



TÉRMINOS DE REFERENCIA

INSPECCIÓN CIS Y DCVG DEL GASYRG

Unidad Solicitante YPFB TR/MANINT
Gerencia YPFB TR/Operaciones

INDICE

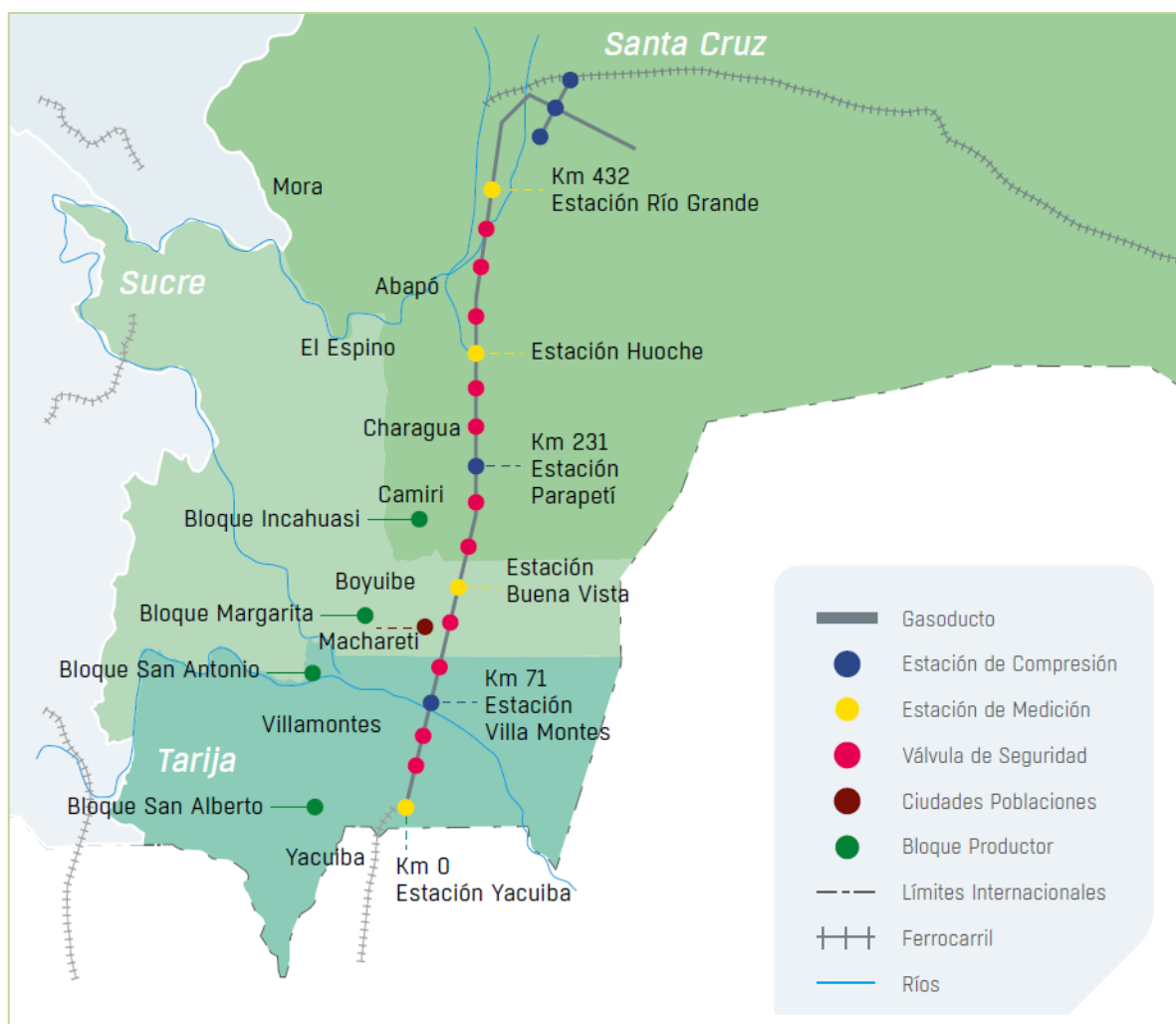
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETO	4
3. ALCANCE	4
4. DESCRIPCIÓN.....	6
4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SERVICIO	6
4.1.1 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA INSPECCIÓN CIS Y DCVG	6
4.1.1.1 INSPECCIÓN INDIRECTA.....	7
4.1.1.1.1 RELEVAMIENTO POR TÉCNICA CIS.....	7
4.1.1.1.1.1 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.....	8
4.1.1.1.2 RELEVAMIENTO POR TÉCNICA DCVG	10
4.1.1.1.2.1 INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES DE CORRIENTE	10
4.1.1.1.2.2 INSPECCIÓN DE FALLAS DE REVESTIMIENTO POR EL MÉTODO DCVG	10
4.1.1.1.3 CATEGORÍAS DE REPARACIÓN.....	12
4.1.1.2 EVALUACIÓN DIRECTA.....	13
4.1.1.3 EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD EN TRAMOS AÉREOS DEL DUCTO.....	14
4.1.1.4 COLECCIÓN DE DATOS:.....	15
4.1.2 RECURSOS EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDOS.....	16
4.1.3 RECURSOS HUMANOS Y EXPERIENCIA REQUERIDOS.....	16
4.1.4 PLAN DE TRABAJO,	17
4.1.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	17
4.1.6 ORGANIGRAMA	17
4.1.7 EXPERIENCIA DE LA EMPRESA	17
4.1.8 NORMAS / REGULACIONES TÉCNICAS	17
4.1.9 GARANTÍAS/CERTIFICACIONES TÉCNICAS	18
4.1.10 INSPECCIÓN PREVIA/ CONSULTAS/ REUNIÓN DE ACLARACIÓN	18
4.1.11 ENTREGABLES	18
5. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS.....	19
6. ANEXOS E	20

1. INTRODUCCIÓN

YPFB TRANSIERRA S.A. (YPFB TS en adelante) es una empresa dedicada al transporte de gas natural mediante el Gasoducto Yacuiba – Río Grande (GASYRG) de 32" de diámetro y 432 Km de longitud, cuyo gasoducto pasa por el departamento de Tarija, pasando por Chuquisaca hasta Santa Cruz.

YPFB TS, como parte de la gestión de integridad del GASYRG, tiene programado realizar la inspección del ducto mediante la técnica Close Interval Survey (CIS), para ver la efectividad del sistema de protección catódica y la técnica Direct Current Voltage Gradient (DCVG), para identificar el estado e integridad del revestimiento del ducto.

El gasoducto GASYRG tiene un sistema de protección catódica por corriente impresa con cinco (5) unidades rectificadoras y una unidad de termogeneración, para el monitoreo de los potenciales tiene instalados estaciones de prueba de concreto (TPE – Test Point Electrical), que están distribuidos a lo largo del gasoducto.



Gasoducto Yacuiba – Río Grande (GASYRG) y sus Estaciones de Compresión y Medición

2. OBJETO

El presente documento contiene los requisitos mínimos de inspecciones mediante la técnica CIS y DCVG y condiciones administrativas que el CONTRATISTA debe cumplir para la prestación del servicio de “Inspección CIS y DCVG del GASYRG”.

3. ALCANCE

El alcance del presente TDR, comprende la ejecución de las inspecciones indirectas mediante las técnicas de Close Interval Survey (CIS), Direct Current Voltage Gradiente (DCVG), inspecciones de los rectificadores y termogenerador del sistema de protección catódica (SPC) por corriente impresa y la verificación de las aislaciones eléctricas del SPC; con el propósito de prevenir daños por la corrosión externa del GASYRG, que son parte esencial del sistema de transporte.

DUCTO	DIAM (Pulg)	LONGITUD (m)
Gasoducto Yacuiba – Rio Grande (GASYRG)	32	431.891
Interconexión GASYRG – GIJA	32	1.558

Las instalaciones del GASYRG y del sistema de protección catódica, se encuentran como se detalla a continuación:

- Estación de Medición y Control Yacuiba

Estación de medición (EMED) Yacuiba, es el inicio del gasoducto y el punto de recepción de gas del campo San Alberto. Cuenta con un rectificador de una salida, un dispersor de corriente de ánodos profundos, una junta monolítica dieléctrica y sus dispositivos de protección.

- Interconexión GASYRG – GIJA.

Punto de Interconexión GASYRG-GIJA de 1558 m de longitud, Lado Estación Campo Grande. Tiene un sistema de protección catódica mediante una batería de ánodos galvánicos, delimitada por aislamientos al inicio y final del ducto (Ver Anexo E-7).

- Estación de Medición y Control Villa Montes

Estación de medición (EMED) Villa Montes, punto de recepción de gas de los campos San Antonio y Margarita, en la progresiva kilométrica (Kp.) 71+160 del GASYRG. Cuenta con un rectificador de dos salidas, un dispersor de corriente de ánodos profundos, dos juntas monolíticas dieléctricas y sus dispositivos de protección.

- Estación Compresión Villa Montes

La Estación de Compresión Villa Montes (ECV), se encuentra en la progresiva Kp 71, cuenta con un sistema propio de protección catódica por corriente impresa, con un rectificador instalado en la estación y puntos de prueba para medir potenciales eléctricos, para las tuberías de flujo (succión y descarga) que se encuentran enterradas, los mismos tiene instalados juntas dieléctricas (empaquetaduras) en sus extremos, para delimitar la protección catódica.

- **Estación de Medición Operativa Buena Vista**

Estación de medición operativa (EMOP) Buena Vista se encuentra en la progresiva Kp 143+100 del GASYRG. Cuenta con un Termogenerador (sin servicio) de dos salidas, un dispersor de ánodos profundo, dos juntas monolíticas dieléctricas y sus dispositivos de protección.

- **Interconexión Lateral Incahuasi**

Punto de Interconexión Lateral Incahuasi Kp 191 + 500 Lado Estación Taquiperenda, Junta dieléctrica para la delimitación del SPC del GASYRG.

- **Estación de Medición Operativa Parapeti**

Estación de medición operativa (EMOP) Parapetí en la progresiva kilométrica 230+752 del GASYRG. Cuenta con un rectificador de dos salidas, un dispersor de corriente de ánodos profundos, dos juntas monolíticas y sus dispositivos de protección.

- **Estación de Compresión Parapeti**

La Estación de Compresión Parapeti (ECP), se encuentra en la progresiva Kp 230+783 del GASYRG. Cuenta con un sistema propio de protección catódica por corriente impresa, con un rectificador instalado en la estación, cajas (JB) para la interconexión y medición de potenciales de las tuberías de flujo (succión y descarga) que se encuentran enterradas, los mismos están aisladas con juntas dieléctricas (empaquetaduras) en sus extremos, para delimitar la PC.

- **Estación de Medición Operativa Huoche**

Estación de medición operativa (EMOP) Huoche en la progresiva kilométrica 313+649 del GASYRG. Cuenta con un Termogenerador (sin servicio) de dos salidas, un dispersor de corriente de ánodos profundos, dos juntas monolíticas dieléctricas y sus dispositivos de protección.

- **SDV-25**

Válvula de seguridad SDV-25, en la progresiva kilométrica 344+114 del GASYRG. Cuenta con un Termogenerador de dos salidas, un dispersor de corriente de ánodos profundos.

- **Estación de Medición y Control Río Grande**

Estación de medición (EMED) Río Grande, punto de entrega del gas y punto de final del GASYRG. Cuenta con un rectificador de una salida, un dispersor de corriente de ánodos profundos, una junta monolítica y sus dispositivos de protección.

- **Interconexión GASYRG y GSCY**

Actualmente los gasoductos GASYRG y GSCY (Gasoductos paralelos) se encuentran interconectados mediante resistores para regular el paso de la cantidad de corriente, como medida de mitigación de posibles interferencias eléctricas y efectos negativos debido a que ambos gasoductos cuentan con sistemas independientes de protección catódica. De

acuerdo a los estudios realizados se han interconectado ambos gasoductos en siete (7) puntos específicos.

- Interconexión GIJA	Kp 000 al Kp 001+600
- Yaguacua	Kp 030+209 (Planta Generadora Gran Chaco)
- Tiguipa	Kp 109+782
- Ñancaroinza	Kp 147+011
- Parapetí Sur	Kp 227+440
- Parapetí Norte	Kp 233+414
- Choroquetal	Kp 365+019
- Río Grande	Kp 431+861.

En el GASYRG durante el montaje de la tubería se efectuaron 7 (siete) cruces por perforación dirigida en los siguientes ríos y quebradas, situación que debe ser tomada en cuenta al momento de hacer los estudios CIS y DCVG:

- Río Grande, en la progresiva 396+600, longitud 2.000 m, profundidad 28 m
- Quebrada Saipurú, en la progresiva 294+600, longitud 465 m, profundidad 17 m
- Quebrada San Lorenzo, en la progresiva 267+791, longitud 490 m, profundidad 15 m
- Quebrada Charagua, en la progresiva 248+914, longitud 490 m, profundidad 15 m
- Río Parapetí, en la progresiva 228+635, longitud 1.650 m, profundidad 24 m
- Quebrada Cuevo, en la progresiva 183+276, longitud 700 m, profundidad 15 m
- Quebrada Macharetí, en la progresiva 130+424, longitud 505 m, profundidad 17 m

El sistema de protección catódica (SPC) del GASYRG, está compuesto por los siguientes elementos:

- ✓ 433 PTE (Punto de Testeo Eléctrico) (Anexo E-2)
- ✓ 56 Cupones de polarización (Anexo E-4)
- ✓ 13 dispositivos de mitigación (Anexo E-3)
- ✓ 4 rectificadores (2 de una salida y 2 de dos salidas)
- ✓ 1 Termo generador
- ✓ 10 juntas monolíticas

4. DESCRIPCIÓN

4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SERVICIO

Las inspecciones y mediciones del sistema de protección catódica, deben realizarse tanto para la línea del GASYRG y sus Estaciones EMED, EMOP, ECV, ECP e interconexión GASYRG – GIJA, de acuerdo a las especificaciones mencionadas a continuación:

4.1.1 Actividades a desarrollar en la inspección CIS y DCVG

Estos términos de referencia presentan los lineamientos básicos y describen el alcance de los trabajos mínimos requeridos en los estudios CIS y DCVG, para evaluar el desempeño del Sistema de Protección Catódica con la técnica CIS (Close Interval Survey) y el estado del revestimiento de todos los segmentos de tuberías enterradas mediante las técnicas DCVG (Direct Current Voltage Gradient) o ACVG (Alternating Current Voltage Gradient) (para tramos del ducto bajo asfalto) y conocer la agresividad (grado corrosivo) del terreno midiendo la resistividad y pH en cada defecto del revestimiento identificado por la técnica DCVG o ACVG, para todos los ductos indicados en el Alcance.

El proponente deberá contemplar en sus precios unitarios y en los tiempos de ejecución, las condiciones en que se encuentra el derecho de vía (DDV) (ej. maleza alta, falta de accesos) del ducto.

4.1.1.1 Inspección Indirecta

El objetivo de la actividad de Inspección Indirecta es identificar y definir las áreas en las que la actividad de corrosión externa puede haber ocurrido o puede estar ocurriendo. Para ello, se deben realizar inspecciones mediante las técnicas definidas CIS, DCVG, ACVG o PCM (en tramos bajo asfalto o pavimento rígido si hubiese).

4.1.1.1.1 Relevamiento por técnica CIS

La técnica de Close Interval Survey (CIS, por sus siglas en Inglés) es un sistema de inspección desarrollado para el análisis detallado de los niveles de protección catódica en tuberías subterráneas. La técnica consiste en la medición continua de los potenciales de la cañería con respecto al electrodo de referencia de cobre / sulfato de cobre.

Los potenciales del ducto son registrados con corriente encendida (potenciales "On") y con corriente apagada (potenciales "Off") para eliminar los errores de "IR" en las mediciones causados por el flujo de corriente entre la tubería y las celdas de referencia. Para ello se deben instalar interruptores de corriente en los rectificadores con una relación de interrupción de 4:1 en encendido: apagado o similar, para evitar la despolarización de la tubería durante el estudio.

Los resultados de los estudios de CIS sirven para los siguientes propósitos:

(a) Identificación de los niveles de protección de la cañería:

El perfil de potenciales "Off" de las gráficas de CIS sirve para identificar con precisión los niveles de polarización del ducto. Los potenciales "Off" se deben mantener entre la frontera de sub-protección (-850 mV) y la frontera de sobreprotección (-1200mV). Potenciales "Off" por debajo del límite de sub-protección sugieren una insuficiente polarización del acero de la cañería. Potenciales "Off" por arriba del límite de sobreprotección sugieren una excesiva polarización del acero del ducto, situación que puede resultar perjudicial para el revestimiento del ducto por efectos de desprendimiento catódico.

(b) Estimación del estado del revestimiento de la cañería:

El perfil de potenciales "On" resulta una herramienta útil para la evaluación del estado del revestimiento de la cañería. En zonas con una buena calidad de revestimiento, el perfil de potencial se mantiene principalmente estable y existirá una diferencia constante entre los perfiles de potenciales "On-Off". En zonas donde existen defectos en el revestimiento de la cañería, se registrarán valles en el perfil de potencial, siendo los tamaños de los valles proporcionales a la severidad de los defectos. Adicionalmente, existirá una reducción en la diferencia entre los perfiles de potenciales "On-Off".

(c) Identificación de zonas con posibles interferencias eléctricas:

Una función adicional de la técnica de CIS es la detección de zonas de la cañería afectadas por posibles interferencias eléctricas, particularmente las interferencias de corriente directa asociadas con cargas y descargas de corriente a través de la tierra desde o hacia sistemas de ductos ajenos. Las zonas de carga de corriente manifiestan aumentos significativos tanto en el perfil de potencial "On" como en el perfil de potencial "Off", sin que existan cambios significativos en la diferencia entre ambos perfiles. Similarmente, las

zonas de *descarga* de corriente manifiestan reducciones inusuales en ambos perfiles de potenciales con una diferencia constante entre ambos perfiles.

En resumen, la técnica de CIS cumple las siguientes funciones:

- (a) Identificación de zonas con inadecuados niveles de protección catódica.
- (b) Identificación de zonas con excesivos niveles de protección catódica.
- (c) Identificación de zonas con posibles deficiencias en la calidad del revestimiento.
- (d) Identificación de zonas afectadas por posibles interferencias eléctricas.

4.1.1.1.1 Procedimiento de trabajo

Para el proceso de inspección CIS considerar las siguientes etapas:

i. Estudio preliminar de la cañería a inspeccionar

Comprende el análisis de la ubicación y diseño de la cañería a inspeccionar; identificación de Estaciones de Prueba (TPs), equipos rectificadores, válvulas, derivaciones, cruces de ruta, etc.

ii. Señalización de la traza de la cañería

Se debe señalizar la traza de la cañería con estacas (banderines) ubicadas cada 50 m de distancia utilizando un detector de cañerías para evitar alejarse del eje de la cañería.

iii. Intervención de los equipos rectificadores

En esta etapa se realiza la instalación de los interruptores de corriente sincronizados por satélite sobre los equipos rectificadores que afecten la zona a inspeccionar. Los ciclos de interrupción de los interruptores conforman una relación determinada de encendido/apagado para evitar la despolarización significativa de la cañería durante el transcurso de los estudios.

Nota: Los interruptores deben ser programados para ciclar sólo durante el día, por la noche deben apagarse y quedar en On los rectificadores para evitar despolarización.

Cada inicio de jornada se debe confirmar la sincronización de los interruptores, comparando los gráficos de onda y verificando si algún interruptor está fuera de sincronismo en cada una de las estaciones de prueba kilométricas.

iv. Relevamiento de potenciales ON-OFF

Una vez realizada la intervención de los equipos rectificadores, se procede al registro de potenciales On-Off a lo largo de la cañería utilizando un equipo de almacenamiento de datos (data logger). A continuación, se describen los pasos comprendidos durante el relevamiento de potenciales:

- a) Las mediciones son realizadas sobre la traza de la cañería con una separación igual a un metro (1 m) entre dos mediciones consecutivas.
- b) En aquellos casos donde la zona de trabajo posee terrenos secos, se procederá a humectar el punto de contacto entre los electrodos de Cu-CuSO₄ saturado y el suelo.

- c) Los datos de potenciales tubo-suelo, que se tomarán deberán considerar el error por caída IR de potenciales, realizando mediciones "Instant-Off" para eliminar dicho error.
- d) Todas las mediciones relevadas serán referidas a las estaciones de prueba (TP) u otros puntos de referencias considerados por la empresa.
- e) Se analizarán todos los cruces y paralelismo con ductos pertenecientes a terceros, los cuales serán referenciados y se tomarán mediciones de sus potenciales y verificar la posibilidad de interferencias eléctricas.
- f) Antes de conectar el equipo a una nueva estación de prueba (TP), se registrarán datos de conexión cercana y caída de IR. También se debe ajustar la longitud medida con el odómetro y la progresiva de la ubicación georreferenciada del TP y el registro de ubicación del TP respecto a la base de datos de YPFB TS.
- g) Se tomará registro como referencias todas aquellas estructuras que se encuentren ubicadas en las cercanías de la traza del ducto.
- h) Se recolectará el cable utilizado durante la inspección y las estacas (banderines) de señalización de la traza de la cañería.
- i) *Si por algún motivo se llevaran a cabo mediciones en un sector donde un rectificador intervenido se encuentre apagado o un interruptor de corriente no funcione correctamente, se deberán repetir las mediciones en los sectores afectados una vez solucionado el problema, el costo que se incurra al realizar esta repetición corre por cuenta del contratista por no identificar el problema a tiempo.*
- j) *Las mediciones para el estudio CIS se deben efectuar en las condiciones que se encuentran en funcionamiento los sistemas de protección catódica (SPC), ya que, si son modificados o regulados los rectificadores, no se podrá verificar la efectividad real del SPC.*
- k) *La sincronización en la colección de datos geo-referenciados deberá ir respecto a la distancia y no de acuerdo a intervalos de tiempo programados.*

v. Evaluación de la efectividad de juntas aislantes

Se procederá a registrar potenciales en ambos lados de la junta aislada para verificar su correcto funcionamiento y confirmar las mediciones con un equipo probador de aislamiento tipo radio frecuencia.

vi. Localización de contactos con estructuras

Los potenciales de caños camisa serán grabados en el colector de datos, y en caso en que este en contacto con la cañería aparecerá como tal para futuras reparaciones.

vii. Estudio de interferencias

Se debe realizar un estudio de interferencias AC/DC y se registrarán potenciales en cruces y/o paralelismo con líneas externas al estudio. Se tomarán registros de potenciales puntuales sobre las mismas por más de 48 hrs. Tanto en el GASURG y terceros. También se tomarán mediciones en zonas próximas a industrias, equipos transformadores, cruces de líneas de alta (LAT) y media tensión (LMT), puestas a tierra de líneas AC cercanos al ducto, sistemas ferroviarios, etc. Se deben registrar todos los cambios de potencial de tubo-suelo, en la locación de captación y descarga de corrientes parásitas.

En caso de que se evidencie interferencias AC y/o DC, se debe presentar una recomendación clara de cómo se mitigará el efecto de interferencia identificado.

Se deberá presentar el informe con el análisis del sistema de protección catódica teniendo en cuenta los criterios definidos por la norma NACE SP0169¹, indicando que sectores cumplen o no con los criterios de protección.

4.1.1.1.2 Relevamiento por técnica DCVG

Una vez presentado el informe preliminar del estudio CIS, la contratista deberá presentar un plan tentativo con los tramos identificados y recomendados a realizar el estudio DCVG, mismo que será validado por YPFB TS para su ejecución,

A continuación, se describen los lineamientos para la ejecución de servicios especializados en protección catódica que consisten en la inspección de revestimiento externo de la tubería por el método DCVG (Direct Current Voltaje Gradient).

Los ductos a ser estudiados cuentan con sistemas de protección catódica en funcionamiento mediante sistemas de corriente impresa. Para el control de los potenciales tubo-suelo se tienen instaladas estaciones de prueba (test points - TP) aproximadamente cada 1 ó 2 km.

4.1.1.1.2.1 Instalación de interruptores de corriente

Los interruptores de corriente ON-OFF sincronizadas vía satélite serán instaladas en las fuentes de corriente impresa y necesariamente deberán ser compatibles entre sí. La contratista será responsable por proveer la tensión de alimentación a los interruptores de corriente a través de baterías o generadores cuando no se pueda utilizar los rectificadores, asegurando el trabajo continuo de los interruptores.

Los interruptores de corriente serán programados con una relación de 2:1 o de la siguiente forma: 0,8 s "ON" y 0,4 s "OFF" o lo que el operador del equipo vea conveniente (previa aprobación del Fiscal de Obra).

Los interruptores serán instalados en el cable positivo (a los ánodos) o negativo (al tubo) de cada fuente de corriente impresa. Deberá haber personal de la contratista, dotada de equipo de comunicación durante la ejecución de la medición de potenciales de tal forma que sea capaz de confirmar el correcto funcionamiento de los interruptores o para reportar problemas de forma inmediata y reprogramar el equipo si fuera necesario.

4.1.1.1.2.2 Inspección de Fallas de Revestimiento por el Método DCVG

La inspección del ducto empleando la técnica de DCVG determinará la condición real de las fallas del revestimiento, identificando la ubicación, severidad y extensión de los defectos en el revestimiento de las tuberías subterráneas.

Los defectos se identifican examinando los gradientes de potencial en la tierra cubriendo las tuberías para determinar la dirección del flujo de las corrientes de protección catódica. Dado que la protección catódica actúa en un flujo de corriente hacia los puntos de acero expuestos en la tubería, los defectos en el revestimiento se pueden identificar individualmente. Los equipos de DCVG deberán ser de alta sensibilidad para permitir la identificación de los defectos más pequeños con una exactitud y precisión de 5cm.

La señal de DCVG debe ser: $150 \text{ mV} \leq [\text{señal}] \leq 700 \text{ mV}$.

¹NACE SP0169-13, Sección 6 – 6.2.

NOTA: El Oferente debe considerar en su propuesta un rectificador auxiliar y su dispensor de corriente temporal, ya que es posible que no se llegue a conseguir una señal adecuada con el sistema de protección catódica existente en algunos tramos del ducto en estudio.

Una vez identificado el defecto, se deberá determinar su criticidad considerando los siguientes parámetros:

a) Tamaño o severidad del defecto²

Categoría	% IR	Tamaño del defecto
1	1 – 15	Pequeño
2	16 – 35	Mediano
3	36 – 60	Grande
4	61 – 100	Muy grande

Todos los defectos deberán tener identificada la profundidad a la cual está la tubería.

b) Extensión del defecto: Puntual o Continuo (P o C)

El sistema de DCVG permite la evaluación de la extensión de los defectos de revestimiento mediante el análisis de los gradientes de voltaje a su alrededor. Los defectos puntuales exhiben gradientes de voltaje circulares en los alrededores de los defectos. Los defectos continuos exhiben gradientes de voltaje deformados con altos cambios en los gradientes en sentido perpendicular a la tubería y en los extremos del defecto, pero con gradientes estables entre el punto de inicio y fin del defecto. Los extremos de los defectos continuos son identificados para determinar la longitud efectiva de la falla, presentando información crítica en cuanto a la longitud de las excavaciones y la cantidad de materiales necesarios para efectuar reparaciones. Existen las siguientes categorías para los defectos:

- *Defectos Puntuales:* Defectos causados por daños aislados en el revestimiento de la tubería (Ej.: daños por máquinas, daños por piedras, etc.)
- *Defectos Continuos:* Defectos causados por daños más extensos en el revestimiento de la tubería (Ej.: grietas micro porosidad, envejecimiento general, etc.)

c) Estado de corrosión del defecto

- *Defectos anódicos:* Defectos con corrosión activa en el acero de la tubería.
- *Defectos catódicos:* Defectos libres de corrosión por la influencia de los sistemas de protección catódica o por la naturaleza pasiva de la tierra.

d) Medición de resistividades del suelo.

Las mediciones de las resistividades del suelo proporcionan una evaluación de la corrosividad de la tierra para cada defecto.

La medición de resistividades se realizará a una profundidad de 150 cm. o a una profundidad promedio del ducto en estudio, en todos los defectos del revestimiento identificados por la técnica DCVG, se debe registrar la profundidad del ducto en cada defecto identificado.

²NACE SP0502-08: Appendix A6.4

La resistividad del suelo se debe medir por el método de los cuatro pines (Wenner) de acuerdo a la norma NACE SP0502. Apéndice A3. Las mediciones se deben realizar de forma perpendicular al ducto.

e) Toma de muestras de suelo para cultivo de bacterias BRS

Se realizarán tomas de muestras de suelo para cultivos de bacterias BRS en los defectos de revestimiento identificados durante los estudios de DCVG, sólo donde se considera que existe una susceptibilidad a la presencia de BRS.

Se deberá tener especial cuidado para realizar la recolección de una muestra de suelo en el entorno inmediato de la zona del revestimiento dañado.

Las muestras de suelos deben extraerse con una espátula o paleta limpia y ser guardadas en un envase plástico con tapa plástica. El recipiente debe llenarse totalmente para desplazar el aire. Inmediatamente cerrado el envase, debe sellarse la tapa con cinta plástica y marcar con un marcador indeleble la ubicación de la muestra, tanto en el envase como en la tapa.

Para ello YPFB TS. recomienda tomar hasta un *máximo de 30 muestras* de suelo para cultivos de bacterias BRS, BAT, BPA, BAnT o BRH. El proponente debe incluir esta actividad en su propuesta económica dentro del ítem de DCVG.

4.1.1.1.3 Categorías de Reparación.

Los datos de los estudios combinados de CIS y DCVG se emplean para elaborar categorías de reparación para cada uno de los defectos de revestimiento localizados durante el desarrollo de los estudios. Para ello se tiene las siguientes categorías de reparación:

A. Plan de urgencia

Esta categoría incluye los defectos de revestimiento donde se considera que existen riesgos para la integridad de la tubería por los efectos de la corrosión externa. Esta condición requiere la revisión y reparación dentro de los 6 meses del descubrimiento del defecto, para evitar que continúe la corrosión del acero de la tubería.

B. Plan de Acción

Esta categoría incluye los defectos de revestimiento donde no se considera que existan riesgos de consideración para la integridad de la tubería por los efectos de la corrosión externa. Se considera que estos defectos representan un impedimento para el correcto funcionamiento de los sistemas de protección catódica de la tubería por los elevados consumos de corriente asociados con los defectos de revestimiento. Esta condición requiere la revisión y reparación dentro de los 2 años desde la identificación del defecto.

CATEGORIA	CRITERIO DE REPARACIÓN	TIPO DE ANOMALIA
A	Plan de Urgencia	Cualquier %IR con carácter:
		anódico – anódico (A-A), o
		Con potenciales Off > -600 mV y
		Resultado cultivo BSR > 10000 unidades/ml
		En suelos con resistividad < 3000 Ohm.cm

TÉRMINOS DE REFERENCIA

B	Plan de Acción	%IR \geq 61% con carácter A-C o C-C, defectos puntuales o continuos
		$36 \leq \%IR \leq 60$ con carácter A-C o C-C, defectos continuos
		-600 \leq potenciales Off > -850 mV y
		Resultado cultivo BSR > 10000 unidades/ml

A-C: Anódico – Catódico.

C-C: Catódico – Catódico.

Todos los defectos identificados deberán ser georreferenciados la ubicación con el GPS – colector de datos y marcados con estacas de madera (5x5x50 cm) de cuchi o similar que sea resistente al deterioro por humedad y termitas, pintadas de color amarillo y códigos alfanuméricos en las cuatro caras de la estaca, adicionalmente y por el posible extravío de las estacas, todos los defectos serán marcados con pelotas plásticas enterradas a un costado de las estacas y a una profundidad de 50 cm.

4.1.1.2 Evaluación Directa

La Evaluación Directa, se realizará mediante excavaciones manuales y serán definidas de acuerdo a los resultados de la Inspección Indirecta.

Una vez entregado el informe del DCVG (preliminar), YPFB TS. Seleccionará hasta **10 sitios o lugares para realizar la inspección directa** (Excavación manual) y validar los resultados del estudio DCVG.

El objetivo de esta actividad es identificar y definir las áreas en las que la actividad de corrosión externa puede estar ocurriendo o no, e identificar la causa raíz, en caso de presencia de corrosión activa.

Se debe exponer la superficie de la tubería para que se pueda hacer las mediciones de espesores y dimensionar las anomalías en la cañería y recolectar datos para evaluar la actividad de corrosión externa considerando las características del suelo y el entorno alrededor de la tubería o segmento que se evalúa para determinar su corrosividad³.

La empresa contratista favorecida deberá movilizar cuadrillas y excavar los puntos seleccionados, donde los datos a recolectar durante la evaluación directa como mínimo deben ser:

1. Medición de resistividad y pH⁴ del suelo, cloruros, sulfuros, sulfatos, sales solubles, etc.
2. pH de la interfase revestimiento dañado – tubería (en caso de presencia de líquido en la interfase) determinar el pH usando el papel prueba de pH (0 – 14) o su equivalente (tipo strips).
3. Identificar causa raíz y tipo de corrosión,
4. Evaluación de la vida remanente del segmento de cañería⁵,

³ ANSI/NACE SP0502 – Appendix C1.3.2

⁴ ANSI/NACE SP0502 – Appendix – A4.3.2.5 - A5

⁵ANSI/NACE SP0502 – Section 6 - 6.2

5. Forma, dimensiones y superficie de revestimiento dañado,
6. Tipo, estado y evaluación de la adherencia del revestimiento⁶,
7. Forma, dimensiones de la eventual anomalía volumétrica,
8. Cultivo de bacterias BAT (Aeróbicas Totales), BPA (Productoras de Acido), BAnT (Anaeróbicas Totales), BRS (Sulfato Reductoras) o BRH (Relacionadas al Hierro), mediante la utilización de kits comerciales,
9. Evaluación de defectos de corrosión externa. Recolección⁷ de datos acerca de productos de corrosión.
10. Tipo de suelo o tipo de electrolito en el que se encuentra sumergido el ducto,
11. Topografía, drenaje y humedad del suelo en el punto,
12. Profundidad de la tubería,
13. Espesores del acero,
14. Potencial de la tubería (tubo – suelo) vs. CSE,
15. Datos para otros análisis de integridad como MIC, SCC, etc.
16. Documentación fotográfica.

NOTA: En caso de que la contratista favorecida dañe el revestimiento del ducto al momento de realizar la excavación o inspección directa, deberá reparar (siempre y cuando el revestimiento del ducto presente buena adherencia) con el mismo tipo de revestimiento o pintura epóxica 100% sólidos (previa buena limpieza), compatible con el revestimiento del ducto para una buena adherencia y verificar que no queden defectos del revestimiento aplicado con Holiday detector (si amerita). A la hora de realizar la inspección directa si se observa que el revestimiento no tiene adherencia en toda el área descubierta no se debe reparar ya que puede extenderse la longitud de reparación hasta encontrar una buena adherencia del revestimiento, por lo tanto, se debe poner en programa de reparación Urgente (categoría A) o Plan de Acción (categoría B) según condiciones de categoría de reparación.

4.1.1.3 Evaluación de Integridad en tramos aéreos del ducto

Se debe realizar evaluación de integridad de todos los tramos aéreos de cada ducto, donde se georreferenciaran e identificarán con coordenadas (UTM) todas las anomalías, ej. corrosión atmosférica, interfases con contactos tubo-suelo, estado de la pintura de la tubería aérea (verificar si existe corrosión localizada ocasionada por algún tipo compuesto orgánico corrosivo), contactos entre el ducto y soportes metálicos tipo “H” (sin aislamiento), abolladuras, arrugas, daños mecánicos por terceros y las ubicaciones de contactos con otras estructuras metálicas, contacto entre el ducto y el suelo por la ausencia o deterioro de soportes (ductos fuera de soportes), etc.

Deberán ser cuantificados, en caso de identificar anomalías o abolladuras con pérdida de espesor, y realizar una evaluación de integridad completa (Medición de espesores, si es posible hacer grillas de espesores, etc.) y determinar causa raíz de la anomalía, dimensionar el defecto (determinar profundidad y longitud del defecto o anomalía) y evaluar la resistencia remanente del segmento (calcular espesor remanente y calcular el factor estimado de reparación) de la tubería de acuerdo a la Norma ASME B31G, RSTRENG, DNV PR-F101.

⁶ANSI/NACE SP0502 – Appendix – B3

⁷ANSI/NACE SP0502 – Appendix – A4

TÉRMINOS DE REFERENCIA

En caso se identifiquen daños (por corrosión, fisuras, rayaduras con pérdida de material, arruga, abolladuras, anomalías de soldadura circunferencial y longitudinal), en la tubería deberán registrar y caracterizar (Posición horaria, progresiva, profundidad, longitud, ancho) y se reportaran inmediatamente en caso de reparación inmediata y de 180 días y en programa de mantenimiento o reparaciones aquellas anomalías con plazo de reparación de 2 años, de acuerdo a los siguientes cuadros:

Tipo de Anomalía	Plazos para su verificación y reparación		
	2 años	180 días	Inmediata
Corrosión generalizada Interna / Externa	ERF (local) > 1 50% < d/t < 80 % en corrosión generalizada 50% < d/t < 80 % en cruces con otros ductos, o que afecta las soldaduras Corrosión sobre o en la soldadura longitudinal	_____	80 % < d/t ó ERF (local) > 1.4
Fisuras			En todos los casos
Rayadura con pérdida de material	12.5 % t < d < 50 % t	50 % t < d < 70 % t	70% t < d
Arruga	_____	_____	Hacer análisis API 579 y estudio de estabilidad de suelo
Anomalía en la soldadura circunferencial	Hacer análisis API 579 o API 1104	_____	_____
Anomalía en la soldadura longitudinal	Hacer análisis API 579	_____	_____

Para abolladuras se tiene:

Tipo de Anomalía	Plazos para su verificación y reparación		
	2 años	180 días	Inmediata
Abolladura en la parte superior del caño con pérdida de metal y fisuras			En todos los casos
Abolladura simple en la parte superior del caño	2 % D < H < 3 % D	3 % D < H < 6 % D	6% D < H
Abolladura en la parte inferior del caño con pérdida de metal y fisuras			En todos los casos
Abolladura simple sobre soldadura (long. ó circular) en la curva	2 % D < H	_____	6% D < H
Abolladura simple en la parte inferior del caño	6% D < H	_____	_____

Se define como parte inferior del caño el área comprendida entre la posición horaria de 4 a 8

Documentación fotográfica de todo lo relevante, de acuerdo a tipo de anomalía.

Todos estos registros se deben presentar en formatos aprobados por YPFB TS. en el informe final con respaldos fotográficos.

4.1.1.4 Colección de datos:

Los datos recolectados de los estudios CIS y DCVG en campo (sin procesar) convertidos en formato Excel, se debe entregar una copia al Fiscal de Obra cada fin de semana para validar los datos y cada fin de mes para poder respaldar en la carga horaria de las OM.

La ubicación de los defectos del revestimiento identificados por DCVG, anomalías identificadas con la evaluación de tramos aéreos y demás datos relevantes, serán georreferenciados (UTM) con un GPS-Colector de datos preciso (Ej.: del tipo Juno SB de Trimble o similar). Si la

contratista cuenta con equipos de características similares o mejor a los requeridos deberán ser presentados en su propuesta para ser evaluados por YPFB TS. y dará su conformidad para su uso, si estos cumplen con las características de los colectores de datos mencionados anteriormente.

4.1.2 Recursos equipos y materiales requeridos

El proponente, debe presentar un listado con cantidades de equipos de medición a ser utilizados para la inspección de los equipos del SPC, equipos para el relevamiento del CIS, DCVG, medición de resistividades, inspección de aislamientos, etc. (El Proponente adjudicado, debe presentar su certificado de calibración vigente de los equipos de medición) y herramientas manuales, disponibles para su uso durante el servicio.

Los equipos de medición y georreferenciación, deben estar en perfecto estado, con una antigüedad no mayor a 5 años de uso o de última generación con mayor precisión.

4.1.3 Recursos humanos y experiencia requeridos

El Proponente debe cumplir, pero no limitarse a lo siguiente:

- El Proponente deberá acreditar y certificar a todo el personal clave requerido a continuación:
- Ingeniero Coordinador o Especialista con sólida formación técnica profesional y Certificación NACE CP4 o CP3, con diez (10) años de experiencia en ingeniería de diseño, mantenimiento, evaluación directa de corrosión externa mediante estudios CIS y DCVG de sistemas de protección catódica, con un mínimo de 2000 km realizados con la técnica CIS y 1500 km realizados con la técnica DCVG y/o ACVG (adjuntar CV)
- Técnico superior Eléctrico/Electrónico o técnico de protección catódica y operador de equipos CIS y DCVG (con Certificación CP1 o CP2 mayor consideración en la evaluación), con al menos cinco (5) años de experiencia y con un mínimo de 1500 Km realizados con la técnica CIS y 1000 km realizados con la técnica DCVG (adjuntar CV).
- Ayudante (s) con al menos 1 años de experiencia y conocimientos de trabajos relacionados a los estudios CIS y DCVG y el mantenimiento de protección catódica, (adjuntar CV).

NOTA: El Proponente adjudicado debe presentar toda la documentación solicitada en las Directrices de SSMS de acuerdo al manual S2-m02, de todo el personal propuesto para ser habilitado antes de iniciar el servicio.

El Proponente adjudicado al NO presentar el personal calificado propuesto o los equipos propuestos al inicio o durante la ejecución del Proyecto, será motivo suficiente para la cancelación del Contrato sin derecho a reclamo por parte de la empresa adjudicataria del servicio. Sólo podrán ser reemplazados los profesionales encargados durante la ejecución de los trabajos con la aprobación del Fiscal del proyecto.

4.1.4 Plan de Trabajo,

El Proponente deberá presentar un plan de trabajo detallado:

- Para todas las actividades de la inspección CIS y DCVG del servicio.
- La cantidad de personal a utilizar (líder del servicio y personal de apoyo).
- Equipos y tecnología a ser aplicada.

4.1.5 Cronograma de Actividades

El proponente debe presentar un cronograma de las actividades a realizar, reflejando los plazos de ejecución para cada actividad a ser ejecutada (diagrama de Gantt - MS Project). Se considera un Plazo máximo de 200 días calendario para la ejecución del servicio, contabilizados a partir de la Orden de Proceder.

El Proveedor adjudicado debe enviar a YPFB TS. el cronograma actualizado antes de iniciar las actividades y durante la ejecución toda vez que se solicite el avance del proyecto.

4.1.6 Organigrama

Se requiere que el Oferente presente un organigrama y será motivo de evaluación la estructura organizacional del personal propuesto, que será responsable de la realización de los trabajos solicitados.

El personal propuesto deberá figurar en el organigrama de trabajo y firmar una carta de compromiso.

4.1.7 Experiencia de la empresa

Se requiere que el proponente presente Currículum de la empresa con una experiencia específica (evidenciada – certificados) de al menos 5 años en sistemas de protección catódica (SPC) (estudios de evaluación directa de corrosión externa mediante las técnicas de CIS y DCVG, Ingeniería de diseño, instalación, inspección y mantenimiento preventivo), indicando los periodos y clientes de servicios similares que han sido ejecutados.

4.1.8 Normas / Regulaciones Técnicas

Para la ejecución de los servicios se debe cumplir las Normas y procedimientos de aplicación:

- ✓ Norma NACE SP0169 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- ✓ Norma NACE SP0286 Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines
- ✓ Norma NACE SP0104 The Use of Coupons for Cathodic Protection Monitoring Applications
- ✓ Norma NACE TM0497 Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- ✓ Instructivo de Trabajo O2-i83 – 2023 Control de corrosión externa por sistemas de protección catódica.

- *Registros:*
- O2-i83.1 Inspección y mantenimiento de Termogeneradores
- O2-i83.2 Inspección y mantenimiento de Rectificadores
- O2-i83.5 Inspección de aislamientos (Juntas Monolíticas y ánodos de zinc)

4.1.9 Garantías/Certificaciones técnicas

El Proponente adjudicado debe presentar el listado de los equipos de medición con su certificado de calibración vigente, **por un ente especializado externo** (no se aceptará certificados de calibración de la misma Contratista) y deben presentar certificado de calibración del patrón con el que se calibró.

4.1.10 Inspección Previa/ Consultas/ Reunión de Aclaración

No se hará inspección previa, si se tendrá reunión previa de aclaración, los proponentes interesados pueden realizar consultas al TDR por correo vía GCON y serán respondidas las mismas.

4.1.11 Entregables

La contratista debe presentar un **Informe por Ducto** con toda la información en copia dura (impresa) y digital (editable Informes en Word y planillas o formatos (sujetos a revisión de YPFB TS) en Excel y PDF - Informe completo con firma) incluyendo el análisis e interpretación de los resultados, conclusión y las recomendaciones de mejoras que el caso amerite, categorizando la criticidad según criterio de reparación; y un Plan de Acción del proyecto de manera que permitan determinar el estado de las líneas de manera íntegra, a fin de tomar las acciones correctivas y preventivas a corto y mediano plazo.

- Para una mejor visualización y comprensión, se debe presentar un perfil de alineación de todos los estudios CIS (Pot. ON/OFF y AC), DCVG (% IR, perfil de Gradiente de Voltaje, defectos Categoría A y B) y Resistividades.
- El Contratista deberá presentar un Programa de Mantenimiento con las acciones correctivas recomendadas de los sistemas de protección catódica del GASYRG.
- El Contratista llevará registros de todos los trabajos ejecutados y deberá confeccionar un archivo para cada uno de los componentes del gasoducto, de manera de llevar un histórico del mantenimiento de los mismos.
- El Contratista informará diariamente mediante el RDO al Responsable (Fiscal Obra/Servicio) de Protección Catódica por correo electrónico, donde se debe detallar las actividades realizadas en el campo por día y el porcentaje de avance del servicio.
- El Contratista deberán entregar la información descargada de los equipos utilizados en **ambos estudios CIS y DCVG en su formato original y Excel**.
- Se deberá especificar el sistema de referencia geográfica utilizado en presentación de los datos georreferenciados, así como también se debe especificar la precisión del equipo utilizado en caso diferente al solicitado.
- Los informes que no sean elaborados bajo las especificaciones descritas y registros indicados, serán devueltos al Contratista, sin revisión alguna.

5. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación, se detallan las condiciones y normas administrativas de YPFB TS aplicables al servicio, a las cuales se debe regir el ofertante, como ser:

5.1 Duración (plazos) de los servicios

YPFB TS considera para el presente servicio una duración máxima de 210 días calendario.

5.2 Logística, Alimentación, Transporte y Alojamiento

El Proponente adjudicado, cubrirá los costos de logística, alimentación, hospedaje y transporte, tomando en cuenta el S2-m02, por lo tanto, debe incluir en su propuesta económica como parte de las actividades a realizar:

- Provisión del EPP necesarios para el personal involucrado con este servicio, de acuerdo a S2-m02.
- Provisión de las herramientas manuales y equipos necesarios para este servicio.
- Provisión de instrumentos para medición: Multímetro digital (de alta impedancia), electrodo de referencia Cu/CuSO₄ saturado, medidor de resistividad, data logger, GPS, interruptores de corriente, detector de metales. Los instrumentos o equipos de medición deberán contar con certificado de calibración vigente, calibrados por un ente calificado externo.
- Proveerá los interruptores de corriente con sincronización satelital para el monitoreo ON/OFF, en cantidad necesaria.
- Provisión de todos los consumibles a ser usados para la realización del presente servicio (lijas, trapos, desengrasante, cepillos, brochas, cinta aislante, sellantes, etc.)
- Provisión de EPP e insumos de Bioseguridad, de acuerdo a Requisitos de Bioseguridad para Contratistas S2-m01.
- Es responsable del recojo y manejo de residuos originados durante la ejecución del servicio.
- Las camionetas a ser usadas no deberán tener más de cinco años de uso y antigüedad, contabilizados al 31 de diciembre del año en curso.
- El Contratista durante la ejecución de las actividades del servicio, debe enviar todos los días su planificación de viaje (s1p07.2), de cada camioneta, por correo al Fiscal de Obra.
- El Contratista deberá contar con un teléfono satelital durante sus recorridos.

5.3 Modalidad de Pago

La forma de pagos se realizará en función al porcentaje de avance de obra, siendo aplicables para efectos del cálculo del avance, los precios unitarios.

El plazo regular de pago a proveedores es de 30 días calendario una vez presentada la factura a Cuentas por Pagar. (de acuerdo al Procedimiento de Pagos A4-p03. – en la medida aplicable)

El RDO del Servicio será el respaldo del Boletín de Medición (BM) y deben ser enviados juntos para su aprobación, el BM aprobado sirve para la facturación del servicio. **El pago será solamente por el servicio realizado.** A la BM se debe adjuntar también la documentación indicada en la S2-m02 (2.1.3), para la aprobación e inicio del proceso de pago.

Todo pago adicional se hará mediante solicitud de orden de cambio autorizada por YPFB TS y se hará tomando en cuenta los precios unitarios que hayan sido dados por el contratista.

5.4 Forma de Adjudicación

La adjudicación se realizará por el total del servicio.

6. ANEXOS E

Los documentos que forman parte del presente Términos de Referencia y que describen ciertas características o información técnica adicional que los proponentes deben conocer y considerar para la elaboración de sus ofertas.

Anexo E-1 – Plano de accesos al GASYRG

Anexo E-2 – Lista de PTE del GASYRG

Anexo E-3 – Planos de dispositivos de mitigación

Anexo E-4 – Planos de Estaciones Superficiales Equipos SPC

Anexo E-5 – Directrices SSMS (S2-m02)

Anexo E-6 – Extensión GASYRG – GIJA

Anexo E-7 – Matriz de Evaluación de Ofertas