pruebas de aceptación del Controlador.

El controlador deberá probarse de conformidad con el procedimiento recomendado por el fabricante y las consideraciones de la norma de diseño. El desempeño de la bomba contra incendios deberá quedar automáticamente grabado, para suministrar un registro del funcionamiento de la bomba y asistencia en caso de una investigación.

II.2.2.1 Pruebas de señal y alarma.

- Se debe verificar que el selector manual/automático funciona correctamente.

- Se debe verificar que al colocar el selector en posición “manual” se encienda la señal luminosa (LED) de advertencia de selección manual, en el tablero controlador.
- Se debe verificar la señal luminosa por el encendido del display.
- Debe verificarse el funcionamiento de la opción de apagado manual.



- Debe simularse condiciones para demostrar el funcionamiento de las siguientes señales y alarmas, para ello debe contarse con las instrucciones del fabricante, a fin de probar las siguientes alarmas:

Baja presión aceite



Alta temperatura del motor



Falla de arranque automático



Alta temperatura del agua de refrigeración



Falla de baterías 1 y 2



Falla en el cargador de baterías 1 y 2



Bajo nivel de combustible



Baja temperatura del motor



Parada por sobrevelocidad del motor



Funcionamiento sin fallas



Todas las alarmas deben ser audibles de manera tal que puedan oírse en pleno ruido ocasionado por el funcionamiento del motor.



II.2.2.2 Pruebas de arranque y parada.

Como mínimo, se debe llevarse a cabo seis (6) operaciones de arranque manual y seis (6) operaciones de arranque automático. Se debe probar el arranque utilizando cada juego de baterías de forma independientemente, con lo cual se recomienda realizar tres (3) arranques manuales y tres (3) arranques automáticos por cada batería.

Los arranques deben llevarse a velocidad constante y sin interrupción a condiciones de descarga iguales a la carga máxima².

II.2.3 Pruebas de flujo (caudal y presión), de la bomba contra incendio.

La bomba deberá ser probada como mínimo, a un flujo de 0%, 100% y 150% del caudal nominal de la bomba. Para ello, deberá regular la válvula de descarga a fin de obtener diversas lecturas de caudal en el medidor de prueba.

Registre los siguientes datos en cada punto de prueba:

- Revoluciones por minuto (rpm) de la bomba
- Presión de succión, en psi

² La carga máxima se puede determinar a partir de la curva de potencia del fabricante. La carga máxima puede ocurrir por debajo del 150 % del caudal nominal.

- Presión de descarga, en psi
- Lectura del caudalímetro, en gpm

Por cada punto de prueba, las lecturas de cada variable (presiones, caudal y velocidad) deben tomarse tan rápido como sea posible para minimizar la probabilidad de un cambio de cualquiera de ellas mientras se registran las lecturas.

Asimismo, deberá verificarse que a caudal máximo (150% de la capacidad nominal), la presión del manovacuómetro en la brida de succión de la bomba sea mayor o igual a -3 psi.

II.2.4 Verificación de las condiciones de operación del sistema

Para verificar las condiciones de operación del sistema se debe determinar y/o verificar la presión de arranque y parada de la bomba jockey y la presión de arranque de la bomba principal. Para ello considerar lo siguiente:

- Abrir lentamente la válvula de prueba ubicada en la línea sensora de presión hasta que arranque la bomba jockey; inmediatamente tomar lectura en manómetro ubicado en la línea de detección del controlador.
- Cerrar lentamente para permitir que la presión del sistema aumente gradualmente hasta que alcance la presión de parada y luego tomar lectura en el mismo manómetro.
- Para verificar la presión de arranque de la bomba principal, abrir lentamente la válvula de prueba ubicada en la línea sensora de presión y mantener así hasta que arranque la bomba principal; inmediatamente tomar lectura en manómetro ubicado en la línea de detección del controlador.



II.3. Registros.

Finalizada la prueba, los resultados se deberán registrar e integrar al expediente junto con la documentación probatoria, donde se deberá incluir las listas de verificación, registro de los datos de las mediciones efectuadas, certificados de los equipos de medición y el informe detallado con los resultados de las pruebas.

II.4. Ajuste de datos a velocidad nominal.

Los resultados de campo podrían ser diferentes a los de la curva característica de la bomba, emitida por el fabricante; ello debido a las variaciones en la velocidad. Los resultados de las pruebas de campo por las variaciones de la velocidad podrían estar en el orden del 1% o 2% de la velocidad nominal. Por ello, durante las pruebas podría ser necesario que el motor se regule a la velocidad nominal de la bomba, conforme a lo requerido en el numeral 14.2.6.6.7.3 de NFPA 20.

En caso se encuentren diferencias entre los resultados de las pruebas y la curva característica del fabricante éstas podrían ser corregidas aplicando leyes de afinidad conforme se muestra en el siguiente cuadro, siempre y cuando se demuestre que la bomba cumple con los requisitos del sistema de protección contra incendios y no existe una diferencia sustancial en la operación de la bomba en campo. Asimismo, se debe tener en cuenta que aumentar la velocidad del motor más allá de la velocidad nominal de la bomba contra incendios en condición nominal no es un método aceptable para lograr el desempeño nominal de la bomba.

Capacidad	Presión
$Q_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Q_1$ <p>donde:</p> <p>Q_1 = Capacidad a la velocidad de prueba (gpm) Q_2 = Capacidad a la velocidad nominal (gpm)</p>	$H_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 H_1$ <p>donde:</p> <p>H_1 = Presión a la velocidad de prueba (m) H_2 = Presión a la velocidad nominal (m)</p>
<p>N_1= velocidad de prueba (rpm) N_2= velocidad nominal de la bomba (rpm)</p>	

II.5. Resultado de las pruebas.

Los puntos de presión y caudal (P-Q) ajustados por velocidad deben ubicarse en la misma curva característica del fabricante o por encima de ella. En caso los valores de presión y caudal estuviesen por debajo de la curva se deberá revisar la instalación, realizar las correcciones necesarias y volver a efectuar las pruebas de caudal y presión. En caso de no poder corregirse durante la prueba, se deberá reprogramar la fecha de pruebas y realizar la evaluación correspondiente a fin de determinar la causa de la degradación del desempeño de la bomba contra incendios y ejecutar las acciones que correspondan a fin de cumplir con lo requerido por NFPA 20.

Es importante resaltar que la velocidad de la bomba (RPM) no debe incrementarse más del 2% de su velocidad nominal.

Concluidas las pruebas con resultados satisfactorios, el instalador deberá proveer el resultado de las pruebas con la aceptación de la bomba, motor y controlador conteniendo los datos de las pruebas realizadas, el análisis de los datos obtenidos, los comentarios y recomendaciones necesarias.

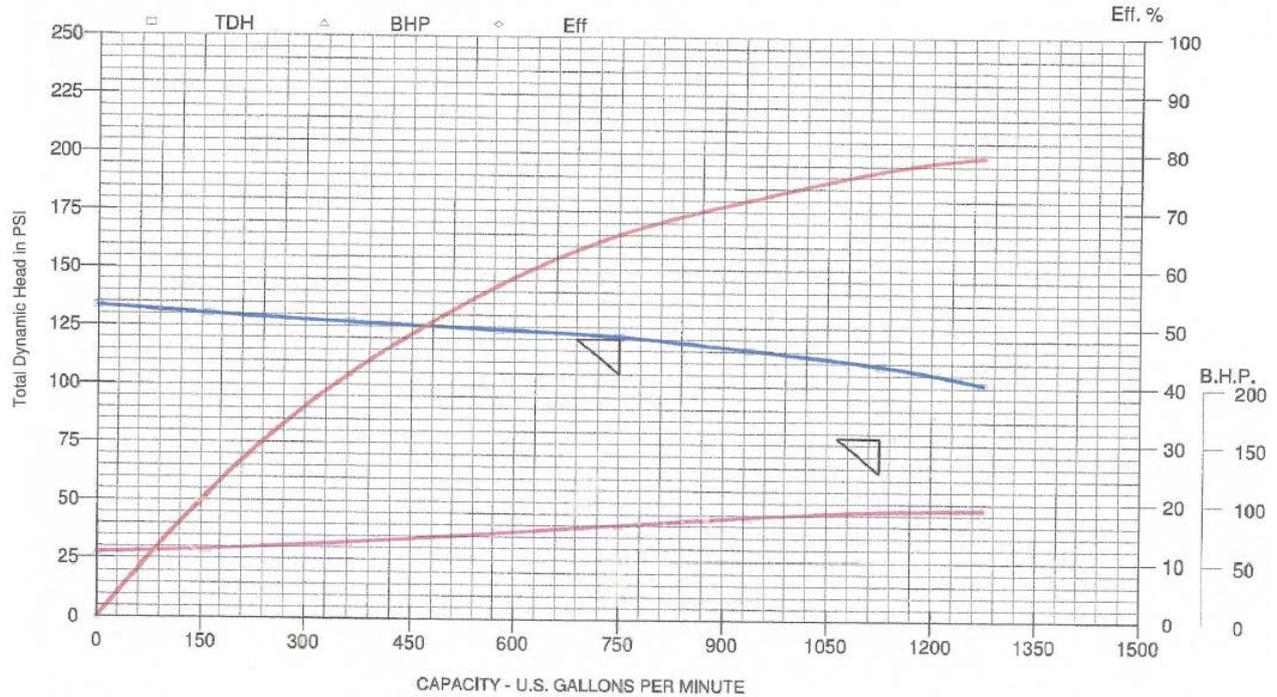
La aceptación debe estar completamente documentada para servir como base para las pruebas de desempeño posteriores requeridas por NFPA 25.

II.6. Ejemplo de prueba de flujo de la bomba contra incendio

II.6.1 Características de la bomba contra incendio accionada por motor diesel

Caudal nominal (gpm)	750
Velocidad nominal (RPM)	3000
Presión neta nominal (psi)	120

II.6.2 Curva característica entregada por el fabricante



II.6.3 Datos obtenidos durante la prueba realizada:

Prueba	Flujo, gpm	Velocidad en el eje de la bomba, rpm	Presión de succión, psi	Presión de descarga, psi	Presión neta sin ajuste, psi
0%	0	3000	14.7	147.5	132.8
100%	749.6	2999	7.7	129.5	121.8
150%	1125	2999	5.0	116	111.0

Nota : Es importante verificar que las velocidades de prueba no superen la velocidad nominal de acuerdo a II.4

II.6.4 Valores ajustados a velocidad nominal (3000 RPM)

De acuerdo a las fórmulas disponibles en el punto II.4. del presente numeral se tiene lo siguiente:

✓ Ajuste de flujo

$$Q_{ajustado} = \left(\frac{3000 \text{ rpm}}{2999 \text{ rpm}} \right) \times 749.6 \text{ gpm} \Rightarrow Q_{ajustado} = 749.8 \text{ gpm}$$

✓ Ajuste de presión

$$p_{neta} = p_{desc} - p_{succión} \Rightarrow p_{neta} = 129.5 \text{ psi} - 7.7 \text{ psi} \Rightarrow p_{neta} = 121.8 \text{ psi}$$

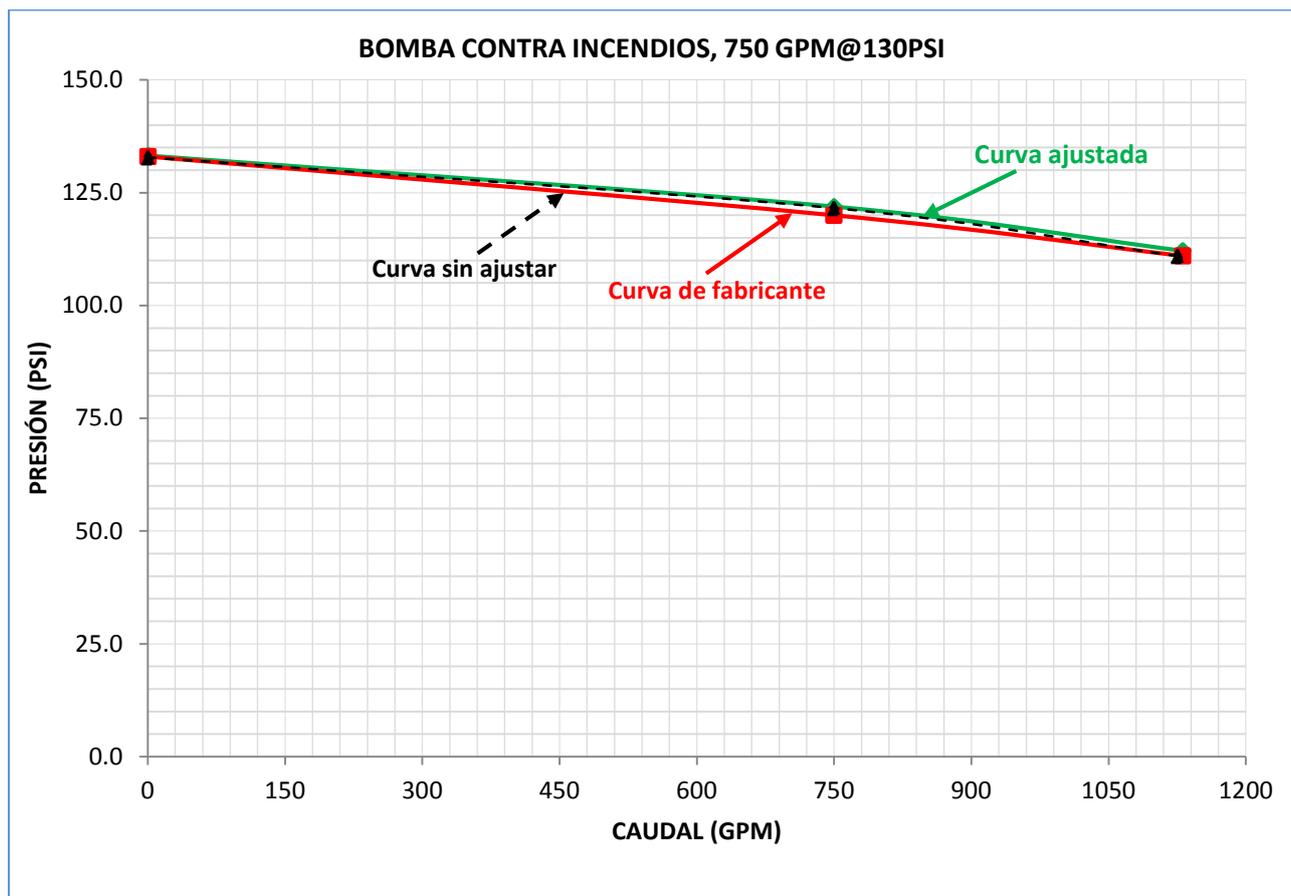
$$p_{ajustado} = \left[\frac{3000 \text{ rpm}}{2999 \text{ rpm}} \right]^2 \times 121.8 \text{ psi} \Rightarrow p_{ajustado} = 121.9 \text{ psi}$$

II.6.5 Resultados de valores ajustados y datos de curva de fabricante

Valores ajustados a velocidad nominal			Presión según curva de fábrica, psi
Prueba	Flujo, gpm	Presión neta, psi	
0%	0	132.8	133
100%	749.8	121.9	120
150%	1130.7	111.1	111

De la tabla II.6.5, se puede observar que las presiones netas son mayores a las indicadas por el fabricante, por lo que la curva cumple satisfactoriamente lo requerido en II.5, Además si la bomba contra incendio es capaz de satisfacer toda la demanda del sistema requerida por la Planta Envasadora de GLP, se puede considerar aceptable esta sección de las pruebas.

II.6.6 Gráfica con los resultados obtenidos



LISTA DE VERIFICACION
**Pruebas para la aceptación de Bomba Contra Incendios impulsadas por motor diesel
en Plantas Envasadoras de GLP, conforme a NFPA 20 - Edición 2019**

Fecha de la Prueba: Del Al

DATOS GENERALES
RAZON SOCIAL: **R.U.C.:**

DIRECCION DE LA INSTALACION:

DISTRITO: **PROVINCIA:** **DEPARTAM.:**

REPRESENTANTES PRESENTES DURANTE LAS PRUEBAS

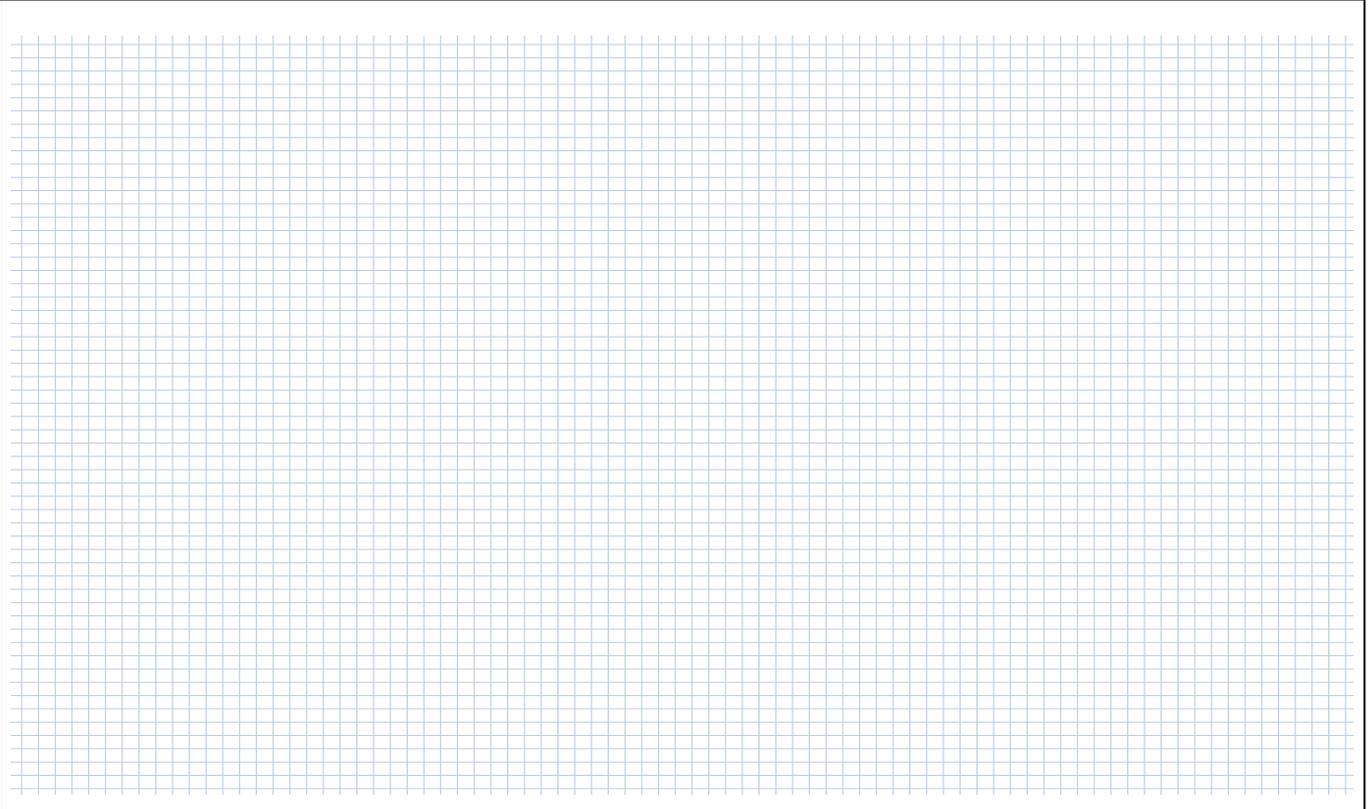
Por la empresa propietaria	Si	No	Nombre:	
Por la empresa que instaló la bomba	Si	No	Nombre:	
Por el fabricante de la bomba	Si	No	Nombre:	
Por la empresa responsable de la prueba	Si	No	Nombre:	
Por Osinerghmin (como veedor)	Si	No	Nombre:	

VERIFICACIÓN PREVIA

Equipos		SI	NO	
Equipos	Manómetros calibrados, para la succión y descarga.	SI	NO	14.2.6.1.1 y 14.2.6.1.2.2
	Tacómetro calibrado, para medir la velocidad en el eje de la bomba	SI	NO	14.2.6.1.1
	Medidor de flujo o caudalímetro calibrado, con un rango mínimo al 175% de la capacidad nominal de la bomba	SI	NO	4.21.2.2 y 14.2.6.1.1
Documentos	Procedimiento de prueba de aceptación de la motobomba contra incendio.	SI	NO	
	Copia de la curva característica de la bomba, emitida por el fabricante.	SI	NO	14.2.4.1
	Certificado de calibración de los equipos de medición, dentro de los 12 meses previos a la prueba	SI	NO	14.2.6.1.2.1
	Se cuenta con los certificados de las pruebas hidrostática y lavado de tuberías de succión y descarga de la bomba	SI	NO	14.1.2 y 14.1.3
Verificación previa	El nivel de aceite es el adecuado	SI	NO	A.14.2.6 (3)
	El nivel del refrigerante es adecuado	SI	NO	A.14.2.6 (3)
	Las baterías están conectadas y cargadas completamente	SI	NO	A.14.2.6 (3)
	El nivel del combustible es adecuado (mayor a 2/3 de la capacidad del tanque de combustible)	SI	NO	11.6.4.1

PRUEBAS DESARROLLADAS

	Enciende la señal luminosa (LED) de advertencia del selector en manual	SI	NO	12.4.1.1
	Opera adecuadamente el selector de encendido del display	SI	NO	12.4.1.1
	Opera adecuadamente el apagado manual	SI	NO	12.4.1.1
	Opera adecuadamente la señal de baja presión de aceite	SI	NO	12.4.1.3 (1) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de alta temperatura del motor	SI	NO	12.4.1.3 (2) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de falla de arranque automático	SI	NO	12.4.1.3 (3), 12.7.4 (4) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de parada por sobrevelocidad del motor	SI	NO	12.4.1.3 (4) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de alta temperatura del agua de refrigeración	SI	NO	12.4.1.3 (5) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de falla de baterías 1 y 2	SI	NO	12.4.1.4 (1) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de falla de cargador de las baterías 1 y 2	SI	NO	12.4.1.4 (2) y 14.2.10
	Opera adecuadamente la señal de bajo nivel de combustible	SI	NO	12.4.1.4 (7) y 14.2.10
	Se ha implementado alguna acción para evitar sobrellenado del tanque de combustible	SI	NO	11.4.2.4
	Opera adecuadamente la señal de baja temperatura del motor	SI	NO	12.4.1.4 (9) y 14.2.10
Prueba de arranque y parada de motor	Los arranques se llevaron a una velocidad constante y sin interrupción a condiciones de descarga iguales a la carga máxima	SI	NO	14.2.6.6
	La bomba encendió inmediatamente, cada vez que se hicieron los arranques automáticos (al menos 6)	SI	NO	14.2.7.2
	La bomba encendió inmediatamente, cada vez que se hicieron los arranques manuales (al menos 6)	SI	NO	14.2.7.2
	Se han efectuado las operaciones de arranque entre ambos sets de baterías	SI	NO	14.2.7.7
Prueba de flujo	La prueba se efectuó a flujos de 0%, 100% y 150% de la capacidad nominal de la bomba contra incendio	SI	NO	14.2.6

VERIFICACIÓN DURANTE EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS									
Tiempo de prueba	La bomba funcionó por lo menos 1 hora de manera interrumpida					SI	NO	14.2.11	
Condiciones de operación	Las conexiones y soldaduras de las tuberías se encuentran herméticas (ausencia de fugas de aceite o agua) durante la prueba					SI	NO	A.14.2.6.5 (4)	
	El ruido de la bomba-motor es normal (no se ha evidenciado ruidos extraños durante la prueba)					SI	NO	A.14.2.6.5 (4)	
	El motor de la bomba opera sin generar una excesiva vibración					SI	NO	14.2.6.2.2	
	La bomba contra incendio responde adecuadamente en diferentes condiciones de prueba (presión/caudal) sin sobrecalentar					SI	NO	14.2.6.2.1	
	El incremento de velocidad de la bomba contra incendios no supera el 2% de la velocidad nominal					SI	NO	A 14.2.6.5	
Capacidad de succión	A caudal máximo (150% de la capacidad nominal), la presión del mano-vacuómetro en la brida de succión de la bomba es mayor o igual a -3 psi.					SI	NO	4.15.3.2	
OPERACIÓN DEL SISTEMA								Velocidad Nominal de la bomba principal (rpm)	
Datos de Operación del sistema	Presión de arranque de la bomba jockey		_____ PSI		Presión de parada de la bomba jockey		_____ PSI		
	Presión de arranque de la bomba principal		_____ PSI		Máxima demanda del sistema		_____ GPM		_____ rpm
DATOS DE CURVA DE FABRICANTE VS VALORES AJUSTADOS									
Datos obtenidos durante la prueba						Valores ajustados a velocidad nominal		Valores según curva de fábrica de la bomba principal	
Prueba	Flujo, gpm	Velocidad del motor, rpm	Presión de succión, psi	Presión de descarga, psi	Presión neta, psi	Presión, psi	Flujo, gpm	Presión, psi	Flujo, gpm
0%									
100%									
150%									
Curva de fabricante vs Curva de Campo	Los valores de presión (Presión ajustada respecto de la presión del fabricante) son iguales o mayores a los indicados por el fabricante					SI	NO	4.5.1 y 14.2.4.2 NFPA 20	
OBSERVACIONES									
									

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Si tuviera algún comentario respecto a este formato por favor contáctese al 219-3400 - anexo 1214