



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica

**Automatización de envío de información diaria de
datos de la regulación primaria de frecuencia al COES
de las unidades de generación mediante el uso de la
automatización robotica de procesos**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista

AUTOR

Zahaira Klein OBLITAS MANCILLA

ASESOR

Mg. Wilbert CHAVEZ IRAZABAL

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Oblitas, Z. (2023). *Automatización de envío de información diaria de datos de la regulación primaria de frecuencia al COES de las unidades de generación mediante el uso de la automatización robotica de procesos*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Zahaira Klein Oblitas Mancilla
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74986350
URL de ORCID	No aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Wilbert Chavez Irazabal
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08121733
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7978-7031
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Luis Mark Ponce Martínez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08117818
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Edy Alberto Román Ccorahua
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06767696
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Alfredo Rocha Jara
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08645523
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Enel Generación Perú S.A.A. País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Miguel Calle: C. teniente Cesar Lope Rojas 155 Latitud: -12.0773835 Longitud: -77.0906865
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 083/FIEE-CTGT/2023

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 26 de agosto del 2023 como Presidente de Jurado el **MG. LUIS MARK RUDY PONCE MARTÍNEZ**, integrado por el Miembro Jurado **MG. EDY ALBERTO ROMÁN CCORAHUA**, el Miembro Jurado **MG. ALFREDO ROCHA JARA** y Miembro Asesor el **MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. ZAHAIRA KLEIN OBLITAS MANCILLA** con código N° **13190113** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **AUTOMATIZACIÓN DE ENVÍO DE INFORMACIÓN DIARIA DE DATOS DE LA REGULACIÓN PRIMARIA DE FRECUENCIA AL COES DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN MEDIANTE EL USO DE LA AUTOMATIZACIÓN ROBOTICA DE PROCESOS**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo **diecisiete (17)**.

Ciudad Universitaria, 26 de agosto del 2023



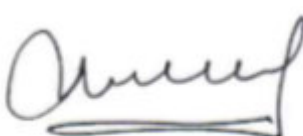
MG. LUIS MARK PONCE MARTÍNEZ

Presidente de Jurado



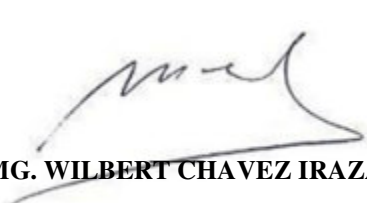
MG. EDY ALBERTO ROMÁN CCORAHUA

Miembro Jurado



MG. ALFREDO ROCHA JARA

Miembro de Jurado



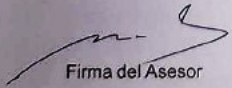
MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL

Miembro Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo WILBERT CHAVEZ IRAZABAL en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de trabajo de Suficiencia Profesional N°083/FIEE-CTGT/2023 del trabajo de suficiencia profesional cuyo título es: Automatización De Envío De Información Diaria De Datos De La Regulación Primaria De Frecuencia Al Coes De Las Unidades De Generación Mediante El Uso De La Automatización Robótica De Procesos, presentado por la bachiller Zahaira Klein Oblitas Mancilla para optar al título profesional de Ingeniera Electricista. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 5% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.


Firma del Asesor

DNI: 08121733

Nombres y apellidos del asesor:

Mg. Wilbert Chavez Irazabal

DEDICATORIA

Dedico a mis padres Ofelia y Salvador, por haberme apoyado siempre en todo mi desarrollo personal como profesional.

A mis hermanas Camila e Ivana por de una manera u otra siempre impulsarme a seguir adelante.

A mis mascotas Curvy y Benito que siempre estuvieron presentes acompañándome.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de trabajo de Enel gracias donde desarrollé experiencias y habilidades sobre la automatización de proyectos –gracias infinitas.

A Alexander, mi compañero incondicional, gracias a su apoyo determinación por impulsarme a lograr mis metas he logrado muchas cosas.

Un agradecimiento especial a mi mamá Ofelia Mancilla ya que gracias a su apoyo incondicional llegué a cumplir muchos sueños y metas que nunca pensé lograr, gracias a su insistencia y empuje he logrado soy la mujer profesional de ahora.

RESUMEN

En esta ocasión el enfoque será en el envío de información del PR-21 "Reserva Rotante de la Regulación Primaria de Frecuencia", cuyo objetivo principal es verificar el cumplimiento y desempeño del RPF (Regulación Primaria de Frecuencia). Para esto, el COES solicita que los generadores envíen información para su evaluación diariamente. De no hacerlo, deberán pagar una multa de hasta 15,000 \$ dólares.

Este procedimiento para las generadoras es complicado ya que el medidor del generador recopila datos al segundo las 24 horas, y esta información debe ser procesada antes de ser enviada al COES. Por esta razón, este trabajo de suficiencia profesional propone una solución al problema actual mediante la creación de una automatización robótica de procesos que se encargará de procesar y enviar la información del PR-21.

La clave para realizar esta automatización será el uso del RPA para reemplazar las funciones que realiza el operador. Su principal finalidad es asegurar que el COES posea la información adecuada para garantizar la estabilidad del SEIN, además, se buscará incrementar el porcentaje de fiabilidad de este proceso.

Palabras Claves: automatización robótica de procesos, regulación primaria de frecuencia, operadores, pr-21, coes.

ABSTRACT

On this occasion, the focus will be on the submission of information from PR-21 "Rotating Reserve of Primary Frequency Regulation", whose main objective is to verify compliance and performance of the RPF (Primary Frequency Regulation). For this purpose, COES requests that generators submit information for evaluation on a daily basis. If they fail to do so, they must pay a fine of up to US\$15,000.

This procedure for generators is complicated because the generator's meter collects data every second of every 24 hours, and this information must be processed before being sent to COES. For this reason, this work of professional sufficiency proposes a solution to the current problem by creating a robotic automation of processes that will be in charge of processing and sending the information of the PR-21.

The key to realize this automation will be the use of the RPA to replace the functions performed by the operator. Its main purpose is to ensure that the COES has adequate information to guarantee the stability of the SEIN, in addition, it will seek to increase the percentage of reliability of this process.

Key words: robotic process automation, primary frequency regulation, operators, PR-21, COES.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: INFORMACION DEL LUGAR DONDE SE DEARROLLO LA ACTIVIDAD	2
2.1 <i>Institución</i>	2
2.3 <i>Finalidad y Objetivos de la entidad</i>	2
2.4 <i>Razón Social</i>	3
2.5 <i>Dirección Postal</i>	3
2.6 <i>Correo del profesional a cargo</i>	3

CAPITULO III: MARCO TEORICO	4
3.1 <i>Antecedes del Estudio</i>.....	4
3.1.1 Antecedente Nacionales	4
3.1.2 Antecedentes Internacionales.....	6
3.2 <i>Base Teórica</i>	7
3.2.1 RPA (Automatización Robótica De Procesos).....	7
3.2.2 PR-21 “Reserva Rotante Para Regulación Primaria De Frecuencia”	9
CAPÍTULO IV: ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	11
4.1 <i>Situación del Problema</i>	11
4.1.1 Determinación del Problema Solución.....	11
4.1.2 Formulación del Problema	12
4.2 <i>Solución</i>	12
4.2.1 Objetivos	13
4.2.2 Objetivos Específicos	13
4.3 <i>Marco Conceptual</i>	13
4.3.1 UIPATH	14
4.3.2 Scrum Master	15
4.3.3 Sprints	15

4.3.4	Kanban	16
4.3.5	Metodología Agile.....	17
4.4	<i>Etapas del proyecto</i>	19
4.4.1	Proceso Antiguo	19
4.4.2	Extracción de datos de potencia y frecuencia	20
4.4.3	Identificar el proceso realizado por el operador.....	21
4.4.4	Evaluar la confiabilidad del proceso automatizado.....	21
4.4.5	Incrementar la confiabilidad del proceso automatizado	21
4.5	Diseño.....	22
4.5.1	Planificación de Proyecto	22
4.5.2	Diagrama de flujo del proceso	23
4.5.3	Centrales o Unidades de Generación	24
4.5.4	Reglas de Negocio	26
a.	Completar datos y eliminación de valores negativos	27
b.	Configuración como unidad de generación	27
c.	Configuración como central de generación	27
d.	Archivos de trabajo	28
4.5.5	Pasos del proceso.....	29

a.	Consulta al servidor de medidores	30
b.	Configuración para la generación de archivos .CSV	31
c.	Procesamiento de datos	32
d.	Generación de archivos .CSV	32
e.	LOG de la etapa Matlab	33
f.	Guardar archivos .CSV	35
g.	Confirmación de la culminación del proceso	35
h.	LOG de la etapa UiPath	36
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		40
5.1	<i>Conclusiones del proyecto</i>	40
5.2	<i>Recomendaciones</i>	41
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA Y GLOSARIO		42
6.1	<i>Bibliografía.....</i>	42
6.2	<i>Glosario.....</i>	43
CAPITULO VII: ANEXOS.....		45
7.1	<i>Anexo 1: Cuadro comparativo Uipath.....</i>	45
7.2	<i>Anexo 2: Escenarios marcha blanca</i>	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Beneficios Del Rpa.	8
FIGURA 2: Logo Aplicación Uipath.	15
FIGURA 3: Logo Aplicación Trello.	17
FIGURA 4: Planificación Metodología Agile.	18
FIGURA 5: Proceso envió manual de información del PR-21. ..	20
FIGURA 6: Diagrama de flujo de la automatización de envío de información del PR-21.	24
FIGURA 7: Screenshot Excel mostrando la frecuencia de las centrales	28
FIGURA 8: Screenshot Excel de centrales indicando su prioridad	31
FIGURA 9: Screenshot Notepad información que se plasmara en archivos .CSV	33
FIGURA 10: Screenshot Matlab con la información de los generadores	

.....	34
FIGURA 11: Screenshot Excel terminado el LOG Matlab	35
FIGURA 12: Flujo De Proceso Log Uipath	37
FIGURA 13: Screenshot Outlook correo enviado a centro de control	39
FIGURA 14: Tabla de comparación Uipath.vs Blue Prism vs automation Anywhere	46
FIGURA 15: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM Caso1 1am	47
FIGURA 16: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM Caso1 5am	48
FIGURA 17: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM Caso2 1am	49
FIGURA 18: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM Caso2 5am	50
FIGURA 19: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM Caso3 1am	51
FIGURA 20: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM Caso3 5am	52

LISTA DE TABLAS

Cuadro1: Rpa Asistido Vs Rpa Desastido	8
Cuadro2: Cronograma De Ejecución De Sprints	23
Cuadro 3: Centrales Con Sus Respectivas Unidades De Generación	26
Cuadro 4: Códigos Respectivos De Cada Central.....	30

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La automatización robótica de procesos es un software que emula las acciones de los humanos al interactuar con el mundo digital. Ya que al igual que nosotros los humanos el robot puede entender lo que hay en una pantalla, pulsar las teclas correctas, navegar, extraer datos entre otras acciones. Pero a diferencia de nosotros, los robots realizan estas acciones en segundos y con más precisión, a cualquier hora y de manera repetitiva.

En este proyecto de tesis se hará uso de la automatización robótica de procesos para poder robotizar una tarea muy importante en la empresa que es el envío diario de información del PR-21, “Reserva Rotante para Regulación Primaria de Frecuencia”, al COES – SINAC (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional). Empezaremos por mostrar el proceso que el operador hacía para el envío de esta información, se procederán a explicar los términos y aplicaciones utilizadas para luego se mostrará el paso a paso de como logramos replicar esto mediante el uso de RPA y se mencionaran los beneficios obtenidos.

CAPÍTULO II: INFORMACION DEL LUGAR DONDE SE DEARROLLO LA ACTIVIDAD

2.1 Institución

Enel Generación Perú

2.2 Periodo de duración de la actividad

Esta actividad se realizó desde Agosto del 2020 hasta Diciembre del 2020

2.3 Finalidad y Objetivos de la entidad

La misión de Enel es abrir el acceso a la energía a un mayor número de

personas, abrir el mundo de la energía y a nuevas tecnologías, abrir a nuevos métodos de gestionar la energía para las personas, abrimos a la posibilidad de nuevos usos de la energía y abrirse a nuevas alianzas para cubrir con energía a todos los sectores nacionales, para reducir la brecha energética

2.4 Razón Social

ENEL GENERACION PERU S.A.A.

2.5 Dirección Postal

C. Teniente Cesar Lopez Rojas 155, San Miguel 15088, Perú

2.6 Correo del profesional a cargo

ING. Luis Maylle Sinti

Correo: luis.maylle@enel.com

Cargo: Analista Enel

CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1 Antecedes del Estudio

3.1.1 Antecedente Nacionales

- La tesis realizada por Omar Javier castillo Carrera (2019). Titulada: “Modelo de RPA Utilizando Winium para la Obtención de Registros en Medidores de Energía, Caso: Equipos ION y NEXUS”, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ, LIMA – PERÚ. En su investigación, el objetivo principal es desarrollar un modelo RPA utilizando Winium para la obtención de registros en medidores de energía equipos ION y NEXUS. Él modelo de RPA que él plantea en su investigación es lograr que el software se maneje como si lo estuviera utilizando el Ingeniero en la subestación. Llegando a la conclusión que la implementación del RPA optimiza tiempos, y los operadores podrán utilizar el tiempo extra para enfocarse en otros procesos, además al ser un recurso de bajo costo la empresa ahorra mucho dinero”.
- Tesis realizada por Príncipe Quiñones y Mendoza Ruiz (2019) llamada “AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE PROCESOS EN LAS CONCILIACIONES BANCARIAS DE UNA EMPRESA

INDUSTRIAL”, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, TRUJILLO – PERÚ. Su objetivo principal es determinar como la automatización robótica de procesos influencia en las conciliaciones bancarias de una empresa industrial. Ellos hacen uso de una metodología llamada diseño cuasi experimental, donde tendrán una muestra además de una medición pre y post – experimental de las conciliaciones bancarias de la empresa y analizarán como la automatización robótica de procesos afecta a estas. Ellos concluyeron que integrando un RPA aumentan su productividad, ahorro de tiempo ya que el RPA realiza todas las tareas repetitivas y obtuvieron una mejora notable es la satisfacción de las conciliaciones bancarias del más del 60%.

- En la tesis realizada por León Alcántara y Vásquez Vargas titulada “Automatización del Proceso de Negocio de elaboración mensual de Facturación mediante RPA (Robotic Proccess Automation) en la empresa GARZASOFT EIRL”, UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, LAMBAYEQUE – PERÚ. Ellos tienen como objetivo asegurar la optimización de recursos y la disminución de la tasa de error en la facturación mensual de los servicios que realiza la empresa indicada anteriormente. Ellos hacen uso de una metodología específica diseñada por Cespedes Monestel (2020) que se divide en cuatro etapas estas son: entendimiento del negocio, identificación del proceso de automatización, análisis de tecnologías y por último el diseño y la construcción del RPA. León y Vásquez llegaron a las siguientes conclusiones, el proceso RPA los ayudo a ahorrar tiempo en el proceso, ahorro de dinero, y una mejora del 87.5% al momento de realizar el proceso con RPA.
- La tesis realizada por Daniel Mijael Alpiste Sarmiento (2022). En su investigación llamada “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE ÓRDENES DE COMPRA CON CLIENTES B2B EN UNA EMPRESA DE PINTURAS USANDO RPA”, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, LIMA – PERÚ. Su objetivo principal es automatizar el proceso de negocio B2B de gestión de órdenes de compra del área de ventas. Utilizo como herramienta de

automatización robótica de procesos el programa UiPath para 3 sistemas que la empresa utilizaba interactuaran el uno con el otro. Llego a la conclusión que no podía modificar los sistemas que la empresa utilizaba, pero ese no fue impedimento para la automatización robótica de procesos ya que estos robots trabajan sobre la misma arquitectura de estos. A demás se demostró que automatizar tareas es eficaz gracias a la velocidad con la que los robots lo hacen y de ese modo se ahorra tiempo.

3.1.2 Antecedentes Internacionales

- En el trabajo de grado realizado por Diana Marcela Quintanilla Laserna, titulado “OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS OPERATIVOS A TRAVÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE PROCESOS” (2020), UNIVERSIDAD MILITAR DE NUEVA GRANADA, BOGOTÁ – COLOMBIA. En su trabajo ella explica por qué las empresas deberían implementar el RPA en sus funciones hace una explicación de todos los beneficios que la automatización robótica de procesos además que haciendo uso del Design Thinking se puede obtener un mejor resultado. Se concluye que la incorporación del RPA es eficiente ya que los procesos que una empresa puede estar utilizando no se ven alterados y esto asegura la continuidad de cualquier negocio. Así mismo, en este trabajo se confirma que el RPA garantiza servicios de alta calidad.
- En el proyecto de fin de carrera de María Jesús Reina Romero, que tiene de título “AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA UIPATH” (2021), UNIVERSIDAD DE SEVILLA, SEVILLA – ESPAÑA. Como objetivo busca demostrar que no solo las empresas pueden hacer uso del RPA que en este caso es la aplicación UiPath, sino que también es una herramienta útil de nuestro día a día. Así mismo hace una comparación de diferentes

aplicaciones de RPA como Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath, en su cuadro comparativo se puede apreciar que el UiPath es el RPA más completo. Llega a la conclusión de la capacidad del RPA para mejorar la calidad, velocidad y productividad de los procesos. A demás resalta la futura integración con otras herramientas y con la inteligencia artificial.

3.2 Base Teórica

3.2.1 RPA (*Automatización Robótica De Procesos*)

Los tiempos van avanzando y todo va evolucionando hemos escuchado hablar muchas veces sobre robots y quien nos los ha visto en algún documental bueno el RPA o como lo diría su traducción al español Automatización Robótica de Procesos es una herramienta de robot de softwares amigable con el usuario, uno de sus objetivos es ayudar al usuario con las tareas repetitivas, el usuario puede crear un programa mediante una grabación de pantalla que quiere decir eso, que el RPA procederá a recordar todos los clics que el usuario está realizando para después repetirlos de una forma más veloz.

El RPA cuenta con muchos beneficios uno de los que llamo más mi atención es que hay varios aplicativos de RPA que son gratuitos además de ser una de las herramientas más confiables del mercado por el momento en la figura podrán ver otros de los beneficios con los que cuenta el RPA.



FIGURA 1: Beneficios Del Rpa.
Fuente. Elaboración propia

Cabe mencionar también que el RPA tiene dos clases la asistida y la desasistida en la siguiente table se hará una pequeña comparación para ver las diferencias de estas dos diferentes clases:

RPA ASISTIDO	RPA DESASISTIDO
- Participación humana - Tareas complejas - No programables - Atención a los clientes	- Sin participación humana - Tareas repetitivas - Programables - Tareas de gran volumen

Cuadro1: Rpa Asistido Vs Rpa Desasistido

Fuente. Elaboración propia

Ya entendido un poco cómo funciona el RPA a grandes rasgos nosotros en nuestra labor, trabajaremos con una RPA desasistido, ya que manejaremos grandes volúmenes de información, la que será cargada a una misma hora todos los días, porque es una tarea repetitiva. Mas adelante explicaremos el RPA que escogimos y el porqué.

3.2.2 PR-21 “Reserva Rotante Para Regulación Primaria De Frecuencia”

Empezaremos explicando que es la Regulación Primaria de Frecuencia (RPF) según con la última resolución del PR-21 publicada por el (COES-SINAC, 2020) dice que **“La RPF es la función que realizan los generadores destinada a mantener el equilibrio generación-demanda ante las variaciones de la potencia activa del SEIN.”**.

Dicho esto, el PR-21 tiene como objetivo según el (COES-SINAC, 2020) **“Establecer los criterios y metodología para la determinación, asignación, programación y evaluación del cumplimiento y desempeño de la Reserva Rotante del SEIN asociada a la Regulación Primaria de Frecuencia”**.

Asimismo, tenemos diferentes tipos de unidades de generación en el Perú como por ejemplo unidades térmicas, hidroeléctricas, solares, eólicas, entre otras, cabe destacar que no todas las unidades de generación deben enviar esta información al COES, a continuación, describiremos las unidades que están exoneradas de presentar este servicio:

- Centrales con potencia menor a 10 MW

- RER esto significa las centrales eólicas, solares y mareomotriz. Para el resto de las centrales este es un servicio obligatorio y no es compensado. Del mismo modo, existiendo ya un caso especial de una central que funciona con BESS (Battery Energy Storage Saver) se estará preparando un estudio para hacer la evaluación de esta, ya que en el futuro se proyecta que el Perú cuente con más de una BESS.

El COES en general lo que solicita es el que se envíe los registros de frecuencia y potencia diariamente, con esto se busca garantizar la estabilidad del SEIN.

CAPÍTULO IV: ACTIVIDADES DESARROLLADAS

4.1 Situación del Problema

El problema que presentan a las empresas de las unidades de generación que brindan regulación primaria de frecuencia al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional es el envío de esta información al COES, ya que este proceso lo realizan manualmente los operadores de cada unidad invirtiendo varias horas de trabajo y la gran cantidad de datos que conlleva este proceso.

Además, si esta información no es subida correctamente a la extranet a diario antes de las 8 am, las empresas procederán a ser sancionadas con una fuerte multa, ya que esta información es vital para la estabilidad del sistema eléctrico.

A continuación, se realiza el planteamiento del problema a través de la definición y Formulación del Problema.

4.1.1 Determinación del Problema Solución

El problema se determinó debido a que se debe contar con operadores las 24 horas eso significa que se tendrá 2 operadores cada día y la información entregada por los medidores era

entregado al operador del turno mañana y el operador de turno noche era el que tenía que consolidar la información, pero durante este proceso había mucha pérdida de información, por lo que el operador de turno noche tiene que revisar la información ya procesada por el operador del turno mañana, en adición a esto si hace falta algún documento era muy difícil ponerse en contacto con el otro operador. Entonces se decidió hacer un concurso para automatizar este proceso, de este modo evitar la pérdida de información y las multas que deben pagar, en caso esta información no sea enviada a tiempo.

4.1.2 Formulación del Problema

- **Problema General**

¿Cómo automatizar el envío de información diaria de datos de regulación primaria de frecuencia al COES de Unidades de Generación mediante el uso de automatización robótica de procesos?

- **Problemas específicos**

1.- ¿Qué proceso realizan los operadores para que la data de regulación primaria de frecuencia sea enviada correctamente al COES?

2.- ¿Qué inputs se deberán elegir para la automatización correcta?

3.- ¿Cómo medir la confiabilidad de la automatización robótica de procesos?

4.2 Solución

4.2.1 Objetivos

Realizar el envío automático de los datos de regulación primaria de frecuencia de las centrales eléctricas al COES mediante el uso de un proceso robótico automatizado.

4.2.2 Objetivos Específicos

- 1.- Identificar el proceso que el operador realiza diariamente para obtener la data requerida por el COES.
- 2.- Encontrar los inputs correctos para automatizar el envío de reportes hacia el COES correctamente.
- 3.- Evaluar la confiabilidad del proceso automatizado en base a pruebas de ensayo y error.

4.3 Marco Conceptual

Con el avance del tiempo nos hemos dado cuenta de que podemos reducir nuestro tiempo de trabajo usando softwares como Excel, Matlab, Uipath y entre otros para realizar tareas repetitivas que debemos hacer en nuestro día a día, en este proyecto enfatizamos y explicaremos el uso de RPA (Robotic Proccess Automation) aplicado al proceso que realiza el operador de una central para enviar la información que solicita el COES, para el

cumplimiento del PR-21 (Reserva Rotante para la Regulación Primaria de Frecuencia), de ese modo se evitará el mal funcionamiento del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional además de evitar las multas que deberán pagar las empresas al no enviar esta información al COES.

En este proyecto hicimos uso de la Metodología Agile, que incluyo el uso del Kanban y Scrum Master, dividimos el proyecto en 4 sprints y se dio un plazo máximo de 12 semanas, además hicimos uso de nuevas herramientas como el Trello. A continuación, haremos explicación más a fondo de estas aplicaciones y de lo realizado para hacer la entrega del proyecto a tiempo.

4.3.1 *UIPATH*

Este fue el RPA escogido como sabemos hay varios programas que ofrecen la automatización robótica de procesos pero decidimos escoger UIPATH porque es gratuita, es una de las aplicaciones más amigables con el usuario que existen ya que no se necesita saber programar, siempre está en constante actualización, cuenta con un programa de aprendizaje gratuito en su página web, y de por ejemplo en caso de tener dudas cuentan con un foro donde uno puede encontrar respuestas muy rápidas, este programa en específico UIPATH es amigable al usuario no como otros RPAs que están más enfocados a empresas como Blue Prism y Automation Everywhere pueden ver el cuadro de comparación en el anexo1.

Cada día están innovándose más cuentan con eventos continuos además de academia virtuales para que los usuarios puedan aprender más rápido a utilizar esta herramienta, así mismo ya tiene partnership con varias empresas como Google, NASA, AutoDesk entre otras.

Buscan como empresa que el usuario reduzca horas realizando tareas repetitivas y empiecen a automatizar más esas tareas y con

todas las herramientas que ofrecen impulsan a que todos lo hagamos.



FIGURA 2: Logo Aplicación UiPath.

Fuente. www.uipath.com

4.3.2 Scrum Master

El Scrum Master es el encargado de hacer una línea de tiempo además de repartir las funciones que cada participante realizara, habiendo este hecho una reunión previa y haber detectado las habilidades de cada participante, el scrum master armara un cronograma con el kick off (inicio del proyecto), las etapas del proyecto y la marcha blanca (tiempo extra para la revisión del proyecto). Asimismo, será el encargado de programar reuniones frecuentes para asegurarse que las fechas limites programadas se estén cumpliendo.

Esta persona tendrá comunicación constante con el cliente o dueño de la idea del proyecto que se está realizando, será el mediador para saber que hay un buen entendimiento entre los participantes y la idea del producto final que se debe obtener.

4.3.3 Sprints

El sprint es un tiempo de trabajo determinado para terminar de hacer una tarea, mayormente son periodos cortos. El scrum master es el que determina cuantos sprints tendrá el proyecto en el caso de este serán 4 sprints. Los sprints son utilizados para acortar el tiempo de trabajo y acá se ira plasmando lo avanzado en el proyecto.

4.3.4 Kanban

Kanban es un sistema que viene de Japón definido como “tarjetero”, el Kanban es una metodología que solía utilizarse con post-it, en cada post-it se escribe que tarea se debe completar en la fase de proceso en la que se encuentra, de este modo al momento de realizar un proyecto se tendrá una mejor organización, ya que ayuda a visualizar mejor en la etapa que nos encontramos como equipo. Ahora que tenemos más herramientas virtuales día a día podemos encontrar diferentes Kanban boards plasmadas en aplicaciones, como lo son el TRELLO, KANBANIZE, ASANA, entre otros.

Se uso la aplicación TRELLO, ya que este contenía plantillas, determinar para cada tipo de actividad que deseabas, por ejemplo, en nuestro caso contenía una plantilla para iniciar el proyecto, que contenía 3 diferentes etapas y están eran: TO DO (Por hacer), DOING (haciéndose) y DONE (terminado).

TRELLO tiene la opción de cada vez que creas un post-it virtual le pongas un color y se lo asignes alguna persona, de ese modo el equipo podía entrar a la aplicación y ver si alguien ya había terminado una tarea, y otro podrá empezar con asignación. El scrum master podrá revisar el TRELLO constantemente para dar termino a un sprint.



FIGURA 3: Logo Aplicación Trello.
Fuente. www.trello.com

4.3.5 Metodología Agile

La metodología Agile es un método que se creó para repartir el proyecto en diferentes fases de este modo para simplificar el trabajo. En este proyecto hicimos uso de algunas de las herramientas que nos propone el método agile como son el uso de sprints, Kanban y scrum master. Lo más importante de esta metodología es la evaluación diaria no importa el estado del proyecto, esto quiere decir si el proyecto está avanzando, en espera o en retraso, todos los días se realizará una reunión con todo el equipo para dar actualizaciones de este y con qué medidas se tomarán al respecto. Esta metodología ha revolucionado nuestra forma de trabajar ya que gracias a su composición el margen de error es muy bajo.

Se concluye que la metodología agile es muy completa y fue la escogida para realizar el proyecto, En la siguiente imagen podrán ver didácticamente lo que involucra la metodología agile y pasaremos a describir cada una de estas etapas.

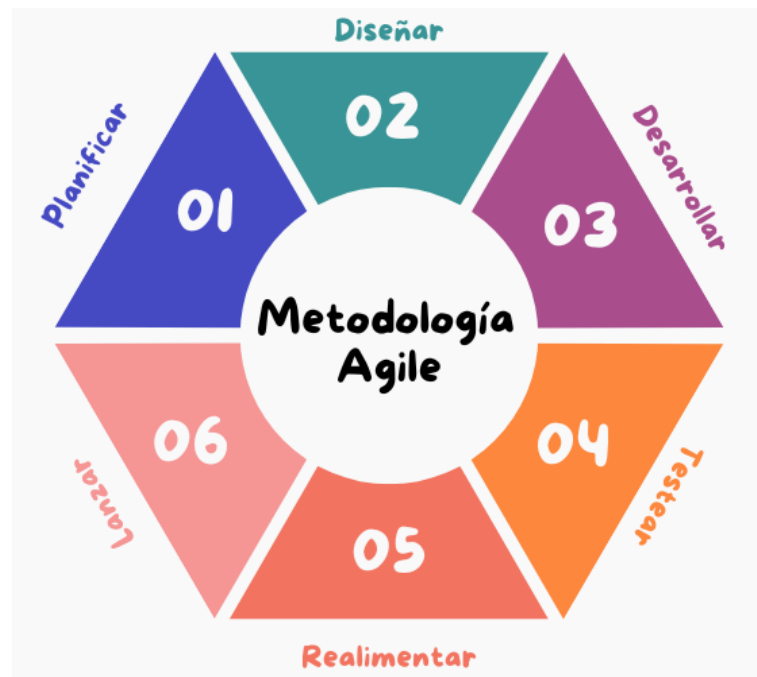


FIGURA 4: Planificación Metodología Agile.
Fuente. Elaboración propia

Planificar: En la etapa de planificación se empezará determinando nuestros objetivos, metas, periodos de reuniones que tareas cumplirá cada persona en el equipo y otros.

Diseñar: En la fase de diseño ya tomaremos las decisiones de que herramientas utilizaremos y trazaremos los subjetivos de cada punto ya planificado anteriormente.

Desarrollar: En la etapa de desarrollo es cuando ya empezamos a trabajar y meternos a fondo en el proyecto tratando de cumplir los objetivos en las fechas pactadas, una vez que ya se desarrolló el proyecto por completo pasaremos a la siguiente fase que será la de testear nuestro trabajo.

Testear: Una vez finalizado el proyecto pasaremos a la fase de testeo, donde probaremos nuestro aplicativo repetidas veces, analizaremos si queremos cambiar algo o dejar el proyecto como esta.

Realimentar: En la fase de realimentación veremos las ventajas, desventajas, fortalezas y debilidades de todo lo realizado en el

proyecto. Analizaremos lo que se pudo haber hecho mejor y también se felicitara el buen desempeño entre otros.

Lanzar: La última fase será el lanzamiento del proyecto esto es cuando ya hemos testeado este y está listo para su uso.

4.4 Etapas del proyecto

4.4.1 *Proceso Antiguo*

El proceso utilizado era el siguiente, las unidades de generación envían los registros de potencia y frecuencia mediante los medidores ION y todos estos son pasados, a formato Excel, estos reportes son enviados 2 veces por día cada 12 horas, para que estos datos lleguen al Centro de Control de Enel Generación. El operador responsable se deberá encargar de reemplazar los valores negativos por “0” ya que estos son requerimientos que solicito el COES, en caso de haber casos faltantes el operador los deberá reemplazar manualmente uno a uno, luego de verificar que todos los datos estén correctos, el operador deberá ordenar la información y pasarlo al formato solicitado por el COES. Por último, se deberá hacer el cambio de formato. xlsx a .csv, estos dos son formatos Excel, pero el COES solicita el formato .csv y el paso final el cargar la información individualmente de cada unidad de generación al sistema de extranet del COES, asegurándose que toda la información fue subida correctamente. Si no se subió la información antes de las 08:00 am de cada día la empresa deberá pagar una multa que esta descrita en el PR-21 del COES, la suma a pagar será de 15,000 US\$ por cada día que no se envió esta. A continuación, se presenta el diagrama del proceso:



FIGURA 5: Proceso envío manual de información del PR-21.

Fuente. Elaboración Propia

4.4.2 Extracción de datos de potencia y frecuencia

Diariamente los medidores de las centrales recopilan datos de potencia y frecuencia al segundo siendo estos más de 5 millones al día, estos datos son enviados al operador para que procese la información, cabe recalcar que no siempre la data enviada es correcta esto quiere decir, que la data que ha sido enviada al operador mediante hojas Excel debe ser revisada para reemplazar datos negativos, celdas vacías, entre otros.

4.4.3 Identificar el proceso realizado por el operador

En esta etapa del proyecto tendremos un checklist de todo el proceso que el operador realiza para procesar la información enviada por el medidor de cada central, procederemos a realizar estas tareas con el RPA (Robotic Process Automation), Automatización robótica de procesos, en este caso se utilizó el software UiPath además de otro software que analiza y procesa la gran cantidad de datos, que en este caso es Matlab.

4.4.4 Evaluar la confiabilidad del proceso automatizado

Para poder evaluar la confiabilidad del proceso automatizado tendremos que realizar el ensayo de prueba y error por una cierta cantidad de tiempo, en este caso fueron de 2 semanas, además en este proyecto enviaremos alertas mediante el celular a través de la aplicación Telegram para que el operador o el equipo encargado de supervisar que el proceso esté funcionando correctamente, sepa si el proceso automatizado ha tenido algún error más adelante, explicaremos este paso con detalle.

4.4.5 Incrementar la confiabilidad del proceso automatizado

En este último paso, lo que haremos será perfeccionar el proceso que hemos creado, a raíz de la prueba y error que ya hemos realizado en la etapa anterior, lo que queremos lograr en esta etapa es que el proceso automatizado sea 100 % confiable, además de

poder implementar mejoras en algún futuro, y este proceso sea más completo.

4.5 Diseño

4.5.1 Planificación de Proyecto

Product Owner: José Huamán

Scrum Master: Zahaira Oblitas

Development Team: Walter Cabanillas

Hilario Espino

Luis Maylle

Plazo: 12 semanas (2 de marcha de blanca)

Sprints: 4

Medio Utilizado para reuniones: MS Project

Kanban: TRELLO

Cronograma de Ejecución:

			SEMANAS					
	Hitos de Proyecto	07/08/2020	01	04	05	10	11	12
1	Kick Off							
2	Almacenamiento de datos							
	Sprint 1							
	Sprint 2							

3	Gestión envío datos							
	Sprint 1							
	Sprint 2							
4	Marcha Blanca							

Cuadro2: Cronograma De Ejecución De Sprints

Fuente. Elaboración propia

4.5.2 Diagrama de flujo del proceso

Una vez realizado el kick off del proyecto se procedió hacer el diagrama de flujo de proceso de la automatización de proceso para el envío de PR-21. Este diagrama de flujo se mostrará desde el paso inicial hasta el proceso Uipath que es cual nosotros nos enfocaremos, pero para eso debemos tener en claro el proceso total que se realiza para no cometer errores

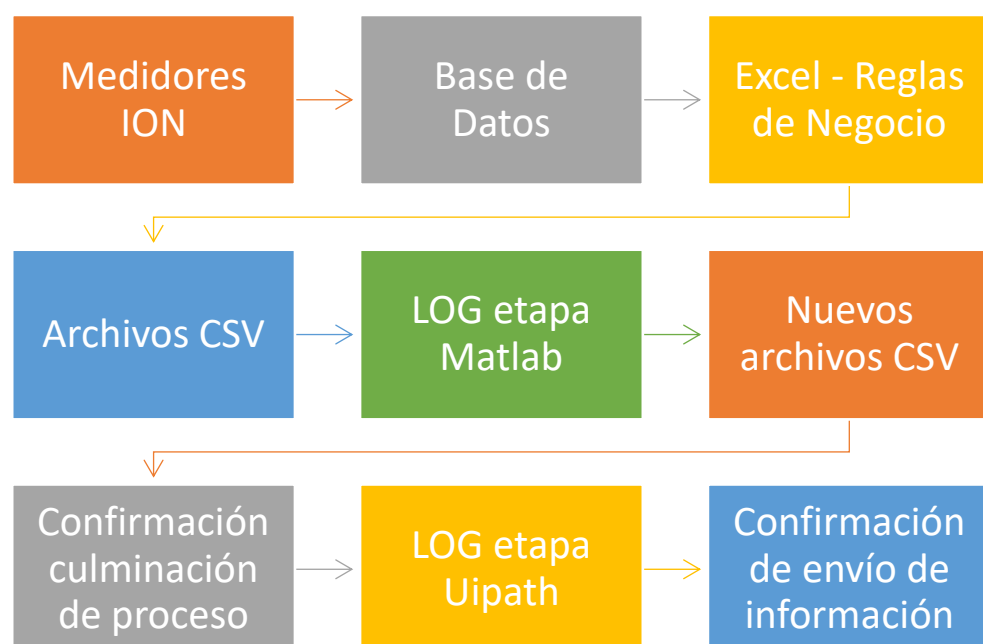


FIGURA 6: Diagrama de flujo de la automatización de envío de información del PR-21.

Fuente. Elaboración Propia

Explicando un poco el proceso que se realizara desde la etapa inicial hasta la final en los medidores ION que enviaran a la base de datos vía mail 2 veces al día, este Excel tiene algunas reglas de negocio con la que este debe contar que son día, mes, año, debe estar la información por segundo no se verificara todo esto solo el encabezado ya que más adelante este proceso se realizará automáticamente. Luego estos Excel serán pasados a archivos CSV para ser insertados en un programa ya determinado en MATLAB, este programa indicara si los archivos CSV son correctos con un OK. Empezaremos con la etapa Uipath donde con los nuevos archivos csv. El Uipath hará una serie de procesos para verificar que toda la información es correcta una vez hecho esto además de cumplir otras reglas de negocio que explicaremos más adelante el último paso donde verificaremos que el proceso se realizó correctamente será una alerta que nos enviará el Uipath mediante la aplicación Telegram. Así acaba nuestro proceso.

4.5.3 Centrales o Unidades de Generación

Enel cuenta con 14 centrales en total de diferentes tipos como térmicas, hidroeléctricas, solares y eólicas, asimismo también cuenta con una reserva fría “La Reserva Fría de Talara”. Cabe mencionar que ha estas centrales se les incluye 2 centrales hidroeléctricas de parte de la concesionaria Chinango SAC que son las centrales de Chimay y Yanango. En la siguiente tabla mencionaremos todas las centrales que posee con su respectiva

unidad de generación donde:

- C.T.: Central Térmica
- C.H.: Central Hidroeléctrica
- C.E.: Central Eólica
- C.S.: Central Solar Fotovoltaica

CENTRAL	UNIDAD DE GENERACIÓN
C.T. Santa Rosa	TG7 West
	UTI5
	UTI 6
C.T. Santa Rosa II	TG8 Siemens
C.T. Ventanilla	VENT_TG3
	VENT_TG4
	VENT_TV
	BESS
C.T. Malacas 1	TG6
C.T. Malacas 2	TG4
Reserva Fría de Talara	TG5
C.H. Callahuanca	CALL1
	CALL2
	CALL3
	CALL4
C.H. Her1	G3
	G4
C.H. Huampaní	HPNI1
	HPNI2
C.H. Huinco	HCO1
	HCO2
	HCO3
	HCO4
C.H. Matucana	MAT1

	MAT2
C.H. Moyopampa	MOY1
	MOY2
	MOY3
C.H. Yanango	YANAN1
C.H. Chimay	CHIMAY1
	CHIMAY2
C.E. Wayra I	-
C.S. Rubí	-

*Cuadro 3: Centrales Con Sus Respectivas Unidades De Generación
Fuente. Elaboración propia*

Anteriormente se explicó que no todas las centrales podrían brindar RPF como las centrales solares o eólicas además también de la reserva fría ya que esta solo será encendida para pruebas en caso de que se desee verificar su correcto funcionamiento o en emergencia.

Como especial adición tenemos a la BESS perteneciente a la central de Ventanilla si bien esta aún no está incluida en el PR-21 se debe enviar la data correspondiente para que el COES la evalúe constantemente.

La data extraída está en base a las unidades de generación con las que cuenta cada central, entonces en el cuadro anterior solo las centrales en color verde son las incluidas en este proyecto, las demás por motivo de potencia o que estén incluidas como RER no serán tomadas en cuenta.

4.5.4 Reglas de Negocio

a. Completar datos y eliminación de valores negativos

Algunas veces la información extraída de la BD está incompleta y/o presenta valores negativos; para esto se cuenta con la siguiente rutina implementada:

- Reemplazo de valores negativos de medición con “0”
- Dividir los valores de potencia entre 1,000 para pasarlos a “MW”
- Completar los datos faltantes con “0”

Como se ha mencionado anteriormente se recoge datos por segundo, entonces como paso final haremos la verificación de que existan 84,600 datos de potencia y frecuencia por cada central o unidad de generación.

b. Configuración como unidad de generación

Cada unidad de generación cuenta con un código único que identifica su punto de medición en la BD y la extranet del COES, los datos de potencia activa son almacenados con un código único igual “6”, mientras que los datos de frecuencia son almacenados con un código único igual a “1”. La información se almacena bajo esta regla en resolución de un dato por segundo.

c. Configuración como central de generación

La potencia activa del modo central corresponde a la suma de todas las unidades pertenecientes a la misma central.

La frecuencia representativa del modo central considera el siguiente orden:

- Tomar la frecuencia de la unidad 2, en caso no exista información;
- Tomar la frecuencia del Grupo 1, en caso no exista información;
- Tomar la frecuencia del Grupo 3, en caso no exista información;

- Tomar la frecuencia del Grupo 4, en caso no exista información; seguir con la rutina hasta el último grupo de la central. Ver la siguiente figura a manera de ejemplo.

PERIODOS	G1	G2	G3	G4	CENTRAL
1	60		62	59	60
2	60		62	59	60
3	60		62	59	60
4			62	59	62
5	60		62	59	60
6	60	61	62	59	61
7	60	61	62	59	61
8	60	61	62	59	61
9	60	61	62	59	61
10				59	59
11	60	61		59	61
12	60	61		59	61
13		61	62	59	61
14			62	59	62
15		61	62	59	61
16		61	62	59	61
17			62	59	62
18			62	59	62
19			62	59	62
20			62	59	62
21				59	59
22				59	59
23				59	59
24	60			59	60

FIGURA 7: Screenshot Excel mostrando la frecuencia de las centrales

d. Archivos de trabajo

Los archivos de trabajo son los que usaran para ser ingresados a un programa de Matlab predeterminado ya por el centro de control en

esta lista se muestra los archivos que deben estar incluidos:

- configPR21
- Reloj.m
- Reloj2.m
- LeerConfig
- OpManual
- PR21A_BEES_Vent
- PR21A_Callahuanca
- PR21A_Callahuanca_C
- PR21A_Chimay
- PR21A_Chimay_C
- PR21A_Huampani
- PR21A_Huampani_C
- PR21A_Huinco
- PR21A_Huinco_C
- PR21A_Malacas
- PR21A_Matucana
- PR21A_Matucana_C
- PR21A_Moyopampa
- PR21A_Moyopampa_C
- PR21A_StaRosa
- PR21A_Ventanilla
- PR21A_Yanango
- Prueba
- SQL_Frecuencia
- SQL_PR21_ayer
- TAB_PR21_ayer
- XLS_PR21_ayer

4.5.5 Pasos del proceso

a. Consulta al servidor de medidores

El código en Matlab consulta los datos de potencia y frecuencia al segundo de los medidores de cada una de las unidades de generación. La cantidad de registros extraídos es de más de 5 millones y su tiempo de ejecución promedio es de 4 minutos.

Centrales	Códigos
BESS	47545
Callahuanca	30712
Chimay	44649
Huampani	30709
Huinco	30724
Matucana	30710
Moyopampa	30711
Yanango	533
Malacas tg4	30
Malacas tg5	479
Malacas tg6	287
Santa Rosa uti5	70
Santa Rosa uti6	71
Santa Rosa tg7	30708
Santa Rosa tg8	434
Ventanilla tg3	45
Ventanilla tg4	46
Ventanilla tv	420

Cuadro 4: Códigos Respectivos De Cada Central

Fuente. Elaboración propia

b. Configuración para la generación de archivos .CSV

A partir del archivo Excel “configPR21” se definen los archivos de salida en configuración por central o unidades de generación, el encargado de la evaluación de los operadores del Centro de Control decidirá dicha configuración en base al seguimiento del desempeño de las unidades.

	A	B	C	D	E	F
1	HCO	CENT	1	2	3	4
2	MAT	UNID	1	2	3	4
3	CAL	CENT	1	2	3	4
4	MOY	CENT	1	2	3	4
5	HPN	CENT	1	2	3	4
6	YAN	UNID	1	2	3	4
7	CHI	CENT	1	2	3	4
8	SRO	CENT	1	2	3	4
9	VEN	CENT	1	2	3	4
10	MAL	CENT	1	2	3	4

FIGURA 8: Screenshot Excel de centrales indicando su prioridad

Donde cada columna se refiere a lo siguiente:

- A) CENTRAL: solo informativo, e sistema no lo toma en cuenta
- B) TIPO AGREGACIÓN: indicar “UNID” para que la agregación se haga por unidad. Para cualquier otro valor hace la agregación por central “CENT”. La agregación por central NO está programada para las centrales térmicas.
- C) PRIORIDAD 1: número de la unidad del que se tomará el valor de frecuencia para la agregación por central

D) PRIORIDAD 2: número de la unidad del que se tomará el valor de frecuencia para la agregación por central, en caso el valor de frecuencia encontrado en PRIORIDAD 1 sea cero (0).

E) PRIORIDAD 3: lo mismo anterior, pero para la PRIORIDAD 2

F) PRIORIDAD 4: lo mismo anterior, pero para la PRIORIDAD 3

c. Procesamiento de datos

Por cada central o unidad de generación de todos los registros extraídos de la BD se dispone una matriz de 86,400 con dos columnas (una de potencia y otra de frecuencia). Luego se ejecutan las reglas de negocio (la BESS queda excluida de la eliminación de valores negativos de la potencia). Una vez hecho este arreglo, se lee si la configuración corresponde por central o unidad de generación.

d. Generación de archivos .CSV

Los archivos son creados en base al formato predefinido por el COES, en el que en la primera fila se asignan los puntos de medición que son los códigos de identificación de cada central o unidad de generación.

1	PTOMEDICODI, 64, 64, 65, 65
2	TIPOINFOCODI, 1, 6, 1, 6
3	FECHA (AAAA-MM-DD), 2020, 8, 28
4	EMPRESA, EDEGEL, EDEGEL, EDEGEL, EDEGEL
5	CENTRAL, MATUCANA, MATUCANA, MATUCANA, MATUCANA
6	EQUIPO, CHM, CHM, CHM, CHM
7	fecha hora, mw, freq, mw, freq
8	00:00:00, 45.471 , 59.991 , 45.384 , 59.990
9	00:00:01, 45.314 , 59.993 , 45.388 , 59.992
10	00:00:02, 45.402 , 59.993 , 45.347 , 59.993
11	00:00:03, 45.290 , 59.990 , 45.370 , 59.991
12	00:00:04, 45.408 , 59.987 , 45.360 , 59.988
13	00:00:05, 45.368 , 59.986 , 45.339 , 59.986
14	00:00:06, 45.233 , 59.985 , 45.216 , 59.986
15	00:00:07, 45.080 , 59.982 , 45.094 , 59.983
16	00:00:08, 44.802 , 59.976 , 45.027 , 59.978
17	00:00:09, 44.310 , 59.972 , 44.701 , 59.973
18	00:00:10, 44.276 , 59.972 , 44.401 , 59.972
19	00:00:11, 44.110 , 59.976 , 44.384 , 59.974
20	00:00:12, 44.223 , 59.981 , 44.426 , 59.980
21	00:00:13, 43.954 , 59.980 , 44.311 , 59.980
22	00:00:14, 43.925 , 59.980 , 43.823 , 59.980
23	00:00:15, 43.969 , 59.972 , 44.115 , 59.977
24	00:00:16, 44.317 , 59.954 , 43.924 , 59.959
25	00:00:17, 44.291 , 59.932 , 43.950 , 59.938
26	00:00:18, 44.313 , 59.913 , 44.450 , 59.918

FIGURA 9: Screenshot Notepad información que se plasmara en archivos .CSV

e. LOG de la etapa Matlab

El proceso en la etapa Matlab genera un LOG para evidenciar el estado de la calidad de los datos.

1	2020
2	8
3	29
4	5011142
5	unidad, numDatPot, numDatFrec, numNegPot, numNegFrec, numVacPot, nu
6	Hco1,86400,86400,1,0,0,0
7	Hco2,86400,86400,3,0,0,0
8	Hco3,86400,86400,6,0,0,0
9	Hco4,86400,86400,13,0,0,0
10	Mat1,86399,86399,0,0,1,1
11	Mat2,86400,86400,0,0,0,0
12	Cal1,86400,86400,0,0,0,0
13	Cal2,86400,86400,0,0,0,0
14	Cal3,86400,86400,0,0,0,0
15	Cal4,86400,86400,0,0,0,0
16	Moy1,86400,86400,0,0,0,0
17	Moy2,86400,86400,0,0,0,0
18	Moy3,86400,86400,19,0,0,0
19	Hpn1,86400,86400,0,0,0,0
20	Hpn2,86400,86400,0,0,0,0
21	Yan1,86400,86400,0,0,0,0
22	Chi1,86400,86400,0,0,0,0
23	Chi2,86400,86400,0,0,0,0
24	SRO5,86400,86400,0,0,0,0
25	SRO6,86400,86400,0,0,0,0
26	SRO7,86372,86372,0,0,28,28
27	SRO8,86400,86400,0,0,0,0
28	Ven3,86400,86400,0,0,0,0
29	Ven4,86400,86400,0,0,0,0
30	Ven5,86400,86400,0,0,0,0
31	VenB,86400,86400,86400,0,0,0
32	Mal4,86400,86400,0,0,0,0
33	Mal5,86400,86400,0,0,0,0
34	Mal6,86400,86400,0,0,0,0

FIGURA 10: Screenshot Matlab con la información de los generadores

Donde cada fila se refiere a lo siguiente:

Fila 1 a 3: Referidas a la fecha de generación del archivo

Fila 4: Número de registros importados de la base de datos

Fila 5: Cabecera de contador de datos

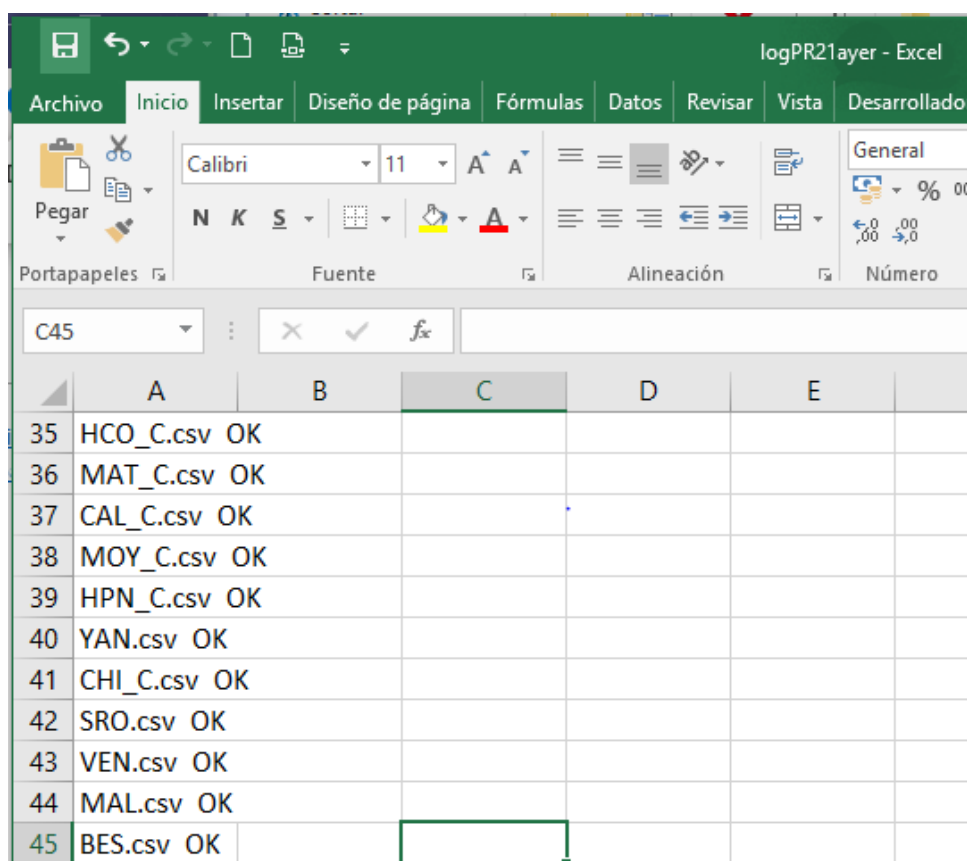
Fila 6 a 34: Número de registros por unidad (potencia, frecuencia, negativos, vacíos)

f. Guardar archivos .CSV

Los archivos .csv serán guardados de 2 formas uno estará en un disco local esto quiere decir en el computador donde se encuentre el aplicativo, y se hará una copia de seguridad en la nube.

g. Confirmación de la culminación del proceso

Para verificar la confirmación de la culminación del proceso tiene el siguiente LOG:



	A	B	C	D	E
35	HCO_C.csv OK				
36	MAT_C.csv OK				
37	CAL_C.csv OK				
38	MOY_C.csv OK				
39	HPN_C.csv OK				
40	YAN.csv OK				
41	CHI_C.csv OK				
42	SRO.csv OK				
43	VEN.csv OK				
44	MAL.csv OK				
45	BES.csv OK				

FIGURA 11: Screenshot Excel terminado el LOG Matlab

Donde cada fila se refiere a lo siguiente:

- Fila 35 a 45: Evidencia de generación de archivo .CSV por central o unidad de generación "OK".

En caso una central o unidad de generación no haya sido creado no aparecerá la evidencia, por lo que se tendrá que revisar.

h. LOG de la etapa UiPath

Primero se procedió a hacer el flujo de procesos con los inputs seleccionados para plasmar lo que deseábamos en el UiPath para luego proceder a programar estos pasos en el programa.

La información RPF es cargada al sistema extranet del COES:

<https://www.coes.org.pe/extranet/WebForm/Account/Login.aspx>

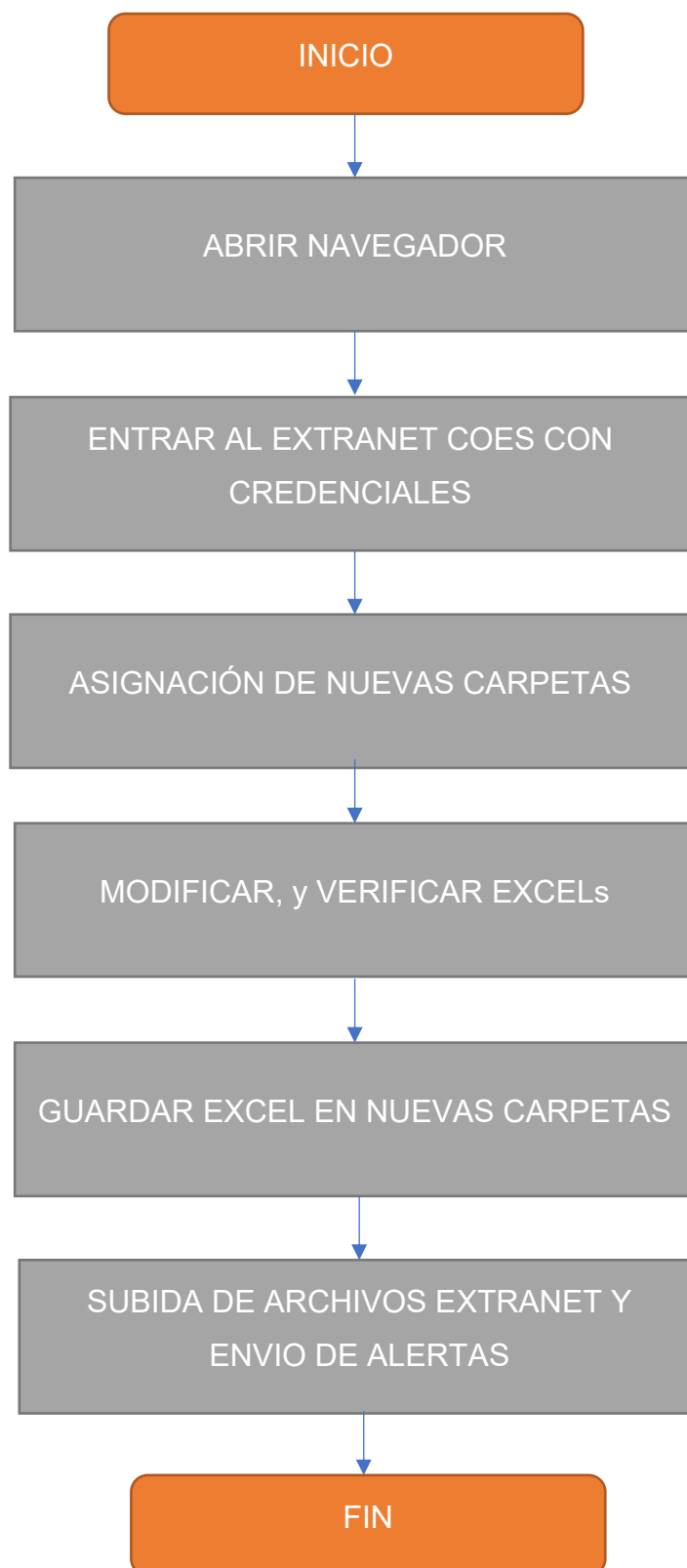


FIGURA 12: Flujo De Proceso Log Uipath

Fuente. Elaboración propia

Explicación De Cada Paso Del Flujo De Proceso:

Primer Paso: Abrir Navegador

El primer paso que realizara UiPath será abrirá el navegador Chrome y tipeara la página web de la extranet COES.

Segundo Paso: Entrar Al Extranet COES Con Credenciales

Seguido de esto tipeara las credenciales esto quiere decir usuario y contraseña en la extranet COES.

Tercer Paso: ASIGNACIÓN DE NUEVAS CARPETAS

Procederá a crear nuevas carpetas con cada una de las centrales en estas se guardará posteriormente los nuevos archivos.

Cuarto Paso: Modificar Y Verificar Excel

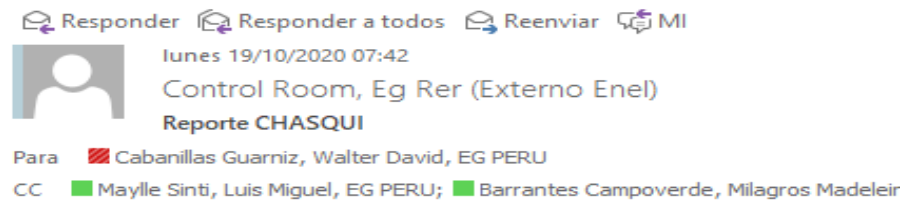
El UiPath procederá a abrir cada uno de los archivos Excel que se guardó anteriormente con el programa Matlab, revisara si se encuentran los 86400 datos además de rellenar celdas vacías cambiar datos de ser necesario si no lo es solo verificara los archivos y proseguirá con el siguiente paso.

Quinto Paso: Guardar Excel En Las Nuevas Carpetas

Una vez ya verificado todos los Excel procederá a guardar estos nuevos archivos en las nuevas carpetas agregadas anteriormente.

Sexto Paso: Subida De Archivos Al Extranet Y Envío De Alertas

Se subirás los archivos a la extranet del COES, una vez hecho esto el COES procede a decir si se cargó correctamente el archivo o no, el UiPath tomara esta información para luego enviar un correo alerta al Centro de Control de este modo ellos podrán saber si el proceso se realizó correctamente.



10/19/2020 07:23:38

Reporte CHASQUI

HCO: OK...! - OK...! - Proceso completado...

MAT: OK...! - OK...! - Proceso completado...

CALL: OK...! - OK...! - Proceso completado...

MOY: OK...! - OK...! - Proceso completado...

HPNI: OK...! - OK...! - Proceso completado...

YAN: OK...! - OK...! - Proceso completado...

CHIM: OK...! - OK...! - Proceso completado...

SRSA: OK...! - OK...! - Proceso completado...

VENT: OK...! - OK...! - Proceso completado...

MALA: OK...! - OK...! - Proceso completado...

BESS: OK...! - OK...! - Proceso completado...

10/19/2020 07:42:14

FIGURA 13: Screenshot Outlook correo enviado a centro de control

Una vez terminada la configuración del aplicativo este nos aseguremos que funcione al menos 2 veces al día, de este modo asegurar que tenga un funcionamiento correcto, entonces lo que se hizo fue utilizar el programador de tareas de Windows y se programándolo dos veces al día uno será las 1:15 am y el siguiente será a la 4:55 am, de este modo de no haberse subido la información correctamente en la primera pasada , se espera que el aplicativo corrija este error en la segunda pasada de este modo será 100% confiable. Durante la marcha blanca tuvimos 3 diferentes escenarios que se mostraran en el anexo2 hasta que llegamos al funcionamiento ideal.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones del proyecto

- a) Se concluyo que automatizar el proceso reduce las horas de trabajo considerablemente que el operador solía invertir al realizar esta tarea y ahora este podrá utilizar este tiempo para realizar otras.
- b) Encontrar los inputs adecuados para realizar el diseño de la automatización fue fundamental para el proceso funcione correctamente y asegurarnos de que se esté realizando el envío de información hacia el COES.
- c) Con las pruebas de ensayo y error realizados en la marcha blanca del aplicativo notamos que tiene una confiabilidad del 100%, esto quiere decir que no nos debemos preocupar por este ya que el aplicativo se correrá 2 veces una vez a la 1 am y la segunda vez a las 5 am, si la primera vez no fue subida la información correctamente en la segunda vez arreglare los errores, y se subirá la información con éxito.
- d) Demostramos que es posible hacer una automatización robótica de procesos para poder realizar el envío de información de la reserva rotante de la regulación primaria de frecuencia al COES diariamente.
- e) Mejorar la calidad y confiabilidad de la información que se envía al

COES ya que el aplicativo se cerciora de que la información sea la correcta antes de subirla a la extranet

- f) Aplicativo beneficioso ya que este puede ser usado en cualquier computador.

5.2 Recomendaciones

- a) Migrar el proyecto a un entorno web de ese modo se podrá abrir en cualquier lado no importa la ubicación geográfica.
- b) Utilizar los servidores en Google/ Amazon
- c) Integración de otras aplicaciones en entorno del Matlab de ese modo tendríamos un proceso netamente automatizado de principio a fin.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA Y GLOSARIO

6.1 Bibliografía

- [1] Glosario de términos de electricidad, página web: https://www.guemisa.com/articulos/glosario_elec_es.pdf
- [2] Ficha técnica Unidades de generación SEIN, página web: <https://www.coes.org.pe/Portal/Equipamiento/FichaTecnica>
- [3] Aplicación Uipath, página web: <https://www.uipath.com/>
- [4] PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SEIN (PDF)
- [5] aplicación Telegram, página web: <https://telegram.org/>
- [6] Metodología Agile, página web: <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/#:~:text=Por%20definici%C3%B3n%2C%20las%20metodolog%C3%ADas%20%C3%A1giles,las%20circunstancias%20espec%C3%ADficas%20del%20entorno.>
- [7] comparación Uipath, pagina web: <https://www.gartner.com/reviews/market/robotic-process-automation-software/compare/product/automation-360-vs-blue-prism-intelligent-automation-platform-vs-uipath-business-automation-platform>
- [8] Metodología Agile ventajas, página web: <https://www.progressalean.com/metodologia-agile/>

6.2 Glosario

- a. BESS: Battery Energy Storage Systems o Equipos de almacenamiento de Energía
- b. Central eléctrica: Lugar y conjunto de instalaciones utilizadas para la producción de energía eléctrica. (“GLOSARIO SENER ELECTRICIDAD”)
- c. COES: Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional.
- d. Frecuencia: Número de veces que ocurre un suceso periódico cada unidad de tiempo. "Su unidad es veces por segundo, que se representa por 1/s, que se llama hertzio, de símbolo Hz; es decir, $1/s=Hz$." (“frecuencia - Diccionario de Ingeniería Eléctrica - USAL”)
- e. Kanban: Letrero o tarjeta en japonés
- f. Kick Off: Inicio del proyecto.
- g. LOG: Entrada de un proceso.
- h. MW (Mega watt): Múltiplo de la potencia activa, que equivale a un millón de watts.
- i. PR-21: Procedimiento técnico 21
- j. Regulación Primaria de Frecuencia: Respuesta automática medida en Mw. de la unidad generadora al activarse el sistema de gobierno de la misma, ante un cambio en la frecuencia eléctrica del sistema con respecto a su valor nominal (“Inelsa | Glosario de términos eléctricos”)
- k. RER: Recursos Energéticos Renovables
- l. Reserva rotante: es la diferencia entre la suma de las capacidades disponibles en el corto plazo de las unidades sincronizadas al sistema y la suma de las potencias realmente entregadas al sistema

en un momento dado.

- m. RPA: Robotic Automation Proccess o Automatización Robótica de Procesos.
- n. RPF: Regulación Primaria de Frecuencia
- o. Scrum Master: Responsable de la productividad del equipo de trabajo
- p. SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado
- q. Sprint: Tiempo de un evento o actividad.
- r. Unidad de Generación: Es la máquina rotatoria, compuesta de un motor primario ya sea: turbina hidráulica, de vapor, de gas, o motor diésel, acoplados a un generador eléctrico, se incluyen además la caldera y el transformador de potencia.
- s. Unidad en Reserva Fría: Es toda unidad desconectada del Sistema Eléctrico Nacional y que está disponible.

CAPITULO VII: ANEXOS

7.1 Anexo 1: Cuadro comparativo Uipath

En el siguiente cuadro el Uipath es uno de los programas más amigables ya que los otros requieren algo de conocimiento de programación y tienen un costo mayor ya que son para procesos muy complejos.

Feature	UiPath	Blue Prism	Automation Anywhere
Accuracy	Great for citrix automation designed for bpo	Desktop, web and citrix automation	Reasonable accuracy
Robots	Front office & back office	Back office	Front office & back office
Learning	Visual	Ability to develop and control	Basic developer
Reusability	Yes	Yes	Yes
Cognitive Capability	Medium	Medium	Medium
Recorder	Yes	No	Yes
Architecture	Web based orchestrator	Client server architecture	Client server architecture
Reliability	Moderate	Very High	High
Process Designer	Visual designer	Visual designer	Script based
Technology	Microsoft – sharepoint wf , elasticsearch, kibana	C #	Microsoft
Certification	Yes and Free online	Yes	Yes
Pricing	Entry level pricing	Higher cost of deployment	High cost of acquisition

FIGURA 14: Tabla de comparación Uipath.vs Blue Prism vs automation Anywhere
Fuente. Gartner

7.2 Anexo 2: Escenarios marcha blanca

CASO 1:

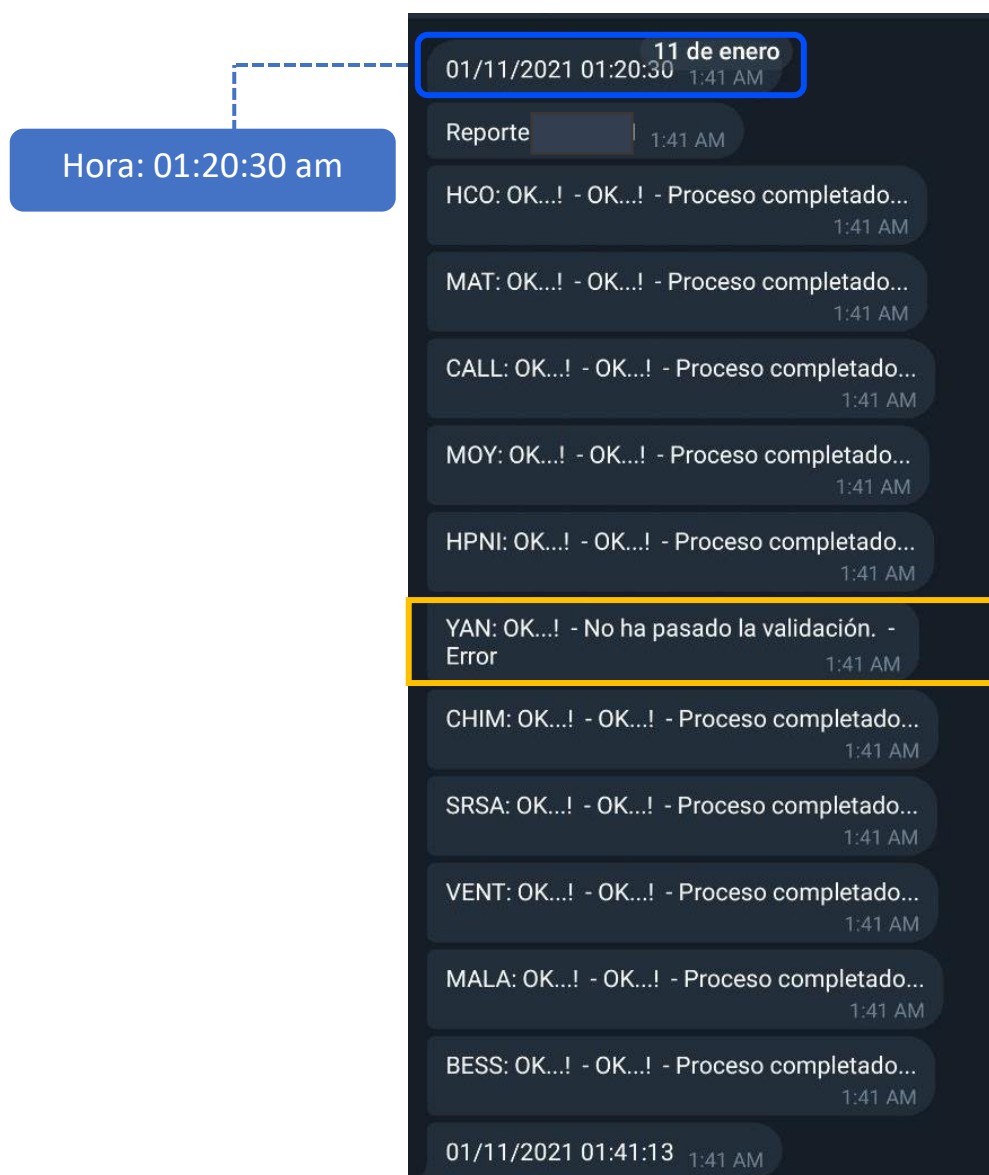


FIGURA 15: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM
Caso1 1am

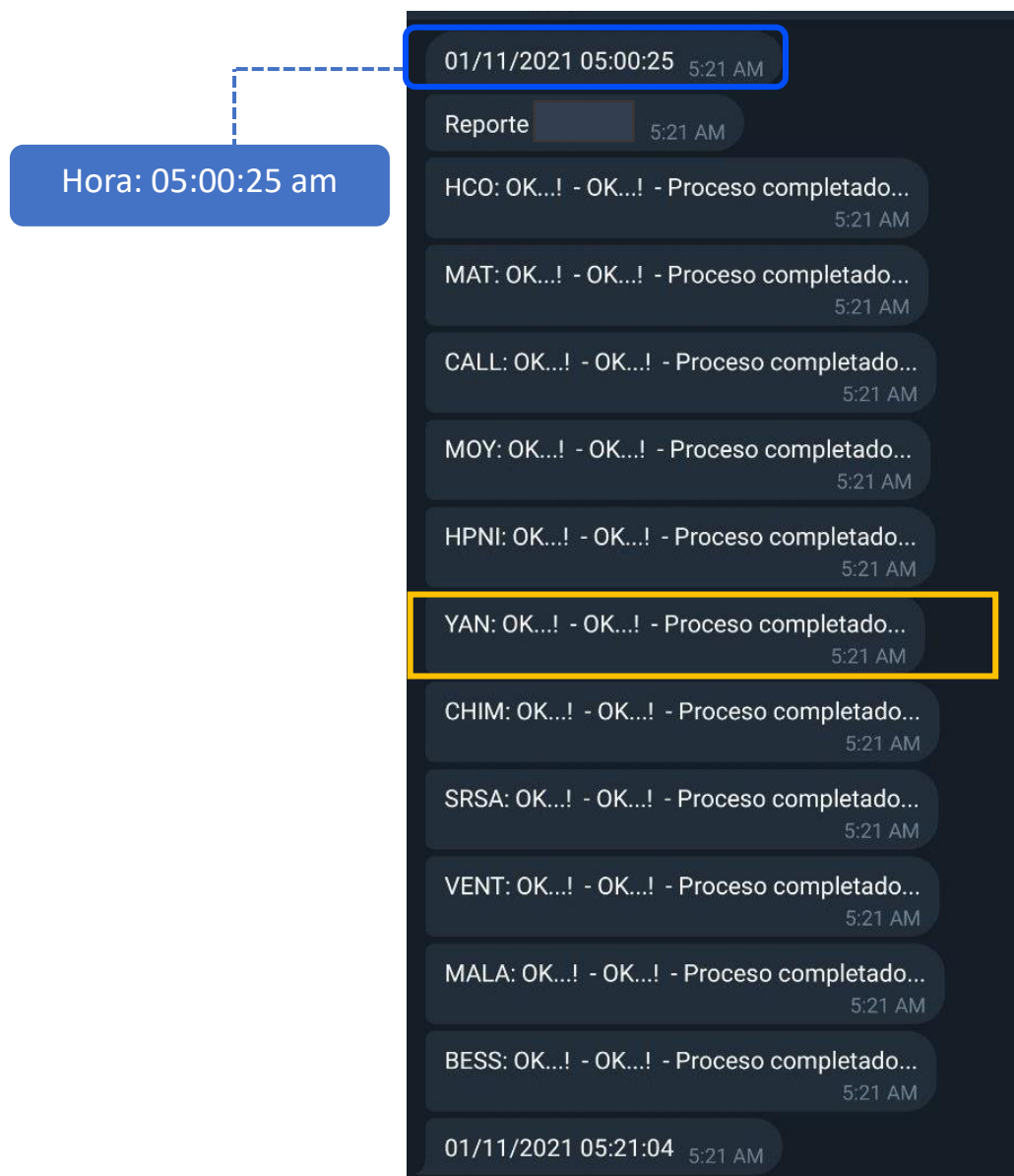


FIGURA 16: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM
Caso1 5am

En el caso 1, las alertas de la 1am mencionan que en una central No ha pasado validación, pero en la alerta de las 5am indica que el proceso está completo entonces esto significa que la aplicación cumplió correctamente y no se debe hacer ningún cambio.

CASO 2:

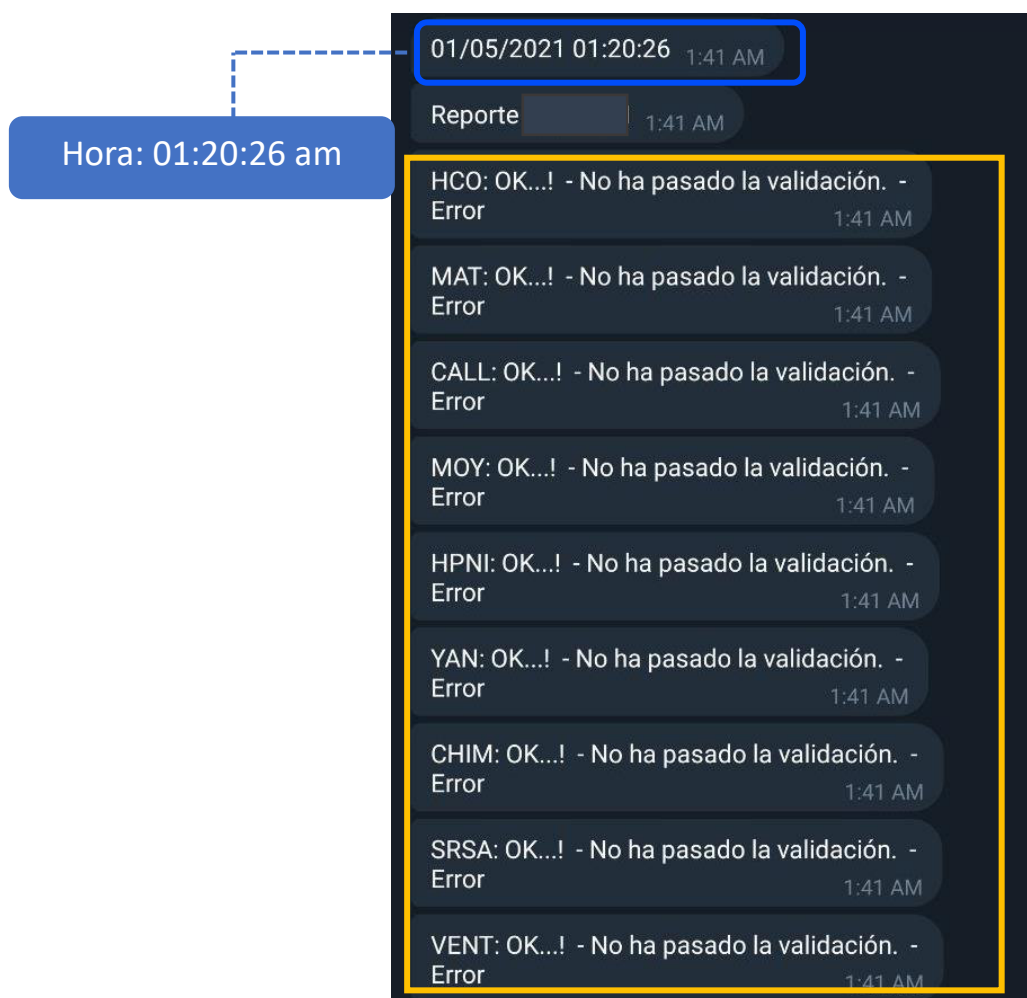


FIGURA 17: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM
Caso2 1am

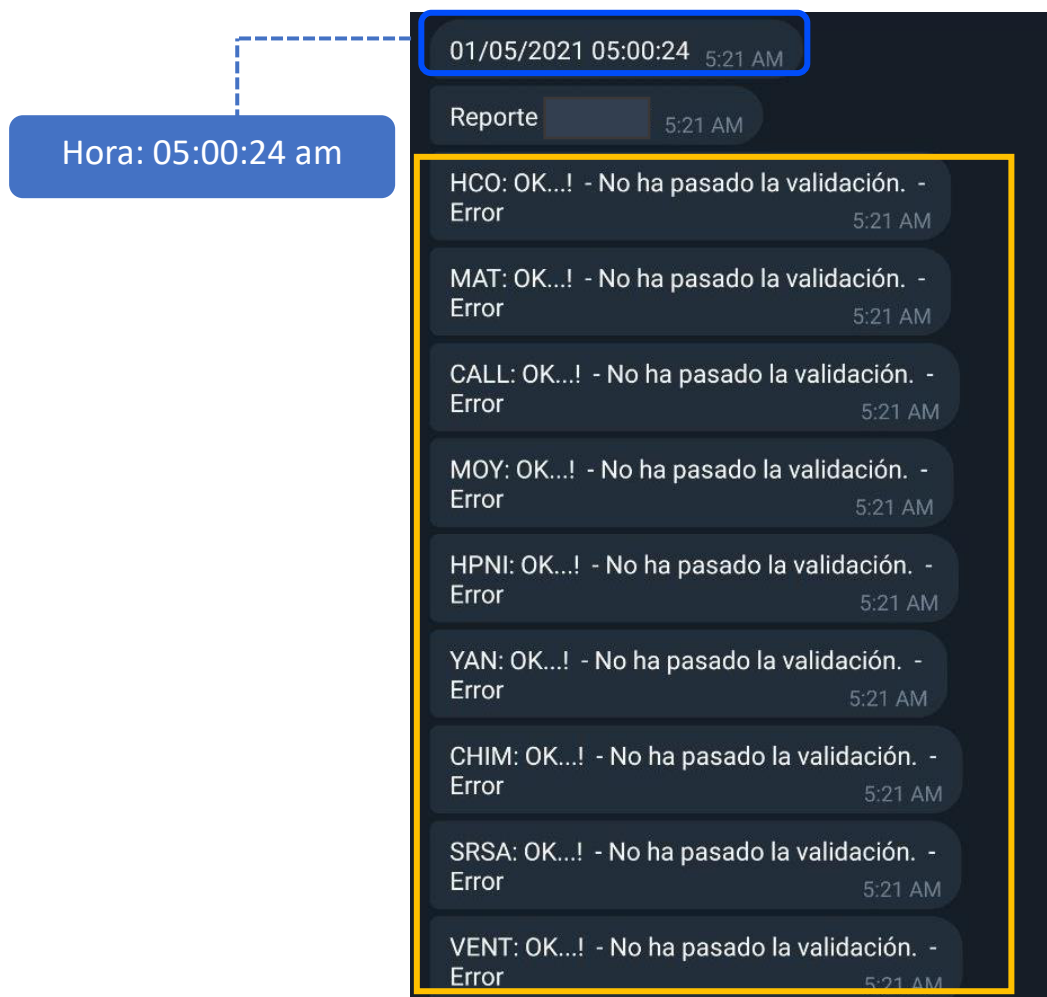


FIGURA 18: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM
Caso2 5am

En el caso 2, podemos ver que tanto a la 1am y 5am ninguna de las centrales ha pasado validación esto puede suceder por varios factores, en este caso es el operador será el encargado de subir la información a la extranet COES.

CASO 3:

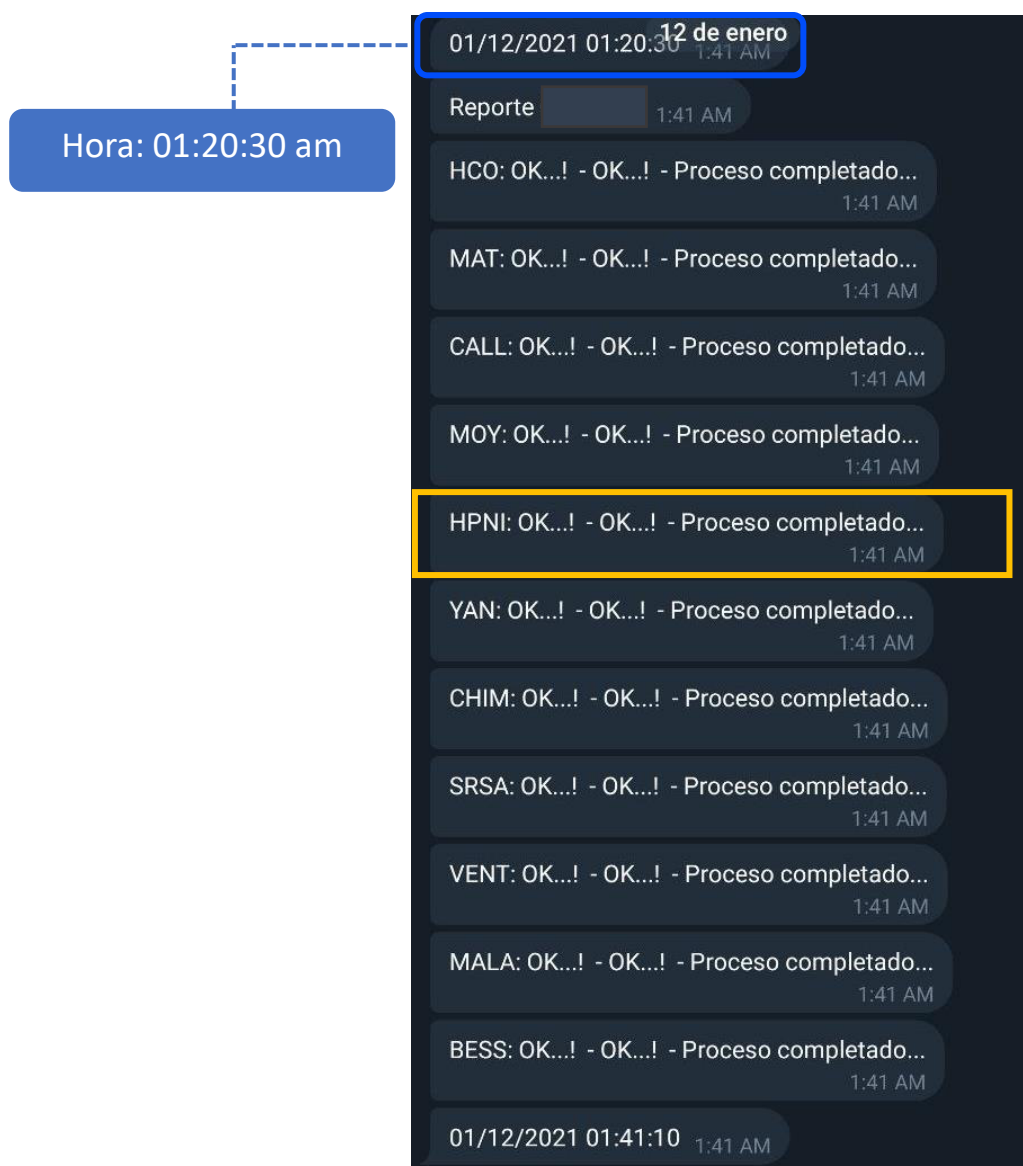


FIGURA 19: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM
Caso3 1am

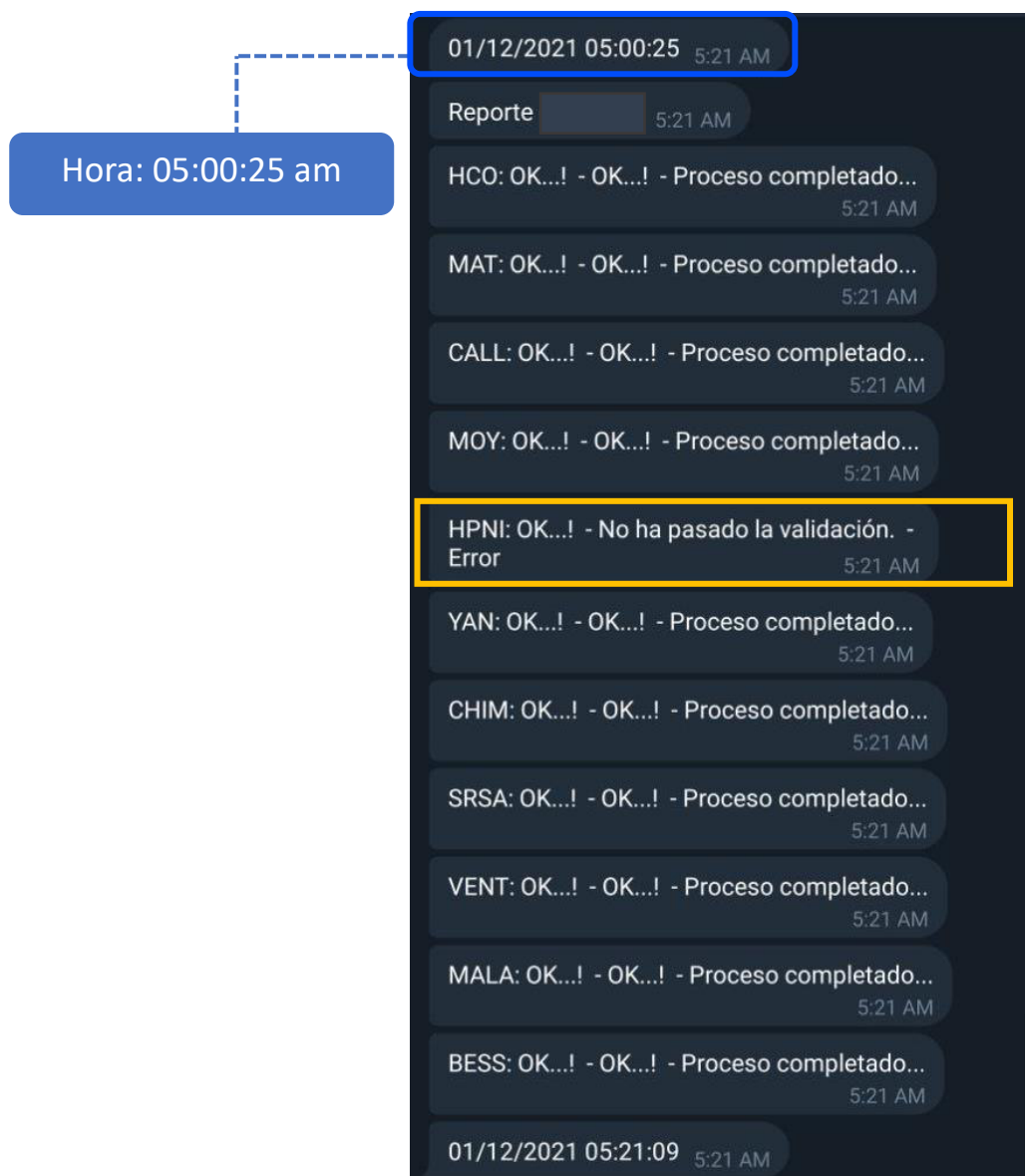


FIGURA 20: Screenshot Aplicación móvil TELEGRAM
Caso3 5am

En este último caso se puede notar que a la 1:20 am toda la información fue cargada correctamente, pero a las 5:00 am se puede notar que aparece un mensaje que dice “No paso validación – Error”, en este caso nadie debe intervenir ya que la información ya fue cargada correctamente a la extranet. El caso 1 y 3 son nuestros casos ideales, ya que la información ha sido cargada y al final de la marcha blanca estos fueron los que se obtuvieron por eso podemos decir que este proceso fue automatizado con un 100% de confiabilidad.