



1.4 Proyecto Mecánico

PP1-ESOM-19

Especificación de Medio Filtrante - Arena

Rev. A

CONTENIDO E ÍNDICES

19.	MEDIO FILTRANTE (ARENA)	1-1
19.1	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	1-1
19.2	ALCANCE	1-2
19.3	LOCALIZACIÓN	1-2
19.4	NORMATIVIDAD	1-2
19.4.1	Normas Nacionales	1-2
19.4.2	Normas Internacionales	1-3
19.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1-3
19.5.1	Condiciones de Operación	1-3
19.5.2	Características Generales	1-3
19.5.3	Materiales	1-4
19.5.4	Diseño de Filtros	1-4
19.6	CONTROL DE CALIDAD	1-5
19.7	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	1-5
19.8	CERTIFICACIONES	1-6
19.9	INSTALACIÓN	1-6
19.9.1	Transporte y Colocación	1-6
19.9.2	Lavado y Pruebas	1-6
19.9.3	Tasa de Lavado	1-6
19.9.4	Limpieza	1-6
19.10	DOCUMENTACIÓN DE PRUEBAS	1-7
19.10.1	Pruebas de Fábrica	1-7
19.10.2	Inspección de Acreditación de Instalación en Campo	1-7
19.11	PLACA DE IDENTIFICACIÓN	1-7
19.12	CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO	1-7
19.12.1	Embalaje y Protección	1-8
19.12.2	Condiciones de Transporte	1-8
19.12.3	Maniobras de Carga y Descarga	1-8
19.12.4	Almacenamiento en Obra	1-8
19.12.5	Inspección al Recibir el Equipo	1-9
19.13	GARANTÍAS	1-9
19.13.1	Garantía de Suministro y Servicios	1-9
19.14	MEDICIÓN Y PAGO	1-9
19.14.1	Criterios de Medición	1-10
19.14.2	Criterios de Pago	1-10

ÍNDICE DE TABLAS

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

1. MEDIO FILTRANTE (ARENA)

1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

Por este concepto el Contratista suministrará y colocará el material filtrante de arena para agua potable que deberá cumplir con las siguientes especificaciones. Ver **Tabla 1** y **Tabla 2**.

Tabla 1 Características Filtración Arena - Antracita

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
No. de Unidades por Módulo de 1,000 L/s	12.00	uds
Dimensiones del Tanque (Batería)		
Largo	9.80	m
Ancho	3.50	m
Altura Útil	3.78	m
Altura Total con Bordo Libre	4.28	m
Área Unitaria (por Batería)	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 (Rangos de Granulometría)	3/4" x 1/2", 1/4" x 1/8", 1/8" x 1/16"	
Espesor de Cama de Arena	0.30	m
Diámetro Efectivo	0.50	mm
Gravedad Especifica	2.65	
Espesor de cama de antracita	0.45	m

Tabla 2 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

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
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 arena 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 Zumpango:

- Batería de Filtros Duales de Arena Antracita.
 - Arena como Medio Filtrante.
- Batería de Filtros Duales de Arena Carbón Activado.
 - Arena como Medio Filtrante.

1.4 NORMATIVIDAD

Para la fabricación, selección e instalación del medio filtrante 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

Se entenderá como arena para filtración un material granular cuyos granos tendrán un diámetro efectivo de 0.5 mm y un CU de 1.5. La arena deberá estar compuesta de granos duros y durables, de material sílice o cuarzo, libre de arcilla, sin barro ni materia orgánica y no más de 1% será material laminar o micáceo.

1.5.1 Condiciones de Operación

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

**Tabla 3 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Normales Climatológicas
Periodo: 1991-2020 (SMN, 2020)**

Nombre de la Estación / Número	Temperatura media del mes más caliente (mayo), °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

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

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.

El contratista entregará una muestra de 500 gramos de la arena en una bolsa de plástico resellable con identificación clara del contenido y características principales. La aprobación de la muestra no significará que el total del material cumple con los requerimientos aquí indicados. El contratista será responsable de que todo el material cumpla con la calidad requerida y aquí especificada.

Figura 1 Muestra de Arena



1.5.3 Materiales

- Uniformidad: El medio filtrante suministrado deberá ser igual en todos los aspectos a la muestra aprobada, el ingeniero responsable podrá solicitar pruebas adicionales del material que se esté instalando en cualquier momento.
- La arena suministrada deberá cumplir con las características de similaridad correspondientes a la muestra de arena previamente aprobada, el ingeniero responsable de la obra podrá en cualquier momento solicitar pruebas adicionales para confirmar su calidad.
- El lecho de arena consistirá de arena sílica debidamente graduada y con un espesor de 30 cm después de colocada en los filtros y lavada.
- La arena sílica deber estar compuesta por granos libres de recubrimientos, duros y durables, no deberá contener más del 5% de partículas finas y no más del 1% de materiales extraños como puede ser arcilla, polvo, materia orgánica, etc. La arena sílica suministrada deberá cumplir con lo estipulado en la Sección 2 del ANSI/AWWA B100.
- La solubilidad al ácido no deberá exceder el 5 por ciento de acuerdo a la ANSI/AWWA B100.
- Graduación estándar: Tamaño de partícula y graduación: La arena deberá cumplir con un coeficiente de uniformidad y tamaño como se indica en esta especificación. El tamaño de la partícula será determinado por tamizado en mallas estándar y calibradas en cumplimiento con la ASTM E 11 – Especificación para mallas de alambre y fibras usadas con el propósito de métodos de prueba. El tamaño efectivo está definido como el tamaño teórico de la malla en milímetros en la cual pase el 10 por ciento de la muestra en peso. El coeficiente de uniformidad es definido como el tamaño teórico de la malla en milímetros en el que pasa el 60 por ciento de la muestra en peso dividido entre el tamaño efectivo.

1.5.4 Diseño de Filtros

El lecho de arena en el filtro de Arena Antracita deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Altura del medio (cm) (L) 30 cm
- Gravedad específica aparente 2.65

- Tamaño efectivo (mm) (d) 0.50
- Coeficiente de uniformidad menor a 1.5

El lecho de arena en el filtro Arena Carbón Activado deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Altura del medio (cm) (L) 15 cm
- Gravedad específica aparente 2.65
- Tamaño efectivo (mm) (d) 0.50
- Coeficiente de uniformidad menor a 1.5

1.6 CONTROL DE CALIDAD

Calidad del Material: La gravedad específica deberá ser determinada por el procedimiento de la ASTM C 128 – Métodos de prueba para Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos, lo que requiere que la muestra sea remojada durante 24 horas.

Todos los procedimientos de prueba deberán cumplir lo aplicable del estándar ANSI/AWWA B100 – Materiales para filtración

Tamaño de partícula y graduación: La arena deberá cumplir con un coeficiente de uniformidad y tamaño como se indica en esta especificación.

El tamaño de la partícula será determinado por tamizado en mallas estándar y calibradas en cumplimiento con la ASTM E 11 – Especificación para mallas de alambre y fibras usadas con el propósito de métodos de prueba. El tamaño efectivo está definido como el tamaño teórico de la malla en milímetros en la cual pase el 10 por ciento de la muestra en peso. El coeficiente de uniformidad es definido como el tamaño teórico de la malla en milímetros en el que pasa el 60 por ciento de la muestra en peso dividido entre el tamaño efectivo.

La arena sílica deber estar compuesta por granos libres de recubrimientos, duros y durables, no deberá contener más del 5% de partículas finas y no más del 1% de materiales extraños como puede ser arcilla, polvo, materia orgánica, etc. La arena sílica suministrada deberá cumplir con lo estipulado en el ANSI/AWWA B100.

1.7 CRITERIO DE ACEPTACIÓN

La CONAGUA dispondrá de 30 días a partir de la fecha de recepción de cualquier lote de antracita 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.

1.8 CERTIFICACIONES

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones con las que cuente.

1.9 INSTALACIÓN

El FABRICANTE deberá incluir dentro de su alcance la Inspección, Puesta en Marcha, y Ajuste de Campo. El programa deberá contemplar la visita de un representante de servicio autorizado por el fabricante al sitio de instalación por 1 día indicado para dar testimonio y certificar por escrito que se han instalado apropiadamente tanto el equipo, como los sistemas de alineación, lubricación y ajuste, quedando preparado para el correcto funcionamiento de los equipos.

Las actividades realizadas y/o supervisadas por parte del representante autorizado deberán incluir, sin limitarse a los siguientes puntos:

1.9.1 Transporte y Colocación

Se deberá tener especial cuidado en el transporte y colocación de la arena para evitar contaminación con polvo o materia orgánica. Cualquier cantidad de antracita que se ensucie o contamine en el transporte o colocación deberá ser lavada o retirada y remplazada por antracita limpia, en el caso de que la antracita se contamine con materia orgánica esta deberá ser rechazada. Al momento de la colocación de la antracita en los filtros se deberá evitar dañar la cama de arena del filtro.

1.9.2 Lavado y Pruebas

Una vez colocada la arena, deberá ser lavada por lo menos en tres ocasiones con el ingeniero residente responsable de la obra presente. Cada lavado deberá ser por un mínimo de 5 minutos de duración a la máxima tasa de retrolavado.

1.9.3 Tasa de Lavado

El agua de lavado será aplicada en un principio a 0.5 l/min por metro cuadrado de medio filtrante y gradualmente incrementarlo hasta la tasa máxima de lavado. En caso de que no se tenga agua suficiente para el lavado se deberá contactar al ingeniero responsable para aplicar un procedimiento alternativo.

1.9.4 Limpieza

El material fino que se acumule en la parte superior del lecho filtrante deberá ser removido por el contratista al final de cada periodo de lavado.

Los filtros deberán ser lavados uno a la vez. El agua utilizada para el lavado deberá ser de primera mano (filtrada).

Preparación de los filtros: Antes de comenzar la instalación de los medios, el Contratista deberá limpiar completamente las paredes y la losa inferior de todos los filtros, cerciorándose de que no quede basura. Todas las aperturas en el sistema de falso fondo del filtro deberán ser selladas perfectamente quedando solamente los barrenos del falso fondo libres de cualquier obstrucción.

1.10 DOCUMENTACIÓN DE PRUEBAS

Se deberá proporcionar los comprobantes de las pruebas a materiales y pruebas del equipo.

1.10.1 Pruebas de Fábrica

El FABRICANTE debe entregar todos los certificados de pruebas de fábrica debidamente acreditados, esto por cada elemento incluido en su oferta.

1.10.2 Inspección de Acreditación de Instalación en Campo

El FABRICANTE deberá presentar un protocolo TIPO CHECK LIST para comprobar la correcta instalación del equipo. Al final de la instalación en campo deberá entregar dicho protocolo junto con las observaciones y recomendaciones que se juzguen pertinentes.

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 GARANTÍAS

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

1.13.1 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.

1.14 MEDICIÓN Y PAGO

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. 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, acarreo 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.

Los precios unitarios incluirán todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, tales como suministro de materiales, mano de obra, equipo, pruebas, herramientas, seguridad y cumplimiento normativo.

Quedan explícitamente excluidos únicamente aquellos conceptos que se indiquen de manera expresa en el catálogo o en las condiciones particulares del contrato.

1.14.1 Criterios de Medición

El suministro e instalación de los filtros se medirá por metro cúbico (m³), 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.

1.14.2 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.