


**DATOS DE DISEÑO**
**DISEÑO DE SISTEMAS  
DE AGUA PULVERIZADA**
**DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA  
PARA PROTECCION CONTRA INCENDIOS**
**I. CONSIDERACIONES GENERALES**
**ATENCION**

**Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.**

Los sistemas de Diluvio se utilizan en aplicaciones de alto riesgo. El objeto principal de estos sistemas puede ser la extinción, la refrigeración o ambos. En el caso de líquidos volátiles, en particular a la intemperie, el objeto principal de los sistemas de Diluvio es enfriar los equipamientos para que no resulten dañados por el incendio. En muchas ocasiones se admite la pérdida del producto almacenado o en proceso, siempre que los equipos de almacenamiento o de proceso no resulten dañados por el incendio y puedan ponerse nuevamente en servicio en corto tiempo, una vez apagado el incendio. Normalmente el incendio se extingue por acción directa sobre el mismo o bien dejando que se consuma el combustible.

La refrigeración debe cumplir dos funciones importantes. Debe mantener las estructuras a una temperatura inferior a la que da lugar a una pérdida de su capacidad portante y consecuente colapso, y debe limitar el calentamiento del líquido o gas contenido para que la presión en los equipos se mantenga dentro de límites aceptables.

Los equipos resultan expuestos al calor básicamente por dos causas, bien por el fuego de un derrame en el que el líquido o gas incendiado rodea por completo al equipo, o por un incendio en la proximidad del equipo, aunque no lo envuelva.

Un tanque lleno de líquido tiene una gran capacidad para absorber calor sin aumentar su temperatura de forma significativa. El líquido actúa como un acumulador de calor y debido a la buena conductividad térmica entre las paredes del tanque y el líquido, el material del depósito se mantiene relativamente frío. Sin embargo, el interior de los depósitos rara vez está perfectamente limpio y se forman depósitos que se acumulan en sus fondos. Estos depósitos actúan como aislante, reduciendo de forma considerable la transmisión de calor al líquido. Cuando el tanque está vacío o lleno de gas su capacidad de absorber calor queda fuertemente reducida y es mucho más susceptible de sufrir daños por incendio que si estuviera lleno. De la misma manera cuando un tanque no está totalmente lleno, su parte superior está más expuesta a daños que su parte inferior.

Cuando se calienta un gas o un líquido volátil, se produce un rápido aumento de la presión que debe ser reducida o liberada, en caso contrario se corre el peligro de ruptura. Si el incendio ha debilitado o creado tensiones en determinados puntos, por ellos es por donde es más probable que se produzca el fallo. Normalmente se utilizan venteos para mantener la presión dentro de límites seguros, sin embargo en caso de incendio, es posible que la capacidad de los venteos no sea suficiente para mantener la presión dentro de límites se-

guros. La refrigeración de los equipos puede asegurar que la capacidad de los venteos es adecuada.

Las estructuras portantes no encastradas en hormigón o protegidas contra el fuego, deben protegerse dado que su fallo puede producir el colapso de los equipos.

Debe disponerse de un adecuado enfriamiento para proteger los equipos de un calor excesivo, bien sea por incidencia directa de las llamas o por radiación.

En la mayoría de los casos es necesario proteger todas las partes de los equipos. (A veces equipos muy altos como las torres de craking se protegen únicamente hasta una altura de 30 pies o 9 metros). Idealmente se desearía aplicar sobre cada punto de la superficie expuesta la misma densidad de agua. Esto es imposible, dado que los patrones de descarga de las boquillas rara vez, se adaptan exactamente a los contornos de los equipos. Adicionalmente los efectos de la gravedad y del viento complican la situación. En una instalación de intemperie, debido al viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,60 m) de la superficie a proteger, salvo que dicha superficie se encuentre protegida del viento.

Normalmente el agua aplicada en la parte superior del equipo, escurre por sus partes verticales. Sin embargo la cantidad que escurre por las partes verticales no puede estimarse de forma precisa, debido a las condiciones de viento, a que las superficies pueden no estar perfectamente verticales, a la existencia de partes sobresalientes en el equipo que pueden "tapar" áreas determinadas y quizás lo más importante, la pérdida de agua por vaporización debido al intenso calor del incendio. Adicionalmente, el equipo puede no estar perfectamente limpio, lo que hace que el agua se "repela" en cierta manera canalizándose por la superficie en lugar de distribuirse por ella de forma homogénea. Si el equipo está elevado, prácticamente no hay escurrimiento a las partes inferiores. En consecuencia, el efecto del agua escurrida debe tenerse en cuenta, aunque no pueda quedar garantizado.

El proyectista, al intentar adaptar una determinada distribución de las boquillas de pulverización a una parte concreta de un equipo, puede encontrar en teoría, puntos no mojados. Debe analizar si estos puntos teóricos, en la realidad se convertirán en puntos secos y si en consecuencia debe ajustar el diseño. Un punto no mojado, especialmente en la soldadura superior de un tanque, puede ser muy peligroso. Si esta parte está expuesta a una radiación muy fuerte puede formarse un depósito carbonoso. Este depósito aumenta de forma considerable la posible transmisión de calor por radiación, y además debido a la naturaleza del carbón esta zona repelerá el agua. Teóricamente los puntos secos son mucho más peligrosos en la parte alta de un tanque que en los laterales o la parte inferior, donde se tiene el efecto del escurrimiento del agua.

Al diseñar un sistema del diluvio con el objetivo principal de conseguir una refrigeración, se sugiere que el proyectista siga los siguientes pasos:

1. Determinar las dimensiones del equipo y las necesidades de densidad de aplicación de agua.
2. Establecer las áreas de diseño individuales y la total.
3. Determinar las demandas de agua parciales y totales.
4. Determinar las condiciones del abastecimiento de agua y la probable presión disponible en cada zona del diseño.
5. Determinar el número y el tipo del boquillas requeridas para tener una adecuada cobertura y las necesidades de agua (proceso de tanteo).

Al establecer una distribución de boquillas con el fin de tener un adecuada cobertura, el proyectista tiene la posibilidad de elegir diferentes ángulos de pulverización y caudal de boquillas. Es necesario establecer una distribución adecuada, con el fin de tener las correctas densidad aplicación y cobertura. Frecuentemente habrá más de una posibilidad de elección.



## DATOS DE DISEÑO

## DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

### II. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO ESPECÍFICOS.

#### A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES HORIZONTALES

##### ATENCIÓN

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Diámetro del Tanque = D  
 Altura de los Fondos = h  
 Longitud del Cilindro = L  
 Densidad Requerida = d

##### 1. Hallar el área de la parte cilíndrica (As)

Ver Figura 1. Superficie =  $\pi \cdot D \cdot L$

##### 2. Hallar el agua necesaria para la parte cilíndrica (Qs)

Es la densidad de aplicación por la superficie.

$$Q_s = A_s (d)$$

##### 3. Hallar el área de los fondos (Ae)

Ver la Figura 1. Utilizar la fórmula adecuada para el fondo. Si ambos fondos no son idénticos, utilizar la fórmula adecuada para cada uno. No considerar la presencia de otros accesorios del tanque.

$$\text{Fondo Plano: } A_e = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Fondo Esférico: } A_e = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)$$

$$\text{Fondo Hemisférico: } A_e = \frac{\pi \cdot D^2}{2}$$

##### 4. Hallar el agua necesaria para cubrir los fondos (Qe)

Es la densidad de aplicación por la superficie.

$$Q_{e1} = A_{e1} (d)$$

$$Q_{e2} = A_{e2} (d)$$

##### 5. Determinar el agua necesaria para los accesorios (Qa)

Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.

$$Q_{a1} = A_{a1} (d)$$

$$Q_a = Q_{a1} + Q_{a2} + \dots$$

##### 6. Determinar el área de diseño para los pies soporte (Al)

Las estructuras de hormigón protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.

##### 7. Determinar el agua necesaria para cada soporte (Ql)

Es la densidad de aplicación por la superficie. (Tabla A).

$$Q_{l1} = A_{l1} \cdot (d)$$

##### 8. Determinar la totalidad de agua necesaria (Qtot)

Es la suma de todas las cantidades anteriores

$$Q_{tot} = Q_s + Q_{e1} + Q_{e2} + Q_a + Q_{l1} + Q_{l2} + \dots$$

##### 9. Estimar la presión en las boquillas

En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques pequeños, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores no será significativa.

##### 10. Seleccionar la disposición de boquillas más adecuada

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de abertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Ángulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10,0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque.

Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

##### a. Dirección de la boquilla

Las boquillas que protegen la parte cilíndrica del tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

##### b. Distancia de la boquilla a la superficie

Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.



**c. Número de boquillas**

La distancia entre las boquillas que protegen la parte cilíndrica del tanque y los fondos, depende de un conjunto de factores. Cuando el agua choca contra la superficie del tanque, se produce una desviación lateral sobre dicha superficie. La magnitud de esta desviación depende de la presión y del ángulo de incidencia del agua sobre la superficie. Debe considerarse también que el área cubierta por la descarga, es mayor en el sentido del diámetro del tanque que en el de su eje, en consecuencia la densidad de aplicación es también menor. En general el número de boquillas que se indican en las siguientes tablas, dan una cobertura adecuada.

1. Fondos del Tanque: Ver Tabla B
2. Parte cilíndrica: Ver Tabla C

**d. Pérdida de Agua**

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del tanque, o si el diámetro del mismo es muy pequeño, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el tanque y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización.

**e. Consideración del escurrimiento del agua**

El escurrimiento se produce sobre la mitad superior de la parte cilíndrica del tanque, sobre la mitad superior de un fondo esférico y sobre la totalidad de un fondo plano. En la mitad inferior de las partes de forma curva se producirá poco o nulo escurrimiento del agua. El tanque también puede tener accesorios o elementos que impidan que el agua al escurrir, llegue a determinadas superficies que en condiciones normales resultarían mojadas. Estas zonas requerirán boquillas específicas para ser mojadas. En tanques horizontales, el proyectista debe cubrir estas zonas primero y repartir uniformemente el resto del agua disponible sobre la totalidad de la superficie.

**f. Boquillas para soportes**

Los soportes o estructuras portantes de hormigón, o con recubrimientos resistentes al fuego, no precisan protección. Los soportes metálicos de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisan protección siempre que reciban agua de la que cae del equipo. Pies más largos necesitan protección mediante agua aplicada, por ejemplo, en la parte interior de la H del perfil metálico, o a partir del punto en donde ya no es efectiva el agua que escurre de superficies más altas. Frecuentemente es adecuada una boquilla de ángulo pequeño o las de tipo de ventana.

**11. Determinar el agua necesaria por boquilla (Qboq)**

$$Q_{boq} = Q_{area} / \text{Num. de Boquillas}$$

**12. Elegir la adecuada capacidad de las boquillas**

Consultar las tablas de los Factores K, para elegir la boquilla que dará la descarga más próxima a la requerida, de acuerdo con la presión estimada.

**13. Determinar la presión en la boquilla**

De acuerdo con el Factor K, determinar la presión que se precisa para tener el caudal requerido para la boquilla seleccionada.

**14. Ajustar el diseño**

Calcular hidráulicamente el sistema para definir los diámetros que darán el caudal preciso. Para cada zona en particular considerada en el diseño, debe descargarse el agua requerida, La descarga debe ser lo más uniforme posible. Si la descarga total de agua está por debajo de lo calculado, deben añadirse más boquillas.

**A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES VERTICALES**

**ATENCION**

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Estos tanques normalmente se protegen mediante boquillas en su parte superior y mediante anillos con boquillas a varios niveles en toda su altura. Debe disponerse de la suficiente cantidad de agua en toda la "Área de Diseño".

Diámetro del Tanque	=	D
Altura del Techo	=	h
Altura de la parte cilíndrica	=	H
Densidad Requerida para el tanque	=	d
Densidad Requerida para soportes	=	dl

**1. Hallar la Altura (L) y Número (N) de las área de diseño de la parte cilíndrica**

**a. Tanques con cubierta esférica (ver Figura 3)**

La altura total se divide en dos o más zonas de tal forma que la altura de la superior es un tercio de la altura de las inferiores. La altura de las zonas inferiores no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m). (El área superior se incluye en el área de diseño de la parte superior del tanque - ver 2-A).

$$L = \frac{H}{N + 1/3} \quad (\text{Resolver por tanteo})$$

**b. Tanques con cubierta cónica o plana (ver Figura 3)**

La altura total se divide zonas de igual altura y no superior a 12 ft. (3,7 m).

$$L = H / N \quad (\text{Resolver por tanteo})$$

**c. Otras consideraciones**

Si se tienen dispositivos o accesorios en el tanque que harán que determinadas zonas queden sin cubrir, bien por agua directamente pulverizada o por escurrimiento, estas zonas deben considerarse zonas adicionales de diseño. Cuando se tiene una brida en la parte cilíndrica del tanque, la zona de diseño empieza inmediatamente debajo de la misma y se extiende hasta la próxima brida o hasta la parte inferior del tanque. Frecuentemente el área de diseño se limita a los 30 ft. (9,2 m) de la parte inferior del tanque, dado que las posibilidades de una exposición a un fuego a mayor altura pueden ser limitadas. En este caso puede no ser precisa la protección de las zonas superiores. En ningún caso la altura de una zona de diseño debe ser superior a los 12 ft. (3,7 m).



## DATOS DE DISEÑO

## DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

### 2. Hallar el área de diseño superior (At)

#### a. Tanques con techo esférico. (Ver Figura 3)

Esta zona es igual a la superficie de techo más la zona cilíndrica entre el borde superior del tanque y la zona superior de diseño de la parte cilíndrica. (Ver punto 1-A).

$$\text{Techo esférico} \quad At = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{D L}{3} \right)$$

$$\text{Techo hemisférico} \quad At = \pi \left( \frac{D^2}{2} + \frac{D L}{3} \right)$$

#### b. Tanques con techo plano o cónico. (Ver Figura 3)

El área de diseño es igual al área del techo.

$$\text{Techo plano} \quad At = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Techo cónico} \quad At = \pi \frac{D}{2} \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$$

### 3. Hallar el total de agua necesaria para el techo (Qt)

Es igual a la superficie por la densidad de aplicación necesaria (Tabla A).

$$Qt = At (d)$$

### 4. Hallar el área de diseño para los anillos laterales (As)

Ver la Figura 3. En tanques sin obstrucciones, el área de diseño es la misma para cada anillo. Para tanques con obstrucciones puede ser diferente.

$$As = \pi D L$$

### 5. Hallar el agua necesaria para los anillos laterales (Qs)

Para cada anillo o área lateral, el agua necesaria es igual a la superficie por la densidad de aplicación necesaria (Tabla A). En el caso de tanques sin obstrucciones en su superficie, la demanda de agua será igual para cada anillo.

$$Qs1 = As (d)$$

### 6. Hallar el área de diseño del fondo (Ab) . (Ver Figura 3).

$$\text{Fondo plano} \quad Ab = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Fondo esférico} \quad Ab = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)$$

$$\text{Fondo hemisférico} \quad Ab = \pi \frac{D^2}{2}$$

$$\text{Fondo cónico} \quad Ab = \pi \frac{D}{2} \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$$

### 7. Hallar la demanda de agua para el fondo (Qb)

La totalidad de agua necesaria es igual a la superficie del fondo por la densidad de aplicación necesaria.

$$Qb = Ab (d)$$

### 8. Determinar el agua necesaria para los accesorios (Qa)

Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.

$$Qa1 = Aa1 (d)$$

$$Qa = Qa1 + Qa2 + \dots$$

### 9. Determinar el área de diseño para los pies soporte (Al)

Las estructuras de hormigón a protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.

### 10. Determinar el agua necesaria para cada pie (Ql)

Es la densidad de aplicación por la superficie.

$$Ql1 = Al1.(dl)$$

$$Ql2 = Al2.(dl)$$

### 11. Determinar la totalidad de agua necesaria (Qtot)

Es la suma de todas las cantidades anteriores

$$Qtot = Qt + Qs1 + Qs2 + \dots + Qb + Ql1 + Ql2 + \dots + Qa$$

### 12. Estimar la presión en las boquillas

En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques altos, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores puede ser significativa.

### 13. Seleccionar disposición de boquillas más adecuada

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de apertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10,0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque. No considerar las boquillas que son adecuadas únicamente para tanques grandes.

Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

#### a. Dirección de la boquilla

Las boquillas que protegen la parte cilíndrica el tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

#### b. Distancia de la boquilla a la superficie

Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.



## DATOS DE DISEÑO

## DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

### c. Situación de las boquillas del techo

Al diseñar la protección de la parte superior, debe encontrarse el equilibrio entre utilizar pocas boquillas de gran caudal o mayor cantidad de menor caudal. Debido al efecto de escurrimiento del agua y el movimiento tangencial del agua, no es necesario eliminar todos los puntos que teóricamente no se mojan, sin embargo deben tenerse los mínimos posible, como indicado anteriormente. En tanques de gran diámetro pueden utilizarse boquillas con ángulos en aumento desde el eje del tanque hacia los bordes de la cubierta. En el caso de cubiertas planas o cónicas, debe prestarse particular atención al borde de la cubierta porque puede no darse el fenómeno de mojadura por escurrimiento. El borde de la cubierta debe protegerse mediante un anillo de boquillas. En general el número de boquillas indicado en la Tabla A da lugar a la adecuada cobertura. Pueden utilizarse boquillas con diferentes ángulos de pulverización para conseguir la cobertura adecuada.

### d. Situación de las boquillas en la parte lateral

Los anillos deben situarse de tal manera que el chorro de pulverización incida en la parte alta del límite de cada área de diseño. Puede ser aconsejable situar las boquillas al tresbolillo entre los diferentes anillos. En general el número de boquillas indicado en la Tabla B da lugar a la adecuada cobertura.

### e. Situación de las boquillas en la parte inferior

Si el tanque descansa directamente sobre el suelo, no se precisa de esta protección. Si el tanque se apoya sobre faldones que llegan hasta el suelo y cerrando casi la totalidad del fondo, un rociador de tipo convencional o del tipo colgante montado en posición montante con un caudal de 1 gpm/ft<sup>2</sup> (4,9 mm/min), sobre la superficie de diseño da una protección suficiente. Si el fondo está normalmente expuesto, debe protegerse de la misma forma que la cubierta. La diferencia es que no debe contarse con el escurrimiento por gravedad. Si el tanque contiene líquido, la capacidad de absorción de calor de la zona del fondo es considerablemente mayor que la de la cubierta. En general el número de boquillas indicado en la Tabla B da lugar a la cobertura adecuada.

### f. Situación de boquillas para soportes

Los soportes o estructuras portantes de hormigón, o con recubrimientos resistentes al fuego, no precisan protección. Los soportes metálicos de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisan protección siempre que reciban agua de la que cae del equipo. Pies más largos necesitan protección mediante agua aplicada, por ejemplo, en la parte interior de la H del perfil metálico, o lo más uniformemente distribuida alrededor de columnas cilíndricas y a partir del punto en donde ya no es efectiva el agua que escurre de superficies más altas. Frecuentemente es adecuada una boquilla de ángulo pequeño o las de tipo de ventana. Puede aceptarse situar un rociador de tipo convencional o del tipo colgante montado en posición montante con un caudal de 1 gpm/ft<sup>2</sup> (4,9 mm/min), sobre la superficie de diseño, en el interior de una columna cilíndrica hueca.

### g. Consideración del escurrimiento del agua

El escurrimiento se produce sobre la parte superior de la parte cubierta esférica del tanque. En la mitad inferior se producirá poco o nulo escurrimiento del agua. El tanque también puede tener accesorios o elementos que impidan que el agua al escurrir llegue a determinadas superficies que en condiciones normales si resultarían mojadas. Estas zonas requerirán boquillas específicas para ser mojadas. En tanques verticales, estas zonas consti-

tuyen áreas de diseño separadas y requieren boquillas específicas para su protección.

### h. Dirección de la boquilla

Las boquillas que protegen las partes superior e inferior del tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen la parte lateral, deben orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

### i. Pérdida de Agua

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del tanque, o si el diámetro del mismo es muy pequeño, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el tanque y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización.

14. **Determinar el agua necesaria para cada boquilla (Qboq)**  
Para cada área de diseño, dividir el agua total por el número de boquillas que descargan en la misma

$$Q_{boq} = Q_{area} / \text{Num. de Boquillas}$$

15. **Elegir la adecuada capacidad de las boquillas**

Consultar las tablas de los Factores K, para elegir la boquilla que dará la descarga más próxima a la requerida, de acuerdo con la presión estimada.

16. **Determinar la presión en la boquilla**

De acuerdo con el Factor K, determinar la presión que se precisa para tener el caudal requerido para la boquilla seleccionada.

17. **Ajustar el diseño**

Calcular hidráulicamente el sistema para definir los diámetros que darán el caudal preciso. Para cada zona en particular considerada en el diseño, debe descargarse el agua requerida, La descarga debe ser lo más uniforme posible. Si la descarga total de agua está por debajo de lo calculado, deben añadirse más boquillas.

## C. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES

### ATENCIÓN

**Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.**

Los transformadores se presentan en varios tamaños y configuraciones. Antes de proceder al diseño del sistema es conveniente disponer de la siguiente información:

1. Largo.
2. Ancho.
3. Alto.
4. Altura y situación de los aisladores.
5. Altura y situación del pararrayos, si existe.
6. Tamaño y situación del tanque de expansión de aceite, si existe.



## DATOS DE DISEÑO

## DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

7. Situación de cualquier cuadro de seccionadores o similar, o cualquier otro equipo que pueda afectar a la distribución de agua.
8. Tamaño del transformador, por ejemplo, alta o baja tensión.
9. Tipo de transformador, trifásico o monofásico.
10. Dirección de los cables o las barras de alta y baja tensión.
11. Situación del transformador, rodeado de cemento o de suelo de grava.
12. Distancia desde el fondo del transformador al suelo.
13. Situación de los radiadores y distancia entre ellos. Si es superior a 12" (0,3 m) deben protegerse.
14. Tamaño y situación de los muros cortafuego.
15. Estimar los efectos del viento, y el tamaño y situación de cualquier protección.

Si el transformador todavía no está físicamente instalado, es necesario disponer de un plano acotado del mismo, facilitado por el fabricante.

El plano debe estar a una escala grande, por ejemplo, 3/8" a 1'-0", o 1/2" a 1'-0" (1/30 o 1/25), y presentar 3 vistas: superior, alzado e inferior, si es preciso más de un anillo se puede necesitar otra vista.

Adicionalmente al plano del transformador, debe disponerse de un plano con detalles generales, como paredes cortafuegos entre transformadores, situación de la acometida de agua y su válvula, aisladores, y cualquier otro tipo de obstrucción que pueda interferir con las tuberías del sistema.

Los transformadores presentan una peculiar problemática en cuanto al diseño de este tipo de protección, debido básicamente a lo irregular de su forma y a la necesidad de mantener distancias de aislamiento de la alta tensión eléctrica. En general puede decirse que se dan más interferencias en la superficie de un transformador que en la de un tanque. Por esta razón se utiliza un mayor número de boquillas de menor caudal. Frecuentemente es preciso utilizar más agua de la teóricamente necesaria con el fin de tener una adecuada cobertura. Es útil disponer de un plano del transformador a escala grande y proyectar los patrones de descarga de las boquillas, para hacerse una idea del tipo de cobertura esperado.

La protección se realiza generalmente utilizando boquillas situadas en anillos rodeando al transformador, con el superior situado próximo a su tapa y los restantes situados cada 12 ft. (3,6 m) o debajo de cada obstrucción continua. Se utilizan boquillas para proteger también lo parte baja siempre que esté más de 12" (0,3 m) sobre el suelo. Si el suelo continuo, por ejemplo, de cemento o asfalto, deben situarse boquillas con el fin de barrer el posible combustible del transformador. Las boquillas deben pulverizar la cantidad adecuada de agua en la "zona de diseño".

Para definir las varias zonas de diseño de un transformador, considerar que se puede descomponer en figuras geométricas simples (cilindros, cubos, etc.). Realizar un esquema de con este criterio y si el fondo está más de 12" (0,3 m) por encima del suelo, es preciso tener una vista del mismo. Despreciar pequeñas obstáculos o compensarlos aumentando ligeramente el tamaño de la figura. Los radiadores deben considerarse como un solo volumen, salvo que la distancia entre ellos sea mayor de 12" (0,3 m). En este caso deben considerarse como elementos múltiples.

Densidad requerida = d

Densidad para el suelo = dg

1. **Determinar el área de diseño para tapa y laterales (Ats)**  
Tomando el esquema simplificado, el áreas es la superficie exterior total expuesta, descontando el fondo.

2. **Determinar el agua necesaria para tapa y laterales (Qts)**  
Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)

$$Qts = Ats (d)$$

3. **Determinar el área de diseño del fondo (Ab)**

Es la superficie del fondo de un transformador elevado más de 12" (0,3 m) sobre el suelo.

4. **Determinar el agua necesaria para el fondo (Qb)**

Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)

$$Qb = Ab (d)$$

5. **Determinar el área de diseño del suelo (si existe) (Ag)**

Es la superficie que se tiene del esquema simplificado del fondo del transformador, aumentada en 3 ft. (0,9 m) en todas las direcciones de la vista. Se precisa esta protección cuando el suelo no es de una superficie absorbente como cemento o asfalto. Suelos de grava, no requieren normalmente esta protección. Se precisa esta protección si el fondo del transformador está a más de 12" (0,3 m) del suelo.

6. **Determinar el agua necesaria para el fondo (Qg)**

Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)

$$Qg = Ag (d)$$

7. **Determinar el agua total requerida (Qtot)**

Es la suma de las cantidades para las áreas consideradas

$$Qtot = Qts + Qb + Qg$$

8. **Estimar la presión en la boquilla**

Una presión por debajo de 30 psi (2 bar), generalmente no produce una pulverización adecuada. Conociendo las condiciones de la acometida de agua y/o las supuestas de la bomba y las del sistema de tuberías, calcular la presión disponible en el transformador. Tener en cuenta que para unidades muy altas puede haber una significativa presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores.

9. **Establecer la disposición de las boquillas**

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su capacidad y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Dibujar el transformador a escala y situar las boquilla de acuerdo con:

- a. **Distancias mínima de aislamiento**

Una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta es la distancia de las tuberías a los componentes con tensión eléctrica, como cables no aislados, barras y los aisladores de alta y baja tensión. La distancia entre cualquier parte del sistema de agua pulverizada y cualquier elemento del transformador no aislado con tensión diferente a la de tierra, no debe ser inferior a la indicada en la tabla siguiente. Estas distancias son para altitudes hasta 3.300 ft. (1.000 m). Debe aumentarse un 1% por cada 300 ft. (100 m) de aumento de altitud.

Se dan variaciones en las distancias necesarias a altas tensiones como se señala en la tabla, en donde para una gama de tensiones se indican varios valores de prueba del Nivel de Aislamiento de Diseño Cresta (BIL). Hasta tensiones de 161 KV el nivel de aislamiento requerido y la distancia mínima correspondiente, fase a tierra, se han establecido en función de una larga experiencia. Para tensiones superiores, no se ha establecido, en la práctica, la relación entre el nivel de aislamiento de diseño y las tensiones del sistema y depende de varios factores, por lo que la distancia a tierra necesaria debe calcularse en función del nivel de aislamiento utilizado, y no en función de la tensión nominal de la línea o la tensión con relación a tierra. Confirmar con la autoridad competente.



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

**DISTANCIA MINIMA ENTRE EL EQUIPO DE AGUA PULVERIZADA Y COMPONENTES ELECTRICOS NO AISLADOS BAJO TENSION**

Tensión Nom. línea (KV)	Tensión Nom. tierra (KV)	BIL Diseño (KV)	Distancia mín. (in)	Distancia mín. (mm)
hasta 15	hasta 9	110	7	178
23	13	150	10	254
34.5	20	200	13	330
46	27	250	17	432
69	40	350	25	635
115	66	550	37	939
138	80	650	44	1117
161	93	750	52	1320
196-230	114-132	900	63	1600
		1050	76	1930
287-380	166-220	1175	87	2209
		1300	98	2489
		1425	109	2768
		1550	120	3048
500	290	1675	131	3327
		1800	142	3606
500-700	290-400	1925	153	3886
		2100	168	4267
		2300	184	4673

NOTA: Cuando no se dispone del nivel de aislamiento de diseño (BIL) y se utiliza en el diseño la tensión nominal, se utilizará la mayor de las distancias mínimas indicadas para el grupo correspondiente.

**b. Distancias de la boquilla a la superficie**

Salvo que el transformador esté situado en interior, donde no tiene ninguna incidencia la presencia de viento, la boquilla no debe situarse a más de 2 ft. (0,6 m) de la superficie vertical del transformador.

**c. Cobertura de la Tapa del transformador**

En general no pueden pasarse tuberías sobre la parte superior del transformador, por lo que la cobertura de las su tapa o parte superior se realiza por boquillas pulverizando desde fuera. Sin embargo es aceptable situar una línea entre el cuerpo del transformador y los radiadores. Las mínimas distancias de aislamiento deben de mantenerse. Generalmente se instalan boquillas de 30, 60, o 90 grados de abertura de pulverización en el anillo superior y situadas de 1 ft. a 2 ft. (0,3 a 0,6 m) por encima de la tapa y orientadas para que el agua incida de forma directa sobre la misma. El agua no debe dirigirse a los aisladores de alta tensión. Estas boquillas tienen un alcance horizontal efectivo de 6 ft. a 30 psi (1,8 m a 2 bar). Puede ser aconsejable situar boquillas en las esquinas, con el fin de conseguir una cobertura más completa.

**d. Distancia horizontal entre boquillas**

La distancia horizontal entre boquillas debe ser tal que sus patrones de descarga se crucen en el plano horizontal. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie, deben utilizarse las siguientes distancias horizontales:

Angulo: 30	Distancia: 13 in.	(0,33 m)
60	28 in.	(0,77 m)
90	48 in.	(1,22 m)

**e. Dos sistemas de boquillas en el mismo anillo**

Como normalmente se utilizarán boquillas de poco caudal, es posible utilizar boquillas en un mismo anillo situadas por encima y por de bajo de su plano, mediante una

vela o un tramo colgante. Los tramos de longitud superior a 2 ft. (0,6 m), generalmente precisan de soportación adicional.

**f. Boquillas protegiendo el fondo**

Si el fondo del transformador o de los radiadores está situado a más de 12 in. (0,3 m) del suelo, es necesario proteger las partes bajas del transformador. Esto se consigue generalmente con boquillas de gran abertura, orientadas hacia arriba.

**g. Protección entre radiadores**

Si la separación entre los radiadores es superior a 12 in. (0,3 m), debe protegerse este espacio con agua pulverizada. Debe elegirse un ángulo de pulverización de tal forma que el diámetro del cono sea igual o ligeramente mayor que la separación entre radiadores.

**h. Consideración del escurrimiento del agua**

El escurrimiento se produce sobre superficies verticales lisas. Los "salientes" que se tengan pueden evitar que el agua escurra sobre determinadas partes. Las superficies que queden afectadas requerirán una protección mediante boquillas específicas.

**i. Distancia vertical entre boquillas**

En el caso de superficies verticales sin obstrucciones la distancia vertical máxima entre boquillas será de 12 ft. (3,6 m). En la práctica no se tendrán superficies lisas en este tipo de equipos.

**j. Orientación de las boquillas**

Las boquillas protegiendo la tapa o parte superior del transformador deben orientarse ligeramente hacia abajo, de tal forma que el agua de todas las boquillas incida directamente sobre la tapa, o bien que algunas de ellas pulvericen sobre la parte lateral superior. Las que protegen los laterales y el fondo, deben orientarse directamente sobre la superficie a proteger. Las destinadas a cubrir zonas irregulares deben situarse para conseguir la mejor cobertura, normalmente orientadas hacia los rincones que se formen. Debe evitarse la pérdida de pulverización y las destinadas a proteger el espacio entre los radiadores deben orientarse directamente hacia el hueco entre ellos.

**k. Pérdida de Agua**

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del transformador, o si su ángulo es muy grande, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el transformador y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie del transformador, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización. Respetar siempre las distancias mínimas de aislamiento con respecto a las partes con tensión eléctrica.

**l. Protección del suelo**

Si el transformador está instalador sobre un suelo con una superficie no absorbente como asfalto o cemento y a más de 12 in. (0,3 m) del mismo, deben situarse boquillas bajo el transformador, orientadas hacia abajo y hacia afuera, cubriendo una zona adicional de 3 ft. (0,9 m) alrededor del transformador. El objeto de esta protección es eliminar el posible líquido inflamable de la parte inferior del transformador (tener en cuenta la pendiente del suelo). Frecuentemente es posible alimentar las boquillas de protección del fondo y las de cobertura del suelo con la misma tubería. En algunos casos (pequeños transformadores) puede ser aceptable instalar un rociador abierto tipo colgante, en posición montante. No es precisa esta protección si el suelo tiene una superficie absorbente.



# DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS  
DE AGUA PULVERIZADA

**m. Efecto del Viento**

Frecuente debido a la configuración del transformador o a la necesidad de respetar las distancias de aislamiento, no será posible situar las boquillas cerca de las superficies a proteger. Si la instalación se realiza en un espacio abierto, debe considerarse el efecto del viento. La boquillas pequeñas que operan a altas presiones, producen gotas pequeñas que normalmente son susceptibles de ser arrastradas por el viento. Puede ser necesario aumentar la densidad de aplicación en caso de situaciones conflictivas.

**10. Hallar la totalidad de agua suministrada a cada área de diseño, con la distribución de boquillas supuesta**

Utilizando la presión supuesta en la boquilla y las de menor caudal, determinar el de cada una y el agua total pulverizada sobre cada área de diseño.

**11. Ajustar el diseño**

Comparar el agua pulverizada sobre cada zona, con la requerida. Aumentar el número de boquillas y la presión en la medida que sea necesario. (Tener en cuenta que debido a las irregularidades de los transformadores, se precisarán muchas boquillas para tener la cobertura adecuada. Adicionalmente al tener que respetar las distancias de aislamiento, algunas deben pulverizar a gran distancia. Por estas razones, no es posible reducir el número de boquillas y las presiones para conseguir el mínimo teórico. En la práctica puede ser posible reducir la presión requerida por debajo de 30 psi ( 2 bar); sin embargo esto no debe tomarse como punto de partida en la etapa de diseño).

**III. TABLAS Y FORMULAS**

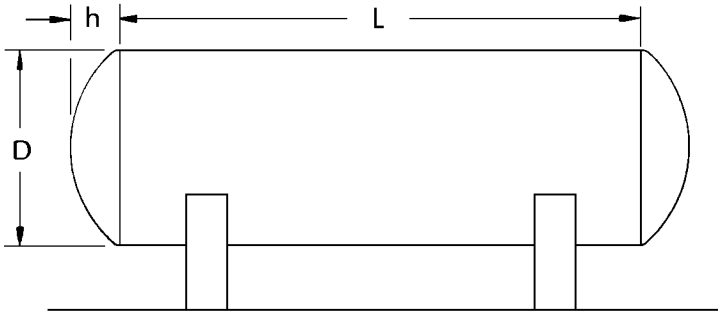
**TABLA A. DENSIDADES NORMALMENTE ACEPTADAS**

**ATENCIÓN**

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

	GPM/ft. Sq.	mm/min.
<b>Transformadores</b>		
Tapa y Laterales	0,25	10,18
Bajos	0,25	10,18
Suelo	0,15	6,11
<b>Tendidos de Tuberías</b>		
Superficie de la tubería	0,10	4,07
Area máxima de proyección sobre el suelo	0,50	20,35
Pies soporte	0,10	4,07
<b>Tanques</b>		
Paredes del tanque	0,25	10,18
Soportes	0,25	10,18

**Fig. 1a – Areas de Diseño para Tanques Horizontales**



Superficie cilíndrica –  $A_s = \pi D L$

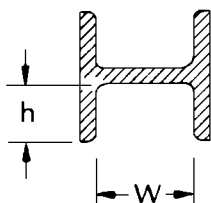
Superficie de los fondos: Plano –  $A_e = \pi D^2 / 4$

Esférico, cóncavo o convexo –  $A_e = \pi (\frac{D^2}{4} + h^2)$

Hemisférico –  $A_e = \pi D^2 / 2$

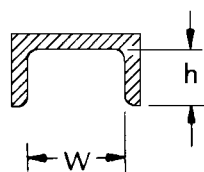
Superficie total –  $A_t = A_s + A_{e1} + A_{e2}$

**Fig. 2a = Superficie de un pie soporte**

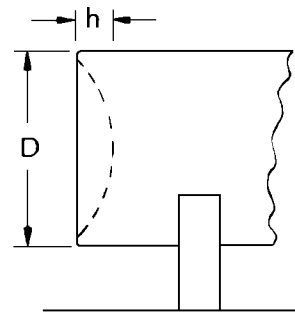


Area de diseño –  $AL = (w + h) \cdot longitud$

**Fig. 2b = Perfil en doble T o U**

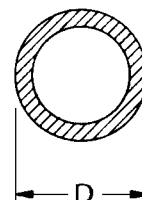


**Fig. 1b –**



Fondo cóncavo

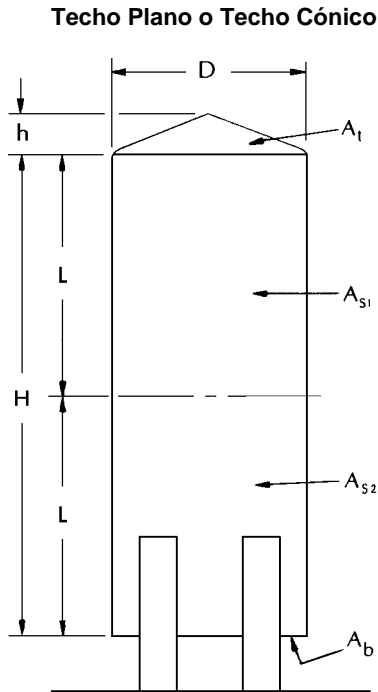
**Fig. 2c = Redondo**



Area de diseño –  $AL = \pi D L$



Fig. 3a – Areas de Diseño para Tanques Verticales



$$L = H / N$$

N = Debe ser un número entero  
L no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m)

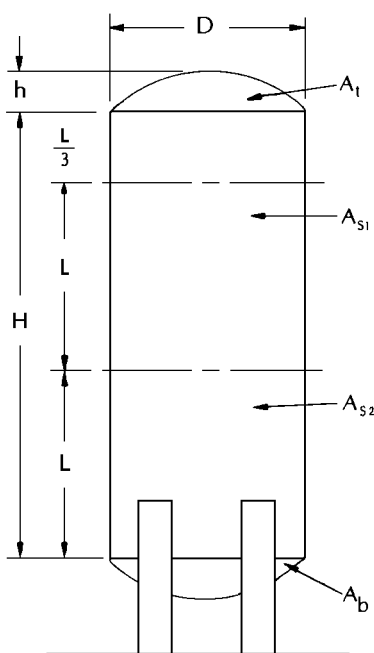
Superficies de Diseño de Techo y Fondo:

Plano –  $A_{t,f} = A_{b,f} = \pi D^2 / 4$

Cónico –  $A_{t,c} = A_{b,c} = \pi \frac{D}{2} (\frac{D^2}{4} + h^2)^{1/2}$

Zonas cilíndricas –  $A_{s1}, A_{s2}, \dots = \pi D L$

Fig. 3b – Techo Esférico



$$L = H / (N + 1/3)$$

N = Debe ser un número entero  
L no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m)

Superficies de Diseño de parte Superior:

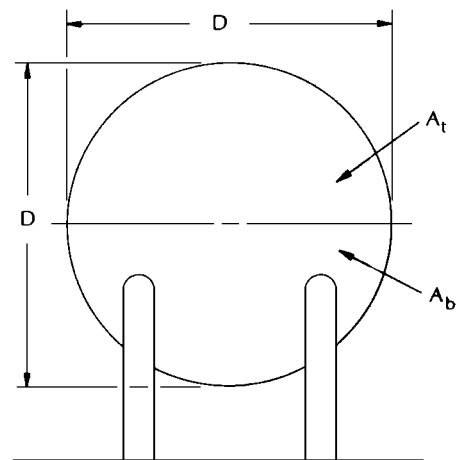
$$A_t = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{DL}{3} \right)$$

Zonas cilíndricas –  $A_{s1}, A_{s2}, \dots = \pi D L$

Superficie de Diseño de parte Inferior:

$$A_b = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)$$

Fig. 3c - Superficies esféricas Superior e inferior –  $A_t = A_b = \pi D^2 / 2$



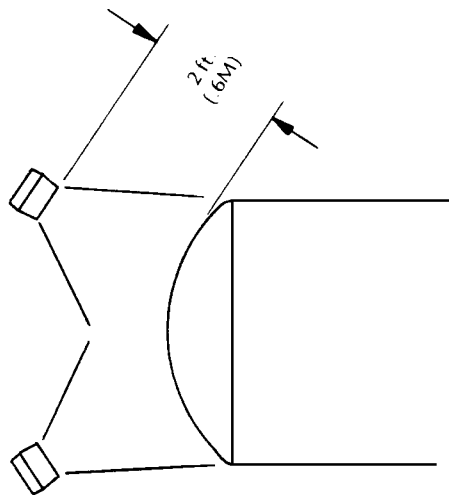
# VIKING®

## DATOS DE DISEÑO

### DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

**TABLA B**  
**Protección mediante Agua Pulverizada**  
**Tanques Verticales: Techo y Fondo**  
**Tanques Horizontales: Fondos**

Diámetros máximos aceptados normalmente para tener una cobertura efectiva mediante boquillas pulverizadoras separadas uniformemente y situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie de fondos de tanques horizontales o verticales, planos, cóncavos o convexos



Num. de Boq. usadas	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
	30°		60°		90°		120°		140°	
	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	1.4	,43	3.0	,86	5.0	1,52	8.5	2,6	11	3,4
2	1.8	,52	4.0	1,22	6.5	2,0	9.5	2,9	12.5	3,8
3	2.4	,74	5.0	1,52	10.5	3,2	11.0	3,3	14.0	4,2
4	3.0	,86	6.0	1,84	12.0	3,6	18.0	5,5	22.5	6,8
5	4.0	1,22	8.5	2,6	15.0	4,6	25.0	7,6	32.0	9,7
6	4.7	1,43	9.7	2,9	17.5	5,4	29.0	8,8	43.0	13,1
7	6.4	1,95	11.0	3,3	20.0	6,1	34.0	10,4	48.0	14,8
8	7.1	2,2	14.0	4,3	23.0	7,0	43.0	13,1	53.0	16,1
9	7.9	2,4	15.5	4,7	27.5	8,4	47.0	14,2	59.0	17,8
10	8.5	2,6	17.0	5,2	30.0	9,2	51.0	15,5	64.0	19,4
11	9.2	2,8	18.0	5,5	32.0	9,7	55.0	16,6	68.0	21,5
12	9.8	3,0	19.0	5,8	34.0	10,4	58.0	17,5	73.0	22,2

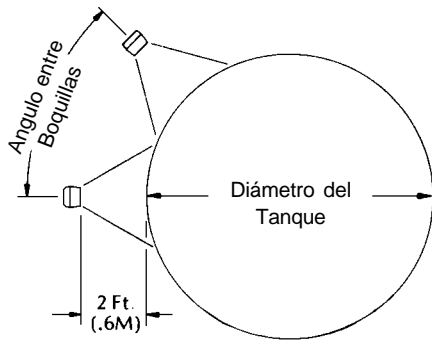


# DATOS DE DISEÑO

DISEÑO DE SISTEMAS  
DE AGUA PULVERIZADA

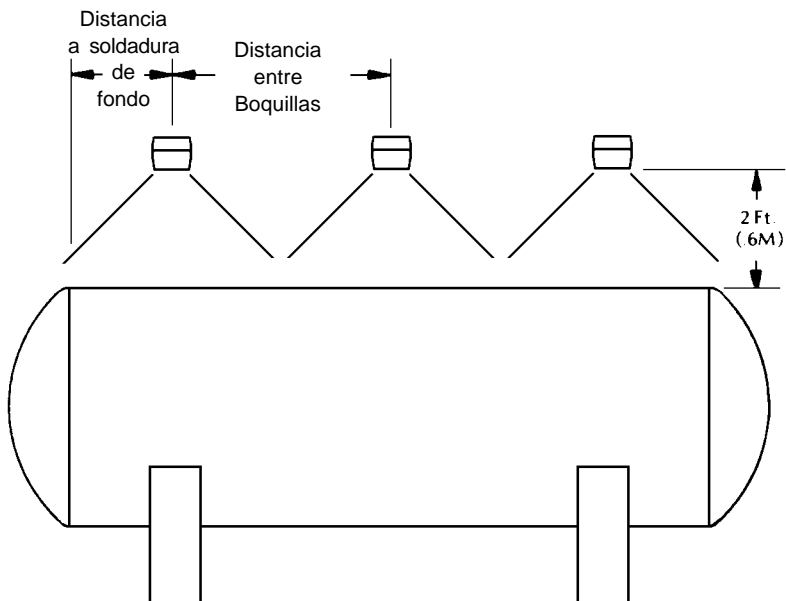
**TABLA C**  
**Protección mediante Agua Pulverizada**  
**Partes cilíndricas de Tanques Verticales y Horizontales**

Diámetros máximos aceptados normalmente para tener una cobertura efectiva mediante boquillas pulverizadoras separadas uniformemente y situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie cilíndrica de Tanques Horizontales y Verticales



Número de Boq.	Angulo entre Boquillas °	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
		30°		60°		90°		120°		140°	
		Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	—	.8*	,24	1.5*	,46	2 *	,61	*	*	*	*
2	180	1.5*	,46	3 *	,92	5 *	1,5	*	*	*	*
3	120	2.3	,70	4.6	1,4	8 *	2,4	*	*	*	*
4	90	2.8	,85	5.6	1,7	10.5	3,2	17*	5,2	*	*
5	72	3.4	1,0	6.8	2,1	12.5	3,8	20*	6,1	*	*
6	60	4.0	1,2	8.0	2,4	14.8	4,5	24*	7,3	*	*
7	53.5	4.5	1,4	9.2	2,8	16.7	5,1	26.7	8,1	*	*
8	45	5.2	1,6	10.4	3,2	19.5	5,9	30.8	9,3	*	*
9	40	5.8	1,8	11.7	3,6	21.9	6,6	35.1	10,6	*	*
10	36	6.5	2,0	12.9	3,9	24.5	7,4	38.8	11,7	*	*
11	37.7	7.1	2,2	14.2	4,3	27.7	8,2	42.6	12,9	*	*
12	30	7.7	2,4	15.5	4,7	29	8,9	45.0	13,6	58.0*	17,6

\* Pérdida de Agua (exceso de pulverización) a 2ft. (0,6 m)



**SITUACION DE ANILLOS DE BOQUILLAS**  
**TANQUES HORIZONTALES**

Angulo de Boq.	Distancia máxima al cordón de soldadura del Fondo		Distancia máxima entre Boquillas	
	Ft.	M	Ft.	M
30	1	,3	2	,6
60	2	,6	4	1,2
90	3.5	1,1	7	2,1
120	6	1,8	12	3,7
140	7.5	2,3	15	4,6

	<h2 style="margin: 0;">DATOS DE DISEÑO</h2>	<h2 style="margin: 0;">DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA</h2>
---	---	--

**IV – HOJAS DE DISEÑO**

**HOJA DE DISEÑO – A –**

**PROTECCION DE TANQUES HORIZONTALES**

Diámetro del Tanque – D = \_\_\_\_\_ Longitud parte cilíndrica – L= \_\_\_\_\_  
 Altura de los fondos – h = \_\_\_\_\_ Densidad requerida – d = \_\_\_\_\_

PASO	INSTRUCCIONES	CALCULOS
1	Hallar el área de la parte cilíndrica Superficie – $A_s = \pi DL$	$A_s =$
2	Hallar el agua req. para la parte cilíndrica $Q_s = A_s \times \text{densidad} = A_s \cdot d$	$Q_s =$
3	Hallar el área de los fondos Plano – $A_e = \pi D^2 / 4$ Esférico – $A_e = \pi (D^2 / 4) + \pi h^2$ Hemisférico – $A_e = \pi D^2 / 2$	$A_{e1} =$ $A_{e2} =$
4	Hallar el agua requerida para los fondos $Q_{e1} = A_{e1} \times \text{densidad} = A_{e1} (d)$ $Q_{e2} = A_{e2} \times \text{densidad} = A_{e2} (d)$	$Q_{e1} =$ $Q_{e2} =$
5	Hallar el agua requerida para los accesorios $Q_{a1} = A_{a1} \times \text{densidad} = A_{a1} (d)$ $Q_a = Q_{a1} + Q_{a2} + \dots$	$Q_a =$
6	Hallar la superficie de los pies soporte $A_{I1} = \text{Ver Figura 2}$	
7	Hallar el agua requerida para cada pie o elemento estructural $Q_{I1} = A_{I1} \times \text{densidad} = A_{I1} (d)$	$Q_{I1} =$ $Q_{I2} =$ $Q_{I3} =$
8	Hallar el agua total necesaria $Q_{tot} = Q_s + Q_{e1} + Q_{e2} + Q_a + Q_{I1} + Q_{I2} + \dots$	$Q_{tot} =$

		CILINDRO	FONDO 1	FONDO 2	ACCESORIOS	SOPORTES
9	Establecer la presión en las boquillas Calculada en función del sistema de acometida de agua					
10	Establecer la disposición de boquillas Sobre un plano a escala. Listar el num. y ángulo de las boquillas elegidas					
11	Hallar el agua necesaria para cada boquilla $Q_{boq} = Q(\text{area}) / \text{Num. Boq.}$					
12	Seleccionar la adecuada capacidad de boq. Consultar factores K y Tamaños de Boquillas					
13	Determinar la presión req. en boquilla Consultar factores K y Presión requerida para el caudal necesario					
14	Ajustar el Diseño Calcular el sistema y ajustar si es necesario					

	<b>DATOS DE DISEÑO</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA</b>
---	------------------------	---

HOJA DE DISEÑO – B, Página 1 –

**PROTECCION DE TANQUES VERTICALES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PASO	INSTRUCCIONES	CALCULOS
------	---------------	----------

1	Hallar la altura L y el número N de secciones de la parte cilíndrica Techo esférico – $L = H / (N + 1/3)$ Techo plano o cónico – $L = H / N$ L no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m) Resolver por tanteo	L = _____ N = _____
---	--	------------------------

2	Hallar el área de diseño de la parte superior Techo Plano – $A_t = \pi D^2 / 4$ Techo Esférico – $A_t = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)$ Techo Cónico – $A_t = \pi \frac{D}{2} \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$ Hemisférico – $A_t = \pi D^2 / 2$	At = _____
---	---	------------

3	Hallar el agua necesaria para la parte superior $Q_t = A_t \times \text{densidad} = A_t \times d$	Qt = _____
---	--	------------

4	Hallar el área de diseño de secciones cilíndricas $A_s = \pi D L$	As1 = _____ As2 = _____
---	--	----------------------------

5	Hallar la demanda de agua para las secciones cilíndricas $Q_{s1} = A_{s1} \times \text{densidad}$ $Q_{s2} = A_{s2} \times \text{densidad}$	Qs1 = _____ Qs2 = _____
---	--	----------------------------

6	Hallar el área de diseño del fondo Fondo Plano – $A_b = \pi D^2 / 4$ Fondo Esférico – $A_b = \pi \left( \frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{D L}{3} \right)$ Fondo Cónico – $A_b = \pi \frac{D}{2} \left( \frac{D^2}{4} + h^2 \right)^{1/2}$ Hemisférico – $A_b = \pi D^2 / 2$	Ab = _____
---	--	------------

7	Hallar el agua necesaria para la parte inferior $Q_b = A_b \times \text{densidad} = A_b \times d$	Qb = _____
---	--	------------

