

## **Declaración de Trabajo**

Sistema de Telegestión y Centro de Control de Alumbrado

Programa: Programa de Eficiencia Energética de la República Dominicana (DR-L1122)

Financiamiento: BID / JICA

**Ministerio de Energía y Minas (MEMRD)**  
**Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP)**

## Contenido

1.	Antecedentes.....	4
2.	Introducción.....	4
3.	Objetivo.....	4
4.	Alcance.....	5
5.	Periodo de Ejecución.....	8
6.	Lugar de Ejecución.....	8
7.	Requerimientos Técnicos y Funcionales.....	9
7.1.	Requerimientos Capa Física o de Hardware.....	9
7.2.	Requerimientos de Infraestructura Tecnológica.....	9
7.3.	Requerimientos Funcionales.....	10
7.4.	Requerimientos Técnicos de Interoperabilidad.....	11
7.4.1.	Requerimientos de Arquitectura y Comunicación.....	11
7.5.	Requerimientos de Funcionalidad Específica (APIs).....	12
7.5.1.	Tele medición y Datos Operacionales (/api/tele medición).....	12
7.5.2.	Control y Ejecución de Comandos (/api/control).....	12
7.5.3.	Integración con Facturación y MDMS (/api/facturación).....	12
7.5.4.	Gestión de Activos y Maestros (/api/activos).....	13
7.6.	Estándares y Cumplimiento.....	13
8.	Materiales a suministrar.....	13
8.1.	Nodo de Tele gestión.....	13
8.2.	Gateway.....	16
8.3.	Sistema de Almacenamiento.....	16
8.3.1.	Plataforma de Gestión.....	17
8.4.	Ciberseguridad.....	19
8.5.	Cumplimiento Reglamentario.....	20
9.	Garantía.....	21
10.	Estructura y Personal.....	22
11.	Brigadas.....	26
12.	Requerimientos del Trabajo.....	26
a.	Fase Inicial (Planificación).....	26
b.	Fase de Implementación.....	26
c.	Fase de Pruebas y Cierre.....	27

Declaración de Trabajo Implementación Sistema de Tele Gestión y Centro de Control de AP.  
Financiamiento BID 4962/OC-DR

13.	Requerimientos Normativos, Ambientales y de Seguridad.....	27
14.	Cronograma e Hitos.....	27
15.	Otros Requerimientos.....	28
16.	Penalidades y Sanciones.....	28

## 1. Antecedentes.

En el marco de la Estrategia Nacional de Desarrollo, de las políticas nacionales de eficiencia energética y sostenibilidad del sector eléctrico, el Gobierno de la República Dominicana ejecuta el Programa de Eficiencia Energética de la República Dominicana (DR-L1122), a través de la Unidad Ejecutora del Proyecto (UEP) del Ministerio de Energía y Minas (MEMRD) y las Direcciones de Proyectos de EDESUR, EDENORTE y EDEESTE con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), con mira a coadyuvar, ha definido la necesidad de modernizar la gestión del alumbrado público mediante la implantación de sistemas de tele gestión y centros de control inteligentes.

Esta iniciativa busca mejorar la eficiencia operativa, reducir pérdidas energéticas, optimizar los costos de mantenimiento y fortalecer la calidad del servicio, mediante el uso de tecnologías de comunicación, monitoreo y control remoto de luminarias LED, alineadas con estándares internacionales y normativas nacionales vigentes.

## 2. Introducción.

Esta Declaración de Trabajo define el alcance, las actividades, el hardware, licencias, los servicios y los criterios de éxito para implementar el proyecto “**Sistema de Tele Gestión y Centro de Control de Alumbrado Público**” que se llevará a cabo en las zonas de concesión de las EDES.

## 3. Objetivo.

El objeto de este proceso es la implantación de un centro de control de alumbrado público en cada una de las EDEs. Para ello, se instalará en todas las luminarias de tecnología LED un nodo de comunicación y control, con protocolo NEMA 7. Para la comunicación de los datos de monitorización de las luminarias se instalarán un total de 1,036 dispositivos Gateways con protocolo de comunicación LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH. Cada Gateway agrupará  $\geq 200$  luminarias y la comunicación con el servidor de almacenamiento de datos se realizará mediante Tecnologías RF soportadas, LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH.

Para la telegestión de la instalación de alumbrado público se deberá habilitar una plataforma de gestión con capacidad de monitorización y control remoto de la instalación.

#### **4. Alcance.**

El alcance de este proyecto incluye el suministro, instalación, configuración, integración, pruebas y puesta en operación de una solución tecnológica integral de tele gestión de alumbrado público, conforme a las especificaciones técnicas proporcionadas por las EDES y la Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP) del Ministerio de Energía y Minas (MEMRD). Incluye los siguientes equipos y licencias:

- **Suministro e instalación de nodos de comunicación y control.**

El contratista deberá llevar a cabo el suministro e instalación de nodos de comunicación y control en la totalidad de las luminarias LED de los lotes de la licitación No. MEM-BID-LPI-2026-001, asegurando que cada nodo disponga de protocolo NEMA 7 y sea plenamente compatible con la luminaria en la que se instale. Se deberán realizar las adaptaciones necesarias para garantizar su correcta fijación y protección frente a agentes externos, cumpliendo con los grados de protección IP e IK establecidos. Una vez instalado, cada nodo deberá ser verificado para confirmar su comunicación efectiva con el Gateway asignado mediante RF basada en protocolo LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH, asegurando que la transmisión de datos es estable y continua.

- **Estudio de cobertura para el despliegue de la red de comunicación.**

Para garantizar un despliegue eficiente, fiable y optimizado de la red de comunicación LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH, resulta imprescindible realizar un estudio de cobertura detallado previo a la implantación definitiva. Este estudio permitirá determinar con precisión la cantidad de Gateways necesarios y sus ubicaciones óptimas, asegurando la calidad de la señal, la continuidad del servicio y la adecuada conectividad de los dispositivos presentes en el ámbito del proyecto. El objetivo principal es evaluar la idoneidad de distintas ubicaciones potenciales y extraer conclusiones fundamentadas mediante un proceso metodológico que combina análisis técnico, consideraciones del entorno y pruebas físicas. El estudio se apoyará en una simulación detallada que integrará los factores clave que influyen en el comportamiento real de la tecnología LoRaWAN,

Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH en el terreno.

El método de trabajo propuesto incluye los siguientes aspectos:

1. **Consideraciones del terreno:** análisis de la orografía, presencia de obstáculos, características urbanas o rurales, y cualquier otro elemento físico que pueda afectar la propagación de la señal.
2. **Consideraciones de la tecnología seleccionada:** evaluación de los parámetros propios de , LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH(frecuencias, potencia de transmisión, tipo de antenas, factores de propagación, entre otros).
3. **Tipificación de zonas:** clasificación del área de estudio en función de su morfología (urbana, periurbana, rural, industrial, forestal, etc.) para simular comportamientos diferenciados cuando sea necesario.
4. **Propuesta y análisis de ubicaciones:** identificación de posibles puntos de instalación de gateways, valorando altura, accesibilidad, infraestructura disponible y proyección de cobertura.
5. **Otros parámetros relevantes:** inclusión de cualquier condicionante técnico, regulatorio o logístico que pueda influir en el despliegue de la red.
6. **Configuración de la simulación y análisis de resultados:** ejecución de modelos de propagación y simulaciones de cobertura, junto con pruebas físicas de verificación, para obtener una valoración precisa del rendimiento esperado.

- **Suministro e instalación de dispositivos Gateway.**

Asimismo, el adjudicatario deberá suministrar e instalar un total de 1,036 dispositivos Gateway con protocolo LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH, ubicándolos estratégicamente para optimizar la cobertura y la eficiencia de la red de comunicación. Cada Gateway deberá configurarse para gestionar un máximo de 200 luminarias, con parámetros de comunicación correctamente asignados y verificados. Las instalaciones deberán cumplir con los requisitos de protección frente a la intemperie y contar con una alimentación eléctrica estable. Antes de su puesta en servicio, se realizarán pruebas de alcance y fiabilidad para confirmar la cobertura y el rendimiento de la comunicación con las luminarias correspondientes.

- **Configuración de la comunicación de datos.**

En relación con la comunicación de datos, el contratista deberá establecer la transmisión mediante red móvil, priorizando la tecnología, LoRaWAN, Zigbee, Wi-

Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH y habilitando automáticamente la conexión 3G en aquellas ubicaciones donde la cobertura LTE sea insuficiente. Deberá garantizarse que todos los equipos cuentan con tarjetas SIM y configuraciones de conexión adecuadas, así como con sistemas de cifrado y protocolos de seguridad que salvaguarden la integridad y confidencialidad de la información transmitida.

- **Implantación de plataforma de tele gestión.**

El adjudicatario será responsable de la implantación de una plataforma de tele gestión que permita la monitorización y el control remoto de la totalidad de la instalación de alumbrado público. Dicha plataforma deberá configurarse para recibir, almacenar y procesar en tiempo real los datos procedentes de todas las luminarias y Gateways, posibilitando la generación de informes históricos, la emisión de alertas y la ejecución de acciones de control. Se deberá garantizar su integración con protocolos NEMA 7 y LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH, así como integración con sistemas de gestión de datos MDM mediante APIs y posibles ampliaciones futuras, y asegurar un acceso seguro mediante autenticación y gestión de permisos.

- **Pruebas y puesta en servicio.**

Previo a la recepción definitiva, se deberán realizar pruebas funcionales y de integración en todo el sistema, comprobando el correcto funcionamiento de cada nodo, de los Gateway y de la plataforma de tele gestión. Las pruebas deberán incluir el control remoto de las luminarias, la verificación de los datos de monitorización y la comprobación de la estabilidad de las comunicaciones. El resultado de las pruebas, junto con la configuración final de todos los equipos, se documentará en un informe detallado que será entregado a la Administración. La aceptación de la instalación quedará condicionada a la superación satisfactoria de todas las pruebas y validaciones.

- **Documentación y formación.**

El contratista deberá entregar toda la documentación técnica asociada al sistema instalado, incluyendo manuales de usuario, esquemas eléctricos, planos de ubicación de los Gateway y descripciones de configuración. Además, proporcionará formación teórica y práctica al personal designado por la Administración, de forma que puedan

operar y gestionar la plataforma de tele gestión de manera autónoma, así como actuar ante incidencias o averías básicas.

El contratista será responsable de entregar una solución completamente funcional, cumpliendo con los requisitos técnicos, normativos y de ciberseguridad definidos en la documentación de licitación.

Se destaca que el alcance de los trabajos expuestos **NO ES LIMITATIVO**. Será responsabilidad del adjudicatario ejecutar correctamente todas las labores necesarias para entregar una **INSTALACIÓN COMPLETAMENTE FUNCIONAL**, de acuerdo con las condiciones establecidas en la documentación de la licitación.

## **5. Periodo de Ejecución.**

Los trabajos iniciarán a partir de la firma del contrato y la emisión de la orden de inicio correspondiente. El plazo de ejecución estimado para la solución tecnológica es de **dieciocho (18) meses calendario**, incluyendo:

- Fase de planificación y diseño detallado.
- Fase de despliegue e instalación.
- Fase de pruebas, puesta en servicio y cierre técnico.

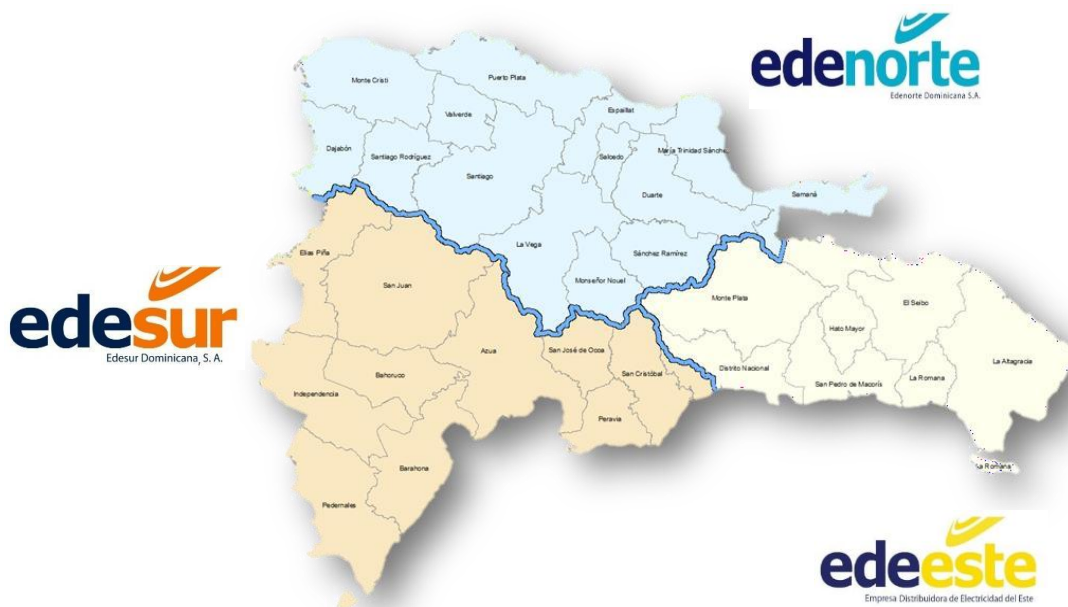
El cronograma definitivo deberá ser presentado por el contratista y aprobado por las EDEs.

## **6. Lugar de Ejecución.**

La ejecución del proyecto se realizará en las zonas de concesión de **EDESUR, EDENORTE y EDEESTE**, incluyendo áreas urbanas, periurbanas y rurales de sus respectivos territorios de concesión, según los polígonos definidos en los documentos técnicos del proyecto.

El centro de control y la plataforma de gestión podrá implementarse bajo modalidad **On-Premises**, de acuerdo con la propuesta adjudicada.

La siguiente figura muestra el área de concesión de las tres EDES en cuestión:



## 7. Requerimientos Técnicos y Funcionales.

### 7.1. Requerimientos Capa Física o de Hardware.

En este apartado se describen todos los dispositivos y elementos físicos instalados en campo que permitirán la captura, ejecución y transmisión de datos.

Ítems	Descripción	Cantidad			Total
		EDESUR	EDE NORTE	EDEESTE	
1	Nodo y/o Sensor	62,122	69,202	74,937	206,261
2	Gateway	312	348	376	1,036
3	Base Para Gateway	312	348	376	1,036
4	Simcards Para Gateway	312	348	376	1,036
5	Conectividad inalámbrica LTE (Gateway/Servidor con Reportes cuarto horarios)	312	348	376	1,036
6	Dispositivo para medir la intensidad de la señal RF	1	1	1	3
7	Software Saas (licencia, Hosting, Mantenimiento) anual	12	12	12	36
8	Licencia para-Luminarias	62,122	69,202	74,937	206,261
9	Licencia para- Gateway	312	348	376	1,036

### 7.2. Requerimientos de Infraestructura Tecnológica.

Req #	Descripción	Especificaciones Técnicas
1	Modelo de Licenciamiento	On - premises

Req #	Descripción	Especificaciones Técnicas
2	Servidor físico o virtual con redundancia RAID, procesador Xeon o equivalente, ≥128 GB de RAM, discos SSD de al menos 2 TB.	Según el estándar de nuestro data center, los equipos están homologados con servidores Dell con dos power supply con salida de calor hacia atrás y organizadores de cableado, en caso de no ser Dell deben traer estas especificaciones
3	Licencias Base de datos (SQL Server, Oracle)	SQL Server 2022 o superior / Oracle 19C
4	Sistema operativo Linux (Ubuntu, CentOS) o Windows Server	Ubuntu server 22.04 LTS / CentOS 7 / Windows server 2022 (o superior)

### 7.3. Requerimientos Funcionales.

En este apartado se describen las principales funcionalidades que debe tener el HES.

Ítem	Principales Funcionalidades HES
1	Posibilidad de creación de zonas para delimitar los lugares donde serán instalados las luminarias y gateway + Corelación entre gateway y luminaria
2	Configuración puntual y masiva de: Clientes, Luminarias y Gateway
3	Posibilidad de creación de tareas para obtener información procedente de las luminarias y gateway
4	Reporte de clientes, luminarias y gateway creados en el software
5	Modulo para auditoria de todas las operaciones realizadas en el software por los usuarios
6	Configuración de umbral de corriente, energía para luminarias (que las luminarias se desconecten si exceden el valor configurado)
7	Visualización en tiempo real y almacenamiento histórico
8	Ejecución puntual y masiva de comandos de lectura, conexión y desconexión de luminarias
9	Lectura remota de parámetros eléctricos
10	Perfiles de consumo
11	Exportar información de todos los módulos del software en distintos formatos como XLS, CSV,PDF,TXT, ETC
12	Reportes para consulta de lectura de parámetros eléctricos
13	Alarmas y eventos
14	Mecanismo de lectura Push y Pull
15	Reporte para el monitoreo del estado de la comunicación de las luminarias/nodos, gateway, nivel de señal. Esta información debe ser visualizada de forma gráfica (posibilidad de gráfico evolutivo). Data consumida por equipos.
16	Sincronización de Reloj de forma puntual y masiva si aplica
17	Sincronización automática fecha/hora
18	Consulta de estado de comunicación en tiempo real (On Demand) de luminarias/nodos, gateway
19	Actualización de versión de firmware forma puntual y masiva de nodos
20	Contar con módulo GIS para georeferenciar equipos de medida tales como nodos, gateway
21	Integración con sistema de Gestión de Telemedidos (análisis puntual o global del comportamiento de las luminarias, proyecciones de consumo, balances energéticos, tele facturación, tele corte, análisis efectividad de comunicación) (Web Service)
22	Integración con los sistemas comerciales y MDMS con la finalidad de automatizar las actividades de facturación y financiero

Ítem	Principales Funcionalidades HES
23	Roles de Usuarios
24	Active Directory (AD)

#### 7.4. Requerimientos Técnicos de Interoperabilidad.

Establecer los requerimientos técnicos obligatorios que el Sistema de Alumbrado Público (AP) debe cumplir para garantizar la interoperabilidad con sistemas paralelos internos (Facturación, MDMS, GIS, Gestión de Activos). El sistema AP debe exponer interfaces de programación de aplicaciones (APIs) robustas y seguras para permitir la consulta de datos, la manipulación de comandos y la gestión remota de las funciones de Alumbrado Público (AP).

##### 7.4.1. Requerimientos de Arquitectura y Comunicación.

El sistema AP debe adherirse a los siguientes estándares de comunicación para sus interfaces de interoperabilidad:

Requerimiento Técnico	Detalle y Especificación
<b>Protocolo de Comunicación</b>	RESTful Web Services (API REST). Las APIs deben ser <i>stateless</i> y seguir los principios REST.
<b>Formato de Intercambio</b>	JSON (JavaScript Object Notation) es obligatorio para el cuerpo de las solicitudes y respuestas. Se aceptará XML solo si es un requisito de un sistema legado específico.
<b>Seguridad y Autenticación</b>	Implementación de <b>OAuth 2.0</b> o <b>JSON Web Tokens (JWT)</b> . Cada sistema integrador debe obtener un token de acceso y solo tendrá permisos (scopes) definidos para sus funciones específicas.
<b>Documentación de la API</b>	Proveer documentación completa, interactiva y actualizada bajo el estándar <b>OpenAPI Specification (Swagger)</b> . Debe incluir modelos de datos, <i>endpoints</i> (recursos), parámetros obligatorios, y códigos de error.
<b>Rendimiento y Latencia</b>	La latencia de respuesta para las APIs de consulta de datos debe ser inferior a <b>500 ms</b> en el 95% de las llamadas.
<b>Gestión de Carga</b>	Implementación de <b>Rate Limiting</b> (límite de peticiones por tiempo) para proteger el sistema central de sobrecargas por parte de los sistemas integradores.
<b>Códigos de Respuesta</b>	Uso estricto de los códigos de estado HTTP estándar (200, 201, 400, 401, 403, 404, 500) con mensajes de error detallados en el cuerpo de la respuesta.

## 7.5. Requerimientos de Funcionalidad Específica (APIs).

El sistema AP debe exponer conjuntos de APIs para cubrir las siguientes áreas funcionales:

### 7.5.1. Tele medición y Datos Operacionales (/api/tele medición).

APIs requeridas para acceder a las mediciones y el estado operativo de los activos.

Requerimiento Funcional	Descripción del Recurso (Ejemplo de Endpoint)
<b>Consulta de Lecturas de Consumo</b>	Obtener mediciones agregadas (kWh, V, A) en un rango de fecha.
<b>Consulta de Estado Operacional</b>	Obtener el estado actual (Encendido/Apagado/Falla) y parámetros técnicos (Temperatura, Voltaje).
<b>Eventos y Alarmas</b>	API para consultar (o mecanismo de <b>Webhook</b> para recibir) la notificación inmediata de eventos críticos (ej. fallo de comunicación, manipulación, apagón).

### 7.5.2. Control y Ejecución de Comandos (/api/control).

APIs requeridas para que sistemas externos puedan manipular el funcionamiento del alumbrado.

Requerimiento Funcional	Descripción del Recurso (Ejemplo de Endpoint)
<b>Control ON/OFF y Dimmerización</b>	Enviar comando de encendido, apagado o <i>dimming</i> (0-100%) a una luminaria o grupo de luminarias.
<b>Telecorte y Reconexión</b>	Ejecutar la orden de <i>Telecorte</i> o <i>Reconexión</i> del servicio eléctrico a nivel de controlador.
<b>Gestión de Perfiles</b>	API para que sistemas de optimización puedan cargar o actualizar perfiles de dimming programados (horarios y niveles).

### 7.5.3. Integración con Facturación y MDMS (/api/facturación).

APIs requeridas para la transferencia de datos de consumo validados.

Requerimiento Funcional	Descripción del Recurso (Ejemplo de Endpoint)
<b>Extracción de Consumo Consolidado</b>	API para obtener el resumen de consumo energético validado (por periodo y circuito/tarifa) requerido por el MDMS o el sistema de facturación.
<b>Cierre de Ciclo de Facturación</b>	Capacidad de marcar o notificar al sistema AP el cierre de un ciclo de facturación para la consolidación de datos.

#### 7.5.4. Gestión de Activos y Maestros (/api/activos).

APIs requeridas para coordinar la información de inventario y datos maestros (GIS/DMS).

Requerimiento Funcional	Descripción del Recurso (Ejemplo de Endpoint)
<b>Consulta de Inventario Detallado</b>	Obtener el listado de activos (luminarias, controladores, nodos) con todos sus atributos (modelo, coordenadas GPS, fecha de instalación).
<b>Actualización de Metadatos de Activos</b>	API para que un sistema externo (ej. GIS o DMS) pueda actualizar la información de mantenimiento, estado físico o ubicación de un activo.
<b>Consulta de Geometría y Ubicación</b>	API para obtener los datos de ubicación geoespacial de los activos.

#### 7.6. Estándares y Cumplimiento.

Requerimiento de Estándar	Detalle y Especificación
<b>Modelo de Datos</b>	Se valorará la adherencia, donde sea aplicable, a modelos de datos de referencia del sector <i>Smart Grid</i> (ej. <b>CIM - Common Information Model</b> ) para la descripción de la energía y los activos.
<b>Traza de Auditoría</b>	Todas las llamadas de la API de control y Ejecución de Comandos deben ser registradas con fines de auditoría, incluyendo el sistema solicitante, el comando enviado, el <i>timestamp</i> y el resultado final de la ejecución.

### 8. Materiales a suministrar.

Todo el material a suministrar e instalar deberá cumplir todas las características técnicas especificadas en el presente Pliego.

#### 8.1. Nodo de Tele gestión.

El nodo de comunicación y control es un dispositivo plug- and-play que se instala en la parte exterior de la luminaria a través de una conexión tipo Nema 7, para permitir el fácil acceso y actuación por parte de los técnicos de mantenimiento. Este sistema es compatible con cualquier luminaria que disponga conexión tipo Zhaga y un driver Dali2 con certificado D4i, o conexión tipo NEMA 7 y un driver con regulación 1-10V o 0-10V.

A continuación, se detallan las principales características y funcionalidades de este elemento:

- **Base o socket de conexión** según el estándar ANSI C136.41/2020, compatible con las bases NEMA y Zhaga.
- **Puesta en marcha automática**, cada nodo, una vez instalado, se conecta automáticamente a la plataforma de gestión.
- **GPS integrado** para la geolocalización precisa y automática de cada punto de luz sobre el mapa.
- **Medidor de consumo** para supervisar el funcionamiento de las luminarias y detectar averías o anomalías en la red eléctrica. Las especificaciones técnicas del medidor de consumo deberán cumplir con los requerimientos establecidos en el documento NRD-AE-III-09-01-04-00, versión 02: “NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES ELECTRICAS DE DISTRIBUCIÓN-MEDIDORES ELECTRÓNICOS REGULARES TIPO SOCKET” publicado por la SIE – Superintendencia de Electricidad en diciembre 2022. El sistema de medida deberá disponer de una precisión comercial y ser certificado previo a la pruebas y entrega de los equipos por el INDOCAL, conforme al Reglamento Técnico Metrológico – TRM-001 2015 o vigente y a la norma IEC 62058-11.

Los principales parámetros a medir son como mínimo los siguientes:

- Potencia instantánea (W)
  - Energía activa (kWh)
  - Energía reactiva (KVAR)
  - Voltaje (V)
  - Corriente (A)
  - Factor de potencia
- 
- **Función de detección de fallos** para poder detectar incidencias y/o anomalías en el funcionamiento de la instalación como por ejemplo el fallo de lámpara, corte de energía, baja corriente, sobre corriente, bajo voltaje, sobrevoltaje, sobre temperatura, encendido y apagado anormal de luminarias, fallo en el suministro de energía, etc.
  - **Conexión a la red de comunicación** inalámbrica Tecnologías RF soportadas, compatible con soporte LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH . La comunicación se realizará según el estándar LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH garantizando asimismo la compatibilidad con múltiples categorías.

El equipo de comunicación deberá contar con un certificado de homologación del INDOTEL y, por lo general, se deberá dar cumplimiento al documento de Planilla de Datos Garantizados: EETTEE-RM-01 “ESPECIFICACIONES ESPECIALES PARA LOS MEDIDORES/DCU CON RED MOVIL” publicado por el Consejo Unificado Empresas Distribuidora en octubre de 2024.

- **Comunicación bidireccional** para permitir tanto la lectura como la actuación sobre el nodo de forma remota. De esta manera se garantiza el acceso a los datos de cada luminaria y, al mismo tiempo, es posible modificar los parámetros de funcionamiento de las mismas, como por ejemplo modificar la curva de regulación o el horario de funcionamiento. Todo ello de forma remota mediante el software de tele gestión.
- **Función de configuración remota** de parámetros de comunicación de operación mediante el software de gestión.
- **Función de memoria masiva.** Capacidad de almacenamiento de datos de la instalación para un periodo de tiempo  $\geq 60$  días, para no perder ningún dato en el caso en que la comunicación con el sistema de gestión centralizado se interrumpa.
- **Características constructiva y parámetros de funcionamiento,** se resumen en el punto 7 de la PDTG del Nodo de tele gestión.
- **Garantía:** se estable una garantía mínima por defectos de fábrica de 3 años y una vida útil del producto garantizada de 8 años.
- **Normativa de aplicación,** para cumplir con los estándares de calidad establecidos:
  - ANSI C12.1
  - AINSI C12.20
  - ANSI C136.41/2020
  - NEMA 3
  - IEC-62053-21
  - IEC 62058-11
  - IEC-60529

Adicionalmente se requieren las siguientes certificaciones:

- Certificación ISO-9001 del fabricante.
- Certificación del sistema de medida de INDOCAL.
- Certificación de homologación del equipo de comunicación de INDOTEL.

## 8.2. Gateway.

En el contexto de los sistemas de alumbrado público inteligente, un gateway es un dispositivo clave que actúa como puente de comunicación entre las luminarias instaladas en campo y el servidor central de gestión. Su función principal es recoger los datos enviados por las luminarias a través de tecnologías de radiofrecuencia (RF) LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH y transmitirlos al servidor mediante una conexión móvil LTE.

Además de servir como enlace de comunicación, el gateway permite la gestión remota de cada punto de luz, como el encendido, apagado o la regulación de intensidad, y asegura que la información fluya de forma segura, confiable y en tiempo real. Su diseño debe ser robusto para resistir condiciones ambientales adversas, contar con almacenamiento local en caso de pérdida de conectividad, y estar preparado para operar en redes móviles locales como las de Claro o Altice en la República Dominicana.

A continuación, se indican los requerimientos técnicos para un gateway de monitorización de la instalación de alumbrado público con comunicación por radiofrecuencia y LTE. El Gateway deberá tener la capacidad de conectar con 200 luminarias como mínimo.

## 8.3. Sistema de Almacenamiento.

La capacidad del servidor, dependiendo de la frecuencia de reporte es la siguiente:

- **EDE SUR:**

Frecuencia de reporte	Capacidad Servidor GB/año
Reportes cuarto horarios	2.500
Reportes horarios	700
Reportes diarios	50

- **EDE NORTE:**

Frecuencia de reporte	Capacidad Servidor GB/año
Reportes cuarto horarios	2.500
Reportes horarios	700
Reportes diarios	50

- **EDE ESTE:**

Frecuencia de reporte	Capacidad Servidor GB/año
Reportes cuarto horarios	2.500
Reportes horarios	700
Reportes diarios	50

En el caso en que se opte por un servidor físico, la infraestructura mínima esperada es la siguiente:

- Servidor físico o virtual con redundancia RAID, procesador Xeon o equivalente,  $\geq 128$  GB de RAM, discos SSD de al menos 2 TB.
- Base de datos (PostgreSQL, MySQL, SQL Server, etc.) gestionada en el mismo entorno o en una máquina virtual separada.
- Sistema operativo Linux (Ubuntu, CentOS) o Windows Server.
- Acceso remoto vía VPN o red interna segura.
- Conexión redundante a internet si se espera monitoreo desde distintas ubicaciones.

### 8.3.1. Plataforma de Gestión.

Una plataforma de gestión de alumbrado público con tele gestión punto a punto es un sistema digital que permite supervisar, controlar y optimizar remotamente la operación de cada luminaria de la instalación. Constituye el centro de control inteligente desde donde se administra el sistema de alumbrado de forma eficiente, automatizada y en tiempo real. En soluciones más avanzada, la plataforma puede integrarse con otros tipos de sensores, como sensores de movimiento, de ruido, de calidad del aire y CO<sub>2</sub>, evolucionando hacia una solución Smart City más completa.

A continuación, se detallan los requisitos y funcionalidades de mínimo cumplimiento del sistema de tele gestión:

- **Modelo de licenciamiento:**
  - Servicio SaaS - Software as a Service: sin la necesidad de instalar y mantener equipamiento y/o software en las instalaciones de la EDE. Pago anual por licencia. El acceso a la plataforma es posible desde cualquier dispositivo mediante un inicio de sesión en un explorador web estándar.
  - On - premises: tanto el software como la base de datos, se alojan en servidores físicos de la EDE ubicados en el Centro de control de AP. Pago único por licencia, con mantenimiento anual. El acceso a la plataforma es local o remoto mediante VPN o red interna segura.

- **Comunicación** con cada luminaria a través de la red de telefonía móvil según el estándar LTE garantizando asimismo la compatibilidad con múltiples categorías.
- **Control individual** para actuar sobre el encendido/apagado, dimming y configuración de horarios y curva de regulación por luminaria, desde 0% (inclusive) hasta 100%, mediante varios escalones.
- **Creación de grupos** posibilidad de generar grupos y sub-grupos de luminarias personalizados.
- **Calendarios de funcionamiento** preestablecidos y configurables en remoto desde software de gestión.
- **Modulo GIS:** Visualización geográfica interactiva de las luminarias en un mapa con las características principales de las mismas.
- **Telemetría completa:** el equipo de medida del nodo permite la lectura en tiempo real y el almacenamiento de parámetros de funcionamiento cuales potencia, tensión, corriente, consumo, etc.
- **Registros históricos:** visualización y análisis de datos históricos en intervalos de tiempos personalizados.
- **Alertas e incidencias:** detección de fallos, corte de suministros, consumos anómalos, funcionamiento fuera de horario. Notificación de avisos a los usuarios, ya sean alarmas o informes de fallos, mediante correo electrónico o app móvil.
- **Historial de eventos:** Registro de operaciones, comandos, y eventos técnicos, como por ejemplo las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo ejecutadas.
- **Escalabilidad:** posibilidad de manejar una elevada cantidad de datos, hasta cientos de miles de luminarias con integración de opciones avanzadas mediante otros tipos de sensores.
- **Multiplataforma:** en el caso de licenciamiento SaaS, posibilidad de acceso desde navegador web, tables o aplicaciones para móvil.
- **Multiusuarios y roles:** posibilidad de definir diferentes niveles de acceso para distintos perfiles de usuarios:
  - Primario: Acceso Full para configurar, controlar y supervisar diferentes tipos de activos.
  - Secundario: Creación de la configuración de los parámetros de funcionamiento de los activos.
  - Terciario: Carga de configuración a activos
  - Cuarto: Lectura y visualización de datos
- **Actualización del software** de forma inalámbrica, remota y sin la necesidad de intervención física, ni costes adicionales.

- **Interoperabilidad:** Integración con sistemas de gestión de activos mediante interfaz de programación de aplicaciones (API). El sistema de tele gestión deberá disponer de interfaces de servicio web abiertas y documentadas para conectarse a otros sistemas informáticos. Dicho API permitirá al menos la extracción de las alarmas y consumos del sistema e importar activos en el sistema.
- **Informes personalizados y KPIs:** disponibilidad de creación de reportes a partir de los datos almacenados en el sistema y definición de indicadores, KPIs, personalizados. Posibilidad de automatizar dichos reportes.
- **Exportación** de la información de todos los módulos del software en distintos formatos como XLS, CSV, PDF, TXT, etc.

#### 8.4. Ciberseguridad.

La ciberseguridad es esencial para garantizar la integridad, confiabilidad y seguridad de la plataforma de gestión del alumbrado público. Un enfoque robusto en esta materia asegura el funcionamiento óptimo del sistema, protege los datos sensibles de los usuarios y resguarda la infraestructura urbana ante posibles amenazas o vulnerabilidades.

Dado que todos los datos de la plataforma serán almacenados y administrados en la nube, se requiere una estrategia integral de ciberseguridad que abarque todas las capas del sistema de tele gestión. A continuación, se destacan los principales aspectos a considerar (lista no exhaustiva):

- **Confidencialidad.**
  - Implementación de roles de usuario específicos con permisos granulares.
  - Uso obligatorio de contraseñas fuertes y autenticación multifactor (2FA/MFA).
  - Gestión de identidades y accesos (IAM) con políticas claras de creación, modificación y revocación de credenciales.
  - Acceso a sistemas solo mediante canales cifrados (TLS 1.2 o superior).
- **Integridad.**
  - Encriptado completo de los datos en tránsito y en reposo.
  - Validación estricta de entradas (inputs) para evitar inyecciones u otras vulnerabilidades.
  - Cumplimiento obligatorio con normas internacionales de ciberseguridad, tales como:
    - ISO/IEC 27001 (Gestión de Seguridad de la Información).
    - IEC 62443 (Sistemas de Control Industrial).
    - NIST Cybersecurity Framework (CSF).

- Implementación de mecanismos de auditoría continua y trazabilidad de eventos, con registro seguro de logs y alertas en tiempo real.
- Ejecución de pruebas de penetración periódicas y gestión activa de vulnerabilidades mediante herramientas especializadas.
- Actualizaciones regulares de software y firmware mediante procesos seguros y autenticados (OTA seguro).
- **Garantía de Servicio y Continuidad Operativa.**
  - Diseño e implementación de un Plan de Continuidad de Negocio (BCP) y un Plan de Recuperación ante Desastres (DRP).
  - La plataforma en la nube contará con:
    - Replicación en espejo en diferentes regiones geográficas.
    - Alta disponibilidad mediante balanceo de carga y clústeres redundantes.
    - Redundancia geográfica, garantizando la resiliencia del servicio ante fallos críticos o eventos disruptivos.
    - Supervisión proactiva del sistema para garantizar mínimos tiempos de inactividad y respuestas inmediatas ante incidentes.
- **Seguridad de las Operaciones.**
  - Procedimientos documentados de seguridad para cada operación crítica.
  - Separación de entornos (producción, pruebas, desarrollo).
  - Capacitación continua del personal en ciberseguridad operacional y simulacros de incidentes.
  - Políticas de acceso físico y lógico estrictas para los centros de datos.
- **Optimización de la Disponibilidad.**
  - Arquitectura del sistema con:
    - Alta robustez ante errores.
    - Operación a prueba de fallos (Fail-safe / Failover).
    - Monitoreo y revisiones continuas del estado del sistema.

#### **8.5. Cumplimiento Reglamentario.**

- **ANSI C12.1:** Esta norma establece los requisitos generales para medidores de electricidad utilizados en sistemas de energía eléctrica. Cubre aspectos como exactitud, construcción, desempeño y métodos de prueba. Su adopción en la República Dominicana garantiza que los medidores eléctricos funcionen de manera confiable y uniforme en todo el territorio nacional.
- **AINSI C12.20:** Esta norma complementa la C12.1 y especifica requisitos más estrictos de precisión para medidores de electricidad de alta exactitud, especialmente en aplicaciones comerciales e industriales. Su implementación

asegura una medición justa y precisa en transacciones de energía eléctrica en el país.

- **ANSI C136.41/2020:** Define los requisitos para la interfaz de control de luminarias, especialmente aquellas con conectores de tipo "dimming" utilizados en alumbrado público inteligente. En República Dominicana, su uso facilita la integración de tecnologías de eficiencia energética y control remoto en el sistema de alumbrado público.
- **NEMA 3:** Esta clasificación de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) especifica el tipo de gabinetes eléctricos adecuados para uso en exteriores, protegiendo los componentes internos contra lluvia, nieve y polvo. Es comúnmente aplicada en instalaciones eléctricas dominicanas expuestas a condiciones climáticas adversas.
- **IEC-62053-21:** Norma internacional que regula los requisitos de precisión y funcionamiento de medidores eléctricos estáticos para energía activa en instalaciones de baja tensión. Su aplicación en República Dominicana garantiza la conformidad con estándares globales y mejora la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.
- **IEC 62058-11:** define métodos generales de inspección de aceptación para equipos de medición de electricidad, detallando los procedimientos de verificación tras la fabricación o en lotes de suministro, para asegurar su conformidad antes de su instalación.
- **IEC 60529** regula el grado de protección IP (Ingress Protection) ofrecido por las envolventes de los equipos frente a la entrada de polvo, agua o contacto accidental, mediante una codificación precisa que indica, por ejemplo, la capacidad de soportar inmersión parcial o jets de agua, lo cual es crucial para asegurar la durabilidad de los equipos en entornos exteriores.

Adicionalmente se requieren las siguientes certificaciones:

- Certificación ISO-9001 del fabricante.
- Certificación del sistema de medida de INDOCAL.
- Certificación de homologación del equipo de comunicación de INDOTEL.

## 9. Garantía.

El adjudicatario garantizará que todos los productos objeto del contrato son nuevos, están libres de defectos de fabricación, materiales o funcionamiento, y cumplen con las especificaciones técnicas exigidas en el presente pliego. La garantía mínima para los componentes a suministrar será la siguiente:

<b>Componente</b>	<b>Años</b>
Nodo de comunicación y control	8 (ocho)
Driver	8 (ocho)
Gateway	8 (ocho)

El plazo de la garantía empieza a contar desde la fecha de la recepción definitiva de la instalación, salvo que se indique un plazo superior en la oferta.

Durante este período, el adjudicatario se compromete a reparar o sustituir, sin coste adicional para la entidad contratante, cualquier elemento que presente defectos o fallos, ya sea por vicios ocultos, mal funcionamiento o incumplimiento de las prestaciones establecidas. La sustitución o reparación deberá realizarse dentro del plazo máximo que establezca la entidad contratante, contado desde la comunicación de la incidencia, e incluirá mano de obra, desplazamiento y materiales.

El adjudicatario deberá presentar el Documento de garantía firmado por el fabricante de los equipos, en el que quedarán reflejados todos los aspectos y componentes a los que afecte la misma, indicándose los años de garantía proporcionados en los productos que como mínimo deberán ser cinco y en cualquier caso deberán coincidir con el plazo indicado en la oferta del licitador. Estos certificados se entregarán en los sobres y forma definidos en el proceso de licitación.

### **10. Estructura y Personal.**

Para el correcto funcionamiento, mantenimiento y evolución del centro de control de alumbrado público con tele gestión punto a punto de las instalaciones de alumbrado público de las EDEs, es fundamental contar con un equipo técnico multidisciplinar que cubra tanto el ámbito tecnológico como el operativo.

A continuación, se describen los perfiles técnicos mínimos necesarios, para ejecutar el proyecto de implantación de un centro de control de alumbrado público con tele gestión y comunicaciones por RF LoRaWAN, Zigbee, Wi-Sun, protocolo propietario o mediante cualquier sistema de red MESH:

#### **Jefe de Proyecto / Coordinador Técnico.**

- Funciones:
  - Planificación, coordinación y supervisión global del proyecto.
  - Interlocución con el cliente y proveedores.
  - Control de plazos, calidad y presupuesto.
  - Gestión de incidencias y validación de entregables.
- Competencias:
  - Experiencia en proyectos de smart cities o telecomunicaciones.

- Conocimiento en IoT, redes de comunicaciones y plataformas de gestión.
- Habilidades de gestión de equipos multidisciplinares.

### **Encargado Administrativo.**

- Funciones:
  - Elaboración de informes correspondientes a la operativa de gestión administrativa.
  - Dar seguimiento a la facturación mensual de las cubicaciones
  - Revisar y validar los informes de solicitud de pago
  - Realizar otras tareas a fines y complementarias con el puesto.

### **Encargado de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.**

- Funciones:
  - Implementar el Programa de Salud y Seguridad en el Trabajo.
  - Dirigir las charlas diarias de 5 minutos.
  - Desarrollar junto al personal los Análisis Seguros de Trabajo (AST).
  - Realizar informes semanales y mensuales.
  - Supervisar la implementación de las 5 reglas de oro.
  - Organizar y dirigir, los programas de entrenamientos y capacitaciones en materia de seguridad y salud ocupacional.
  - Coordinar las acciones de investigación de incidentes.
  - Realizar otras tareas a fines y complementarias con el puesto.
- Competencias:
  - Normativa legal.
  - Sistemas de Gestión.
  - Higiene industrial.
  - Ergonomía.
  - Medicina del trabajo
  - Matriz IPERC
  - Investigación de accidentes
  - Planes de emergencia.
  - Inspecciones de seguridad.
  - Indicadores de gestión
  - Cultura preventiva.
  - Capacitación técnica.
  - Liderazgo situacional
  - Comunicación clara.

### **Encargado de Gestión Ambiental y social.**

- Funciones:
  - Implementar el PGAS-C.
  - Identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales y sociales derivados de las actividades en el proyecto.
  - Asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental local e internacional y de los estándares de desempeño.
  - Diseñar y supervisar programas de participación ciudadana, consulta previa y gestión de proyectos sociales para evitar conflictos.
  - Supervisar planes de remediación, manejo de residuos, emisiones y control de calidad de agua o suelo, reportando indicadores clave de desempeño.
  - Capacitar al personal en temas de seguridad, medio ambiente y buenas prácticas sociales.
  - Coordinar el proceso de inspección medioambiental, de seguridad y salud ocupacional en los centros de trabajo.
  - Asegurar la correcta gestión de los residuos y efluentes generados en la empresa y por las obras de los proyectos, implementando normas y procedimientos para el manejo de estos.
  - Asegurar que todos los transformadores y las luminarias de los proyectos sean desmontados, almacenados y transportados siguiendo las medidas medioambientales, de seguridad y salud ocupacional.
  - Coordinar la Identificación y Evaluación de riesgos ambientales y sociales de todas las actividades y áreas de ejecución del proyecto.
  - Realizar otras tareas a fines y complementarias con el puesto.
  
- Competencias:
  - Legislación ambiental.
  - Salvaguardas internacionales.
  - Sistemas de gestión.
  - Evaluación de riesgos.
  - Resolución de conflictos.
  - Comunicación asertiva.
  - Liderazgo y firmeza.

### **Ingeniero de Telecomunicaciones / IoT.**

- Funciones:
  - Diseño de la arquitectura de comunicaciones (LoRaWAN, LTE/3G).
  - Configuración y optimización de Gateways y nodos NEMA.
  - Asegurar la cobertura y capacidad de la red LoRaWAN.

- Pruebas de conectividad y resolución de incidencias de red.
- Competencias:
  - Conocimiento avanzado en protocolos IoT (LoRaWAN, MQTT, CoAP).
  - Experiencia en redes móviles y sistemas de transmisión de datos.
  - Capacidad de integración con servidores y plataformas cloud.

### **Ingeniero Eléctrico / Especialista en Alumbrado Público.**

- Funciones:
  - Supervisión de la instalación de los nodos en las luminarias.
  - Coordinación de brigadas de montaje eléctrico.
  - Verificación de la correcta integración con las luminarias LED y protocolo NEMA.
  - Ensayos y puesta en marcha del sistema eléctrico.
- Competencias:
  - Conocimiento en instalaciones de alumbrado público.
  - Normativa eléctrica y de seguridad aplicable.
  - Experiencia en integración de equipos electrónicos en luminarias.

### **Técnicos Instaladores de Campo (Electricistas e Instaladores IoT).**

- Funciones:
  - Instalación de los nodos de control en las luminarias LED.
  - Montaje y configuración física de los Gateways.
  - Cableado, conexionado y pruebas en campo.
  - Reporte de incidencias y apoyo en la puesta en marcha.
- Competencias:
  - FP en electricidad/electrónica o similar.
  - Experiencia en instalaciones de alumbrado o telecomunicaciones.
  - Manejo de herramientas y equipos de medida.

### **Ingeniero de Software / Integración de Plataforma.**

- Funciones:
  - Configuración y despliegue de la plataforma de gestión de alumbrado.
  - Integración con los sistemas de monitorización y control (APIs, protocolos).
  - Desarrollo de cuadros de mando, alarmas y reportes.
  - Asegurar escalabilidad y ciberseguridad de la plataforma.
- Competencias:
  - Experiencia en plataformas IoT, SCADA o Smart City.

- Conocimiento en bases de datos, APIs REST, MQTT, etc.
- Buen manejo de ciberseguridad y protección de datos.

### **Especialista en Ciberseguridad.**

- Funciones:
  - Definir e implementar medidas de seguridad en la red de comunicaciones.
  - Asegurar cifrado de datos entre nodos, Gateways y plataforma.
  - Monitorización de vulnerabilidades y cumplimiento normativo (RGPD).
- Competencias:
  - Conocimientos en seguridad de redes IoT y telecomunicaciones.

### **11. Brigadas.**

La infraestructura básica sugerida mínima para la colocación del nodo de tele gestión será la siguiente (no limitativa).

<b>Empresa Distribuidora de Electricidad</b>	<b>Brigada Canasto</b>
<b>EDESUR</b>	4
<b>EDENORTE</b>	5
<b>EDEESTE</b>	5

### **12. Requerimientos del Trabajo.**

#### **a. Fase Inicial (Planificación).**

- Reunión de arranque del proyecto.
- Presentación del plan de trabajo, cronograma y arquitectura de la solución.
- Estudio de cobertura y diseño de la red LoRaWAN.
- Definición de la arquitectura de la plataforma de gestión y almacenamiento.
- Plan de ciberseguridad y continuidad operativa.

#### **b. Fase de Implementación.**

- Suministro e instalación de nodos de tele gestión en luminarias LED.
  - El o los adjudicatarios de los lotes 1,2 y 3 del proceso de licitación No. MEM-BID-LPI-2026-001 deberán trabajar de la mano con el adjudicatario de este proceso, con el objetivo de garantizar una efectiva ejecución bidireccional en la instalación de las luminarias y nodos. Estos adjudicatarios deben garantizar como mínimo cumplimiento lo siguiente:

- Luminaria en funcionamiento.
- Luminaria debidamente aterrizada o con conexión a neutro.
- Etc.
- Instalación y configuración de Gateways LoRaWAN.
- Configuración de comunicación vía red móvil LTE/CAT-1 o 3G.
- Implementación de la plataforma de tele gestión (SaaS u On-Premises).
- Integración GIS, telemetría, alarmas y control remoto.

**c. Fase de Pruebas y Cierre.**

- Pruebas funcionales, de integración y rendimiento.
- Validación de comunicaciones, control y monitoreo.
- Entrega de documentación técnica y manuales.
- Capacitación al personal de la EDE.
- Acta de aceptación y cierre técnico del proyecto.

**13. Requerimientos Normativos, Ambientales y de Seguridad.**

La solución deberá cumplir con las normativas y estándares aplicables a la Empresa Distribuidoras de Electricidad (**EDESUR, EDENORTE Y EDEETE**), incluyendo, entre otros:

- ANSI C12.1, ANSI C12.20
- ANSI C136.41/2020
- IEC 62053-21, IEC 62058-11, IEC 60529
- Certificaciones ISO 9001, INDOCAL e INDOTEL
- Normas de ciberseguridad: ISO/IEC 27001, IEC 62443, NIST CSF

**14. Cronograma e Hitos.**

A continuación, se presenta un resumen de los tiempos de entrega y el listado de las actividades/ hitos para garantizar la exitosa culminación del proyecto.

**Tiempos de entrega.**

<b>Hitos</b>	<b>Fecha de Entrega</b>	
Firma de Contrato	Mes	0
Diseño y planificación aprobada.	Mes	2
Estudio de cobertura para el despliegue de la red de comunicación	Mes	2
Suministro e instalación de dispositivos Gateway y nodos de comunicación y control	Mes	7
Configuración de la comunicación de datos	Mes	2
Implantación de plataforma de Tele gestión	Mes	4
Pruebas y puesta en servicio	Mes	1
Cierre Técnico de Obra	Mes	18

### **15. Otros Requerimientos.**

- Soporte técnico y garantía mínima de 5 años para los dispositivos.
- Escalabilidad de la solución para futuras expansiones.
- Licenciamiento Servicio SaaS - Software as a Service de 3 años mínimo.

### **16. Penalidades y Sanciones.**

El incumplimiento de los plazos, niveles de servicio o especificaciones técnicas estará sujeto a las penalidades establecidas en el contrato y en los pliegos de la licitación.