1. ANTECEDENTES

Las estaciones que conforman la infraestructura operativa del Oleoducto de Colombia S.A. (ODC) cuentan con sistemas de telemetría que permiten supervisar de manera continua las condiciones asociadas al almacenamiento y movimiento de los productos que circulan por el oleoducto. En el marco de las actividades propias de la compañía, estos sistemas cumplen un papel fundamental al proporcionar información confiable sobre el estado de los tanques y variables operativas relevantes para garantizar la continuidad y seguridad del servicio.

Con la evolución de las necesidades operativas y la incorporación de nuevas tecnologías, ODC ha fortalecido la capacidad de monitoreo en sus estaciones, asegurando que los datos requeridos para la gestión diaria estén disponibles de forma oportuna y con la calidad necesaria para respaldar la toma de decisiones en campo y la coordinación con los sistemas de control existentes. Esto ha permitido mantener un nivel adecuado de supervisión sobre las instalaciones y apoyar la operación en diferentes escenarios operativos.

Las estaciones de Vasconia y Coveñas disponen de plataformas de visualización local que integran la información generada por el sistema de telemetría, facilitando el seguimiento centralizado del comportamiento de los tanques y contribuyendo a la eficiencia operacional. En el caso de la estación Caucasia, la integración se realiza directamente con el sistema de control de la instalación, asegurando la disponibilidad de la información requerida en línea con las particularidades de su operación.

Información Clasificada - ODC

Dado que la actividad desarrollada por ODC exige la operación continua de sus instalaciones, la confiabilidad del sistema de telemetría resulta esencial para garantizar que la información que respalda la gestión operativa se mantenga actualizada y disponible en todo momento. El ambiente industrial, el uso permanente y la importancia estratégica del sistema hacen necesario implementar actividades periódicas de mantenimiento preventivo que permitan conservar su funcionalidad, así como contar con un esquema adecuado de atención correctiva para intervenir situaciones que puedan afectar su desempeño.

En este contexto, se requiere disponer de un servicio especializado que asegure la adecuada operación del sistema de telemetría en las estaciones de Vasconia, Caucasia y Coveñas, contribuyendo a mantener los niveles de confiabilidad, continuidad y calidad de la información que demanda la operación de ODC.

2. OBJETO

Las presentes Especificaciones Técnicas establecen las obligaciones, condiciones, requerimientos, procedimientos y controles mínimos que deberá cumplir el Contratista para la prestación del “Servicio de mantenimiento preventivo y correctivo por demanda del sistema de telemetría de tanques”.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

El objeto comprende tanto la ejecución de las actividades de mantenimiento necesarias para asegurar la continuidad y confiabilidad del sistema, como el suministro de los bienes asociados, entendidos como los repuestos y componentes que formen parte integral del soporte técnico requerido para mantener la operación adecuada del sistema de telemetría en las estaciones de Vasconia, Caucasia y Coveñas.

3. GLOSARIO, ABREVIATURAS Y NORMAS O ESTÁNDARES DE REFERENCIA

El presente capítulo reúne los términos, abreviaturas y normas que deben considerarse para la adecuada interpretación y aplicación de estas Especificaciones Técnicas. Su propósito es asegurar claridad en el alcance de los Servicios y uniformidad en el uso de conceptos relacionados con el sistema de telemetría de tanques de las estaciones ODC.

3.1 Glosario

- **Sistema de Telemetría de Tanques:** Conjunto de equipos y software destinados a la medición, concentración, transmisión y supervisión de variables asociadas al inventario de hidrocarburos almacenados en tanques.
- **Radar de Nivel:** Instrumento de medición basado en tecnología de microondas (FMCW) utilizado para determinar el nivel de producto dentro de un tanque de almacenamiento.
- **FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave):** Tecnología de radar de onda continua modulada en frecuencia que permite medición de nivel de alta precisión.
- **Concentrador de Tanques:** Equipo encargado de integrar la información proveniente de los dispositivos de campo y transmitirla hacia el sistema de supervisión.
- **Software de Supervisión:** Aplicación encargada de la configuración, visualización, almacenamiento y gestión de datos del sistema de telemetría.
- **Integración DCS:** Intercambio de información entre el sistema de telemetría y el sistema de control distribuido de la estación mediante protocolos industriales.
- **Modbus RTU / TCP:** Protocolos de comunicación industrial utilizados para transmisión de datos entre dispositivos de campo, concentradores y sistemas de control.
- **Backup de Configuración:** Respaldo digital completo de los parámetros, configuraciones y bases de datos del sistema.
- **Firmware:** Software embebido en los dispositivos electrónicos que controla su funcionamiento interno.
- **Disponibilidad del Sistema:** Porcentaje de tiempo en el cual el sistema de telemetría se encuentra operando correctamente y transmitiendo información válida.

3.2 Abreviaturas

- **ODC:** Oleoducto de Colombia S.A.
- **DCS:** Distributed Control System
- **FMCW:** Frequency Modulated Continuous Wave
- **RTU:** Remote Terminal Unit
- **TCP:** Transmission Control Protocol

Información Clasificada - ODC

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- **Modbus RTU:** Protocolo de comunicación serial industrial
- **HART:** Highway Addressable Remote Transducer
- **SLA:** Service Level Agreement
- **OT:** Operational Technology
- **API:** American Petroleum Institute
- **IEC:** International Electrotechnical Commission
- **ISA:** International Society of Automation

3.3 Normas y Estándares Técnicos

El Contratista se obliga a ejecutar las obligaciones derivadas del Contrato de conformidad con todas las normas técnicas, estándares, códigos y reglamentos que resulten aplicables. De manera especial, se obliga a cumplir con las normas que a continuación se relacionan o aquellas que las reemplacen, sustituyan o modifiquen, sin que en ningún caso pueda entenderse que el contenido de esta lista es taxativo, ni que limita la responsabilidad del Contratista en el cumplimiento de las obligaciones a su cargo:

- API MPMS Capítulo 3 – Tank Gauging
- API MPMS Capítulo 7 – Temperature Determination
- API MPMS Capítulo 11 – Physical Properties Data
- API MPMS Capítulo 12 – Calculation of Petroleum Quantities
- API MPMS Capítulo 21 – Electronic Liquid Measurement

Información Clasificada - ODC

En caso de discrepancias, prevalecerán las indicaciones más exigentes, siempre preservando la vida de las personas e integridad de los equipos e instalaciones.

4. ALCANCE

El sistema de telemetría de tanques instalado en las estaciones de ODC está conformado por dispositivos de medición, equipos electrónicos de integración, redes de comunicación y herramientas de supervisión que operan de manera conjunta para suministrar información confiable sobre el inventario y las condiciones operativas de los tanques de almacenamiento.

Dado que estos elementos son indispensables para apoyar las actividades de operación, control, medición y seguimiento volumétrico del transporte de crudos, el Contratista deberá realizar todas las actividades necesarias para mantener su funcionamiento adecuado, garantizar la calidad de la información suministrada y asegurar la continuidad del soporte técnico requerido, conforme al objeto definido en estas Especificaciones Técnicas.

El alcance comprende dos modalidades de mantenimiento: (i) el mantenimiento preventivo, cuyas actividades por componente se describen en los numerales 4.1 a 4.9; y (ii) el mantenimiento correctivo a demanda, descrito en el numeral 4.10, que incluye el suministro de repuestos a demanda conforme

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

al numeral 5. Los siguientes subcapítulos describen los componentes principales del sistema y las obligaciones asociadas a cada modalidad.

4.1 Atención de los Equipos Instalados en los Tanques

El Contratista deberá intervenir todos los dispositivos instalados en los tanques, asegurando que cada uno opere conforme a sus parámetros de diseño y que suministre información confiable al resto del sistema. Esto abarca los radares de nivel, sondas multipunto de temperatura, sensores auxiliares y unidades de visualización local.
Las actividades comprenden, entre otras:

- Verificar el estado físico y mecánico de cada equipo: tapas, soportes, bridas, empaques, protectores y elementos de sellado.
- Confirmar el correcto funcionamiento electrónico y diagnóstico interno de los equipos (estado del transmisor, eco de señal, nivel de ruido, frecuencia de medición).
- Revisar y limpiar las antenas de los radares, verificando la ausencia de depósitos, corrosión o daño físico que pueda afectar la señal.
- Revisar la integridad de las conexiones eléctricas, terminales y del cableado de comunicación asociado.
- Validar la coherencia de las mediciones registradas en el dispositivo respecto a las condiciones del tanque (nivel manual de referencia cuando sea posible).
- Verificar parámetros configurados, constantes dieléctricas, alarmas internas, umbrales de nivel y registros de estado.
- Realizar limpieza, aseguramiento de conexiones y ajustes menores cuando las condiciones lo permitan.
- Revisar internamente las cajas de paso en campo hacia los tanques: estado de borneras, conexionado, puestas a tierra, limpieza y desplazamiento de humedad cuando se presente.
- Tomar resistividad de las puestas a tierra de los equipos en campo y registrar los valores obtenidos en el informe de visita.
- Calibrar los radares con base en históricos de nivel cinta vs. radar, identificando desviaciones y documentando los ajustes realizados y aprobados por ODC.
- Verificar la indicación de nivel en el supervisorio TankMaster vs. medida real en el tanque (medida de cinta manual), registrando diferencias y ajustando cuando aplique y ODC lo autorice.
- Respaldar los parámetros del dispositivo antes y después de cualquier intervención autorizada.

4.2 Revisión de Equipos de Integración y Comunicaciones

Información Clasificada - ODC

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

El Contratista deberá realizar la verificación integral de los equipos electrónicos encargados de concentrar, organizar y transmitir la información proveniente de los tanques hacia el sistema de supervisión o hacia el sistema de control. Estas unidades deben funcionar de manera estable y sin interrupciones.
Las tareas incluyen:

- Revisar el estado operativo de cada concentrador/RTG (alimentación, estado de tarjetas, temperatura interna, LEDs de diagnóstico).
- Validar el direccionamiento configurado, mapeo de variables y consistencia de la transferencia de datos hacia TankMaster.
- Confirmar el funcionamiento de las comunicaciones Tankbus (integridad de la red).
- Verificar las comunicaciones Modbus RTU/TCP con el DCS: consistencia de registros, tiempos de respuesta y ausencia de errores.
- Detectar y corregir fallas de pérdida de señal, inestabilidad, errores de transmisión o inconsistencias de configuración.
- Verificar la alimentación eléctrica del SystemHub 2460 y sus protecciones (Breakers,fusibles); medir voltajes de alimentación y estado de la fuente interna.
- Confirmar que la información consolidada sea entregada correctamente al sistema de supervisión TankMaster y al DCS.

4.3 Mantenimiento del Sistema de Supervisión y Herramientas Operativas

Información Clasificada - ODC

En las estaciones que cuentan con una interfaz de supervisión, el Contratista deberá mantener en óptimas condiciones el software de telemetría y el hardware asociado. Esta plataforma es la herramienta central para visualizar, consultar y analizar la información del sistema.

Dentro de las actividades se incluyen:

- Revisar el estado operativo del PC o estación de trabajo donde se ejecuta TankMaster (hardware, temperatura, almacenamiento disponible, estado del sistema operativo).
- Validar el funcionamiento de los servicios activos de TankMaster, versiones instaladas y licencias vigentes.
- Revisar históricos, alarmas, eventos registrados y la integridad de la base de datos de TankMaster.
- Confirmar que las mediciones mostradas en TankMaster correspondan exactamente con los valores generados en campo.
- Realizar respaldos completos de configuraciones, base de datos y archivos clave luego de cada intervención.
- Comprobar la correcta visualización de tendencias, estados de tanque y reportes operativos.
- Verificar la sincronización horaria del sistema (NTP), dado que afecta cálculos, reportes y registros históricos.
- Mantener actualizadas las versiones de TankMaster conforme a las recomendaciones del fabricante y previa aprobación de ODC.
- Gestionar licencias de software: verificar vigencia y alertar a ODC con mínimo 90 días de anticipación antes de vencimiento.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

4.4 Verificación de Parámetros Operativos, Tablas de Aforo y Cálculo Volumétrico

Para asegurar el cálculo adecuado del inventario y la coherencia operativa del sistema, el Contratista deberá revisar la parametrización volumétrica de cada tanque.

Las actividades comprenden:

- Verificar que las tablas de aforo cargadas en el sistema correspondan a las versiones oficiales vigentes aprobadas por ODC para cada tanque.
- Revisar alturas de referencia, niveles mínimos y máximos operativos y parámetros de cálculo volumétrico.
- Validar la densidad API, temperatura de referencia y factores de corrección de volumen utilizados en el sistema.
- Confirmar la coherencia entre los volúmenes calculados automáticamente por TankMaster y la información de aforo manual cuando esté disponible.
- Verificar la correcta configuración de los límites de alarma (nivel alto, nivel muy alto, nivel bajo, nivel muy bajo).
- Solicitar a ODC autorización previa para cualquier ajuste requerido y documentar completamente todos los cambios aprobados con registro de versión anterior y nueva.

4.5 Gestión y Publicación de Reportes Operativos y Corporativos

Información Clasificada - ODC

El sistema de telemetría genera información crítica para operación y para los procesos corporativos de gestión volumétrica. El Contratista deberá asegurar que estos reportes se produzcan y transmitan adecuadamente.
Esto incluye:

- Verificar la correcta generación de reportes operativos configurados en la estación (inventario por turno, histórico de nivel, reportes de alarmas).
- Validar contenido, formato y coherencia de los reportes con los valores registrados por los dispositivos de campo.
- Confirmar que los reportes automáticos se publiquen correctamente en las rutas designadas por ODC.
- Garantizar que TankMaster genere y publique el reporte diario de inventario requerido por COSMOS (plataforma corporativa en la nube), verificando el éxito de la publicación y la integridad de los datos transmitidos.
- Documentar y corregir fallas en rutinas de generación o publicación automática, con análisis de causa raíz.

4.6 Integración con el Sistema de Control y con Sistemas Externos

El Contratista deberá garantizar que la información generada por la telemetría llegue correctamente al sistema de control de la estación y a cualquier otro sistema externo que utilice dicha información.
Deberá realizar:

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- Validación del intercambio de datos entre telemetría y el DCS: consistencia de variables, rangos, unidades y estados de comunicación.
- Revisión de la tabla de mapeo de variables Modbus: verificar que corresponda con el inventario de señales vigente.
- Confirmación de estabilidad y ausencia de errores en los protocolos de comunicación utilizados.
- Atención de fallas o inconsistencias detectadas en la interacción con sistemas externos (DCS, otros).
- Coordinación con el personal de Operación y el proveedor del DCS para pruebas de integración cuando se requieran.
- Documentar el resultado de las pruebas de integración con registro de valores comparados en ambos sistemas.

4.7 Respaldos y Gestión de Configuraciones

Con el fin de preservar la integridad del sistema, el Contratista deberá generar y entregar respaldos actualizados que permitan recuperar el sistema ante cualquier eventualidad.
Las actividades incluyen:

- Generar respaldos completos antes y después de cada intervención (preventiva o correctiva).
- Respaldar: configuraciones de TankMaster (base de datos, tablas de aforo, configuración de dispositivos), firmware de radares 5900S y concentradores, parámetros de comunicación Modbus, y archivos operativos del PC.
- Mantener un registro ordenado y versionado de todos los respaldos generados durante el período contractual, con fecha, versión y responsable.
- Entregar a ODC todas las copias de respaldo en el formato y medio de almacenamiento solicitado, al finalizar cada intervención y al cierre del contrato.
- Verificar periódicamente la integridad y recuperabilidad de los respaldos generados (prueba de restauración documentada al menos una vez por año).
- Custodiar los respaldos de forma segura, sin acceso a terceros no autorizados.

4.8 Pruebas Funcionales y Verificación del Desempeño del Sistema

Posterior a cada intervención, el Contratista deberá ejecutar pruebas para validar el correcto funcionamiento del sistema en su totalidad.
Estas pruebas deberán abarcar:

- Coherencia entre lecturas en campo (manual, radar) y lecturas en TankMaster (tolerancia máxima: ±3 mm de nivel).
- Estabilidad de señales de nivel y temperatura (ausencia de fluctuaciones anómalas, señales perdidas o en error).
- Funcionamiento correcto de sensores auxiliares cuando existan.
- Verificación de alarmas configuradas y su correcta transmisión en TankMaster.

Información Clasificada - ODC

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- Revisión del cálculo volumétrico: coherencia con tablas de aforo, temperatura y densidad configuradas.
- Confirmación de la transmisión de datos a COSMOS y demás sistemas externos.
- Prueba de comunicación Tankbus: todos los dispositivos detectados y respondiendo.
- Prueba de comunicación Modbus con el DCS: todos los registros actualizando correctamente.

Los resultados de todas las pruebas deberán documentarse en los informes de mantenimiento entregados a ODC, incluyendo valores medidos, tolerancias aplicadas y conclusión sobre el estado del sistema.

4.9 Registro de Hallazgos, Recomendaciones Técnicas y Mejoras

El Contratista deberá identificar y documentar de manera completa todas las anomalías encontradas en el sistema, describiendo su causa probable, impacto operativo y las acciones recomendadas para su corrección o mitigación.
El registro deberá incluir:

- Fallas en dispositivos, deterioro significativo o vida útil próxima a vencer.
- Inconsistencias de señal, comunicación o medición.
- Problemas de configuración o parámetros fuera de rango.
- Riesgos operativos asociados al sistema de telemetría.
- Recomendaciones técnicas sustentadas para mejorar la confiabilidad del sistema.
- Necesidades de reemplazo de equipos con justificación técnica y formato ICO cuando aplique.

Información Clasificada - ODC

Asimismo, cualquier equipo que sea actualizado o reemplazado durante la vigencia del contrato deberá considerarse automáticamente dentro del alcance del mantenimiento.

4.10 Mantenimiento Correctivo a Demanda

El mantenimiento correctivo a demanda comprende las intervenciones requeridas para diagnosticar, corregir y restablecer la operación del sistema de telemetría ante fallas, anomalías o pérdidas de funcionalidad detectadas o reportadas por ODC, por fuera de las actividades programadas de mantenimiento preventivo. Este mantenimiento se activa por solicitud formal de ODC y se atiende dentro de los tiempos definidos en el numeral 6.3 (SLA).
Las actividades comprenden, entre otras:

- Diagnóstico de la falla mediante soporte remoto y/o atención en sitio, con análisis de causa raíz.
- Reparación, reconfiguración o reemplazo de los componentes afectados (radares, sondas MST, concentradores/RTG, fuentes, tarjetas, cableado y equipos de supervisión).
- Restablecimiento de comunicaciones (Tankbus, Modbus RTU/TCP con el DCS y publicación a COSMOS).
- Respaldo de configuración antes y después de la intervención.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- Ejecución de pruebas funcionales de verificación posteriores a la corrección y documentación del resultado.

Suministro de repuestos a demanda: como parte integral del mantenimiento correctivo, el Contratista suministrará los repuestos y componentes originales (Emerson/Rosemount certificados) requeridos para restablecer la operación. La compra de repuestos se ejecuta a demanda, únicamente cuando se requiera y previa aprobación de ODC; el listado de repuestos disponibles para adquisición a demanda se relaciona en el numeral 5. La inclusión de dichos repuestos en el contrato no obliga a ODC a adquirirlos.

5. SUMINISTRO DE BIENES – REPUESTOS Y COMPONENTES

El contrato incluye el suministro de los bienes (repuestos y componentes) necesarios para atender tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo. El Contratista deberá garantizar la disponibilidad oportuna de los repuestos requeridos para el sistema de telemetría instalado en ODC. El suministro de bienes a demanda forma parte integral del mantenimiento correctivo a demanda (numeral 4.10): se activa únicamente cuando se requiera para restablecer la operación y previa aprobación de ODC, sin que su inclusión obligue a ODC a adquirir los repuestos relacionados.

Información Clasificada - ODC

- Los repuestos y componentes suministrados deberán ser originales de fabricante (Emerson/Rosemount certificado). No se aceptarán repuestos genéricos.
- Todos los bienes suministrados deberán contar con certificado de calidad, ficha técnica del fabricante y garantía mínima de doce (12) meses contra defectos de fabricación.
- El Contratista deberá mantener un stock mínimo de repuestos críticos durante la vigencia del contrato, garantizando disponibilidad en los tiempos de atención definidos.
- El suministro de repuestos deberá estar acompañado de la documentación técnica correspondiente (datasheet, manual de instalación, certificados).
- El Contratista debe presentar el listado de repuestos críticos sugeridos con precios unitarios como parte de su oferta económica (lista de precios de referencia).

A título de referencia, los repuestos y componentes disponibles para adquisición a demanda durante la vigencia del contrato son los siguientes (su relación no obliga a ODC a adquirirlos):

- Cabeza electrónica para Radar 5900S, con precisión certificada de 0,5 mm y comunicación Foundation Fieldbus con TankHub 2410.
- Electrónica completa para TankHub 2410: fuente de alimentación 24 a 240 V AC/DC, tarjeta de procesador, tarjeta de comunicación Modbus TRL2 y unidad de display LCD.
- Tarjeta electrónica para transmisor de temperatura TT2240S, con conexión de hasta 16 sondas PT-100.
- Tarjeta electrónica principal para SystemHub 2460, con integración de hasta 16 tanques y comunicación Modbus TCP y RS-485/232.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

Información Clasificada - ODC

- Tarjeta electrónica LCD para Display Remoto 2230, incluida la tarjeta de terminales de conexiones y protección de sobrevoltaje.
- Bloque de terminales (terminal block) 1in1 para Radar 5900S: módulo de conexiones eléctricas y protección de sobrevoltaje.
- Kit de unidad de display LCD integral para TankHub 2410.
- Tarjeta fuente de alimentación para TankHub 2410, entrada 24 VDC/240 VAC.
- Tarjeta fuente de alimentación para SystemHub 2460, entrada 24 VDC/240 VAC.
- Unidad electrónica completa para Radar PRO40B: alimentación 24 a 240 V DC/AC, comunicación 4-20 mA + HART activa, rango de medición hasta 50 m y precisión de 3 mm.

Nota: la unidad electrónica para Radar PRO40B aplica únicamente a la estación Caucasia; los demás repuestos aplican a las estaciones Coveñas y Vasconia.

6. CONDICIONES PARTICULARES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CONTRATADAS

6.1 Actividades que Requieren Presencia en las Instalaciones

Información Clasificada - ODC

La ejecución de actividades asociadas al mantenimiento del sistema de telemetría deberá realizarse de manera presencial en las estaciones de Vasconia, Caucasia y Coveñas, de acuerdo con el programa de trabajo aprobado por ODC.

Durante estas visitas se deberán ejecutar actividades relacionadas con la inspección de equipos instalados en tanques, validación de comunicaciones, pruebas funcionales y revisión del sistema de supervisión cuando aplique.

El acceso a áreas operativas deberá coordinarse con el personal de Operación y respetar las restricciones de disponibilidad de tanques, ventanas operativas y maniobras en curso.

Para la ejecución de las actividades se deberá contemplar:

- La programación del servicio deberá entregarse a ODC con mínimo quince (15) días calendario de anticipación, especificando actividades, equipos a intervenir y personal asignado.
- El inicio de actividades deberá confirmarse con el supervisor técnico con mínimo dos (2) semanas antes de la fecha programada.
- Las actividades en tanques o que involucren suspensión temporal de señales al DCS deberán coordinarse con Operación respetando ventanas operativas y maniobras en curso.
- Cualquier ajuste por cambios operativos, eventos no programados o trabajos simultáneos deberá coordinarse oportunamente con el personal responsable de cada estación.
- Actividades que impliquen modificaciones en comunicaciones con el DCS o en COSMOS deberán acordarse previamente por escrito con ODC.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

Información Clasificada - ODC

6.2 Frecuencia del mantenimiento preventivo

Actividad de Mantenimiento Preventivo	Vasconia	Caucasia	Coveñas
Inspección general de dispositivos en tanques	Anual	Anual	Anual
Revisión concentrador / RTG y comunicaciones Tankbus	Anual	N/A	Anual
Revisión TankMaster (software y hardware PC)	Anual	N/A	Anual
Verificación tablas de aforo y parámetros volumétricos	Anual	Anual	Anual
Respaldo completo del sistema (configuraciones y BD)	Anual + post-intervención	Anual	Anual + post-intervención
Pruebas funcionales de integración DCS	Anual	Anual	Anual

Información Clasificada

ODC podrá ajustar la frecuencia del mantenimiento preventivo en función de las condiciones operativas o resultados de las inspecciones previas, notificando al Contratista con la debida anticipación.

6.3 Tiempos de Atención y Niveles de Servicio (SLA)

Tipo de atención	Entrega de documentos / respuesta remota	Desplazamiento a estación
Mantenimiento preventivo programado	Hasta 5 días calendario desde la solicitud	Hasta 15 días calendario desde la solicitud
Correctivo por demanda – prioridad normal	Hasta 2 días calendario	Hasta 5 días calendario desde el requerimiento
Correctivo por demanda – prioridad alta (DCS)	Soporte remoto inmediato (< 4 horas hábiles)	Hasta 3 días calendario desde el requerimiento
Correctivo crítico (sistema sin telemetría en tanque activo)	Soporte remoto inmediato (< 1 hora hábil)	Hasta 2 días calendario

El incumplimiento de los tiempos de atención definidos podrá dar lugar a las penalizaciones establecidas en el contrato. Los tiempos se contabilizan desde la notificación formal de ODC al Contratista por los medios autorizados.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

6.4 Soporte Técnico Remoto

El servicio deberá incluir soporte remoto para:

- Revisión preliminar de fallas mediante análisis de logs y registros del sistema.
- Verificación de parámetros de telemetría y diagnóstico de TankMaster de forma remota.
- Análisis de registros del sistema de supervisión y comunicaciones.
- Orientación técnica al personal de ODC para acciones de primer nivel.

El soporte remoto estará disponible de lunes a viernes, de 7:00 a.m. a 5:00 p.m., por los medios autorizados por ODC (correo electrónico corporativo, videollamada, acceso remoto seguro previa autorización ODC). Para atención fuera de este horario en casos críticos, el Contratista deberá designar un contacto disponible 7×24.

6.5 Transporte y Logística

El Contratista deberá incluir dentro de su planificación y estructura de costos todos los gastos relacionados con desplazamientos a las tres estaciones (Vasconia, Caucasia y Coveñas): transporte del personal técnico, traslado de equipos de medición, instrumentos certificados, herramientas y repuestos. No se contemplarán gastos adicionales o reembolsables por concepto de transporte o logística.

Información Clasificada - ODC

6.6 Gestión de Cambios

Toda modificación al sistema de telemetría que implique cambios en la configuración de software (TankMaster, firmware de radares, tablas de aforo, parámetros de comunicación), en la arquitectura de comunicaciones o en los equipos físicos instalados, deberá ser previamente solicitada por escrito al supervisor técnico del contrato de ODC y aprobada formalmente antes de su ejecución. El Contratista no podrá realizar cambios ni autorizados en ninguna circunstancia. Cualquier cambio no autorizado detectado dará lugar a las penalizaciones contractuales establecidas.

6.7 Gastos Reembolsables

Este contrato no contempla gastos reembolsables. Todos los costos de ejecución (transporte, herramientas, consumibles, comunicaciones, alojamiento si aplica) deberán estar incluidos en la estructura de costos del Contratista.

7. REQUISITOS HSE / SSTA PARA TRABAJO EN CAMPO

El Contratista se obliga a cumplir y hacer cumplir la Política Integral de Gestión de ODC, las obligaciones HSE/SSTA aplicables (incluyendo ODC-STD-001 versión 4 o el documento que lo

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

modifique), los estándares HSE ODC/CENIT y las normas legales y técnicas vigentes en Colombia para trabajo en instalaciones industriales de hidrocarburos.

Como mínimo, el Contratista deberá garantizar:

- Capacitación del personal ejecutor en Análisis de Riesgos y Control de Trabajo, conforme al Manual HSE-M-011 de Control de Trabajo Ecopetrol o equivalente vigente.
- Gestión de ingreso de personal, equipos y herramientas con mínimo ocho (8) días de anticipación e inducción HSE conjunta (Etapa 2).
- Aptitud médica del personal y certificados de vacunación vigentes (tétanos y fiebre amarilla).
- Soportes de seguridad social y afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS).
- Dotación de EPP completa y ropa RIRF conforme a los requisitos de las instalaciones ODC/CENIT.
- Competencias certificadas para tareas críticas conforme a la legislación nacional vigente.
- Procedimientos escritos de trabajo con disciplina operativa: paso a paso, identificación de peligros/aspectos, evaluación de riesgos/impactos y definición de controles.
- Alineación con los planes de respuesta a emergencias de cada estación y con el Plan de Manejo Ambiental de ODC.
- Cumplimiento de charlas de seguridad, gestión de permisos de trabajo y cierre de permisos al finalizar cada actividad.
- Reporte inmediato a la autoridad de área en campo y al administrador del contrato ante condiciones que representen riesgo para personas, instalaciones o el medio ambiente.
- Manipulación de equipos conforme a los manuales y recomendaciones de los fabricantes (Emerson/Rosemount y otros).

Información Clasificada - ODC

8. EQUIPOS Y PERSONAL

8.1 Herramientas, Equipos y Software Requeridos

El Contratista se obliga a disponer de todos los equipos, herramientas, software y licencias necesarios para la correcta ejecución del contrato:

- Herramientas manuales de instrumentación (destornilladores, llaves, pinzas, etc.).
- Multímetros, calibradores de proceso, generadores de señal 4-20 mA y comunicadores HART.
- Herramienta de configuración Emerson AMS (Asset Management Solutions) o equivalente para diagnóstico de dispositivos Rosemount 5900S, TT2240S y PRO40B.
- Termómetro patrón TP-8 con certificado de calibración ONAC vigente, para verificación de sondas PT-100 de las MST.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- Comunicador HART portátil (Emerson 475 Field Communicator o equivalente) para diagnóstico y configuración del radar PRO40B en Caucasia.
- Acceso a soporte técnico de fábrica Emerson para escalar casos de nivel 2/3.
- Equipos patrones con certificación ONAC vigente cuando se requieran calibraciones o verificaciones metrológicas.

8.2 Personal Mínimo y Perfiles Requeridos

El Contratista es responsable por la correcta ejecución de las actividades y debe definir el número de personas requeridas bajo las premisas de seguridad, calidad, oportunidad y eficiencia. Sin perjuicio de ello, deberá disponer como mínimo del siguiente perfil:

Criterio	Requisito mínimo
Formación académica	Profesional en Ingeniería Electrónica, Instrumentación, Automatización o campo afín.
Experiencia general	Mínimo cinco (5) años de experiencia certificada en mantenimiento, instalación y/o puesta en marcha de sistemas de telemetría de tanques en el sector Oil & Gas.
Experiencia específica	Experiencia demostrable en sistemas Rosemount Tank Radar. Se valorará experiencia en integración con DCS mediante Modbus y/o OPC.
Certificaciones técnicas	Certificación de entrenamiento Emerson en sistemas TankMaster y radares 5900S (certificación expedida por casa matriz Rosemount Tank Radar).

El oferente deberá indicar en su propuesta técnica la cantidad de personas que ejecutarán el servicio y las certificaciones que acrediten el cumplimiento de los perfiles exigidos.

9. ENTREGABLES

El Contratista se obliga a elaborar y presentar los entregables descritos a continuación en los plazos indicados. Ante observaciones de ODC, el Contratista deberá realizar los ajustes requeridos bajo su costo y en el plazo que ODC indique.

9.1 Plan Detallado de Trabajo (Previo a Cada Visita)

Con mínimo ocho (8) días calendario de anticipación a cada visita, el Contratista presentará a ODC el programa/plan de trabajo incluyendo:

- Fecha de inicio y fin estimada.
- Estación(es) a intervenir y rutinas/equipos a trabajar.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- Tiempo estimado por actividad.
- Personal ejecutor asignado.
- Listado de herramientas, equipos patrón y repuestos a llevar.

9.2 Informes de Mantenimiento (Post-Visita)

Luego de cada intervención en campo, el Contratista deberá entregar:

- Informe preliminar dentro de las setenta y dos (72) horas posteriores a las actividades en sitio, incluyendo backup del sistema y los formatos requeridos.
- Versión final del informe, avalada por el administrador del contrato.

Contenido mínimo del informe (según aplique):

- Acta parcial de avance y recibo a satisfacción por visita (firmada por el supervisor ODC).
- Resumen de actividades ejecutadas por estación y por equipo.
- Valores diagnósticos obtenidos (nivel de eco, calidad de señal, temperatura, estado de comunicaciones, etc.).
- Hallazgos identificados con clasificación por criticidad (crítico / mayor / menor) y recomendación de acción.
- Resultados de pruebas funcionales realizadas (tabla comparativa campo vs. TankMaster vs. DCS).
- Estado de la publicación de reportes COSMOS (confirmación de últimas transmisiones exitosas).
- Repuestos y consumibles utilizados en la intervención.
- Registro fotográfico de antes y después de las intervenciones significativas.
- Backup del sistema generado (confirmación de contenido y ubicación).
- Certificados de garantía sobre suministros realizados.
- Listado actualizado de repuestos sugeridos para próxima visita.

Información Clasificada - ODC

9.3 Formatos y Plantillas del Sistema de Telemetría

Los informes deberán utilizar los siguientes formatos específicos para el sistema de telemetría (a desarrollar juntamente con ODC durante el período inicial del contrato):

- Formato de Inspección y Diagnóstico de Radares Rosemount 5900S (por tanque).
- Formato de Inspección del Concentrador Rosemount (por equipo).
- Formato de Revisión y Diagnóstico de TankMaster (por estación).
- Formato de Verificación de Tablas de Aforo y Parámetros Volumétricos.
- Formato de Pruebas Funcionales de Integración DCS (comparativo campo / TankMaster / DCS).
- Plantilla de Presentación de Hallazgos del Sistema de Telemetría.
- Plantilla de Plan de Mantenimiento Correctivo del Sistema de Telemetría.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- Plantilla de Plan de Cambio o Mejora del Sistema de Telemetría.
- Formato de Inversión de Continuidad Operativa (ICO) para gestión de inversiones.
- Plantilla de Índice de Salud del Sistema de Telemetría (por estación y consolidado).

9.4 Transferencia Tecnológica y de Conocimiento

El Contratista debe dejar constancia de la transferencia de conocimiento técnico al administrador del contrato o personal designado por ODC, incluyendo:

- Orientación sobre el funcionamiento, configuración y diagnóstico del sistema TankMaster y los radares Rosemount 5900S.
- Orientación sobre el mantenimiento de primer nivel que puede realizar el personal de ODC entre visitas del Contratista.
- Documentación de procedimientos de contingencia ante fallas del sistema (acciones inmediatas del personal de planta).
- Capacitación en el uso de herramientas de diagnóstico remoto disponibles en TankMaster.

9.5 Entregables para Finalización del Contrato

Al finalizar el contrato, el Contratista deberá entregar:

Información Clasificada - ODC

- Dossier digital con toda la documentación técnica de las visitas realizadas (informes, formatos, actas, registros fotográficos).
- Inventario final actualizado de equipos del sistema de telemetría por estación.
- Copia de todos los respaldos de configuración generados durante el contrato, organizados cronológicamente y por estación.
- Informe ejecutivo de gestión del contrato: actividades realizadas, hallazgos relevantes, repuestos suministrados, métricas de disponibilidad del sistema y recomendaciones para el siguiente período.
- Soportes parafiscales del personal ejecutor durante la vigencia del contrato.

10. CONTROL DE CALIDAD

- El Contratista deberá asegurar que todos los equipos probados e inspeccionados cumplan la normativa aplicable y que los trabajos se entreguen a satisfacción del administrador del contrato.
- Toda intervención deberá contar con el aval previo del supervisor técnico del contrato y la coordinación con Operación y los controles de la estación.
- Los equipos patrones utilizados en pruebas y calibraciones deberán contar con certificación ONAC vigente. Las trazabilidades de calibración deberán ser reportadas en los informes.
- El Contratista deberá implementar un proceso interno de revisión de sus informes antes de entregar a ODC, garantizando coherencia, completitud y calidad de la información.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

- ODC se reserva el derecho de verificar in situ la calidad de los trabajos ejecutados y de requerir la repetición de actividades no conformes sin costo adicional para ODC.

11. SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN Y CIBERSEGURIDAD OT

Dado que el sistema de telemetría hace parte de la infraestructura de Tecnología Operacional (OT) de ODC, el Contratista deberá cumplir los siguientes requisitos de seguridad de la información y ciberseguridad:

- Cualquier acceso remoto al sistema TankMaster o a los concentradores debe ser previamente autorizado por ODC y realizarse exclusivamente a través de los canales y herramientas aprobadas por la compañía.
- Está prohibido conectar dispositivos externos (laptops, memorias USB, discos duros) a los equipos del sistema de telemetría sin previa autorización escrita del administrador del contrato y del área de Tecnología de ODC.
- El Contratista deberá garantizar que los medios de almacenamiento utilizados para backups estén libres de malware y que el software de configuración (TankMaster, AMS) sea de versión oficial y sin modificaciones no autorizadas.
- Cualquier vulnerabilidad de ciberseguridad identificada en los equipos del sistema deberá ser reportada de inmediato a ODC, sin proceder a su corrección sin autorización previa.
- El Contratista no podrá divulgar a terceros información sobre la arquitectura del sistema, direccionamiento de red, credenciales de acceso ni configuraciones del sistema de telemetría de ODC.
- Toda actualización de firmware o software debe ser validada con ODC y con el fabricante antes de su instalación, y ejecutada únicamente en ventanas de mantenimiento aprobadas.

Información Clasificada - ODC

12. GARANTÍAS

- El Contratista deberá garantizar todos los servicios ejecutados por un período mínimo de seis (6) meses a partir de la fecha de entrega y aceptación por parte de ODC.
- Los bienes (repuestos y componentes) suministrados contarán con garantía mínima de doce (12) meses contra defectos de fabricación desde la fecha de instalación.
- Durante el período de garantía, el Contratista deberá atender sin costo adicional cualquier falla asociada a los trabajos o bienes suministrados, dentro de los tiempos de atención definidos en el numeral 6.3.
- La garantía no cubrirá daños causados por uso inadecuado del sistema por parte de ODC, modificaciones no autorizadas por el Contratista o eventos de fuerza mayor debidamente documentados.

13. DOCUMENTOS REQUERIDOS AL CONTRATISTA

Los documentos relacionados a continuación son entregables obligatorios a cargo del Contratista. No son documentos que ODC suministra; deben ser elaborados, desarrollados y presentados por el

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

Contratista dentro de los plazos indicados y a satisfacción del supervisor técnico del contrato. El incumplimiento en la entrega o la calidad insuficiente de cualquiera de estos documentos podrá dar lugar a las penalizaciones establecidas en el contrato.

Doc.	Nombre y Descripción	Plazo de entrega	Uso / Actualización
D-01	Inventario Técnico de Equipos: Listado detallado de todos los equipos del sistema de telemetría por estación (marca, modelo, número de serie, versión de firmware/software, estado y ubicación física).	Después de la primera visita a cada estación	Única vez; actualizar ante cada cambio de equipo
D-02	Plan de Mantenimiento Preventivo: Cronograma detallado de actividades preventivas para la vigencia del contrato, con alcances por equipos y estación, junto con personal asignado.	Acordado con Supervisor Técnico de contrato.	Usar en cada visita de mantenimiento
D-03	Formatos de Inspección y Diagnóstico: Un formato por tipo de equipo — radar 5900S (por tanque), Display 2230, sonda MST TT2240S, SystemHub 2460, PC TankMaster (por estación), y radar PRO40B + RDU2210 (Caucasia). Cada formato incluye valores de referencia, tolerancias y campos de firma del ejecutor y del supervisor ODC.	Acordado con Supervisor Técnico de contrato.	Usar en cada visita de mantenimiento
D-04	Procedimiento Técnico de Trabajo (PTT): Documento paso a paso para la ejecución del mantenimiento preventivo por estación. Incluye secuencia de actividades, herramientas requeridas, precauciones de seguridad, criterios de aceptación y acciones ante hallazgos fuera de especificación.	15 días calendario previo a la ejecución del servicio.	Por evento; actualizar ante cambios del sistema
D-05	Procedimientos de Contingencia: Guía de respuesta para el personal ODC ante los principales modos de falla — pérdida de comunicación con radares 5900S, caída del SystemHub 2460, falla del PC TankMaster, interrupción de publicación COSMOS y pérdida de señal del PRO40B en Caucasia. Acciones de primer nivel ejecutables sin el Contratista.	Después de la primera visita a cada estación	Única vez; actualizar ante cambios del sistema o nuevos modos de falla
D-06	Plantilla de Presentación de Hallazgos: Formato estandarizado con clasificación por criticidad (crítico / mayor / menor), descripción del hallazgo, causa probable, impacto operativo, acción recomendada, responsable y plazo de corrección.	Acordado con Supervisor Técnico de contrato.	Obligatorio en cada informe de visita

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.

Doc.	Nombre y Descripción	Plazo de entrega	Uso / Actualización
D-07	Plantilla de Plan de Mantenimiento Correctivo: Formato de seguimiento a correctivos pendientes o en curso. Registra descripción de la falla, equipo y estación afectados, fecha de detección, plan de acción, responsable, recursos requeridos y estado de cierre.	Acordado con Supervisor Técnico de contrato.	Obligatorio cuando existan correctivos abiertos
D-08	Plantilla de Plan de Cambio o Mejora: Formato para documentar propuestas de cambio o mejora al sistema. Incluye justificación técnica, beneficio esperado, impacto operativo, estimado de costo referencial y proceso de aprobación ODC. Ningún cambio se ejecuta sin aprobación escrita previa.	Acordado con Supervisor Técnico de contrato.	Usar cuando el Contratista identifique una oportunidad de cambio o mejora
D-09	Formato ICO (Inversión de Continuidad Operativa): Formato ODC para gestionar inversiones que superen el alcance del mantenimiento rutinario. El Contratista lo diligencia y presenta al administrador del contrato cada vez que identifique necesidad de reemplazo de equipo o inversión extraordinaria.	Cuando aplique según hallazgos	Por evento

Los documentos podrán entregarse en el formato corporativo que el Contratista utilice para sus informes de servicio, siempre que sea editable y permita su revisión por parte de ODC. En todos los casos deberán estar suscritos por el responsable técnico del Contratista. ODC podrá solicitar ajustes; el Contratista deberá incorporarlos dentro de los diez (10) días calendario siguientes a la solicitud, sin costo adicional para ODC.

14. ANEXOS

La información técnica, los alcances y los requisitos del servicio se encuentran contenidos en el cuerpo del presente documento. Adicionalmente, las presentes Especificaciones Técnicas se complementan con los siguientes anexos, que forman parte integral del proceso y que el Contratista deberá diligenciar y/o atender según corresponda:

- Anexo HSE / SSTA: requisitos de seguridad, salud en el trabajo y ambiente aplicables al servicio, conforme al nivel de riesgo del contrato y a los estándares HSE de ODC/CENIT.
- Anexo de Entorno: formulario de Impuestos y Entorno requerido por ODC para el proceso de contratación.
- Dossier: dossier de documentación técnica de soporte del servicio, conforme a los entregables y registros definidos en los numerales 9 y 13.

Documento CLASIFICADO en su totalidad. El contenido de este documento es de uso de OLEODUCTO DE COLOMBIA S.A. Está prohibida su reproducción parcial o total para fines diferentes a los relacionados con el objeto social de la entidad.