

OPERATO

sistema inteligente para la Optimización de Procesos
opERativos en distribuidoras eléctricas basados en tecnologías
de Aprendizaje auTOMático

EMPRESAS PARTICIPADORAS



smarkia



ORGANISMOS NACIONALES



Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	3
OBJETIVOS	5
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	7
PLAN DE TRABAJO	14
INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DEL PROYECTO Y TECNOLOGÍA A APLICAR POR LA EMPRESA	7
MERCADO DEL PROYECTO	11
JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PRESUPUESTO	17
EQUIPO TÉCNICO PARTICIPANTE EN EL PROYECTO	17
DESCRIPCIÓN DE APARATOS Y EQUIPOS.....	18
MATERIALES	18
ACUERDOS CON CENTROS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN O CENTROS DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA	18
DESCRIPCIÓN DE OTRAS COLABORACIONES TÉCNICAS.....	19
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y MEDIOAMBIENTALES	20
ANEXO – CARTAS DE INTERES	22

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Arquitectura Lógica OPERATO..... 11

Ilustración 2: Metodología ágil propuesta 13

Ilustración 3: Planificación tareas e Hitos 0

Ilustración 4: Estructura y relación de los trabajos..... 5

Ilustración 5: Impacto de la digitalización en el beneficio de las utilities % 11

Ilustración 6: Impacto de la digitalización en el beneficio de las utilities % 11

Ilustración 7 Gasto global en Analítica de datos en Utilities..... 12

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Listado de entregables 6

Tabla 2: Empresas de distribución eléctrica por país..... 12

Tabla 3: Cuotas de mercado energético en Perú 13

Tabla 4: Previsión de venta OPERATO..... 16

Tabla 5: Listado de personal y dedicación 17

Tabla 6: Costes de personal 18

Tabla 7: Listado de material dedicado exclusivamente al proyecto 18

Tabla 8: Subcontrataciones previstas 19

Tabla 9: Otras subcontrataciones 19

Tabla 10: Inversiones y financiación 21

RESUMEN EJECUTIVO

SMARKIA es una startup nacida con el objetivo de crear una plataforma cloud líder en la gestión energética para grandes consumidores de energía. Después de 6 años de vida, se ha convertido en uno de los gestores energéticos más avanzados del mercado, tanto a nivel nacional como internacional, con una tracción comercial demostrable al más alto nivel y unas métricas de crecimiento cercanas al 100%.

SMARKIA cuenta con dos servicios principales: SMARKIA MONITOR, para la monitorización avanzada de consumos energéticos y SMARKIA 50001, para la implantación de sistemas de gestión energética según el estándar ISO 50001.

La plataforma ha incorporado tecnologías como Big Data, Cloud Computing e IoT, y hemos desarrollado avanzados modelos predictivos de consumo energético. Importantes organizaciones nacionales e internacionales ya confían en nosotros.

Desde el inicio, SMARKIA ha tenido una clara vocación internacional, especialmente hacia Latinoamérica, donde contamos con diferentes proyectos. Actualmente operamos en España, Chile, Perú, Ecuador, México, Brasil y Argentina. Mencionar que nuestro proyecto ha merecido la consideración del ICEX a través del programa ICEXNext y de los programas de internacionalización de la Junta de Castilla y León.

A raíz de las experiencias con utilities en LATAM, y en particular Perú, se ha detectado la **necesidad de optimizar los procesos operativos de la gestión energética a través de la sistematización y tratamiento inteligente de los datos en empresas de distribución eléctrica.**

El desarrollo del proyecto OPERATO (*sistema inteligente para la Optimización de Procesos opERativos en distribuidoras eléctricas basados en tecnologías de Aprendizaje auTOMático*) permitirá disponer de un prototipo (en formato cloud) muy cercano al mercado que les **ayuden en la gestión sistematizada de los procesos de operación ante anomalías energéticas, gestión inteligente de las alertas en los sistemas de medición y en la obtención del balance energético de una forma sistematizada** gracias a la explotación de avanzada con datos de alta calidad.

La innovación de este proyecto radica en una evolución de los **métodos de detección** de anomalías. Históricamente, se han aplicado métodos tradicionales de reconocimiento de patrones, bien supervisados o no supervisados, para entornos similares al del proyecto, aunque hemos identificado que se puede y **deben ser mejorados mediante técnicas mucho más actuales basadas en metodologías de Deep Learning.**

SMARKIA is a startup founded 5 years ago with the aim of leading the energy efficiency for large energy consumers. Currently, SMARKIA is one of the most advanced energy management solution at national and international level with strong commercial position on the market and high potential business growth.

SMARKIA Platform has released two services so far: SMARKIA Monitor and SMARKIA 50001.

- SMARKIA Monitor is an energy monitoring solution, multi-energy, multi-protocol and multi-tenant, with a wide range of features for energy performance analysis, energy billing and energy contract optimization.

- SMARKIA 50001 is a tool to facilitate and simplify the energy management of large multi-site energy consumers based in standards like ISO 50001 and IPMVP.

SMARKIA is a cloud-based solution with the capability for forecasting energy consumptions thanks to technologies such as Bigdata, IoT and Cloud computing. Large corporations rely their energy management on SMARKIA.

SMARKIA has a clear international focus, mainly in LATAM where SMARKIA runs several projects in Chile, Peru, Ecuador, Mexico, Brasil and Argentina. SMARKIA has been recognised by ICEX and others like the Junta de Castilla y León for its internationalization.

Thanks to these business experiences in Peru, the necessity for optimizing the operative processes for energy management has been detected, thus it is needed a business process systematization in an intelligent way using smart data coming from the utilities.

OPERATO (Operational Processes improvEment smaRt platform based on deep learning TechnOLOgies for utilities) develops a prototype (cloud solution) which support a new systematic business operation management for energy faults and deviations, smart warning alerts management and an accurate energy balance forecast using advanced data methodologies.

Project innovation lies on an anomalies detection method. Traditional principles like patterns recognition have been applied for similar situations so far, but new technics can be deployed within the project using and evolving Deep Learning technologies.

OBJETIVOS

El presente proyecto pretende desarrollar un nuevo prototipo de servicio cloud sobre la plataforma SMARKIA, que sistematice y trate de forma inteligente todos los datos de las empresas de distribución eléctrica, orientados a la optimización y eficiencia de sus procesos operativos en cuanto a gestión energética se refiere.

A nivel comercial, esta solución permitirá explotar el mercado de la gestión energética de una forma más amplia, ya que el sector precisa avanzar en la digitalización de sus procesos de negocio.

Además, queda constatado la necesidad y la demanda de disponer una solución similar a OPERATO gracias a las cartas de apoyo recibidas por las eléctricas peruanas y su interés de disponer de este servicio embebido en sus operaciones de negocio.

OPERATO alcanzará con éxito los siguientes objetivos técnicos:

- **Objetivo T1. Calidad de los datos.**
Mejora y sistematización de los procesos VEE (Validación – Estimación – Edición). Aseguramiento de la calidad de la información que se ofrece a los clientes es fehaciente y es confiable (muchas veces los datos que se recogen son imprecisos, escasos, han sido reconstruidos o incluso alguna vez están distorsionados).
- **Objetivo T2. Gestión sistematizada en los procesos de operación de anomalías energéticas.**
Detección, tratamiento y procesos de recupero ante situaciones de adulteración, malversación, manipulaciones etc. en el suministro eléctrico de los consumidores finales gracias a sistemas de aprendizaje (ML, IA, Deep Learning...) de forma sistemática.
- **Objetivo T3. Gestión inteligente de las alertas de los sistemas de medición.**
Que permita explotar toda la funcionalidad del hardware de medición instalado en campo, generando tareas automáticas de resolución para los equipos de operación, que posibiliten una pronta respuesta ante esas anomalías o incidencias detectadas.
- **Objetivo T4. Balances de energía.**
Que permita realizar el saldo de forma sistematizada (hasta ahora es un proceso manual de recopilación, estandarización, etc, de datos provenientes de diferentes sitios) de la energía entre los diferentes actores de la cadena eléctrica

De manera complementaria a los objetivos técnicos descritos, existen además objetivos científicos asociados al proyecto:

- **Objetivo S1.** Diseño e implementación de **nuevos algoritmos mejorados y evolucionados basados en técnicas de Deep Learning** para detección de anomalías energéticas
- **Objetivo S2.** Diseño e implementación de un **sistema inteligente para la gestión temprana de las alertas e incidencias** de los equipos de medición energética.
- **Objetivo S3.** Diseño e implementación de **métodos de validación** (calidad del dato) de datos brutos antes de su procesamiento y tratamiento.

Los desarrollos planteados en el proyecto tienen una marcada orientación comercial, pues la consumación del mismo, daría lugar a un nuevo servicio, con un reducido tiempo de puesta en marcha y lanzamiento en el mercado. Desde un punto de vista comercial, se puede definir un objetivo claro para el proyecto:

- **Objetivo C1.** Desarrollar un nuevo servicio mejorado para la gestión de los procesos operativos en empresas energéticas:
 - Reducir significativamente los tiempos de respuesta ante anomalías.
 - Mayor confiabilidad y probabilidad de acierto en la detección de situaciones fraudulentas.
 - Mayor velocidad en el tratamiento de la información y en la generación de valor añadido sobre ella (cálculos de línea base, predicciones, etc...) para el usuario final.
- **Objetivo C2.** Validación del prototipo en entorno real para futuros clientes potenciales que han expresado la necesidad de disponer de un sistema como este y que han dado su apoyo a la realización de este proyecto. Este punto queda demostrado **con las cartas de apoyo conseguidas.** (ver Anexo – Cartas de Interés

OPERATO tendrá un grado científico avanzado en cuanto a la aplicación real del uso de sistemas de aprendizaje de Deep Learning en el ámbito de la distribución y consumo energético.

Reseñar que el centro del proyecto es el **“dato”**, como fuente de información para los sistemas de aprendizaje de OPERATO, por lo que se debe realizar un esfuerzo destacable (previo al tratamiento y procesamiento) en términos de su calidad. Por tanto, será necesario depurar cualquier distorsión externa de los datos brutos que alimentan el sistema y que pudieran llegar a distorsionar los resultados obtenidos por nuestros modelos.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El interés de las empresas de distribución eléctrica de todo el mundo por la innovación es manifiesto, aunque la velocidad de incorporación de dichas innovaciones dentro de sus procesos de negocio, aún es lento. Esta situación es especialmente acusada en Latino América, aspecto que se ha podido constatar en Perú, después de tres años operando en el país de la mano de TECH Industrias Globales y que ha motivado la postulación a esta línea conjunta de I+D.

Uno de los aspectos cruciales a la hora de impulsar la investigación y la innovación, es la explotación avanzada de las infraestructuras de medición energética, así como el análisis inteligente de los datos.

Aunque las compañías eléctricas cuentan con cierta capacidad de explotación y análisis de datos, la mayoría siguen usando métodos tradicionales y obsoletos, así como equipos humanos insuficientes, y que están siendo impactados por los siguientes problemas:

1. Frecuencias de muestreo insuficientes o recolección incorrecta de información procedente de los equipos de medida.

Aunque todas las eléctricas, están realizando un gran esfuerzo por modernizar sus infraestructuras de medición, gran parte de la base instalada de medidores de energía en Latinoamérica no cuenta a día de hoy con sistemas de medición remota, salvo los grandes consumidores de energía. Sirva como ejemplo, el caso específico de Perú, donde las distribuidoras tienen la exigencia de migrar los medidores residenciales a medidores inteligentes **en un periodo de 8 años, para cumplir la Ley N° 27345 artículo 163 de la Ley de Concesiones Eléctricas.**

Por ello, muchas lecturas de consumos se realizan de manera manual una vez al mes, a través empresas subcontratadas (cuya calidad dependerá mucho de la región o área donde se ubican los medidores, ya que no es lo mismo una ubicación en la zona de selva que en un entorno urbano), lo cual redundará en:

- Poca fiabilidad de los datos
- Inducción al error por procesos manuales
- Elevados costes asociados de este tipo de servicio

Los procesos de validación de la información, así como su estimación y edición en caso de errores en la lectura, es manifiestamente mejorable, tanto en el caso de medida local como telemedida.

Por ello, pretendemos desarrollar un procedimiento optimizado y automático de VEE (Validation-Estimation-Edition) de los datos recogidos antes de incorporarlos a los modelos de aprendizaje de la plataforma, con los siguientes objetivos:

- Fijar dinámicamente qué criterios de validación se desean aplicar a los datos basados en control de flujos operativos y sistemas CEP (Complex Event Processing), que permitan determinar si la información recibida es correcta,

atendiendo no sólo al dato en sí, si no también al contexto temporal en el que ocurre o a su correlación con otra información recibida del cliente.

- En aquellos casos en los que se determine que hay faltas de datos que deban ser rellenadas con estimaciones, poder disponer de mecanismos que controlen la lógica para estimar atendiendo a la magnitud, legislación del país o criterios específicos del cliente.
- Por último, capacidad para hacer una edición de datos masiva e inteligente que minimice el tiempo de intervención de los equipos de explotación de la plataforma.

2. Procesamiento muy lento de la información

La lentitud en la recolección de la información, se ve agravada por su deficiente procesamiento, que suele realizarse de forma manual y por equipos humanos cada vez más pequeños y con una carga de trabajo creciente que incorporan a veces errores humanos de transcripción. Todo ello deriva en procesos muy lentos, que hacen que la información no fluya en tiempo y forma.

Un ejemplo de este proceso ineficiente es el proceso de detección y recuperación de anomalías, que actualmente y según datos facilitados por las propias distribuidoras peruanas, tiene una duración media de tres meses a partir de la recepción de los datos de medición (ya sea manual o telemétrica), cuando con el sistema OPERATO a desarrollar, podría reducirlo a tiempos de una semana. La automatización de los procesos de recolección de información (sobre el propio medidor, o sobre los datos una vez que se encuentran en el servidor de la eléctrica), así como los circuitos de validación-estimación-edición aplicados, permitirá disponer de una fuente fiable de datos mucho más ágil. Aplicar de igual forma de manera automática todos los procesos de análisis permitirá obtener resultados en plazos mucho más rápidos, acelerando en cascada todos los trabajos demandados.

3. Imposibilidad de gestión de parte de la información disponible

Como se ha mencionado anteriormente, aún queda mucho camino por recorrer y avanzar en la modernización de las infraestructuras de medida energética de las eléctricas. Sin embargo, estos cambios tecnológicos se están produciendo a diferentes velocidades. Primeramente, las inversiones se están centrado en los grandes clientes (sus principales consumidores de energía) como no podía ser de otra manera.

Dada la obsolescencia de los sistemas de telemetración (que la mayor parte de las ocasiones, solo puede recolectar los datos de consumo), mucha de la información que podría obtenerse de estos grandes clientes, no puede ser procesada (por ejemplo, alertas, eventos, perfil de instrumentación....).

El sistema propuesto con OPERATO, no solo mejorará el tratamiento de los datos de consumo energético, que podrían ser recolectados con frecuencias mucho menores, sino que, además, permitiría la gestión de los eventos del medidor (equipo de medición) y su relación compleja con patrones de consumo, que permitirán mejorar aspectos de

la operación como pueden ser la gestión de alertas, los mantenimientos predictivos, la explicación ante reclamaciones, etc....

Se abre aquí un abanico amplio de posibilidades, como por ejemplo, relacionar los eventos del medidor con la información que éste mide puede dar más peso en determinadas evaluaciones de fraude, o la detección temprana de errores de medición o de calibrado de un equipo que pueda, por un lado, explicar posibles anomalías en la información recibida y, por otro lado, activar un mantenimiento para la subsanación del problema.

4. Ineficiencias en la realización de balances energéticos

Como hemos visto en los puntos precedentes, la baja calidad de los datos y su inadecuada gestión, repercute en prácticamente todos los procesos operativos de una eléctrica, incluidos los balances energéticos, que no son una excepción

La creciente incorporación de generación distribuida en las redes eléctricas, así como la liberalización de los mercados, que posibilitan la comercialización de energía sobre redes de terceros, demandan que estos balances sean cada vez más precisos, transparentes y más sistematizados, por lo que la solución OPERATO y su arquitectura tecnológica permitirá mejorar el cálculo de los balances energéticos, usando a su vez la información obtenida como fuente de información adicional a todo el sistema de cálculos implantados, lo que permitirá, por ejemplo, afinar en la detección de fraude en las diferentes ramas de distribución.

5. Carácter reactivo del análisis

Actualmente, la poca penetración de tecnologías Big Data, combinado con técnicas de aprendizaje para el análisis de los datos en eléctricas Latinoamericanas, les impide realizar una labor preventiva precisa y adecuada, por lo que, en el mejor de los casos, el análisis que se está realizando a día de hoy es descriptivo, del tipo “¿Qué pasó?”

OPERATO propone aprovechar la información existente, y aplicarle un análisis de tipo predictivo, que mediante el uso de distintas técnicas de Machine Learning, y más en concreto, Deep Learning, permita conocer con antelación cuál debería ser el consumo energético y actuar en consecuencia ante la presencia de anomalías.

Las tendencias actuales del mercado mundial indican un cambio necesario en la gestión de la energía, así como lo es una solución Smart Grid que es capaz de responder automáticamente a las fluctuaciones de la producción de la energía. Pero este cambio no solo es perceptible a nivel mundial, cabe recalcar que, en el año 2012 en Perú la entidad reguladora Osinergmin elaboró un estudio que dio a conocer las condiciones generales del sector eléctrico peruano, a nivel tecnológico, regulatorio y de mercado.

OPERATO propone desarrollar un nuevo proceso de negocio (en formato servicio) que cambie radicalmente la forma de operar y reaccionar de forma ágil ante situaciones inesperadas en relación al consumo energético.

Se cambiará la forma de operar tradicional (explicada anteriormente) acercándose a modelos de reacción temprana gracias a la plataforma tecnológica global que será desplegada y cuyos puntos principales destacamos a continuación:

- Por un lado y como base de la solución, una **arquitectura Bigdata** pensada para el tratamiento masivo de información, tanto en modelo Batch como en Streaming, basado en tecnologías como Apache kafka, Apache Cassandra o Apache Spark. La ingesta masiva de información, su almacenamiento o su posterior procesado en los diferentes análisis son retos que serán solucionados de base en la plataforma.
- Capacidad para garantizar la calidad de la información en base al **motor VEE** desplegado, lo que permitirá disponer de workflows de validación, apoyados en motores CEP para determinar la calidad del dato junto con flujos de estimación automatizados, con gestión de excepciones integradas para el tratamiento de las ediciones requeridas.
- **Modelos automatizados** para la detección de anomalías basados en mecanismos tradicionales de reconocimiento de patrones, como DLA (Linear Discriminant Analysis), SVM (Support Vector Machines), etc, o mediante la aplicación de técnicas más avanzadas basadas en Deep Learning, como CNN (Convulotional Neuronal Networks), LSTM (Long Short- Term Memory) o Autoencoders. Todos ellos son descritos en otros puntos de la presente memoria.
- No menos importante es la **plataforma final** donde se podrá comprobar el resultado de todos estos trabajos, un aplicativo (ofrecido en canal Web y aplicación móvil) donde los usuarios puedan interactuar, de manera sencilla y usable, con toda la información recopilada y las conclusiones extraídas, de forma que puedan focalizar sus esfuerzos en aquellos puntos que maximicen la dedicación de recursos humanos.

Desde un punto de vista lógico, el planteamiento que hace OPERATO para dar soporte a la funcionalidad asociada a los objetivos del proyecto, se describe a continuación:

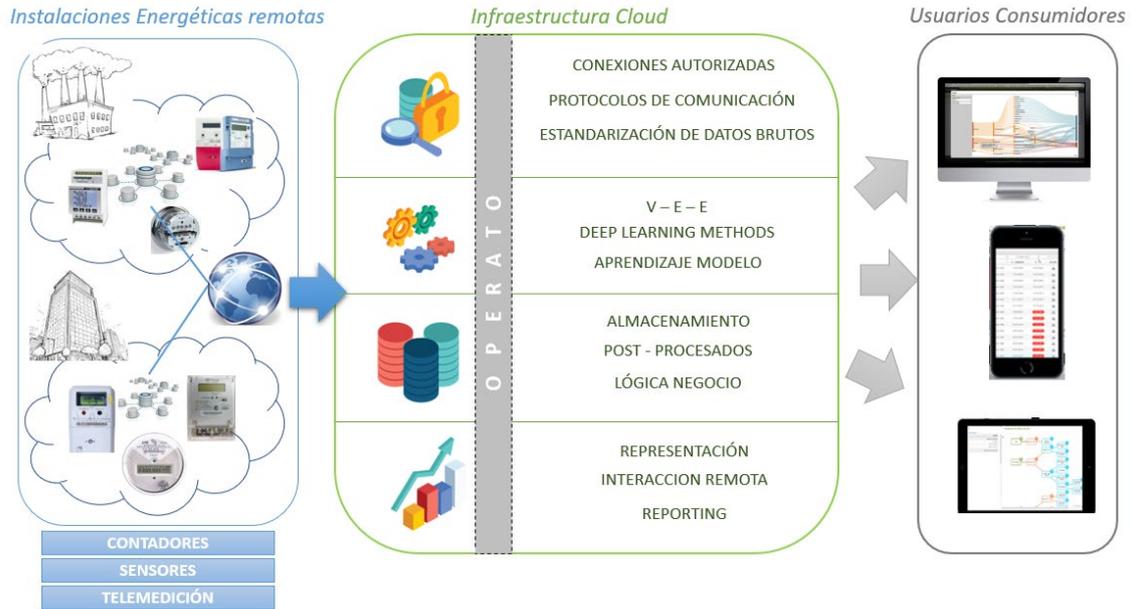


Ilustración 1: Arquitectura Lógica OPERATO

La plataforma OPERATO servirá de enlace tecnológico entre los consumidores finales de la solución que tiene como ambición ser una plataforma confiable por el esfuerzo que se realizará en torno a los datos.

La ilustración anterior demuestra los ámbitos de actuación de la plataforma. Los datos de consumo energético generados en campo (instalaciones del cliente) serán captados de forma automática por OPERATO en los casos de medidores con telemedida, o en aquellos casos en los que el equipo no sea telemedido, y su recolección se haga de modo manual a través de personal de campo (lecturistas con un portátil o un dispositivo handhelp), con el fichero bruto recolectado con el software propietario/lectura manual, que se deja en los servidores de la distribuidora después de cada ruta de lectura.

Una vez disponible el dato dentro de la plataforma, **OPERATO realizará un análisis previo acerca del valor recibido antes de su almacenamiento y procesado de información.** Este análisis previo se encargará de validar el dato (coherencia, rango, alienación del dato real con el esperado...) de tal forma que si todo esta en orden pasará a formar parte del sistema o en caso contrario OPERATO se encargará de amoldar el dato con algoritmos V-E-E para su entrada en el sistema y en los modelos de Deep Learning a desarrollar.

Una vez diseñados, implementados y desarrollados los modelos de Deep Learning, OPERATO necesitará de una fase de aprendizaje y entrenamiento del sistema con datos totalmente confiables antes de la puesta en explotación del sistema.

Al margen de todas las capacidades descritas anteriormente, la solución OPERATO presenta riesgos¹ que estarán **continuamente monitorizados** por el equipo de proyecto y la propia plataforma², lo que puede implicar la activación de planes de contingencia ante problemas:

1. Comunicaciones deficientes desde los equipos de telediagnóstico, gestionando de manera automática los reintentos orientados a recuperar la conectividad o la notificación a los actores involucrados para la subsanación del problema.
2. Imposibilidad de reconstrucción de datos ante posibles ausencias grandes de lotes de información, activándose mecanismos complementarios de reconstrucción basados en el comportamiento de clientes sectorialmente equivalentes.
3. Elevados tiempos de procesamiento derivados de la complejidad de los cálculos y en el volumen de información tratada, procediéndose automáticamente al escalado de la plataforma para dotarla de la potencia requerida

Todos los trabajos del proyecto se realizarán bajo un contexto metodológico ágil, diferenciando:

- Para el desarrollo de las diferentes historias de usuario que se vayan identificando, usaremos Scrum, organizando por tanto el trabajo en sprints regulares en carga y recursos.
- Por el contrario, para el soporte a producción, ya sea al proceso posterior al despliegue de funcionalidad o a su interacción con los usuarios, nos guiaremos por paneles Kanban, al tratarse de volúmenes mucho menos predecibles y que en muchos casos requieren respuestas muy rápidas.

Fuera del ciclo puro de desarrollo nos apoyamos ampliamente en el concepto DevOps, que busca relacionar el trabajo de desarrollo con el trabajo de operaciones, maximizando la interacción entre ambos mundos. Es un aspecto clave de cara a conseguir tener entregas pequeñas, continuas y recurrentes desde el inicio hasta el final de las tareas de desarrollo, asegurándonos por un lado la calidad y los tiempos de ejecución de la Fase 2 de desarrollo y por otro, ajustarnos a las expectativas funcionales perseguidas o poder reaccionar con rapidez en caso contrario.

¹ Para seguimiento de los riesgos: Revisión y actualización de los riesgos y sus acciones correctivas asociadas categorizados según MoSCoW (Must - Should - Could - Wont).

² La plataforma dispondrá de soluciones para el análisis de logs distribuidos basados en el stack ELK, monitorización del rendimiento de las aplicaciones, alertas de disponibilidad o saturación en todos sus servicios a través de email y móvil, reglas de escalado automático, etc.

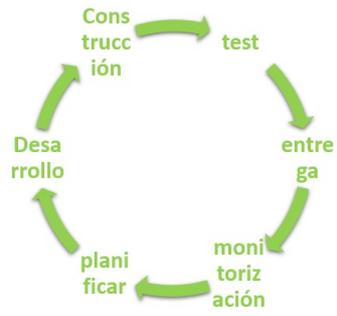


Ilustración 2: Metodología ágil propuesta

PLAN DE TRABAJO

El proyecto se iniciará el 1 de enero del 2019 y tendrá una duración de 24 meses, concluyendo el 31 de diciembre del 2020.

La planificación se ha diseñado como un proceso ágil dividido en tres fases con diferentes hitos intermedios a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto:

1. Fase 1: Diseño técnico: 01.01.19 al 30.04.19. Duración 4 meses.
2. Fase 2: Desarrollo e implementaciones: 01.05.19 al 31.08.20. Duración 16 meses.
3. Fase 3: Validación y test: 01.07.20 al 31.12.20. Duración 6 meses.

Se definen los siguientes hitos claves del proyecto:

- Hito 1: Definición y Diseño completo del servicio OPERATO.
 - o Requerimientos de la solución.
 - o Diseños técnicos.
 - o Sistema de validación de datos.
 - o D
- Hito 2: Versión final del servicio OPERATO sobre la plataforma SMARKIA.
 - o Sistema de Deep Learning.
 - o Servicio OPERATO desarrollada en su versión final.
 - o Validación en campo de la solución.

Descripción de las tareas: A partir de ahora se utilizarán los siguientes acrónimos para las empresas participantes: Smarkia (SMK), Tech Industrias Globales (TECH), Universidad de León (ULE).

El cronograma asociado al proyecto se define de la siguiente manera:

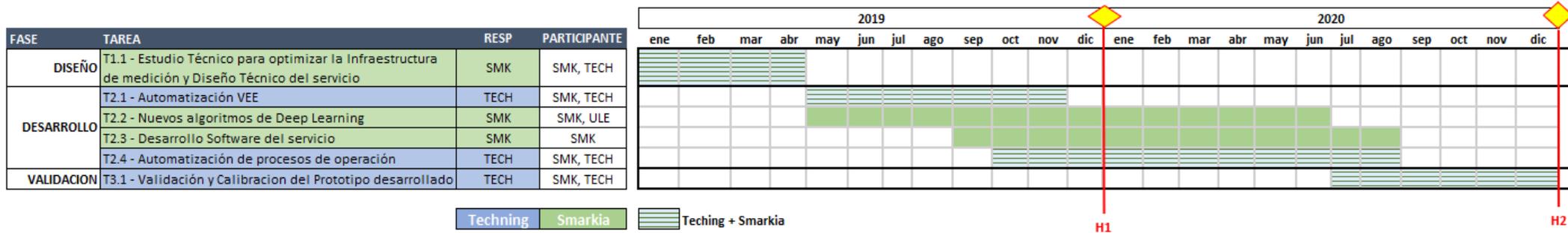


Ilustración 3: Planificación tareas e Hitos

Fase	F1. Diseño Tecnológico de OPERATO		
Tarea	T1.1. Estudio Técnico para optimizar la infraestructura de medición y Diseño técnico de la solución		
Fecha de Inicio	ENE 2019 (M1)	Fecha de Fin	ABR 2019 (M4)
Líder	SMK	Participantes	TECH, SMK
Objetivos			
<p>Definir tecnológica de las mejoras técnicas para desarrollar del servicio dentro del ámbito de la infraestructura de medición.</p> <p>Especificación de los requisitos, funcionales y no funcionales, y diseño de las técnicas para la captura de datos procedentes de equipos de medición desplegados en las instalaciones finales de los clientes.</p> <p>Diseño tecnológico completo del sistema en el que se identifique la arquitectura a bajo nivel, interfaces y módulos software a implementar, protocolos de comunicación, modelo de datos, flujo de información, fundamentos matemáticos a emplear, almacenamiento, etc..</p>			
Descripción de la actividad			
<p>Especificación de requisitos y diseño de la arquitectura de adquisición de datos para obtener y transmitir de manera robusta y fiable la información relacionada con los consumos energéticos (eléctricos, gas, agua) recopiladas en campo a través de equipos de telemedida, Smart meterings, sensores, contadores...</p> <p>Se realizará un estudio preliminar técnico exhaustivo sobre el estado del arte relacionado con los equipos de medición para justificar adecuadamente el correcto diseño del sistema OPERATO junto con sus principales tecnologías a utilizar.</p> <p>Análisis y diseño de la infraestructura tecnológica asociada a OPERATO. Se realizará el diseño tecnológico completo del sistema incluyendo la arquitectura software con los principales módulos de OPERATO.</p> <p>Se definirá una lógica completa de funcionamiento del sistema que permita identificar las partes o módulos críticos de OPERATO (adquisición, procesamiento, validación de datos...) junto con una completa definición de las tecnologías a utilizar y su versionado correspondiente. De esta forma, se obtendrá el mapa tecnológico completo del sistema.</p> <p>El diseño técnico de la plataforma OPERATO deberá soportar todos los requisitos identificados en esta tarea.</p>			
Entregable			
<p>E1. Métodos y diseños para la optimización de Infraestructura de medición. Informe.</p> <p>E2. Diseño de la infraestructura tecnológica asociada a OPERATO. Informe Técnico</p>			
Medición de la consecución del objetivo y acciones correctivas.			

Para el Hito 1: Ejecución completa de la tarea.
 Actualización de matriz de riesgos y acciones correctivas asociadas.

Fase	F2. Desarrollo e Implementación		
Tarea	T2.1. Automatización VEE		
Fecha de Inicio	MAY 2019 (M5)	Fecha de Fin	NOV 2019 (M11)
Líder	TECH	Participantes	TECH, SMK
Objetivos			
Definir un sistema de Validación – Estimación – Edición que sea flexible y que permita a OPERATO alcanzar una calidad de dato que garantice la fiabilidad de la información a almacenar y procesar dentro de los algoritmos de aprendizaje a desarrollar en la “T4. Nuevos algoritmos de Deep Learning”.			
Descripción de la actividad			
<p>El modelo de VEE a desarrollar debe ser capaz de detectar y depurar lo que se llama “dirty data”. Este concepto hace referencia a datos que son incorrectos, incompletos o duplicados cuyo origen es la introducción de datos erróneos en las series de datos de manera voluntaria o involuntaria. La consecuencia de alimentar el sistema de aprendizaje a desarrollar en la T4 deriva en la toma de decisiones incorrectas por parte de OPERATO.</p> <p>Además, se contempla en el modelo VEE que cumpla con la legislación a la que pudiera estar sujetos y los procedimientos operativos que están pudieran fijar.</p>			
Entregable			
E3. Modelo específico VEE para el ámbito de eficiencia energética. Diseño.			
Medición de la consecución del objetivo y acciones correctivas.			
<p>Para el Hito 1: Ejecución completa de la tarea. Actualización de matriz de riesgos y acciones correctivas asociadas.</p>			

Tarea	T2.2. Nuevos algoritmos de Deep Learning
--------------	--

Fecha de Inicio	MAY 2019 (M5)	Fecha de Fin	JUN 2020 (M18)
Líder	SMK	Participantes	SMK, ULE
Objetivos			
Se avanzará y se evolucionará los métodos de Deep Learning que aplican técnicas como CNN (Convolutional Neuronal Networks), LSTM (Long Short-Term Memory) o modelos Autoencoders.			
Descripción de la actividad			
Desarrollo de un conjunto de algoritmos que permita el aprendizaje a través de una red neuronal artificial que intercambie información en un determinado sistema de niveles. Se pretende crear un sistema de red neuronal con varios niveles que permita un aprendizaje mucho más minucioso de la información de entrada y extraer conclusiones relevantes del consumo energético.			
Entregable			
E4. Algoritmo de Deep Learning. Diseño técnico + Código.			
Medición de la consecución del objetivo y acciones correctivas.			
Para el Hito 1: Implementación básica de algoritmos. Para el Hito 2: Validación y refinamiento de algoritmos. Actualización de matriz de riesgos y acciones correctivas asociadas.			

Tarea	T2.3. Desarrollo software		
Fecha de Inicio	SEP 2019 (M9)	Fecha de Fin	AGO 2020 (M20)
Líder	SMK	Participantes	SMK
Objetivos			
Desarrollo de la plataforma OPERATO. Implementación de la solución acorde a lo determinado en la Fase 1. Para el desarrollo se integrará e implementará tanto el modelo VEE, los algoritmos de Deep Learning así como los nuevos procesos de operación a definir en la tarea 6 – Sistematización de procesos de operación.			
Descripción de la actividad			
En esta actividad se incluirá el desarrollo de todos los módulos de la arquitectura software (adquisición,			

<p>almacenamiento, VEE, procesamiento...) que serán embebidos en la actual plataforma Smarkia.</p> <p>Se desarrollará el módulo de visualización correspondiente para OPERATO: representación gráfica de los datos recopilados, resultados de los resultados de los diferentes análisis realizados con el modelo de Deep Learning desarrollado, etc...</p>
<p>Entregable</p>
<p>E5. Plataforma software OPERATO. Código.</p>
<p>Medición de la consecución del objetivo y acciones correctivas.</p>
<p>Para el Hito 1: Desarrollo e integración en la plataforma de la funcionalidad VEE.</p> <p>Para el Hito 2: Desarrollo e integración en la plataforma asociada a los algoritmos (pantallas, interfases..).</p> <p>Actualización de matriz de riesgos y acciones correctivas asociadas.</p>

Tarea	T2.4. Sistematización de procesos de operación		
Fecha de Inicio	OCT 2019 (M10)	Fecha de Fin	AGO 2020 (M20)
Líder	TECH	Participantes	SMK, TECH
Objetivos			
El nuevo prototipo OPERATO será la nueva plataforma de servicio para la gestión optimizada de anomalías energéticas.			
Descripción de la actividad			
Definición del nuevo modelo de servicio que pueda sustituir al modelo de funcionamiento actual. Identificación de las nuevas etapas del proceso, así como definición completa de la nueva forma de operar por parte de las empresas energéticas para la detección, tratamiento y gestión de anomalías de uso energético por parte de los			

<p>clientes finales.</p> <p>El nuevo mapa del servicio deberá definir los nuevos perfiles o tipología de personas involucradas en cada una de las etapas del proceso de gestión de anomalías.</p>
<p>Entregable</p>
<p>E6. Diseño del nuevo procedimiento de operación. Informe.</p>
<p>Medición de la consecución del objetivo y acciones correctivas.</p>
<p>Para el Hito 1: Definición del nuevo modelo de servicio.</p> <p>Para el Hito 2: Validación y refinamiento del modelo propuesto.</p> <p>Actualización de matriz de riesgos y acciones correctivas asociadas.</p>

Fase	F3. Validación y Test		
Tarea	T3.1. Validación y calibración del prototipo desarrollado		
Fecha de Inicio	JUL 2020 (M19)	Fecha de Fin	AGO 2020 (M24)
Líder	TECH	Participantes	TECH, SMK
Objetivos			
Validación completa del sistema OPERATO. Instalación y validación de OPERATO en dos pilotos demostradores con el objeto de desplegar de solución desarrollada y comprobar su correcto funcionamiento, así como de los diferentes elementos y módulos que la integran.			
Descripción de la actividad			
<p>Se definirá una batería de pruebas unitarias e integrales del sistema. Estos planes de test serán ejecutados en dos pilotos en Perú. Los dos demostradores serán de diferentes tipología y ubicación geográfica para la correcta medición y validación completa del sistema.</p> <p>Se realizarán tres pilotos demostradores para testear y validar el prototipo OPERATO en tres regiones diferentes del Perú. Se ha determinado que Enel, Ensa y Elor correspondiente a costa -Lima-, sierra -Cajamarca- y selva -Iquitos-, serán seleccionadas para realizar el proyecto piloto.</p> <p>Cabe indicar que actualmente se cuenta con carta de interés de estas (ver anexo) y otras distribuidoras, echo por el cual se tendrá asegurados tres pilotos que implementarán un total de 100 puntos de medida seleccionados por las propias eléctricas, pertenecientes a diferentes sectores y que cumplan con la factibilidad técnica requerido por el proyecto (telemida o datos provenientes de su base de datos).</p> <p>Durante la ejecución de los demostradores, se realizarán ajustes software oportunos, se resolverán incidencias surgidas y problemas.</p>			

<p>Se certificará que lo definido en la FASE 1 se cumple en cada uno de estos demostradores.</p> <p>Se realizarán pruebas de rendimiento del sistema para verificar su eficiencia y comprobar su uso en otro tipo de entornos.</p>
<p>Entregable</p>
<p>E7. Resultados de las validaciones del sistema en campo. Informe.</p>
<p>Medición de la consecución del objetivo y acciones correctivas.</p>
<p>Para el Hito 2: Ejecución completa de la tarea.</p> <p>Actualización de matriz de riesgos y acciones correctivas asociadas.</p>

Solo se tiene previsto y planificado una subcontratación y estará encuadrada en la Tarea 4. Nuevos algoritmos de Deep Learning. La subcontratación se realizará con la Universidad de León, con quien ya venimos colaborando en otros proyectos , realizando estudios del estado del arte, soporte en el desarrollo y prueba de nuevos algoritmos.

En el ámbito del proyecto OPERATO, participarán en el soporte al desarrollo de los algoritmos, permitiendo complementariedad de conocimientos y experiencia a los ya aportados por Tech y SMARKIA.

La siguiente imagen ilustra la relación secuencial e incremental entre las tareas de trabajo en las que se divide el proyecto:

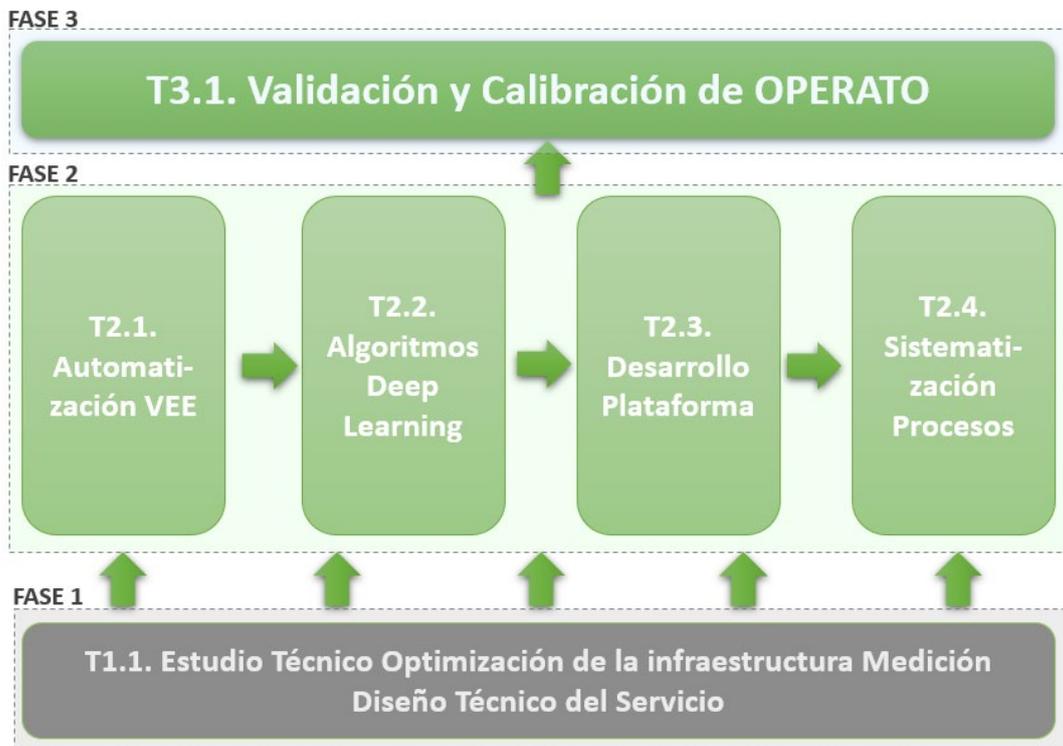


Ilustración 4: Estructura y relación de los trabajos

A continuación, se resumen el listado esperado para cada una de las tareas:

LISTA DE ENTREGABLES

Entregable	Nombre Entregable	Resp	Tipo	Fecha
E1	Métodos y diseños para la optimización de Inf. de medición	TECH	Informe	M4
E2	Diseño de la infraestructura tecnológica asociada a OPERATO	SMK	Informe	M4
E3	Modelo específico VEE para el ámbito de eficiencia energética	TECH	Diseño Tec	M11
E4	Algoritmo de Deep Learning.	SMK	Diseño Tec + Sw	M18
E5	Plataforma software OPERATO	SMK	Sw	M20
E6	Diseño del nuevo procedimiento de operación	TECH	Informe	M20
E7	Resultados de las validaciones del sistema en campo.	TECH	Informe	M24

Tabla 1: Listado de entregables

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DEL PROYECTO Y TECNOLOGÍA A APLICAR POR LA EMPRESA

En el mercado existen software y plataformas que están destinadas al monitoreo remoto de parámetros eléctricos (consumo de energía) tales como SMARKIA, PrimeStone, Power Monitoring Expert y otros.

Actualmente la gestión inadecuada y carencias en la identificación de estas situaciones por parte de las empresas de distribución eléctrica, se manifiesta en pérdidas económicas y altos costes de recursos operativos.

A día de hoy, ninguna otra empresa de la competencia está comercializando alguna solución para mitigar o dar respuesta al problema expuesto en este proyecto.

Por lo tanto, la diferenciación de OPERATO vendrá en dar una solución pero que además se pretende crear un **nuevo servicio que mejore el control y la eficiencia operativa mediante procesos automáticos que permitan:**

1. Enfoque preventivo preciso y anticipado, en lugar de un carácter reactivo a los análisis.
2. Posibilitar la caracterización y perfilado de la tipología de clientes.
3. Registrar, cuantificar y valorizar las pérdidas económicas.
4. Controlar los procesos que permitan subsanar las situaciones anómalas.
5. Reducir el coste operacional de las inspecciones en campo por parte de las cuadrillas.

Las principales líneas de innovación tecnológica que presenta OPERATO frente a otras empresas del mercado español o peruano son las siguientes:

1. Calidad de los datos: Como elemento clave sobre el que se apoye cualquier estudio, análisis y toma de decisiones. Es necesario tener una manera objetiva de poder determinar cuánto podemos fiarnos de nuestros datos y cuánto pueden estar comprometiendo los estudios, y, por tanto, las conclusiones, que estén siendo obtenidas y entregadas al usuario. La presencia de faltas en los datos, equipos mal calibrados, etc, demandará un sistema de VEE (Validación - Estimación - Edición) en la plataforma, que sea robusto y sistemático, dando libertad de actuación a los responsables de la plataforma y a la vez permitiendo evaluar el impacto real de sus acciones.
2. A partir de los modelos obtenidos en la plataforma para el estudio y análisis de consumos anómalos, y aprovechando que permiten conocer el comportamiento tipo de cada una de las tipologías de clientes de la plataforma, dotar a OPERATO con capacidad de:
 - a. Perfilado, con el objetivo de convertir los datos de consumo mensual únicos en curvas de consumo completas. A no disponer la mayoría de medidores de telemetría, muchas veces el proceso de lectura de consumos se realiza de

modo manual, mediante lecturistas, que solo toman el valor del consumo agregado del mes. A partir de la caracterización de esos clientes, en grupos homogéneos y utilizando los consumos detallados de clientes teledados y los modelos predictivos calculados sobre ellos, pretendemos construir una curva de consumo *cuarto-horarios*, donde se reparta ese valor mensual.

- b. **Historificado**, con el objetivo de poder "construir" históricos a partir de datos de facturación antiguos de forma que pueda aprovecharse todo el potencial del sistema para clientes que carecen de información suficiente.
3. Implantación de un método confiable para las anomalías de forma que la única fuente de información que empleemos sean los consumos, ya que es este el dato que siempre podrá proporcionar la eléctrica (bajo una determinada calidad y usando mecanismos de perfilado en caso de no tenerse históricos y/o acceso a medición inteligente).

OPERATO cubrirá las mejoras operativas descritas gracias a la incorporación, desarrollo y evolución de tecnologías basadas en reconocimiento de patrones.

El **reto tecnológico innovador** del proyecto radica en una evolución y desarrollo de nuevos métodos de detección de anomalías. La aplicación de métodos de reconocimiento de patrones, ya sean supervisados o no supervisados, que se han empleado hasta ahora, pueden y deben ser mejorados mediante técnicas mucho más actuales basadas en Deep Learning ³.

En concreto, métodos como:

- DLA (Linear Discriminant Analysis)⁴: método utilizado en estadística, reconocimiento de patrones y aprendizaje de máquinas para encontrar una combinación lineal de rasgos que caracterizan o separan dos o más clases de objetos o eventos.
- SVM (Support Vector Machines)⁵: son un conjunto de algoritmos de aprendizaje supervisado, estos métodos están propiamente relacionados con problemas de clasificación y regresión.
- Redes Bayesianas: modelo de grafos probabilísticos para la representación de un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales.
- DT (Decision Trees): son modelos de predicción basados en un conjunto de datos que forman construcciones lógicas, muy similares a sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones de forma sucesiva.
- OPF (Optimum-Path Forest) ⁶: es un framework utilizado para modelos de aprendizaje no supervisados, semi supervisado o supervisados.

³ https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_profundo

⁴ <https://ieeexplore.ieee.org/document/7982953/#full-text-section>

⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218305292>

⁶ <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8329170/>

Algunos de estos métodos de aprendizaje supervisado o métodos no supervisados, etc. serán mejorados mediante la aplicación de técnicas de Deep Learning que deberán ser analizadas como:

- CNN (Convolutional Neural Networks)⁷: son redes neuronales convolucionales que consiste en múltiples capas de filtros convolucionales de una o más dimensiones. Después de cada capa, por lo general se añade una función para realizar un mapeo causal no-lineal.
- LSTM (Long Short-Term Memory)⁸: es un modelo de capas de una red neuronal recurrente.
- Autoencoders: es un tipo de red neuronal artificial no supervisado que aprende a través de la codificación de datos.

Y estas alternativas no solo con la aproximación a un plano temporal sino también en un plano espacial.

Todos los desarrollos obtenidos (software, definición de nuevos algoritmos avanzados, diseños de algoritmos...) conocimientos adquiridos, así como los resultados obtenidos, estarán sujetos a los acuerdos: “Acuerdo de Explotación de Resultados” y “Acuerdo de Colaboración” firmados por ambos socios durante la fase 1.

El software a desarrollar no se distribuye por tratarse de un servicio ofrecido en modelo SaaS (Software as a Service), lo que prácticamente imposibilitaría la copia del mismo. Puesto que el servicio se prestará a nivel global existe una necesidad clara de registrar la marca en todos los países donde se realiza la comercialización, con el objetivo de proteger la imagen y la identidad del producto.

La Propiedad Intelectual de los programas informáticos está reconocida desde que se comienza su creación. La solución planteada prevé su inscripción en el Registro de Propiedad Intelectual, prueba cualificada de que los derechos inscritos existen y pertenecen a su titular. Por la complejidad de la solución se contempla la necesidad de creación de algoritmos y procesos patentables. Para su detección, se prevé realizar una auditoría de IPRs (Intellectual Property Rights) para identificar activos intangibles y saber si son susceptibles de protección a nivel internacional.

Durante el segundo año de ejecución del proyecto, se realizará una auditoría interna sobre los desarrollos / diseños realizados en el ámbito del proyecto que sean susceptibles de patentar o bien de registrar como Propiedad Intelectual.

El desarrollo del proyecto OPERATO nos permitirá continuar y avanzar tecnológicamente a ambas empresas adaptándose a las nuevas necesidades y problemáticas del mercado de la generación de energía apalancándose en la incorporación en el negocio de tecnologías disruptivas como las detalladas en este proyecto.

⁷ <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7738524/>

8

https://www.researchgate.net/publication/319643478_PowerLSTM_Power_Demand_Forecasting_Using_Long_Short-Term_Memory_Neural_Network

En el caso concreto de Smarkia, le permitirá comenzar a participar en programas europeos dentro del marco H2020. En concreto, se ha visto de especial interés formar parte de consorcios europeos que quieran desarrollar nuevas ideas que tengan encaje en el pilar 3: Retos de la Sociedad y en concreto: Construyendo un futuro resiliente al cambio climático bajo en emisiones de carbono: Energía segura, limpia y eficiente. Se ha detectado especial interés en algunos topics en el año 2019 y 2020 como, por ejemplo:

- LC-SC3-EE-5-2018-2019-2020: Next-generation of Energy Performance Assessment and Certification
- LC-SC3-EE-8-2018-2019: Capacity building programmes to support implementation of energy audits.
- LC-SC3-EE-13-2018-2019-2020: Enabling next-generation of smart energy services valorising energy efficiency and flexibility at demand-side as energy resource

MERCADO DEL PROYECTO

El proyecto OPERATO está orientado a generar oportunidades de mejora en la operación de empresas de distribución eléctrica, en primera instancia de Perú y luego del resto de Latino América a través de la digitalización. Según un estudio de la consultora McKinsey&Company de 2016, la **optimización digital puede aumentar la rentabilidad de las eléctricas⁹ entre un 20% y 30%**, lo que se convierte en la principal motivación de compra.

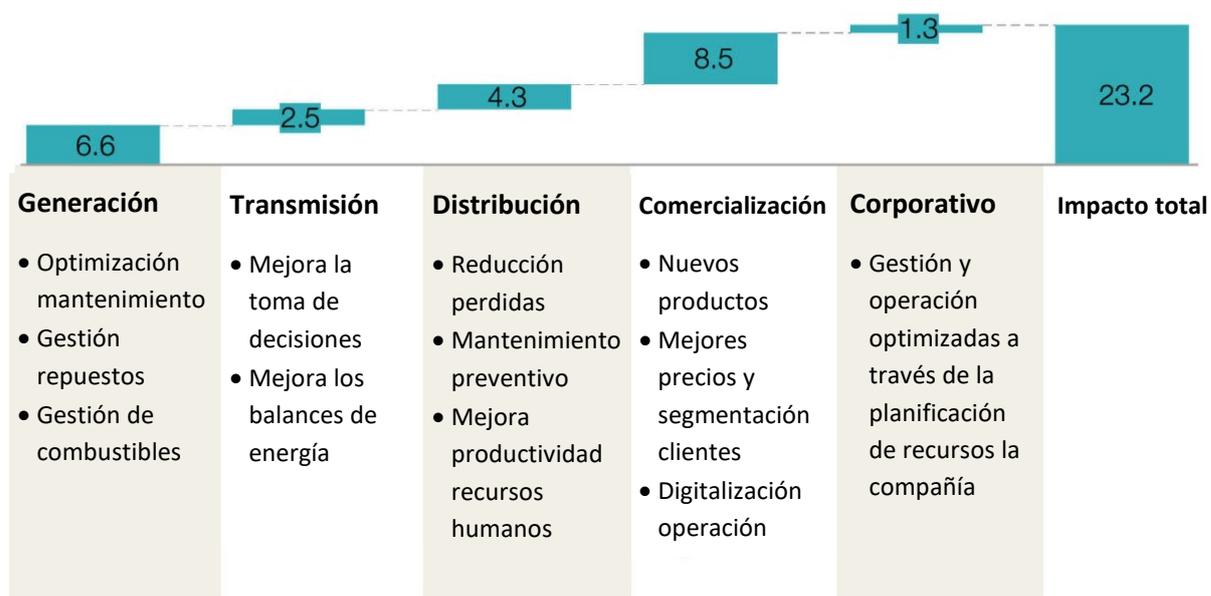


Ilustración 6: Impacto de la digitalización en el beneficio de las utilities %

Por ello la tendencia de las distribuidoras a invertir en este tipo de soluciones es cada vez mayor, en todo el mundo y Latinoamérica no es una excepción como puede verse en el siguiente gráfico

¹⁰

⁹ Fuente: McKinsey&Company

¹⁰ Fuente: The Soft Grid 2013-2020: Big Data & Utility Analytics for Smart Grid. Wood Mackenzie

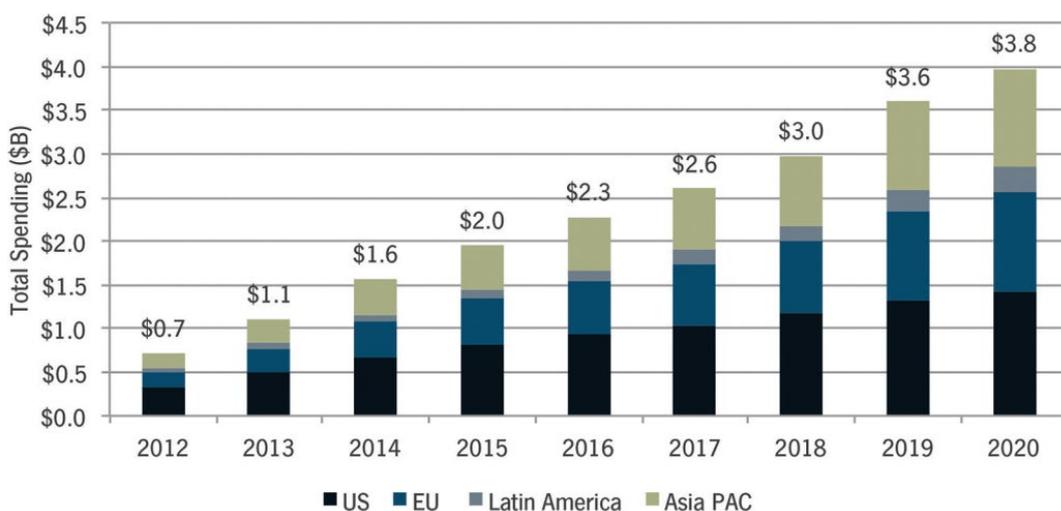


Ilustración 7 Gasto global en Analítica de datos en Utilities

La tasa de crecimiento de estas inversiones no ha parado de crecer desde el 2012, situándose en torno a un **25% interanual** y todos los analistas consideran que al menos este crecimiento será sostenido en los próximos años

Otro punto a tener en cuenta, es que **cada año el 17% de la electricidad generada en América Latina y Caribe se pierde** frente al 6% de media que presenta el conjunto de países de la OCDE. Las pérdidas de electricidad se estiman entre **US\$11.000 y US\$17.000 millones**, lo que representa aproximadamente el **equivalente al 0,3% del PIB de la región**. El **80% de estas pérdidas ocurren durante la distribución de energía**¹¹.

En el caso específico de **Perú**, el porcentaje de pérdidas respecto a la producción, alcanza **10,5%** según la Agencia Internacional de la energía en su informe de 2013.

El nuevo servicio SaaS que se desplegará sobre la plataforma SMARKIA, es susceptible de ser usado por cualquier eléctrica del mundo, aunque actualmente se ha identificado un target de mercado con gran potencial de consumo en Latinoamérica¹².

País	Ente/Asociación distribuidores	Nº Empresas
ARGENTINA	Adeera	45
BOLIVIA	Autoridad Elect.	25
BRASIL	Abradee	49
CHILE	Electricas AG	20
COLOMBIA	Asocodis	24
ECUADOR	Agencia Reg. Y Control Electricidad	10
PARAGUAY	ANDE	1
URUGUAY	UTE	1

Tabla 2: Empresas de distribución eléctrica por país

¹¹ BID: Electricidad Perdida. Dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución en América Latina y Caribe. 2014

¹² Fuente: Organización latinoamericana de energía (OLADE)

En cuanto a la segmentación del mercado peruano, según datos de Osinergmin del año 2016, la distribución de energía en Perú era la siguiente:

N° de orden	EMPRESA	Número de abonados	%
1	ENEL DISTRIBUCIÓN PERU S.A.A. (EX EDELNOR)	1.947.443	27,48%
2	LUZ DEL SUR S.A.A	1.891.580	26,69%
3	ELECTRONORTEMEDIO S.A - HIDRANDINA S.A	618.504	8,73%
4	ELECTRONOROESTE S.A - ENOSA	406.056	5,73%
5	ELECTROCENTRO S.A	352.872	4,98%
6	SOCIEDAD ELÉCTRICA DEL SUR OESTE S.A - SEAL	340.501	4,80%
7	ELECTRO SUR ESTE S.A.A	258.928	3,65%
8	ELECTRONORTE S.A	256.104	3,61%
9	ELECTRO DUNAS S.A.A	254.464	3,59%
10	ELECTRO ORIENTE S.A	239.738	3,38%
11	ELECTRO UCAYALI S.A	144.823	2,04%
12	ELECTROSUR S.A	123.750	1,75%
13	COELVISAC	105.491	1,49%
14	ELECTRO PUNO S.A.A	63.781	0,90%
15	ADINELSA	49.607	0,70%
16	OTRAS PEQUEÑAS DISTRIBUIDORAS	33.132	0,47%
	Total de abonados	7.086.774	100%

Tabla 3: Cuotas de mercado energético en Perú

Como puede verse en la tabla, Enel, Luz del Sur y las empresas que forman el Grupo Distriluz (HIDROANDIANA, ENOSA, ENSA y ELECTROCENTO) representan el 77,22% del total. Actualmente TECH Industrias Globales cuenta con una relación comercial con estos clientes, los cuales serían los potenciales adquirentes del servicio. De hecho y como puede verse en las cartas de apoyo (Anexo – Cartas de apoyo) el servicio cuenta con el **firme interés de los potenciales clientes, ya que resuelve una problemática existente en este momento en cualquier distribuidora.**

El modelo de negocio de SMARKIA está basado en la comercialización de los servicios a través de un canal de partners, que son los que a su vez venden la solución a los clientes finales. Desde hace tres años, Tech Industrias Globales ha sido uno de estos partners a nivel internacional.

En el caso específico de Perú, SMARKIA (como proveedor de la plataforma tecnológica) y TECHING (como operador del servicio), trabajan conjuntamente con las principales generadoras y distribuidoras eléctricas del país (Enel, Statkraft, Kallpa, **Electrocentro y Electrosur**), lo que nos da un conocimiento detallado de las necesidades que tienen en la gestión de los datos relacionados con la detección de anomalías y el balance energético de las redes.

Hasta la fecha, nuestro enfoque conjunto había sido únicamente el mercado peruano. Esta situación ha cambiado a raíz de la firma por parte de SMARKIA de un acuerdo global con Telefónica, que comercializa nuestros servicios bajo su área de negocio de SMART ENERGY. Este acuerdo, ha posibilitado que, a su vez, que TECH se haya convertido en partner estratégico de

Telefónica del Perú y actualmente opera el sistema en su nombre dentro de sus clientes (ej. CENCOSUD Perú).

Este esquema, ha sido extrapolado ya a Ecuador, donde las tres empresas estamos operando de forma conjunta y se espera que se extienda al resto de operaciones de Latino América donde Telefónica está presente, a medida que se puedan prestar servicios de valor añadido, como es el caso de OPERATO

Adicionalmente, algunas de las principales eléctricas del mundo están presente en varios países de Latino América además de en Perú, como es el caso de ENEL (que también opera en Argentina, Brasil, Chile y Colombia) o la norteamericana SEMPRA, accionista mayoritaria de Luz del Sur en Perú y Chilquinta en Chile.

Otra de las estrategias que utilizaremos para internacionalizar el servicio, será precisamente a través de la recomendación entre operaciones en estas eléctricas.

Por último, en España, eléctricas tan importantes como Iberdrola o Viesgo ya utilizan SMARKIA en otros ámbitos, por lo que se podría ofrecer también el nuevo servicio, garantizando que podremos acceder a los interlocutores adecuados. Lo mismo ocurre en Qatar, donde la única eléctrica del país (KAHRAMAA) ya es usuaria de la plataforma.

Por tanto, **el riesgo comercial en la explotación de los resultados es muy bajo, primero porque contamos el interés de las empresas peruanas**, expresado a través de las cartas, segundo por la capacidad de escalar a otras operaciones dentro de la misma eléctrica, tercero por contar con un partner global como Telefónica que ya opera en la región, lo que hace más rápido y económica su comercialización y por último, por el bajo nivel de competencia existente en este momento.

Competencia

Si bien la oferta de empresas que cuentan con plataformas de gestión energética con funcionalidades o beneficios similares a la plataforma SMARKIA es muy amplia y diversa si hablamos en términos de un mercado mundial, si hablamos de empresas que puedan prestar dichos servicios a través de un SaaS, la cifra de competidores se reduce significativamente.

Si nos centramos en el mercado latinoamericano, existirían 4 competidores principales, que en ningún caso están ofreciendo algo similar al servicio resultante de OPERATO en términos de coste-beneficio.

1. **PRIMESTONE** (Colombia. 1990): Su solución denomina PrimeRead es un software licenciado multimarca orientado a utilities eléctricas, fundamentalmente funciona como MDM (meter data management) para la recolección de datos y su puesta a disposición del sistema de facturación. Cuentan con una aplicación complementaria denominada PrimeWeb que permite el acceso a la información a través de internet.
 - **Fortalezas:** Altísima penetración en utilities eléctricas de toda Latinoamérica con gran notoriedad de marca en ese nicho, principalmente por falta de competencia hasta hace poco tiempo.
 - **Debilidades:** Debido a su posición dominante no ha evolucionado desde el punto de vista funcional ni tecnológico, lo que ha permitido la entrada de nuevos jugadores

como SMARKIA para cubrir nuevas necesidades (no cuentan con modelos predictivos). Al no ser un producto cloud, la aplicación web es muy limitada y poco fiable, por lo que es rechazada por la mayoría de los clientes. Su coste es muy superior al de un servicio SaaS (tanto de licencia, como de implementación y soporte)

2. **SCHNEIDER ELECTRIC** (Francia. 1836): Es una de las principales multinacionales de gestión de la energía con operación en más de 100 países. Ofrece soluciones integrales para diferentes segmentos de mercado como son las utilities, industria, edificios y centros de datos, así como una amplia presencia en el sector residencial. Cuenta con 170.000 colaboradores que alcanzaron un volumen de negocio de más de 25.000 millones de euros en 2016.
 - **Fortalezas:** Soluciones integrales para el sector de gestión energética. Líder mundial que cuenta con todos los recursos necesarios para acometer un proyecto en cualquier mercado (lo cual podemos contrarrestar con nuestra alianza con Telefónica). Alta penetración de su equipamiento de medición en utilities de todo el mundo. Muchísima inversión en marketing.
 - **Debilidades:** Como cualquier multinacional muchas de sus fortalezas son a la vez debilidades. Sus productos son muy generalistas frente a un servicio tan especialista como será OPERATO, operado por alguien tan experto en operaciones de utilities peruanas como es TECH. Cuentan con gran capacidad tecnológica, aunque hace muchísimo tiempo que no salen al mercado con algo realmente disruptivo, si no que se limitan a comprar empresas que despuntan en el campo de eficiencia energética. El coste de sus soluciones es muy grande comparado con el nuestro. El servicio post-venta es muy mejorable.
3. **IBM** (USA. 1911): Es una de las principales empresas tecnológicas del mundo, que se está especializando en aportar servicios de valor añadido sobre los datos, mediante técnicas de Big Data e inteligencia artificial. Su principal producto en este sentido se denomina Watson. Esta herramienta puede ser aplicado a cualquier campo o disciplina, según afirma la propia IBM.
 - **Fortalezas:** Tecnología pionera en computación cognitiva. Penetración comercial en cualquier parte de mundo (lo cual podemos contrarrestar con nuestra alianza con Telefónica). Muchísima inversión en marketing.
 - **Debilidades:** Como en el caso anterior se trata de una tecnología que necesita ser customizada ad-hoc para cada cliente, lo que sumado al coste de la tecnología en sí hace que los proyectos se disparen tanto en coste como en tiempo de implementación, a diferencia del concepto que manejamos en OPERATO, que será una aplicación muy cercana al plug-play. No cuentan en con personal especialista en Perú, que nuevamente incrementaría los costes y que nunca podrían llegar al conocimiento de la realidad peruana que tiene TECH.
4. **INDRA** (ESPAÑA. 1993): Es una de las principales empresas tecnológicas de España, con presencal multinacional, que cuenta con un servicio denominado **ETRM**, orientada a la generación y trading de energía.
 - **Fortalezas:** Tiene varios proyectos implantados en Latinoamérica, por lo que pueden tener penetración en las utilities.

- **Debilidades:** No cuentan con producto específico para distribución, que cubran todos los requerimientos que han motivado OPERATO. Adicionalmente y como en el caso anterior se trata de una tecnología que necesita ser customizada ad-hoc para cada cliente, lo que la hace mucho más cara que la tecnología de SMARKIA, así como los costes de implantación y soporte, que son muy superiores a los de Tech.

Una vez realizado el análisis de estos competidores y el coste actual que le supone a una eléctrica peruana la gestión de los procesos de operación de anomalías energéticas, la gestión de alertas y los balances de energía, se considera un precio estimado para el servicio OPERATO entre **S./30 y S./40 mensuales (7,5 € y 10,5 €)**.

Se han realizado proyecciones de los ingresos del servicio de los dos primeros años de comercialización (2021-2022), estimando un porcentaje de penetración inicial, sobre los abonados comerciales/industriales de las principales distribuidoras (Enel, Luz del Sur y Grupo Distriluz), que son los que ya cuentan con telemedida o con rutas de lectura local, que leen todas las variables de los medidores.

Empresa	Abonados I&C ¹³	Cuota mercado	Precio medio mes	Ingreso mensual	Total ingresos anual
Enel	13.318	25%	9,00 €	29.965,50 €	359.586,00 €
Luz del Sur	12.936	25%	9,00 €	29.106,00 €	349.272,00 €
Grupo Distriluz	11.171	25%	9,00 €	25.134,75 €	301.617,00 €
TOTAL				84.206,25 €	1.010.475,00 €

Tabla 4: Previsión de venta OPERATO

¹³ Industria y consumidores.

JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PRESUPUESTO

EQUIPO TÉCNICO PARTICIPANTE EN EL PROYECTO

En la siguiente tabla se muestra el detalle de las personas que ejecutarán el proyecto y su aportación al proyecto OPERATO:

NOMBRE	TITULACIÓN	APORTACIÓN AL PROYECTO	Hrs. 2019	Hrs. 2020	TOTAL
Ivan de Paz	Ingeniero Superior	Ingeniero Superior Informático por la Universidad de León. Actualmente está realizando su doctorado en Visión por computación, aprendizaje automático y aprendizaje profundo. Tiene amplia experiencia en desarrollos software y su principal aportación de valor al proyecto será dentro las tareas de desarrollo tanto de la solución final como en la implementación de algoritmos VEE, análisis de datos y desarrollo del modelo de Deep Learning.	1800	1800	3600
Nueva Contratación	Ingeniero Superior	Se incorporará al proyecto una persona con amplia experiencia en el desarrollo de aplicaciones complejas así como en su análisis y definición.	1800	1800	3600
Jorge Viñuela	Ingeniero Superior	Tiene 12 años de experiencia en el sector TIC, participando activamente en proyectos de I+D. Gracias a su titulación como Ingeniero Informático, Jorge colaborará en el proyecto como desarrollador software y analista de producto.	900	900	1800
Pablo Monteagudo	Ingeniero Superior	sus estudios y experiencia previa en el sector energético realizando tareas de regulación así como de planificación energética, sera vital su aportación para la Fase 2 y Fase 3.	900	900	1800
Nueva Contratación	Ingeniero Superior	Participará activamente en la Fase 2, en todas las tareas de desarrollo de OPERATO y dará soporte a la Fase 3 de validación y test del sistema.	1350	1350	2700
Elena Ortega	Ingeniero Superior	Lleva 1 año trabajando en Smarkia como responsable de infraestructura tecnológica. Anteriormente, trabajo 4 años como administradora de sistemas en una consultora. Entre sus conocimientos se encuentran la configuración de entornos de sistemas, administración, mantenimiento de servidores, comunicaciones y almacenamiento. Su rol en el proyecto se basará en la provisión y configuración de sistemas que cada una de las tareas y técnicos vaya demandando para la ejecución de cada tarea.	900	900	1800
Javier Arenas	Ingeniero Superior	Inició su carrera profesional en el sector de la eficiencia energética. Lleva desde el 2012 como ingeniero de instalaciones energéticas y en la actualidad tiene el rol de responsable de producto y de soporte técnico en desarrollo de producto. Su rol en la fase 1 y fase 3 será primordial.	900	900	1800

Tabla 5: Listado de personal y dedicación

Los costes de personal asociado al proyecto completo se resumen de la siguiente manera:

NOMBRE	COSTE
Ivan de Paz	76.788 €
Nueva Contratación	76.788 €
Jorge Viñuela	38.394 €
Pablo Monteagudo	38.394 €
Nueva Contratación	57.591 €
Elena Ortega	38.394 €
Javier Arenas	38.394 €

Tabla 6: Costes de personal

DESCRIPCIÓN DE APARATOS Y EQUIPOS

Smarmia no tiene previsto incurrir en gastos de aparatos y equipos.

MATERIALES

En la siguiente tabla se muestra la descripción de la necesidad de los materiales previstos para la ejecución de OPERATO:

CONCEPTO	DESCRIPCION	APORTACIÓN AL PROYECTO	2019	2020
Material	GPU Computing	Las GPUs tienen la capacidad de hacer varias tareas de forma simultánea. Algunos pueden efectuar miles a la vez. Las GPUs se utilizan para entrenar estas redes neuronales profundas utilizando conjuntos de datos un orden de magnitud más grandes, en menos tiempo y utilizando una infraestructura de sistemas considerablemente menor. Se necesitará en T4 Nuevos algoritmos de Deep Learning	2.500 €	2.500 €

Tabla 7: Listado de material dedicado exclusivamente al proyecto

ACUERDOS CON CENTROS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN O CENTROS DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

Como se ha explicado anteriormente, se precisa de una colaboración y soporte para complementar el desarrollo de la T2.2 Nuevos algoritmos de Deep Learning. La entidad seleccionada es la Universidad de León. Estarán involucrados en el proyecto desde mayo 2019 hasta junio 2020, dando soporte al equipo de proyecto.

ENTIDAD	DESCRIPCION	APORTACIÓN AL PROYECTO	2019	2020
UNIVERSIDAD DE LEON	Investigaciones en el entorno de Deep Learning	En la última convención de Deep Learning a nivel mundial, se presentaron 4.000 papers en este ámbito. Deep Learning es una tecnología muy compleja con matemática muy avanzada. Revisar y calificar los diferentes modelos y estudios es difícil y requiere de conocimientos muy específicos. La ULE participará únicamente en la T.2.2 Nuevos algoritmos de Deep Learning ayudando y colaborando en el soporte y validación de los desarrollos realizados por SMARKIA en el ámbito de esta tarea.	20.000 €	20.000 €

Tabla 8: Subcontrataciones previstas

DESCRIPCIÓN DE OTRAS COLABORACIONES TÉCNICAS

En la siguiente tabla se muestra otras colaboraciones previstas para la correcta ejecución del proyecto OPERATO:

CONCEPTO	APORTACIÓN AL PROYECTO	2019	2020
Apoyo a la gestión del proyecto	Auditoría interna, seguimiento, recopilaciones de entregables en tiempo y forma, soporte a informes justificativos, recopilación de documentación justificativa de gastos, asistencia de auditoría, etc...	2.000 €	2.000 €
Auditoría IPRs	Identificación y documentación de todo el patrimonio intangible que genere OPERATO, (por ejemplo, marcas, diseños, software, algoritmos, ...).		5.000 €

Tabla 9: Otras subcontrataciones

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y MEDIOAMBIENTALES

El proyecto OPERATO pretende potenciar la competitividad del sector de la distribución eléctrica mediante el uso de nuevas tecnologías, contribuyendo no solo al desarrollo del tejido productivo, sino también a su regeneración y transformación hacia un nuevo concepto de gestión energética inteligente.

De esta forma, se espera contribuir al impulso de este sector de gran importancia estratégica para cualquier país, incluido España y Perú, de forma que sean un sólido soporte a la competitividad de la economía.

En este contexto, el proyecto OPERATO contribuirá al logro de los objetivos de crecimiento sostenible e integrador fijado por la Estrategia Europa 2020 y que tiene su reflejo en las correspondientes estrategias energéticas a nivel nacional y regional.

Este proyecto, se enmarca dentro del **plan estratégico de SMARKIA**, que tiene como objetivo duplicar la cifra de negocio cada año desde ahora hasta 2022. Para ello, necesitamos incorporar a nuestra plataforma, servicios que posibiliten aumentar nuestros ingresos procedentes del sector de las utilities. El crecimiento previsto, además de en ingresos, se materializará en incorporación de nuevo personal de altísima cualificación, que duplicará el tamaño actual de la plantilla, con la intención de seguir creando riqueza desde una provincia tan castigada a nivel económico como es León, que no deja de perder población.

Adicionalmente, este proyecto, **permitirá seguir afianzando la política de innovación de SMARKIA**, que desde su creación ha estado a la vanguardia en desarrollo de una de las plataformas de gestión energéticas más avanzadas del mercado, y con la participación en proyectos de I+D+i tanto regionales como a nivel europeo. como es el caso del proyecto REMOURBAN. www.remourban.eu

Respecto a las **medidas de igualdad de género implantadas por SMARKIA** destacan la ecuanimidad laboral de promoción, revisión salarial, conciliación familiar, oportunidades o reconocimientos internos de toda la plantilla sin diferenciación o discriminación por razones de sexo, género, creencia o raza, garantizando la igualdad de oportunidades.

Aunque actualmente en la plantilla de SMARKIA las mujeres son minoría, por razones de la propia composición del mercado laboral en este sector, en el caso del proyecto OPERATO, **la participación de una mujer, prueba que para nosotros lo importante son las capacidades de las personas y no el género.**

En lo referente a la financiación en inversiones derivadas de la ejecución del proyecto OPERATO, se espera que más allá del proyecto y como parte de un plan de explotación e industrialización de los resultados obtenidos, **SMARKIA movilizarán recursos propios destinados a la industrialización de los activos correspondientes, dotándolos de robustez y valor añadido para su lanzamiento en los mercados considerados.**

La inversión privada estimada de SMARKIA como parte de este plan se muestra en la tabla siguiente:

	SMARKIA
Inversión Total OPERATO	413.100 €
Industrialización / Comercialización de resultados	50.000 €

Tabla 10: Inversiones y financiación

Se estima el **lanzamiento real en producción de OPERATO será factible y realista** gracias a que es un servicio (no se tiene que industrializar nada) que será soportado sobre la tecnología existente en la plataforma SMARKIA (IaaS: servidores, procesamiento, almacenamiento, comunicaciones, servicios de backup, disaster recovery, redundancias,...).

Smarkia tiene previsto que OPERATO logre un nivel de madurez TRL 7 / 8 (acorde a la clasificación que hace Europa) a la finalización del proyecto permitiendo su puesta real en comercialización en un periodo de tiempo de 2 meses (estimado).

Otro aspecto a destacar, sobre las **sinergias de OPERATO, es que el servicio se puede prestar sobre parte de la base de clientes de SMARKIA, aprovechando por tanto el actual equipo técnico que está dando soporte y mantenimiento**. Añadir este nuevo servicio, no supondrá un cambio en el modelo de negocio, por lo que la puesta en marcha únicamente se ha estimado en 50.000 €, en concepto de despliegue del servicio en producción, formación del equipo de soporte y del canal de partner (Telefónica) y labores de marketing y comunicación inicialmente en Perú y España.

Al tratarse principalmente de un nuevo prototipo de servicio (con base software y hardware), se prevé que por el desarrollo de este proyecto no se incrementen las emisiones de CO2 y tampoco tenga un impacto en la huella de carbono u otros índices de sostenibilidad. En cuanto a la explotación, al tratarse de un SaaS sobre un centro de datos virtualizado, podremos proporcionar más recursos informáticos de procesamiento a nuestros clientes a la vez que reducen en un 60% el consumo eléctrico respecto a un sistema tradicional de servidores in house.

Adicionalmente, **hay que considerar que la plataforma OPERATO se usará precisamente para mejorar la gestión energética, por lo que finalmente tienen repercusiones positivas en el medio ambiente**.

ANEXO – CARTAS DE INTERES



NCO-2018-007

Lima, 19 de julio de 2018

Señor Ingeniero
René Barrientos Allccaco
Representante Legal
Tech Industrias Globales S.R.L.
Calle H Mz G1 Lt 02 Urb. Bocanegra
Callao, Perú
Presente. -

Asunto: Manifiesto de Interés Proyecto "OPERATO"

De nuestra mayor consideración:

Por intermedio de la presente queremos manifestar nuestro interés respecto al proyecto "**OPERATO - Sistema inteligente para la Optimización de Procesos Operativos en Distribuidoras Eléctricas basados en tecnologías de Aprendizaje Automático**", que estaría siendo desarrollado por TECH INDUSTRIAS GLOBALES en conjunto con SMARKIA S.L.

De acuerdo lo explicado en la reunión que sostuvimos el pasado mes de junio, se ha entendido que el proyecto contempla el desarrollo de un nuevo servicio sobre plataforma cloud que cubre necesidades de automatización y tratamiento inteligente de datos de empresas de distribución eléctrica para optimización de procesos operativos cubriendo los siguientes objetivos:

- Mejora y automatización de los procesos (validación – estimación – edición) para aseguramiento de la calidad de los datos de entrada que sirven para detección de anomalías en suministros y balances de energía.
- Sistematización de los procesos que sirven para la detección de anomalías (errores de medición, fraudes y manipulaciones) en suministros eléctricos de clientes finales, usando tecnologías de machine learning.
- Gestión inteligente de las alertas de los sistemas de medición, que permitirá explotar toda la funcionalidad del hardware de medición instalado, generando tareas automáticas para los equipos de operación en campo.
- Gestión sistematizada de los balances de energía.

Según lo indicado sabemos además que OPERATO ha sido seleccionado como uno de los tres proyectos elegibles para la Fase II de la línea "Proyectos

Jr. César López Rojas N° 201 Urb. Maranga San Miguel, Lima – Perú
Teléfono: (511) 561-2001 Fonocliente: 517-1717 – www.edelnor.com.pe
Fonoempresas: 517-1718 – atencionempresas@enel.com

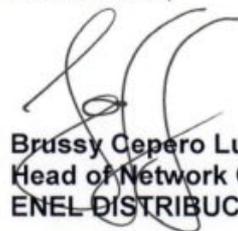


de I+D+i con participación internacional – CDTI España 2018" del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), como iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), imprimiéndole esto un grado de confiabilidad mayor al proyecto y despertando aún más nuestro interés sobre la iniciativa.

Por ello es que les solicitamos, una vez desarrollada la solución, nos hagan llegar vuestra propuesta de servicios a fin de evaluar su implementación, ya que atiende a una necesidad real de nuestra empresa.

Sin otro particular,

Atentamente,



Brussy Cepero Luna
Head of Network Commercial Operations
ENEL DISTRIBUCION PERÚ

BRUSSY CEPERO LUNA
Head of Network Commercial Operations Perú
ENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ



Chiclayo, 17 de julio del 2018

GC - 1010 -2018

Señor
René Barrientos Aliccaco
Representante Legal
Tech Industrias Globales S.R.L.
Calle H Mz G1 Lt 02 Urb. Bocanegra
Callao, Perú
Lima.-

Asunto : Manifiesto de Interés Proyecto "OPERATO"

De nuestra consideración:

Por intermedio de la presente queremos manifestar nuestro interés respecto al proyecto "OPERATO - Sistema inteligente para la Optimización de Procesos Operativos en Distribuidoras Eléctricas basados en tecnologías de Aprendizaje Automático", que estaría siendo desarrollado por TECH INDUSTRIAS GLOBALES en conjunto con SMARKIA S.L.

De acuerdo lo explicado en reunión, se ha entendido que el proyecto contempla el desarrollo de un nuevo servicio sobre plataforma cloud que cubre necesidades de automatización y tratamiento inteligente de datos de empresas de distribución eléctrica para optimización de procesos operativos cubriendo los siguientes objetivos:

- Mejora y automatización de los procesos (validación – estimación – edición) para aseguramiento de la calidad de los datos de entrada que sirven para detección de anomalías en suministros y balances de energía.
- Sistematización de los procesos que sirven para la detección de anomalías (errores de medición, fraudes y manipulaciones) en suministros eléctricos de clientes finales, usando tecnologías de machine learning.

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A. , Electronorte S.A.
Ca. San Martín N° 250 - Chiclayo, Perú.
RUC: 20103117560 e-mail: electronorte@distriluz.com.pe Web: www.distriluz.com.pe/ensa
Telf: (074) 48-1210 Anexo:82-122 Serviluz: (074) 48-1200

 Empresa del
Grupo Distriluz



- Gestión inteligente de las alertas de los sistemas de medición, que permitirá explotar toda la funcionalidad del hardware de medición instalado, generando tareas automáticas para los equipos de operación en campo.
- Gestión sistematizada de los balances de energía.

Según lo indicado sabemos además que OPERATO ha sido seleccionado como uno de los tres proyectos elegibles para la Fase II de la línea "Proyectos de I+D+i con participación internacional – CDTI España 2018" del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), como iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), imprimiéndole esto un grado de confiabilidad mayor al proyecto y despertando aún más nuestro interés sobre la iniciativa.

Por ello es que les solicitamos, una vez desarrollada la solución, nos hagan llegar vuestra propuesta de servicios a fin de evaluar su implementación, ya que atiende a una necesidad real de nuestra empresa.

Sin otro particular,

Atentamente,


Wilson E. Medina Caro
Gerente Comercial (e)



Ccp: Archivo

