

Otro valor usado frecuentemente como índice de finura es el que corresponde al 50% retenido, el cual, para la figura No. 1 es 0.022 pulg. Para las curvas de la clase A y clase B, el 50% del tamaño es 0.007 pulgadas en ambos casos.

Cuando se está trabajando con materiales bastante uniformes, en los cuales la pendiente de la curva de análisis es bien pronunciada, el 50% del tamaño puede corresponder al tamaño promedio de la partícula de arena. Sin embargo, cuando la pendiente general de las curvas es llana o tendida, tal como la curva de la clase D, el 50% no es indicador adecuado de la cantidad de partículas finas o gruesas de la arena.

PENDIENTE Y FORMA DE LA CURVA

La pendiente de la porción mayor de la curva puede expresarse de diferentes maneras. Uno de los términos más usados es el "Coefficiente de Uniformidad" que también fue desarrollado por Hazen. Este coeficiente es definido y calculado como el cociente del valor correspondiente al 40% retenido (o sea) que el 60% es más fino que ese tamaño de partícula), al 90% retenido (tamaño efectivo). De la curva No. 1 se obtiene:

$$\text{Coeficiente de uniformidad} = \frac{0.026}{0.010} = 2.6$$

40% retenido = 0.026  
tamaño efectivo 0.010



Para la curva de clase B el Coeficiente de Uniformidad es 2.0 y para la curva de clase C el valor es 3.0 .

El Coeficiente de Uniformidad es la pendiente promedio de la curva del material entre el 90% y el 40% de los tamaños de las partículas. Entre menor sea su valor, más uniforme será la granulometría de la arena entre estos límites. Valores grandes representan una menor uniformidad. En la misma forma que el tamaño efectivo, el coeficiente de uniformidad está limitado en la práctica a los materiales que regularmente tienen una granulometría uniforme. Este puede ser usado solamente cuando el valor del coeficiente de uniformidad es menor de 5.0.

Dicho coeficiente puede usarse en forma apropiada para describir la uniformidad requerida en un material para envoltura de grava, ya que para este propósito se requiere material uniformemente gradado.

El "Coeficiente de Distribución" es otro término usado para indicar la pendiente relativa de la curva de gradación. Este coeficiente se define como la raíz cuadrada del cociente de dividir el 25% retenido acumulado, entre el 75%. Para la curva No. 1, el 25% es 0.035 pulgadas y el 75% es 0.015. El cociente será =  $\frac{0.035}{0.015} = 2.3$  y por lo tanto el Coeficiente de Distribución será :

$$\sqrt{2.3} = 1.52.$$



Para la curva de clase C el Coeficiente de Distribución es 1.4. Para la curva de clase D, éste es 3.0.

La curva del análisis granulométrico de la arena para la mayoría de los materiales granulares que han sido depositados en corrientes de agua y por acción de las olas, tiene una forma de "S". La curva se deforma cuando el material es una mezcla de arena y grava, y el contenido de grava es alrededor del 15% o más. Las curvas de la figura 1 y de las clases A y C son típicas de una distribución en "S". La curva de la clase D es una curva típica de material con contenido de granos gruesos. (parte derecha de la curva).

Materiales cuya granulometría den una curva en forma de "S" tienen generalmente una porosidad mayor que aquellos materiales cuya curva es del tipo de apéndice (clase D).

USOS ESPECIFICOS

Actualmente no existe un método preciso para calcular la permeabilidad directamente de la curva de análisis granulométrico de una arena. Muchos experimentos y estudios de investigación se han efectuado para encontrar una simple relación entre la granulometría de la arena y su permeabilidad, pero aún no se ha descubierto ninguna correlación segura que pueda ser aplicada en forma general. Sin embargo, con experiencia, es posible formarse algún criterio acerca de la relativa capacidad productora de agua de las diferentes arenas y mezclas de arena y grava mediante una cuidadosa consideración de los tres factores que han sido discutidos en detalle anteriormente.



La selección de la granulometría apropiada de un material para empaque o envoltura de grava para un pozo que requiera dicho tratamiento, comprende la selección de un tamaño de grano de la grava tal que los espacios o vacíos que deje el material sean lo suficientemente pequeños para retener la arena fina que contenga la formación acuífera. Al mismo tiempo, la gradación de la grava debe ser tal que el material tenga una alta porosidad y una alta permeabilidad.

La pérdida de carga a través de la envoltura de grava debe mantenerse al mínimo. Investigaciones realizadas por la Edward E. Jhonson Inc., han establecido una relación definida entre el "tamaño efectivo" del material para empaque de grava y el "tamaño efectivo" de la formación de arena, la cual asegurará una operación del pozo, libre de arena.

Otros experimentos han indicado que el "Coeficiente de Uniformidad" debe ser mantenido por debajo de un valor de 2.5 con el objeto de obtener una máxima porosidad y permeabilidad.

La selección del tamaño de las aberturas de la rejilla para pozos desarrollados naturalmente, está basada en cuidadosas consideraciones de la finura de la arena, la forma de la curva de análisis granulométrico, y la posición relativa de los diversos estratos de material de diferentes grados de finura, que conformen la totalidad de la formación productora de agua.



Para lograr un desarrollo apropiado de un pozo, los tamaños de abertura de las rejillas se seleccionan lo suficientemente grandes de tal manera que permitan el paso a través de ellas de la fracción de material fino de la formación que debe ser removida durante el desarrollo del pozo. En relación con la cantidad de material de la formación que debiera ser removida durante el desarrollo, solamente con base en la experiencia y en estudios de investigación se puede juzgar apropiadamente.

Para arena fina uniforme, al menos el 50% de la formación debe ser retenida por la rejilla del pozo.

Para la formación ilustrada por la curva de clase A, se requerirá una abertura de tamaño de 0.006 pulgadas (No. 6) o de 0.007 pulgadas (No. 7) para controlar dicha formación. Aproximadamente los mismos tamaños de abertura se requieren para controlar la arena de la formación representada por la curva de clase B. Si esta formación particular contuviera un poco más de arena media, el tamaño de abertura podría aumentarse hasta el No. 10 (0.010 pulgadas) sin embargo, para la curva tal como está representada, el tamaño de abertura máximo que podría ser empleado es el No. 8 (0.008 pulgadas) con el fin de asegurar un pozo libre de arena.

Cuando el material de la formación contiene mayores proporciones de arena gruesa o algún porcentaje de grava tal como las formaciones representadas por las curvas clase C y clase D, existe



Para lograr un desarrollo apropiado de un pozo, los tamaños de abertura de las rejillas se seleccionan lo suficientemente grandes de tal manera que permitan el paso a través de ellas de la fracción de material fino de la formación que debe ser removida durante el desarrollo del pozo. La selección con la cantidad de material que debe ser removida durante el desarrollo de un pozo es la responsabilidad de los ingenieros de investigación y puede variar considerablemente.

Para un tipo particular de formación, el tamaño de la rejilla debe ser seleccionado por la rejilla del pozo.

Para la formación típica que se encuentra en las curvas de clase A, se requiere una abertura de tamaño de 0.005 pulgadas (No. 30) o de 0.007 pulgadas (No. 20) para controlar dicha formación. Aproximadamente los mismos tamaños de abertura se requieren para controlar la arena de la formación representada por la curva de clase B. Si esta formación particular contiene un poco más de arena media, el tamaño de la abertura podría aumentarse hasta el No. 10 (0.010 pulgadas). Sin embargo, para la curva del pozo que está representada, el tamaño de la abertura mínima que podría ser empleado es el No. 8 (0.008 pulgadas) con el fin de asegurar un pozo libre de arena.

Cuando el estrato de la formación contiene capas de partículas de arena gruesa o de gravilla, el tamaño de la formación representada por las curvas de clase C y clase D, existe

una mayor amplitud en la selección del tamaño de las aberturas.

Para la curva de la clase C, se podría seleccionar un tamaño de abertura No. 30, pero si se desea, este puede ser un poco mayor o un poco menor de dicho tamaño. Para la curva de la clase D, el tamaño de abertura normal a seleccionarse sería el No. 60; sin embargo, este puede variar en 0.010 de pulgada por encima o por debajo de dicho tamaño, bajo ciertas condiciones.

Si la formación productora de agua consiste de material fino y grueso, la selección del tamaño de abertura adecuado para diferentes secciones de la rejilla, es más complicado. Así por ejemplo, cuando un estrato de arena fina está localizado justamente encima de uno de material formado por arena gruesa o mezcla de arena y grava, el tamaño de abertura más pequeño seleccionado para que se ajuste a la arena fina, se debe continuar hasta alguna distancia por debajo de dicha formación fina. También, el tamaño de abertura seleccionado para el material más grueso del acuífero (o de mayor tamaño) debe ser un poco conservador, en algunos casos de éste tipo de formaciones.

Estas precauciones son necesarias con el objeto de prevenir el posible paso de la arena fina a través de las aberturas de mayor tamaño que se usarían si dichas formaciones de material fino no estuvieran presentes. Como estos casos se presentan con frecuencia, es siempre conveniente consultar con los fabricantes de rejillas para tener sus recomendaciones.