

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

**Máster Universitario en Diseño y Gestión de
Proyectos Tecnológicos**

**App PARA MONITORIZAR
CENTRALES DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Caicedo Ruales, Oscar

Director: Pérez Abadía, Jesús

Ciudad: Quito
Fecha: 23 de julio de 2020

Resumen

El App para monitorizar centrales de generación eléctrica, permite el acceso a datos en línea de equipos y sistemas que forman parte de la central, esto garantiza el uso adecuado de suministros, evita pérdidas asociadas por fallas, muestra rasgos operativos en tiempo real permitiendo aumentar la confiabilidad de una planta de generación y su funcionamiento, el desarrollo de la aplicación móvil permite el acceso necesario a los distintos partícipes de la operación y mantenimiento de la industria de generación eléctrica accediendo a obtener datos y tomar providencias en el menor tiempo posible, su fácil acceso a plantas eléctricas que se encuentran en lugares remotos facilita interactuar con los procesos eléctricos y mecánicos de los equipos, ocasionando tomar decisiones que efectivizan la generación eléctrica.

Palabras Clave: App, plantas de energía, generación eléctrica, monitoreo

Abstract

The application to monitor power generation plants, allows access to online data from equipment and systems that are part of the plant, guarantees the proper use of supplies, prevents losses associated with failures, shows functionalities in real time, increasing the reliability of a generation plant and its operation, the development of the mobile application allows the necessary access to the different components of the operation and maintenance of the electricity generation industry, accessing data and taking steps in the shortest possible time, its easy access to plants that are in remote places make it easier to interact with the electrical and mechanical processes of the equipment, causing decisions to be made that make electricity generation effective.

Keywords: App, power plants, electrical generation, monitoring

Índice de contenido

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción..... | 9 |
| 1.1. Motivación | 11 |
| 1.2. Planteamiento del trabajo..... | 12 |
| 1.3. Estructura del trabajo..... | 13 |
| 2. Contexto y estado del arte | 15 |
| 2.1. Análisis del contexto..... | 15 |
| 2.2. Estado del arte | 19 |
| 3. Objetivos y metodología de trabajo | 26 |
| 3.1. Objetivo general | 26 |
| 3.2. Objetivos específicos | 26 |
| 3.3. Metodología de trabajo..... | 26 |
| 4. Desarrollo específico de la contribución | 30 |
| 4.1. Proceso de inicio | 30 |
| 4.1.1. Constitución del proyecto | 30 |
| 4.1.2. Identificación de interesados | 30 |
| 4.1.2.1. Interesados centrales de generación | 30 |
| 4.1.2.2. Interesados estructura del proyecto..... | 30 |
| 4.1.2.3. Interesados externos..... | 31 |
| 4.2. Proceso de planificación..... | 31 |
| 4.2.1. Alcance | 31 |
| 4.2.1.1. Estructura de la aplicación móvil | 34 |
| 4.2.2. Estructura del proyecto | 40 |
| 4.2.2.1. Consejo directivo..... | 40 |
| 4.2.2.2. Director de proyecto | 40 |
| 4.2.2.3. Director de desarrollo..... | 41 |
| 4.2.2.4. Coordinador de ingeniería | 41 |
| 4.2.2.5. Coordinador de calidad | 41 |
| 4.2.2.6. Coordinador de presupuesto y compras | 41 |
| 4.2.3. Organización de paquetes de trabajo..... | 42 |
| 4.2.3.1. Coordinación del proyecto | 42 |
| 4.2.3.2. Desarrollo tecnológico..... | 44 |
| 4.2.3.3. Ingeniería del sistema..... | 45 |
| 4.2.3.4. Diseño de la aplicación móvil..... | 46 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 4.2.3.5. | Pruebas y cierre..... | 46 |
| 4.2.3.6. | Control y monitoreo | 47 |
| 4.2.3.7. | Comunicación y divulgación | 48 |
| 4.2.4. | Gestión del cronograma | 49 |
| 4.2.5. | Gestión de costes | 50 |
| 4.2.5.1. | Costes de personal | 51 |
| 4.2.5.2. | Costes de equipamiento..... | 53 |
| 4.2.5.3. | Costes indirectos..... | 56 |
| 4.2.5.4. | Presupuesto del proyecto..... | 57 |
| 4.2.6. | Gestión de la calidad | 60 |
| 4.2.6.1. | Introducción | 60 |
| 4.2.6.2. | Objetivo | 61 |
| 4.2.6.3. | Procesos contractuales..... | 61 |
| 4.2.6.4. | Organización y responsabilidades..... | 62 |
| 4.2.6.5. | Comunicaciones | 64 |
| 4.2.6.6. | Fuentes de colaboración | 65 |
| 4.2.6.7. | Métricas e indicadores | 65 |
| 4.2.6.8. | Evaluación de la calidad..... | 67 |
| 4.2.6.9. | Gestión de los riesgos..... | 67 |
| 4.2.7. | Divulgación y explotación | 71 |
| 4.2.7.1. | Divulgación..... | 72 |
| 4.2.7.2. | Eplotación..... | 72 |
| 4.3. | Procesos de control | 73 |
| 4.3.1. | Control del alcance | 73 |
| 4.3.2. | Control del cronograma..... | 74 |
| 4.3.3. | Control de los costes | 74 |
| 4.3.4. | Control de la calidad..... | 75 |
| 5. | Conclusiones y trabajo futuro | 77 |
| 5.1. | Principales conclusiones..... | 77 |
| 5.2. | Líneas de trabajo futuro | 78 |
| Referencias bibliográficas..... | 79 | |
| Anexo I | 81 | |
| Anexo II | 82 | |
| Anexo III | 83 | |
| Anexo IV..... | 84 | |

| | |
|------------------------|-----------|
| Anexo V..... | 85 |
| Anexo VI..... | 86 |
| Anexo VII..... | 87 |
| Anexo VIII..... | 88 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Categorías principales de App por crecimiento en el mercado. | 15 |
| Figura 2. Consumo mundial de energía por subsector industrial. | 16 |
| Figura 3. Proyección demanda mundial de generación eléctrica. | 17 |
| Figura 4. Uso mundial de electricidad por sectores. | 18 |
| Figura 5. Compartición mundial de la demanda de generación eléctrica. | 19 |
| Figura 6. Clasificación de la energía según su origen. | 20 |
| Figura 7. Transformación de la energía. | 21 |
| Figura 8. Diagrama de bloques de una central eléctrica. | 22 |
| Figura 9. Arquitectura de un sistema SCADA. | 23 |
| Figura 10. Contexto de iniciación del proyecto. | 27 |
| Figura 11. Ciclo de vida del proyecto. | 28 |
| Figura 12. Sistemas de la central de generación. | 32 |
| Figura 13. Lógica del software. | 33 |
| Figura 14. Estructura del hardware. | 33 |
| Figura 15. Datos principales aplicación móvil. | 34 |
| Figura 16. Datos sistema eléctrico. | 35 |
| Figura 17. Datos individuales por generador. | 36 |
| Figura 18. Descripción parámetros sistemas auxiliares. | 37 |
| Figura 19. Alarmas de la central de generación. | 38 |
| Figura 20. Descripción del menú mensajes. | 39 |
| Figura 21. Estadísticas proporcionadas por la App. | 40 |
| Figura 22. Estructura organizacional del proyecto. | 42 |
| Figura 23. Porcentaje coste Hora/Hombre por cargo. | 52 |

| | |
|--|----|
| Figura 24. Costes de equipamiento | 56 |
| Figura 25. Costes acumulados por mes | 58 |
| Figura 26. Línea base de costes | 58 |
| Figura 27. Porcentajes línea base de costes | 59 |
| Figura 28. Presupuesto total del proyecto | 60 |
| Figura 29. Estructura aseguramiento de la calidad. | 64 |
| Figura 30. Ciclo del aseguramiento de la calidad | 66 |
| Figura 31. Control del riesgo | 68 |
| Figura 32. Flujograma manejo del riesgo..... | 71 |
| Figura 33. Flujo de control del alcance | 73 |
| Figura 34. Control del cronograma..... | 74 |
| Figura 35. Flujograma control de métricas de calidad | 76 |
| Figura 36. Diagrama de Gantt..... | 82 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Identificación de los interesados | 31 |
| Tabla 2. Parámetros del sistema eléctrico | 35 |
| Tabla 3. Parámetros del generador..... | 36 |
| Tabla 4. Paquete de trabajo PT 1 | 43 |
| Tabla 5. Paquete de trabajo PT 2 | 44 |
| Tabla 6. Paquete de trabajo PT 3 | 45 |
| Tabla 7. Paquete de trabajo PT 4 | 46 |
| Tabla 8. Paquete de trabajo PT 5 | 47 |
| Tabla 9. Paquete de trabajo PT 6 | 48 |
| Tabla 10. Paquete de trabajo PT 7 | 49 |
| Tabla 11. Cronograma de actividades | 50 |
| Tabla 12. Remuneración por cargo..... | 51 |
| Tabla 13. Coste Hora/Hombre por cargo | 52 |
| Tabla 14. Costes por arrendamiento financiero..... | 53 |
| Tabla 15. Hardware adquisición de datos..... | 54 |
| Tabla 16. Hardware equipamiento programación aplicación móvil | 54 |
| Tabla 17. Costes por adquisición hardware..... | 55 |
| Tabla 18. Costes varios..... | 55 |
| Tabla 19. Costes indirectos | 56 |
| Tabla 20. Presupuesto mensual del proyecto | 57 |
| Tabla 21. Distribución de paquetes de trabajo | 62 |
| Tabla 22. Matriz RASCI | 63 |
| Tabla 23. Medios de comunicación..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Tabla 24. Documentación entregable | 65 |
| Tabla 25. Métricas de calidad..... | 66 |
| Tabla 26. Umbrales de calidad..... | 67 |
| Tabla 27. Probabilidad de ocurrencia del riesgo..... | 69 |
| Tabla 28. Consecuencia del riesgo sobre el proyecto..... | 69 |
| Tabla 29. Matriz de riesgos | 70 |
| Tabla 30. Métricas de divulgación..... | 72 |
| Tabla 31. Desviación de costes..... | 75 |
| Tabla 32. Acta de constitución del proyecto | 81 |
| Tabla 33. Desglose coste mensual de personal | 83 |
| Tabla 34. Desglose coste mensual de equipamiento | 84 |
| Tabla 35. Resumen paquetes de trabajo | 85 |
| Tabla 36. Forma de reuniones, charlas, capacitaciones | 86 |
| Tabla 37. Control de cambios..... | 87 |
| Tabla 38. Acta entrega recepción de equipamiento | 88 |
| Tabla 39. Acta entrega recepción de programas..... | 89 |

1. Introducción

La energía eléctrica es el principal motor de la industria y la vida actual, ya no se puede imaginar un proceso sin necesidad de electricidad, existe una diversidad de equipos, sistemas, subsistemas y procesos que se los agrupan en lo que se denominan centrales de generación.

La generación eléctrica abastece desde los hogares a las grandes plantas industriales, es evidente la necesidad de un monitoreo y control eficiente de las centrales de generación, las mermas por disponibilidad de una planta pueden llegar a ser invaluables y generar pérdidas económicas o paralizar ciudades completas.

La generación eléctrica no es más que la transformación de alguna energía no eléctrica, por ejemplo, química, térmica, eólica, mecánica entre otras, en energía eléctrica, de manera industrial los lugares donde se realiza la transformación de energía se las denominan central de generación eléctrica o planta de generación eléctrica. Dependiendo del tipo de energía primaria utilizada para transformar en energía eléctrica se las clasifican en hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleare, eólicas, solares, térmicas, entre otras. (Potess, 1989)

Por otro lado, el avance tecnológico y la creación de herramientas que permiten ejecutar acciones específicas en la industria se han desarrollado de mayor manera en los últimos años, bajo este contexto es evidente llevar el monitoreo de las centrales de generación a una aplicación móvil, la cual nos permita tener al alcance de cualquier dispositivo los datos más relevantes concernientes a los sistemas y procesos que conformen una planta de generación.

Lo que busca la aplicación es brindar la facilidad de poder conectar en línea a centrales de generación, evita pérdida de tiempo para consignar datos y tomar decisiones, establece parámetros para que la aplicación genere alertas y alarmas, permiten a los usuarios tomar decisiones referentes a las plantas de generación de manera inmediata, evita que los equipos y procesos salgan de línea, por ende, incrementa la disponibilidad y confiabilidad de la planta.

La tecnología con su avance vertiginoso incentiva que las grandes industrias energéticas tengan la posibilidad de contar con centros de control modernos los cuales facilitan el monitoreo y supervisión de las centrales de generación eléctrica, en la actualidad se requiere que las plantas de producción de energía eléctrica obtengan la mayor estabilidad

y confiabilidad posible, para lograr éste cometido se debe implantar un monitoreo, control y diagnóstico en línea de la central de generación y los sistemas que la conforman para poder identificar de primera mano cualquier desviación que permita tomar las acciones correspondientes, lograr disminuir los costes por mantenimientos no programados. (Tapia & Tubón, 2009)

En la actualidad el desarrollo de dispositivos móviles inteligentes ha tenido una curva de ventas de manera exponencial, más de dos mil millones de personas manejan dispositivos móviles los cuales han desarrollado un sinnúmero de aplicaciones para los equipos *smart* que van desde las más simples hasta complicadas aplicaciones específicas para industrias.

El surgimiento de la tecnología de información y las comunicaciones (*TIC*) realiza valiosos aportes en la industria, la sociedad y el hogar, el uso de teléfonos inteligentes a nivel mundial se encuentra en constante crecimiento, cada vez son más las aplicaciones para teléfonos móviles y las facilidades que proporcionan los smartphones para poder desenvolverse en el ámbito personal, educativo y laboral.

El aprovechamiento de la tecnología y sus bondades hacen que el requerimiento de un App para el monitoreo de centrales de generación eléctrica tenga gran acogida en la industria energética que está a la vanguardia en la utilización de tecnología que agilite procesos y disminuya gastos.

El propósito de una aplicación en dispositivos móviles inteligentes para el monitoreo de centrales de generación, va un paso más allá, de tal forma que el monitoreo de una planta remota puede estar al alcance de quien se considere necesario dentro de la organización, poder brindar el monitoreo completo de la planta desde una aplicación en un *smartphone* consigue obtener datos reales en línea o estadísticos de la planta de generación y se toma una serie de decisiones oportunas para el mejor funcionamiento de las centrales.

Las aplicaciones móviles en sistemas *iOS* y *Android* son las dos mayores tecnologías en dispositivos inteligentes, el entorno es de fácil manejo y con parámetros programables de acuerdo con la necesidad del usuario.

Los reportes que genera la aplicación ayudan de manera significativa en el análisis de funcionamiento, fallas y operatividad de las centrales, reduciendo el coste por mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos.

Las condiciones en la cuales se encuentre la operatividad de las centrales de generación y la facilidad que brinda este seguimiento desde una aplicación móvil, lleva a una programación más eficientes de los sistemas de control que permitan una fácil y adecuada operación, incremento, disminución o cambio de cualquier parámetro para poder tener una confiabilidad ampliada en la operación de todo el sistema de generación de la planta.

1.1. Motivación

En el ámbito de las centrales de generación eléctrica se busca siempre mantener altos estándares en la industria y alta disponibilidad de estas, lo que a su vez incurra en menos gastos por mantenimientos o reparaciones de equipos. En muchos casos la falta de disponibilidad de los equipos se ve reflejado en valores económicos negativos para la empresa.

La App para el monitoreo de centrales de generación eléctrica busca satisfacer un lugar de poca atención en la industria, la interfaz de monitoreo y control de los equipos hasta los dispositivos móviles en tiempo real, la falta de innovación en el desarrollo de aplicativos móviles para el monitoreo remoto de plantas de generación genera un principio de aislamiento del estatus de los equipos, el personal fuera de las instalaciones no puede acceder de manera inmediata a los sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) para poder visualizar lo que está ocurriendo con los equipos que se encuentra dentro del sistema.

Actualmente las plantas de generación cuentan con automatización HMI/SCADA que permiten verificar el funcionamiento de los equipos, sin embargo quienes se encuentran sobre el acceso a estos equipos son en su mayoría operadores de campo, esto es un limitante de responsabilidad ya que las decisiones pueden ser adjudicadas a una sola persona lo cual conlleva a fallas por errores en decisiones importantes en el sistema, al obtener la información de manera remota otros niveles de la organización, como supervisores, coordinadores o gerentes de determinadas áreas, pueden tener acceso al comportamiento o tendencia de ciertos parámetros con alarmas indicativas para tomar mejores decisiones sobre los equipos y procesos de una planta de generación.

Para el análisis de decisiones o aportes en el mantenimiento y operación de las centrales de generación es necesario interrelacionar a varios departamentos dentro de la organización, el acceso mediante una App para dispositivos móviles nos puede permitir una mejor estructuración de las variables necesarias analizadas por cada área

involucrada dentro de la central de generación, obtener los datos en línea para que el área que presente una desviación sea comunicada en línea de cualquier novedad que se presente dentro del sistema, los gastos por mantenimiento representan un rubro mayor dentro de la organización y el manejo eficiente de este aspecto está relacionado directamente con las decisiones adecuadas dentro de la operación de una planta de generación, otro aspecto importante es un manejo eficiente de los recursos de producción que se pueden optimizar al ser analizados por un grupo multidisciplinario que obtenga los datos necesarios y reestructurar las decisiones corporativas de acuerdo al rendimiento de los procesos.

El desarrollo tecnológico apunta a la inversión en innovación de las tecnologías y en el uso de las aplicaciones móviles para diferentes ramas de la educación, la salud e industria, el uso de la comunicación adecuada y la interfaz entre una planta de generación conlleva el tomar decisiones importantes en tiempos menores, la influencia en estas decisiones significa un valor positivo en tiempo y dinero para las empresas encargadas del control y administración de las plantas de energía, el aporte tecnológico en la aplicaciones móviles y dispositivos *Smart*, permite que distintos rangos de la organización puedan obtener datos en línea lo que permite delegar una responsabilidad compartida y bajo la tutela de experto en distintas áreas quienes asesoran la toma de decisiones en funcionamiento y operación de los equipos con sus respectivos procesos, la toma de decisiones se pueden convertir en parámetros automáticos para futuras indecencias dentro del proceso, se obtiene mejoras significativas para la central de generación y sus desarrollos en el corto, mediano y largo plazo.

1.2. Planteamiento del trabajo

La falta de desarrollo de aplicaciones móviles para el monitoreo y control de centrales de generación eléctrica nos propone innovar bajo la estructura de un grupo multidisciplinario y altamente capacitado en programación y desarrollo de software, el proyecto tiene un periodo estimado de 8 meses, en su primera etapa se ejecuta el análisis de la programación y tecnología para los sistemas de *HMI/SCADA* con sus diversas versiones y soluciones existentes en el mercado, en una segunda fase está el desarrollo de la interfaz entre los servidores y dominios de internet con los equipos y la aplicación móvil en equipos inteligentes.

El objetivo principal de la App es el monitoreo eficiente, confiable, escalable y que proporcione facilidad en la toma de decisiones basado en los datos y tendencias que proporciona el aplicativo, es importante mantener un sistema de comunicación entre la

aplicación y los servidores de manera que la obtención de datos sea en tiempo real, esto proporciona un seguimiento en línea de las condiciones de la central de generación.

La aplicación móvil necesita de una programación acorde a las necesidades de la planta de generación y el usuario final de la App, los reportes necesarios y activación de controles y/o alarmas son configurables en la propia aplicación de acuerdo con los niveles que se otorgue dentro de la organización, en la actualidad existen dos grandes mercados en aplicaciones de tecnología móvil los sistemas *iOS* y *android* los que son incluidos en el desarrollo del proyecto.

1.3. Estructura del trabajo

Para estructurar el presente documento se define un desarrollo de cinco capítulos, a partir de los elementos que motivan el proyecto, el estado actual del desarrollo tecnológico congruente con el proyecto, el desarrollo específico del proyecto y un análisis de los resultados finales con la proyección a futuro que plantea el proyecto.

Capítulo 1. Introducción.

En el capítulo introductorio se definen las necesidades que llevan a ejecutar el proyecto, el entorno sobre el cual se desarrolla la aplicación móvil y los beneficios propios que los usuarios tienen con la App para el monitoreo remoto de centrales de generación.

Capítulo 2. Estado del Arte.

En este capítulo se observará el desarrollo tecnológico en el monitoreo de centrales de generación y las soluciones que existen en la industria con las cuales debe interactuar el proyecto.

Capítulo 3. Objetivos y Metodología.

En el tercer apartado se describen los objetivos del proyecto y la metodología aplicada para el cumplimiento de los objetivos planteados en el desarrollo de una aplicación móvil para monitorizar centrales de generación eléctrica.

Capítulo 4. Desarrollo Específico.

El cuerpo del proyecto se desarrolla en este capítulo donde se describen las herramientas, métodos y procedimientos sobre los cuales se estructura, realizar un estudio de las principales directrices en el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica, los planes de manejo de recursos integrales del proyecto, un análisis de los

riesgos y el manejo de la calidad del proyecto que permiten cumplir con los objetivos planteados para su ejecución.

Capítulo 5. Conclusiones y Trabajo Futuro.

Se valida el cumplimiento de los objetivos planteados y se determinan las condiciones y oportunidades futuras acerca del proyecto de desarrollo tecnológico

2. Contexto y estado del arte

2.1. Análisis del contexto

La tendencia a partir de la introducción en el mercado de los teléfonos inteligentes es el incremento de aplicaciones móviles, así como su utilización y el tiempo empleado en las mismas durante el día, existen millones de App para diversas áreas y actividades, muchas empresas han apuntalado a invertir en tecnología para llegar a más usuarios y expandirse.

De acuerdo con las estadísticas proporcionadas en el informe de *The State Of Mobile 2019* se manejan aproximadamente 194 billones de descargas en aplicaciones móviles en el año 2018 y el uso diario de aplicaciones móviles por persona es en promedio de 3 horas por día, lo que ha conseguido monetizar muchas de las aplicaciones en el mercado llegaron a generar más de 101 billones de dólares en ingresos por las App en el mencionado año, la gran concentración del crecimiento en uso de la aplicaciones está en el área del entretenimiento, fotografía, herramientas y finanzas. Dentro del mercado de las aplicaciones móviles las relacionadas al área de la productividad ocupan un lugar irrelevante dentro de las estadísticas y en el caso de los sistemas *Android* han visto un decrecimiento de su uso y descarga. (APP ANNIE, 2019)

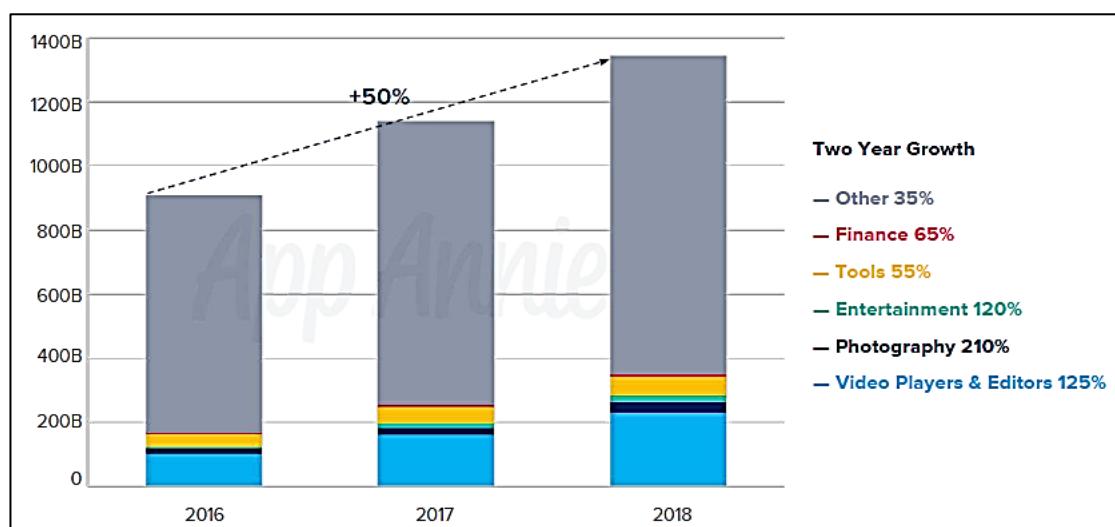


Figura 1. Categorías principales de App por crecimiento en el mercado.

Fuente: recuperado del informe *The State Of Mobile 2019* el 09 de mayo de 2020. (APP ANNIE, 2019)

Las aplicaciones móviles para la industria tienen una baja incidencias en descargas y uso dentro las estadísticas, la inversión e innovación está directamente ligada a la ejecución de un proyecto o una marca específica.

En la reciente investigación para la implementación de técnicas de predicción en la generación de electricidad en el sector industrial, se denota la necesidad de un monitoreo remoto que permita la obtención de datos para mermar pérdidas por fallas en generadores y mejores decisiones de acuerdo a los pronósticos que se tienen mediante la obtención de valores mediante el monitoreo de las centrales de generación. (Castoreña, Campos, Martinez, Martinez, & Silva, 2020)

Conforme lo expuesto en su informe *International Energy Outlook 2019* (U.S. Energy Information Administration, 2019) el crecimiento del consumo de la energía durante los próximos 30 años tiene un incremento de aproximadamente 100 cuatrillones de *BTU* (*British Thermal Units*) se muestra que los consumos de energía en el sector industrial se proyectan al incremento durante las próximas tres décadas aumentará de manera directa la generación de energía durante el tiempo.

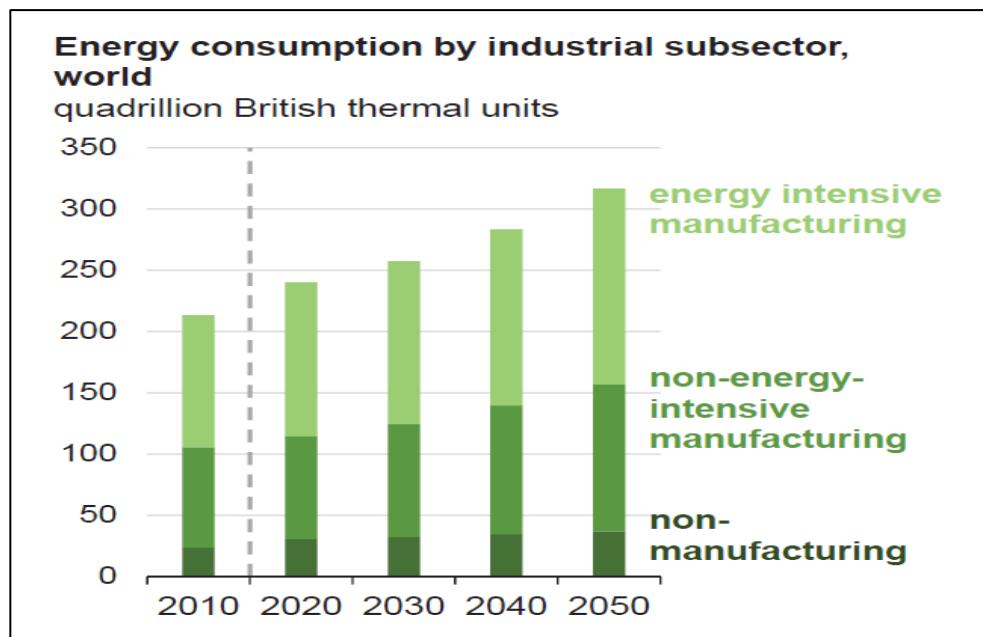


Figura 2. Consumo mundial de energía por subsector industrial.

Fuente: recuperado del informe *International Energy Outlook 2019* el 08 de mayo de 2020. (U.S. Energy Information Administration, 2019)

El aumento del consumo de energía en industria plantea la creación e incremento de la demanda de generación eléctrica a nivel mundial, lo que impulsa a realizar innovación

e inversión en la industria de la energía eléctrica, la creación de una interfaz directa para el control y monitoreo de las centrales de generación, en las próximas décadas se incrementará la demanda para un manejo eficiente de las plantas de generación.

De acuerdo con el informe *International Energy Outlook 2019* (U.S. Energy Information Administration, 2019) el aumento en la demanda en generación de energía eléctrica a nivel mundial será de aproximadamente 15 trillones de kilovatios hasta el año 2050 como se muestra en la proyección de la Figura 3, el incremento de la demanda energética por sectores se plasma en la Figura 4 con un incremento notorio en el sector industrial y residencial donde la tendencia de la aplicación de tecnología se vuelve necesario, el transporte ve un menor incremento debido al uso de transporte eléctricos en reemplazo del uso de combustibles derivados del petróleo, esto aumenta un mercado en las centrales de generación y en las redes de distribución para cubrir la demanda de este nuevo componente del consumo energético.

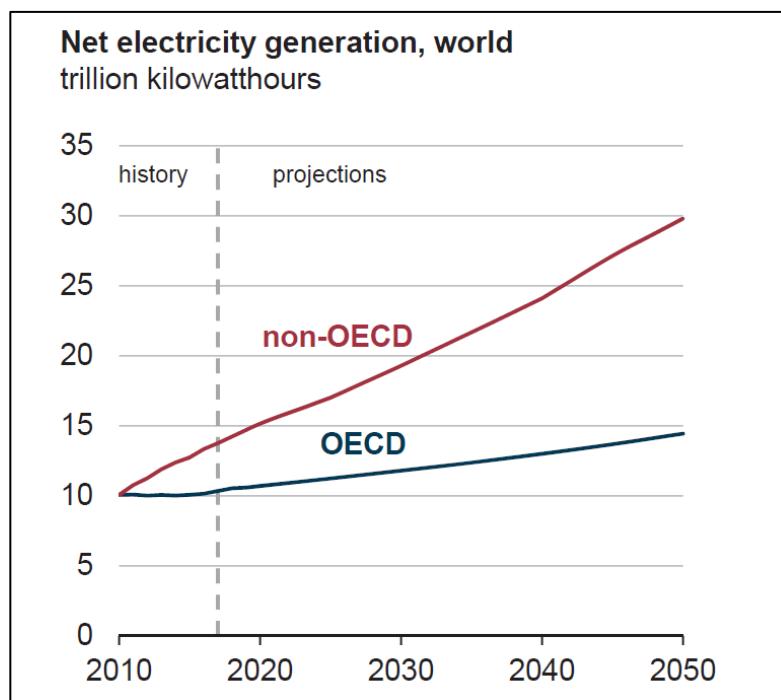


Figura 3. Proyección demanda mundial de generación eléctrica.

Fuente: recuperado del informe *International Energy Outlook 2019* el 08 de mayo de 2020. (U.S. Energy Information Administration, 2019)

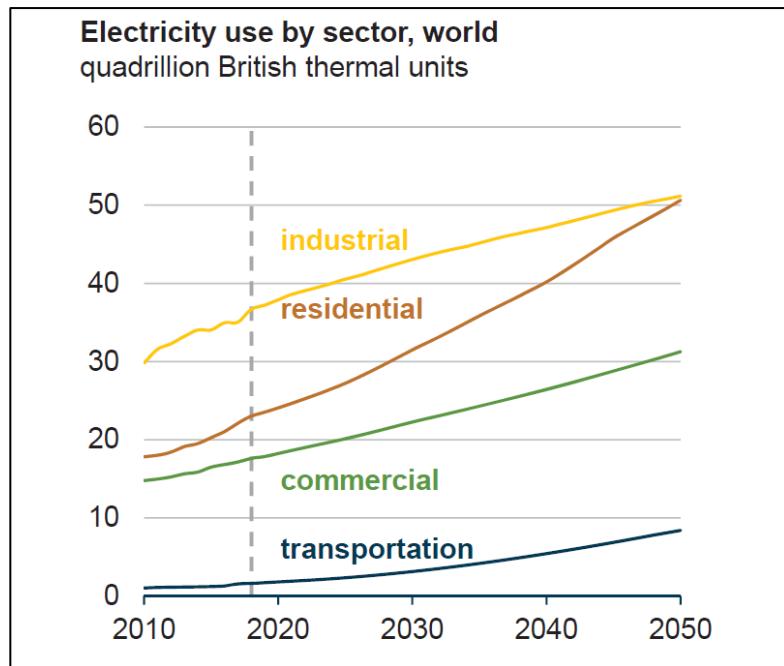


Figura 4. Uso mundial de electricidad por sectores.

Fuente: recuperado del informe *International Energy Outlook 2019* el 08 de mayo de 2020. (U.S. Energy Information Administration, 2019)

Bajo las consideraciones de crecimiento de la demanda de energía a nivel mundial y su lazo directo con centrales de generación vuelve necesitaría la innovación en la interfaz para la adquisición de datos y control de variables y una solución lógica es la implementación de tecnologías en crecimiento e innovación con las aplicaciones móviles, la obtención de mejores resultados con datos en líneas de manera instantánea en un teléfono inteligente serán el lazo en el crecimiento y manejo de las nuevas centrales de generación eléctrica, al momento el planeta vive una transformación en la manera de generar energía, de acuerdo a las expectativas la generación mediante energías renovables aumentará en un 30% en las próximas décadas, se despliega el cambio que se pronostica para la generación mediante gas natural, carbón o energía nuclear. Las nuevas energías renovables se enmarcan en la tendencia tecnológica y sus diseños son más amigables y fáciles de adaptar en los medios de obtención remota de información.

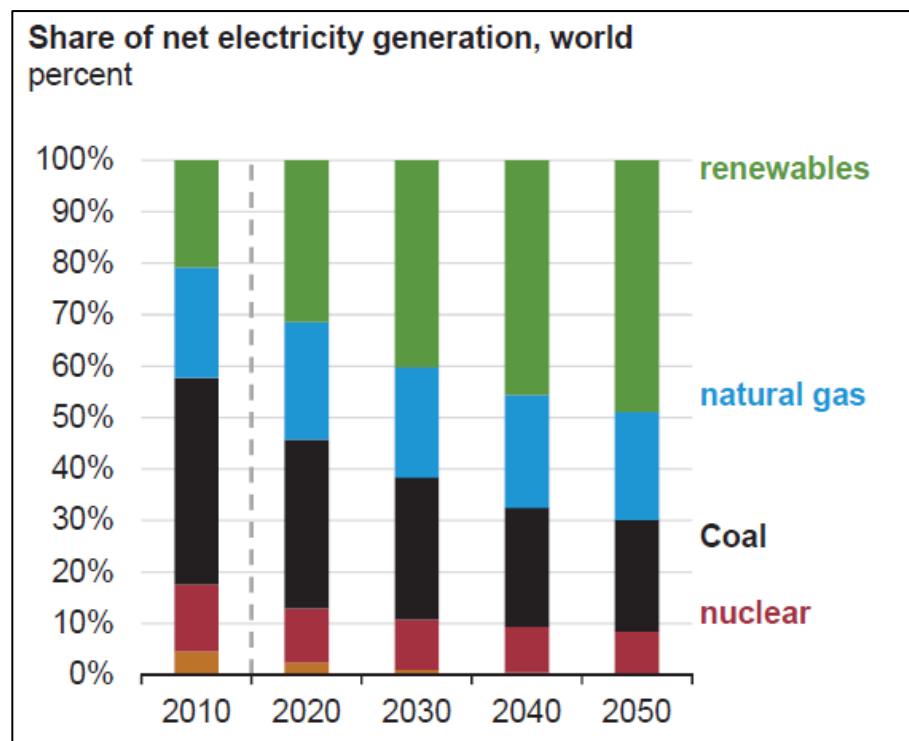


Figura 5. Compartición mundial de la demanda de generación eléctrica.

Fuente: recuperado del informe International Energy Outlook 2019 el 08 de mayo de 2020. (U.S. Energy Information Administration, 2019)

2.2. Estado del arte

La energía en su expresión básica es la producción de trabajo que puede provenir de distintas fuentes, pero siempre cumpliendo el principio de conservación de la energía enunciado por el científico francés *Antoine Lavoisier* “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma” la clasificación según su origen divide a la energía en dos grandes grupos las energías renovables y no renovables.

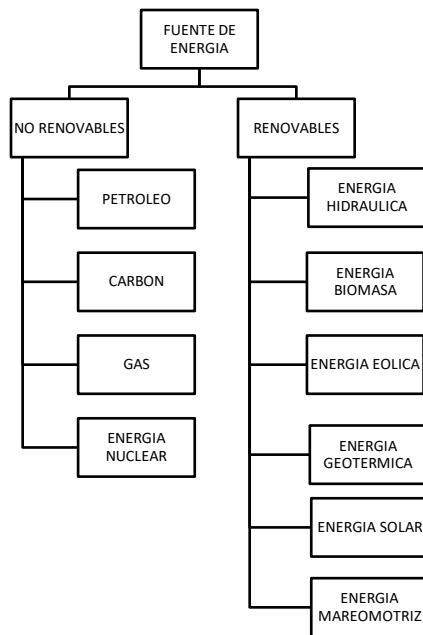


Figura 6. Clasificación de la energía según su origen.

Fuente: elaboración propia a partir de (Jarabo, Perez, Elortegui, Fernandez, & Macias, 1988)

- Energías renovables son las que provienen de un origen de radiación solar o atracción gravitatoria de la Luna y sus ciclos naturales son una fuente inagotable produciendo energía entre las principales están la energía hidráulica, solar eólica, biomasa, geotérmica y energías mareomotrices. (Jarabo, Perez, Elortegui, Fernandez, & Macias, 1988)
- Energías no renovables son aquellas que disponen de una cantidad limitada en la naturaleza y se encuentran almacenadas en la Tierra durante millones de años, dependen de la distribución geográfica dentro de las más utilizadas están el carbón, petróleo gas natural y el uranio utilizado para la producción de energía nuclear. (Jarabo, Perez, Elortegui, Fernandez, & Macias, 1988)

La clasificación de la energía desde el punto de vista de la utilización de donde se obtienen tres grupos:

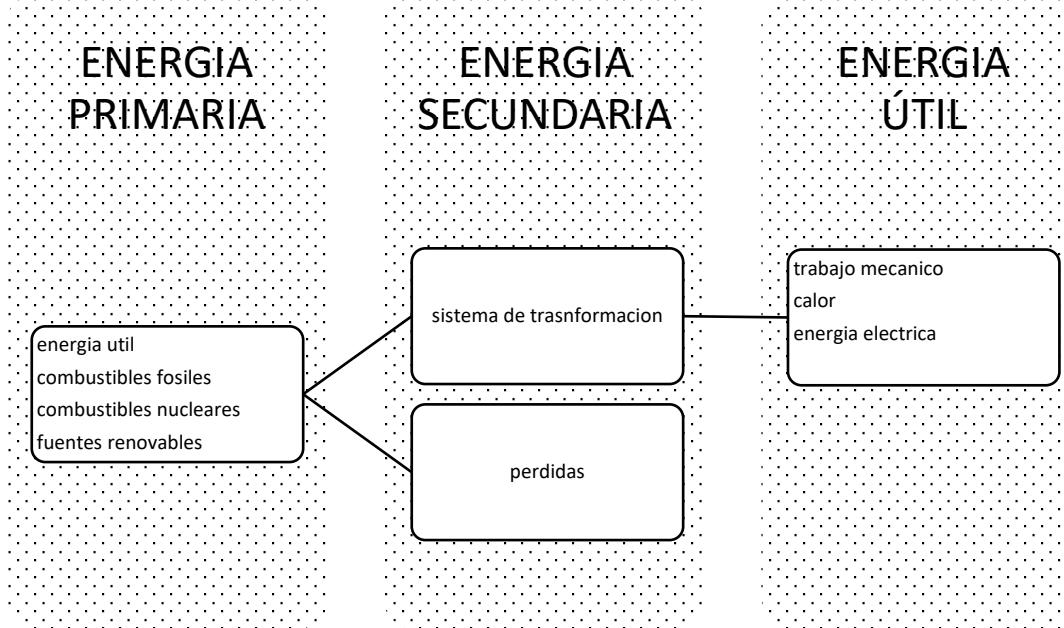


Figura 7. Transformación de la energía.

Fuente: elaboración propia a partir de (Jarabo, Perez, Elortegui, Fernandez, & Macias, 1988)

Energía primaria la cual se obtiene directamente de la naturaleza puedes ser renovable o no renovables, energía secundaria que se logra de la transformación de una energía primaria, una de las más importantes es la energía eléctrica, que se produce a partir de varias energías primarias y puede transformarse en diferentes energías útiles y la energía útil es la demanda que obtiene el consumir en los propios equipos, se obtiene de la conversión de energía primaria directamente o de la energía secundaria luego de las perdidas por su transformación, sus ejemplos son el movimiento de un motor, la luminosidad o el calor. (Schallenberg, y otros, 2008)

El eje central de la conversión de la energía tiene a la electricidad y sus centrales como un bien invaluable en la sociedad determinado por su uso de manera vital en diario convivir en el hogar y la industria, se destaca porque no importa si la energía primaria es de un recurso renovable o no renovables siempre tiene que pasar por una transformación de la energía en una central o planta de generación eléctrica para luego aprovecharla en una energía final.

De acuerdo con el informe *International Energy Outlook 2019* (U.S. Energy Information Administration, 2019) se tiene un consumo en la actualidad de aproximadamente 15 trillones de kilovatios hora y como necesidad proyectada en el 2050 será de 30 trillones

de kilovatios hora, lo que obliga un crecimiento es la industria de las centrales de generación eléctrica y sus sistemas de control.

La central de generación eléctrica se conformada por varios subsistemas que permiten el manejo, control y supervisión de los distintos y complicados subprocesos y equipos que la conforman, en la actualidad el manejo y control de las centrales de generación eléctrica se encuentra automatizados y monitorizados en todas sus fases, determina un control eficiente en sus procesos, para realizar la automatización y control de una planta de generación y otros sistemas complejos en la industria se tienen sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

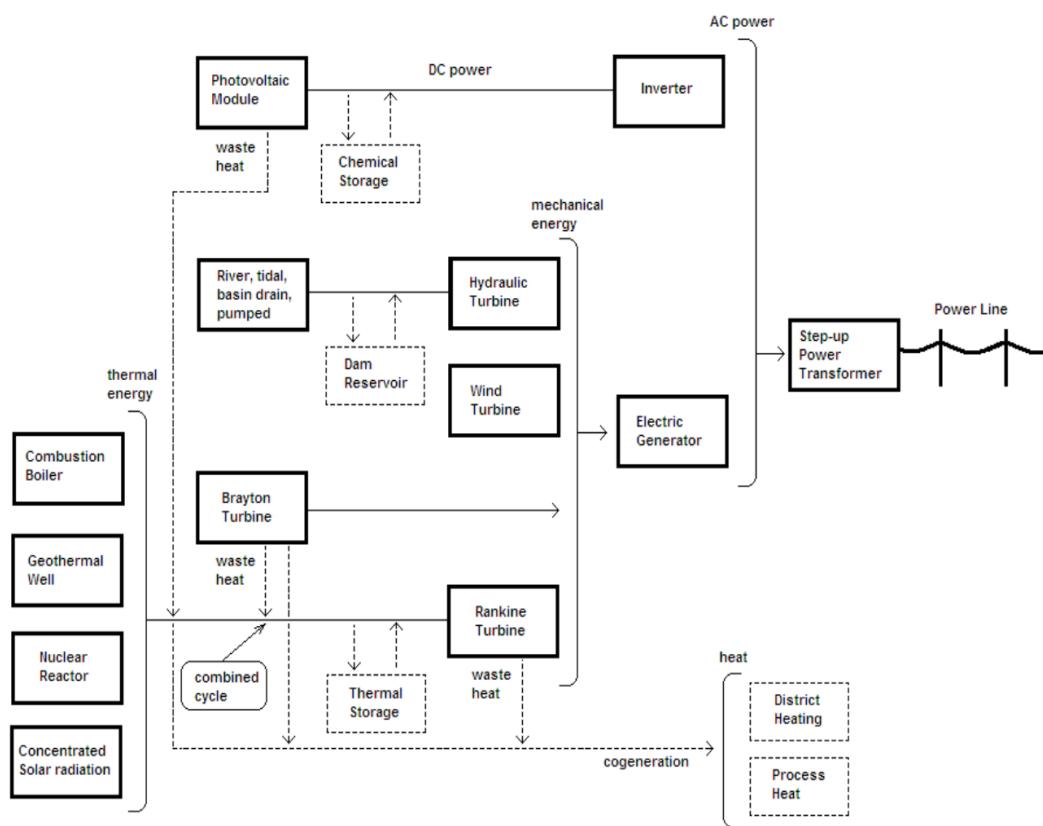


Figura 8. Diagrama de bloques de una central eléctrica.

Fuente: recuperada de www.commonswikimedia.org el 09 de mayo de 2020

(Bailey & Edwin, 2003) mencionan que un SCADA abarca la recolección de la información y la transferencia de datos al sitio central, lleva a cabo el análisis y el control necesario, para luego mostrar la información sobre una serie de pantallas de operador y permitir la interacción, las acciones de control requeridas se transportan de nuevo al proceso mantenimiento en un lazo de control automático.

Las áreas industriales de toda índole han implementado sistemas SCADA, los procesos y datos se encuentran en diferentes niveles de automatización que corresponden a las diferentes necesidades de los usuarios, el área de las comunicaciones entre el entorno de la industria y el control son manejadas bajo este sistema, la tendencia en las diferentes industrias se basan en la necesidad de obtener sistemas inteligentes que permitan interactuar con otros sistemas de la industria con el fin de establecer procedimientos más efectivos y eficaces. Las aplicaciones de software son diseñadas para realizar monitoreo, control, bases de datos, alarmas, entre otras, estas necesidades en la globalización de la información deben tener subsistemas como los PLC (Controlador Lógico Programable) el que tiene dentro de sus tantas funciones el poder realizar la interfaz para tener información en estaciones remotas, el monitoreo se vincula mediante un HMI (Interfaz Máquina Hombre) a un software de un computador para que se puedan visualizar las variables y determinar acciones requeridas en el proceso. Los sistemas SCADA tienen la capacidad de ofrecer a los usuarios creación de paneles de alarmas, registro de las incidencias, generación de datos históricos, el control para cambiar variables de funcionamiento de los equipos, control remoto sobre los equipos designados, sin embargo, esto dependerá mucho de la aplicación y necesidades de parte del área usuaria, la arquitectura debe ser abierta para poder realizar crecimiento, mejora y expansión del sistema de monitoreo. (Chacón, 2012)

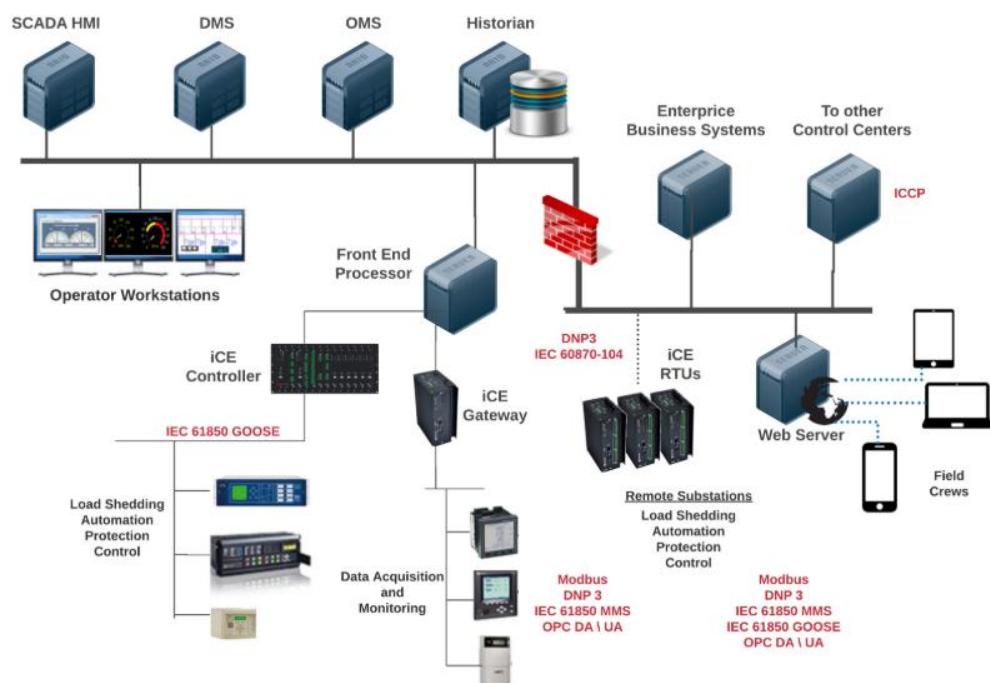


Figura 9. Arquitectura de un sistema SCADA.

Fuente: recuperada de www.etap.com el 09 de mayo de 2020

Un sistema SCADA puede tener una interfaz HMI que puede ser un dispositivo móvil, se necesita una comunicación desde el móvil hasta un servidor web que permita el monitoreo y control del sistema.

Todo este proceso desde la conversión de la energía hasta llegar a la interfaz del HMI nos lleva al dispositivo móvil el cual necesita de una App para un adecuado sistema de monitoreo y control en el dispositivo.

Cada dispositivo móvil tiene ciertas características propias del dispositivo, su forma física, el tamaño, peso, pantalla, aspectos técnicos, procesador central y sus sistema operativo, los dos grandes sistemas operativos manejados en el mercado son *Android* e *iOS*, dentro de sus sistemas operativos se pueden instalar las aplicaciones móviles para dispositivos inteligentes, cada tipo de dispositivo es basado en una programación lógica y sistemática que permite su uso ágil y eficaz, al momento de ejecutar una programación de una aplicación merece todo un proceso en el cual se tiene la posibilidad de analizar diferentes formas de realizar una codificación, debido al crecimiento notable y el sinnúmero de ellas en el mercado, las App puede ser desarrolladas desde una manera nativa o en un entorno multiplataforma. (Delía, Galdamez, Thomas, & Pesado, 2013)

Las Aplicaciones Web son aquellas que se logran desarrollar en un navegador y pueden ser ejecutadas en un dispositivo móvil y su programación se crea en la tecnología empleada para la creación de las páginas web, este tipo de aplicaciones tienen la facilidad de no tener que pasar por aprobaciones para su ejecución y son actualizadas de forma directa, cuando se actualiza la programación en el servidor web de la aplicación, no se ajusta a una restricción del sistema operativa del dispositivo, tiene la desventaja de poca usabilidad del software y hardware del equipo, su velocidad es relativamente baja y al final resulta una forma similar que abrir una página web en el navegar del aparato.

Aplicaciones Nativas son las que se encuentran en el lenguaje propio de cada terminal móvil, pasa por las aprobaciones y se encuentran abaladas para su uso en el equipo cumplimiento los parámetros pertinentes, su ventaja es el entorno más bondadoso debido a que puedes usar todas las facilidades de las cuales disponen los equipos, lo que se refleja en muchas alternativas y usos del mismo para hacerlo una App de usabilidad completa, se debe tener en cuenta que el impulso de la programación no se aplica para varias plataformas o sistemas operativos por lo que se debe considerar la

programación para distintas plataformas operativas lo que conlleva tiempo y costes en la programación y ejecución de una aplicación móvil.

Una Aplicación Híbrida en su concepto básico une el desarrollo de aplicaciones nativas y web, es decir utiliza el lenguaje del sistema web con el uso adecuado de la mayoría de las facilidades de las cuales disponen los dispositivos, su factibilidad en la programación permite que este tipo de App pase por los controles del lenguaje permitido en cada dispositivo y disponga de su aval sin embargo la apariencia y usabilidad del dispositivo no es total como una aplicación nativa y su ejecución seguirá siendo más lenta que una aplicación original.

La eficiencia de la aplicación móvil depende en mucho de su velocidad y de aprovechar los recursos de la mejor manera la aplicación nativa implica un compromiso en el análisis del producto, pero obtendrá el mejor resultado para la experiencia del usuario.

Toda la tecnología disponible y el aumento de demanda de energía eléctrica y sus plantas de generación a nivel mundial invitan al desarrollo de nuevos conocimientos y facilidades para la expansión deseada de las centrales de generación eléctrica, el monitoreo remoto de una planta de generación a través de los dispositivos móviles mediante una interfaz comprobada y en pleno desarrollo es un aporte muy significativo en la mejora continua del monitoreo y control de la industria de la energía eléctrica y su entorno, el proyecto aportará de manera eficaz la mejora de disponibilidad de una planta de energía lo que representa de manera directa en menos gastos por mantenimiento y un uso adecuado de recursos y materias primas, todos los componentes tecnológicos existentes serán potenciados y sintetizados en un dispositivo móvil compartiendo la evidente evolución del sistema de comunicaciones y su aprovechamiento dentro de la industria energética.

El desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles a nivel industria sigue siendo específico y patentado en su mayoría por las marcas de los equipos que conforman una central es decir trabajan de manera aislada, al momento no se disponen de aplicaciones móviles que realizan el monitoreo de todo el sistema de una central de generación, su gran aporte consiste en la facilidad de poder analizar todas las variables del sistema de manera conjunta.

3. Objetivos y metodología de trabajo

3.1. Objetivo general

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una aplicación móvil para monitorizar centrales de generación eléctrica, para permitir una interacción eficiente en las plantas de energía eléctrica y sus sistemas a través del desarrollo de un proyecto de innovación tecnológica.

3.2. Objetivos específicos

Con la finalidad de cumplir con el objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Definir los sistemas y procesos que componen una central de generación eléctrica para permitir la obtención de datos a ser programados en la aplicación móvil.
- Diseñar el software e interfaz gráfica de la aplicación móvil, determinar el hardware necesario para la interacción entre los elementos de campo y la programación que la App de monitoreo.
- Estructurar una aplicación móvil que permita obtener los datos necesarios para el monitoreo en remoto de una central de generación y todos los elementos que la integran.

3.3. Metodología de trabajo

El guía de dirección de proyectos PMBOK define de manera general a un proyecto como el trabajo en un periodo de tiempo, su naturaleza temporal implica que el mismo tendrá un inicio y un final sin que esto represente que el desarrollo sea de una duración corta, en el cual se tiene un objetivo específico o resultado único incluso si este es una mejora de un elemento, involucra a una o múltiples unidades de la organización. El proyecto implica un estado de transición y se determina como exitoso si alcanza los objetivos planteados con un valor agregado que sea cuantificable, el bien puede ser tangible, intangible o ambos. (Project Management Institute, Inc, 2017)

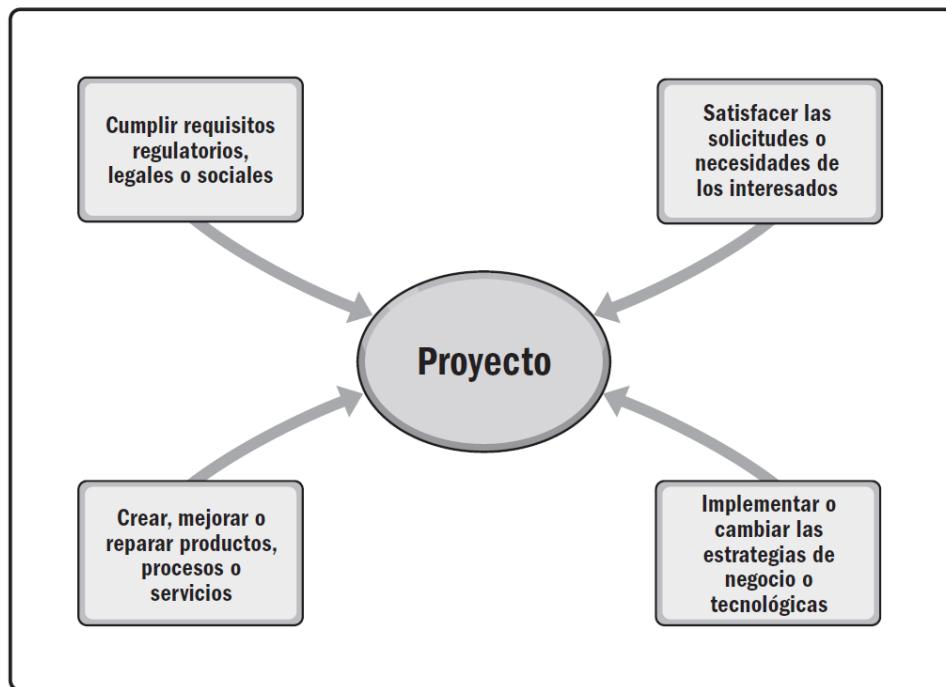


Figura 10. Contexto de iniciación del proyecto.

Fuente: (Project Management Institute, Inc, 2017)

Una metodología es la aplicación de estándares, normas, guías, procedimientos y técnicas que trabajan bajo una misma disciplina para ser aplicada para la dirección de los proyectos, se pueden clasificar las mismas en metodología clásicas o denominadas también pesadas y las ágiles.

Metodologías clásicas, tradicionales, de cascada o pesadas son algunos nombres para definirlas y consiste en un desarrollo secuencia de fases o etapas las cuales especifican puntos de control, informes y entregables específicos de cada desarrollo de acuerdo con políticas y normas, sus normas provienen de estándares, se programa el detalle de todas las actividades a realizarse por los grupos de trabajo, su control es estricto en las distintas fases y permite un mejor manejo del proyecto de estructuras medianas o grandes. En este grupo tenemos el *PMI (Project Management Institute o en español Instituto de gestión de proyectos)*, el *IPMA (International Project Management Association en español la Asociación Internacional de Gestión de Proyectos)*, *PRINCE2* que es la abreviación de *Project in controlled environments* o en español *Proyectos en Entornos Controlados* (Guzman, 2020)

Metodologías ágiles son las que están diseñadas para equipos de trabajo más pequeños, habitualmente 10 personas, tienen pocas normas y documentos se mantienen más reuniones directas con los clientes, lo cual hace que se adapte mejor a

los cambios en la ejecución de los proyectos, sin embargo, se tiene que establecer límites para evitar cambios muy numerosos. Una de las principales metodologías ágiles es el SCRUM su desarrollo se basa principalmente en *sprint* o bloques desarrollados en un par de semanas como máximo. La metodología Agile y otras metodologías tradicionales conviven de tal manera que el PMI las reconoce como parte de sus mejores prácticas. (Velez, Zapata, & Rosero, 2018)

Debido a la naturaleza del proyecto utilizaremos el estándar y las buenas prácticas basadas en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos con el fin cumplir con los objetivos establecidos.

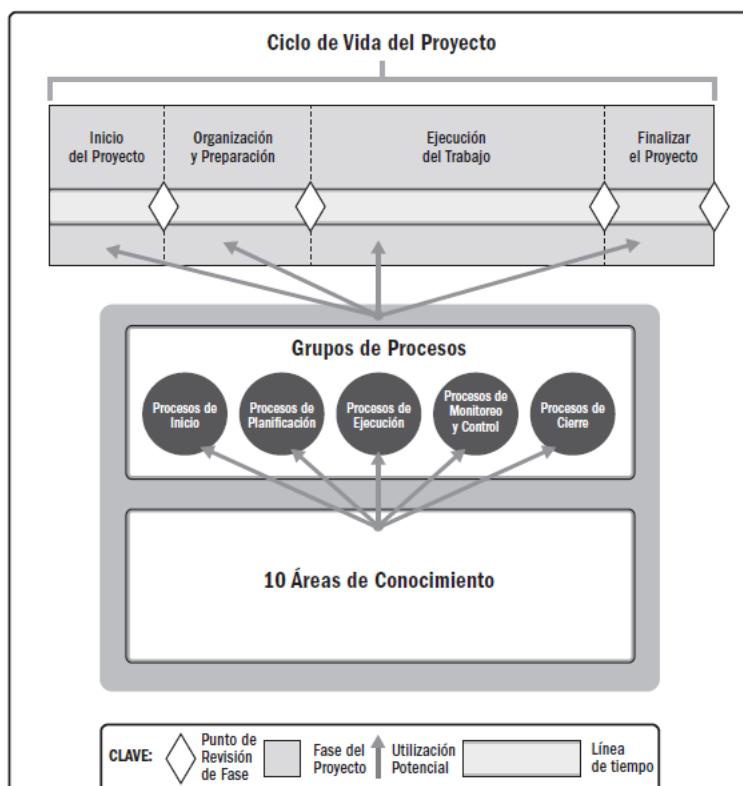


Figura 11. Ciclo de vida del proyecto

Fuente: (Project Management Institute, Inc, 2017)

La guía para el desarrollo de proyectos maneja un contexto amplio de procesos y subprocesos para controlar todos los aspectos relacionados con el propósito de la dirección, su metodología se basa en los principales grupos de procesos que se maneja la dirección de proyectos, proceso de inicio, proceso de planificación, proceso de monitoreo y control, dentro de cada proceso se estructura las principales directrices para aplicar una metodología y estándares adecuados en la planificación y ejecución de

proyectos. Los procesos son ligados a las áreas del conocimiento con las cuales se encuentran interrelacionadas para desenvolverse de forma adecuada, la gestión del alcance del proyecto, gestión del cronograma del proyecto, gestión de los riesgos del proyecto, gestión de los costes, gestión de la calidad del proyecto, son las principales tareas que nos guían para cumplir con los objetivos, resguardar la calidad del proyecto y su entrega efectiva con el cliente. (Project Management Institute, Inc, 2017)

4. Desarrollo específico de la contribución

En este capítulo se desarrolla la planificación de la App para monitorizar centrales de generación eléctrica, el proyecto se basa en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, se aplica diferentes áreas del conocimiento y se establecen las metodologías adecuadas para el control del proyecto asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos.

4.1. Proceso de inicio

4.1.1. Constitución del proyecto

La constitución del proyecto define los lineamientos principales, objetivos, hitos, entregables y autorizaciones para la interacción entre la empresa patrocinante y la estructura del proyecto, esta línea base permite el lazo para que el proyecto se pueda ejecutar con los distintos departamentos que conforman la central de generación, en el Anexo I se encuentra el acta de constitución del proyecto con todos los aspectos relevantes.

4.1.2. Identificación de interesados

La identificación de los interesados está enfocada en los intereses compartidos para el desarrollo de una App para monitorizar centrales de generación eléctrica, se describe el nivel de interés e impacto de los interesados identificados para el desenvolvimiento del proyecto.

4.1.2.1. Interesados centrales de generación

El equipo que conforma la instalación, supervisión, operación y mantenimiento de las centrales eléctricas tiene injerencia directa en el interés de la aplicación móvil, su impacto es alto para el desarrollo de la App, se enfocan los esfuerzos en este grupo de interesados en el proyecto, se promueve reuniones multidisciplinarias que definas los datos necesarios para la monitorización.

4.1.2.2. Interesados estructura del proyecto

El nivel jerárquico superior de la estructura del proyecto son los interesados con mayor grado de interés e impacto, su aporte al proyecto es la principal fuente para

el cumplimiento de los objetivos, los recursos enfocados en este grupo de interés repercuten de forma directa en el progreso de la aplicación.

4.1.2.3. Interesados externos

El conjunto de menor impacto en el desarrollo del proyecto se enfoca en las empresas que se correlacionan con el objetivo principal del desarrollo, sin embargo, es un grupo del cual se puede obtener componentes que aportan en la ejecución de la App o en sus líneas futuras.

Tabla 1. *Identificación de los interesados*

| | Interesado | Interés | Impacto |
|-------------------------|------------------------------------|---------|---------|
| Central de generación | Inversor | Alto | Alto |
| | Gerente de operaciones | Alto | Alto |
| | Gerente de mantenimiento | Alto | Alto |
| | Superintendente de mantenimiento | Alto | Alto |
| | Supervisor eléctrico | Alto | Medio |
| | Supervisor mecánico | Alto | Medio |
| Estructura del proyecto | Ingenieros centrales de generación | Alto | Medio |
| | Consejo directivo | Alto | Alto |
| | Director del proyecto | Alto | Alto |
| | Director de desarrollo | Alto | Alto |
| | Coordinar de ingeniería | Alto | Alto |
| Externos | Ingenieros | Alto | Medio |
| | Empresas de generación eléctrica | Medio | Bajo |
| | Empresas de innovación tecnológica | Medio | Bajo |
| | Empresas plantas industriales | Medio | Bajo |

Fuente: elaboración propia

4.2. Proceso de planificación

El proceso de planificación determina el alcance, gestiona la estructura del proyecto, la organización de los paquetes de trabajo, dinámica del cronograma, costes asociados al proyecto, métricas de calidad y la gestión de los riesgos asociados para el desarrollo de la App.

4.2.1. Alcance

El alcance del proyecto define el desarrollo de una aplicación móvil para monitorizar plantas de generación eléctrica, para un mejor entendimiento se divide al alcance en

el desarrollo del software y la implementación del hardware, partes importantes que permiten cumplir con el propósito del proyecto.

Para entender el desarrollo del software se muestra los sistemas que son parte de la central de generación y de los cuales se obtiene los datos para el monitoreo remoto, estos sistemas interactúan entre sí para dar como resultado la generación de energía eléctrica, en su conjunto forman parte esencial del proceso y todas las variables deben ser estudiadas para obtener los resultados esperados de la aplicación móvil.

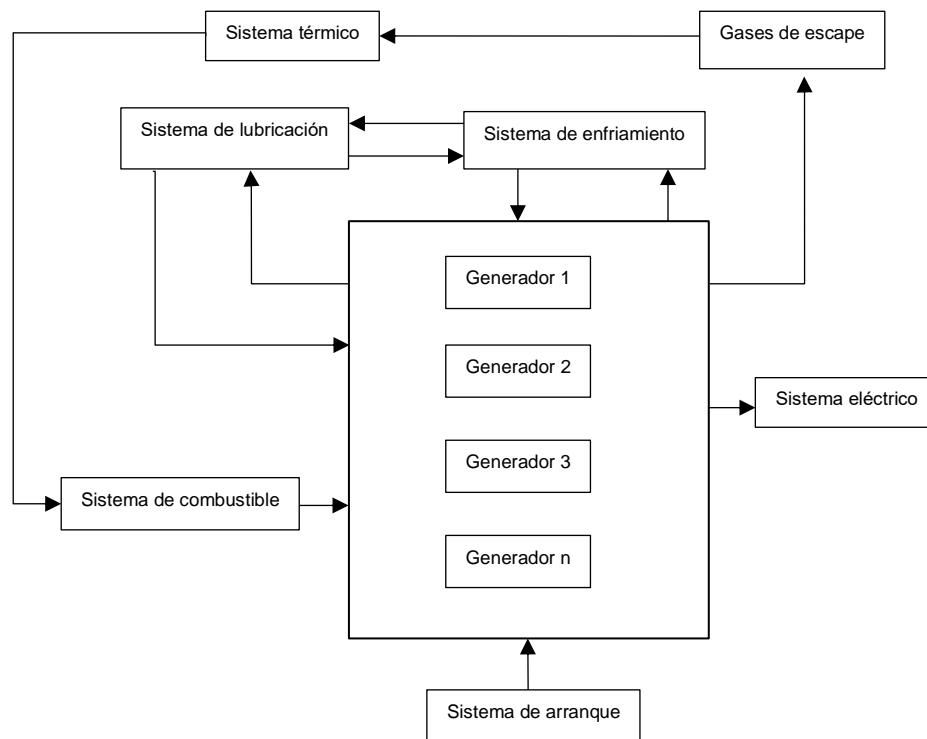


Figura 12. Sistemas de la central de generación

Fuente: elaboración propia

El desarrollo del software está compuesto por la adquisición de datos de todos los sistemas que conforman la central de generación, los datos proporcionados son programados en un sistema *Scada/HMI* que posteriormente se comunica con la programación de la App para el monitoreo de la central de generación.

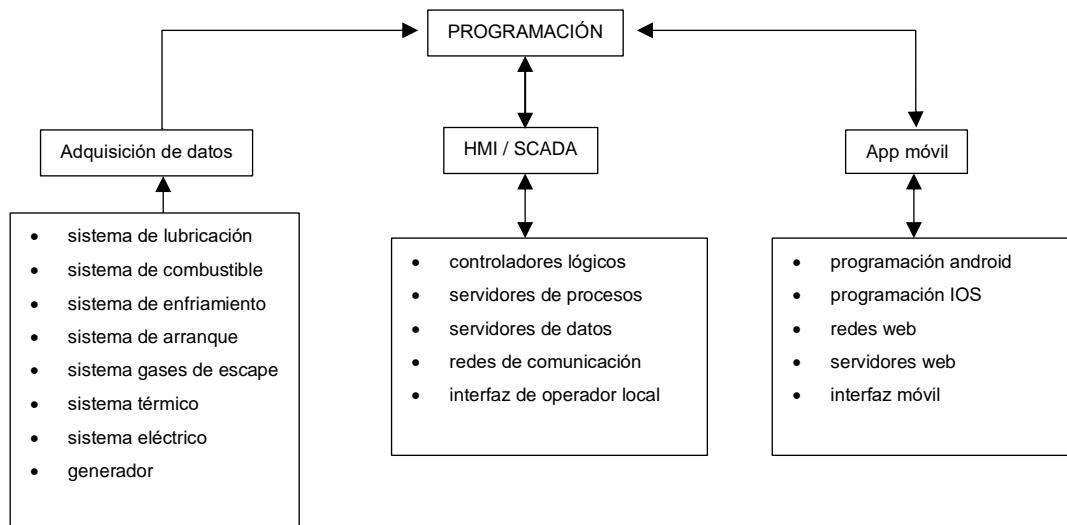


Figura 13. Lógica del software
Fuente: elaboración propia

La implementación del hardware implementa los elementos necesarios para la adquisición de datos, los equipos de procesamiento interactúan entre los datos y los equipos específicos para la actuación de la aplicación móvil, en los dispositivos inteligentes se instala la aplicación lista para ejecutarse.

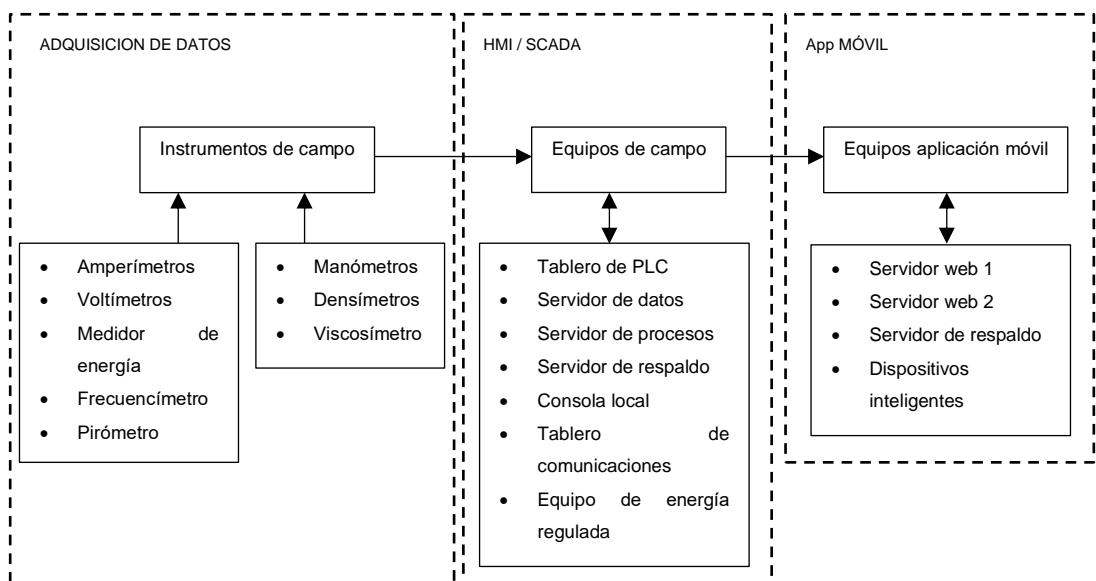


Figura 14. Estructura del hardware
Fuente: elaboración propia

4.2.1.1. Estructura de la aplicación móvil

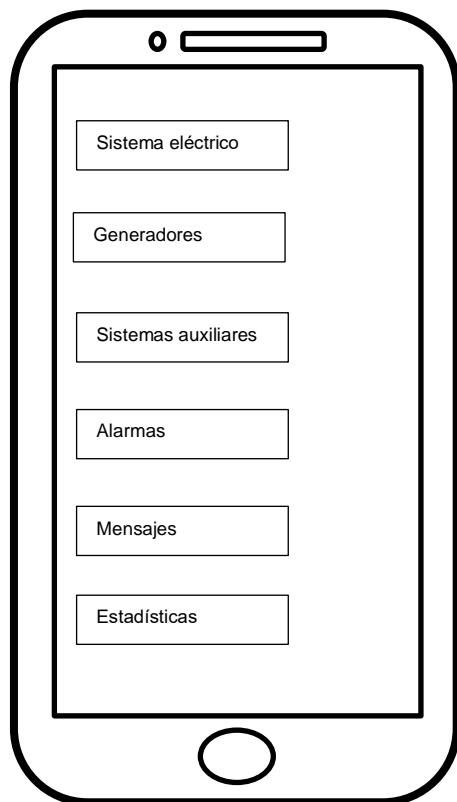
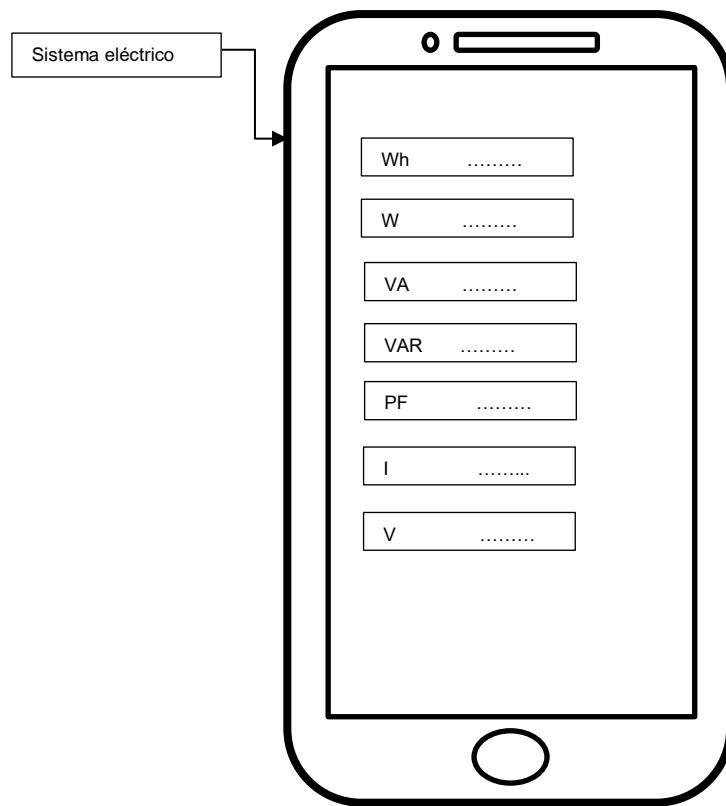


Figura 15. Datos principales aplicación móvil

Fuente: elaboración propia

La aplicación móvil define algunos conjuntos principales para monitorizar datos y crear funciones importantes en el monitoreo de la central de generación eléctrica, en la estructura se encuentran incluidos los datos del generador, sistemas auxiliares principales de la planta, alertas de desviación de parámetros, mensajes propios del sistema o mensajes directos y estadísticas de los parámetros monitorizados.

Su estructura para monitorizar centrales de generación establece una pantalla principal con seis menús principales, cada menú contiene varios submenús con los datos que corresponde.

*Figura 16. Datos sistema eléctrico**Fuente: elaboración propia*

El sistema eléctrico es el núcleo de una central de generación, los datos que se presentan en la aplicación móvil representan los valores totales de la planta de energía eléctrica y son el resultado del funcionamiento global de todos los sistemas y procesos que la componen, los identificadores son mostrados de forma numérica y almacenados para posteriormente obtener tendencias e históricos dentro de las estadísticas.

Tabla 2. Parámetros del sistema eléctrico

| Símbolo | Unidad | Descripción |
|----------------|----------------------|-------------------------|
| Wh | vatio/hora | energía total entregada |
| W | vatio | total potencia real |
| VA | voltamperio | total potencia aparente |
| VAR | voltamperio reactivo | total potencia reactiva |
| PF | - | factor de potencia |
| I | amperio | corriente de salida |
| V | voltio | voltaje de línea |

Fuente: elaboración propia

La segunda descripción de la pantalla inicial de la aplicación móvil determina los datos principales de los generadores que componen la central, se toma en cuenta datos mecánicos y eléctricos por cada uno de los equipos.

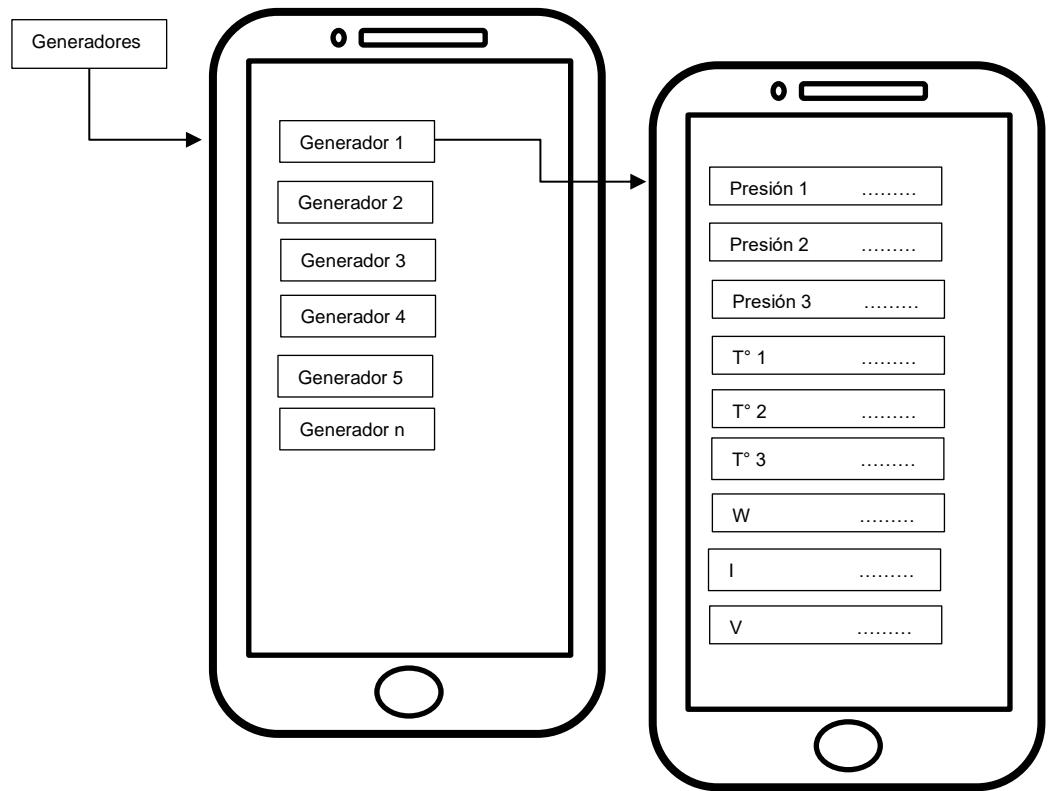


Figura 17. Datos individuales por generador

Fuente: elaboración propia

Los parámetros del menú de generadores se almacenan en los servidores para poder generar las estadísticas de manera individual o grupal de acuerdo con las necesidades de los distintos beneficiarios de la aplicación.

Tabla 3. Parámetros del generador

| Parámetro | Unidad | Descripción |
|-----------|---------|----------------------------|
| presión 1 | bar | presión de aceite |
| presión 2 | bar | presión de combustible |
| presión 3 | bar | presión de agua |
| T° 1 | °C | temperatura de aceite |
| T° 2 | °C | temperatura de combustible |
| T° 3 | °C | temperatura de agua |
| W | vatio | potencia real |
| I | amperio | corriente |
| V | voltio | voltaje |

Fuente: elaboración propia

En el menú de sistemas auxiliares se toman en cuenta los sistemas auxiliares del proceso, sin embargo, el sistema eléctrico y datos de los generadores tienen un despliegue individual, el submenú de cada sistema auxiliar cuenta con medidas mecánicas y un acceso para verificar alarmas.

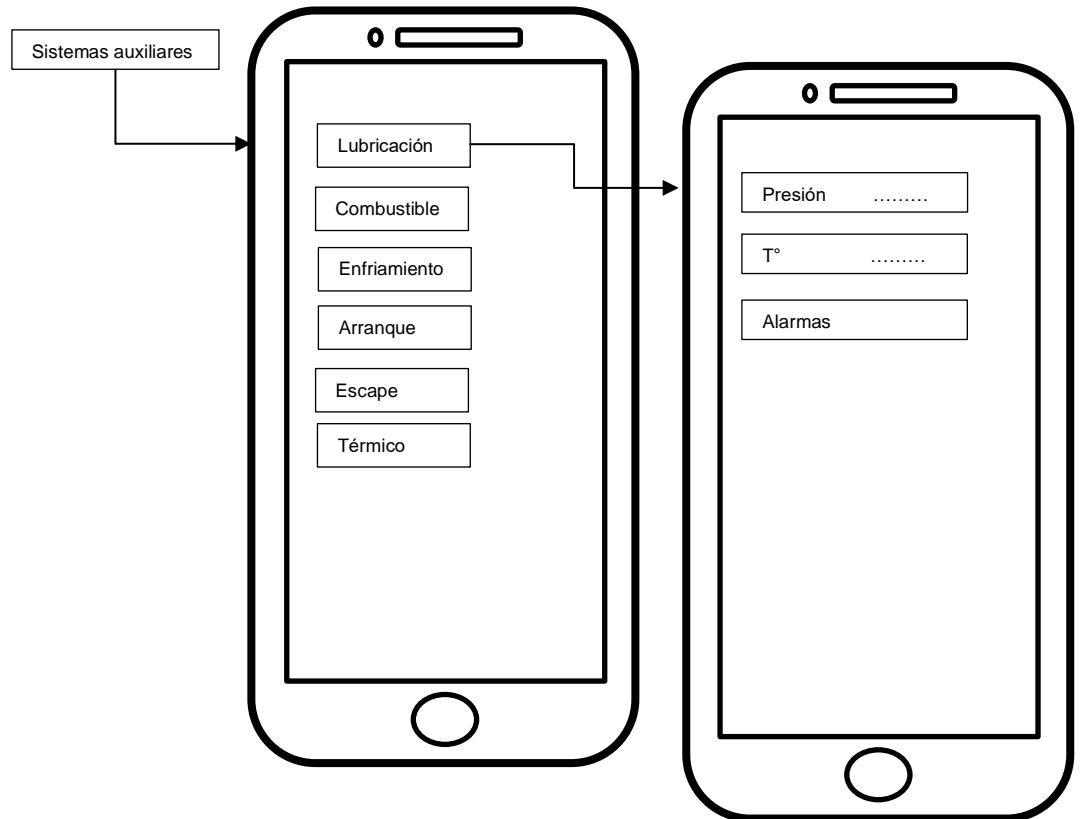


Figura 18. Descripción parámetros sistemas auxiliares

Fuente: elaboración propia

Un parámetro indispensable en la aplicación móvil es las alarmas, se tiene un apartado donde se encuentra las alarmas activas de todos los sistemas que componen la central de generación eléctrica y un submenú donde se registra el historial de alarmas que se almacena en el servidor de datos.

Al ser grandes bases de datos que pueden volver lenta la ejecución de la aplicación, se configura un número de alarmas desplegables, sin embargo, todo el historial estará disponible en las estadísticas de la aplicación.

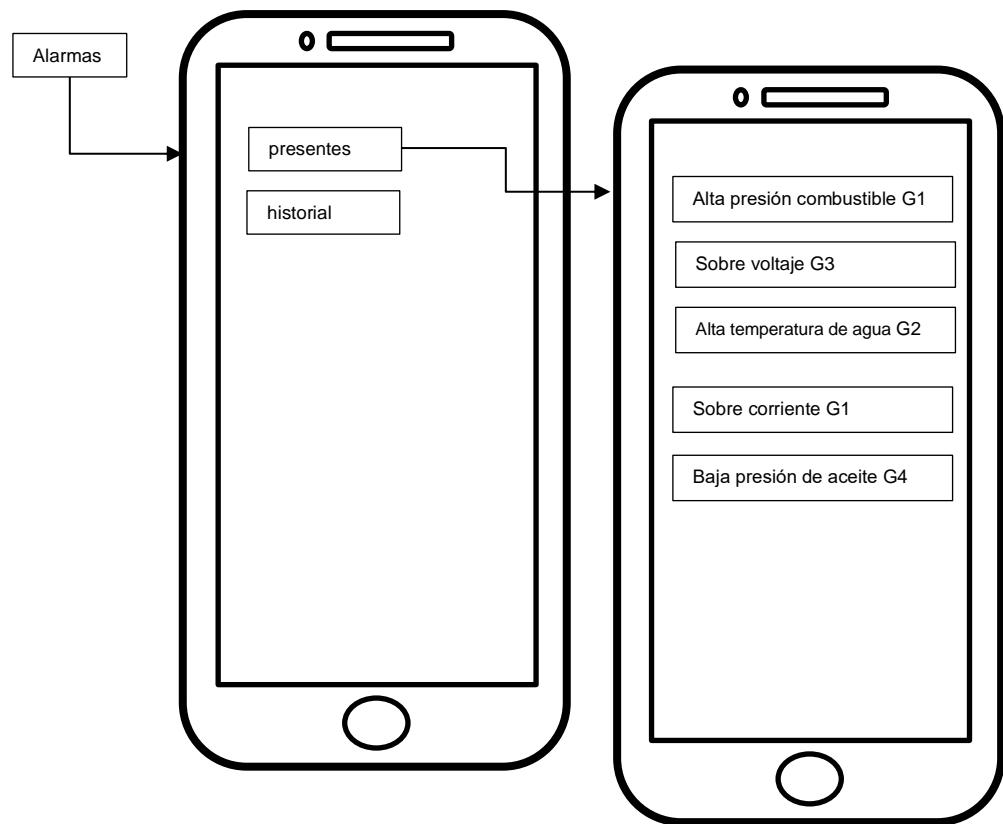


Figura 19. Alarmas de la central de generación

Fuente: elaboración propia

La monitorización de centrales de generación de manera remota incluye una programación para el envío directo de mensajes de texto entre los usuarios de la App, los mensajes se envían a través de la red de comunicación propia de la aplicación móvil asegurando que la información pueda llegar a cualquier lugar donde se encuentre el personal que tiene acceso a la información, un menú dispone directamente de las facilidades para la mensajería interna de los involucrados. Los submenús de la aplicación permiten conservar en los servidores toda la información concerniente a los mensajes directos.

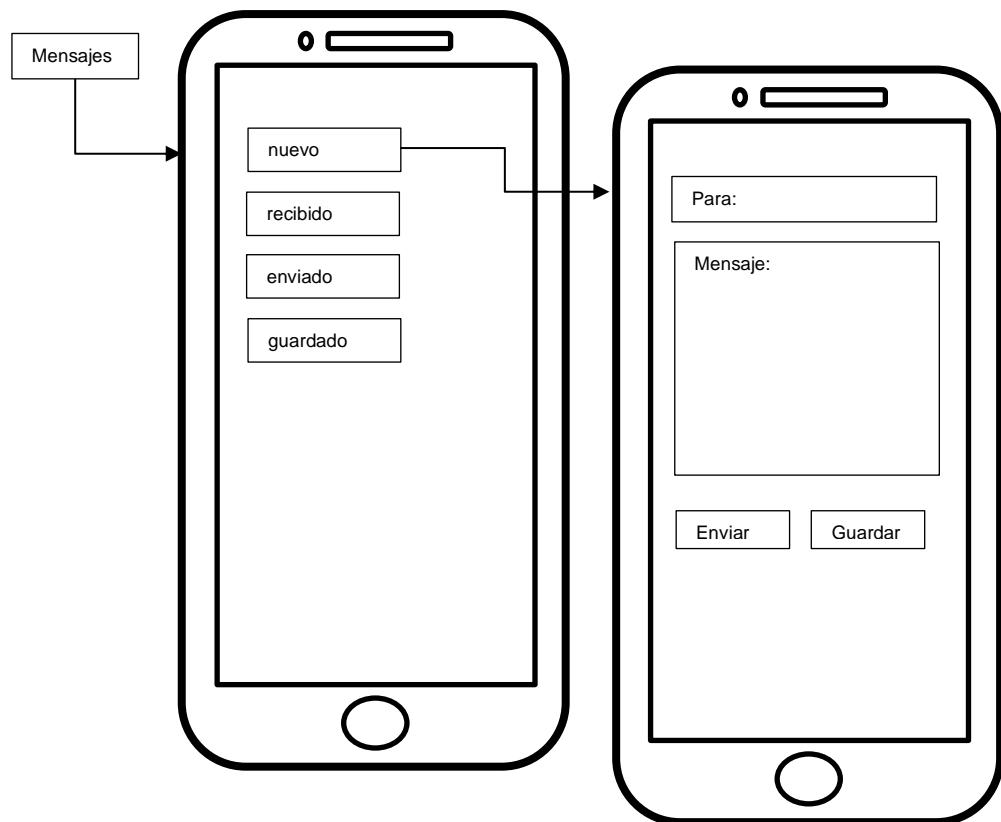


Figura 20. Descripción del menú mensajes

Fuente: elaboración propia

El manejo de los datos es efectivo cuando se dispone de los mismos para realizar estudios e investigaciones que proporcionen mejoras en los sistemas, la aplicación móvil permite con sus servidores de datos obtener cualquier tipo de estadística en tiempo real o datos históricos, se puede agrupar las medidas por equipo, sistemas, temporalidad, disciplina, unidades, alarmas, valores específicos. Se facilita un acceso directo para poder enviar el reporte estadístico a un correo o cualquier otra aplicación vinculada al sistema, su versatilidad en el lenguaje de programación proporciona la facilidad de obtener los datos en distintos formatos que faciliten el procesamiento y análisis.

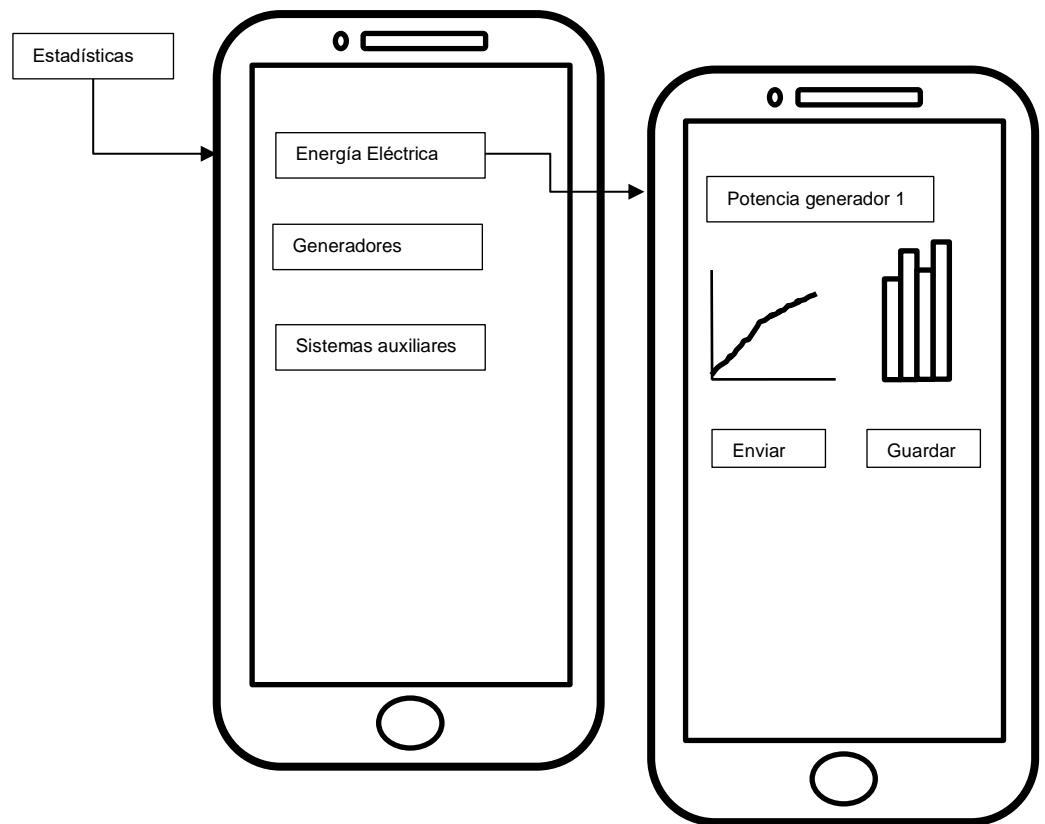


Figura 21. Estadísticas proporcionadas por la App

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Estructura del proyecto

Para la correcta ejecución del proyecto se estable una estructura funcional para la gestión del proyecto, a continuación, se describe la función principal de los actores fundamentales del proyecto:

4.2.2.1. Consejo directivo

Presidido por el director del proyecto, se conforma con las coordinaciones y supervisiones del proyecto, es el rector encargado de las decisiones conclusivas del proyecto.

4.2.2.2. Director de proyecto

El director del proyecto es la persona encarga de la planificación, coordinación y control del proyecto, es el representante ante los promotores para dar a conocer lo concerniente con el proyecto.

4.2.2.3. Director de desarrollo

El director de desarrollo es quien ejecuta la supervisión y control de las coordinaciones de ingeniería, coordinación de calidad y la coordinación de presupuesto y compras.

4.2.2.4. Coordinador de ingeniería

Tiene a su discreción la planificación y correcta ejecución de las tareas del área de ingeniería bajo su dirección de encuentran las supervisiones de programación y desarrollo web.

La coordinación de ingeniería es la más importante en el desarrollo de la aplicación móvil tiene a su cargo 2 supervisiones y 10 ingenieros, se encarga de la adquisición de datos, programación de los servidores, programación de la aplicación móvil, comunicaciones entre los elementos de campo y equipos en los dispositivos móviles finales.

4.2.2.5. Coordinador de calidad

Es el encargado de asegurar el cumplimiento del plan de calidad, se reporta al director de desarrollo y es parte fundamental para el cumplimiento de objetivos del proyecto.

4.2.2.6. Coordinador de presupuesto y compras

La coordinación de presupuesto y compras se encarga del área financiera, logística y materiales del proyecto, reporta al director de desarrollo y ejecuta de acuerdo con el cronograma y plan de costes.

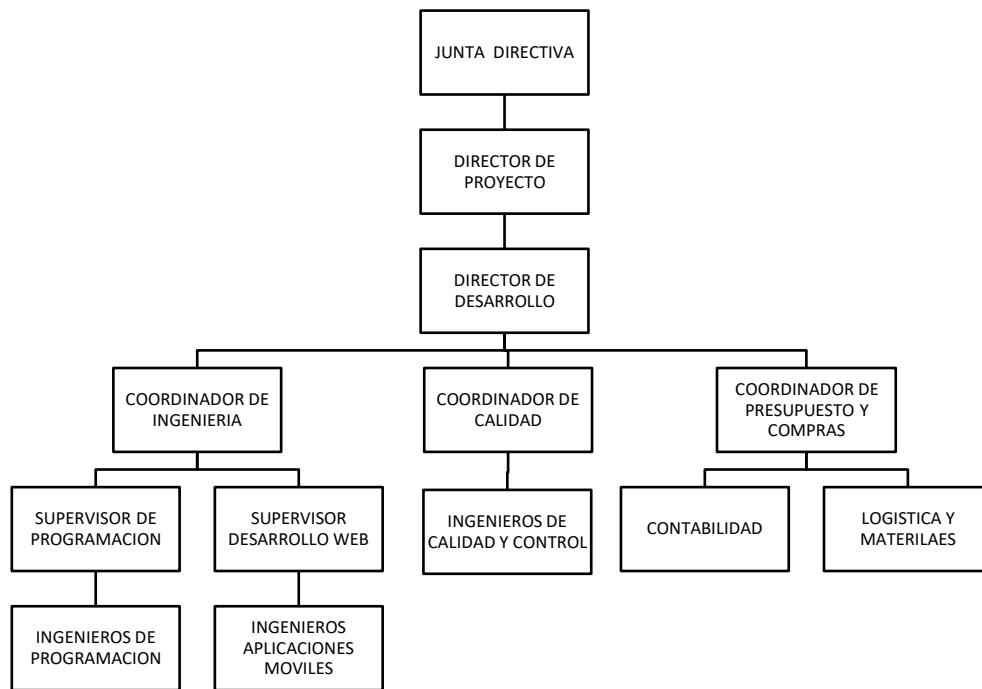


Figura 22. Estructura organizacional del proyecto

Fuente: elaboración propia

4.2.3. Organización de paquetes de trabajo.

En la planificación del proyecto se estructuraron siete paquetes de trabajo, que se describen a continuación:

4.2.3.1. Coordinación del proyecto

El primer paquete de trabajo está dedicado a la coordinación, planificación, organización del proyecto, define los principales planes de gestión y se ejecuta a lo largo de todo el proyecto, sus participantes son las direcciones y coordinaciones de la estructura.

La coordinación está liderada por el director del proyecto, involucra los niveles jerárquicos superiores y estable como hito el manual de dirección del proyecto.

Tabla 4. *Paquete de trabajo PT 1*

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-----------------------|--|--|--|
| Número de PT | 1 | Liderazgo | Director del proyecto | | | |
| Nombre del PT | Coordinación del proyecto | | | | | |
| Participantes | 5 | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Director del proyecto - Director de desarrollo | | | | | |
| Roles | <ul style="list-style-type: none"> - Coordinador de ingeniería - Coordinador de calidad - Coordinador de presupuesto y compras | | | | | |
| Objetivos: | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con éxito la ejecución del proyecto. - Coordinar las principales tareas para su correcto cumplimiento. - Organizar los recursos disponibles para la realización del proyecto. - Evaluar los riesgos asociados en el proyecto | | | | | | |
| Tareas | | | | | | |
| PT 1.1 | Gestión del alcance | | | | | |
| PT 1.2 | Gestión del tiempo | | | | | |
| PT 1.3 | Gestión de costes | | | | | |
| PT 1.4 | Gestión de la calidad | | | | | |
| PT 1.5 | Gestión del riesgo | | | | | |
| Entregables | | | | | | |
| Plan 01 | Plan de dirección del proyecto | | | | | |
| Project 01 | Cronograma del proyecto | | | | | |
| Plan 02 | Plan de costes | | | | | |
| Plan 03 | Plan de calidad | | | | | |
| Plan 04 | Plan de divulgación | | | | | |
| EDR 01 | Evaluación de riesgos | | | | | |
| Hitos | | | | | | |
| H-01 Manual de dirección del proyecto | | | | | | |

Fuente: elaboración propia

4.2.3.2. Desarrollo tecnológico

Parte vital del proyecto es la programación del software para el correcto funcionamiento de la App, este paquete dedicado a la programación de los diferentes sistemas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 5. Paquete de trabajo PT 2

| | | | |
|-----------------------------------|---|------------------|---------------------------|
| Número de PT | 2 | Liderazgo | Coordinador de ingeniería |
| Nombre del PT | Desarrollo tecnológico | | |
| Participantes | 2 | | |
| Roles | - Supervisor de programación - Supervisor desarrollo web | | |
| Objetivos | - Verificar el correcto funcionamiento de la programación HMI/SCADA - Verificar el correcto funcionamiento de la programación web - Verificar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil | | |
| Tareas | | | |
| PT 2.1 | Supervisar y aprobar el código de programación HMI/SCADA | | |
| PT 2.2 | Supervisar y aprobar el código de la programación Web | | |
| PT 2.3 | Supervisar y aprobar el código de programación de la aplicación móvil | | |
| Entregables | | | |
| Informe 01 | Informe de requerimientos | | |
| Código 01 | Código programación HMI/SCADA | | |
| Código 02 | Código programación Web | | |
| Código 03 | Código programación App | | |
| Hitos | | | |
| | H-02 Compilación de programación | | |
| Fuente: elaboración propia | | | |

4.2.3.3. Ingeniería del sistema

Paquete de trabajo que se enfoca en el desarrollo de la programación de los diferentes sistemas necesarios para el desarrollo de la aplicación de monitoreo, tiene como documentos entregables el software que ejecutara la App.

Tabla 6. Paquete de trabajo PT 3

| | | | |
|----------------------------|--|------------------|----------------------------|
| Número de PT | 3 | Liderazgo | Supervisor de programación |
| Nombre del PT | Ingeniería app móvil para monitoreo | | |
| Participantes | 10 | | |
| Roles | <ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero de programación - Ingeniero de aplicaciones móviles | | |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar el código de programación HMI/SCADA - Diseñar el código de programación Web - Diseñar el código de programación de la aplicación móvil | | |
| Tareas | <ul style="list-style-type: none"> PT 3.1 Programar servidor sistema web PT 3.2 Programar servidor HMI/SCADA PT 3.3 Programar App móvil PT 3.4 Programar el manejo de adquisición de datos | | |
| Entregables | <ul style="list-style-type: none"> Software 01 Software del sistema web Software 02 Software HMI/SCADA Software 03 Software App móvil Base de Datos 01 Base de datos | | |
| Hitos | H-03 Software demo aplicación móvil | | |
| Fuente: elaboración propia | | | |

4.2.3.4. Diseño de la aplicación móvil

El diseño de la App conlleva el cumplimiento de uno de los hitos del proyecto, a partir del demo de la aplicación móvil comienzan las evaluaciones y pruebas de su funcionamiento y operatividad, está liderado por la supervisión de desarrollo web, el diseño de la aplicación móvil abarca las tecnologías para sistemas *android* e *iOS*.

Tabla 7. Paquete de trabajo PT 4

| | | | | | | |
|--|-------------------------------------|------------------|---------------------------|--|--|--|
| Número de PT | 4 | Liderazgo | Supervisor desarrollo web | | | |
| Nombre del PT | Diseño de aplicación móvil | | | | | |
| Participantes | 5 | | | | | |
| Roles | - Ingeniero de aplicaciones móviles | | | | | |
| Objetivos | | | | | | |
| - Diseño de la aplicación móvil para sistema iOS | | | | | | |
| - Diseño de la aplicación móvil para sistema android | | | | | | |
| Tareas | | | | | | |
| PT 4.1 | Diseño de interfaz gráfica android | | | | | |
| PT 4.2 | Diseño de interfaz gráfica iOS | | | | | |
| Entregables | | | | | | |
| Software 04 | Software interfaz gráfica android | | | | | |
| Software 05 | Software interfaz gráfica iOS | | | | | |
| Hitos | | | | | | |
| H-04 Demo aplicación móvil | | | | | | |

Fuente: elaboración propia

4.2.3.5. Pruebas y cierre

Para la conclusión del proyecto es necesario un paquete de trabajo con las pruebas definitivas de funcionamiento y el cierre adecuado para que asegurar la aceptación del proyecto.

Tabla 8. *Paquete de trabajo PT 5*

| | | | | | | |
|---|--|------------------|-----------------------|--|--|--|
| Número de PT | 5 | Liderazgo | Director del proyecto | | | |
| Nombre del PT | Pruebas de funcionalidad | | | | | |
| Participantes | 7 | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Director del proyecto - Director de desarrollo - Coordinador de ingeniería | | | | | |
| Roles | <ul style="list-style-type: none"> - Coordinador de calidad - Coordinador de presupuesto y compras - Supervisor de programación - Supervisor de desarrollo web | | | | | |
| Objetivos: | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Pruebas del sistema web y aplicación móvil - Funcionamiento correcto del sistema | | | | | | |
| Tareas | | | | | | |
| PT 5.1 | Definir el alcance de las pruebas | | | | | |
| PT 5.2 | Pruebas de funcionalidad | | | | | |
| PT 5.3 | Pruebas procesamiento de datos | | | | | |
| PT 5.4 | Pruebas de aceptación | | | | | |
| Entregables | | | | | | |
| Informe 02 | Informe de pruebas | | | | | |
| Informe 03 | Informe final de funcionamiento | | | | | |
| Hitos | | | | | | |
| H-05 Entrega de App móvil | | | | | | |

Fuente: elaboración propia

4.2.3.6. Control y monitoreo

Este paquete se ejecuta durante todo el proyecto y compromete el éxito del cumplimiento de los objetivos planteados, se encuentra dirigido por el director del proyecto y enrola el cumplimiento de las métricas marcadas a lo largo del desarrollo de la innovación tecnológica.

Tabla 9. Paquete de trabajo PT 6

| | | | | | | |
|--|---|------------------|-----------------------|--|--|--|
| Número de PT | 6 | Liderazgo | Director del Proyecto | | | |
| Nombre del PT | Control y Monitoreo | | | | | |
| Participantes | 5 | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Director del Proyecto - Director de Desarrollo | | | | | |
| Roles | <ul style="list-style-type: none"> - Coordinador de Ingeniería - Coordinador de Calidad - Coordinador de Presupuesto y compras | | | | | |
| Objetivos | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo y evaluación de las actividades del proyecto - Cambios y/o correcciones | | | | | | |
| Tareas | | | | | | |
| PT 6.1 | Control del alcance | | | | | |
| PT 6.2 | Control del tiempo | | | | | |
| PT 6.3 | Control de costes | | | | | |
| PT 6.4 | Control de la calidad | | | | | |
| PT 6.5 | Control de riesgos | | | | | |
| Entregables | | | | | | |
| Informe 04 | Informe de control | | | | | |

Fuente: elaboración propia

4.2.3.7. Comunicación y divulgación

El paquete de comunicación y divulgación define una adecuada interacción con los actores internos y externos del proyecto, define las principales características de divulgación para aplicaciones móviles y monitoreo de centrales de generación, agrupa estas variables para lograr llegar a los interesados potenciales del proyecto.

Tabla 10. *Paquete de trabajo PT 7*

| | | | |
|----------------------|---|------------------|-----------------------|
| Número de PT | 7 | Liderazgo | Director del proyecto |
| Nombre del PT | Comunicación y divulgación | | |
| Participantes | 2 | | |
| Roles | <ul style="list-style-type: none"> - Director del proyecto - Director de desarrollo | | |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> - Generar un adecuado plan de las comunicaciones y divulgación de la App para monitoreo remoto de centrales de generación eléctrica | | |
| Tareas | | | |
| PT 7.1 | Gestión de las comunicaciones | | |
| PT 7.2 | Gestión de la divulgación | | |
| Entregables | | | |
| Informe 05 | Plan de comunicaciones | | |
| Informe 06 | Plan de divulgación | | |

Fuente: elaboración propia

4.2.4. Gestión del cronograma

La realización del proyecto se programa en 160 días laborables con jornadas de 8 horas diarias, el tiempo que llevará su ejecución es de 7 meses y dos semanas, arranca la primera semana el 5 de octubre de 2020 y concluyendo el 14 de mayo de 2021, no se tomara en cuenta los sábados, domingos y las festividades.

Para el adecuado control y ejecución del proyecto se describen el desarrollo de un diagrama de Gantt que se encuentra detallado en el Anexo II, el cual nos facilita secuenciar las actividades de acuerdo con la sucesión lógica del desarrollo de la aplicación móvil y descomponiendo los paquetes de trabajo en las actividades del cronograma.

El proyecto se descompone en 7 paquetes de trabajo, 37 actividades y 5 hitos, las actividades están interrelacionada, el cronograma genera un adecuado seguimiento y procura un arranque oportuno de las etapas propuestas en el proyecto.

Tabla 11. Cronograma de actividades

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | EDT | Hito |
|-----------|--|--------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|
| 1 | Coordinación del proyecto | 154.88 días | lun 10/05/20 | mar 05/11/21 | PT 1 | No |
| 2 | Gestión del alcance | 155 días | lun 10/05/20 | mar 05/11/21 | PT 1.1 | No |
| 3 | Gestión del tiempo | 145 días | lun 10/12/20 | mar 05/04/21 | PT 1.2 | No |
| 4 | Gestión de costes | 145 días | lun 10/12/20 | mar 05/04/21 | PT 1.3 | No |
| 5 | Gestión de la calidad | 145 días | lun 10/12/20 | mar 05/04/21 | PT 1.4 | No |
| 6 | Gestión del riesgo | 145 días | lun 10/12/20 | mar 05/04/21 | PT 1.5 | No |
| 7 | H-01 Manual de dirección del proyecto | 9.88 días | lun 10/05/20 | vie 10/16/20 | | Sí |
| 8 | Desarrollo tecnológico | 39.88 días | lun 10/19/20 | vie 12/11/20 | PT 2 | No |
| 9 | Supervisa y aprobar el código HMI /SCADA | 30 días | lun 10/19/20 | vie 11/27/20 | PT 2.1 | No |
| 10 | Supervisa y aprobar el código Web | 30 días | lun 10/19/20 | vie 11/27/20 | PT 2.2 | No |
| 11 | Supervisa y aprobar el código de la aplicación móvil | 35 días | lun 10/19/20 | vie 12/04/20 | PT 2.3 | No |
| 12 | H-02 Compilación de programación | 40 días | lun 10/19/20 | vie 12/11/20 | | Sí |
| 13 | Ingeniería App móvil para monitoreo | 50.13 días | vie 11/27/20 | mar 02/09/21 | PT 3 | No |
| 14 | Programar servidor sistema web | 30 días | vie 11/27/20 | mar 01/12/21 | PT 3.1 | No |
| 15 | Programar servidor HMI/SCADA | 30 días | vie 11/27/20 | mar 01/12/21 | PT 3.2 | No |
| 16 | Programar App móvil | 30 días | dom 12/20/20 | mar 02/02/21 | PT 3.3 | No |
| 17 | Programar adquisición de datos | 30 días | vie 11/27/20 | mar 01/12/21 | PT 3.4 | No |
| 18 | H-03 Software demo aplicación móvil | 5 días | mié 02/03/21 | mar 02/09/21 | | Sí |
| 19 | Diseño de aplicación móvil | 31 días | mié 02/10/21 | mié 03/24/21 | PT 4 | No |
| 20 | Diseño interfaz gráfica android | 15 días | mié 02/10/21 | mar 03/02/21 | PT 4.1 | No |
| 21 | Diseño interfaz gráfica iOS | 15 días | mié 02/10/21 | mar 03/02/21 | PT 4.2 | No |
| 22 | H-04 Demo aplicación móvil | 16 días | mié 03/03/21 | mié 03/24/21 | | Sí |
| 23 | Pruebas de funcionalidad | 36.88 días | jue 03/25/21 | vie 05/14/21 | PT 5 | No |
| 24 | Definir alcance de pruebas | 5 días | jue 03/25/21 | mié 03/31/21 | PT 5.1 | No |
| 25 | Pruebas de operatividad | 15 días | jue 04/01/21 | mié 04/21/21 | PT 5.2 | No |
| 26 | Pruebas procesamiento de datos | 15 días | jue 04/01/21 | mié 04/21/21 | PT 5.3 | No |
| 27 | Pruebas de aceptación | 7 días | jue 04/22/21 | vie 04/30/21 | PT 5.4 | No |
| 28 | H-05 Entrega de App móvil | 12.88 días | mié 04/28/21 | vie 05/14/21 | | Sí |
| 29 | Control y monitoreo | 154.75 días | lun 10/05/20 | mar 05/11/21 | PT 6 | No |
| 30 | Control del alcance | 154.88 días | lun 10/05/20 | mar 05/11/21 | PT 6.1 | No |
| 31 | Control del tiempo | 140 días | lun 10/19/20 | mar 05/04/21 | PT 6.2 | No |
| 32 | Control de costes | 140 días | lun 10/19/20 | mar 05/04/21 | PT 6.3 | No |
| 33 | Control de la calidad | 140 días | lun 10/19/20 | mar 05/04/21 | PT 6.4 | No |
| 34 | Control de Riesgos | 140 días | lun 10/19/20 | mar 05/04/21 | PT 6.5 | No |
| 35 | Comunicación y divulgación | 152.75 días | lun 10/05/20 | vie 05/07/21 | PT 7 | No |
| 36 | Gestión de las comunicaciones | 145 días | lun 10/05/20 | mar 04/27/21 | PT 7.1 | No |
| 37 | Gestión de la divulgación | 30 días | vie 03/26/21 | vie 05/07/21 | PT 7.2 | No |

Fuente: elaboración propia

4.2.5. Gestión de costes

La estimación de los costes permite la ejecución de las actividades a desarrollarse en el proyecto dentro de los plazos marcados y asegura el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

4.2.5.1. Costes de personal

El coste del personal incluye los salarios del personal contratado y los valores que exige la ley para la contratación regular de talento humano, el personal se vinculará de manera parcial al proyecto por lo que se tendrá varias modalidades de contratación acorde con las leyes establecidas para este fin.

El Anexo III desglosa los valores dentro del recurso humano, para la ejecución del proyecto, el valor mensual de cada cargo y el coste efectivo de hora/hombre de acuerdo con cada cargo.

Para proyectar las remuneraciones se consideró el coste del salario medio que recibe al año un trabajador por la jornada legal de trabajo en España durante el año 2019. (Datos Macro, 2020)

Tabla 12. Remuneración por cargo

| Cargo | Cantidad | Salario mensual por hombre | Salario mensual por cargo | Hora/Hombre por cargo |
|--------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Director de proyecto | 1 | 6.000,00 € | 6.000,00 € | 37,50 € |
| Director de desarrollo | 1 | 5.040,00 € | 5.040,00 € | 31,50 € |
| Coordinador de ingeniería | 1 | 4.320,00 € | 4.320,00 € | 27,00 € |
| Coordinador de calidad | 1 | 4.320,00 € | 4.320,00 € | 27,00 € |
| Coordinador de presupuesto y compras | 1 | 4.320,00 € | 4.320,00 € | 27,00 € |
| Supervisor de programación | 1 | 3.600,00 € | 3.600,00 € | 22,50 € |
| Supervisor de desarrollo web | 1 | 3.600,00 € | 3.600,00 € | 22,50 € |
| Ingeniero de programación | 5 | 2.880,00 € | 14.400,00 € | 90,00 € |
| Ingeniero de aplicaciones móviles | 5 | 2.880,00 € | 14.400,00 € | 90,00 € |
| Ingeniero de calidad y control | 1 | 2.160,00 € | 2.160,00 € | 13,50 € |
| Ingeniero en finanzas | 2 | 2.160,00 € | 4.320,00 € | 27,00 € |
| Analista de compras | 1 | 1.680,00 € | 1.680,00 € | 10,50 € |

Fuente: elaboración propia

Los valores de hora/hombre por área, muestra que el desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de plantas de generación es un proyecto tecnológico y

que el recurso humano de especialidad por ingeniería tiene valores que necesitan de mayores recursos.

Tabla 13. Coste Hora/Hombre por cargo

| Área | Cargo | Hora/Hombre por Área |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Directiva | Director de proyecto | 69,00 € |
| | Director de desarrollo | |
| Ingeniería | Coordinador de ingeniería | 252,00 € |
| | Supervisor de programación | |
| | Supervisor de desarrollo web | |
| | Ingeniero de programación | |
| QA/QC | Ingeniero de aplicaciones móviles | 40,50 € |
| | Coordinador de calidad | |
| | Ingeniero de calidad y control | |
| Presupuesto y compras | Coordinador de presupuesto y compras | 64,50 € |
| | Ingeniero en finanzas | |
| | Analista de compras | |

Fuente: elaboración propia.

Al ser un proyecto de desarrollo tecnológico el mayor coste es las estimación de personal en el área de ingeniería, en segundo lugar, se encuentran los valores de la dirección del proyecto, el área de presupuesto y compras tiene una participación menor y por último se localiza el área de control y calidad.

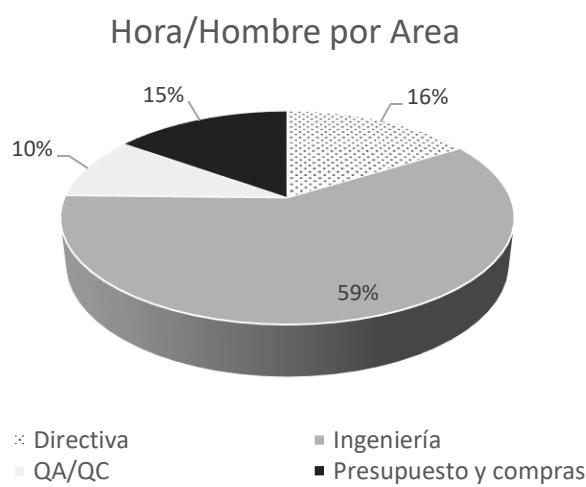


Figura 23. Porcentaje coste Hora/Hombre por cargo.

Fuente: elaboración propia.

4.2.5.2. Costes de equipamiento

Para lograr los objetivos planteados se necesita de un equipamiento de software, hardware y bienes muebles, en este apartado vamos a considerar las estimaciones de coste para estos rubros, los valores asociados para el desarrollo de software y bienes inmuebles serán considerados en un arrendamiento financiero.

La estructura del hardware y software necesaria para el funcionamiento de la aplicación móvil y el correcto monitoreo de datos, es mediante equipos adquiridos en una compra y son parte de los entregables, los equipos de campo se instalan en los sistemas y generadores que forman parte de la central de generación, los componentes de la automatización se sitúan en los cuartos de comunicaciones que posee la planta de generación, la aplicación móvil se elabora bajo un servidor propio que tendrá su sistema redundante en dos sitios diferentes asegurando el monitoreo continuo de los datos donde se ejecuta la programación de la aplicación móvil.

Los costes individuales del arrendamiento financiero que se tendrá por la duración del proyecto se desglosan bajo un valor mensual que forma parte del contrato.

Tabla 14. *Costes por arrendamiento financiero*

| Recurso | Cantidad | Valor Mensual | Meses | Total |
|--------------------|----------|---------------|-------|------------|
| Computador Desktop | 6 | 60,00 € | 8 | 2.880,00 € |
| Computador Laptop | 16 | 60,00 € | 8 | 7.680,00 € |
| Bienes Muebles | 1 | 400,00 € | 8 | 3.200,00 € |

Fuente: elaboración propia

La proyección de costes por adquisición de hardware muestra los valores de los elementos y equipos necesarios para la obtención de datos, procesamiento, configuración y programación necesaria para el desarrollo de la aplicación móvil.

Los dispositivos se instalan en cada uno de los sistemas que dispone la central de generación y proporcionan los datos definidos por la estructura de adquisición de datos, los equipos de obtención de parámetros se adaptan a los protocolos de programación entre la aplicación y los datos obtenidos.

Tabla 15. Hardware adquisición de datos

| Instrumentos de campo | Cantidad | Valor Unitario | Total |
|-----------------------|----------|----------------|--------------------|
| Amperímetros | 10 | 600,00 € | 6.000,00 € |
| Voltímetros | 10 | 700,00 € | 7.000,00 € |
| Medidor de energía | 3 | 1.200,00 € | 3.600,00 € |
| Frecuencímetro | 3 | 700,00 € | 2.100,00 € |
| Pirómetros | 10 | 500,00 € | 5.000,00 € |
| Manómetros | 10 | 350,00 € | 3.500,00 € |
| Densímetros | 4 | 1.200,00 € | 4.800,00 € |
| Viscosímetros | 4 | 900,00 € | 3.600,00 € |
| | | | <u>35.600,00 €</u> |

Fuente: elaboración propia

El equipamiento necesario para el desarrollo de la App móvil requiere de equipos de hardware donde se guarda y ejecuta la programación, el servidor de respaldo para obtener datos por perdida de comunicación del servidor principal, equipamiento complementario de comunicaciones, energía de respaldo y regulación del voltaje de alimentación.

Tabla 16. Hardware equipamiento programación aplicación móvil

| Equipos de campo | Cantidad | Valor Unitario | Total |
|----------------------------|----------|----------------|--------------------|
| Tablero de PLC | 2 | 3.500,00 € | 7.000,00 € |
| Servidores | 6 | 4.000,00 € | 24.000,00 € |
| Consola local | 1 | 2.000,00 € | 2.000,00 € |
| Tablero de comunicaciones | 1 | 3.000,00 € | 3.000,00 € |
| Equipo de energía regulada | 1 | 3.000,00 € | 3.000,00 € |
| | | | <u>39.000,00 €</u> |

Fuente: elaboración propia

Los rubros totales de arrendamiento financiero, adquisiciones de hardware y licenciamiento de software se estipulan en detalle en el Anexo IV, los valores de adquisiciones forman parte de la transferencia de equipamiento en la fase final del proyecto.

Tabla 17. Costes por adquisición hardware.

| Recurso | Valor Total |
|--------------------------|----------------------------------|
| Computador Desktop | |
| Arrendamiento financiero | Computador Laptop 13.760,00 € |
| Bienes Muebles | |
| Servidor Web | |
| Adquisiciones | Licencia de Software 82.817,00 € |
| Patente | |
| Varios | Servicios Básicos 4.000,00 € |
| | Suministros de Oficina |

Fuente: elaboración propia.

Para los costes indirectos se considera los rubros de servicios básicos y suministros de oficina por la duración total del proyecto.

Tabla 18. Costes varios

| Recurso | Valor Mensual | Meses | Total |
|------------------------|---------------|-------|------------|
| Servicios Básicos | 300,00 € | 8 | 2.400,00 € |
| Suministros de Oficina | 200,00 € | 8 | 1.600,00 € |

Fuente: elaboración propia

Los costes estimados por equipamiento tienen su mayor rubro en lo que concierne a la adquisición de equipos, el segundo rubro se enfoca en el arrendamiento financiero conocido como leasing y el último de los rubros pertenece a los valores indirectos de equipamiento.

Costes de equipamiento

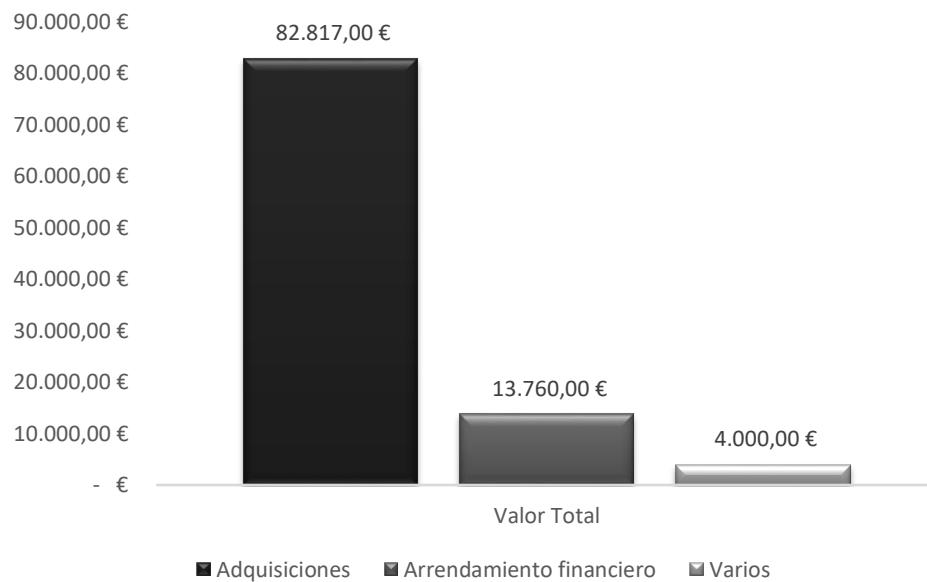


Figura 24. Costes de equipamiento

Fuente: elaboración propia

4.2.5.3. Costes indirectos

Los costes indirectos son aquellos necesario para la ejecución del proyecto sin que afectan de manera directa en el objetivo del proyecto, para el desarrollo de la aplicación móvil para monitoreo de centrales de generación, los principales rubros de gasto tienen que ver con el pago de servicio de internet y la transportación para movilizarse hasta la planta de generación y otros puntos de interés.

Tabla 19. Costes indirectos

| Costes Indirectos | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | TOTAL |
|-------------------|----------|----------|----------|------------|------------|----------|----------|----------|------------|
| Agua | 80,00 € | 120,00 € | 120,00 € | 120,00 € | 120,00 € | 120,00 € | 120,00 € | 80,00 € | 880,00 € |
| Luz | 120,00 € | 150,00 € | 150,00 € | 150,00 € | 150,00 € | 150,00 € | 150,00 € | 120,00 € | 1.140,00 € |
| Internet | 350,00 € | 450,00 € | 600,00 € | 600,00 € | 600,00 € | 600,00 € | 600,00 € | 350,00 € | 4.150,00 € |
| Mensajería | 100,00 € | 250,00 € | 250,00 € | 250,00 € | 250,00 € | 250,00 € | 250,00 € | 100,00 € | 1.700,00 € |
| Papelería | 50,00 € | 100,00 € | 100,00 € | 100,00 € | 100,00 € | 100,00 € | 100,00 € | 50,00 € | 700,00 € |
| Transporte | 45,50 € | 56,50 € | 485,50 € | 1.463,00 € | 1.278,43 € | 785,50 € | 269,50 € | 45,50 € | 4.429,43 € |

Fuente: elaboración propia

4.2.5.4. Presupuesto del proyecto

Para la realización del presupuesto se han tomado los valores estimados de coste de proyección y verificado con el cronograma de actividades para establecer los costes a presupuestarse.

El coste planeado total del proyecto se compone de la línea base de costes y de un porcentaje de reserva de gestión, el valor considerado para reserva es del 10% del coste de la línea base y será ejecutado una vez que algún cambio en el proyecto ha sido aprobado.

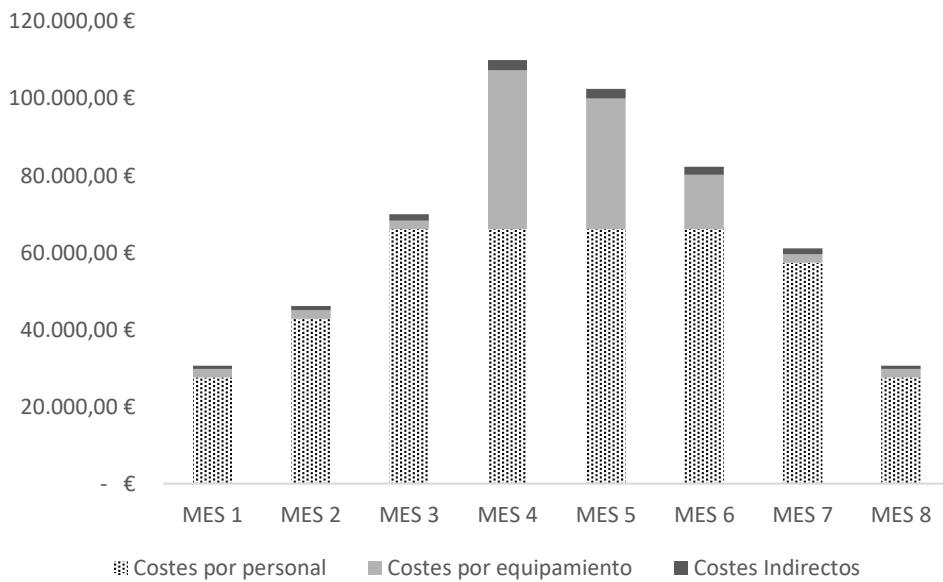
El coste mensual muestra valores por cada segmento del presupuesto de la línea base del proyecto

Tabla 20. *Presupuesto mensual del proyecto*

| COSTES | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | TOTAL |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Costes por personal | 27.600,00 € | 42.840,00 € | 66.000,00 € | 66.000,00 € | 66.000,00 € | 66.000,00 € | 57.360,00 € | 27.600,00 € | 419.400,00 € |
| Costes por equipamiento | 2.220,00 € | 2.220,00 € | 2.220,00 € | 41.320,00 € | 33.937,00 € | 14.220,00 € | 2.220,00 € | 2.220,00 € | 100.577,00 € |
| Costes Indirectos | 745,50 € | 1.126,50 € | 1.705,50 € | 2.683,00 € | 2.498,43 € | 2.005,50 € | 1.489,50 € | 745,50 € | 12.999,43 € |
| SUBTOTAL | 30.565,50 € | 46.186,50 € | 69.925,50 € | 110.003,00 € | 102.435,43 € | 82.225,50 € | 61.069,50 € | 30.565,50 € | 532.976,43 € |

Fuente: elaboración propia

El desglose del valor de presupuesto mensual indica, un aporte presupuestal en aumento a medida que se ejecuta el proyecto, se puede apreciar el incremento de los valores de costes por personal, equipamiento y los gastos indirectos proyectos para la ejecución de la App

*Figura 25. Costes acumulados por mes**Fuente: elaboración propia*

La línea base a lo largo del tiempo en el desarrollo del proyecto evidencia el gasto acumulado con un valor estimado 532.976,43€ que representa los gastos imputados y presupuestados para cumplir de manera satisfactoria los objetivos planteados para el desarrollo tecnológico de la App para monitoreo de plantas de generación.

*Figura 26. Línea base de costes**Fuente: elaboración propia*

La estimación de gasto para el desarrollo del proyecto tiene su mayor concentración en los costes por personal con un 79% del porcentaje total para la elaboración del proyecto, al realizar un desarrollo tecnológico es normal que el mayor de los gastos se concentre en el personal quienes son los encargados de la ingeniería y ejecución de la programación de la aplicación móvil y de los todos sistemas que hacen posible que la App se establezca su funcionamiento dentro de los parámetros para los cuales fue diseñada, los costes por equipamiento y gastos indirectas tienen un aporte del 21% del rubro total del proyecto.

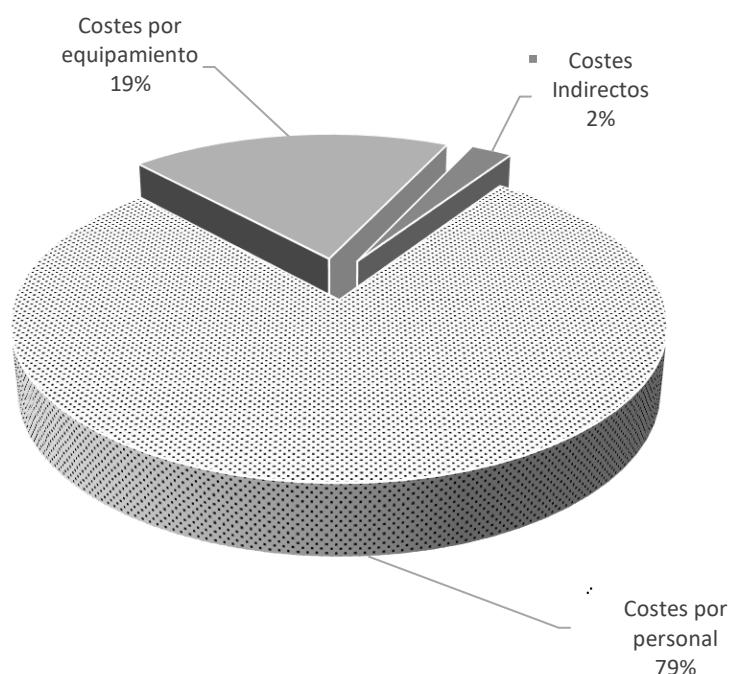


Figura 27. Porcentajes línea base de costes

Fuente: elaboración propia

El presupuesto total del proyecto se realiza al referenciar la línea base de costes que proviene de los valores estimados en el proyecto, adicional se toma en cuenta un incremento porcentual del 10% al valor de la línea de base por concepto de una reserva de gestión, con el fin de asegurar que la gestión de cambios del proyecto pueda ser sustentada ante un posible incremento en las estimaciones de los costes del proyecto. El coste máximo del proyecto es de 586.274,00 €.

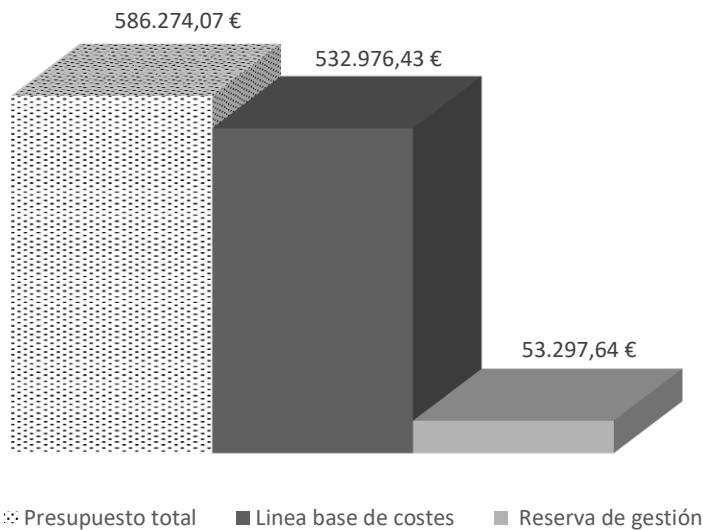


Figura 28. Presupuesto total del proyecto

Fuente: elaboración propia

4.2.6. Gestión de la calidad

El aseguramiento de la calidad establece parámetros para definir las responsabilidades y procedimientos aplicables para un adecuado seguimiento y monitorización que permiten gestionar los riesgos y mitigar las desviaciones que puedan ocaionarse sobre el proyecto.

A continuación, se presenta el plan de calidad que maneja el desarrollo del proyecto en búsqueda de mantener un alto estándar durante el ciclo de vida del proyecto, su objetivo es mitigar y controlar los riesgos asociados a su ejecución.

El proyecto presenta dentro de su estructura un área dedicada al aseguramiento de la calidad del proyecto, se conforma por una coordinación de calidad y de ingenieros especialistas en control de calidad. La revisión periódica del plan de calidad está liderada por el director del proyecto y el coordinador de calidad, estas revisiones permitirán la toma de decisiones adecuadas para cumplir con el aseguramiento de la calidad del proyecto.

4.2.6.1. Introducción

El presente proyecto para la creación de una App para monitorizar centrales de generación eléctrica se encuentra apegado a la mejora continua y el aseguramiento de la calidad, su principal objetivo es obtener un producto que

permite la satisfacción del cliente y eficiencia es su producto final, su desarrollo se basa en el control y mitigación de los riesgos asociados, maneja el proceso de la calidad del proyecto como un ítem prioritario en el cumplimiento de su principales objetivos.

El proyecto se fundamenta en el desarrollo de una aplicación remota en dispositivos inteligentes que permite tener de manera directa los diferentes datos de procesos y sistemas que conforman una planta de generación eléctrica, mediante el desarrollo de la App se puede generar un seguimiento en línea que permita aumentar la eficiencia y disponibilidad de una central de generación, gracias a la disponibilidad de la información la toma de decisiones sobre el funcionamiento de la central de generación evita perdidas por disponibilidad, aumenta la confiabilidad y disminuye los gastos por mantenimientos preventivos y correctivos del sistema de generación.

4.2.6.2. Objetivo

El objetivo fundamental del plan de calidad es documentar ordenada y sistemáticamente el desarrollo de la aplicación móvil y todos los sistemas necesarios para la ejecución del monitoreo remoto mediante una App, define la aceptación mínima de calidad dentro del proyecto y determina el control de los procesos, entregables, herramientas para la transferencia de la información y gestión de la mitigación de los riesgos.

El plan de calidad se plantea gestionar los recursos necesarios para evaluar, identificar y atender las desviaciones que no permitan un aseguramiento de la calidad para el desarrollo de la aplicación móvil.

4.2.6.3. Procesos contractuales

La junta directiva se encarga de las aprobaciones y directrices de las comunicaciones internas del proyecto, está presidido por el director del proyecto y se encarga de decisiones entorno a los cambios y manejo de documentaciones dentro de las áreas del proyecto.

El director del proyecto realizará las comunicaciones a todo el personal y supervisará que las reuniones internas de las diferentes áreas de acuerdo con lo planificado.

El plan de trabajo acordado con el patrocinador y los cambios o correcciones que se consideren serán evaluados por el director del proyecto junto con el patrocinador, la interacción oficial para toma de decisiones es únicamente con el director del proyecto, se manejaran reuniones programadas y reuniones emergentes, el uso del correo electrónico para envío de entregables parciales y documentos que sean necesarios.

La transferencia del conocimiento y producto final se realizará mediante un acta entrega recepción en la cual se detalle todos los entregables al cliente, el acta certificará que se conceden los programas, derechos y patentes bajo la total aceptación del patrocinador.

4.2.6.4. Organización y responsabilidades

La estructura del proyecto se muestra en la Figura 22 donde se establece las responsabilidades generales de los diferentes niveles que componen la organización, para los paquetes de trabajo se establecieron los respectivos líderes que son los encargados del cumplimiento de las tareas asignadas y entregables de cada paquete.

Se muestra el resumen de los paquetes de trabajo, el líder de cada paquete es el responsable de coordinar las tareas y controlar la ejecución de los entregables en los tiempos planificados, en el Anexo V se encuentra detallados las actividades, hitos y entregables de cada paquete de trabajo

Tabla 21. Distribución de paquetes de trabajo

| Nro. de Paquete | PT 1 | PT 2 | PT 3 | PT 4 | PT 5 | PT 6 | PT 7 |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Líder | Director del proyecto | Coordinador de ingeniería | Supervisor de programación | Supervisor desarrollo web | Director del Proyecto | Director del Proyecto | Director del Proyecto |
| Título | Coordinación del proyecto | Desarrollo tecnológico | Ingeniería app móvil para monitoreo | Diseño de aplicación móvil | Pruebas de funcionalidad | Control y monitoreo | Comunicación y divulgación |

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la conformación de los paquetes de trabajo y la estructura para la gestión del proyecto se establece una matriz RASCI con el objeto de mantener el estándar de calidad, se establecen las responsabilidades de las distintas tareas y los documentos entregables de los diferentes paquetes de trabajo

Tabla 22. Matriz RASCI

| Actividades | Roles | Patrocinador | Junta Directiva | Director del proyecto | Director de Desarrollo | Coordinador de Ingeniería | Coordinador de Calidad | Coordinador de presupuesto y compras | Supervisor de programación | Supervisor desarrollo web |
|----------------------|-------|--------------|-----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Gestión del proyecto | I/C | A | S | S | S | S | S | S | S | S |
| Gestión de costes | I | A | A | S | S | S | R | S | S | S |
| Gestión de calidad | I | A | A | A | S | R | S | S | S | S |
| Control PT01 | I | C | R | R | R | R | R | S | S | S |
| Control PT02 | I | C | A | A | R | I | I | S | S | S |
| Control PT03 | I | C | A | A | S | S | S | R | R | R |
| Control PT04 | I | C | A | A | S | C | C | S | R | R |
| Control PT05 | I | A | R | S | S | S | S | C | C | C |
| Control PT06 | I | A | R | S | S | S | S | S | S | S |

R - Responsable

A - Aprobador

S - Soporte

C - Consultado

I - Informado

Fuente: elaboración propia

Dentro de la gestión de calidad para la ejecución del proyecto se establece una estructura que asegura el correcto funcionamiento del plan de calidad y procura mantener la satisfacción del cliente en la entrega del producto final, se establece esta estructura liderada por el director del proyecto, con el soporte de la junta directiva y coordinador de calidad, la interacción con el cliente se maneja por su canal oficial que es el director del proyecto.

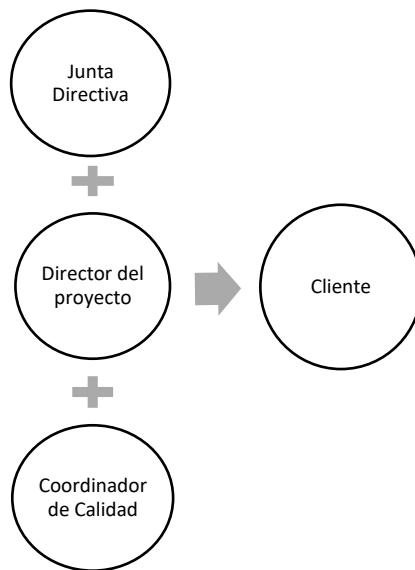


Figura 29. Estructura aseguramiento de la calidad.

Fuente: elaboración propia

4.2.6.5. Comunicaciones

La gestión de la comunicación usa el aprovechamiento de los recursos tecnológicos existentes para gestionar de manera adecuada la interacción en toda la ejecución del proyecto, el uso de los recursos para comunicación ayuda con el seguimiento adecuado para el plan de calidad y son un referente en cuanto al ahorro de tiempo y recursos dentro del proyecto, se plantea los medios por los cuales se mantendrá los vínculos de comunicación en la ejecución del proyecto.

Tabla 23. Medios de comunicación

| Medio | Uso |
|--------------------------------|--|
| Cuenta de correo electrónico | Interrelación de información, notificaciones de diferentes áreas, disposiciones puntuales o generales. |
| Voz sobre IP (teléfono) | Comunicación directa, información de situaciones puntuales en el proyecto, emergencias operativas. |
| Video Web (video conferencias) | Reuniones con equipos de trabajo o cliente, por temas puntuales |
| Documento Web | Los documentos oficiales se acreditan mediante firma electrónica. |

Fuente: elaboración propia

4.2.6.6. Fuentes de colaboración

Para el manejo de toda la documentación digital se destina un disco en el servidor para las tres principales áreas, la asignación de acceso al servidor donde se encuentra la información está estrechamente relacionada con el propósito de cada puesto de trabajo, esto permite acceder a todos a la información global y a la información particular de cada participante del proyecto, se tendrá opciones de solo lectura o lectura-escritura sobre la documentación, esto permite llevar un control de cambios en los archivos digitales.

Para un seguimiento adecuado con el cumplimiento de los plazos y actividades, se registra en formatos las reuniones, cambios y entregables del proyecto.

Tabla 24. *Documentación entregable*

| Tipo de documento | Descripción |
|----------------------|---|
| Reuniones | Las reuniones presenciales o virtuales serán registradas conforme al formato detallado en el Anexo VI |
| Solicitud de cambios | Los cambios que se presenten en el desarrollo del proyecto pasan por la aprobación del coordinador de ingeniería, coordinador de presupuesto, director de desarrollo y director del proyecto. Anexo VII |
| Entregables | La programación, licencias y equipamiento son parte de los entregables del proyecto, se registran en un acta de entrega recepción. Anexo VIII |

Fuente: elaboración propia

4.2.6.7. Métricas e indicadores

Para el aseguramiento de la calidad se establece una metodología que compone principalmente la identificación de los índices de calidad, con los datos obtenidos se obtienen los valores reales de medición para ser comparados con el valor de las métricas, si se determinan desviaciones se deberán plantear planes de acción para estar dentro del margen aceptable de los índices.

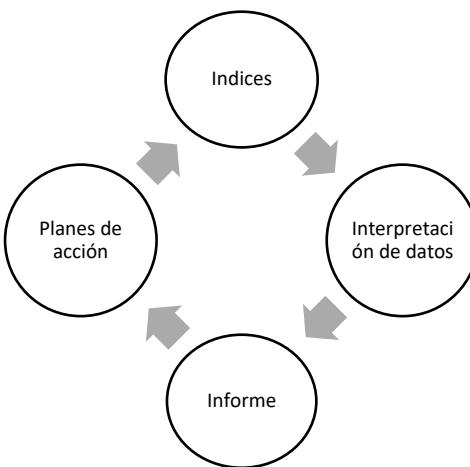


Figura 30. Ciclo del aseguramiento de la calidad

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la metodología establecida se identifican las diferentes métricas que nos permitan un control adecuado, evita la desviación de parámetros y toma acciones inmediatas de acuerdo con el seguimiento y monitoreo de las métricas establecidas para el cumplimiento óptimo del proyecto.

Tabla 25. *Métricas de calidad*

| Código | Tipo | Medida | Descripción | Valor permisible (%) |
|--------|--------------|--|--|----------------------|
| Ctt 1 | Cuantitativa | Índice de cumplimiento del cronograma | Control de desviación en la planificación | 95 -100 |
| Ctt 2 | Cuantitativa | Índice de sobrecoste | Controla el gasto real con la línea base del presupuesto | 90 -100 |
| Ctt 3 | Cuantitativa | Índice de cambios | Control de cambios aceptados | 0 - 10 |
| Ctt 4 | Cuantitativa | Índice de entregables | Controla la entrega de la documentación de los PT | 95 -100 |
| Ctt 5 | Cuantitativa | Índice de errores software sistema web | Controla errores en la programación | 0% |
| Ctt 6 | Cuantitativa | Índice de errores software HMI/SCADA | Controla errores en la programación | 0% |
| Ctt 7 | Cuantitativa | Índice de errores software App móvil | Controla errores en la programación | 0% |
| Clt 1 | Cualitativa | Índice de funcionalidad | Verifica el funcionamiento del App | Alto |
| Clt 2 | Cualitativa | Índice de satisfacción | Verifica el cumplimiento del proyecto con el cliente | Alto |

Fuente: elaboración propia

4.2.6.8. Evaluación de la calidad

Las métricas de calidad establecen valores aceptables para el estándar del proyecto y su ejecución en un plano de calidad y satisfacción al cliente, siempre que exista una desviación mayor a los valores determinados, se debe aplicar un plan de acción que permita mantener el proyecto con los índices en valores aceptables para su ejecución confiable y cumplimiento de objetivos.

Tabla 26. *Umbrales de calidad*

| Código | Tipo | Medida | Criterio | Desviación | Descripción | Plan de Acción |
|--------|--------------|--|------------|------------|-------------------|----------------|
| Ctt 1 | Cuantitativa | Índice de cumplimiento del cronograma | VR ≥ VP | VR ≥ 95% | Valor aceptable | No |
| | | | VR ≤ VP | VR ≤ 94% | Valor inaceptable | Si |
| Ctt 2 | Cuantitativa | Índice de sobrecoste | VR ≥ VP | VR ≥ 90% | Valor aceptable | No |
| | | | VR ≤ VP | VR ≤ 89% | Valor inaceptable | Si |
| Ctt 3 | Cuantitativa | Índice de cambios | VR ≤ VP | VR ≤ 10% | Valor aceptable | No |
| | | | VR ≥ VP | VR ≥ 11 | Valor inaceptable | Si |
| Ctt 4 | Cuantitativa | Índice de entregables | VR ≥ VP | VR ≥ 95% | Valor aceptable | No |
| | | | VR ≤ VP | VR ≤ 94% | Valor inaceptable | Si |
| Ctt 5 | Cuantitativa | Índice de errores software sistema web | VR = VP | VR = 0% | Valor aceptable | No |
| | | | VR > VP | VR > 0% | Valor inaceptable | Si |
| Ctt 6 | Cuantitativa | Índice de errores software HMI/SCADA | VR = VP | VR = 0% | Valor aceptable | No |
| | | | VR > VP | VR > 0% | Valor inaceptable | Si |
| Ctt 7 | Cuantitativa | Índice de errores software App móvil | VR = VP | VR = 0% | Valor aceptable | No |
| | | | VR > VP | VR > 0% | Valor inaceptable | Si |
| Clt 1 | Cualitativa | Índice de funcionalidad | Alto | No aplica | Valor aceptable | No |
| | | | Intermedio | | Valor inaceptable | Si |
| Clt 2 | Cualitativa | Índice de satisfacción | Alto | No aplica | Valor aceptable | No |
| | | | Intermedio | | Valor inaceptable | Si |

Fuente: elaboración propia

4.2.6.9. Gestión de los riesgos

Los riesgos asociados al desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de plantas de generación se pueden gestionar mediante un proceso de mejora

continua que identifique y evalúe los riesgos asociados al proyecto, una vez que los riesgos se encuentren claramente identificados, se trabaja sobre el control de estos.

Al ejecutar procedimientos establecidos se mitiga la afectación de un peligro en el desempeño de los objetivos planteados, el monitoreo de los procedimientos de control y los índices de calidad permiten un manejo eficiente de los riesgos asociados al desarrollo de la aplicación móvil.

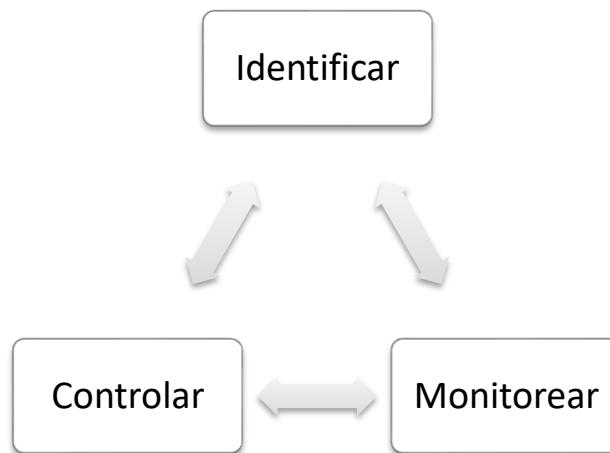


Figura 31. Control del riesgo

Fuente: elaboración propia

El manejo de los riesgos nos permite la evaluación continua entre el control y el monitoreo constante de los peligros asociados al proyecto, el primer paso es la identificación y valoración de los riesgos que pueden llegar amenazar el proyecto, en el desarrollo de la aplicación móvil los riesgos principales son del ámbito tecnológico en la programación de la App, sin embargo, se analiza todos los riesgos asociados al proyecto y su impacto.

Para el análisis de riesgos se establecen métricas que nos permiten determinar el porcentaje y nivel del riesgo, la probabilidad, afectación y cambios son evaluados para cada riesgo, se procede a determinar los planes de acción, una vez aplicada la mitigación del riesgo, el mismo tendrá que pasar a un nivel residual de riesgo aceptable para poder satisfacer la calidad y no tener amenazas sobre la ejecución del proyecto.

Tabla 27. *Probabilidad de ocurrencia del riesgo*

| Valor | Nivel | Definición |
|-------|---------|--|
| 10 | Crítico | La materialización del riesgo es muy probable, no se cumple con los estándares del proyecto |
| 5 | Alto | La materialización del riesgo operacional es probable, se cumple a un 50%. |
| 3 | Medio | La materialización del riesgo operacional puede suceder alguna vez |
| 1 | Bajo | La materialización del riesgo operacional improbable y fácilmente controlable, se cumplen con todos los estándares |

Fuente: elaboración propia

Para el estudio de los peligros asociados al proyecto se estima las posibles consecuencias de desviaciones en la ejecución de los riesgos, la afectación y los cambios sobre el proyecto, cada riesgo determina su grado de incidencia sobre el proyecto.

Tabla 28. *Consecuencia del riesgo sobre el proyecto*

| Valor | Nivel | Afectación | Valor | Nivel | Cambios |
|-------|---------|--|-------|---------|--|
| 6 | Crítico | Proyecto no puede cumplir los objetivos | 4 | Crítico | Cambio produce afectación en presupuesto y cronograma |
| 5 | Alto | El proyecto no cumple un requerimiento | 3 | Alto | Cambio afecta el proyecto en presupuesto o cronograma |
| 4 | Medio | El proyecto necesita cambios estructurales | 2 | Medio | Los cambios varían solo lineamientos menores de las tareas |
| 3 | Bajo | El proyecto tiene una afectación mínima | 1 | Bajo | Los cambios se pueden manejar sin afectación a los objetivos del proyecto. |

Fuente: elaboración propia

La matriz de riesgo plantea el grado de riesgo potencial de cada posible factor de afectación y establece actividades para mitigación de los peligros, determina el riesgo residual resultado de aplicar las salvaguardas de cada riesgo.

Tabla 29. *Matriz de riesgos*

| | | Gestión de calidad | | | | | | |
|---------------|--|--|----------------|-------------|--------------------|--------------|------------------------------------|---|
| | | App para monitorizar centrales de generación eléctrica | | | | | | |
| # | RIESGO | PROBABILIDAD (A) | AFECTACIÓN (B) | CAMBIOS (C) | % RIESGO (A*(B+C)) | NIVEL RIESGO | ACTIVIDADES PARA MINIMIZAR RIESGOS | |
| R1 | Falta de presupuesto | 3 | 6 | 4 | 30 | moderado | riesgo potencial | Elaboración de procedimiento para la asignación de partida presupuestaria antes del inicio del proyecto |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R2 | Aplicaciones móviles similares | 5 | 5 | 3 | 40 | alto | riesgo potencial | Estudio de mercado, para establecer aplicaciones móviles para plantas de generación. |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R3 | App incompatible con teléfonos inteligentes | 5 | 4 | 2 | 30 | moderado | riesgo potencial | Procedimiento de programación compatible con las diferentes versiones de los dispositivos móviles |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R4 | Patentes de la programación similares | 5 | 5 | 4 | 45 | alto | riesgo potencial | Procedimiento del estándar de programación |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R5 | Extracción interna de lenguaje de programación | 3 | 3 | 3 | 18 | moderado | riesgo potencial | Procedimiento de confidencialidad de datos |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R6 | Falta de seguridad informática en la red | 3 | 3 | 3 | 18 | moderado | riesgo potencial | Procedimiento de firewall para evitar intrusiones en la red |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R7 | Ingreso no autorizado a la aplicación móvil | 3 | 3 | 3 | 18 | moderado | riesgo potencial | Procedimiento de seguridad para ingreso de usuarios |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| R8 | Instrumentos de campo incompatibles | 3 | 3 | 3 | 18 | moderado | riesgo potencial | Procedimiento de compatibilidad de tecnologías de adquisición de datos |
| | | 1 | 1 | 1 | 2 | aceptable | riesgo residual | |
| PARTICIPANTES | | | CARGO | | | FIRMA | | |

Fuente: elaboración propia

Independientemente del tipo de riesgo, su manejo se establece mediante un flujo de proceso que permite seguir un camino adecuado en su gestión, el flujo nos guía para tomar las decisiones adecuadas y poder contar con el seguimiento del riesgo, las desviaciones se retroalimentan hasta que no se encuentren desviaciones que pongan en riesgo la ejecución a satisfacción de la aplicación móvil, los procedimientos elaborados aseguran que existe un proceso para cada peligro, el procedimiento dicta las directrices para el control y monitoreo del riesgo.

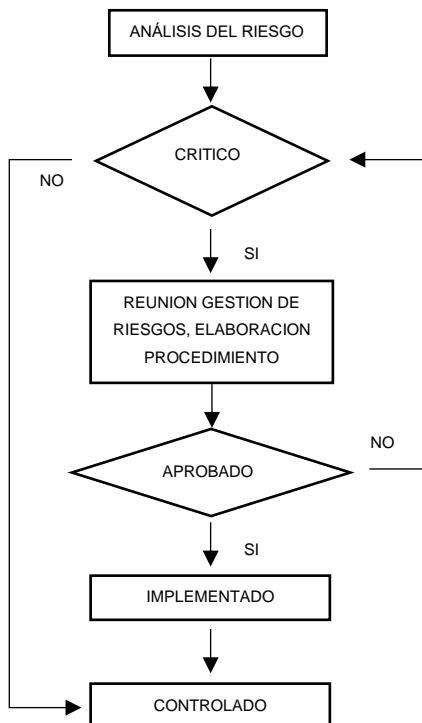


Figura 32. Flujograma manejo del riesgo

Fuente: elaboración propia

Podemos concluir que al realizar el análisis, control y mitigación de los riesgos se tiene una seguridad de que los peligros que rodean al proyecto están vigilados y supervisados para que no produzcan desviaciones, el flujograma y la matriz de riesgos determinan el camino a seguir para que el control y mitigación sean efectivos, ningún riesgo podrá tener valores residuales mayores a los aceptables, para el correcto cumplimiento del proyecto.

4.2.7. Divulgación y explotación

La aplicación móvil para monitorizar centrales de generación eléctrica abarca la innovación y tecnología como referente en su desarrollo, el proceso de divulgación y

explotación envuelve a todas las empresas enmarcadas en el desarrollo tecnológico sobre todo las vinculadas a la generación de energía eléctrica, empresas de distribución eléctrica, renta y fabricación de generadores, plantas industriales, recursos renovables, tecnologías de monitorización y automatización industrial entre las principales empresas a las cuales apunta la gestión de la divulgación y aprovechamiento del resultado obtenido en el proyecto tecnológico.

4.2.7.1. Divulgación

La divulgación de la aplicación móvil considera herramientas tecnológicas y presenciales para su difusión, el principal canal es la página web de la aplicación móvil, donde se promociona las bondades de una App para monitorizar centrales de generación eléctrica, la presencia en internet involucra enlaces desde las principales páginas de energía eléctrica y desarrollo tecnológico hacia la propia página interactiva de la aplicación móvil. La promoción presencial se basa en la asistencia a los eventos relacionados con las industrias directamente relacionadas en el proyecto.

Tabla 30. *Métricas de divulgación*

| Descripción | Método de medición |
|--|--|
| | Usuarios registrados |
| Página web de la aplicación móvil | Apariciones en buscadores de internet |
| | Usuarios que interactúan con la página web |
| Jornadas de lanzamiento en eventos internacionales de energía eléctrica y desarrollo tecnológico | Citas concretadas Solicitud de información detallada Solicitud de demostraciones |
| Participación en congresos internacionales de energía eléctrica y desarrollo tecnológico | Citas concretadas Solicitud de información detallada Solicitud de demostraciones |

Fuente: Elaboración propia

4.2.7.2. Explotación

La utilización de la aplicación móvil para monitorizar los datos de una planta de generación eléctrica se define como una transferencia de resultados directa, indirecta o de investigación.

La explotación directa se realiza con una transferencia total de la aplicación móvil, esta transferencia se generará entre el patrocinador y el director del proyecto mediante el acta de cierre del proyecto.

El aprovechamiento indirecto se genera a través del uso de licencias de uso de la aplicación móvil para monitorizar centrales de energía eléctrica, la organización trasfiere su uso temporal a empresas posicionadas en el mercado de construcción de plantas de generación.

La utilización de ciertos lineamientos de la App con fines investigativos futuros puede ser pactado entre la organización y universidades que promuevan la mejoramiento de los resultados del proyecto y su utilización para la comunidad.

4.3. Procesos de control

4.3.1. Control del alcance

El alcance se encuentra definido por los objetivos del proyecto, su control se guía por el flujo de trabajo que asegura la revisión de los responsables del proyecto, para el seguimiento de esta intervención se toma en cuenta las tareas y entregables de cada paquete de trabajo, la revisión y aprobación de estos documentos se refleja en el registro de control del alcance y proporciona una revisión progresiva de los involucrados en la dirección del proyecto.

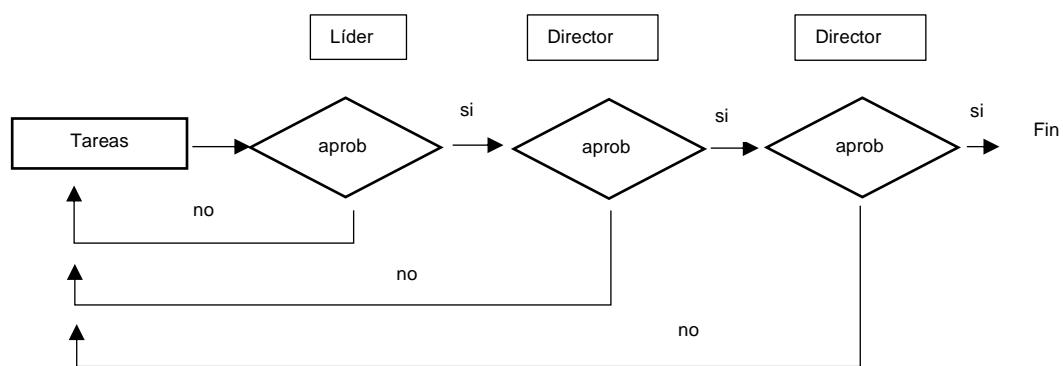


Figura 33. Flujo de control del alcance

Fuente: elaboración propia

4.3.2. Control del cronograma

El control del cronograma se realiza con un seguimiento diario del avance, semanalmente se realiza una reunión para verificar si existen desviaciones y emitir planes de acción.

El avance de reporte diario se grafica para determinar el valor real, el valor programado y la reprogramación que exista en el cronograma debido a las variaciones aprobadas en el alcance o presupuesto que afecten al desarrollo del proyecto.

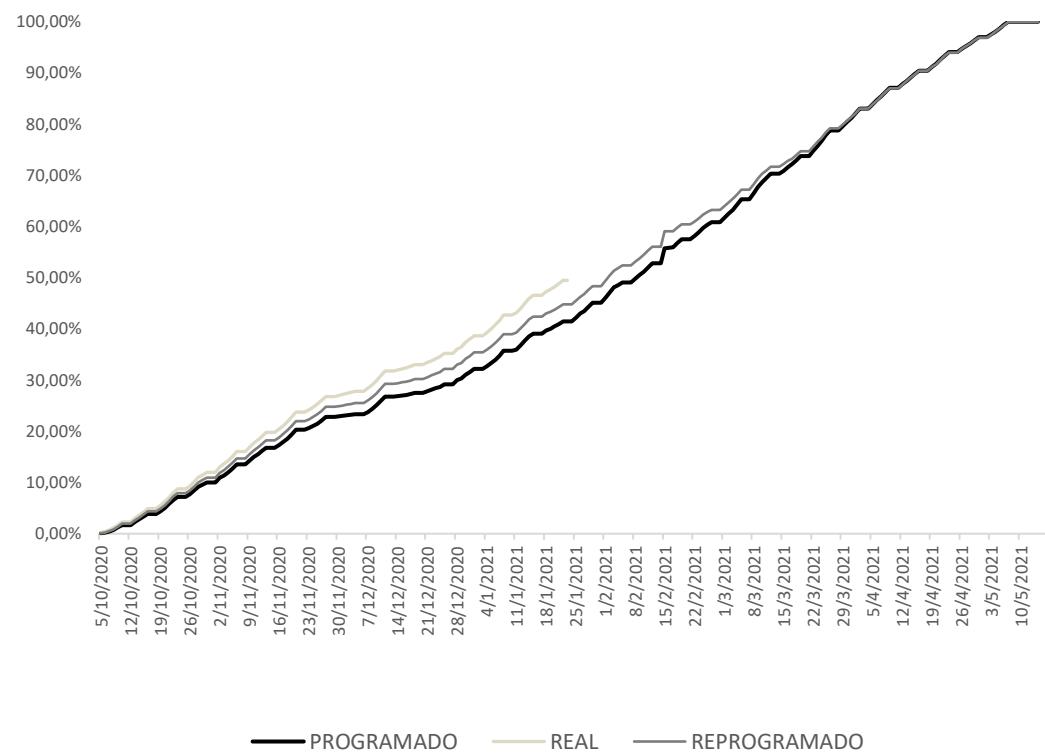


Figura 34. Control del cronograma

Fuente: elaboración propia

4.3.3. Control de los costes

Para el control de los costes se emplea los valores reales desembolsados, en comparación con el presupuesto aprobado para la ejecución del proyecto, la desviación máxima permitida mensual será evaluada en forma permanente en la reunión semanal de presupuesto.

Tabla 31. *Desviación de costes*

| Mes | Presupuesto | Reserva | Desviación |
|-----|--------------|-------------|------------|
| 1 | 30.565,50 € | 3.056,55 € | 0,57% |
| 2 | 46.186,50 € | 4.618,65 € | 0,87% |
| 3 | 69.925,50 € | 6.992,55 € | 1,31% |
| 4 | 110.003,00 € | 11.000,30 € | 2,06% |
| 5 | 102.435,43 € | 10.243,54 € | 1,92% |
| 6 | 82.225,50 € | 8.222,55 € | 1,54% |
| 7 | 61.069,50 € | 6.106,95 € | 1,15% |
| 8 | 30.565,50 € | 3.056,55 € | 0,57% |

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de la desviación, se toma en cuenta los valores y formulas detalladas:

$$PTM = \text{presupuesto total mensual}$$

$$PM = \text{presupuesto mensual}$$

$$RG = \text{reserva de gestión}$$

$$VRM = \text{valor real mensual}$$

$$DP = \text{desviación de presupuesto}$$

$$PTM = PM + RG$$

$$DP = \frac{PTM}{VRM}$$

Cualquier valor de desviación menor que uno se considera aceptable dentro de la ejecución del proyecto y la reserva de gestión.

Los valores de *DP* mayores a uno tienen acción inmediata de un plan de acción que corrija el desvío en costes.

4.3.4. Control de la calidad

Para el control de la calidad nos vamos a regir en las métricas de calidad valoradas en la *Tabla 26*, de acuerdo con los valores considerados aceptables en los límites establecidos, se controla el cumplimiento de los planes de acción que se determinan

mediante la reunión del consejo directivo del proyecto, la guía y supervisión del cumplimiento de los planos de acción es competencia del director del proyecto, el control de estos índices nos permite ejecutar la aplicación móvil en los estándares adecuados y facilita el proceso de transferencia del proyecto con el patrocinador.

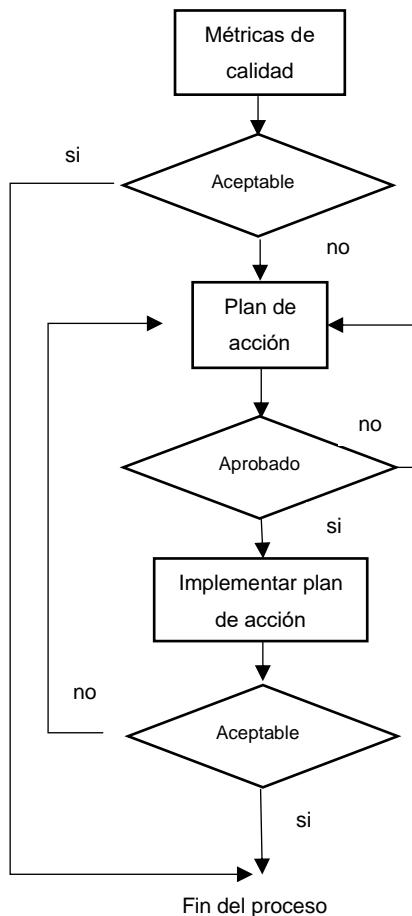


Figura 35. Flujograma control de métricas de calidad

Fuente: elaboración propia

5. Conclusiones y trabajo futuro

5.1. Principales conclusiones

La generación eléctrica es una de las industrias más importantes para el desarrollo comercial, tecnológico y humano, las centrales de generación pueden provenir de diferentes recursos para realizar la conversión de energía primaria en energía eléctrica, todas las plantas de generación se componen de distintos sistemas y procesos, los cuales necesitan ser supervisados y evaluados para dar la mayor confiabilidad y eficiencia posible, la salida de operación imprevista de los equipos o toda la planta de generación eléctrica puede llegar a tener consecuencias invaluables, el desarrollo de la aplicación móvil para monitorizar centrales de generación eléctrica es un importante avance tecnológico que permite obtener los datos de los procesos y sistemas que conforman una planta de generación, su aporte permite disminuir la salida de equipos por fallas no percibidas, la contribución de la App alerta a todos los interesados en desviaciones que permiten tomar decisiones para asegurar la confiabilidad de funcionamiento de las centrales, el manejo de los datos proporcionados por la aplicación facilitan la mejora de procesos, recursos y tiempos en la operación y mantenimiento de los equipos que conforman la planta.

Una central de generación está compuesta por diferentes sistemas cada uno con un contingente de supervisores, ingenieros y especialistas de las diferentes ramas que la componen, la aplicación móvil es una solución *smart* en la toma de decisiones ante posibles amenazas en la operación de la planta eléctrica, todos los involucrados pueden acceder a los datos en línea

El proyecto y la gestión manejada es adecuado con la importancia de desarrollar un proyecto tecnológico que implica equipos importantes en la industria, la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos permite tener un control adecuado para el cumplimiento del objetivo planteado, cubre las necesidades de los patrocinadores en el monitoreo y control de las centrales de generación.

La estructura de dirección del proyecto y los principales recursos están asignados en la ingeniería de la programación del software, los entregables aseguran el diseño de programación e interfaz adecuado para la interacción de todos los elementos que conforman la central de generación, la estructura del hardware se define para interrelacionar los elementos de campo con el código de programación y visualización

de la aplicación móvil, el resguardo tecnológico que comprende el proyecto evidencia un cumplimiento en software y hardware para la eficaz utilización de la aplicación móvil.

La estructura de programación y equipamiento certifica que la aplicación móvil obtendrá el cumplimiento de las métricas de calidad planteadas para el desarrollo del proyecto tecnológico planteado.

Las líneas de control de los principales aspectos que forman la gestión del proyecto afirman que no existan desviaciones que proporcionen líneas de riesgo en la ejecución y cumplimiento de los hitos que componen el proyecto.

5.2. Líneas de trabajo futuro

El desarrollo de innovación y tecnología genera una línea de continuación y expansión de los proyectos tecnológicos, en la industria de la energía eléctrica existe varios caminos que se pueden apuntalar a partir de la App para monitorizar centrales de generación eléctrica, en un nivel diferente de programación se puede tener una App interrelacionada que permita reprogramar varios procesos de la central de generación, se puede facilitar una interacción remota para la configuración del nivel de automatización de la planta de generación, el aporte de esta línea en la industria puede ayudar a reducir tiempo de ingeniería en reprogramación de valores de funcionamiento, rutinas o procesos asociados a los generadores o sistemas de la planta.

Las centrales de generación cuentan con estructuras similares a plantas de procesos industrializados, por lo que la línea base de la App para monitoreo de centrales de generación, puede convertirse en una guía para otros proyectos de innovación tecnológica en el área de monitoreo y control de plantas industriales.

Referencias bibliográficas

- Alianzared. (2019). www.alianzared.com. Recuperado el 05 de mayo de 2020, de [www.alianzared.com](https://www.alianzared.com/estadisticas-marketing-movil-2018/): <https://www.alianzared.com/estadisticas-marketing-movil-2018/>
- APP ANNIE. (08 de febrero de 2019). www.appannie.com. Recuperado el 09 de mayo de 2020, de <https://www.appannie.com/en/insights/market-data/state-of-mobile-2019-spotlight-apac/>
- Bailey, D., & Edwin, W. (2003). *Practical SCADA for Industry*. Perth: IDC Technologies.
- Castoreña, J., Campos, G., Martinez, J. E., Martinez, R., & Silva, A. (2020). Implementación de las técnicas de predicción en la generación de energía eléctrica en el sector industrial. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 16-26. doi:10.36825/RITI.08.15.003
- Chacón, R. (2012). *Simulación SCADA (control, supervisión y adquisición de datos) de una planta generadora de energía eléctrica a base de energía geotérmica*. San Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/>
- Datos Macro. (enero de 2020). *Datos macro*. Obtenido de <https://www.datosmacro.com>
- Delía, L., Galdamez, N., Thomas, P., & Pesado, P. (2013). Un Análisis Experimental de Tipo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles. *LIDI*, 766-776. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32397>
- Guzman, E. (2020). [www.riuma.uma.es](http://hdl.handle.net/10630/19170). Recuperado el 09 de mayo de 2020, de [https://hdl.handle.net/10630/19170](http://hdl.handle.net/10630/19170)
- Jarabo, F., Perez, C., Elortegui, N., Fernandez, J., & Macias, J. (1988). *El libro de las energías renovables*. Madrid: Artes Gráficas Gala.
- Potess, S. (1989). *Centrales eléctricas*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Project Management Institute, Inc. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (Sexta edición ed.). Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
- Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., . . . Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto tecnológico de Canarias S.A.

Tapia, J., & Tubón, J. (junio de 2009). *Automatización de la central de generación Cuyabeno de Petroducción mediante la implementación de un sistema Scada*. Quito: Tesis de tercer nivel. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/>

U.S. Energy Information Administration. (2019). www.eia.gov. Recuperado el 08 de mayo de 2020, de www.eia.gov/ieo

Velez, S., Zapata, J., & Rosero, A. (2018). Gestión de Proyectos: origen, instituciones , metodologías, estándares y certificaciones. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12, 68-76. doi:<http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3818>

Anexo I

Tabla 32. *Acta de constitución del proyecto*

| Acta de constitución | | | |
|----------------------------|--|----------------------------------|--------------|
| Proyecto | App para monitorizar centrales de generación eléctrica | | |
| Fecha de inicio | lunes, 05 de octubre de 2020 | | |
| Fecha de cierre | jueves, 14 de mayo de 2020 | | |
| Introducción | El App para monitorizar centrales de generación, garantiza el uso adecuado de suministros, evita perdidas asociadas por falla de equipos, muestra rasgos operativos en tiempo real permitiendo una serie de decisiones que permitan aumentar la confiabilidad de una planta de degeneración y los sistemas que la conforman, el desarrollo de la aplicación móvil permite el impacto necesario para que cualquier nivel que conforma la industria puede ingresar a obtener datos y tomar providencias en el menor tiempo posible, su fácil acceso a plantas que pueden encontrarse en lugares remotos permite interactuar ocasionando un dominio de decisiones que permiten efectivizar la generación eléctrica. | | |
| Objetivo | El objetivo principal del proyecto es desarrollar una aplicación móvil para monitorizar centrales de generación eléctrica, para permitir una interacción eficiente en las plantas de energía eléctrica y sus sistemas a través del desarrollo de un proyecto de innovación tecnológica. | | |
| Hitos | Descripción | Comienzo | Fin |
| | H 01 Manual de dirección del proyecto | lun 10/05/20 | vie 10/16/20 |
| | H 02 Compilación de programación | lun 10/19/20 | vie 12/11/20 |
| | H 03 Software demo aplicación móvil | mié 02/03/21 | mar 02/09/21 |
| | H 04 Demo aplicación móvil | mié 03/03/21 | mié 03/24/21 |
| | H 05 Entrega de App móvil | mié 04/28/21 | vie 05/14/21 |
| | PT 1 Coordinación del proyecto | lun 10/05/20 | mar 05/11/21 |
| | PT 2 Desarrollo tecnológico | lun 10/19/20 | vie 12/11/20 |
| | PT 3 Ingeniería app móvil para monitoreo | vie 11/27/20 | mar 02/09/21 |
| Paquetes de trabajo | PT 4 Diseño de aplicación móvil | mié 02/10/21 | mié 03/24/21 |
| | PT 5 Pruebas de funcionalidad | jue 03/25/21 | vie 05/14/21 |
| | PT 6 Control y monitoreo | lun 10/05/20 | mar 05/11/21 |
| | PT 7 Comunicación y divulgación | lun 10/05/20 | vie 05/07/21 |
| Entregables PT 1 | Plan de dirección del proyecto Cronograma del proyecto Plan de costes Plan de calidad Plan de divulgación Evaluación de riesgos | | |
| Entregables PT 2 | Informe de requerimientos Código programación HMI/SCADA Código programación Web Código programación App | | |
| Entregables PT 3 | Software del sistema web Software HMI/SCADA Software App móvil Base de datos | | |
| Entregables PT 4 | Software interfaz gráfica android Software interfaz gráfica iOS | | |
| Entregables PT 5 | Informe de pruebas Informe final de funcionamiento | | |
| Entregables PT 6 | Informe de control | | |
| Entregables PT 7 | Plan de comunicaciones Plan de divulgación | | |
| Autorizaciones | Reuniones gerenciales Reuniones operativas Reuniones ingeniería Charlas Informativas Correos electrónicos Entrevistas | SI SI SI SI SI SI | |

Fuente: elaboración propia

Anexo II

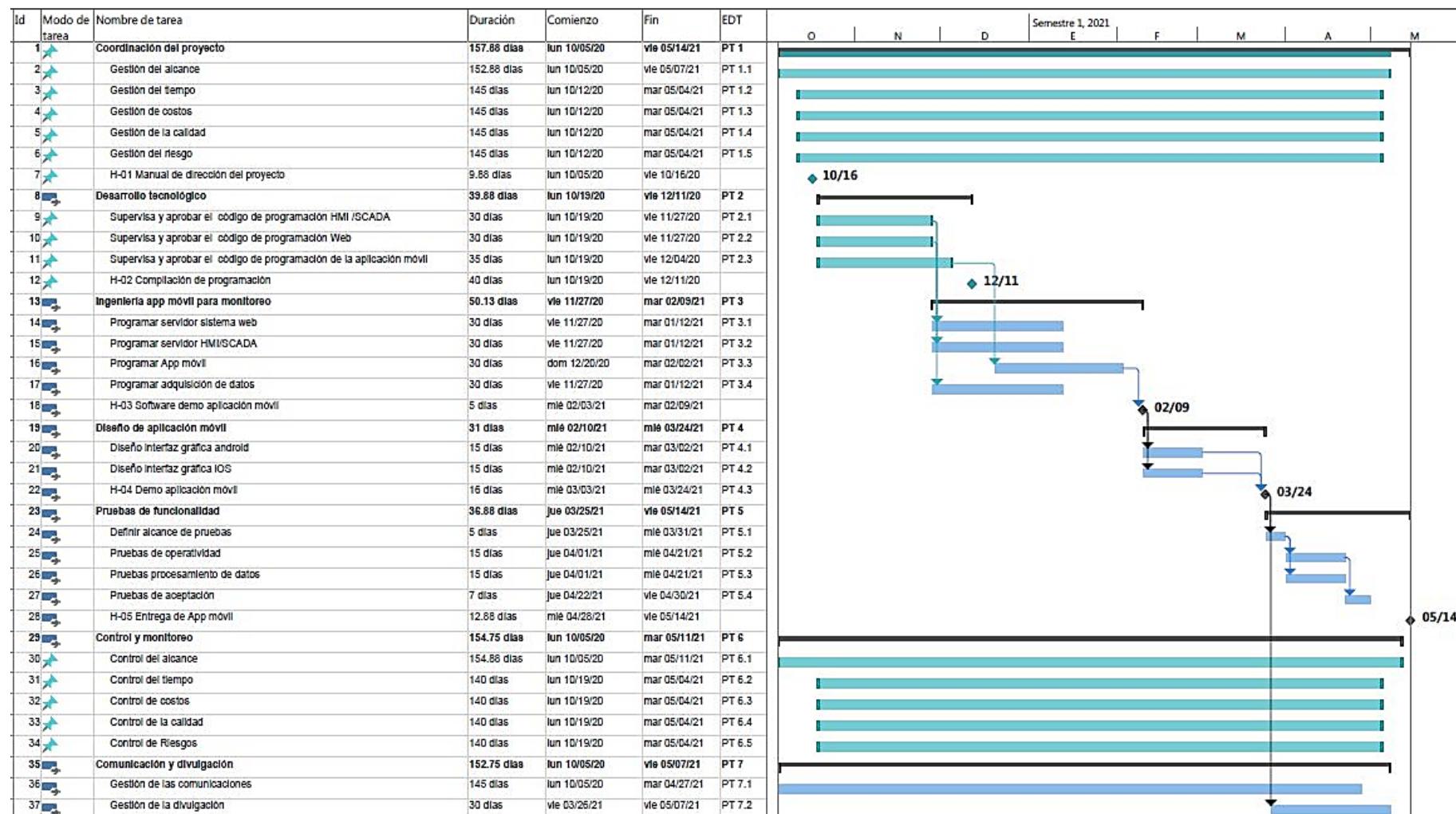


Figura 36. Diagrama de Gantt

Fuente: elaboración propia

Anexo III

Tabla 33. Desglose coste mensual de personal

| Cargo | Hora/Hombre por Cargo | MES 1 | | MES 2 | | MES 3 | | MES 4 | | MES 5 | | MES 6 | | MES 7 | | MES 8 | | Coste Total por Cargo |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|-----------------------|
| | | horas | coste | |
| Director de Proyecto | 37,50 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 160 | 6.000,00 € | 36.000,00 € |
| Director de Desarrollo | 31,50 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 160 | 5.040,00 € | 30.240,00 € |
| Coordinador de Ingeniería | 27,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 25.920,00 € |
| Coordinador de Calidad | 27,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 25.920,00 € |
| Coordinador de presupuesto y Compras | 27,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 160 | 4.320,00 € | 25.920,00 € |
| Supervisor de Programación | 22,50 € | 80 | 1.800,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 80 | 1.800,00 € | 19.800,00 € |
| Supervisor de Desarrollo Web | 22,50 € | 80 | 1.800,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 160 | 3.600,00 € | 80 | 1.800,00 € | 19.800,00 € |
| Ingeniero de Programación 1 | 18,00 € | 0 | - € | 80 | 1.440,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | - € | - € | 12.960,00 € |
| Ingeniero de Programación 2 | 18,00 € | 0 | - € | 80 | 1.440,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | - € | - € | 12.960,00 € |
| Ingeniero de Programación 3 | 18,00 € | 0 | - € | 80 | 1.440,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 80 | 1.440,00 € | - € | - € | 12.960,00 € |
| Ingeniero de Programación 4 | 18,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 80 | 1.440,00 € | - € | - € | 11.520,00 € |
| Ingeniero de Programación 5 | 18,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 80 | 1.440,00 € | - € | - € | 11.520,00 € |
| Ingeniero de Aplicaciones móviles 1 | 18,00 € | 0 | - € | 80 | 1.440,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | - € | - € | 12.960,00 € |
| Ingeniero de Aplicaciones móviles 2 | 18,00 € | 0 | - € | 80 | 1.440,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | - € | - € | 12.960,00 € |
| Ingeniero de Aplicaciones móviles 3 | 18,00 € | 0 | - € | 80 | 1.440,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 80 | 1.440,00 € | - € | - € | 12.960,00 € |
| Ingeniero de Aplicaciones móviles 4 | 18,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 80 | 1.440,00 € | - € | - € | 11.520,00 € |
| Ingeniero de Aplicaciones móviles 5 | 18,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 160 | 2.880,00 € | 80 | 1.440,00 € | - € | - € | 11.520,00 € |
| Ingeniero de Calidad y Control | 13,50 € | 0 | - € | 80 | 1.080,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | - € | - € | 9.720,00 € |
| Ingeniero en Finanzas | 13,50 € | 0 | - € | 80 | 1.080,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | 160 | 2.160,00 € | - € | - € | 9.720,00 € |
| Analista de Compras | 10,50 € | 0 | - € | 80 | 840,00 € | 160 | 1.680,00 € | 160 | 1.680,00 € | 160 | 1.680,00 € | 160 | 1.680,00 € | 160 | 1.680,00 € | - € | - € | 7.560,00 € |
| | 960 | 27.600,00 € | 1840 | 42.840,00 € | 3200 | 66.000,00 € | 3200 | 66.000,00 € | 3200 | 66.000,00 € | 3200 | 66.000,00 € | 2720 | 57.360,00 € | 960 | 27.600,00 € | 334.440,00 € | |

Fuente: elaboración propia

Anexo IV

Tabla 34. Desglose coste mensual de equipamiento

| Recurso | Costo | MES 1 | | MES 2 | | MES 3 | | MES 4 | | MES 5 | | MES 6 | | MES 7 | | MES 8 | | Coste Total | | | | | | | |
|----------------------------|------------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|--|------------|-------|--|------------|--------------|--|
| | | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | Cantidad | Coste | | | | | | | | |
| Computador Desktop | 60,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 6 | 360,00 € | 2.880,00 € | | | | | | | |
| Computador Laptop | 60,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 16 | 960,00 € | 7.680,00 € | | | | | | | |
| Bienes Muebles | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 1 | 400,00 € | 3.200,00 € | | | | | | | |
| Amperímetros | 600,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 10 | 6.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 6.000,00 € | | | | | | | |
| Voltímetros | 700,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 10 | 7.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 7.000,00 € | | | | | | | |
| Medidor de energía | 1.200,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3 | 3.600,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3.600,00 € | | | | | | | |
| Frecuencímetro | 700,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3 | 2.100,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 2.100,00 € | | | | | | | |
| Pirómetros | 500,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 10 | 5.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 5.000,00 € | | | | | | | |
| Manómetros | 350,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 10 | 3.500,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3.500,00 € | | | | | | | |
| Densímetros | 1.200,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 4 | 4.800,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 4.800,00 € | | | | | | | |
| Viscosímetros | 900,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 4 | 3.600,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3.600,00 € | | | | | | | |
| Tablero de PLC | 3.500,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 2 | 7.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 7.000,00 € | | | | | | | |
| Servidores | 4.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3 | 12.000,00 € | 3 | 12.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 24.000,00 € | | | | | | | |
| Consola local | 2.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 1 | 2.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 2.000,00 € | | | | | | | |
| Tablero de comunicaciones | 3.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 1 | 3.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3.000,00 € | | | | | | | |
| Equipo de energía regulada | 3.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 1 | 3.000,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 3.000,00 € | | | | | | | |
| Licencia de Software | 3.500,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 1 | 3.500,00 € | 1 | 3.500,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 7.000,00 € | | | | | | | |
| Patente | 1.217,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 1 | 1.217,00 € | 0 | - € | 0 | - € | 0 | - € | 1.217,00 € | | | | | | | |
| Servicios Básicos | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 1 | 300,00 € | 2.400,00 € | | | | | | | |
| Suministros de Oficina | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1 | 200,00 € | 1.600,00 € | | | | | | | |
| MES 1 | | 2.220,00 € | MES 2 | | 2.220,00 € | MES 3 | | 2.220,00 € | MES 4 | | 41.320,00 € | MES 5 | | 33.937,00 € | MES 6 | | 14.220,00 € | MES 7 | | 2.220,00 € | MES 8 | | 2.220,00 € | 100.577,00 € | |

Fuente: elaboración propia

Anexo V

Tabla 35. Resumen paquetes de trabajo

| Nro. de Paquete | PT 1 | PT 2 | PT 3 | PT 4 | PT 5 | PT 6 | PT 7 |
|-----------------------|--|---|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Líder | Director del proyecto | Coordinador de ingeniería | Supervisor de programación | Supervisor desarrollo web | Director del Proyecto | Director del Proyecto | Director del Proyecto |
| Título | Coordinación del proyecto | Desarrollo tecnológico | Ingeniería app móvil para monitoreo | Diseño de aplicación móvil | Pruebas de funcionalidad | Control y monitoreo | Comunicación y divulgación |
| Gestión del alcance | Supervisar y aprobar el código de programación HMI/SCADA | Programar servidor sistema web | Diseño de interfaz gráfica android | Definir el alcance de las pruebas | Control del alcance | Gestión de las comunicaciones | |
| Gestión del tiempo | Supervisar y aprobar el código de la programación Web | Programar servidor HMI/SCADA | Diseño de interfaz gráfica iOS | Pruebas de funcionalidad | Control del tiempo | Gestión de la divulgación | |
| Tareas | Gestión de costos | Supervisar y aprobar el código de programación de la aplicación móvil | Programar App móvil | | Pruebas procesamiento de datos | Control de costos | |
| | Gestión de la calidad | | Programar el manejo de adquisición de datos | | Pruebas de aceptación | Control de la calidad | |
| | Gestión del riesgo | | | | | Control de riesgos | |
| | Plan de dirección del proyecto | Informe de requerimientos | Software del sistema web | Software interfaz gráfica android | Informe de pruebas | Informe de control | Plan de comunicaciones |
| Entregables | Cronograma del proyecto | Código programación HMI/SCADA | Software HMI/SCADA | Software interfaz gráfica iOS | Informe final de funcionamiento | | Plan de divulgación |
| | Plan de costes | Código programación Web | Software App móvil | | | | |
| | Plan de calidad | Código programación App | Base de datos | | | | |
| | Plan de divulgación | | | | | | |
| Evaluación de riesgos | | | | | | | |
| Hito | Manual de dirección del proyecto | Compilación de programación | Software demo aplicación móvil | Demo aplicación móvil | Entrega de App móvil | | |

Fuente: elaboración propia

Anexo VI

Tabla 36. *Forma de reuniones, charlas, capacitaciones*

| Formato reuniones, charlas, capacitaciones | | | |
|---|--|--|---------------------|
| Proyecto | App para monitorizar centrales de generación eléctrica | | |
| Fecha | | | |
| Área | | | |
| Tema | | | |
| Aspectos tratados | | | |
| | | | |
| Nombre y apellido | Firma | Cédula de identidad o pasaporte | Departamento |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Acuerdos | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Instructor | Representante Departamento | | |
| Nombre | Nombre | | |
| | | | |
| Firma | Firma | | |

Fuente: elaboración propia

Anexo VII

Tabla 37. *Control de cambios*

| Control de cambios | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------|--------------------|
| Proyecto | App para monitorizar centrales de generación eléctrica | | |
| Fecha | | | |
| Código del cambio | | | |
| Nro. de revisión | | | |
| Responsable del cambio | | | |
| Descripción del cambio | | | |
| | | Aprobado | Comentarios |
| Supervisor de programación | SI | <input type="checkbox"/> | No |
| Supervisor desarrollo web | SI | <input type="checkbox"/> | No |
| Coordinador de ingeniería | SI | <input type="checkbox"/> | No |
| Coordinador de presupuesto | SI | <input type="checkbox"/> | No |
| Director de desarrollo | SI | <input type="checkbox"/> | No |
| Director del proyecto | SI | <input type="checkbox"/> | No |

Fuente: elaboración propia

Anexo VIII

Tabla 38. *Acta entrega recepción de equipamiento*

| Acta de entrega recepción equipos | | | | | |
|--|--|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| Proyecto | App para monitorizar centrales de generación eléctrica | | | | |
| Fecha | | | | | |
| Registro | | | | | |
| Ítem | Equipo | Descripción | Fabricante | Serie | Especificaciones |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Registrado por | Entregado por | | | Recibido por | |
| Nombre _____ | Nombre _____ | | | Nombre _____ | |
| Firma _____ | Firma _____ | | | Firma _____ | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 39. *Acta entrega recepción de programas*

| Acta de entrega recepción programas | | | | | |
|--|---|---------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Proyecto | <u>App para monitorizar centrales de generación eléctrica</u> | | | | |
| Fecha | | | | | |
| Registro | | | | | |
| Software | Versión | Tamaño | Lenguaje | Clave | Especificaciones |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Registrado por | Entregado por | | | Recibido por | |
| Nombre _____ | Nombre _____ | Nombre _____ | | | |
| Firma | Firma | Firma | | | |

Fuente: elaboración propia