



1.4 Proyecto Mecánico

PP1-ESOM-20

Especificación de Medio Filtrante - Grava

Rev. A

CONTENIDO E ÍNDICES

1. MEDIO FILTRANTE (GRAVA).....	1-1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	1-1
1.2 ALCANCE.....	1-1
1.3 LOCALIZACIÓN	1-2
1.4 NORMATIVIDAD.....	1-2
1.4.1 Normas Nacionales	1-2
1.4.2 Normas Internacionales	1-2
1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	1-2
1.5.1 Condiciones de Operación	1-2
1.5.2 Características Generales.....	1-3
1.5.3 Materiales	1-4
1.6 DISEÑO DE FILTROS	1-4
1.7 CONTROL DE CALIDAD	1-4
1.7.1 Muestreo.....	1-4
1.7.2 Solubilidad	1-5
1.7.3 Porosidad de la grava	1-5
1.8 CERTIFICACIONES	1-5
1.9 INSTALACIÓN.....	1-5
1.10 CRITERIO DE ACEPTACIÓN.....	1-6
1.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN.....	1-6
1.12 CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO	1-7
1.12.1 Embalaje y Protección	1-7
1.12.2 Condiciones de Transporte.....	1-7
1.12.3 Maniobras de Carga y Descarga	1-7
1.12.4 Almacenamiento en Obra	1-8
1.12.5 Inspección al Recibir el Equipo.....	1-8
1.13 PLAZO DE ENTREGA.....	1-8
1.14 GARANTÍAS	1-8
1.14.1 Garantía de Suministro y Servicios	1-8
1.15 MEDICIÓN Y PAGO	1-9
1.15.1 Criterios de Medición.....	1-9
1.15.2 Criterios de Pago	1-9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características Filtración Arena – Carbón Activado.....	1-1
Tabla 2 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Normales Climatológicas Periodo: 1991-2020 (SMN, 2020)	1-2
Tabla 3 Características del suministro de grava	1-3

1. MEDIO FILTRANTE (GRAVA)

1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

Por este concepto el Contratista suministrará y colocará el material filtrante de grava para agua potable que deberá cumplir con las siguientes especificaciones. Ver **Tabla 1**.

Tabla 1 Características Filtración Arena – Carbón Activado

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
No. de Unidades Por Módulo de 1,000 L/s	12.00	uds
Dimensiones del Tanque		
Largo	9.80	m
Ancho	3.50	m
Altura Útil	4.43	m
Altura Total con Bordo Libre	4.93	m
Área Unitaria	34.30	m ²
Canaletas por Celda (Ubicadas en la Sección Longitudinal del Filtro)	2.00	uds
Dimensiones de Canaleta (LxAxH)	9.8 m x 21" x 25"	
Falso Fondo	Bloque Plástico o similar	
Espesor de Medio de Soporte (Grava)	0.30	m
Tamaño	3/4" x 1/2", 1/4" x 1/8", 1/8" x 1/16"	
Espesor de Cama de Arena	0.15	m
Diámetro Efectivo	0.50	mm
Gravedad Específica	2.65	
Espesor de Cama de Carbon Activado	1.25	m
Diámetro Efectivo	1.36	mm
Gravedad Especifica	1.37	

1.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, tamizado, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha de medio filtrante grava para los filtros del proyecto, incluyendo todos los elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

1.3 LOCALIZACIÓN

Los equipos descritos en esta sección deberán ser instalados en las siguientes unidades que componen el tren de la PP N°1 Miravalle:

- Batería de Filtros Duales de Arena Carbón Activado
 - Grava como Medio de Soporte

1.4 NORMATIVIDAD

Para la fabricación, selección e instalación del medio de soporte es importante seguir diversas normas nacionales e internacionales para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad del equipo. A continuación, se detallan las principales normas aplicables:

1.4.1 Normas Nacionales

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-001-CONAGUA-2011: Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-002-CONAGUA-1996: Requisitos de calidad del agua para sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos.

1.4.2 Normas Internacionales

El medio filtrante y los métodos de pruebas deberán cumplir con los requerimientos de la ANSI/AWWA B100 – Estándares para medios filtrantes (Standard for Filtering Media), a menos que se indiquen otra norma o método mexicano.

1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.5.1 Condiciones de Operación

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

**Tabla 2 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Normales Climatológicas
Periodo: 1991-2020 (SMN, 2020)**

Nombre de la Estación / Número	Temperatura media del mes más caliente (may), °C	Temperatura Media Normal Anual, °C	Temperatura media del mes más frío (ene), °C
14066 Guadalajara (DGE)	27.4	21.0	14.5
Temperatura del agua de diseño	25.4	21.0	16.5

1.5.2 Características Generales

Se entenderá como grava para filtración un material granular cuyos granos tendrán un diámetro efectivo de 12.7 a 19.1 mm. La grava deberá estar compuesta de granos duros y durables, de material sílico o cuarzoso, libre de arcilla, sin barro ni materia orgánica y no más de 1% será material laminar o micáceo. El espesor del material filtrante será justamente el señalado por el proyecto.

La forma del grano será redondeada o esferoidal y tendrá una porosidad entre 40 y 44%.

La pérdida por ignición a 900°C será menor del 0.7%.

El Contratista deberá entregar los resultados de las pruebas y las muestras del medio propuesto.

Muestras: Se propone que se usen muestras de grava. Ninguna grava de los filtros deberá ser enviada antes de la aprobación de las muestras.

Tamaño de la muestra de grava: los tamaños mínimos de las muestras son:

Tabla 3 Características del suministro de grava

Tamaño de la grava	Muestra mínima a ser colectada (kg)	Prueba en criba	Gravedad específica	Solubilidad ácida	Espesor de capa (cm)
2-3/4x1/2-pulg	32	16	5	0.25	5
2-1/4x1/8-pulg	32	16	5	0.25	5
2-1/8x criba No. 12	4.5	0.5	2	0.1	5
2-1/4x1/8-pulg	32	16	5	0.25	5
2-1/2x1/4 - pulg	9	4.5	2	0.25	5
2-3/4x1/2 - pulg	14	7	3	0.25	5

La aprobación de cualquier muestra no debe entenderse como que el material satisface todos los requerimientos indicados. El Contratista será responsable de cumplir con todos los requerimientos en estas especificaciones.

Los métodos de pruebas al medio filtrante y el propio medio deben cumplir con los estándares de ANSI/AWWA B100 - Standard for Filtering Media y deben tener la certificación HSF 61, excepto en donde se indique lo contrario.

Las gravas del filtro proporcionadas para el trabajo deberán ser igual en todas sus características a las muestras aprobadas, y se deberán realizar pruebas similares en caso de ser requeridas por el ingeniero durante la preparación e instalación de los materiales en el filtro (Figura 1).

Figura 1 Muestra de Grava



1.5.3 Materiales

- General: La grava del filtro debe constituir una capa de 30 cm de espesor total, con tamaños graduados de grava, acomodados sobre el sistema de drenaje del filtro (falso fondo), tal como se indica más adelante.
- Calidad del material: La grava debe consistir de partículas duras, redondeadas y durables.

1.6 DISEÑO DE FILTROS

La cama de grava en el filtro de Arena Carbón Activado deberá cumplir con los siguientes criterios:

- | | |
|---|---------------------|
| • Altura del medio (cm) (L) | 30 cm |
| • Gravedad específica aparente | 4.0 |
| • Tamaño efectivo capa baja(mm) (d) | 0.10 (3/4" x 1/2") |
| • Tamaño efectivo capa media(mm) (d) | 0.10 (1/4" x 1/8") |
| • Tamaño efectivo capa superior(mm) (d) | 0.10 (1/8" x 1/16") |
| • Coeficiente de uniformidad | 1.5 |

1.7 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de la grava deberá cumplir con los requerimientos de los estándares de ANSI/AWWA B100 - Standard for Filtering Media

1.7.1 Muestreo

El Contratista deberá entregar una muestra de grava con volumen mínimo de 1 (un) litro por cada 8 m³ de material que vaya a suministrar y las muestras serán entregadas previamente al suministro, en el sitio que para efecto señalará la CONAGUA. Las muestras serán proporcionadas en receptáculos limpios o pruebas de polvo, debiendo rotularse con cuidado consignando el origen y lote que representa, así como la fecha del suministro. Para fines de análisis las muestras se cuartearán un volumen adecuado.

El Contratista garantizará que las muestras que entregue son realmente representativas del material que se suministre.

1.7.2 Solubilidad

Las muestras de grava que proponga el Contratista en suministro serán sometidas a las pruebas de solubilidad en una solución al 40% de ácido clorhídrico y durante 24 horas. En ningún caso la solubilidad será mayor del 5% determinada en la forma señalada más adelante.

1.7.3 Porosidad de la grava

La porosidad de la grava deberá estar entre 40 y 44% y se debe analizar por medio de un tubo del turbidímetro Jackson, de 75 cm de longitud y de diámetro aproximado a 2.8 cm, graduado volumétricamente, procediendo al ensayo en la forma siguiente.

Se vierte una muestra pesada (W) de unos 150 gr de grava, en el tubo Jackson semilleno de agua. Se agita el contenido para eliminar el aire y si el agua se presenta sucia, se decanta y se repite la operación hasta que la grava se encuentre limpia y libre de aire, debiéndose poner especial cuidado en evitar pérdidas de grava durante las operaciones de decantación.

A continuación, se llena completamente el tubo con agua y se tapona, fijándose con pinzas en un soporte de laboratorio, en forma tal que se le pueda hacer girar en un eje a ángulo recto con la longitud del tubo. Se sitúa un cojín de hule en el fondo del tubo que debe encontrarse firmemente sujeto con las pinzas un poco más arriba de su parte media.

Se hace girar el tubo 180 grados y se permite que toda la muestra de grava se deposite sobre el tapón que deberá conservarse hermético en todo tiempo durante la prueba. Rápidamente se invierte de nuevo el tubo, con su fondo reposando sobre el cojín de hule, el tubo deberá quedar en su lugar y firmemente asegurado antes de que los primeros granos de grava se depositen en el fondo. Se deja sedimentar toda la columna con el operador vigilando y se lee inmediatamente el volumen (V) de la grava. El método de Jackson conduce a resultados de 1 a 2% mayores que los resultados que se obtienen en las pruebas de filtros.

La porosidad en por ciento para grava de sílice con un peso específico de 2.6 se obtiene por la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de porosidad} = \frac{V - \frac{W}{2.6} \times 100}{v}$$

1.8 CERTIFICACIONES

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones con las que cuente.

1.9 INSTALACIÓN

La grava de filtración que suministre el Contratista de acuerdo con lo ordenado por el proyecto será colocada en los lechos de los filtros siguiendo los lineamientos y recomendaciones siguientes:

1. La grava deberá transportarse y vaciarse cuidadosamente, para evitar contaminación de cualquier clase, aquella grava que se ensucie antes o después de su vaciado deberá sustituirse por grava limpia.
2. La grava deberá vaciarse en el filtro, teniendo los cuidados necesarios para no dañar el falso fondo que se debió haber colocado previamente ya que la grava se coloca sobre el falso fondo con espesor de 30 cm y procurando que esta capa de grava quede nivelada a la altura adecuada señalada por el proyecto.
3. El espesor total del lecho de grava será justamente el que señale o apruebe el proyecto.
4. Terminada la colocación de los lechos filtrantes se verificará el correcto funcionamiento del filtro, tanto en el aspecto de su drenado como el de la filtración propiamente dicha.

El Contratista entregará y hará en conjunto con personal de la dependencia, resultados de pruebas de laboratorio que cumpla con las especificaciones, así como granulometría de la grava que vaya siendo entregada en obra.

1.10 CRITERIO DE ACEPTACIÓN

La CONAGUA dispondrá de 30 días a partir de la fecha de recepción de cualquier lote de grava para filtros, para notificarle al Contratista que la suministre o sobre el rechazo de la misma, cuando de acuerdo a los ensayos de laboratorio se determine que el material suministrado no cumple con lo señalado en el contrato y en estas especificaciones.

En la eventualidad de que lleguen a existir discrepancias entre los resultados de los ensayos del laboratorio realizados por la CONAGUA y los que reporte el contratista, una muestra del material será enviada para su análisis a un laboratorio aprobado por ambas partes contratantes, el que procediendo como tercera efectuará el ensayo e informará sobre los resultados de los mismos, los que tendrán un carácter concluyente.

Cuando un suministro de grava sea rechazado en forma definitiva, el Contratista lo retirará de la planta objeto del contrato y lo suplirá por otro lote de material que sí cumpla con lo estipulado en estas especificaciones. Sin provocar costo adicional o complementario.

1.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN

Cada filtro deberá contar con una placa de identificación permanente que indique las características del medio filtrante instalado. La placa deberá fabricarse en acero inoxidable o material resistente a la corrosión, fijada en un lugar visible de la estructura del filtro o en la plataforma de operación.

La placa deberá instalarse mediante tornillería de acero inoxidable o sistema equivalente que garantice su permanencia durante toda la vida útil del sistema.

La placa deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del fabricante o proveedor del medio filtrante.
- Tipo de medio filtrante instalado (arena sílica, antracita, grava soporte, u otro material).
- Granulometría del material (tamaño efectivo y coeficiente de uniformidad).
- Espesor de cada capa del lecho filtrante.
- Área del filtro o número de filtro.
- Fecha de instalación del medio filtrante.

- Número de lote del material suministrado.
- Nombre del proyecto o planta donde se instaló.

La información deberá grabarse mediante un método permanente (grabado químico, láser o estampado), de manera que permanezca legible durante toda la vida útil del sistema.

1.12 CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El alcance será la PP N°1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de los equipos electromecánicos deberá realizarse de manera que se garantice la integridad mecánica, funcional y dimensional de todos los componentes desde su salida de fábrica hasta su instalación en el sitio de la obra.

El Contratista será responsable de implementar las medidas necesarias para evitar daños por impactos, vibraciones, deformaciones, humedad, corrosión o exposición a agentes ambientales durante las etapas de embalaje, carga, transporte, descarga y almacenamiento.

1.12.1 Embalaje y Protección

Los equipos deberán ser suministrados con embalaje adecuado para transporte terrestre y almacenamiento temporal en obra, incluyendo como mínimo:

- Protección contra humedad, polvo y radiación solar.
- Recubrimientos anticorrosivos temporales en superficies metálicas.
- Protección de bridas, conexiones y superficies mecanizadas.
- Cubiertas protectoras en motores, tableros e instrumentación.
- Identificación clara de puntos de izaje y centro de gravedad.
- Las partes delicadas o de precisión deberán transportarse protegidas contra vibraciones o golpes.

1.12.2 Condiciones de Transporte

El transporte deberá realizarse mediante vehículos adecuados al peso, dimensiones y características del equipo, considerando:

- Distribución uniforme de cargas.
- Sistemas de sujeción que eviten desplazamientos.
- Protección contra impactos o vibraciones excesivas.
- Cumplimiento de la normativa de transporte de carga aplicable.

En caso de equipos sobredimensionados o de gran peso, el Contratista deberá prever los permisos y medios de transporte especiales necesarios.

1.12.3 Maniobras de Carga y Descarga

Las maniobras de carga, descarga y movimiento interno deberán realizarse utilizando equipos de izaje adecuados, tales como grúas, montacargas o polipastos, considerando:

- Uso exclusivo de los puntos de izaje definidos por el fabricante.
- Eslingas y accesorios certificados.
- Personal capacitado para maniobras.

- Protección contra golpes o caídas del equipo.

Queda prohibido realizar maniobras que generen esfuerzos indebidos en los equipos o sus componentes.

1.12.4 Almacenamiento en Obra

En caso de que los equipos deban permanecer almacenados antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que aseguren su conservación, considerando:

- Áreas protegidas contra lluvia, humedad y radiación solar.
- Superficies niveladas y libres de encharcamientos.
- Elevación del equipo sobre soportes o tarimas.
- Protección de componentes eléctricos y electrónicos.
- Rotación o mantenimiento preventivo cuando lo indique el fabricante.

El Contratista será responsable de la conservación del equipo hasta su entrega final.

1.12.5 Inspección al Recibir el Equipo

A la llegada del equipo al sitio de obra deberá realizarse una inspección visual para verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos.
- Correspondencia con la documentación de suministro.
- Presencia de todos los accesorios y componentes.

Cualquier daño detectado deberá reportarse inmediatamente a la supervisión y al proveedor para su corrección.

1.13 PLAZO DE ENTREGA

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 24 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

1.14 GARANTÍAS

A continuación, se detallan las garantías ofrecidas por el FABRICANTE.

1.14.1 Garantía de Suministro y Servicios

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de recepción, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo. La garantía no se hará válida si el equipo se utiliza en tareas para las que no fue diseñado y/o en condiciones de operación diferentes a las recomendadas en el manual del equipo; o si la instalación hecha para el montaje y operación del equipo está contraindicada en el Manual. La Garantía tampoco podrá hacerse válida si una vez recibidos los equipos en Planta permanecen almacenados y sin arrancarse por un periodo de 6 meses o más.

1.15 MEDICIÓN Y PAGO

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

- Tanto el suministro como la instalación de los medios filtrantes y los lechos de soporte, para fines de pago se medirán en metros cúbicos con aproximación de un decimal una vez lavado el medio y retirado los finos. Al efecto se determinan directamente en el filtro el volumen de los diversos materiales de acuerdo con las secciones de proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.
- El precio unitario de suministro e instalación deberá incluir explícitamente los costos derivados por fletes a la planta, acarreos hasta el punto de almacenamiento o colocación y todas las maniobras, equipo y mano de obra necesarios para la colocación de acuerdo a estas especificaciones y a los requerimientos del proyecto.

1.15.1 Criterios de Medición

El suministro e instalación de los filtros se medirá por metro cúbico (m^3), como base deben considerarse las cantidades fijadas en el proyecto o por la Dependencia.

Se considerará el concepto ejecutado cuando el equipo haya sido aceptada por la supervisión y cumpla con todas las pruebas y requisitos establecidos.

1.15.2 Criterios de Pago

Este concepto de trabajo se pagará al precio unitario establecido en el contrato, el que incluye los costos directos, indirectos, financieros, la utilidad del Contratista, así como los cargos adicionales.