



PP1-ESOM-02

Especificación de Agitadores Mecánicos

Rev. A

CONTENIDO E ÍNDICES

1.	AGITADORES MECÁNICOS.....	1-1
1.1	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO.....	1-1
1.2	ALCANCE	1-5
1.3	NORMATIVIDAD APLICABLE.....	1-5
1.3.1	<i>Normatividad Específica.....</i>	<i>1-5</i>
1.4	MATERIALES Y COMPONENTES	1-6
1.4.1	<i>Características Generales</i>	<i>1-6</i>
1.5	MANO DE OBRA Y EQUIPO	1-8
1.6	PROCEDIMIENTOS GENERALES DE EJECUCIÓN	1-8
1.7	CRITERIOS DE SELECCIÓN	1-9
1.8	CONDICIONES DE OPERACIÓN	1-10
1.9	PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD	1-10
1.9.1	<i>Inspección en Fabrica.....</i>	<i>1-11</i>
1.9.2	<i>Pruebas en Fábrica</i>	<i>1-11</i>
1.9.3	<i>Pruebas en Sitio.....</i>	<i>1-11</i>
1.9.4	<i>Control de Calidad</i>	<i>1-11</i>
1.10	SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.....	1-12
1.10.1	<i>Manejo de Residuos</i>	<i>1-12</i>
1.10.2	<i>Ruido</i>	<i>1-12</i>
1.11	CERTIFICACIONES.....	1-12
1.11.1	<i>Certificación de la Instalación.....</i>	<i>1-12</i>
1.12	INSTALACIÓN	1-13
1.12.1	<i>Paquete de Refacciones de Desgaste</i>	<i>1-14</i>
1.12.2	<i>Alimentación de Energía.....</i>	<i>1-14</i>
1.13	PLACA DE IDENTIFICACIÓN	1-14
1.14	INSPECCIÓN DE ACREDITACIÓN DE INSTALACIÓN EN CAMPO.....	1-15
1.14.1	<i>Pruebas de Rendimiento</i>	<i>1-15</i>
1.15	CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO	1-15
1.15.1	<i>Embalaje y Protección</i>	<i>1-15</i>
1.15.2	<i>Condiciones de Transporte</i>	<i>1-15</i>
1.15.3	<i>Maniobras de Carga y Descarga.....</i>	<i>1-16</i>
1.15.4	<i>Almacenamiento en Obra.....</i>	<i>1-16</i>
1.15.5	<i>Inspección al Recibir el Equipo</i>	<i>1-16</i>
1.16	GARANTÍAS	1-16
1.16.1	<i>Garantía de Suministro y Servicios.....</i>	<i>1-16</i>
1.16.2	<i>Garantía de Equipos</i>	<i>1-17</i>
1.17	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.....	1-17
1.17.1	<i>Criterios de Medición</i>	<i>1-17</i>
1.17.2	<i>Criterios de Pago.....</i>	<i>1-17</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Características Agitador de Mezcla Rápida.....</i>	<i>1-2</i>
<i>Tabla 2 Características Agitador de Cámara de Floculación 1ra Etapa.....</i>	<i>1-2</i>
<i>Tabla 3 Características Agitador de Cámara de Floculación 2da Etapa.....</i>	<i>1-3</i>
<i>Tabla 4 Características Agitador de Cámara de Floculación 3a Etapa</i>	<i>1-4</i>

1. AGITADORES MECÁNICOS

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

Los agitadores para mezcla rápida y floculación tienen como función principal generar las condiciones de mezcla necesarias dentro del sistema, asegurando la adecuada dispersión de los reactivos, la formación y crecimiento de flóculos y el desarrollo controlado de los procesos físico-químicos requeridos para la correcta operación del tratamiento de agua.

El presente concepto se refiere al suministro, instalación y puesta en operación de agitadores mecánicos para mezcla rápida y floculación, destinados a asegurar la correcta dispersión de coagulantes, la formación y crecimiento de flóculos y el adecuado desarrollo de los procesos físico-químicos del sistema de potabilización.

Los agitadores forman parte del proceso de tratamiento de agua potable, instalándose en cámaras de mezcla rápida y tanques de floculación, integrándose con las estructuras civiles, sistemas eléctricos, tableros de control e instrumentación del proyecto.

Los equipos considerados en esta especificación se instalarán en las siguientes unidades del sistema:

- Tanque de mezcla rápida: **Tabla 1**
 - Agitador de Mezclado Rápido (AMR 100-1/4)
- Tanques de floculación: **Tabla 2 y Tabla 3**
 - Agitador de Cámara de Floculación de Primera, Segunda y tercera Etapa (AFM – 100-11/13, AFM – 100-21/23, AFM – 100-31/33, AFM – 100-41/43,).
 - Agitador de Cámara de Floculación de Primera, Segunda y tercera Etapa (AFM – 100-51/53, AFM – 100-61/63, AFM – 100-71/73, AFM – 100-81/83,).
 - Agitador de Cámara de Floculación de Primera, Segunda y tercera Etapa (AFM – 100-91/93, AFM – 100-101/103, AFM – 100-111/113, AFM – 100-121/123,).
 - Agitador de Cámara de Floculación de Primera, Segunda y tercera Etapa (AFM – 100-131/133, AFM – 100-141/143, AFM – 100-151/153, AFM – 100-161/163,)

Tabla 1 Características Agitador de Mezcla Rápida

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	AMR-100-1/4	
No. de Unidades por Cámara	1.00	
No. de Tanques por Módulo de 500 L/s	1.00	uds
No. Total de Unidades para la PP1 (2,000 L/s)	4.00	uds
Capacidad de Agitación	8.00	m ³
Potencia Teórica	10.00	hp
Dimensiones del Tanque:		
Largo	2.00	m
Ancho	2.00	m
Altura Útil	2.00	m
Tipo de Agitador	Turbina de 3 Palas Inclınadas (Hydrofoil)	
Gradiente	780	s ⁻¹
Velocidad de Rotación	202	rpm
Impulsor	Alta Eficiencia VDF	
Diámetro de Impulsor	900.00 (o de acuerdo al fabricante)	mm
Material del Impulsor	AISI 316	
Altura Total de Flecha	2000	mm
Material de Flecha	AISI 316	
Motorreductor	Motor TEFC premium, VDF, IP-56	

Tabla 2 Características Agitador de Cámara de Flocculación 1ra Etapa

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	AFM – 100-11, AFM – 100-21, AFM – 100-31, AFM – 100-41, AFM – 100-51, AFM – 100-61, AFM – 100-71, AFM – 100-81, AFM – 100-91, AFM – 100-101, AFM – 100-111, AFM – 100-121 AFM – 100-131, AFM – 100-141, AFM – 100-151 y AFM – 100-161.	
No. de Unidades por Cámara	1.00	uds
No. de Tanques por Módulo de 500 L/s	4.00	uds
No. Total de Unidades para la PP1 (2,000 L/s)	12.00	uds
Capacidad de Agitación	49.36	m ³

Potencia Teórica	1.50	hp
<i>Dimensiones del Tanque:</i>		
Largo	3.50	m
Ancho	3.50	m
Altura Útil	4.00	m
Tipo de Agitador	Turbina de 3 Palas Inclinadas (Hydrofoil)	
Velocidad de Rotación	22	rpm
Gradiente	70	s ⁻¹
Impulsor	Alta Eficiencia	
Diámetro de Impulsor	2300	mm
Material del Impulsor	AISI 316	
Altura Total de Flecha	3200	mm
Material de Flecha	AISI 316	
Motorreductor	Motor TEFC premium, VDF, IP-56	

Tabla 3 Características Agitador de Cámara de Floculación 2da Etapa

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	AFM – 100-12, AFM – 100-22, AFM – 100-32, AFM – 100-42, AFM – 100-52, AFM – 100-62, AFM – 100-72, AFM – 100-82, AFM – 100-92, AFM – 100-102, AFM – 100-112, AFM – 100-122 AFM – 100-132, AFM – 100-142, AFM – 100-152 y AFM – 100-162.	
No. de Unidades por Cámara	1.00	uds
No. de Tanques por Módulo de 500 L/s	4.00	uds
No. Total de Unidades para la PP (2,000 L/s)	16.00	uds
Capacidad de Agitación	49.36	m ³
Potencia Teórica	0.50	hp
<i>Dimensiones del Tanque</i>		
Largo	3.50	m
Ancho	3.50	m
Altura Útil	4.00	m
Tipo de Agitador	Turbina de 3 Palas Inclinadas (Hydrofoil)	
Velocidad de Rotación	16.00	rpm

Gradiente	50	s ⁻¹
Impulsor	Alta Eficiencia	
Diámetro de Impulsor	2300	mm
Material del Impulsor	AISI 316	
Altura Total de Flecha	3200	mm
Material de Flecha	AISI 316	
Motorreductor	Motor TEFC premium, VDF, IP-56	

Tabla 4 Características Agitador de Cámara de Floculación 3a Etapa

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	AFM – 100-13, AFM – 100-23, AFM – 100-33, AFM – 100-43, AFM – 100-53, AFM – 100-63, AFM – 100-73, AFM – 100-83, AFM – 100-93, AFM – 100-103, AFM – 100-113, AFM – 100-123, AFM – 100-133, AFM – 100-143, AFM – 100-153 y AFM – 100-163.	
No. de Unidades por Cámara	1.00	uds
No. de Tanques por Módulo de 500 L/s	4.00	uds
No. Total de Unidades para la PP (2,000 L/s)	16.00	uds
Capacidad de Agitación	49.36	m ³
Potencia Teórica	0.50	hp
<i>Dimensiones del Tanque</i>		
Largo	3.50	m
Ancho	3.50	m
Altura Útil	4.00	m
Tipo de Agitador	Turbina de 3 Palas Inclınadas (Hydrofoil)	
Velocidad de Rotación	22.00	rpm
Gradiente	35	s ⁻¹
Impulsor	Alta Eficiencia	
Diámetro de Impulsor	2300	mm
Material del Impulsor	AISI 316	
Altura Total de Flecha	3500	mm
Material de Flecha	AISI 316	

Motorreductor	Motor TEFC premium, VDF, IP-56	
---------------	--------------------------------	--

1.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha de los agitadores mecánicos para mezcla rápida y floculación considerados en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Los agitadores deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la adecuada dispersión de reactivos, la generación del patrón de mezcla requerido y el correcto desarrollo de los procesos de mezcla rápida y floculación, conforme a los criterios de diseño establecidos.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa:

- Agitadores mecánicos completos, nuevos y de primera calidad.
- Motor eléctrico, reductor de velocidad y eje de transmisión, cuando aplique.
- Impulsores o paletas adecuadas al tipo de proceso (mezcla rápida o floculación).
- Estructuras de soporte, marcos, bases o puentes, según diseño.
- Elementos de fijación, anclaje y protección mecánica.
- Accesorios eléctricos y de control necesarios para su correcta operación.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas en sitio.
- Puesta en marcha y operación inicial.

Todo lo necesario para dejar el equipo totalmente instalado, probado y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

1.3 NORMATIVIDAD APLICABLE

La ejecución de los trabajos deberá apegarse estrictamente a las disposiciones establecidas en la legislación vigente y a las normas técnicas aplicables, incluyendo, de manera enunciativa pero no limitativa, las siguientes:

- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) vigentes.
- Lineamientos, manuales y criterios técnicos emitidos por la CONAGUA, incluyendo el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Normas y especificaciones de organismos nacionales e internacionales tales como CFE, ANSI, AWWA, ASTM, IEC e ISO, según corresponda al tipo de equipo o sistema.
- Reglamentos estatales y municipales aplicables, así como disposiciones en materia de construcción, seguridad, protección civil y medio ambiente.
- Criterios técnicos y condiciones particulares establecidos en el Anteproyecto.

En caso de discrepancia entre normas, documentos o criterios, se deberá aplicar el requerimiento más estricto.

1.3.1 Normatividad Específica

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

- NOM-001-SEDE: Instalaciones eléctricas (utilización).
- FBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code
- ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad.
- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.
- IEC 60034: Máquinas eléctricas rotativas.

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

1.4 MATERIALES Y COMPONENTES

Los agitadores deberán fabricarse con materiales adecuados al fluido y a las condiciones de operación, cumpliendo como mínimo con lo siguiente:

- **Estructura y carcasa:** acero al carbón con recubrimiento anticorrosivo o acero inoxidable.
- **Eje:** acero inoxidable o acero al carbón con recubrimiento anticorrosivo.
- **Impulsores / paletas:** acero inoxidable, acero recubierto o material equivalente, resistente a corrosión y desgaste.
- **Tornillería:** acero inoxidable.

Los materiales deberán garantizar resistencia a la corrosión, operación continua y vida útil acorde al horizonte del proyecto.

Todos los equipos deberán suministrarse con bridas, empaques y elementos de fijación necesarios para su correcta integración al sistema.

El contratista deberá presentar, cuando así se requiera, certificados de calidad, fichas técnicas, pruebas de laboratorio, garantías del fabricante y documentación de trazabilidad, los cuales deberán ser aprobados por la supervisión antes de su suministro e instalación.

Los materiales deberán ser almacenados, manejados y protegidos adecuadamente en obra, evitando daños, contaminación, corrosión o deterioro, conforme a las recomendaciones del fabricante y a las buenas prácticas de ingeniería.

1.4.1 Características Generales

El agitador deberá estar diseñado para garantizar una excelente homogeneización del contenido en el interior del tanque, asegurando un proceso de coagulación o en su caso floculación eficiente. El mezclador será capaz de operar en condiciones específicas de temperatura y densidad del medio, y deberá contar con un motor asincrónico trifásico con protección IP55, adecuado para operar con un variador de frecuencia. El diseño incluirá una hélice de alto rendimiento y un motorreductor robusto

que permita un funcionamiento continuo y confiable, minimizando las vibraciones y maximizando la eficiencia energética.

Características de Agitador de Mezcla Rápida AMR-100-1/4 módulos

Componentes

- Eje: Acero inoxidable 316
- Cuerpo del Mezclador: Acero inoxidable 316 con conexión atornillada
- Base de Montaje: Acero al carbón con recubrimiento de polvo en RAL 7016 y amortiguadores de vibraciones
- Herrajes de Montaje: Acero inoxidable 316
- Propela tipo Hydrofoil
- Motor de 10 hp

Características de Agitador de Floculación Mecánica: AFM-100-11, AFM-100-21, AFM-100-31, AFM-100-41, AFM-100-51, AFM-100-61, AFM-100-71, AFM-100-81, AFM-100-91, AFM-100-101, AFM-100-111, AFM-100-121, AFM-100-131, AFM-100-141, AFM-100-151 y AFM-100-161.

Componentes

- Eje: Acero inoxidable 316
- Cuerpo del Mezclador: Acero inoxidable 316 con conexión atornillada
- Base de Montaje: Acero al carbón con recubrimiento de polvo en RAL 7016 y amortiguadores de vibraciones
- Herrajes de Montaje: Acero inoxidable 316
- Propela tipo Hydrofoil
- Motor de 1.5 a 3.0 hp

Características de Agitador de Floculación Mecánica: AFM-100-12, AFM-100-22, AFM-100-32, AFM-100-42, AFM-100-52, AFM-100-62, AFM-100-72, AFM-100-82, AFM-100-92, AFM-100-102, AFM-100-112, AFM-100-122, AFM-100-132, AFM-100-142, AFM-100-152 y AFM-100-162.

Componentes

- Eje: Acero inoxidable 316
- Cuerpo del Mezclador: Acero inoxidable 316 con conexión atornillada
- Base de Montaje: Acero al carbón con recubrimiento de polvo en RAL 7016 y amortiguadores de vibraciones
- Herrajes de Montaje: Acero inoxidable 316
- Propela tipo Hydrofoil
- Motor de 0.5 – 1.5 hp

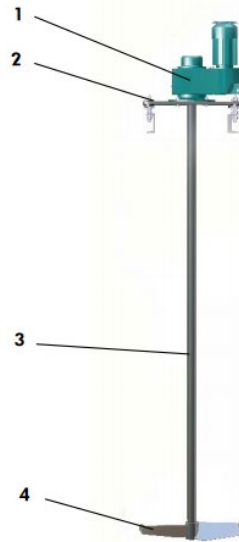
Características de Agitador de Floculación Mecánica: AFM-100-13, AFM-100-23, AFM-100-33, AFM-100-43, AFM-100-53, AFM-100-63, AFM-100-73, AFM-100-83, AFM-100-93, AFM-100-103, AFM-100-113, AFM-100-123, AFM-100-133, AFM-100-143, AFM-100-153 y AFM-100-163.

Componentes

- Eje: Acero inoxidable 316
- Cuerpo del Mezclador: Acero inoxidable 316 con conexión atornillada

- Base de Montaje: Acero al carbón con recubrimiento de polvo en RAL 7016 y amortiguadores de vibraciones
- Herrajes de Montaje: Acero inoxidable 316
- Propela tipo Hydrofoil
- Motor de 0.5 – 1.5 hp

Figura 1 Agitador de Mezcla Rápida



(1) Motor, (2) Placa base de montaje, (3) Flecha, (4) Propela

1.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

1.6 PROCEDIMIENTOS GENERALES DE EJECUCIÓN

Previo al inicio de los trabajos, el contratista deberá verificar las condiciones del sitio, la compatibilidad entre disciplinas y la correcta interpretación de los planos y especificaciones.

Los trabajos de montaje, instalación, alineación y fijación de equipos electromecánicos deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante, las normas aplicables y las buenas prácticas de ingeniería, asegurando su correcta operación y mantenimiento.

El contratista será responsable de la coordinación entre las diferentes disciplinas, evitando interferencias físicas o funcionales, y realizando los ajustes necesarios para garantizar la integridad del sistema completo.

La instalación de los agitadores deberá considerar:

- Preparación de la estructura o cámara de instalación.
- Montaje y fijación del equipo sobre bases, puentes o marcos estructurales.
- Alineación vertical y correcta ubicación del eje.
- Instalación de protecciones mecánicas y de seguridad.
- Conexión eléctrica conforme a planos y normas aplicables.

Las tolerancias de alineación y nivelación deberán cumplir con las recomendaciones del fabricante.

1.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN

La selección de los equipos electromecánicos se realizó con base a los siguientes criterios, en función de los equipos analizado en el contexto de los siguientes aspectos:

1. Características Técnicas:

- Características dimensionales y eléctricas: Que aseguren la completa compatibilidad constructiva, de montaje y de mantenimiento y reposición, tanto de las piezas integrantes del equipo como de los sistemas en su conjunto; se toman como base los estándares dimensionales ANSI/ASME y las características eléctricas básicas 480/220/110 V, 60 Hz, 3F.
- Seguridad en su operación y desempeño, asegurando al operador una certeza en su seguro manejo
- Acondicionamiento: Característica requerida para un buen funcionamiento.
- Accionamiento: En función de la facilidad o dificultades para la operación del equipo.
- Capacidad y velocidad: Según la capacidad de producción de la planta.
- Características de operación: Indicando particularidades específicas, para los equipos.
- Simultaneidad: Capacidad de operar conjuntamente con otros equipos.
- Confiabilidad: Relacionada con sus especificaciones y requerimientos en forma general.
- Modularidad: Considerando sobre todo la capacidad y la flexibilidad de operación
- Requisitos especiales: Que requieran los equipos para que funcionen en forma óptima

2. Costos:

- Adquisición: Involucra el equipo instalado y sus accesorios.
- Eficiencia energética: Buscando la mejor opción en costos de operación
- Personal: Analizando si existe la exigencia de ciertas calificaciones para el personal que operará o hará el mantenimiento de los equipos
- Materiales: Si los equipos y las máquinas presentan diferencias notorias en sus requerimientos.
- Instalación: Incluyendo periféricos y accesorios.
- Extensión: Buscando una mayor eficiencia y aprovechamiento del espacio físico.
- Operación: Costo total de operación considerados en la selección.

3. Relación con Proveedores

- Marcas: Considerando marcas reconocidas y líderes en el mercado internacional
- Información técnica: Catálogos con información técnica completa a fin de evaluar correctamente su selección
- Capacitación: Relacionada con las facilidades que puedan existir para adiestrar al personal que operará y al personal que realizará el mantenimiento de los equipos y las máquinas.
- Mantenimiento: Considerando el servicio de post-venta que ofrecen los proveedores, para un adecuado mantenimiento, basado en una buena infraestructura de personal, talleres, equipos de auxilio en el lugar y un suficiente stock de repuestos y disponibilidad de refacciones
- Simulación: Tomando en cuenta la posibilidad que brinden los proveedores de simular condiciones en las que operarán los equipos y las respuestas que podemos esperar de éstas.
- Pruebas: Debe evaluarse que el equipo pueda someterse a una prueba de operación en las condiciones reales en las que operará.
- Fecha de entrega: La conveniencia de contar con los equipos en la oportunidad que se precisa para el proyecto.
- Garantías: Incluye todas las garantías que se ofrezca para los equipos y luego evaluarlas adecuadamente, de tal forma que en la selección del equipo se valore adecuadamente.

4. Comportamiento

- Vida útil: Que tendrá el equipo y la maquinaria, y que debiera corresponder al horizonte de vida del proyecto.
- Carga de trabajo: Que puede soportar el equipo evaluado.
- Capacidad instalada: Buscará evaluar a aquellos que tengan una capacidad similar
- Rasgos especiales: Especificaciones que pueden ser muy particulares, en relación a otros equipos o máquinas.

1.8 **CONDICIONES DE OPERACIÓN**

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

Altitud:	1575 msnm
Presión atmosférica:	837.8 mmHg
Temperatura del líquido	20-30 grados

1.9 **PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD**

Los agitadores deberán ser fabricados en plantas certificadas, por fabricantes con experiencia comprobable en equipos de mezcla para tratamiento de agua potable.

Previo al suministro, el contratista deberá entregar para aprobación:

- Fichas técnicas del equipo.
- Planos dimensionales y de instalación.
- Curvas o parámetros de diseño de mezcla (potencia, velocidad, gradiente de velocidad).
- Manuales de instalación, operación y mantenimiento.
- Certificados de pruebas de fábrica, cuando aplique.

Los equipos deberán entregarse debidamente embalados y protegidos para evitar daños durante transporte y almacenamiento.

1.9.1 Inspección en Fabrica

El fabricante debe incluir todos los certificados de calidad y de pruebas realizadas en fábrica de todos y cada uno de los elementos que se incluyen en su oferta.

Las pruebas deben garantizar el correcto funcionamiento del sistema, tanto en pruebas de fábrica como en campo, posterior a su instalación, mismas que serán certificadas por el proveedor por medio de personal calificado.

1.9.2 Pruebas en Fábrica

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

1.9.3 Pruebas en Sitio

En sitio se deberán realizar, como mínimo, las siguientes pruebas:

- Inspección visual de instalación.
- Verificación de sentido de giro.
- Prueba de arranque.
- Prueba de operación bajo carga.
- Medición de caudal, presión y consumo eléctrico.

Los parámetros deberán cumplir con los valores de diseño y con las curvas certificadas. Cualquier desviación será motivo de corrección. El criterio de aceptación será la operación estable del equipo dentro de los parámetros de diseño establecidos.

Se deberán ejecutar las pruebas de desempeño que permitan determinar que se cumplen con el caudal de diseño, consumo de potencia de acuerdo con criterio de fábrica. El criterio de aceptación es el cumplimiento del caudal de diseño con un consumo de potencia no mayor al 110% de diseño.

1.9.4 Control de Calidad

Durante la ejecución de los trabajos se deberá implementar un control de calidad permanente, que incluya inspecciones visuales, verificaciones dimensionales y pruebas funcionales.

Se deberán realizar, según aplique, pruebas hidráulicas, mecánicas, eléctricas y electromecánicas, así como pruebas de operación en vacío y bajo carga, de conformidad con las normas aplicables y los requerimientos del proyecto.

Los criterios de aceptación o rechazo de los trabajos y equipos estarán basados en el cumplimiento de las especificaciones técnicas, normas aplicables y resultados satisfactorios de las pruebas realizadas.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica del equipo
- Ficha técnica de los motores y motorreductores
- Planos de características mecánicas
- Manual de operación del equipo
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento

1.10 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

1.10.1 Manejo de Residuos

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

1.10.2 Ruido

El diseño del sistema de la PP1 Miravalle considera las obras y/o dispositivos necesarios para reducir lo más posible el impacto de la presión sonora y las vibraciones.

La generación de ruido obedecerá los requisitos de las siguientes normas: NOM-081-SEMARNAT-1994 modificación 2013 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición a un máximo de 68 dB para instalaciones industriales.

1.11 CERTIFICACIONES

El fabricante deberá proporcionar las certificaciones con las que cuenta el equipo mecánico.

1.11.1 Certificación de la Instalación

Servicios del Fabricante

A) Inspección, Puesta en Marcha, y Ajuste de Campo: un representante de servicio autorizado por el fabricante visitará el sitio de instalación por 2 días para dar testimonio y certificar por escrito que se han instalado apropiadamente tanto el equipo, y los controles, como los sistemas de alineación, lubricación y ajuste, quedando preparado para el correcto funcionamiento de los equipos de bombeo.

- 1) Instalación del equipo.
- 2) Inspección, verificación, y ajuste del equipo.
- 3) Arranque y pruebas de campo para el funcionamiento apropiado del equipo.

- 4) Ajustes de campo y pruebas de desempeño para asegurar que la instalación de equipo y funcionamiento obedecen requisitos establecidos.

B) Instrucción del Personal de Operación:

- 1) Donde así se requiera, un representante autorizado por el fabricante visitará el sitio por 2 días indicado en esas secciones para instruir el personal de operación en el funcionamiento y mantenimiento del equipo. La instrucción será específica a los modelos del equipo proporcionados.
- 2) El representante deberá tener por lo menos dos años de experiencia en el entrenamiento. Un currículo vitae del representante deberá ser suministrado para corroborar lo anterior.
- 3) Las sesiones de entrenamiento se fijarán con un mínimo de tres semanas de antelación.
- 4) El programa de instrucción, el material propuesto, así como una descripción detallada de cada lección se someterá para su revisión. Los comentarios se incorporarán en el material.
- 5) Los materiales de entrenamiento permanecerán con los aprendices.
- 6) El cliente podrá video grabar el entrenamiento para el uso posterior con el personal de operación.

1.12 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 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:

Preparación del Tanque

- Se revisará el tanque donde se instalará el agitador para asegurar que esté limpio y libre de obstáculos.
- Se identificarán y prepararán los puntos de anclaje en la losa o trabe del tanque, garantizando que soporten el peso del agitador y las fuerzas generadas durante la operación.
- El motor deberá contar con fácil acceso para el mantenimiento y la inspección.

Instalación del Agitador:

- Se colocará el agitador en la posición adecuada dentro del tanque, asegurando que esté correctamente alineado para optimizar el flujo del líquido.
- Se utilizarán los soportes y anclajes adecuados para fijar el agitador, asegurando que esté bien sujeto y no se moverá durante la operación.

Conexiones Eléctricas

- Se conectará el agitador al sistema eléctrico siguiendo las normativas de seguridad, asegurándose de que el cableado esté protegido y sellado contra la entrada de agua.

Inspección y Pruebas

- Prueba de funcionamiento: Se encenderá el agitador y se verificará que esté funcionando correctamente. Se observará el patrón de mezcla y se asegurará de que no haya vibraciones excesivas o ruidos inusuales.
- Ajustes: Se realizarán los ajustes necesarios en la velocidad y posición del agitador para asegurar una mezcla eficiente.

Requisitos para operación con Variador de Frecuencia

Los agitadores deberán ser aptos para operar con variador de frecuencia (VDF) dentro del rango de velocidades definido en el proyecto, sin que se presenten vibraciones excesivas, inestabilidad mecánica, sobrecalentamiento del motor ni afectaciones a la vida útil del equipo.

Los motores eléctricos de los agitadores deberán ser compatibles con operación mediante variador de frecuencia, diseñados para servicio continuo bajo variación de velocidad, con aislamiento y características eléctricas adecuadas conforme a las normas IEC y NEMA aplicables.

La selección del agitador deberá considerar la operación en todo el rango de velocidades, garantizando que se mantengan las condiciones de mezcla requeridas para el proceso, sin provocar esfuerzos mecánicos indebidos en el eje, el impulsor o los sistemas de soporte.

El variador de frecuencia deberá permitir el control de la velocidad de agitación, conforme a los criterios de operación establecidos para mezcla rápida o floculación, y deberá contar con las protecciones necesarias para el motor y el equipo.

La operación con VDF no deberá generar condiciones que afecten la integridad mecánica del impulsor, eje, sellos, rodamientos ni demás componentes del agitador.

1.12.1 Paquete de Refacciones de Desgaste

El fabricante del equipo deberá proporcionar como parte de su suministro el paquete de piezas de repuesto de aquellas piezas de desgaste que permitan contar con operación continua del equipo por un año.

1.12.2 Alimentación de Energía

Motores: 460 V, 3 F, 60 Hz. El fabricante proporcionará las recomendaciones y lineamientos establecidos para el alambrado mínimo necesario para la instrumentación y control del equipo.

1.13 PLACA DE IDENTIFICACIÓN

El motor deberá incluir una placa suministrada por el fabricante que deberá incluir la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Modelo y número de serie
- Año de fabricación
- Características eléctricas: Voltaje de operación, frecuencia, corriente nominal, potencia nominal
- Especificaciones del motor: Tipo de motor, velocidad, clase de aislamiento, tipo de protección

Adicionalmente, se identificará el equipo con una placa en acero inoxidable con la siguiente información fundamental para el operador de la PP1 Miravalle:

- Tag de proceso
- Tipo de equipo
- Peso del equipo
- Presión/altura de operación máxima
- Caudal nominal

1.14 INSPECCIÓN DE ACREDITACIÓN DE INSTALACIÓN EN CAMPO

El fabricante deberá entregar los protocolos de pruebas a realizar una vez instalado el equipo. Estos protocolos deben incluir sus respectivos formatos. Las pruebas deberán ser realizadas por personal calificado por parte del proveedor.

A continuación, se describen de manera no limitativa algunas pruebas a realizar en campo.

1.14.1 Pruebas de Rendimiento

El fabricante deberá presentar un protocolo TIPO CHECK LIST para comprobar la correcta instalación del equipo.

1.15 CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El alcance será la PP1 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.

1.15.1 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.

1.15.2 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.

1.15.3 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.

1.15.4 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.

1.15.5 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.

1.16 GARANTÍAS

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

1.16.1 Garantía de Suministro y Servicios

La garantía del equipo será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, 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.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

El FABRICANTE garantiza la capacidad de producción del flujo y concentraciones de salida.

1.16.2 Garantía de Equipos

El FABRICANTE, garantiza que la totalidad del suministro proporcionado dentro del marco del Contrato estará libre de todo defecto y que los trabajos serán ejecutados conforme al Contrato y a las normas vigentes en el momento de la firma del mismo.

1.17 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición de los trabajos se realizará conforme a los criterios establecidos en el catálogo de conceptos, considerando las unidades, alcances y condiciones definidas para cada concepto.

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.

1.17.1 Criterios de Medición

El suministro e instalación del agitador se medirá por pieza (pza), 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.

1.17.2 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.