



1.4 Proyecto Mecánico

PP1-ESOM-01

Especificación de Equipos Generadores de Ozono

Rev. A

CONTENIDO E ÍNDICES

1.1	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	11.2	ALCANCE	31.3	NORMATIVIDAD APLICABLE	41.4
	MATERIALES Y COMPONENTES	41.4.1	Generador de ozono	51.4.2	Sistema de alimentación de gas	
	51.4.3 Sistema eléctrico y fuente de poder	51.4.4	Sistema de inyección y contacto	51.4.5	Sistema de	
	destrucción de ozono residual	51.4.6	Instrumentación y control	51.4.7	Estructura, soportes y protecciones	61.5
	MANO DE OBRA Y EQUIPO	61.6	PROCEDIMIENTOS GENERALES DE EJECUCIÓN	61.6.1		
	Especificaciones Técnicas	71.7	CRITERIOS DE SELECCIÓN	161.8	CONDICIONES DE OPERACIÓN	181.9
	PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD	181.9.1	Inspección en Fabrica	181.9.2	Pruebas en Fábrica	
	181.9.3 Pruebas en Sitio	191.9.4	Control de Calidad	191.10	SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	
	191.10.1 Manejo de Residuos	201.10.2	Ruido	201.11	CERTIFICACIONES	201.11.1
	Certificación de la Instalación	201.12	INSTALACIÓN	211.12.1	Paquete de Refacciones de	
	Desgaste	221.12.2	Alimentación de Energía	221.13	PLACA DE IDENTIFICACIÓN	221.14
	ACREDITACIÓN DE INSTALACIÓN EN CAMPO	231.14.1	Pruebas de Rendimiento	231.15	CRITERIOS DE	
	TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO	231.15.1	Embalaje y Protección	231.15.2	Condiciones de	
	Transporte	231.15.3	Maniobras de Carga y Descarga	241.15.4	Almacenamiento en Obra	
	241.15.5	Inspección al Recibir el Equipo	241.16	GARANTÍAS	241.16.1	Garantía de
	Suministro y Servicios	241.16.2	Garantía de Equipos	251.17	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO	
	251.17.1	Criterios de Medición	251.17.2	Criterios de Pago	25	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de Generador de Ozono	1	Tabla 2 Características Compresor de Aire Seco	2	Tabla 3	3
Características Sistema de Refrigeración	2	Tabla 4 Características Destructor de Ozono	3	Tabla 5	Temperatura
Estaciones Climatológicas de la Zona, Normales Climatológicas Periodo: 1991-2020 (SMN, 2020)				18	

Conceptos:

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

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en operación de un sistema generador de ozono, destinado a su utilización como agente oxidante y desinfectante dentro del proceso de tratamiento de agua de la planta, conforme a los requerimientos establecidos en el proyecto.

El generador de ozono tiene como función principal producir ozono a partir de oxígeno, para su inyección controlada al agua, permitiendo la inactivación de microorganismos, la oxidación de compuestos orgánicos e inorgánicos y la mejora de la calidad del agua tratada. El sistema se integra con los procesos de tratamiento existentes y se interconecta con los sistemas de preparación de gas, inyección, contacto, destrucción de ozono residual, sistemas eléctricos, de control e instrumentación de la planta.

El sistema generador de ozono deberá diseñarse como un conjunto integral y modular, capaz de operar de manera continua, segura y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la capacidad de producción de ozono requerida y su adecuada dosificación al proceso, sin afectar la operación de las unidades aguas abajo.

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

- Edificio de Generador de Ozono:
 - Equipo Generador de Ozono (GOZ-(1/2) A **Tabla 1.**
 - Compresor de Aire Seco (CAS-(1/2) A) **Tabla 2.**
 - Sistema de Refrigeración SIE-1/2 A SIA 1/2 B **Tabla 3.**
- Tanque de ozonización intermedia:
 - Destructor catalítico de ozono DCO-1/2 Módulos A al B **Tabla 4.**

Tabla 1 Características de Generador de Ozono

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
--------------------	-------	--------

TAG	GOZ	
Consumo Energético <20°C	230.00	kWh
Consumo de Gas	140.00	Nm³/min
No. De Equipos en Operación para la PP (2,000 L/s)	2.00	uds
No. De Equipos en Reserva para la PP (2,000 L/s)	0.00	uds
No. Total de Equipos para la PP (2,000 L/s)	2.00	uds

Tabla 2 Características Compresor de Aire Seco

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	CAS	
Tecnología de Compresión	Tornillo	
Caudal	20.00	m3/h
Potencia Instalada (kW)	2.00	kW
Tipo de Desecante	Molecular Sieve	-
Presión de Trabajo	7.00	bar
Punto de Rocío	-60.00	°C
Consumo Eléctrico	400.00	W
Caudal	10.00	m³/h
Consumo de Regeneración	98.00	m³/h
No. De Equipos en Operación para la PP (2,000 L/s)	1.00	uds
No. De Equipos en Reserva para la PP (2,000 L/s)	0.00	uds
No. Total de Equipos para la PP (2,000 L/s)	1.00	uds

Tabla 3 Características Sistema de Refrigeración

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	SIE	
Capacidad de Refrigeración	160.00	kW

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
Consumo de Bomba	7.50	hp
No. De Equipos en Operación para la PP (2000 L/s)	2.00	uds
No. De Equipos en Reserva para la PP (2,000 L/s)	2.00	uds
No.Total de Equipos para la PP (2,000 L/s)	4.00	uds
Generador de Ozono - Sistema de difusión	Difusores Porosos	
Número de Difusores	220.00	Uds.
Gas de Alimentación	Oxígeno	
Secador	Por Adsorción	

Tabla 4 Características Destructor de Ozono

Descripción/Equipo	Valor	Unidad
TAG	DCO/DOI	
Material Catalizador (MnO)	22.00	Kg
Capacidad Máxima	100.00	m ³ /h
Potencia de Resistencia	0.70	kW
Potencia Ventilador	1.50	kW
No. De Equipos en Operación para la PP (2,000 L/s)	2.00	uds
No. De Equipos en Reserva para la PP (2,000 L/s)	0.00	uds
No. Total de Equipos para la PP (2,000 L/s)	2.00	uds

1.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha del sistema generador de ozono considerado en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

El sistema generador de ozono deberá operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas, eléctricas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la capacidad de producción de ozono, la correcta dosificación al proceso y la operación segura del sistema.

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

- Generador de ozono completo, nuevo y de primera calidad.
- Sistema de alimentación de gas oxígeno, conforme al diseño del proyecto.
- Fuente de poder y sistema de control del generador.
- Sistema de inyección y dispersión de ozono al agua.

- Sistema de contacto, cuando aplique.
- Sistema de destrucción de ozono residual (off-gas).
- Instrumentación básica de monitoreo y control.
- Accesorios mecánicos, hidráulicos y eléctricos necesarios para su correcta instalación.
- Guardas, protecciones y elementos de seguridad.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas de funcionamiento en sitio.
- Puesta en marcha y operación inicial.

Todo lo necesario para dejar el sistema generador de ozono totalmente instalado, probado y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

1.3 NORMATIVIDAD APLICABLE

Las principales referencias en cuanto a estándares y normas de fabricación son las que se indican a continuación:

- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)
- NOM-016-ENER-2016, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.
- (SWTR) (USEPA 1991) The Surface Water Treatment Rule
- (USEPA 1998 Y 1988b) The Interim Enhanced Surface Water Treatment
- Verein Deutscher Ingenieure, Messen der Ozonkonzentration Direktes UV-photometrisches Verfahren (Basisverfahren), VDI 2468, Blatt 6
- (CGA) Compressed Gas Association
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- AFBMA - 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
- AWS - American Welding Society
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council
- NOM Normas Oficiales Mexicanas
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code

1.4 MATERIALES Y COMPONENTES

Los materiales y componentes que integran el sistema generador de ozono deberán seleccionarse de forma que garanticen compatibilidad con ozono, resistencia a la corrosión, seguridad operativa y durabilidad, considerando que el ozono es un agente altamente oxidante y que el sistema operará de manera continua bajo las condiciones ambientales del proyecto.

Todos los componentes deberán suministrarse como parte de un sistema integral, debidamente dimensionado y coordinado, evitando soluciones parciales o incompatibles entre sí.

1.4.1 Generador de ozono

El generador de ozono deberá contar con una cámara de generación adecuada para la producción de ozono a partir de oxígeno, fabricada con materiales resistentes a la acción del ozono, tales como acero inoxidable, vidrio de cuarzo, cerámicos especiales o materiales equivalentes aprobados por el fabricante.

Los componentes internos deberán estar diseñados para operación continua, con adecuada disipación de calor y protección contra sobrecargas eléctricas.

1.4.2 Sistema de alimentación de gas

El sistema de alimentación de gas deberá incluir los elementos necesarios para suministrar oxígeno al generador en condiciones controladas, tales como filtros, secadores, reguladores de presión y tuberías, fabricados en materiales compatibles con ozono y oxígeno.

Las tuberías y conexiones deberán ser de acero inoxidable, PTFE, PVDF u otros materiales equivalentes, evitando el uso de materiales susceptibles a degradación por ozono.

1.4.3 Sistema eléctrico y fuente de poder

El sistema deberá incluir una fuente de poder de alta frecuencia y los componentes eléctricos necesarios para la operación del generador, alojados en gabinetes adecuados para ambientes industriales, con grado de protección acorde a las condiciones del sitio.

Los gabinetes y componentes eléctricos deberán cumplir con las normas eléctricas aplicables y contar con protecciones contra sobrecorriente, sobretemperatura y fallas a tierra.

1.4.4 Sistema de inyección y contacto

El sistema de inyección de ozono al agua deberá incluir difusores, inyector venturi u otros dispositivos equivalentes, fabricados en materiales resistentes a la acción del ozono y compatibles con el medio hidráulico.

Cuando aplique, el sistema deberá incluir un reactor o cámara de contacto, diseñado para garantizar el tiempo de contacto requerido entre el ozono y el agua tratada, con materiales resistentes a la oxidación.

1.4.5 Sistema de destrucción de ozono residual

El sistema deberá incluir un destructor de ozono residual (off-gas), diseñado para descomponer el ozono no disuelto antes de su liberación al ambiente, asegurando condiciones seguras de operación.

Los materiales del sistema de destrucción deberán ser compatibles con ozono y con los productos de su descomposición, garantizando un desempeño confiable.

1.4.6 Instrumentación y control

El sistema deberá demostrar integración de instrumentación básica para la operación y seguridad, pudiendo incluir sensores de ozono, presión, flujo y temperatura, así como elementos de control para la regulación de la producción de ozono y su dosificación al proceso.

Los sensores y componentes de control deberán ser adecuados para ambientes con presencia de ozono y humedad.

1.4.7 Estructura, soportes y protecciones

Las estructuras, soportes y bases del sistema deberán fabricarse en materiales resistentes a la corrosión, adecuados para ambientes húmedos y con presencia de agentes oxidantes.

El suministro deberá incluir guardas, cubiertas y elementos de protección necesarios para la seguridad del personal y la correcta operación del sistema.

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 las disciplinas involucradas (civil, mecánica, eléctrica e instrumentación) y la correcta interpretación de los planos y especificaciones del sistema generador de ozono.

Los trabajos de montaje, instalación, fijación y conexión del sistema generador de ozono deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante, las normas aplicables y las buenas prácticas de ingeniería, asegurando su correcta operación, seguridad y facilidad de mantenimiento.

El contratista será responsable de la coordinación entre las diferentes disciplinas, evitando interferencias físicas o funcionales entre el generador de ozono, el sistema de alimentación de gas, los sistemas de inyección, contacto, destrucción de ozono residual y los equipos eléctricos y de control, realizando los ajustes necesarios para garantizar la integridad del sistema completo.

La instalación del sistema generador de ozono deberá considerar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Preparación adecuada del área, base o estructura de soporte del generador y sus equipos auxiliares.
- Montaje y fijación correcta del generador de ozono, fuente de poder, sistemas de alimentación de gas e inyección.
- Instalación de tuberías y conexiones de gas y ozono en materiales compatibles, evitando fugas y esfuerzos indebidos.

- Conexión del sistema de inyección y, cuando aplique, del reactor o cámara de contacto.
- Instalación del sistema de destrucción de ozono residual conforme a las recomendaciones del fabricante.
- Conexiones eléctricas, de control e instrumentación conforme a planos, diagramas y normas aplicables.

Todas las tolerancias de montaje, fijación y conexión deberán cumplir con las recomendaciones del fabricante, garantizando una operación segura, confiable y libre de vibraciones, fugas o condiciones que puedan comprometer el desempeño del sistema.

1.6.1 Especificaciones Técnicas

El sistema de generación de ozono por oxígeno comprende el equipamiento eléctrico, mecánico y de control necesario para la generación de un total de 40 kg/hr de ozono que incluye el siguiente equipamiento:

Generador de ozono 2 unidades con las siguientes características generales:

Marca	Por definir
Modelo	Por definir
Número de unidades	2
Capacidad unitaria	20 kg/h
Temperatura agua refrigeración	25 °C
Variación de potencia	10 -100 %
Presión de trabajo (gas)	1.8 bar
Presión de trabajo (agua)	2 bar
Alimentación eléctrica	400/480V, 3 fases, 50/69 Hz
Tipo de montaje	En Chasis

Circuito de refrigeración:

Caudal de refrigeración circuito interno	40 m3/h
Caudal de refrigeración circuito externo	40 m3/h
Temperatura Máxima	33 °C
Incremento de temperatura máximo.	4 °C
Tipo de refrigeración	Circuito interno
Presión de trabajo máxima	3 bar

Conexiones mecánicas

Conexiones en acero inoxidable 316 L, bridas de acuerdo norma ASTM-182

Consumos:

Consumo de energía a temp. de diseño unitario	230 kw/h
Consumo de gas	140 m3/h

Materiales de construcción del cuerpo del generador:

Cuerpo exterior en contacto con agua	AISI 304
Tubos a tierra	AISI 316 L
Bastidor	AISI 304
Juntas	VITON/TEFLON/EPDM
Tipo de montaje	SKID con instrumentación
Normativa recipientes a presión	PED/ASME
Dimensiones	Según planos

DIELÉCTRICOS:

Material de dieléctricos	Cuarzo alta pureza
Electrodo alta tensión	AISI 316 L
Numero de dieléctricos	1310
Numero de fusibles dieléctricos	Incluidos
Diámetro dieléctrico	9,7 mm
Longitud	1500 mm
Voltaje de ruptura	30.000 V
Voltaje de trabajo	4.800 V
Frecuencia de trabajo	4.000 Hz

Instrumentación incluida en el generador:

	TAGs	Descripción
Entrada de Oxígeno	Ball valve	Válvula entrada oxígeno
	PG-0101	Manómetro (pressure gauge) línea oxígeno
	SR-0101	Filtro de oxígeno
	PRV-0101	Válvula reguladora de presión (pressure reducing valve)
	PG-0102	Manómetro (pressure gauge) línea oxígeno
	PS-0101	Indicador de presión (pressure safe)
	TT-0101	Transmisor de temperatura (temperature transmitter)
	TE-0101	Sensor de temperatura (temperature sensor)
	FT-0101	Caudalímetro (flow transmitter)
	FI-0101	Caudalímetro (flow indicator)
	PT-0101	Transmisor de presión (pressure transmitter)
	PE-0101	Sensor de presión (pressure sensor)
	XV-0101	Válvula de control motorizada (motor control valve)
	PSV-0101	Válvula de seguridad (safety valve)

	TAGs	Descripción
Salida de ozono	TT-0102	Transmisor de temperatura (temperature transmitter)
	TE-0102	Sensor de temperatura (temperature sensor)
	FV-0101	Válvula de control motorizada (motor control valve)
	ZT-0101	Actuador válvula FV-0101 (valve FV-0101 actuator)
	Válvula de bola	Válvula de bola salida O ₃
	Check valve	Válvula de antirretorno salida O ₃

	TAGs	Descripción
Circuito de refrigeración Entrada	Válvula de bola	Válvula de bola entrada agua
	PG-0103	Manómetro (pressure gauge)
	PSV-0102	Válvula de seguridad (safety valve)
	Válvula de bola	Válvula para PSV-0102

	TAGs	Descripción
Circuito de refrigeración Salida	Válvula de bola	Válvula corte de válvula de seguridad
	Válvula de seguridad	Micro exhaust valve
	Válvula de purga	Válvula de purga de aire
	TT-0103	Transmisor de temperatura (temperature transmitter)
	TE-0103	Sensor de temperatura (temperature sensor)
	FS-0102	Caudalímetro (flow transmitter)
	FI-0102	Caudalímetro (flow indicator)
	Válvula de bola	Válvula de bola salida agua
Sensores		Sensor de temperatura de superficie 1
		Sensor de temperatura de superficie 2



Gabinetes de control:

Número de unidades	2
Grado de protección	IP54
Tipo de refrigeración	Forzada
Tipo de instalación	En interior
PLC de control	Por definir
Sistema de alimentación ininterrumpida	Si
Analizador de redes	Si
HMI	7.5 “

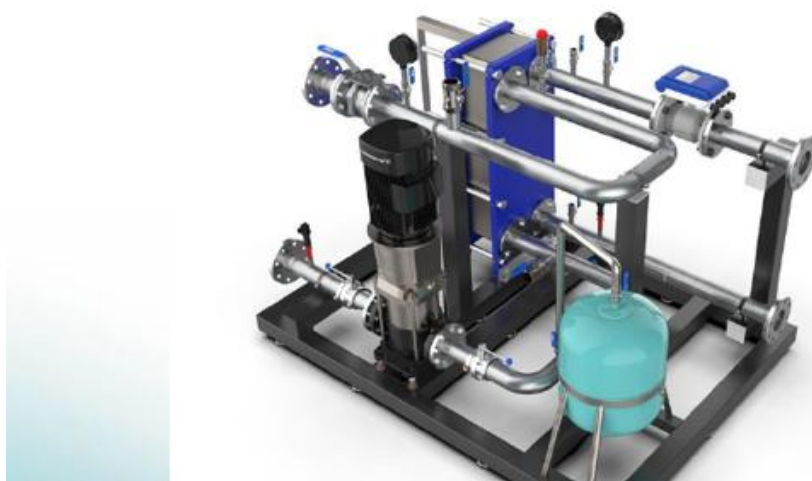
Gabinete de convertidor y transformador:

Número de unidades	2
Grado de protección	IP 54
Tipo de refrigeración	Forzada
Tipo de instalación	Interior
Tensión de entrada	400 V, 50/60 Hz
Tensión de salida	540 V/4,000 Hz
Tensión salida Transformador	4,640 V/ 4,000 Hz
Certificación	CE
Protecciones	
BUS DC por alta tensión	Si
Bus DC po baja tensión	Si
Por sobrecalentamiento	Si
Contra fallas IGBT	Si
Fusibles protección circuito CC.	Si
Protección corto circuito alta tensión	Si
Dimensiones	Por definir

Sistema de refrigeración:

Tipo de sistema	Circuito cerrado
Fluido	Agua
Densidad (primario / secundario)	998,1 / 998,9kg/m ³
Conductividad térmica (primario / secundario)	0,692 / 0,662W/(m°K)
Viscosidad entrada-salida (primario / secundario)	1,01-1,14 / 1,24-1,09cP
Pérdida de carga interna (intercambiador limpio)	50 KPa
Tipo de placas	Electrosoldadas
Juego de válvulas para cambio automático de bomba	Incluido
Vaso de expansión	Incluido
Cuadro de conexiones, con parada de emergencia	Incluido
Bastidor de montaje en acero inoxidable	Incluido
Rotámetro de medida agua (circuito abierto)	No Incluido (Cliente)
Contacto reed para alarma por bajo caudal	Incluido
Materiales de construcción	Acero inoxidable
Certificaciones	CE, PED

Totalmente instalado, probado y listo para funcionar. Incluso ingeniería de detalle.



Caudal agua de refrigeración (primario / secundario)	40 / 40 m ³ /h
Temp. de entrada -salida (primario)	28 / 25°C
Temp. de entrada -salida (secundario)	23 / 26°C
Capacidad de refrigeración	160 kW
Rango de medida de rotámetro de agua (Cliente)	30-120
Conexiones, tamaño / tipo	DN/65 / Brida ISO
Volumen del vaso de expansión	45 l
Válvula automática para cambio de bomba	Eléctrica
Número de bombas	1
Consumo bomba	5,5 kW
Clase del motor	IE3
Variador de frecuencia	No incluido
Alimentación eléctrica	400 V 50 Hz
Conexión	DN 65
Dimensiones aproximadas (LxWxH)	2050x1050x1460

Sistema de difusión por módulo:

Caudal de agua a tratar	7560 m ³ /h
Lámina de agua	➤ 5.0
Nº cámaras de contacto	2 por Modulo (4 total)
Nº compartimientos con difusores	2
Número total de difusores	220 (110 por modulo)
Tipo de difusor	Cerámico poroso de burbuja fina

Difusores:

El difusor DP-180 es un difusor tipo domo, con un diámetro de 7" (178mm) cuyo disco está construido en material cerámico resistente al ozono de burbuja fina 2 – 5 mm especialmente diseñado para la alta transferencia de ozono en agua en las plantas de



Analizador de ozono:

Consiste en un fotómetro de absorción ultravioleta, con compensador de presión y temperatura, capaz de medir la concentración de ozono generado partiendo de aire u oxígeno como gas de alimentación y en un rango entre 0,000 a 15,0% en peso con repetitividad de 1 por ciento o 1 dígito, cualquiera que sea más alto.

El ajuste de la unidad será del 3 por ciento o mayor y el intervalo de tiempo del ciclo normal será de 20 segundos o menos.

La muestra de gas será de 1 litro/ m. El analizador utiliza un microprocesador y realiza el análisis del ozono en base.

La unidad posee, además, un panel LCD que muestra la concentración de ozono.

Así mismo, el analizador es suministrado con toma de muestra para la realización del cero y tiene su propia unidad de destrucción de ozono, para evitar realizar la purga de ozono en el aire.

El analizador está equipado con bomba de toma de muestras, válvulas de regulación de presión, rotámetros, válvulas de regulación.



Tipo 965C-BMT	Fotómetro Doble haz de luz UV (254 NM)
Lámpara UV	Lámpara de mercurio de baja presión, diseño espacial para larga duración
Display	retroiluminada de 16 caracteres alfanuméricos LCD
Rango de concentración	50, 100, 200, 300, 400, 500, 600 g/Nm ³ , unidades seleccionables %wt/wt & ppmv
Precisión	Después de realizar el cero, el máximo error es la suma de: 0,4% de la medición + 0,1% de la escala
Error de repetibilidad	0.2 % del valor de la lectura
Tiempo de respuesta	0.03 s (salida analógica), 0.3 s (display)
Tendencia del cero	Norm.0.2 % del rango por día, después del calentamiento, no acumulable
Prueba de presión	1 bar por encima del rango de presión
Temperatura ambiente	0 - 50°C (son condensados)
Materiales en contacto con el gas	Cuarzo (ventana de la cubeta), Al ₂ O ₃ (cubeta), FFPM (sellos de la ventana), PTFE (tuberías), acero inoxidable (accesorios, cubeta, separador)
Conexión de gas disponible	Para tuberías PTFE 3 x 5 mm (1/8" x 3/16"), opc. 1/8" or 1/4" Swagelok, ó 4 x 6 mm PTFE. (filtro de gas estándar)
Rango de caudal	0.1 to 1 l/min
Perdida de presión	aprox. 3 mbar a 0.5 l/min (medida con filtro de gas)
Compensación de T°	Estándar
Compensación de presión	Transductor de presión en la cubeta incorporado, Rango de presión abs. 1.15 (opcional hasta 4.0 bar en intervalos de 0.5) Unidades de presión seleccionables: bar, psi, Torr, Mpa

Destructor de ozono:

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Marca	
Tipo de destrucción	Térmico Catalítica
Pre calentamiento	Eléctrico
Material catalizador	Óxidos de Manganeseo
Temperatura de entrada de gas mínima	10°C
Temperatura de funcionamiento	40°C-50°C
Máxima concentración de ozono a la entrada	1,5% wt
Concentración de ozono a la salida	< 0,1 ppm
Nivel de protección	IP65
Tipo de control	Por microprocesador
Control de temperatura	Pt100
HMI	Si
Tipo de Mando	Local/Remoto
Tipo de control	Auto/Man
Separador de gotas	Incluido
Vacuómetro	Incluido
Depósito de recogida de líquidos	Opcional
Materiales en contacto con el gas	SS 316L
Certificaciones	CE

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES:

Capacidad máxima	100 m3/h
Tensión de alimentación	400/480 V 50/60 Hz
Carga de catalizador	22 Kg
Potencia de resistencia	0,7 kW
Potencia ventilador	1,5 kW
Variador de frecuencia	Incluido
Conexión	DN 50
Dimensiones	Según planos

Control:

El control del sistema de generación de ozono contara con PLC de gran capacidad que se integra al programa de gestión de la planta de ozonización y a su vez al control de la planta potabilizadora.

El gabinete de control contará con pantalla táctil de alta resolución mediante el cual se podrá visualizar en tiempo real los parámetros de funcionamiento y el estado de cada uno de los equipos, acceder a los gráficos de proceso, mensajes de aviso de alarma, histórico de fallos y operación en general.

1.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN

La selección de los equipos electromecánicos debe realizarse con base a los siguientes criterios, en función de los equipos disponibles en el mercado 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: 1,550 msnm
 Presión atmosférica: 634 mmHg
 Humedad relativa: 40 al 70 %

Tabla 5 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

1.9 PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD

El sistema generador de ozono deberá someterse a **pruebas de control de calidad** tanto en fábrica como en sitio, con el fin de verificar que los equipos y componentes cumplen con los requisitos técnicos, de seguridad y desempeño establecidos en el proyecto y en la presente especificación.

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

Previo al envío del sistema al sitio de la obra, el fabricante deberá realizar **pruebas de fábrica**, que permitan comprobar el correcto funcionamiento del generador de ozono y de los principales componentes del sistema.

Las pruebas de fábrica deberán incluir, como mínimo, la verificación del encendido y operación del generador, la estabilidad de la fuente de poder, la correcta operación de los sistemas auxiliares y la capacidad nominal de producción de ozono.

El fabricante deberá entregar los **certificados de pruebas de fábrica**, debidamente documentados, como parte del expediente de calidad.

1.9.3 Pruebas en Sitio

Una vez instalado el sistema generador de ozono, se deberán realizar **pruebas en sitio** que permitan verificar su correcta integración y operación dentro del proceso.

Las pruebas en sitio deberán incluir, como mínimo:

- Inspección visual del montaje, conexiones y fijaciones.
- Verificación de estanqueidad de las líneas de gas y ozono.
- Prueba de arranque y paro del sistema.
- Verificación de la producción de ozono conforme a la capacidad de diseño.
- Prueba de operación continua bajo condiciones normales.
- Verificación del correcto funcionamiento del sistema de inyección y del sistema de destrucción de ozono residual.

El sistema se considerará aceptado cuando opere de manera **estable, segura y confiable**, sin fugas, alarmas no justificadas o fallas de operación, y cuando cumpla con la capacidad de producción y dosificación de ozono establecidas en el proyecto.

Cualquier desviación detectada durante las pruebas deberá ser corregida por el proveedor, repitiéndose las pruebas necesarias hasta lograr el cumplimiento de los criterios de aceptación.

1.9.4 Control de Calidad

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

- A. Ficha técnica del equipo
- B. Planos de características mecánicas
- C. Manual de operación del equipo
- D. Manual de mantenimiento
- E. Manual de capacitación
- F. Certificados de pruebas de funcionamiento
 - 1. Prueba de funcionamiento certificadas
- G. Acreditaciones del fabricante

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 PP N° 1 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 de fabricación de equipos para comprobar el control de calidad.

1.11.1 Certificación de la Instalación

Los procedimientos de instalación deben incluir la limpieza de las superficies de los componentes que estarán en contacto unos con otros. Cada componente montado debe tener patrones de ensamblaje, de acuerdo con la documentación entregada por el proveedor del equipo.

1. Juntas. Las juntas de tubería deben ajustarse al ANSI/ASME B1.20.1, NPT, y deben limpiarse completamente. Todas las rebabas deben ser removidas. Antes de la instalación del macho roscado es necesario poner cinta Teflón o de un compuesto de Teflón. No se debe utilizar ningún agente sellador en juntas que se soldarán.
2. Bridas. Las conexiones bridadas deben tener empaques de neopreno de cara completa. El proveedor debe proveer todo el material y los empaques para la instalación. Todas las juntas deben estar alineadas propiamente para prevenir esfuerzo. Los empaques dobles para unir juntas fuertemente no se permiten. Todo el material de acero inoxidable debe tener un recubrimiento de un agente lubricante para prevenir raspaduras durante el armado. Los pernos de las bridas deben estar suficientemente apretados para dar una pequeña compresión del empaque, pero no demasiado para no dañar la brida. Todas las conexiones de bridas deben estar en paralelo a la brida adyacente para no aplicar ningún esfuerzo en la flecha.
3. Limpieza. Todas las piezas deben ser cuidadosamente limpiadas antes del armado final. Todas las tuberías de dispersión deben ser limpiadas con descargas de agua antes de la instalación final de las boquillas de dispersión para prevenir daños. Cada tubería deberá ser limpiada con descarga de agua antes de realizar las conexiones finales a cualquier equipo de proceso. El proceso de limpieza debe ser revisado por la Contratista y aceptado por la supervisión antes de que cualquier equipo sea puesto en servicio.

4. Pruebas de fugas Todas las pruebas de fugas realizadas por la contratista deben de ser realizadas en presencia de un ingeniero del fabricante y un ingeniero de la supervisión. Todas las tuberías se deben de llenar y probar que no fuguen después de la limpieza de las mismas. Las tuberías deben estar presurizadas utilizando agua, no aire. Todas las juntas que fuguen deben ser reparadas y se deben de volver a probar contra fugas.

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 3 día indicado 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.
 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 1 día 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.
 7. El fabricante deberá contar con un representante en técnico capacitado en México que pueda atender eventualidades técnicas y proporcionar soporte técnico.

El contratista entregara manuales de operación y su mantenimiento, así como los planos, especificaciones de todos los componentes de sistema y certificados de calidades de los mismos. Se deberán entregar dos ejemplares de los expedientes en formato impreso, en español e inglés, así como una versión impresa.

1.12 INSTALACIÓN

- A. General: El equipo se instalará de acuerdo con las recomendaciones escritas del fabricante.

- B. Alineación: Todos los equipos deberán ser probados en campo para verificar la apropiada alineación, el funcionamiento de acuerdo a especificaciones y la instalación libre de obstrucciones, vibraciones y otros defectos. Se deberán hacer mediciones en los motores y sistemas de transmisión, previos al ensamble final, para asegurar la correcta alineación sin forzar el equipo. Los equipos deberán asegurarse perfectamente en su posición y estar completamente limpios.
- C. Lubricante: El proveedor proporcionará el aceite y los lubricantes necesarios para la operación inicial de arranque.

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, y una lista de repuestos en caso de ser un periodo mayor.

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 PP Zumpango:

- 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 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.

1.15.1 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 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 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 equipo 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 aceptado 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.