

Anexo Técnico – Centro de Monitoreo y Gestión para Comunidades Energéticas

1. Definición del proyecto

El contratista deberá garantizar que la solución tecnológica a implementar cumpla con las siguientes condiciones y características técnicas mínimas:

1.1 Arquitectura y Plataforma Tecnológica

- Desplegado en infraestructura de nube certificada.
- Alta disponibilidad ($\geq 99,9\%$), escalabilidad horizontal y vertical para atender la creciente demanda de usuarios y expedientes.
- Capacidad mínima para soportar 5.000 usuarios concurrentes y gestión de miles de expedientes digitales activos.
- Segregación de ambientes (desarrollo, pruebas, producción) con gestión de cambios controlada.
- Soporte multirol y multiusuario, con interfaces diferenciadas para MME, OR, Comité Técnico y Comunidades.

1.2 Funcionalidad BPM y Flujos de Proceso

- Motor de Business Process Management (BPM) parametrizable.
- Flujos configurados para las 8 etapas del ciclo de vida de Comunidades Energéticas: postulación, evaluación, visitas, estructuración, validación social, contratación, ejecución y operación.
- Formularios electrónicos inteligentes con validación automática de campos.
- Definición de Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS) por etapa, con alertas automáticas ante incumplimientos.
- Bandejas de trabajo dinámicas por rol y actor del proceso.

1.3 Gestión Documental y Firma Electrónica

- Repositorio documental con control de versiones, trazabilidad y sellos de tiempo.
- Firma electrónica conforme al Decreto 2364 de 2012 y normatividad vigente.
- Radicación digital con autenticación OTP (One Time Password).
- Expedientes electrónicos completos, auditables y exportables.

1.4 Centro de Monitoreo y Analítica

- **Dashboards interactivos en tiempo real**, personalizables por rol (MME, OR, Comunidad).
- Métricas de seguimiento:
 - Técnicas: producción energética (kWh/MWh), eficiencia, disponibilidad de equipos.
 - Financieras: ejecución presupuestal, desembolsos y gastos.
 - Sociales: beneficiarios, excedentes de energía, ahorros generados.
- **Alertas proactivas** ante caídas de producción, fallas de equipos o desviaciones de cronograma.
- Exportación automatizada de reportes en formatos estándar (PDF, XLS, CSV).

1.5 Interoperabilidad e Integraciones

- Integración obligatoria con RUCE (Registro Único de Comunidades Energéticas).
- Integración con servicios de mensajería y notificaciones (correo electrónico, alertas en línea).
- Disponibilidad de APIs REST para interoperar con otros sistemas del MME y entidades asociadas.
- Soporte para intercambio de datos en formatos estándar (JSON, XML, CSV).

1.6 Seguridad de la Información y Cumplimiento Normativo

- Cifrado en tránsito y en reposo (TLS 1.2/1.3, AES-256 o superior).
- Gestión de usuarios y roles con autenticación multifactor (MFA).
- Registro de auditoría de acciones críticas y bitácora de accesos.
- Cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 de protección de datos personales.
- Conformidad con estándares internacionales: ISO/IEC 27001, OWASP Top 10.

1.7 Soporte, Operación y SLA

- **Mesa de ayuda** multicanal (teléfono, correo, portal).
- **Niveles de servicio (SLA):**
 - Incidentes críticos (indisponibilidad total): atención $\leq 1h$, resolución $\leq 8h$.
 - Incidentes mayores (funcionalidad clave): atención $\leq 4h$, resolución $\leq 24h$.
 - Incidentes menores (consultas, mejoras): atención ≤ 1 día hábil, resolución ≤ 5 días hábiles.
- Mantenimiento preventivo programado y correctivo.
- Reportes periódicos de disponibilidad, incidentes y mejoras aplicadas.

1.8 Capacitación y Gestión del Cambio

- Plan de capacitación con sesiones presenciales/virtuales para todos los roles.
- Manuales de usuario y guías rápidas por rol (MME, OR, Comunidad, Comité).

Video tutoriales y soporte en línea para autoaprendizaje.

2. Características técnicas:

2.1 Desarrollo e implementación

1. Proveer y mantener el correcto funcionamiento de la plataforma para la Gestión y del Centro de Monitoreo por la vigencia del contrato.
2. Asegurar que se incluyan soporte técnico, actualizaciones evolutivas y correctivas, así como parches de seguridad durante el periodo contratado.
3. Garantizar la escalabilidad en caso de aumento en la demanda de usuarios o comunidades.

2.2 Servicios de Infraestructura en la Nube

1. Proveer y administrar la infraestructura en la nube necesaria para la operación del sistema de información y el Centro de Monitoreo, garantizando alta disponibilidad ($\geq 99,9\%$) y escalabilidad.
2. Implementar mecanismos de seguridad en infraestructura cloud, incluyendo cifrado en tránsito y reposo, balanceo de cargas, copias de seguridad y recuperación ante desastres.
3. Asumir la gestión técnica de la nube (12 meses), incluyendo monitoreo, mantenimiento preventivo y correctivo, así como la optimización de costos y recursos asignados.

2.3 Personal de Implementación

1. Disponer del personal especializado requerido, con los siguientes perfiles:

Perfil	Breve descripción	Experiencia requerida	Años de experiencia
Arquitecto Cloud	Diseña y supervisa la arquitectura de la plataforma en la nube, garantizando escalabilidad, seguridad y resiliencia.	Arquitecturas cloud, microservicios, redes, seguridad y alta disponibilidad. Certificaciones cloud valoradas.	7
Ingeniero DevOps	Implementa CI/CD, automatiza infraestructura y despliegues, integra pruebas y monitoreo continuo.	CI/CD (GitLab, Jenkins, CodePipeline), IaC (Terraform, Ansible), contenedores (Docker/K8s), observabilidad.	4
Desarrollador Backend	Construye APIs, microservicios y lógica de negocio de la plataforma.	Node.js, Python o Java; REST/GraphQL; buenas prácticas de seguridad; experiencia con APIs cloud.	3
Especialista en Bases de Datos	Administra y optimiza bases de datos relacionales, NoSQL y series de tiempo.	PostgreSQL, Aurora, DynamoDB, Timestream; modelado de datos; tuning; alta disponibilidad.	5
Analista de Ciberseguridad	Protege la plataforma frente a amenazas, define políticas de seguridad y respuesta a incidentes.	OWASP, WAF, SIEM, IAM, auditorías de seguridad, cumplimiento	5

		normativo (ISO 27001, NIST).	
Coordinador de Proyecto	Gestiona cronograma, recursos y entregables, asegurando la comunicación con los actores.	Gestión de proyectos TI, metodologías ágiles e híbridas, reportes ejecutivos, ANS/SLA.	6
Mesa de Ayuda / Soporte Nivel 1	Atiende incidentes, peticiones y consultas de usuarios finales. Escala casos críticos.	Herramientas ITSM (GLPI, ServiceNow), conocimientos básicos en redes, bases de datos y ofimática.	1
Analista o Ingeniero de Requerimientos	Levanta, documenta y valida necesidades de negocio y las traduce en especificaciones técnicas.	BPMN, UML, user stories, entrevistas y talleres con usuarios.	3
QA / Tester	Ejecuta pruebas funcionales, de integración, rendimiento y seguridad. Documenta resultados.	Pruebas manuales y automatizadas, herramientas (Selenium, JMeter, Postman), metodologías QA.	3
Diseñador UI/UX	Define interfaces gráficas, experiencia de usuario y diseño visual de los portales.	UX research, Figma/Adobe XD, diseño accesible y responsivo, lineamientos de gobierno digital.	3
Experto en Comunidades Energéticas	Brinda conocimiento especializado en modelos técnicos, sociales y regulatorios de comunidades energéticas.	Experiencia en proyectos de energías renovables comunitarias, normatividad nacional (Ley 2294/2023, Decreto 2236/2023).	8
Experto en Diseño de Workflows – BPM	Configura y optimiza flujos de procesos en la plataforma BPM.	BPMN 2.0, motores BPM (Camunda, Bizagi, Flowable), automatización de procesos.	5

2. Ejecutar actividades de implementación y configuración de la plataforma, incluyendo:
 - Desarrollo y parametrización de flujos BPM y formularios.
 - Configuración de tableros de control y dashboards por rol.
 - Desarrollo e implementación de componentes para la integración con RUCE y servicios de notificación.
 - Configuración del módulo de gestión documental y firma electrónica.
 - Puesta en marcha del Centro de Monitoreo con métricas técnicas, sociales y financieras.
3. Realizar pruebas funcionales, de seguridad, de rendimiento y de interoperabilidad.
4. Acompañar la capacitación a usuarios finales (MME, OR, Comité Técnico y Comunidades).
5. Entregar manuales, guías rápidas y documentación técnica de la plataforma.

2.4 Soporte y Acompañamiento

1. Establecer y mantener una mesa de ayuda con soporte multicanal.
2. Cumplir los SLA acordados en la atención de incidentes (críticos, mayores y menores).
3. Realizar un seguimiento post-go live de mínimo 30 días con acompañamiento cercano para garantizar la estabilización operativa.

3. Alcance y Flujo Operativo del Centro de Monitoreo

La gestión del programa se realizará a través de una plataforma que opera bajo un enfoque de Gestión de Procesos de Negocio (BPM).

3.1 Flujo Operativo Propuesto

El sistema digitaliza el ciclo de vida de los proyectos a través de las siguientes fases:

- **Fase 1 - Postulación:** Portal público con autenticación de múltiple factor (OTP) que consolida la información en una bandeja de entrada digital.
- **Fase 2 - Evaluación Preliminar:** El Operador de Red (OR) consolida un expediente digital y el sistema clasifica las propuestas en "Aprobada", "Subsanación" o "Rechazada".
- **Fase 3 - Visitas Territoriales:** El OR gestiona las visitas. Los equipos en campo cargan informes de viabilidad en tiempo real, incluyendo fotos y geolocalización.

- **Fase 4 - Estructuración:** La plataforma gestiona el flujo de **firma electrónica** de las actas de aprobación.
- **Fase 5 - Contratación y Ejecución:** Monitoreo del avance físico y financiero en tiempo real usando **KPIs**. El sistema genera alertas automáticas por desviaciones.
- **Fase 6 - Inicio de Operación:** La plataforma activa la gestión continua, centralizando la supervisión técnica, comercial y social mediante el Centro de Monitoreo.

3.2 Capacidades del Centro de Monitoreo

- **Gestión Técnica y de Mantenimiento:** Recopila datos en tiempo real de medidores inteligentes e inversores. Mide la producción de energía y variables eléctricas. Registra y notifica eventos y fallas para facilitar el mantenimiento proactivo.
- **Gestión Comercial y Económica:** Monitorea el consumo y la inyección de energía para liquidación, y cuantifica el ahorro económico al comparar la energía autogenerada con la de la red.
- **Atención al Cliente y Reportes:** Módulo integrado para reportar incidentes y dar seguimiento a solicitudes.
- **Análisis Estratégico:** Permite el análisis de desempeño, genera reportes automatizados para planeación y modela el impacto futuro de las comunidades.

3.3 Alcance Funcional y Roles

El sistema cubrirá el ciclo de vida completo de una comunidad energética a través de 8 etapas y funcionalidades clave para cada actor:

Procesos (8 Etapas):

1. **Postulación:** Portal con validación de identidad vía OTP.
2. **Evaluación preliminar:** Clasificación y conformación de expediente.
3. **Visitas territoriales:** Programación de visitas, actas e informes de viabilidad.
4. **Estructuración:** Carga de estudios, presupuestos y cronogramas.
5. **Validación social y precontractual:** Firma electrónica y control de versiones.
6. **Contratación y ejecución:** Seguimiento físico y financiero, con alertas.

7. **Inicio de operación:** Registro de datos, eventos y mantenimientos.
8. **Centro de Monitoreo:** Dashboards en tiempo real y reportes proactivos.

Funcionalidades Clave por Actor:

- **MME:** Tablero nacional, consolidados por OR/territorio, seguimiento regulatorio y reportes automáticos.
- **OR:** Bandejas de trabajo, validaciones, programación de visitas y KPIs de ejecución.
- **Comunidad:** Portal accesible, radicación, seguimiento de estado, firma electrónica y notificaciones.
- **Comité Técnico:** Revisión, actas, conceptos y aprobaciones.

Gestión Documental e Integraciones:

- **Gestión Documental:** Expediente digital con control de versiones y firma electrónica conforme a la normativa. Radicación con OTP.
- **Integraciones:** Sincronización con **RUCE**, servicios de mensajería (correo/notificaciones) y fuentes de operación.

4. Arquitectura y Módulos de la Solución

4.1 Arquitectura de la Plataforma

La plataforma se basa en una arquitectura robusta, escalable y flexible en nube certificada con motor BPN configurable, con posibilidad de ser implementada en otro proveedor de nube, así mismo debe ser implementada bajo estrategia DevOps que permita la integración continua (CI), entrega continua (CD), pruebas automatizadas y monitoreo en todas las etapas, garantizando despliegues seguros, resilientes y escalable.. Incluye múltiples portales por rol y una capa de datos para expedientes y métricas.

- **Almacenamiento**

La estrategia de almacenamiento debe cubrir diferentes tipos de datos con los siguientes servicios:

- **Almacenamiento de Objetos Escalable (Data Lake):** Se requiere una solución de **almacenamiento no estructurado** y altamente escalable (con una capacidad mínima de 10TB) que sirva como un "lago de datos". Este debe permitir el almacenamiento económico de todos los datos sin procesar, incluidos informes, fotos y documentos.
- **Base de Datos Optimizada para Series de Tiempo (Time Series DB):** Es esencial un servicio de base de datos especializado para almacenar, indexar y consultar de manera eficiente los **datos de monitoreo** generados en intervalos de tiempo (producción de energía, variables eléctricas), facilitando las consultas rápidas necesarias para los *dashboards*.
- **Servicio de Gobernanza y Seguridad de Datos (Data Lake Governance):** Debe existir una herramienta o servicio centralizado dedicado a gestionar la **seguridad, el catálogo de datos y los permisos de acceso** dentro del almacén de objetos (*Data Lake*), garantizando el cumplimiento normativo.
- **Base de Datos Relacional Elástica y Administrada:** Se requiere un servicio de **base de datos relacional** (ej. PostgreSQL, MySQL) para gestionar los datos estructurados, como la información de las comunidades, usuarios y hitos del proyecto. Este servicio debe ofrecer **escalabilidad automática o bajo demanda** para ajustarse de manera eficiente a los niveles de carga de trabajo.

- **Red y Seguridad**

La solución debe integrar mecanismos de red y seguridad de alto nivel:

- **Servicios de Conectividad y Gestión de Tráfico:** Se requiere la implementación de herramientas que aseguren la comunicación controlada y segura entre los diferentes componentes de la plataforma y los servicios externos. Esto incluye la necesidad de **Traducción de Direcciones de Red (NAT)** y la gestión eficiente del tráfico para optimizar el **Ancho de Banda** utilizado.
- **Sistema de Gestión de Identidades y Acceso (IAM) y Servicio de Notificaciones:** Debe implementarse un sistema robusto para la **autenticación y el control de acceso de usuarios** basado en roles (RBAC). Adicionalmente, se requiere un **servicio de notificación**

automatizada (a través de correo, SMS u otros canales) que se encargue de alertar sobre eventos críticos o hitos importantes del sistema.

- **Mecanismos de Protección de Aplicaciones Web (WAF) y Detección de Amenazas:** La plataforma debe contar con un **Firewall de Aplicaciones Web (WAF)** para proteger los *endpoints* públicos contra vulnerabilidades comunes de la web. Asimismo, debe haber un servicio de **monitoreo continuo de seguridad** que detecte y alerte sobre actividades maliciosas, comportamientos anómalos o amenazas potenciales.

- **Monitoreo**

- **Plataforma de Observabilidad y Visualización (Dashboards):** Se requiere la integración de una herramienta o servicio de **observabilidad centralizada** que sea capaz de recolectar, agregar y presentar las métricas de operación y rendimiento (*logs*, trazas) de todos los servicios en la nube. Esta plataforma debe permitir la construcción de **paneles de control (dashboards) visuales** para la supervisión en tiempo real del estado de salud del sistema.

- **Frontend**

- **Plataforma de Desarrollo y Despliegue de Frontend (DevOps):** Es necesario contar con un entorno que **agilice el desarrollo y simplifique el despliegue continuo** de las interfaces de usuario. Esta plataforma debe facilitar la construcción de los portales web para cada actor (MME, OR, Comunidad, etc.), optimizando la integración y el proceso de *testing*.

4.3 Seguridad y Cumplimiento

- **Controles de Acceso:** Autenticación y control de acceso por rol; OTP para radicación.
- **Protección de Datos:** Cifrado en tránsito y en reposo; registro de auditoría.
- **Respaldo y Recuperación:** Segregación de ambientes (dev/test/prod) y copias de seguridad.
- **Cumplimiento Normativo:** Alineación con los lineamientos del MME y la normativa de datos personales.
- **Política de Respaldo y Recuperación:** Copias de seguridad automáticas, cifradas y replicadas en alta disponibilidad, con pruebas periódicas de restauración para garantizar integridad y continuidad operativa junto con el cumplimiento de los objetivos de recuperación (RPO/RTO).

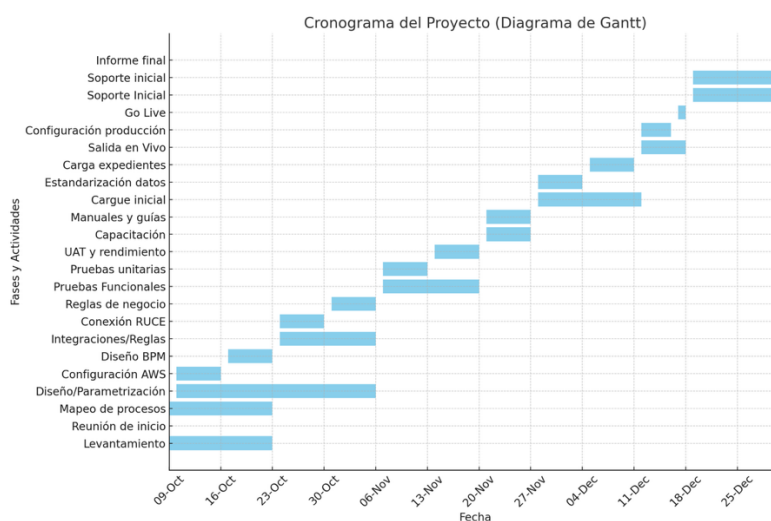
4.4 Datos, Indicadores y Analítica

- **Catálogos y Maestros:** Comunidades, OR, territorios, proyectos, hitos, contratos, O&M.
- **Métricas de Monitoreo (Ejemplos):** Producción (kWh/MWh), Rendimiento (factor de capacidad), Disponibilidad y Mantenimiento, Impacto social/económico (ahorro estimado).
- **KPIs de Proceso:** % de postulaciones completas, tiempos de respuesta por etapa, cumplimiento de cronogramas.
- **Reportes:** Gerenciales (MME), operativos (OR) y de seguimiento (Comités), con exportación automatizada.

5. Plan del Proyecto y Operación

5.1 Plan de Implementación (Ruta Operativa)

El proyecto se ejecutará en un cronograma de 16 a 20 semanas, con las siguientes fases:



Durante la implementación se aplicará una estrategia DevOps para automatizar pruebas, integraciones y despliegues, reduciendo riesgos y tiempos de salida a producción.

5.2 Plan de Pruebas y Aseguramiento de Calidad

- **Pruebas Funcionales:** Por cada etapa del proceso.

- **Pruebas de Integración:** Con RUCÉ, correo/notificaciones y fuentes de monitoreo.
- **Pruebas de Rendimiento:** Tiempos de respuesta de formularios y reportes.
- **Pruebas de Seguridad:** Autenticación, autorización por rol y auditoría.
- **Criterios de Aceptación:** Cumplimiento de requisitos y tiempos de respuesta dentro de los ANS.

5.3 Soporte, Operación y SLA

- **Soporte:** Mesa de ayuda en horario hábil y canal de incidentes de alta prioridad.
- **SLA Sugeridos:**
 - **Críticos:** Atención ≤1h; resolución ≤8h.
 - **Mayores:** Atención ≤4h; resolución ≤24–48h.
 - **Menores:** Atención ≤1 día hábil; resolución ≤5 días hábiles.
- **Mantenimiento:** Preventivo programado; gestión de cambios y versiones.
- **Monitoreo:** Salud del servicio, uso por actor y métricas de desempeño.

6. Gobernanza y Gestión del Proyecto

6.1 Roles y Responsabilidades

- **MME:** Direccionamiento estratégico, aprobación de flujos y gobierno del dato.
- **Operadores de Red (OR):** Operación de bandejas, validaciones y seguimiento de ejecución.
- **Comité Técnico:** Revisión, conceptos y aprobación de hitos.
- **Comunidad:** Radicación, subsanación, firma y atención de requerimientos.
- **Equipo DevOps:** El proyecto contará con un encargado de la automatización de la infraestructura, la integración de código y la operación continua de la plataforma.

6.2 Gestión del Cambio y Capacitación

- **Plan de Comunicaciones:** Con lineamientos y cronogramas por actor.

- **Formación:** Material y micro-tutoriales por rol (MME, OR, Comité, Comunidad).
- **Acompañamiento:** 30 días de soporte cercano post-go-live.

6.3 Riesgos y Mitigación

Riesgo	Impacto	Mitigación
Retrasos en validaciones de actores	Cronograma	ANS por etapa, alertas y escalamiento.
Calidad de datos de expedientes	KPIs/Decisiones	Reglas de validación y checklist de cargue inicial.
Integración RUCE no disponible	Flujos dependientes	Plan B de carga/validación manual temporal.
Baja adopción de usuarios	Valor percibido	Gestión del cambio, capacitación y tableros por rol.
Fuentes de monitoreo incompletas	Centro de Monitoreo	Integración progresiva; indicadores proxy.

7. Consideraciones Finales

7.1 Criterios de Éxito del Proyecto

- $\geq 90\%$ de procesos cursados dentro de los ANS en 3 meses.
- Tableros operativos y gerenciales activos con $>95\%$ de integridad.
- Centro de Monitoreo operativo para $\geq 70\%$ de proyectos en operación a los 6 meses.
- Trazabilidad documental completa en el 100% de expedientes nuevos.

7.2 Entregables

1. Documento de diseño funcional y flujos BPM parametrizados.
2. Catálogo de formularios, reglas de negocio y ANS.
3. Integraciones habilitadas y pruebas.
4. Módulo de gestión documental y firma electrónica.
5. Dashboards por actor y Centro de Monitoreo.
6. Cargue inicial de expedientes y validación.
7. Manuales, guías por rol y plan de formación.
8. Informe de pruebas, acta de go-live y reporte de estabilización.
9. Código fuente de toda la solución.
10. Cuenta de suscripción de nube certificada relacionada al proyecto para la entidad.
11. Cobertura de todos los servicios de nube certificada usados por 12 meses a partir de la fecha de compra

7.3 Glosario

Sigla	Definición
BPM	Business Process Management (orquestración de procesos).
RUCE	Registro Único de Comunidades Energéticas (MME).
ANS / SLA	Acuerdos de Nivel de Servicio / Service Level Agreements.
SIN / ZNI	Sistema Interconectado Nacional / Zonas No Interconectadas.

Sigla	Definición
RTB	Ready to Build (Listo para Construir).
DEVOPS	Práctica de ingeniería de software que integra desarrollo (Dev) y operaciones (Ops) mediante procesos colaborativos, automatización, integración y entrega continua (CI/CD). Su objetivo es acelerar el ciclo de vida de desarrollo, mejorar la calidad del software y garantizar la operación estable de las aplicaciones en producción.