

La Fuerza de Reacción en la Operación de Chorros de Agua Contra Incendio

Manejar el chorro de agua de una manguera contra incendios no es una tarea fácil, uno de los accidentes más comunes en los incendios y la razón de muchas lesiones de los bomberos y de personal civil no entrenado en el manejo de mangueras contra incendio, está relacionado al mal manejo de los chorros de agua contra incendio o al desconocimiento de los límites de presión y caudal que pueden ser soportados por los operarios.



Para tener una idea del impacto de las fuerzas generadas por un chorro de manguera se han desarrollado fórmulas para calcular la fuerza de reacción de un chorro de manguera. El cálculo de la fuerza de reacción de un chorro de manguera es importante porque indica cuánta fuerza será soportada por el operador de la manguera en circunstancias particulares o específicas de operación.

Los pitones producen fuerzas de reacción opuestas a la dirección del flujo de agua, esta reacción es proporcional a la presión y caudal de descarga. Como el caudal depende del orificio de descarga de la boquilla, la fuerza de reacción queda expresada como sigue:

$$FR = 0.712 \times d^2 \times P$$

FR = Fuerza de reacción en Kilos
d = Diámetro de la boquilla en Pulgadas
P = Presión de descarga en PSI

Alternativamente podemos calcular la fuerza de reacción en función del caudal y la presión, derivándola de la fórmula que calcula el caudal de descarga de un orificio a una presión determinada ($Q = 29.7 d^2 \sqrt{p}$), desde la cual se deriva la siguiente formula:

$$FR = 0.0229 \times Q \times \sqrt{p}$$

FR = Fuerza de reacción en Kilos
Q = Caudal en Galones por Minuto
P = Presión de descarga en PSI

Analizando las fórmulas podemos observar que la variable más influyente en la fuerza de reacción causada por los chorros de agua es el caudal, contrariamente a lo que se cree, pues usualmente se asocia la mayor presión como la causante principal de las mayores fuerzas de reacción. Efectivamente en la primera fórmula podemos observar que si se duplica el diámetro de la boquilla, la fuerza de reacción se incrementa en 4 veces ($2^2=4$), pero si se duplica la presión la fuerza de reacción sólo se duplica. De la misma forma en

la segunda fórmula podemos observar que si se duplica el caudal la fuerza de reacción se duplica, pero si se duplica la presión la fuerza de reacción se incrementa en 1.4 veces ($\sqrt{2}=1.4$).

Con respecto al número de operadores que deben manejar un chorro de manguera, en términos generales y sin contar con las habilidades que pudieran tener los operadores o las técnicas especiales de manejo de mangueras que se puedan usar, podemos clasificar al número de operarios que deben usar un chorro de manguera, bajo los siguientes parámetros:

- La manguera la puede usar 1 operador cuando las fuerzas de reacción no superan los 28 kilos
- La manguera la deben usar 2 operadores cuando las fuerzas de reacción no superan los 35 kilos
- La manguera la deben usar 3 operadores cuando las fuerzas de reacción no superan los 50 kilos
- La manguera debe anclarse mecánicamente cuando las fuerzas de reacción superan los 50 kilos

Entendiendo ahora cómo se pueden calcular las fuerzas de reacción y comprendiendo que estas fórmulas son empíricas y aproximadas, podemos ahora tener una sensación de la escala en la que se mueven estas relaciones, para lo cual calcularemos a continuación las fuerzas de reacción que generan situaciones distintas de aplicación de chorros de mangueras, también incluimos al final de la tabla un cálculo de las fuerzas de reacción en rociadores:

| DISPOSITIVO Y FORMA DE TRABAJO | CAUDAL | PRESION | FUERZA DE REACCION | NUMERO DE OPERARIOS |
|--|--------|---------|--------------------|---------------------|
| | GPM | PSI | KILOS | # |
| CARRETELES DE MANGUERAS RIGIDAS | | | | |
| Carretel de Manguera Rígida equipado con Boquilla de 7 gpm @ 30 psi | 7.00 | 30.00 | 0.88 | 1.00 |
| Carretel de Manguera Rígida equipado con Boquilla de 7 gpm @ 50 psi | 7.00 | 50.00 | 1.13 | 1.00 |
| Carretel de Manguera Rígida equipado con Boquilla de 7 gpm @ 65 psi | 7.00 | 65.00 | 1.29 | 1.00 |
| PITONES DE POLICARBONATO | | | | |
| Piton de Policarbonato de 1 1/2" de 75 gpm @ 100 psi trabajando de 65 psi | 60.47 | 65.00 | 11.16 | 1.00 |
| Piton de Policarbonato de 1 1/2" de 75 gpm @ 100 psi trabajando de 100 psi | 75.00 | 100.00 | 17.18 | 1.00 |
| PITONES PROFESIONALES PARA BOMBEROS | | | | |
| Piton Profesional de 1 1/2" de 175 gpm @ 100 psi trabajando de 100 psi | 175.00 | 100.00 | 40.08 | 2.00 |
| Piton Profesional de 1 1/2" de 175 gpm @ 100 psi trabajando de 150 psi | 214.33 | 100.00 | 49.08 | 3.00 |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 250 gpm @ 100 psi trabajando de 100 psi | 250.00 | 100.00 | 57.25 | Anclaje Mecánico |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 250 gpm @ 100 psi trabajando de 150 psi | 306.19 | 100.00 | 70.12 | Anclaje Mecánico |
| MONITORES DE BOQUILLA SOLIDA | | | | |
| Boquilla de Monitor de 1" Trabajando a 100 psi | 297.00 | 100.00 | 68.01 | Anclaje Mecánico |
| Boquilla de Monitor de 1 1/4" Trabajando a 100 psi | 464.06 | 100.00 | 106.27 | Anclaje Mecánico |
| Boquilla de Monitor de 1 1/2" Trabajando a 100 psi | 668.25 | 100.00 | 153.03 | Anclaje Mecánico |
| MONITORES CON PITONES DE CHORRO NIEBLA | | | | |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 300 gpm @ 100 psi trabajando de 100 psi | 300.00 | 100.00 | 68.70 | Anclaje Mecánico |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 300 gpm @ 100 psi trabajando de 150 psi | 300.00 | 150.00 | 84.14 | Anclaje Mecánico |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 550 gpm @ 100 psi trabajando de 100 psi | 550.00 | 100.00 | 125.95 | Anclaje Mecánico |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 550 gpm @ 100 psi trabajando de 150 psi | 550.00 | 150.00 | 154.26 | Anclaje Mecánico |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 750 gpm @ 100 psi trabajando de 100 psi | 750.00 | 100.00 | 171.75 | Anclaje Mecánico |
| Piton Profesional de 2 1/2" de 750 gpm @ 100 psi trabajando de 150 psi | 750.00 | 150.00 | 210.35 | Anclaje Mecánico |
| ROCIADORES | | | | |
| Rociador K=5.6 trabajando a 7 psi | 14.82 | 7.00 | 0.90 | n/a |
| Rociador K=5.6 trabajando a 50 psi | 39.60 | 50.00 | 6.41 | n/a |
| Rociador K=5.6 trabajando a 175 psi | 74.08 | 175.00 | 22.44 | n/a |
| Rociador K=14 trabajando a 7 psi | 37.04 | 7.00 | 2.24 | n/a |
| Rociador K=14 trabajando a 50 psi | 98.99 | 50.00 | 16.03 | n/a |
| Rociador K=14 trabajando a 175 psi | 185.20 | 175.00 | 56.11 | n/a |
| Rociador K=25 trabajando a 7 psi | 66.14 | 7.00 | 4.01 | n/a |
| Rociador K=25 trabajando a 50 psi | 176.78 | 50.00 | 28.63 | n/a |
| Rociador K=25 trabajando a 175 psi | 330.72 | 175.00 | 100.19 | n/a |

Estos cálculos nos permiten ahora tener una idea más o menos cuantificada de cómo debe evaluarse el manejo de los chorros de manguera, con el fin de determinar la aplicabilidad de los mismos a situaciones reales, y establecer de esta manera los criterios específicos de diseño que deben evaluarse en cada situación.