



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL EN GRUPO TERRA: ENERGÍA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN ENERGÍA

PRESENTADO POR:

21551022 MARÍA FERNANDA JACKSON RUÍZ

ASESOR: ING. VIELKA SOFÍA BARAHONA

CAMPUS SAN PEDRO SULA; ABRIL, 2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con esta vida mucho mejor de la que merezco, por guiarme siempre, y más que todo, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi mamá: Sussy, mi modelo a seguir, por ser la principal promotora de mis sueños, por confiar y creer en mí, cuando ni yo misma podía, por confiar y creer en mis metas, por los consejos, valores y principios que me ha y sigue inculcando. A mi hermano, Joel, por ser mi compañero desde siempre, por aconsejarme, siempre darme su apoyo incondicional; a pesar de ser menor, siempre fue sabio al influir sobre mis decisiones.

Al resto de mis familiares, que siempre han tenido fe en mí y han hecho que este logro sea de ellos también.

Agradezco a "los kul de eneryi", por apoyarme, cuidarme y ayudarme siempre; mi mejor amiga, Nadia, quien jamás me dejó sola desde el momento que nos conocimos; a Orlando, no hubiese querido a otro compañero a lo largo de estos años; a mis amigos que siempre estuvieron conmigo durante las buenas y las malas y nunca dejaron que me rindiera, Josué, Carlos, Edwin, Francisco, Marcial, Antonio, David, Juan, Fernando, Jordi, Arturo, Luis y Daniel. A los ingenieros que han sido más que docentes para mí, ing. Alicia, ing. Franklin e ing. Claudia.

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada a mi mamá, a quién le he dado toneladas de razones para no quererme y aun así ninguna de ellas cambió su amor por mí.

RESUMEN EJECUTIVO

La Práctica Profesional se realizó en la empresa Grupo Terra, en la división de Energía Renovable, teniendo como objetivo la aplicación práctica del conocimiento adquirido durante la carrera de Ingeniería en Energía.

El departamento al cual se me asignó fue al departamento de energía renovable en las dos plantas de energía solar fotovoltaica del sur, ubicadas en Choluteca. Aquí se laboró en el área de supervisión, operación y mantenimiento. Las labores y actividades son parte de un plan de O&M, operación y mantenimiento.

Como punto de inicio se observaron los diferentes sistemas de instrumentación y medición con los que la empresa cuenta, a través de los mantenimientos preventivos y correctivos que son realizados por el departamento de operación y mantenimiento, para así determinar mejoras en todos los procesos. También se involucra la parte de los estudios y análisis para mejorar la eficiencia de la producción de energía de la planta, así mismo para subir el índice de performance ratio de la planta. Se realizaron varias investigaciones y cálculos para poder determinar exacta y precisamente de donde provenían las diferentes pérdidas que se encontraron en diferentes puntos del proceso de generación de energía eléctrica.

En la realización de los proyectos los cuales se detallan en este informe, se involucró tanto la parte civil y de construcción, así mismo como el área electrónica, para las mejoras de diferentes puntos de la generación de energía en las plantas.

Palabras claves: seguidores solares, SCADA, sistemas de medición e instrumentación, IGBT, derating.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción	1
II. Generalidades de la empresa	2
2.1 Descripción de la empresa.....	2
2.1.1 Visión	3
2.1.2 Valores.....	3
2.1.3 Principios Básicos	3
2.2 Descripción del Departamento o Unidad	4
2.2.1 Generación Termoeléctrica.....	5
2.2.2 Generación Hidroeléctrica	6
2.2.3 Generación Eólica.....	7
2.2.4 Generación Fotovoltaica.....	8
2.3 Objetivos de puesto	9
2.3.1 Objetivo General.....	9
2.3.2 Objetivos Específicos	9
III. Marco Teórico.....	11
3.1 Energía Solar Fotovoltaica	11
3.1.1 Instalaciones Fotovoltaicas.....	11
3.1.2 Componentes de las Instalaciones Fotovoltaicas	12
3.2 Plantas o Centrales Fotovoltaicas.....	15
3.3 Plantas Solares Fotovoltaicas de Grupo Terra.....	16
3.3.1 MECER/Solar del Sur.....	16
3.3.2 HELIOS/ Generación Renovable de Honduras, S.A. de C.V.	17

3.3.3 Descripción del Sistema.....	18
3.3.3.1 Módulos Fotovoltaicos.....	18
3.3.3.2 Inversores de Corriente.....	19
3.4 Mantenimientos Comunes de Plantas Solares Fotovoltaicas.....	20
3.4.1 Mantenimientos Correctivos.....	20
3.4.2 Mantenimientos Preventivos.....	21
3.4.3 Mantenimientos Predictivos.....	21
3.5 Plan de Mantenimiento para Plantas Solares Fotovoltaicas de Grupo Terra.....	21
3.5.1 Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.....	22
3.5.1.1 Módulos Solares Fotovoltaicos.....	22
3.5.1.2 Limpieza periódica del Módulo.....	22
3.5.1.3 Inspección visual de posibles degradaciones (bimensualmente).....	23
3.5.1.4 Control de la temperatura del Módulo (trimestralmente).....	23
3.5.1.5 Control de las características eléctricas del panel (anualmente).....	23
3.5.1.6 Estructura soporte de los paneles.....	24
3.5.1.7 Inversores.....	25
3.5.1.8 Sistema de monitorización de la instalación solar.....	27
3.5.1.9 Transformador.....	27
3.5.1.10 Puesta a tierra.....	28
3.5.1.11 Ventilación.....	28
IV. Desarrollo.....	29
4.1 Semana 1: Enero 20-24.....	29
4.1.1 Introducción.....	29

4.1.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	29
4.1.3 Descripción de Actividades Semanales.....	30
4.1.4 Anexos de Actividades Semanales.....	32
4.2 Semana 2: Enero 27-31	33
4.2.1 Introducción	33
4.2.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	33
4.2.3 Descripción de Actividades Semanales.....	34
4.2.4 Anexos de Actividades Semanales.....	37
4.3 Semana 3: Febrero 3-7	38
4.3.1 Introducción	38
4.3.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	38
4.3.3 Descripción de Actividades Semanales.....	39
4.3.4 Anexos de Actividades Semanales.....	42
4.4 Semana 4: Febrero 10-14	43
4.4.1 Introducción	43
4.4.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	43
4.4.3 Descripción de Actividades Semanales.....	44
4.4.4 Anexos de Actividades Semanales.....	48
4.5 Semana 5: Febrero 17-21	50
4.5.1 Introducción	50
4.5.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	51
4.5.3 Descripción de Actividades Semanales.....	52
4.5.4 Anexos de Actividades Semanales.....	54

4.6 Semana 6: Febrero 24-28	57
4.6.1 Introducción	57
4.6.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	57
4.6.3 Descripción de Actividades Semanales.....	58
4.6.4 Anexos de Actividades Semanales.....	60
4.7 Semana 7: Marzo 2-6.....	62
4.7.1 Introducción	62
4.7.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	62
4.7.3 Descripción de Actividades Semanales.....	63
4.7.4 Anexos de Actividades Semanales.....	65
4.8 Semana 8: Marzo 9-13	67
4.8.1 Introducción	67
4.8.2 Cronograma de Actividades Semanales.....	67
4.8.3 Descripción de Actividades Semanales.....	68
4.8.4 Anexos de Actividades Semanales.....	69
Capítulo V. Conclusiones.....	72
5.1 Conclusión General.....	72
5.2 Conclusiones Específicas	72
Capítulo VI. Recomendaciones	73
6.1 A La Empresa.....	73
6.2 A la Universidad	73
Bibliografía.....	74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo de Grupo Terra.....	2
Ilustración 2. Logo de Grupo Terra: Energía	4
Ilustración 3. Países con Generación de Energía por parte de Grupo Terra.....	5
Ilustración 4. EMCE/ENERSA	6
Ilustración 5. Río Lindo y Cañaverál	7
Ilustración 6. Parque Eólico San Marcos de Colón.....	8
Ilustración 7. MECER/HELIOS.....	9
Ilustración 8. Ejemplo de Instalación Solar Fotovoltaica	12
Ilustración 9. Diferentes tipos de Módulos Fotovoltaicos	13
Ilustración 10. Inversores solares de diferentes tamaños y aplicaciones.....	14
Ilustración 11. Seguidores Solares “Trackers” según su movimiento	15
Ilustración 12. Planta FV MECER.....	17
Ilustración 13. Planta FV HELIOS	18
Ilustración 14. Módulos FV First Solar.....	19
Ilustración 15. SUNNY CENTRAL 800CP XT.....	20
Ilustración 16. Limpieza en seco con mopetas de Módulos FV	22
Ilustración 17. Termografía de un Módulo FV típico.....	23
Ilustración 18. Visita 1, retorqueo	32
Ilustración 19. Rondas de Inspección	32
Ilustración 20. Termografía en puntos calientes	33
Ilustración 21. Cambio de los nuevos Módulos FV HELIOS	37
Ilustración 22. Capacitación de limpieza de Módulos FV	37

Ilustración 23. Irregularidad encontrada en el inversor 5B	38
Ilustración 24. Inversor de corriente HELIOS quemado (9B)	42
Ilustración 25. Combiner boxes sin funcionamiento	43
Ilustración 26. Cambio de piranómetros en estación meteorológica	48
Ilustración 27. Revisión de batería de respaldo y de SunSaver	49
Ilustración 28. Medición de eficiencia de Módulos FV	49
Ilustración 29. Pruebas de eficiencia en Módulos FV en planta MECER	50
Ilustración 30. Inversores fuera de línea en HELIOS.....	54
Ilustración 31. Realización de pequeñas pruebas en contra de fuego	55
Ilustración 32. Comportamiento de Sistema Soil Monitoring, Enero 2020.....	55
Ilustración 33. Prueba real de Combate contra Incendios.....	56
Ilustración 34. Práctica de Primeros Auxilios en curso Combate contra Incendios	56
Ilustración 35. Reporte de Medición de Tierras en las plantas	60
Ilustración 36. Reporte de Eficiencia de Módulos FV	60
Ilustración 37. Pruebas realizadas en Aislante Térmico	61
Ilustración 38. Colocación del Aislante Térmico.....	61
Ilustración 39. Equipo para realizar Pruebas Eléctricas en Transformadores	65
Ilustración 40. Reparación en SCC	65
Ilustración 41. Pruebas eléctricas y aceite en transformador 3B.....	66
Ilustración 42. Mantenimiento preventivo y correctivo a HCB	66
Ilustración 43. Construcción Inicial del techo para PCS 02	69
Ilustración 44. Estudio de Comportamiento de Sombras.....	70
Ilustración 45. Cimentación del Techo	70

Ilustración 46. Reporte de Sombras Provocadas por la Construcción del Techo..... 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de Actividades de Semana 1	29
Tabla 2. Resumen de Actividades de Semana 2.....	33
Tabla 3. Resumen de Actividades de Semana 3.....	38
Tabla 4. Resumen de Actividades de Semana 4.....	43
Tabla 5. Resumen de Actividades de Semana 5.....	51
Tabla 6. Resumen de Actividades de Semana 6.....	57
Tabla 7. Resumen de Actividades de Semana 7.....	62
Tabla 8. Resumen de Actividades de Semana 8.....	67

GLOSARIO

- IGBT: es un dispositivo semiconductor que se aplica como interruptor controlado en circuitos de electrónica de potencia. Este dispositivo posee las características de las señales de puerta de los transistores de efecto campo con la capacidad de alta corriente y bajo voltaje de saturación del transistor bipolar, combinando una puerta aislada FET para la entrada de control y un transistor bipolar como interruptor en un solo dispositivo. El circuito de excitación del IGBT es como el del MOSFET, mientras que las características de conducción son como las del BJT.
- DAS (Data acquisition system): es el almacenamiento de cómputo que está conectado a una computadora y no es accesible desde otros equipos. Para el usuario de una computadora individual, el disco duro es la forma habitual de almacenamiento de conexión directa.
- PCS (power conversion station): estación de conversión de potencia. Aquí se encuentran los dos inversores (A y B) de cada arreglo, el transformador (1 para los dos), SCADA, gabinetes y breakers de seguridad.
- PVCS (photovoltaic combining switchgear): esta estación es donde todas las PCS terminan, se arreglan en cada planta por "ways" y esta va interconectada a los cables de transmisión.
- PVIS (photovoltaic interconneciton switchgear)
- Combiner boxes: interconexión de pequeños conductores de los arreglos, donde los arreglos o strings son "unidos" juntos en paralelo. Estas van a dar a las estaciones PVS.
- Visita 1: visita a cualquier punto de la planta a realizar una inspección visual y/o a limpieza.
- Visita 2: medidas correctivas ya sea reparar, arreglar o mitigar daños en cualquier reporte de falla.
- MIBS: estructura en las "mesas" que sostienen los módulos fotovoltaicos.
- Tracker controller & Gateway: los trackers para la planta MECER funcionan electrónicamente con PCBA y aquí es donde se encuentran todos los circuitos integrados.

I. INTRODUCCIÓN

Este informe cuenta con una descripción cronológica de las actividades a realizar a lo largo del tiempo que dura la práctica profesional, como ser ejecución y supervisión de mantenimientos preventivos, análisis de parámetros de eficiencia en las plantas, estudios de eficiencia en los inversores, módulos fotovoltaicos y transformadores y así mismo el mantenimiento correctivo del día a día del funcionamiento de las plantas.

Cuyo objetivo es mostrar al lector los trabajos, proyectos y funcionamientos de la operación de dos plantas solares que son propiedad de Grupo Terra: Energía. Las dos plantas son "granjas solares" y producen energía eléctrica a partir de la energía solar fotovoltaica.

Aparte de las actividades rutinarias, también detallará el proceso del cual se presentará un estudio y análisis acerca de la disminución de pérdidas en inversores de corriente y en módulos fotovoltaicos debido a altas temperaturas. Se realizará la investigación por aparte, como una tarea especial debido a que las dos plantas han tenido grandes pérdidas a lo largo del último año debido a las altas temperaturas de la zona. También se investigará acerca de pérdidas por suciedad y polvo, en Cholulteca el clima es seco y árido y en el "invierno" sopla bastante viento y es por eso que los módulos fotovoltaicos deben de tener un alto índice de pérdida por esta misma causa; se pretende determinar cuánto es este porcentaje y proponer opciones o medidas de prevención y mitigación.

El siguiente capítulo está relacionado a las generalidades de la empresa, seguidamente se encontrará el capítulo que brindará el concepto teórico que es necesario para comprender cada uno de los términos, funcionamientos y procesos que son plasmados en este informe.

Por último y no menos importante, se tiene el capítulo en el cuál se muestra el desarrollo de los trabajos realizados, la aplicación práctica de los conocimientos y la adquisición de nuevas experiencias al trabajar con sistemas de generación de energía solar fotovoltaica.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Grupo Terra inició en 1978 como una pequeña constructora familiar, ahora es un conglomerado de inversión en cuatro áreas estratégicas: generación de energía (Terra Energía); suministro y distribución de productos derivados del petróleo (Terra Petróleo); infraestructura aeroportuaria (Terra Infraestructura) y de inmobiliaria (Terra Inmobiliaria). Generan más de 18 mil empleos directos e indirectos, en nueve países de Latinoamérica: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Perú.



Ilustración 1. Logo de Grupo Terra

Fuente: (Corporación Grupo Terra, 2020)

La visión y valores corporativos son la fuerza que los impulsa cada día a crear futuro en las comunidades de los países donde operamos. Esta visión se refleja en cada uno de los proyectos, los cuales se basan en la confianza, respeto, pasión, creatividad y enfoque en resultados que se ponen en cada acción emprendida dentro y fuera de la organización (Corporación Grupo Terra, 2020).

A lo largo de toda la trayectoria, la creación de valor para todas las partes interesadas ha sido uno de los principales objetivos, mediante el impulso del desarrollo de los países donde se invierte, el crecimiento profesional y personal de la gente, el mejoramiento de la calidad de vida de comunidades y quienes la integran. Lo cual los ha llevado a implementar una estrategia de

sostenibilidad que los permite trabajar de la mano con nuestras partes interesadas mitigando impacto y potenciando oportunidades.

2.1.1 VISIÓN

“Ser el grupo empresarial latinoamericano con mayor capacidad de crear valor a través del desarrollo de proyectos diversificados, de manera innovadora, responsable y sostenible” (Nasser, 2020).

2.1.2 VALORES

1. La confianza es un principio básico que engloba honestidad, integridad y transparencia. Genera un verdadero trabajo en equipo a todos los niveles, dentro y fuera de la organización.
2. El respeto es valorar los derechos y la seguridad de los individuos, de la sociedad y del medio ambiente, dentro y fuera de la organización.
3. La pasión es parte fundamental del ADN de Terra. Tenemos el sentido de urgencia competitiva y el compromiso personal de dar la “milla extra” para sobrepasar las expectativas de los clientes internos y externos.
4. Valoramos e impulsamos la creatividad y el espíritu emprendedor para generar nuevas oportunidades y ser más efectivos y eficientes.
5. Nos enfocamos en resultados creando valor con el compromiso de satisfacer a nuestros clientes, y desarrollando las capacidades de nuestros colaboradores y la organización.

(Corporación Grupo Terra, 2020).

2.1.3 PRINCIPIOS BÁSICOS

Los Principios Básicos de Grupo Terra son la esencia de su gobernanza corporativa, que permiten crear una transparencia entre la organización y el colaborador, permitiendo conocer la forma en que se hacen negocios y como debemos comportarnos. Se fundamentan en la visión y valores corporativos, así como los parámetros dictados por la ley. Los Principios Básicos de Grupo Terra

y sus empresas representan su cultura organizacional, y sirven de base para la creación y revisión de sus políticas y reglamentos.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

Grupo Terra tiene amplia experiencia en la construcción, montaje y operación de proyectos de generación en el sector energético inicia en 1994 y se posicionan como uno de los principales generadores privados de energía con fuentes diversificadas en Centroamérica, con presencia en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá y Perú. Comprometidos con una sostenibilidad continua, operan proyectos de generación de energía de manera responsable, promoviendo las condiciones que impulsan el desarrollo de las comunidades y países en donde tenemos presencia.



Ilustración 2. Logo de Grupo Terra: Energía

Fuente: (Corporación Grupo Terra, 2020).

Terra Energía produce energía para iluminar a más de 1.2 millones de hogares en la región (Corporación Grupo Terra, 2020).

En la ilustración 2 se puede apreciar todos los países donde Grupo Terra tiene plantas generadoras de energía.



Ilustración 3. Países con Generación de Energía por parte de Grupo Terra

Fuente: (Corporación Grupo Terra)

2.2.1 GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA

La trayectoria de Grupo Terra en el sector energético comienza en 1994 en Honduras, con el desafío de rehabilitar, operar y mantener las plantas térmicas estatales de Puerto Cortés y La Ceiba de 82 MW durante una de las crisis de energía más importante del país. Ante este exitoso logro, en 1998 se inició la construcción de la primera planta de energía térmica EMCE en el municipio de Choloma en Cortés, Honduras, la cual opera desde 1999 y cuenta con una capacidad instalada de 62.5 MW. En el 2004, entra en operación ENERSA, una segunda planta de energía térmica ubicada también en Choloma. Con una capacidad instalada de 281.7 MW, es la planta termoeléctrica con mayor capacidad instalada en Honduras y la planta más grande del mundo con motores 48/60 MAN instalados en un mismo sitio. En la ilustración 4 se puede observar la planta en Choloma.



Ilustración 4. EMCE/ENERSA

Fuente: (ENEE, 2017)

Con una visión de expansión, sumada con amplias capacidades en el montaje y operación de proyectos de energía termoeléctrica, se incursionó en nuevos mercados. En Perú, iniciaron en el 2015 la operación comercial de la planta en calidad de reserva fría EMCE Perú, con una capacidad instalada de 229.7 MW para asegurar el abastecimiento energético del país en situaciones de emergencia.

Mediante la instalación y puesta en marcha de Jinro Power, desde el 2016 fortalecen la seguridad energética en Panamá, iluminando a alrededor de 100,000 hogares panameños.

2.2.2 GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

En el 2004 incursionaron como pioneros en la generación de energía renovable en Honduras, a través del desarrollo del primer proyecto privado de generación de energía hidroeléctrica, la central hidroeléctrica Río Blanco con capacidad instalada de 5.24 MW. En la ilustración 5 se puede observar la planta de Río Lindo y Cañaverál.



Ilustración 5. Río Lindo y Cañaverál

Fuente: (ENEE, 2010)

En Honduras, continuaron en el 2007 con la puesta en marcha de las centrales hidroeléctricas Cuyamapa y La Gloria con capacidad instalada de 12.2 MW y 5.8 MW, respectivamente, y en el 2011 con la central hidroeléctrica San Juan de 6.4 MW.

El primer paso de regionalización se tomó en el 2008, cuando iniciaron la operación de la central hidroeléctrica Papaolate de 2.0 MW en El Salvador. En el municipio de Quiché en Chajul, Guatemala desarrollaron y operaron Hidro Xacbal, la primera y más grande central hidroeléctrica de inversión privada en la región centroamericana. Considerada como un modelo en la región por su manejo del riesgo financiero, comercial y social, Hidro Xacbal cuenta con una capacidad instalada de 100 MW y opera desde el año 2010.

Se finalizó la construcción e inició la puesta en marcha de la Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta en el 2017. Ubicada en Quiché, Hidro Xacbal Delta alcanza una potencia instalada de 58 MW y cuenta con presa de 40.5 metros de altura, la segunda más alta de Guatemala.

Todas las plantas están certificadas a través del mecanismo de desarrollo de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC), conocido como el Protocolo de Kioto (UNFCCC, 2010).

2.2.3 GENERACIÓN EÓLICA

La diversificación de la matriz energética continúa con la implementación de nuevas tecnologías de energía renovable. La puesta en marcha del Parque Eólico La Fe-San Martín en el 2013

representa la primera experiencia en la generación de energía eólica. Ubicado en el istmo de Rivas, Nicaragua, el parque cuenta con 22 aerogeneradores con una capacidad instalada nominal de 39.6 MW.

En el departamento Choluteca, Honduras se empezó a operar desde el 2015 el Parque Eólico San Marcos, que inició con una capacidad instalada de 50 MW a través de 25 aerogeneradores G90 GE Gamesa. En el 2017, se finalizó la construcción de la segunda etapa que consiste de 4 nuevo aerogeneradores V117 Vestas que aportan 13.4 MW adicionales a la capacidad total instalada del parque. El tercer parque eólico, Chinchayote, inicia su operación comercial el 01 de enero del 2018. Con 14 aerogeneradores V117 Vestas aporta 46.2 MW de potencia instalada al sistema nacional hondureño (ENEE, s.f.).

Culminaron a inicios del 2018 la instalación de 15 aerogeneradores en el Parque Eólico Las Cumbres de Agua Blanca, situado en la provincia de Jutiapa en Guatemala con una potencia nominal de 30 MW de energía limpia.



Ilustración 6. Parque Eólico San Marcos de Colón

Fuente: (Elaboración Propia)

2.2.4 GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Comprometidos con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, Grupo Terra buscó implementar proyectos de generación de energía renovable con fuentes alternativas. En

Honduras, convierten la energía solar en energía eléctrica mediante dos centrales fotovoltaicas, Solar del Sur y Helios. Ubicadas en la zona sur del país, cada central abarca un área de 85 hectáreas con cerca de 400,000 paneles instalados, marca First Solar. Ambas centrales cuentan con una capacidad instalada de 51 MW, brindando una solución competitiva para abastecer la demanda nacional de modo eficiente y sostenible. En la ilustración 7 se pueden apreciar las dos plantas FV.



Ilustración 7. MECER/HELIOS

Fuente: (Solar del Sur, 2018)

2.3 OBJETIVOS DE PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisar, coordinar y ejecutar actividades conforme al plan de operaciones y mantenimiento para alcanzar los objetivos de la planta.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Supervisión y ejecución de actividades rutinarias de mantenimiento preventivo.
- Supervisión y ejecución de actividades rutinarias de mantenimiento correctivo.
- Apoyo a la supervisión en reportes de actividades.
- Cumplimiento de actividades relacionadas con SISL_ER.

- Estudio Afectación de Eficiencia en inversores par altas Temperaturas.
- Estudio de performance ratio de planta.
- Análisis de Red Eléctrica y su afectación en salida de planta para eventos.
- Proyecto de iluminación de área de contenedores en HELIOS.
- Estudio de análisis energético (consumo propio).
- Reportera de análisis de tiempo y métodos de trabajo en ejecuciones de actividades.

III. MARCO TEÓRICO

Es necesario un entendimiento claro sobre los temas relacionados a la práctica profesional, por lo tanto, se presentaron los conceptos teóricos de ellos en el presente capítulo. Se empezará definiendo el tipo de recurso de energía aprovechado y después se irá describiendo las plantas en donde se realizará la práctica profesional.

3.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados módulos fotovoltaicos (Tous, 2012). En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.

Aunque el efecto fotovoltaico era conocido desde el siglo XIX, fue en la década de los 50, en plena carrera espacial, cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo (Salgado, 2012). Inicialmente utilizados para suministrar electricidad a satélites geoestacionarios de comunicaciones, hoy en día constituyen una tecnología de generación eléctrica renovable. Una de las principales virtudes de la tecnología fotovoltaica es su aspecto modular, pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados.

3.1.1 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y transformarla en utilizable como energía eléctrica. Estos sistemas independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, pueden realizarse instalaciones de electrificación autónoma o interconectados a la red, además de otras aplicaciones más específicas (Casas, 2011).

Para el caso de las instalaciones de electrificación autónoma, estas instalaciones tienen una total autonomía energética y se construyen especialmente en lugares en que, por motivos económicos,

técnicos y medioambientales, no es posible hacer llegar la red de distribución eléctrica (casas rurales aisladas, sistema de señalización), asimismo para las instalaciones interconectadas a la red eléctrica, distinguimos dos tipos de instalaciones, aquellas que aprovechan la energía producida por el propio edificio e inyectan la sobrante a la red de distribución eléctrica y los que inyectan directamente toda la producción de energía eléctrica a la red de distribución general y se aprovechan de ella para su propio consume (Pinos & Pérez, 2017). En la ilustración 8 se puede observar un ejemplo.

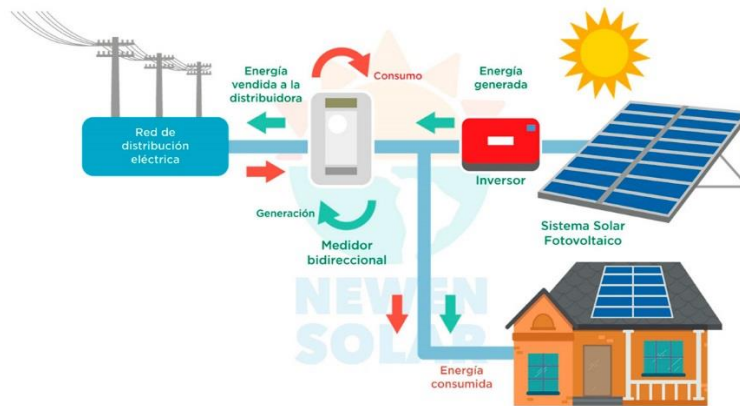


Ilustración 8. Ejemplo de Instalación Solar Fotovoltaica

Fuente: (NEWEN Solar, 2016)

Existen otras aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos por ejemplo en las aplicaciones agrícolas y son numerosas para la utilización de los sistemas de bombeo de agua de pozos, el riego automático, también son utilizados en las carreteras y autopistas, donde sirven para alimentar equipos aislados, tales como las señales de tráfico, puntos de socorro, equipos de comunicación, cámaras, iluminación, y finalmente esta tecnología se emplea en el espacio donde se necesita una fuente de energía autónoma y fiable para la alimentación de satélites u otros ingenios especiales, como la sonda marciana pathfinder.

3.1.2 COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Una planta solar fotovoltaica cuenta con distintos elementos que permiten su funcionamiento, como son los paneles fotovoltaicos para la captación de la radiación solar, y los inversores para la

transformación de la corriente continua en corriente alterna.¹⁰⁴ Existen otros, los más importantes se mencionan a continuación:

1. Paneles solares fotovoltaicos: Generalmente, un módulo o panel fotovoltaico consiste en una asociación de células, encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (frecuentemente se emplea el tedlar) u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia.¹⁰⁵ Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte. En la ilustración 9 se pueden apreciar estos diferentes tipos de módulos fotovoltaicos.



Ilustración 9. Diferentes tipos de Módulos Fotovoltaicos

Fuente: (Canadian Solar, 2018)

2. Inversores: La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna mediante un aparato electrónico llamado inversor¹⁰⁴ e inyectar en la red eléctrica (para venta de energía) o bien en la red interior (para autoconsumo). El proceso, simplificado, sería el siguiente: Se genera la energía a bajas tensiones (380-800 V) y en corriente continua; se transforma con un inversor en corriente alterna; En plantas de potencia inferior a 100 kW se inyecta la energía directamente a la red de distribución en baja tensión (400 V en trifásico o 230 V en monofásico); Y para potencias

superiores a los 100 kW se utiliza un transformador para elevar la energía a media tensión (hasta 36 kV) y se inyecta en las redes de transporte para su posterior suministro.

En las etapas iniciales del desarrollo de los inversores fotovoltaicos, los requisitos de los operadores de las redes eléctricas a la que se conectaban solicitaban únicamente el aporte de energía activa y la desconexión del inversor de la red si ésta excedía de unos ciertos límites de tensión y frecuencia. Con el progresivo desarrollo de estos equipos y la cada vez mayor importancia de las redes eléctricas inteligentes, los inversores son ya capaces de proveer energía reactiva e incluso aportar estabilidad a la red eléctrica.



Ilustración 10. Inversores solares de diferentes tamaños y aplicaciones

Fuente: (E&R, 2019)

3. Seguidores solares (solar trackers): El uso de seguidores a uno o dos ejes permite aumentar considerablemente la producción solar, en torno al 30 % para los primeros y un 6 % adicional para los segundos, en lugares de elevada radiación directa. Los seguidores solares son bastante comunes en aplicaciones fotovoltaicas. En la ilustración 11 se mostraran los diferentes tipos de existen. Existen de varios tipos:

- En dos ejes: la superficie se mantiene siempre perpendicular al Sol.
- En un eje polar: la superficie gira sobre un eje orientado al sur e inclinado un ángulo igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol.
- En un eje azimutal: la superficie gira sobre un eje vertical, el ángulo de la superficie es constante e igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano local que contiene al Sol.

- En un eje horizontal: la superficie gira en un eje horizontal y orientado en dirección norte-sur. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol.

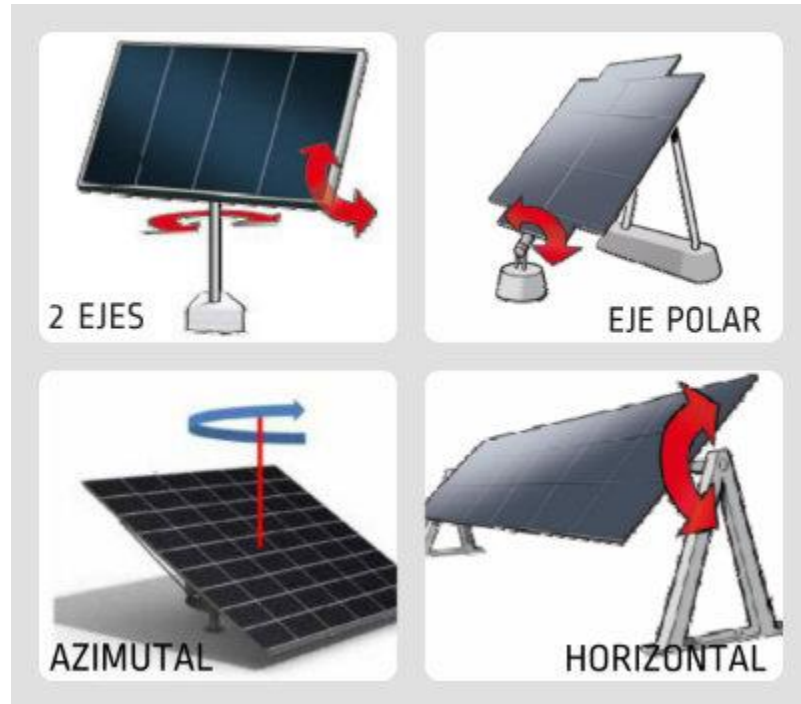


Ilustración 11. Seguidores Solares "Trackers" según su movimiento

Fuente: (HogarSense, 2020)

3.2 PLANTAS O CENTRALES FOTOVOLTAICAS

Una planta fotovoltaica o central fotovoltaica es un conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala. La función de la central fotovoltaica es captar y transformar la radiación solar en electricidad.

Una central fotovoltaica es una central eléctrica compuesta básicamente por módulos fotovoltaicos y un inversor. Los paneles fotovoltaicos son los encargados de transformar la radiación solar, en energía eléctrica de corriente continua. El inversor es el equipo electrónico que tiene por función, convertir la energía de corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna de características similares a las de la red eléctrica.

La instalación solar funciona como una pequeña central de producción de electricidad, que mediante el inversor, inyecta la energía producida a la red de distribución eléctrica.

Este funcionamiento conlleva ventajas muy importantes: un mejor rendimiento de la instalación. La energía producida no se aprovecha directamente sino que se inyecta en la red y puede ser utilizada por cualquier abonado del sistema eléctrico. De esta forma, esto permite que toda la energía generada por los módulos solares se utilice, incluso en días festivos o épocas de vacaciones donde el consumo propio puede ser prácticamente nulo.

3.3 PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRUPO TERRA

Grupo Terra es propietario de dos plantas de energía solar fotovoltaicas en Choluteca, Choluteca.

3.3.1 MECER/SOLAR DEL SUR

Solar del Sur es una planta de generación de energía a partir de la energía solar fotovoltaica con capacidad total de 25.66MWac, ubicada cerca de la aldea San José de la Landa aproximadamente a 16 kilómetros al sureste de la municipalidad de Choluteca. La instalación es propiedad de y operada por Grupo Terra y tiene de interconexión de distribución a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica a 34.5kV hacia la subestación de Santa Lucía. La instalación fue diseñada y construida por la empresa de Bridgewater, New Jersey, First Solar Electric LLC. La planta en su totalidad produce de 15 a 20GWh al año, capaz de suplir suficiente electricidad a 30,000 hogares hondureños.



Ilustración 12. Planta FV MECER

Fuente: (GoogleEarth, 2020)

3.3.2 HELIOS/ GENERACIÓN RENOVABLE DE HONDURAS, S.A. DE C.V.

La segunda planta fue construida en 2017, dos años después que MECER y está ubicada al este de la misma. HELIOS es una planta de generación de energía a partir de la energía solar fotovoltaica con capacidad total de 25.66MWac, ubicada cerca de la aldea San José de la Landa aproximadamente a 16 kilómetros al sureste de la municipalidad de Choluteca. La instalación es propiedad de y operada por Grupo Terra y tiene de interconexión de distribución a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica a 34.5kV hacia la subestación de Santa Lucía. La instalación fue diseñada y construida por la empresa de Bridgewater, New Jersey, First Solar Electric LLC. La planta en su totalidad produce de 15 a 20GWh al año, capaz de suplir suficiente electricidad a 30,000 hogares hondureños.



Ilustración 13. Planta FV HELIOS

Fuente: (GoogleEarth, 2020)

3.3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Las plantas solares MECER y HELIOS tienen las mismas especificaciones, variando unos pequeños detalles, pero en general, es exactamente la misma planta en dos lugares distintos; contienen dieciséis arreglos fotovoltaicos designados 01-ARRAY-01 hasta el 01-ARRAY-16. Cada arreglo les entrega potencia a dos inversores y de esos dos inversores se encuentran ubicados en una misma PCS y estos se unen en un mismo transformador. El PCS contiene el equipo y herramientas necesarias, componentes auxiliares y las estructuras para convertir la corriente DC entregada en corriente AC que es la necesaria; después elevar el voltaje que es requerido para la interconexión, que en este caso es de 34.5kV. Los PCS tienen tres feeders AC que son combinados en el PVCS. Desde el PVCS, la energía generada es exportada hacia la red, mediante postes de transmisión construidos por la empresa y por último, se interconecta en la subestación de Santa Lucía.

3.3.3.1 Módulos Fotovoltaicos

Los módulos utilizados en la planta Solar del Sur fueron los First Solar Serie 4 Black plus con capa avanzada y delgada que está diseñado para producir altas cantidades de energía alrededor de varias diferentes condiciones climáticas, funcionando incluso con baja irradiación y con un buen rango de eficiencia de temperatura. Los módulos de First Solar son especiales y diferentes, debido a que estos no están compuestos de Silicio, si no que del compuesto de Teluro de Cadmio (CdTe), que igualmente es un compuesto semiconductor utilizado en las células fotovoltaicas activas. Los módulos Serie 4 Black Plus son IEC 61646 y los IEC 61730 son certificados para utilización en

sistemas con rangos de hasta 1000Vdc y así mismo cumpliendo los requerimientos de Safety Class II. Módulos con diferentes números seriales (FS2 vs FS3) tienen pequeñas diferencias sobre las características de su operación eléctrica y no se deberían de interconectar en el mismo inversor para así evitar cualquier tipo de pérdida. En HELIOS fueron las mismas especificaciones lo único distinto es que los módulos fotovoltaicos First Solar son serie 3 Black plus., pero incluso se ven exactamente igual. En la ilustración 14 se puede observar una imagen de los mismos.



Ilustración 14. Módulos FV First Solar

Fuente: (FirstSolar, 2020)

3.3.3.2 Inversores de Corriente

Los inversores utilizados en el sitio son SMA Sunny Central 800CP-US de 898kWmax. En la ilustración 15 se puede apreciar el inversor utilizado en las dos plantas, que es exactamente el mismo. Su máxima capacidad de corriente AC es de 1,411Aac, los voltajes son de 360Vac a 60Hz. El Sunny Central convierte la corriente directa en alterna. Los cables fotovoltaicos que entran al inversor, entran por abajo y cada inversor puede tener hasta 9 DC inputs. Después, la corriente alterna es alimentada al switch vía un transformador. El par de inversores de cada estación está arreglado en pares para que cada inversor sea alimentado a la parte primaria del transformador. Todos los inversores son designados "bb-INV-xxA" y "bb-INV-xxB" donde "bb" corresponde al número del bloque y "xx" corresponde al número de PCS asociado con el mismo.



Ilustración 15. SUNNY CENTRAL 800CP XT

Fuente: (SMA, 2020)

3.4 MANTENIMIENTOS COMUNES DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

3.4.1 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS

El mantenimiento correctivo es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de haber ocurrido un fallo o problema en alguna de sus partes, con el objetivo de restablecer la operatividad del mismo. Se utiliza cuando es imposible de predecir o prevenir un fracaso, lo que hace el mantenimiento correctivo la única opción.

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con una avería y un diagnóstico para determinar la causa del fallo. Es importante determinar qué es lo causó el problema, a fin de tomar las medidas adecuadas, y evitar así que se vuelva a producir la misma avería.

Esta estrategia de mantenimiento puede resultar económica a corto plazo, al no invertir en planes de mantenimiento preventivo, si bien puede ocurrir que a causa de una falta de mantenimiento surja una avería que pueda resultar irreparable y con las graves consecuencias que esto conlleva, por tanto no se recomienda este plan de mantenimiento, por estar demostrado que es mucho más costoso que cualquier otro a medio y a largo plazo.

3.4.2 MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

El mantenimiento preventivo es aquel mantenimiento que tiene como primer objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos o averías de un sistema del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran.

Este plan de mantenimiento permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir coste de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

3.4.3 MANTENIMIENTOS PREDICTIVOS

El mantenimiento predictivo está basado en la determinación del estado de un sistema en operación, es decir, se basa en que los sistemas darán un tipo de aviso antes de que fallen por lo que este plan de mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones. En el mantenimiento predictivo se suelen realizar ensayos no destructivos, como medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, intensidades, tensiones, etc.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo, de forma que se subsane este antes. Detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos es una buena forma, aunque no fácil, de evitar posibles averías en el sistema.

3.5 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRUPO TERRA

Se realizará este de acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas, cubriendo tanto el mantenimiento preventivo, predictivo como el correctivo y el reglamentario o legal (EnErtran, 2015). Se dispondrá de un "stock" o inventario de repuestos, útiles y herramientas necesarias para cumplir con las labores de mantenimiento, acordes al tamaño de la instalación.

Se generarán informes de cada una de las tareas, según procedimientos internos, a fin de optimizar costes de mantenimiento y poder predecir futuras averías no deseadas en la instalación.

3.5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Aquí se detallará el plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para las dos plantas; que en este caso, es el mismo.

3.5.1.1 Módulos Solares Fotovoltaicos

Por su propia configuración carente de partes móviles, los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, al mismo tiempo el control de calidad de los fabricantes es general y rara vez presenta problemas. Dos aspectos a tener en cuenta primordialmente son: asegurar que ningún obstáculo haga sombra sobre los módulos, y por el otro, mantener limpia la parte expuesta a los rayos solares de los módulos fotovoltaicos. Las pérdidas producidas por la suciedad pueden llegar a ser de un 5% en ambas plantas y se pueden evitar con una limpieza periódica adecuada.

El mantenimiento consiste en:

3.5.1.2 Limpieza periódica del Módulo

La suciedad que pueda acumular el módulo puede reducir su rendimiento, las capas de polvo que reducen la intensidad del sol no son peligrosas y la reducción de potencia no suele ser significativa. Las labores de limpieza de los paneles se realizarán semestralmente o bien después de un periodo de gran viento y alto nivel de polvo. La limpieza se realizará en seco, sin agua. Preferiblemente se hará fuera de las horas centrales del día, para evitar no lograr alcanzar los módulos debido a los seguidores solares.



Ilustración 16. Limpieza en seco con mopetas de Módulos FV

Fuente: (Informe E1 TE, 2020)

El proceso de limpieza depende lógicamente del proceso de ensuciado, en el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos poniendo pequeñas antenas elásticas que impidan que se posen, pero no ha funcionado ese método hasta el momento.

3.5.1.3 Inspección visual de posibles degradaciones (bimensualmente)

- Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
- Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).

3.5.1.4 Control de la temperatura del Módulo (trimestralmente)

Se controlará, a ser posible mediante termografía infrarroja, que ningún punto del panel esté fuera del rango de temperatura permitido por el fabricante, sobre todo en los meses de verano.

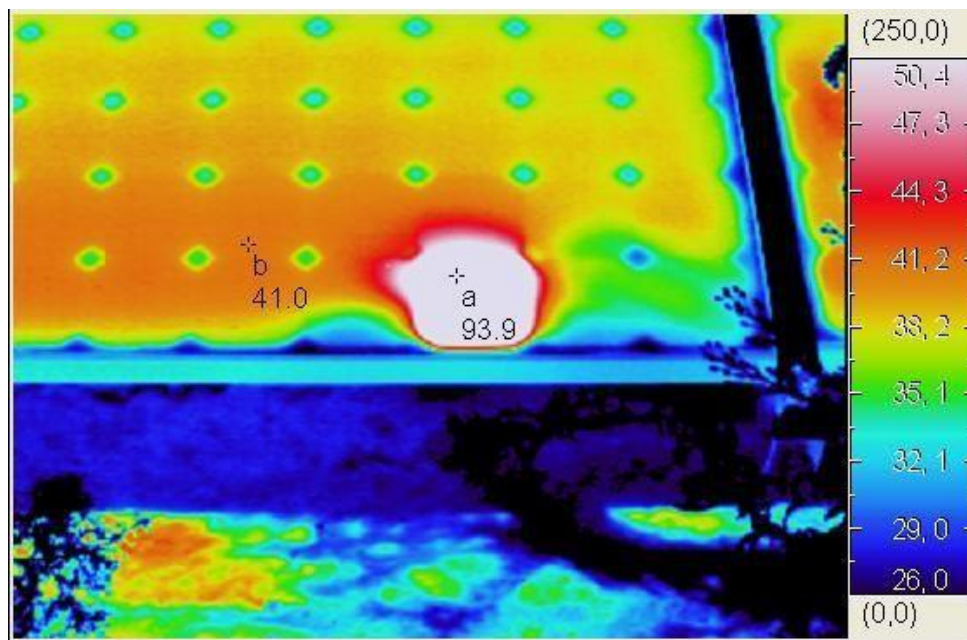


Ilustración 17. Termografía de un Módulo FV típico

Fuente: (Elaboración propia)

3.5.1.5 Control de las características eléctricas del panel (anualmente)

Se revisará el estado de las conexiones, entre otros:

- Ausencia de sulfatación de contactos.

- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

3.5.1.6 Estructura soporte de los paneles

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos está fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo. El mantenimiento de las mismas se realizará cada seis meses y consistirá en:

Anualmente:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

3.5.1.7 Inversores

Los inversores son uno de los equipos más delicados de la instalación, y como tal requieren un mantenimiento más exhaustivo. Si bien los intervalos de mantenimiento dependen del emplazamiento de estos y de las condiciones ambientales (polvo, humedad, etc). Las instrucciones que a continuación se muestran son válidas para el emplazamiento en el interior de un edificio sometido a rangos de temperatura normales (0-40°C a la sombra). Los trabajos de mantenimiento son los siguientes:

Cada mes:

- Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

Cada 6 meses:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Cada año:

- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo.

En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.

- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Revisión de funcionamiento de la calefacción.
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento / GFDI Comprobar el funcionamiento y la señalización
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección o Interruptores de protección de la corriente de defecto. Interruptores automáticos. Interruptores de potencia. Interruptores de protección de motores por accionamiento manual o mediante la tecla de control (si existe).
- Revisión de las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V
- Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función
- Revisión de funcionamiento de los contactos de la puerta

Es muy recomendable guardar y archivar regularmente los datos del Sunny Central Control con el programa suministrado por el fabricante: Sunny Data Control. Esto puede realizarse por consulta a distancia o durante el mantenimiento de rutina.

Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, las operaciones de mantenimiento se deben realizar con los inversores desconectados y sin tensión.

3.5.1.8 Sistema de monitorización de la instalación solar

En este apartado nos centraremos en los elementos que complementan al sistema de control formado por las cajas de campo SSM y los inversores, ambos comentados. Estos elementos, aunque no son fundamentales para el correcto funcionamiento de la instalación solar, son muy importantes para el control de la misma así como detección de averías. El mantenimiento es muy sencillo y consiste en:

Mensualmente:

- Supervisión visual de los distintos equipos a través del PC, es decir, controlar los parámetros de producción (tensión, intensidad, potencia, etc) registro de alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de aviso de alarmas. Para ello se enviará un mensaje de prueba al dispositivo móvil o correo electrónico configurado.

Anualmente:

- Revisión de las conexiones de los distintos elementos, tarjetas, sensores, Router, PC, etc.
- Comprobación de todos los sensores, cerciorándose de que se encuentran en buen estado y no presentan síntomas de deterioro o roturas. En caso necesario, sustituir estos.

3.5.1.9 Transformador

No suelen dar problemas si se encuentran bien dimensionados en cuanto a sobrecargas y la ventilación del mismo es adecuada, de forma que no se produzcan calentamientos en el mismo. Es un elemento fundamental en la instalación, ya que si éste falla, se perderá toda la producción mientras el mismo esté inoperativo. El mantenimiento del mismo es el siguiente:

Mensualmente:

- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.

Semestralmente:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.

- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

3.5.1.10 Puesta a tierra

Es imprescindible mantener la puesta a tierra tanto de la instalación solar fotovoltaica como la de las instalaciones auxiliares de las distintas casetas ya que de esta depende el correcto funcionamiento de las protecciones que dependen de ella. Las operaciones de mantenimiento a realizar son:

Cada año:

- En la época en que el terreno esté más seco y después de cada descarga eléctrica, comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra (masas metálicas, enchufes, neutros de los equipos, etc)

3.5.1.11 Ventilación

El sistema de ventilación es muy importante para el correcto funcionamiento de todos los equipos, si bien su mantenimiento es muy sencillo y consiste básicamente en:

a) Por el usuario (cada 6 meses)

- Observación del estado de las rejillas y limpieza de las mismas.

b) Por el personal cualificado

Cada año:

- Realización de labores de limpieza y verificación del estado del ventilador, además de la sustitución o limpieza de filtros, si los posee.
- Comprobación del funcionamiento adecuado del ventilador.
- Inspección visual del estado del ventilador.
- Verificación de los elementos antivibratorios del ventilador, así como los conductos elásticos de unión con los conductos de ventilación.

IV. DESARROLLO

En este capítulo se detallarán los trabajos y actividades realizadas en la empresa Grupo TERRA para la división de Energía.

4.1 SEMANA 1: ENERO 20-24

4.1.1 INTRODUCCIÓN

La primer semana se debía de dedicar a solamente la familiarización de la planta, personal, procedimientos, etc., pero debido a que existía bastante trabajo por hacer en los momentos, solamente el primer día se le designó al conocimiento de todos los procesos de la empresa. El resto de la semana se acompañó a los ingenieros supervisores de las plantas para observar y ayudar en las actividades pendientes.

4.1.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 1. Resumen de Actividades de Semana 1

	MECER
1	Revisión de SCADA
2	Reporte termográfico PVCS
3	Finalización de instalación de PCBA reparadas
5	Reemplazo de cruceta en poste 8 y 7
6	Rondas y visitas semanales
7	Visita 1 a inversores y transformadores
8	Actualización de Inventarios en cuadro Excel
	HELIOS
9	Revisión de IP en NCU
10	Revisión de SCADA
11	Reparación de punto caliente en subestación
12	Reemplazo de módulos dañados encontrados en ronda

13	Reporte de estado de módulos Excel y Word
14	Ronda y visitas semanales
COMUNES	
15	Curso de Proceso de Generación de Energía Solar

Fuente: (Elaboración Propia)

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. Se realiza una revisión del SCADA semanal para tomar datos en general y así mismo hacer la revisión de cualquier anomalía registrada. Es una revisión e inspección sencilla, solo se sienta enfrente del SCADA y se recopila información. Esta toma de datos para las dos plantas se hará muy útil e importante a la hora de necesitar datos de temperaturas y demás de los inversores, módulos fotovoltaicos, transformadores, etc.
2. Así mismo se realiza una ronda de visita a las dos plantas semanales, es rutinario solamente, pero siempre se realiza para poder visualizar los módulos fotovoltaicos, los inversores, transformadores, cajas combinadoras, etc. Se hace uso de un carro para así poder visitar toda la planta en un tiempo corto.
3. El ingeniero supervisor de una de las plantas realiza los reportes termográficos y él se encargó de enseñarme lo más básico, para así poder ayudar a realizar un reporte termográfico de las estaciones PVCS (photovoltaic combiner switchgear), que son todas las estaciones donde se unen los inversores y transformadores de todos los arreglos de las plantas para distribución. Los reportes termográficos se realizaron a la hora de las 12pm del medio día debido a que se necesitaba tomar las fotografías cuando la carga estuviera al mínimo de 80%.
4. Debido a que los trackers de la planta de MECER son dirigidos por una PCBA (printed circuit board assembly), estas, debido a varias tormentas eléctricas que se producen en la zona, se han dañado o quemado; gracias a eso, esta semana se prosiguió a cambiar la mayoría de las placas en los controles de los trackers que se denominan tracker controller. Esta actividad se realizó en las horas de la tarde, para así no interrumpir el proceso de generación durante el día.

5. La empresa tiene construidas líneas de transmisión, debido a las altas temperaturas, las condiciones climatológicas y la zona de ubicación, los postes eléctricos tienen fallas constantemente, entonces se realizó un cambio en las crucetas de poste #7 y #8. Esto se realizó por las horas de la noche, después de las 6pm cuando las plantas estaban desconectadas de línea.
6. Aprovechando que las plantas estaban desconectadas, se prosiguió a analizar un punto caliente en la subestación eléctrica de Santa Lucía, qué había sido resultado de análisis termográficos pasados. Cuando se llegó a sitio, se le dio mantenimiento a los interruptores de una de las plantas, HELIOS, que en este caso tenía un conductor dañado.
7. En el año pasado, se realizó un análisis completo de módulos fotovoltaicos de las dos plantas, aproximadamente 750,000 módulos se revisaron y se encontraron con un montón de módulos que contaban con fallas, ya sea quemaduras, grietas, golpes o corto circuitos. Existen actualmente 104 módulos fotovoltaicos quemados, las causas siendo incendios, cortos o incluso tormentas eléctricas. Esta semana se planifico cambiarlos, debido a que no se contaban con muchos empleados, se postergará a terminarse la próxima semana. Los módulos fotovoltaicos se cambiaron por otros módulos de la misma serie, pero de potencia DC distinta.
8. Se me asignó la tarea de impartir un pequeño curso, o una charla más bien, del proceso de generación de energía solar el día viernes 24. Este tuvo una duración de 5hrs, junto al jefe de planta se impartió el curso con el objetivo único de que todo trabajador en la planta, ya sea técnico, electricista, ambiental o de limpieza, supieran más o menos del proceso de cómo funcionan las plantas solares. Se impartió el viernes por la tarde y próximamente se aplicara un examen sobre los temas vistos.
9. En la planta se le denomina "visita 1" a acciones preventivas para todos los dispositivos electrónicos o eléctricos en las plantas, este solo es para prevenir cualquier problema, "visita 2" ya es correctiva. Esta semana a las 8pm se empezó con una visita 1 a todos los 16 transformadores y a los 32 inversores que existen en la planta MECER; la de HELIOS será reprogramada. Esta visita incluye limpieza de todos los dispositivos y así mismo se realizó una inspección visual para asegurarse que nada esté presentado problema mecánico o

eléctrico. El procedimiento es bastante largo, se empezó apagando manual y remotamente los inversores, otro ingeniero estaba en la subestación eléctrica de Santa Lucia, para así poder ayudarnos a aterrizar todo lo necesario y después en la planta se prosiguió a desconectarse de la línea del SIN.

4.1.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES



Ilustración 18. Visita 1, retorqueo

Fuente: (Elaboración propia)

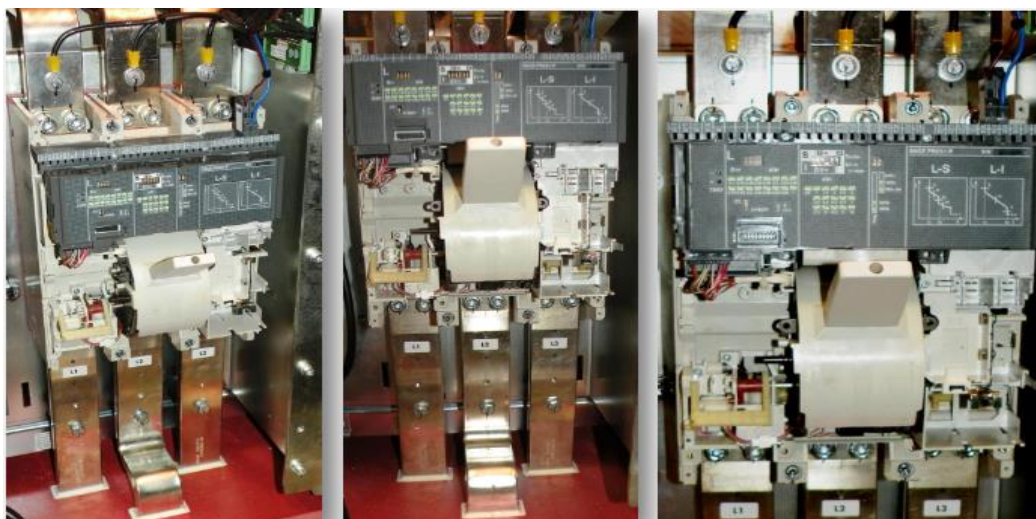


Ilustración 19. Rondas de Inspección

Fuente: (Elaboración propia)

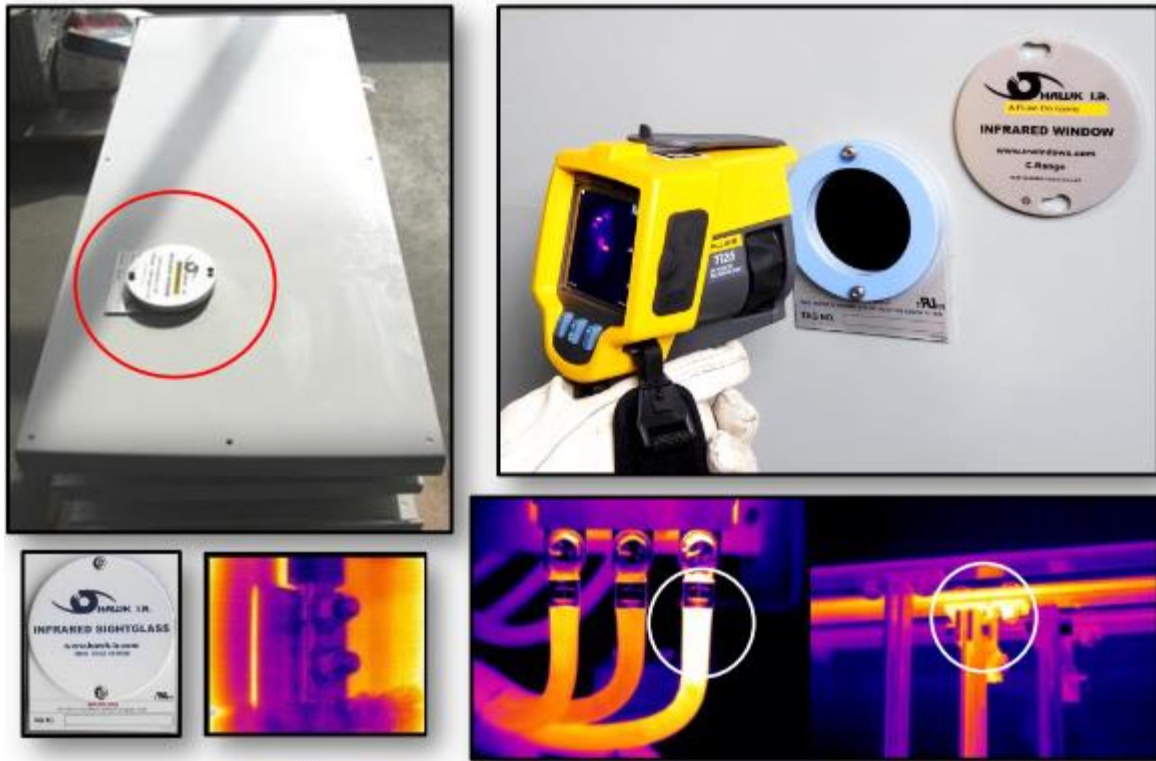


Ilustración 20. Termografía en puntos calientes

Fuente: (Elaboración propia)

4.2 SEMANA 2: ENERO 27-31

4.2.1 INTRODUCCIÓN

Debido a que la defensa de la tesis fue en la segunda semana de la práctica profesional, solo se trabajó hasta el miércoles, debido a que es un viaje largo desde Cholulteca y se viajó desde el jueves. En esta semana se tuvieron varias actividades retrasadas de la semana pasada debido a falta de personal. También se empezó con una actividad larga de limpiar cada uno de los casi millón de módulos fotovoltaicos en las dos plantas.

4.2.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 2. Resumen de Actividades de Semana 2

MECER	
1	Termografía en empalmes e interruptor en subestación

2	Inicio de limpieza de módulos
3	Revisión de SCADA
4	Comprobar estado de motores reemplazados
5	Reparación de falla en DC feeder 05 A07
6	Ronda y visitas semanales
7	Colocar mesas dañadas en posición flat
HELIOS	
8	Revisión de SCADA
9	Revisión de mesas perdidas (03 mesas)
10	Reemplazo de 104 módulos quemados y reporte
11	Rondas y visitas semanales
12	Inventarios
13	Actualización de Excel de módulos perdidos y reemplazados
COMUNES	
14	Comisiones mixtas

Fuente: (Elaboración Propia)

4.2.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. El primer día se realizó otro análisis termográfico en los empalmes de los postes de líneas de transmisión hacia la subestación eléctrica Santa Lucia y el interruptor reparado la semana pasada dentro de la subestación. Se pretendía realizar el análisis y las capturas a las 11am, debido a que siempre se requiere que las plantas estén al 80% de su máxima capacidad instalada y eso ocurre siempre alrededor del mediodía. El lunes no fue ese caso, en Choluteca usualmente tiene cielos despejados pero no fue así este día y estaba nuboso, entonces la planta no estaba produciendo ni la mitad de su capacidad, entonces el análisis que se realizó no iba a ser correcto y preciso, entonces se decidió posponer el análisis debido a que este

solamente iba a ser para verificar los datos ya obtenidos. Igualmente ese mismo día se visitó la subestación donde transmiten la energía las plantas fotovoltaicas.

2. Debido a que la temporada lluviosa en Choluteca es casi nula y el viento por las noches es bastante alto, la cantidad de polvo y sucio que contienen los módulos fotovoltaicos durante casi todo el año es bastante alto, se registra alrededor de 1-3% de pérdidas de generación de energía solamente por suciedad. Se decidió a principio de mes, contratar empleados de la zona para realizar la limpieza en seco a todos los módulos de las dos plantas. El lunes se empezaron a capacitar a las 16 mujeres que fueron empleadas y se les dio instrucciones e indicaciones de cómo realizar el trabajo y así se comenzó a trabajar el lunes. A mí se me encargó impartirles la charla de cómo realizar la limpieza y los cuidados técnicos y de seguridad que hay que tener; el resto de la semana siempre se prosiguió a supervisarlas varias veces al día para asegurar que el trabajo se estuviese haciendo bien.
3. Las plantas han tenido un problema bien grandes con la falla de motores, estos se han reemplazado mucho más de lo que deberían, por causas desconocidas. Los técnicos encargados siempre están llenando solicitudes de cambio y reemplazo de motores para los trackers de las plantas, motores del generador, etc. A principio de este año, se realizó un análisis para contabilizar cuanto se había invertido en motores solamente y se concluyó que el número era demasiado alto y que ninguno de los motores había dado su vida útil completa, entonces se procedió a investigar. De hecho, ningún motor había cumplido ni la mitad de su vida útil y todos estos están guardados en bodegas. El plan esta semana es verificar y revisar cada uno de los motores para comprobar si en realidad ninguno de ellos sirve, o si alguno si funciona, ver si se puede reparar o arreglar o incluso reciclar. Mi tarea fue, en caso de que los motores si estuviesen fallando, encontrar la razón. Debido a que la semana fue corta, solo se logró probar dos motores de los cincuenta y algo que existen en mal estado. Se continuará la próxima semana.
4. En la planta de MECER, debido a que el sistema de tracking es diferente que en HELIOS, estas tienden a dar más problemas, debido a que las placas se queman por distintas razones, los trackers de las mesas no funcionan, entonces se quedan inmóviles hasta que se reparan y debido a que actualmente no se cuenta con tanto empleado para cambiarlas, con ayuda del

ingeniero supervisor, se ayudó a poner todas las mesas de módulos fotovoltaicos en modo flat, o a 0° para que así no estén desperdiciando la irradiación solar durante la mitad del día. Se hace remotamente y manualmente y los ingenieros se encargaron de enseñarme como, para yo poder asistirles.

5. Se empezó con un inventario en la planta de HELIOS en todo lo que es maquinaria, módulos, herramientas, etc. Este se toma a un lapso de desarrollo de dos semanas.
6. En la planta Helios se empezaron a cambiar los módulos dañados por descargas atmosféricas, el miércoles estuve presente mientras hacían los cambios los técnicos y fue aquí donde pude aprender el proceso de cambiar un módulo fotovoltaico que no es nada complicado y se realiza en un corto periodo de tiempo.
7. El miércoles por la tarde se realizó una comisión mixta de toda la empresa donde estuve presente y se discutieron temas sobre seguridad industrial.
8. En una de las revisiones del SCADA de las dos plantas, se me encomendó revisar los inversores y transformadores específicamente para revisar cómo están produciendo, revisar sus eficiencias y su funcionamiento. A primera vista todo se miraba correcto y con eficiencia estándar, llegando al inversor B del arreglo número 5 en MECER se logró notar que el inversor estaba a 10°C más de temperatura que todos los demás, entonces su rendimiento estaba completamente bajo, muchísimo más de lo que debería de estar normalmente. Se esperó un tiempo para ver si este cambiaba de temperatura y así mejoraba su eficiencia, pero no fue así. Le notifiqué a mi jefe, el jefe de planta, para preguntarle que podría estar causándolo y me comentó que no sabe, que era tarea mía averiguar el por qué; así mismo me entregó una tarea más, que era de averiguar cómo mejorar la eficiencia de los inversores debido a todas las pérdidas que tienen por temperatura. Entonces en las próximas semanas, seguiré realizando mis deberes rutinarios, pero también estaré realizando una investigación aparte por mi cuenta, de conocer e implementar cómo hacer para que los inversores no pierdan tanta eficiencia por temperatura.

4.2.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES



Ilustración 21. Cambio de los nuevos Módulos FV HELIOS

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 22. Capacitación de limpieza de Módulos FV

Fuente: (Elaboración propia)

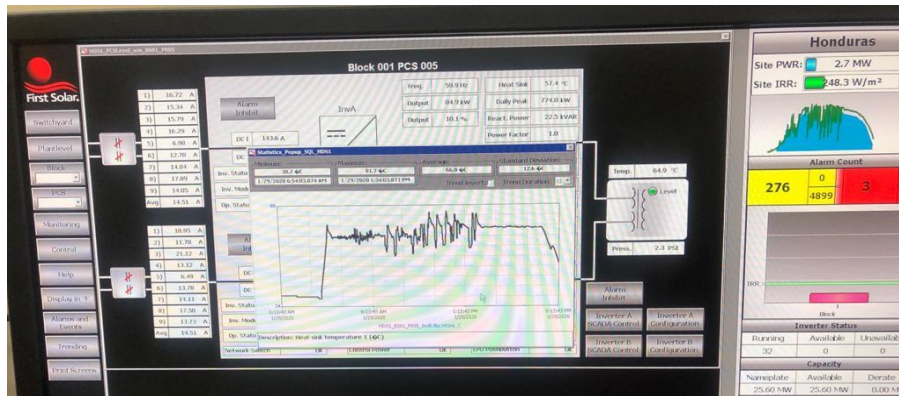


Ilustración 23. Irregularidad encontrada en el inversor 5B

Fuente: (Elaboración propia)

4.3 SEMANA 3: FEBRERO 3-7

4.3.1 INTRODUCCIÓN

La semana 2 se programaron varias actividades que no se lograron culminar debido a que los supervisores y el jefe de planta fueron citados a Tegucigalpa a las oficinas generales de Grupo Terra: Energía. Entonces hubo varias tareas por realizar que se quedaron en el aire, sin nadie que las dirigiera. La reunión fue sorpresa y fue el día jueves, por ende, se perdieron dos días de trabajo en la planta, para mi suerte, yo también estuve ausente esos dos días y así no me perdí de trabajo por hacer. Gracias a ello, esta semana hay bastantes pendientes que realizar.

4.3.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 3. Resumen de Actividades de Semana 3

MECER
Continuación de limpieza de módulos
Comprobar estado de motores reemplazados
Reparación de falla en HCB 07 A5
Finalizar colocación de mesas dañadas en flat, V1 TC
Seguimiento a actualización de Inventarios en cuadro Excel

Ronda semanal
Reemplazo de piranómetros
Verificación de instrumentación MET, soil, MTS, WS
HELIOS
Continuación de inventarios
Seguimiento a instalación de biométrico
Seguimiento a oxidación de abrazaderas MIBS
Reparaciones de fallas de DC health, reporte
Ronda semanal
Revisión de INV 9b, por daño de IGBT
Verificación de instrumentación MET, soil, MTS,WS
Finalizar reemplazo de módulos quemados, reporte.
COMUNES
Reunión general 5Ss
Reunión operativa
Charla/capacitación de procesos de inventarios

Fuente: (Elaboración Propia)

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. El primer día se continuó con la supervisión de la limpieza de módulos, las mujeres que tenían la tarea de ello iban avanzando un poco más lento de lo esperado. La meta está en limpiar los dos parques en un mes, pero el inconveniente está en que la planta de HELIOS tiene muchísimo más módulos fotovoltaicos, aproximadamente unos 150,000, así que se prepararon otras expectativas y una distinta meta y fecha de entrega debido a ese inconveniente que no se había tomado en cuenta. Se realizó la supervisión durante el resto de los días.

2. Debido a que la semana pasada no se terminaron de revisar los motores que están aparentemente dañados y no se sabe la causa, esta semana se continuó con la labor. Los días martes y miércoles por la mañana se le dedico a proar cada uno de los motores con fuentes de poder para verificar que era exactamente lo que no funcionaba de este. Se me encargo estar tomando notas y realizar el informe de estos mismos.
3. Se realizaron los últimos cambios y actualizaciones al inventario de toda la planta MECER.
4. Debido a que el domingo hubo una falla en el sistema eléctrico nacional, la planta salió de línea por unos momentos y todos los generadores e inversores e instrumentos que tienen su batería como respaldo de poder, siguieron funcionando; excepto las estaciones meteorológicas que se encuentran en el parque, esto mando una alerta a los supervisores debido a que ellos nunca se habían percatado que nunca se le ha hecho una supervisión o incluso un mantenimiento a los componentes de estas estaciones meteorológicas, debido a esto, se fue el miércoles y el jueves a inspeccionarlas, como resultado de estas inspecciones, nos dimos cuenta que en realidad las baterías de respaldo de comunicación de estas, no están funcionando; los piranómetros ya expiraron su fecha de vencimiento para la calibración y el anemómetro estaba dando falsas lecturas. Así que de emergencia se realizó un plan de mantenimiento para todas estas que fue realizado el jueves por la noche. Se realizó una última inspección el viernes para asegurarse que todo está funcionando correctamente, incluso se realizaron pruebas y simulaciones de falla eléctrica y todo funcionaba a la normalidad. Ya con todo el equipo nuevo y mantenido y los piranómetros calibrados.
5. La ronda semanal de MECER se realizó el viernes, se hizo una visita 1 a toda la planta con la ayuda de los demás ingenieros y técnicos. No se descubrió nada fuera de lo normal. Se hizo reportería al final del día.
6. El día viernes por la tarde se tuvo una reunión con todo el personal de la planta para discutir las 5S, un programa que tiene Grupo Terra de seguridad; se impartieron charlas durante toda la tarde como recordatorio.
7. Debido a que en una combiner box existía una falla de cables DC desde ya hace varios meses, unos técnicos prosiguieron a escarbar a tratar de encontrar la falla, yo les fui a supervisar el trabajo debido a que ellos no reportaron ningún daño debido a que no lo encontraban. Se

terminó de escarbar toda la trinchera y nunca se encontró la falla, se reportó y la próxima semana se terminara de cambiar el cable DC por completo.

8. En HELIOS se ha tratado de implementar un sistema de seguridad biométrico desde ya hace varios meses también, esto es un sistema de seguridad ya no tan arcaico: que la entrada y salida sea con huella digital, que se pueda firmar en una Tablet los permisos, etc. El supervisor de HELIOS me solicitó ayuda para poder cotizar precios de estos sistemas inteligentes y realizar una propuesta que sea mejor y más viable económicamente. Se presentará el próximo lunes.
9. Durante la ronda semanal de la semana 2, en HELIOS se descubrió que varias mesas de módulos fotovoltaicos, tienen las canaletas (MIBS) como ellos los llaman, tienen las abrazaderas que sostienen los módulos fotovoltaicos, oxidadas, deterioradas y sucias. Se reportó que los módulos estaban flojos y poco seguros en las estructuras de los MIBS, el miércoles por la tarde se empezó el mantenimiento de estas abrazaderas y se seguirá realizando el resto de la semana y la próxima.
10. Debido a una tormenta eléctrica que hubo hace un mes, el inversor 9B de HELIOS sufrió una descarga atmosférica que lo dañó temporalmente, sin darle ningún mantenimiento ni nada, al día siguiente empezó a funcionar como que si nada, debido a este milagro, los supervisores no quisieron seguirle dando seguimiento así que lo dejaron estar como estaba, hasta el domingo que la planta salió de línea por falla eléctrica en el sin, cuando regreso en línea, el inversor 9B no volvió a entrar en operación, así que se realizó un programa de inspección. Cuando llegamos a verlo, los IGBT estaban dañados, dos de ellos cien por ciento quemados, así que se realizó una orden de compra para cambiarlos y así continuar inspeccionando que más tienen de mal estado.
11. Por último, durante el fin de semana, debido a que era una emergencia mandar esos reportes, se ayudó con la finalización de reportes de reemplazo de módulos dañados. Esto se hizo para la planta HELIOS, debido a que es la que más descargas atmosféricas ha recibido tanto en módulos fotovoltaicos como en inversores de corriente.
12. Así mismo, por aparte se continuó con la tarea especial de disminuir pérdidas en los inversores de corriente y módulos fotovoltaicos con más investigación y lectura de literatura de cómo

resolver este problema en tiempos libres para presentar una propuesta de mejora en las últimas semanas de práctica profesional. En una de las tareas para realizar esta propuesta esta reducir la temperatura de los inversores, por eso se empezó determinando cuales sensores de temperatura poseían estos solar inverters. Después del estudio, se descubrió que tienen tres, ya cuando se visitaron e inspeccionaron minuciosamente, se encontraron solamente dos sensores de temperatura, a pesar que en el SCADA se encuentran tres diferentes medidas de temperaturas en distintos puntos del inversor, cuando se va a revisar el inversor por dentro, no se encuentra un tercer sensor. Se propuso el día jueves por la noche programar una inspección y una inspección en donde se abriría todo el inversor hasta dejarlo por partes hasta encontrar ese tercer sensor.

4.3.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES



Ilustración 24. Inversor de corriente HELIOS quemado (9B)

Fuente: (Elaboración Propia)



Ilustración 25. Combiner boxes sin funcionamiento

Fuente: (Elaboración Propia)

4.4 SEMANA 4: FEBRERO 10-14

4.4.1 INTRODUCCIÓN

La semana #4 fue cargada con bastantes actividades, tanto para los dos ingenieros supervisores de las dos plantas, como para el jefe de planta, como para mí. Primero que todo, el viernes pasado, de la semana #3, ocurrió un accidente afuera de la planta. Tres de las mujeres contratadas para la limpieza de módulos tuvieron un pequeño accidente en una moto, esto ocurrió a la hora de salida, las tres estaban gravemente heridas, entonces se tuvo que movilizarlas a ellas al hospital y esa tarea recayó en mi persona, después llegaron los demás ingenieros de la planta. Eso rompió el record que tenía la planta de casi 1,500 días sin ningún accidente laboral. Debido a esto, la semana fue bastante problemática en cuanto a personal, debido a que para cumplir la meta de la limpieza de los dos parques, se tuvieron que tomar prestados empleados de otras áreas y así se descoordinó toda actividad que se tenía planificada para esta semana.

4.4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 4. Resumen de Actividades de Semana 4

MECER
Finalización de limpieza de módulos y muestreo de eficiencia

Procedimiento de medición de eficiencia de módulos
Reemplazo de piranómetros
Continuación de ubicación flat de mesas de MPV
Reparación de falla en HCB 07 A5 más admón. del cambio
Finalización de V1 TCs
Revisión de funcionamiento SunSaver (estación meteorológica)
Ronda semanal
Revisión de estado de motores de TCs
Ronda de sistema de aterrizaje
Reporte de reparación de string
HELIOS
Mantenimiento transformadores V2
Inicio de limpieza de módulos
Seguimiento a oxidación de abrazaderas MIBS
Revisión de Inv 9B, por daño de IGBT
Reporte de reparación DC health
Reporte de reemplazo de módulos
Continuación de inventarios
Alumbrado de bodegas
COMUNES
Revisión/reemplazo de herramientas de trabajo
Charla/capacitación de procesos de inventarios
Curso de centrales eléctricas
Reparación de AA SCC
Reemplazo de batería de generador auxiliar

Fuente: (Elaboración Propia)

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. El día lunes por la mañana se realizó la reunión operativa de todos los inicios de semana, donde se discuten las actividades por realizar, para los dos ingenieros supervisores de planta, para el jefe de planta y para mi persona. Aquí se discuten actividades de las semanas pasadas

y las que vendrán, usualmente se tardan bastante y se discute todas las actividades por realizar y sus procesos.

2. El mismo día lunes se realizó la inspección de las mujeres de limpieza de los módulos fotovoltaicos. Estos tenían que terminar el mismo lunes, pero debido a varios atrasos y el accidente de las otras tres mujeres, no se lograra cumplir la meta de limpiar la planta MECER en dos semanas. Así que el día jueves se empezará la limpieza de la planta HELIOS. Así mismo se fue a inspeccionar que los módulos FV de hecho estuviesen quedando limpios, esto se hizo con inspección visual solamente.
3. Por la tarde el día lunes se realizó la finalización de las mesas perdidas en posición flat (a 0° sobre la horizontal), debido a que la mayoría de los PCBS de trackers solares de mesas en la planta MECER están dañadas por distintos motivos (descargas atmosféricas, golpes, etc), se decidió poner las mesas en posición "flat" o directamente sobre la línea horizontal para que no exista tanta la perdida de generación por no aprovechamiento del recurso solar.
4. El mismo día lunes por la noche se realizó el cambio de piranómetros de las estaciones meteorológicas de la planta MECER, debido a que estos están dentro de un certificado de calibración de un año de vigencia solamente, se le tiene que estar calibrando frecuentemente. Debido a falta de personal y descuido, estos piranómetros tenían quince meses sin haberse cambiado, por ende, tenían varios meses descalibrados en donde los datos que estaban transfiriendo puede que no hayan sido correctos; así que por la noche, se me asigno junto al supervisor de planta de MECER, hacer el cambio de los seis piranómetros que existen en las estaciones meteorológicas. Se decidió dividir el trabajo para así no salir tan tarde del turno y se realizó el cambio manual. Después se tuvo que regresar al edificio de O&M para realizar el cambio en el sistema SCADA, se le cambia el numero serial y factor de calibración, para que así ya esté todo en orden. Esa misma noche, debido a que ya nos estábamos quedando tarde, nos dirigimos hacia las weather stations a resolver un problema que ha tenido la planta ya en varias ocasiones: cuando se corta la energía eléctrica del sistema y la planta sale de línea, las estaciones meteorológicas salen de línea también y estas dejan de enviar datos recopilados, aun cuando no debería de suceder, debido a que todas estas tienen una batería de respaldo por incluso hasta ocho horas, para que nunca se pierda la transferencia de datos; pero no

había estado sucediendo así. Ya en varias ocasiones que sale de línea la planta, los ingenieros se han percatado que siempre se pierde la comunicación de las estaciones y el SCADA. Así que se dirigió a estas mismas de nuevo, para realizar una prueba, simular la desconexión a red (bajando el breaker de alimentación) y así verificar si estas baterías funcionan. Con un multímetro medimos y de hecho si existía energía en la batería, entonces había otro tipo de problema que no sabíamos cuál era. Estuvimos ahí un buen tiempo tratando de averiguar el problema y no lo encontramos, regresamos al edificio a buscar los planos del circuito de la estación y cómo funcionaba y nos dimos cuenta que de hecho al cortar la energía de alimentación, existe un disyuntor de protección automático que corta todo flujo de corriente para cualquier dirección de la estación meteorológica, entonces ahí estaba el problema, la batería si estaba funcionando, pero el breaker no estaba dejando el paso de ningún flujo de corriente, ya es error de diseño. Así que no se tomó ninguna medida posterior y simplemente se contactó a FirstSolar debido a que ellos fueron los que diseñaron todo.

5. El día martes se realizó por la mañana la reparación de una Harness Combiner Box que estaban disparados los cables. Estos sufrieron una sobrecarga de corriente debido a que no estaban bien dimensionados los cables en la planta HELIOS. Así que el supervisor de la planta y yo fuimos por la mañana a cambiar todo el cable DC que va desde la Harness combiner box 06 hasta el PCS 06, se tomó toda la mañana para eso. Esto también se rastrea hasta la etapa de diseño, debido a que los ingenieros que diseñaron la planta tenían el estimado o incluso el máximo de corriente que pudo haber pasado por es Harness combines box aunque fuese en DC y aun así dimensionaron mal el cable de este y se tuvo que ir a colocar el correcto, en este caso se colocaron 800 pie de cable 4/0 hasta el PCS.
6. Por la tarde del día martes se recibió un curso/charla/taller del departamento de administración. Debido a que la empresa de Terra es inmensa, para cualquier compra, solicitud, movimiento o cualquier actividad que involucre la parte administrativa es un gran protocolo y un gran proceso para que este se realice. Se están modificando varios aspectos del departamento y debido a que toda la planta tiene que tener conocimiento de esto, se le impartió a todo por la administradora principal de la planta. Se nos dieron a conocer los nuevos método de realizar inventarios, de pedir órdenes de compra, de solicitar materiales,

de pedir cotizaciones, de los proveedores; básicamente todo aspecto en la línea de la administración de la planta.

7. El día miércoles se me dio la tarea de realizar una investigación de la muestra de eficiencia de módulos fotovoltaicos. Debido a que solo una planta tienen casi cuatrocientos mil paneles y la otra casi quinientos mil, la muestra que se debería de tomar para toda la población es bastante grande y debido a que las mediciones con la herramienta PV210 (que mide la eficiencia de un módulo y la degradación del mismo realizando extrapolaciones) tardan bastante tiempo, se decidió empezar haciendo medidas todo el día hasta encontrar alguna tendencia. Todo el día miércoles se dedicó a medir todos los paneles que se pudieran, se lograron medir solamente 64 módulos FV en alrededor de 6 horas, debido a que las mesas tienen trackers, llega un punto que no se pueden medir debido a que están muy altas por su posición. Así mismo, la medida tiene que ser con irradiación mínima de $800\text{W}/\text{m}^2$ así que eso limita también la ventana de tiempo en las cuales se puede medir la eficiencia. Cuando terminé el día, se regresó al edificio y debido a que no tengo conocimiento alguno de cómo utilizar la programación de este software utilizado, procure pedir ayuda a un ingeniero para así aprender a utilizarlo, debido a que solamente a mí se me asignó la tarea y después procedí a realizar un informe conclusivo de este mismo. Debido a que en la noche se tiene planificada el mantenimiento de los transformadores de la planta HELIOS.
8. Se realizó el mantenimiento de HELIOS con el supervisor de la misma y la ayuda de sus técnicos. Esta era "visita 2" por ende, ya era visita correctiva, era mantenimiento más cualquier corrección de ser necesaria. En este caso se retorquéó todo lo que se necesitaba, revisión de niveles de aceite en los mismos y engrase de todos los pernos necesitados. Esto tuvo duración de dos noches. Cabe notar que siempre se trabajan turnos nocturnos para no perder generación durante el día.
9. El día jueves mi jefe revisó el informe que había realizado sobre las pruebas de medición que había realizado y no pareció conforme con las estimaciones, así que me mandó a realizar más pruebas. Esto se realizó solamente por la mañana, debido a que en la tarde, se tenía la tarde con uno de los técnicos de la planta HELIOS, ir y revisar la situación de los pernos oxidados que tiene cada uno de los MIBS (estructura que sostienen los módulos FV) en la planta. Debido

a que la planta es relativamente nueva, con solamente dos años de operación, no debería de estar fallando absolutamente nada, y es aquí donde se notan todos los defectos que tuvo la compañía proveedora contratada en la etapa de diseño. Los pernos estaban absolutamente oxidados y sucios, aunque se les da mantenimiento frecuentemente y aun así están dando problemas.

10. El día viernes por la tarde se tuvo otra de las capacitaciones impartidas por los ingenieros supervisores para la educación de los trabajadores, técnicos y personal de planta. Esta semana fueron las subestaciones y centrales eléctricas. Este plan lo idearon a principio de este año para así poder educar e instruir a los empleados de la planta sobre todo lo que conlleva el funcionamiento de ella. La próxima semana se me asignó a mí a impartir una de eficiencia energética y posteriormente una de situación energética del país. Debido a que estas charlas se imparten para poder educar, así mismo se tiene que evaluar y siempre se les aplican exámenes teóricos sobre lo aprendido.

4.4.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES

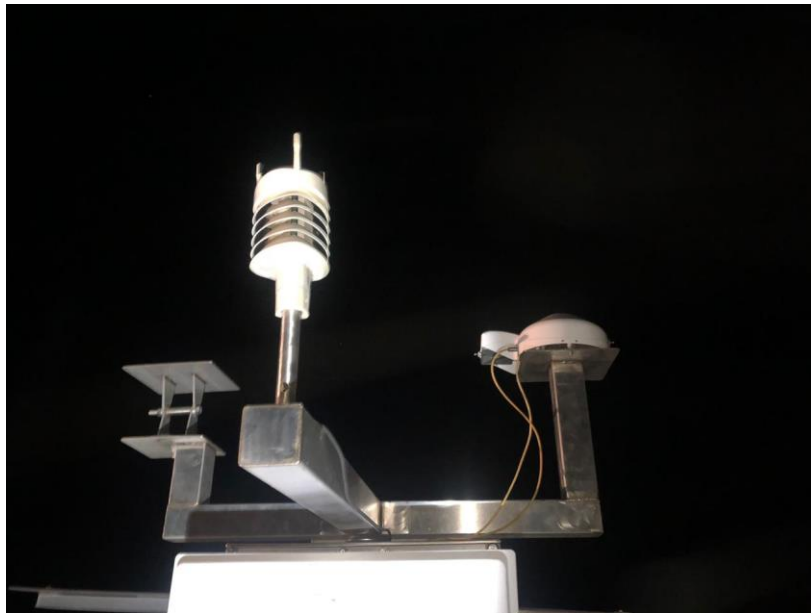


Ilustración 26. Cambio de piranómetros en estación meteorológica

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 27. Revisión de batería de respaldo y de SunSaver

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 28. Medición de eficiencia de Módulos FV

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 29. Pruebas de eficiencia en Módulos FV en planta MECER

Fuente: (Elaboración propia)

4.5 SEMANA 5: FEBRERO 17-21

4.5.1 INTRODUCCIÓN

La semana estuvo cargada con bastante trabajo y actividades por hacer, a pesar de las fechas de entregas que teníamos todos en planta; estos no se pudieron completar, debido a que solamente se pudo trabajar hasta el miércoles; debido a que la compañía de seguridad de la empresa tiene cursos y capacitaciones obligatorios que tenemos que recibir y el de esta semana fue la capacitación impartida por los bomberos, en contra de los incendios forestales, el programa se impartió en tres días y así lográndonos certificar en el nivel 1 de ataque y combate contra incendios forestales. Fue una excelente capacitación, el único problema fue que abarco toda la semana y nosotros teníamos fechas de entregas que se seguían respetando y nos atrasó bastante con todo el trabajo a realizar. Por ende, seguramente, existirán actividades que se tendrán que postergar para la próxima semana.

4.5.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 5. Resumen de Actividades de Semana 5

MECER
Muestreo de eficiencia de limpieza con mopetas
Finalización de ronda de sistema de aterrizaje
Seguimiento a fabricación rótulos de planta
Pruebas de trafo azul
Revisión de cuadro de inventarios
Ronda semanal
Finalización de V1 TCs
Revisión/reemplazo de herramientas de trabajo
Histórico de comportamiento de medición de Soiling
HELIOS
Proyecto alumbrado de bodegas
Termografías trafo
Análisis de instalación de protección de bandejas de PCS
Seguimiento a oxidación de abrazaderas MIBS
Continuación de limpieza de módulos
Continuación de inventarios
Ronda semanal
Finalización a mantenimiento de transformadores
Revisión/reemplazo de herramientas de trabajo
COMUNES
Curso Combate contra incendios forestal
Reparación de AA SCC

Fuente: (Elaboración Propia)

4.5.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. Debido a que la limpieza de módulos FV ya tenía varios días de finalización en la planta MECER, se decidió asignarme un estudio de análisis de eficiencia de las mopetas, en seco y de la limpieza utilizando agua, la semana pasada ya se me había asignado un análisis de eficiencia, pero solamente de la limpieza con agua; esta semana el día lunes se salió a campo a tomar más medidas de eficiencia de la limpieza en seco para después proseguir a compararlas con los datos del SCADA. El día lunes por la tarde se hicieron medidas en toda la planta y así mismo se prosiguió a estudiar los resultados. Así mismo, esa misma tarde, con la ayuda de un técnico se realizó una revisión de las herramientas de trabajo de todos, debido a que habían varias herramientas que estaban perdidas y simplemente estaban ubicadas en el lugar incorrecto.
2. El día martes por la mañana por la mañana se me dio la tarea de realizar y analizar gráficos de la eficiencia y medidas del soil monitoring de la planta. Este es un programa o una instalación que tienen las dos plantas en donde estas toman y comparan datos de un módulo FV sucio y uno constantemente limpio. En las dos plantas existe esta instalación para así comprar o analizar cuál es el comportamiento del sucio en los módulos para así localizar los tiempos óptimos de limpieza. Esta instalación cuenta de dos módulos FV localizados aleatoriamente en la planta, un par sucios (que estos representan a toda la población de módulos FV en toda la planta) y otro par completamente limpios (estos son limpiados por esta instalación que tiene un sistema de riego para poder tener las mejores mediciones) y así mismo se comparan los datos de generación y de eficiencia de este par de módulos para así poder tener un dato de suciedad y pérdidas por suciedad en las plantas más precisamente. El último mes que se empezó a limpiar toda la planta, las gráficas de este sistema se comportaron un poco erráticos y sin sentido, así que se me dio la tarea de investigar si es que estaba mala la medición, de verdad se estaba comportando así la suciedad o simplemente el sistema no estaba funcionando como se debería. El día martes me dedique a recopilar datos de un histórico de todo el año 2019 para realizar los análisis.
3. El mismo día martes por la tarde se realizó un mantenimiento a un transformador azul que estaba como reemplazo de emergencia en la planta VESA pero nunca se le había hecho ningún

análisis o estudio o incluso pruebas para ver si este todavía estaba en funcionamiento. Así que con la ayuda de una empresa contratista se fue a realizar las pruebas debidas, la empresa tiene intenciones de tener el transformador en el almacén por cualquier emergencia. Aprendí y logre visualizar todas las pruebas que estos contratistas se le realizaron, no logre quedarme hasta que ellas terminaran porque surgió un problema en la red y las plantas salieron de línea por unos minutos y cuando la energía regreso, los inversores de la planta HELIOS no regresaban en línea y con el ingeniero supervisor de la planta se fue a investigar al PVCS cuál era el problema. Se concluyó que se había disparado una protección debido a que el voltaje de la red se había elevado demasiado y por eso que la planta no volvió a entrar en normalidad.

4. Ese mismo día se decidió trabajar hasta media noche, debido a que el día siguiente sabíamos que se iba a perder en las capacitaciones, se terminó el mantenimiento de los transformadores de HELIOS que hacían falta. Se me asigno la tarea de realizarle la visita 2 a los transformadores también, que en este caso era retorquear los pernos nada más.
5. El día miércoles por la mañana llego el ingeniero encargado de la seguridad operacional de las plantas de grupo terra y este trajo con él a los bomberos que iban a impartir el curso y capacitación. Se empezó desde temprano por la mañana, el primer día seria teoría solamente. Se aprendió toda la teoría que se tenía que saber sobre el primer nivel de certificación en combate contra incendios, se tenía que poner debida atención ya que el día jueves habría un examen que se tenía que aprobar.
6. El día jueves se realizó el examen por la mañana y después se realizaron varias pruebas pequeñas para así irse familiarizando con el equipo en contra incendios y así mismo los procedimientos a seguir en la cadena de comando. El mismo día por la tarde, el ingeniero supervisor de la planta MECER y yo recibimos un comunicado desde Tegucigalpa, que la comunicación se había perdido entre las plantas y ellos, así que se fue a revisar en la subestación eléctrica de la empresa a ver que tenia de falla y se descubrió que la fibra óptica a una distancia de dos kilómetros de la planta había sido dañada, así que se salió de emergencia a repararla con todos los instrumentos necesarios. A la hora de llegar a los postes de comunicación que traían la fibra óptica, se pudo notar a mucha distancia que estos se habían dañado y habían sido cortados en dos puntos de la línea. El ingeniero supervisor tiene

conocimiento de realizar fusiones para reparar la fibra óptica, así que con los materiales se realizó esa reparación que tardó alrededor de cinco horas, debido a que el proceso fue muchísimo más largo de lo que pensé. Pero al final, se logró reestablecer la comunicación entre el sitio de control en Tegucigalpa y las plantas.

7. El último día de la capacitación, el viernes, ya era la prueba real. Los bomberos iban a incendiar algún lugar de la planta sin conocimiento de nadie de nosotros, para simular una situación de la vida real y así ver cómo nos comportaríamos y ver si podíamos aplicar la teoría que habíamos aprendido, así mismo para ver como los que estaban al mando respondían ante una situación de emergencia. Se realizó la prueba y todo salió bien, se terminó por la tarde y nos dieron la certificación que se había aprobado el curso.

4.5.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES

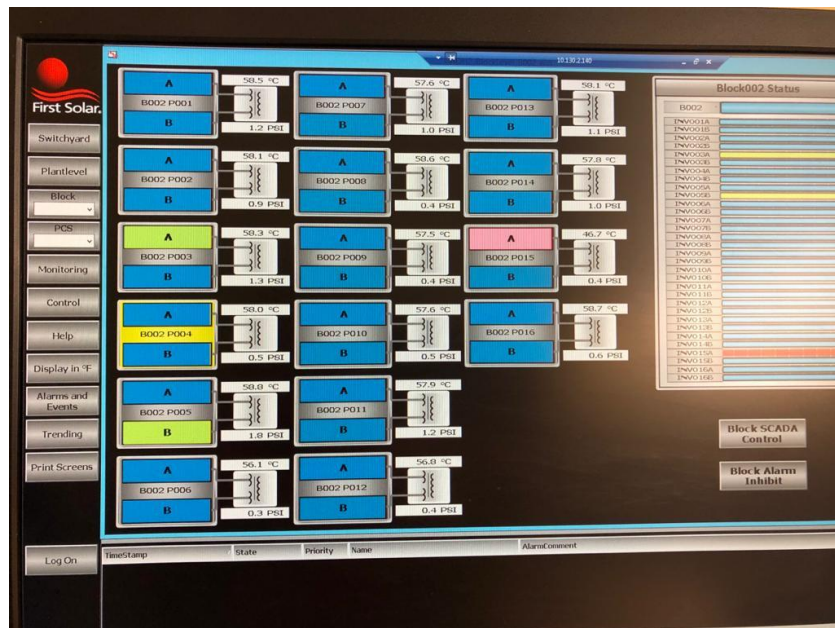


Ilustración 30. Inversores fuera de línea en HELIOS

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 31. Realización de pequeñas pruebas en contra de fuego

Fuente: (Elaboración propia)

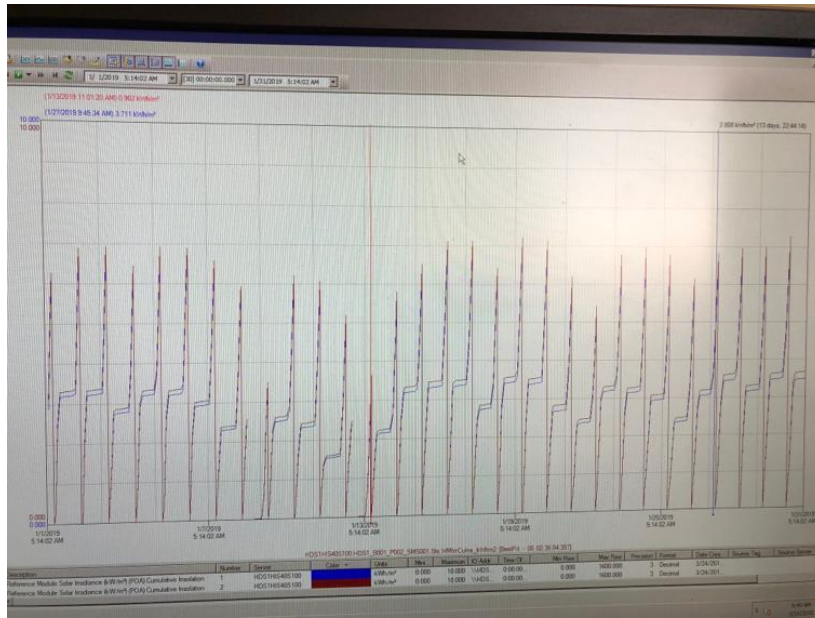


Ilustración 32. Comportamiento de Sistema Soil Monitoring, Enero 2020

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 33. Prueba real de Combate contra Incendios

Fuente: (Elaboración propia)



Ilustración 34. Práctica de Primeros Auxilios en curso Combate contra Incendios

Fuente: (Elaboración propia)

4.6 SEMANA 6: FEBRERO 24-28

4.6.1 INTRODUCCIÓN

Esta semana se realizaron varias actividades igualmente retrasadas de la semana anterior, debido al curso que se impartió por los bomberos. Se atendió la visita de un inspector externo que venía a realizar una auditoria en la planta. Así mismo se realizaron las primeras actividades preliminares para la construcción del techado sobre las estaciones PCS que se asignaron a mi persona, estando así pasos más cerca de poder comprobar cuanto es la disminución de pérdidas por temperatura en los inversores de corriente y transformadores.

4.6.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 6. Resumen de Actividades de Semana 6

MECER
Consumibles de enero y febrero
Reporte de ronda de aterrizaje
Reportes de safety
Medición de tierras en subestación
Ronda semanal
Revisión/reemplazo de herramientas de trabajo
Cuadro de eficiencia de la limpieza de módulos
Análisis de perdida de eficiencia de módulos
HELIOS
Finalización de termografías a trafos y reporte
Consumibles de enero y febrero
Orden de trabajo de reemplazo de módulos (134)
Finalización de limpieza de módulos
Continuación de inventarios
Reporte de safety

Ronda semanal
Medición de tierras en subestación
Mantenimiento a HCB Visita1
Finalizar cuadro de módulos
COMUNES
Curso de centrales eléctricas
Reunión operativa
Reunión Mixta

Fuente: (Elaboración Propia)

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

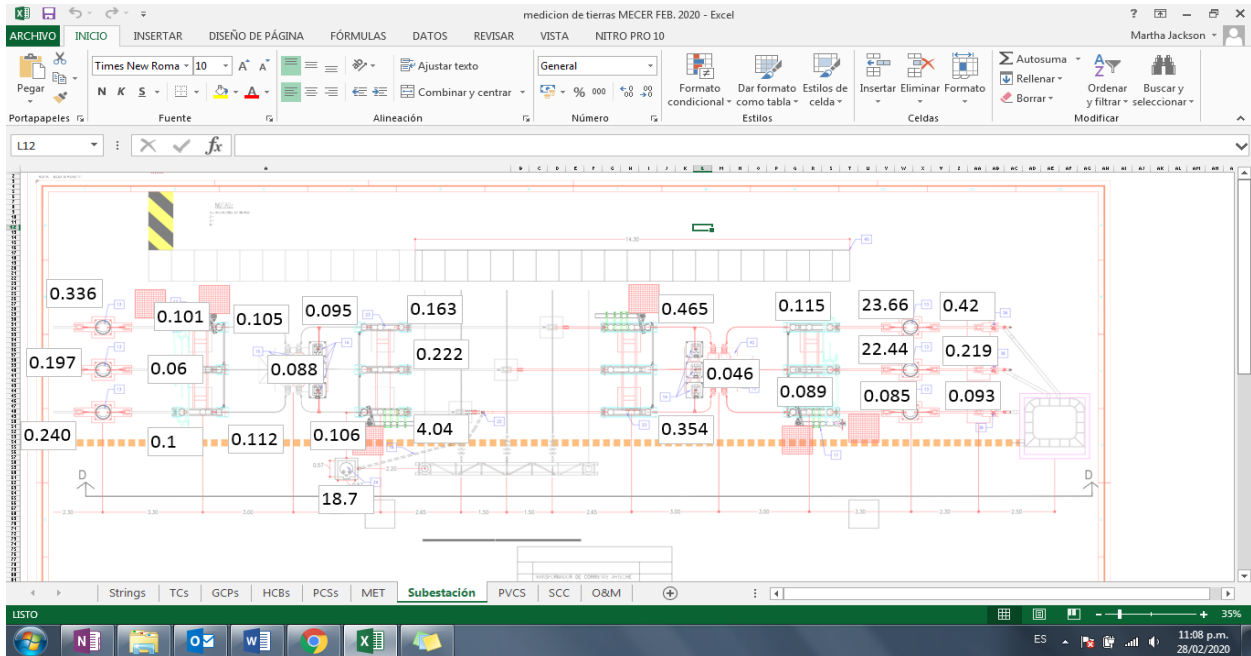
1. El día lunes por la mañana siempre se tuvo la reunión operativa que se tiene con el jefe de planta y los supervisores, aquí discutimos las tareas por realizar durante la semana. El mismo día lunes por la mañana se realizó una revisión de todas las herramientas y materiales que tiene actualmente los técnicos y los demás empleados, se revisó su estado para poder realizar un reporte de que hace falta, sobra o que se puede mandar a comprar. Esto tomo bastante tiempo debido a que todos los empleados tienen asignadas herramientas y se tenía que ir revisando uno por uno. Se me asignó realizar un estudio de proyección de sombras en los módulos FV que se creará por el techo a construir, se empezó a hacer un modelado en el programa google sketchup.
2. Se empezó a tener turno mixto el martes, debido a que en la planta HELIOS se tiene que realizar visita 1 a las Harness combiner boxes y estos mantenimientos se realizan por la noche. Por la tarde, uno de los supervisores de planta, impartió un curso de capacitación sobre centrales eléctricas a todos los empleados y esto tomo aproximadamente toda la tarde. Por la noche, se empezó la visita 1 a las HCB, aquí se visitaron la mitad de todas las boxes de la planta.
3. El día miércoles igualmente se tuvo turno mixto debido a los mantenimientos. Aquí por la tarde, se realizaron mediciones de eficiencia de módulos fotovoltaicos siendo limpiados con

agua y siendo limpiados con limpia vidrios y así poder realizar un informe analizando que opción sería mejor para la limpieza de estos mismos. Aquí se tomaron sesenta y cuatro mediciones aleatorias de toda la planta así para poder analizar más detalladamente la eficiencia y las pérdidas varias del módulo. Por la noche se terminó la visita 1 de las combiner boxes.

4. El día jueves se entró en turno normal de nuevo y por la mañana se realizaron mediciones de los cables tierra en la subestación de la empresa, Santa Lucia. Aquí se estuvo un par de horas, debido a que son bastantes puntos de tierra en las dos bahías de las dos plantas. Una vez en planta, se ayudó con varios reportes que tenían que ser entregados. Se realizó el análisis del reporte de medición de tierra en comparación a la medición anterior, que en este caso fue el año pasado, aquí se miden los puntos de cada una de las mesas de los módulos FV, las Harness combiner boxes, las met stations, las weather stations, los Gateway controllers, las tracker controllers, toda caja de fusibles que exista, los PCS, el PVCS y la subestación que se había realizado por la mañana. Se tabularon los datos y se realizó el análisis. Se presentara la próxima semana para decidir que correcciones o mantenimientos se le darán a todos los puntos que marquen más de un ohm. Así mismo, se realizó el reporte de los cambios de módulos de la planta HELIOS, este informe fue un poco difícil de realizar debido a que en esa planta no se lleva un buen inventario o actividades y reportes detallados.
5. El viernes llegó de visita otro inspector que tenía como propósito inspeccionar la seguridad operacional de la planta y es por esto que solo se trabajó medio día, porque para la inspección de él no podía estar ningún ingeniero en el área de O&M, que en este caso es donde estábamos nosotros. Así que por la mañana se fue a analizar el aislante térmico que se tiene presupuestado para la construcción del techo para los inversores. En este caso se realizaron varias pruebas para poder saber con claridad cuantos grados de temperatura le podría bajar a cualquier cosa que este debajo de ella y así mismo se hizo una búsqueda de que otras mejores opciones se encontraban en el mercado de Choluteca y si estos eran viables económicamente.

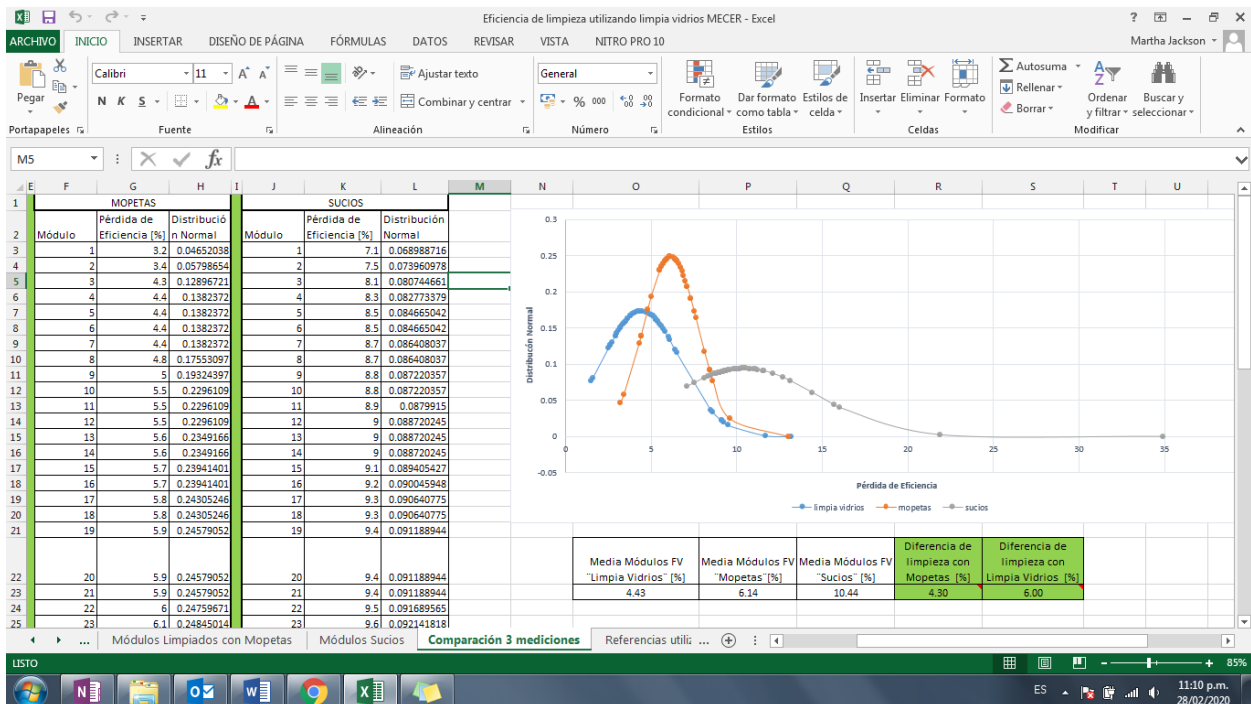
4.6.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES

Ilustración 35. Reporte de Medición de Tierras en las plantas



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 36. Reporte de Eficiencia de Módulos FV



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 37. Pruebas realizadas en Aislante Térmico



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 38. Colocación del Aislante Térmico



Fuente: (Elaboración Propia)

4.7 SEMANA 7: MARZO 2-6

4.7.1 INTRODUCCIÓN

Durante la semana se tuvo un turno mixto, durante tres días se salió del turno laboral por la madrugada debido a que hubo varios mantenimientos que realizar por la noche cuando la planta estuviese fuera de línea, así mismo existieron bastantes fallas técnicas esta semana para ambas plantas. Los otros dos días restantes de la semana se tuvo un turno normal y se realizaron actividades de reportería y análisis. La construcción de los techos de los PCS se tuvo que postergar debido a varias complicaciones con las órdenes de compra de los materiales.

4.7.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 7. Resumen de Actividades de Semana 7

MECER
Finalización de reporte ronda de aterrizaje
V1HCB
Rondas y visitas semanales
Mantenimiento de la línea V2
Reporte de safety de febrero
Colocar en flat mesas dañadas
Lectura de SCADA
Actualización de cuadro de compras
Instalación de rótulos de seguridad
HELIOS
Instalación de protección de picos en cable de red de RDE
Rondas y visitas semanales
Finalización de inventario
Reporte de termografía de transformadores
Reporte de safety

Lectura de SCADA
Control de hormigas en paneles
Documentación de control de vacaciones
Inicio V2 trackers
Instalación de rótulos de seguridad
COMUNES
Aire acondicionado SCC

Fuente: (Elaboración Propia)

4.7.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. El día lunes por la mañana la reunión de los ingenieros supervisores y yo nos tomó toda la mañana y una buena parte de la tarde, debido a que existían varias actividades que planificar durante la semana y así mismo existieron actividades no planificadas que se tuvieron que realizar forzosamente. Al salir de la reunión, empecé a realizar un análisis de la ronda de tierra que se había terminado la semana pasada, aquí se midieron todos los puntos de aterrizaje a tierra que tiene la planta y la subestación también. El propósito de este es identificar los puntos que tengan una alarmante resistencia, la condición está en que si tiene más de un ohm, este debería de revisarse y/o repararse. Así que realice el análisis y el reporte de este mismo, así mismo para que todos los puntos que se tengan que reparar, se haga en un futuro próximo.
2. El día martes fue el primer día del turno mixto, se entra por la tarde, aproximadamente cuando la planta vaya a salir de línea y se termina el turno por la madrugada. Se empezó el mantenimiento de las HCB en la planta MECER, aquí el mantenimiento era preventivo y correctivo también, se empezaron limpiando y retorqueando cada una de las cajas combinadoras y esto se llevó toda la jornada. Una vez se realizó la meta del día, que es un tercio de toda la planta, se regresó a las oficinas de O&M y se prosiguió a encender de nuevo la planta y energizarla remotamente del SCADA, una vez realizado esto, el ingeniero supervisor y yo nos percatamos que habían dos inversores que no se habían energizado y aparecía un error en las pantallas del SCADA, se fue a revisar estos mismos y no se encontró ningún tipo

de falla, estuvimos tratando de averiguar que sucedía por varias horas y no encontramos nunca el problema; se contactó a centro de control en Tegucigalpa y nos comentaron que era un error de ellos, que no había hecho una comunicación correcta a la hora de volverlos a energizar, así que ellos volvieron a energizarlos, pero solo uno de estos funciono, debido a las horas de la madrugada que eran, nos fuimos del trabajo.

3. El día miércoles era el segundo día del mantenimiento de las HCB, se realizó el mismo procedimiento del día anterior con las demás cajas que hacían falta. Así mismo, como el día anterior, a la hora de volver a energizar de nuevo la planta, hubo un problema de comunicación del SCADA de la planta, todo volvió a entrar en línea como debía, el problema de ahora fue que el SCADA no estaba recibiendo ningún tipo de datos de todo protocolo de comunicaciones y habían datos que se iban a perder si no se solucionaba eso pronto. Se realizó un reset en el SCC y todavía no funcionaba nada, se fue a revisar de nuevo y se encontró un MOXA Universal Communicator que había sido quemado por corto circuito. Se procedió a cambiarlo y todo volvió a la normalidad, hasta que el centro de control de Tegucigalpa llamo y confirmo que ellos no estaban leyendo datos del SCADA, nos dimos cuenta que el repuesto no había sido programado y fue solucionado; este día igualmente se salió a altas horas de la madrugada.
4. Para el día jueves, no estaba programada la visita de un contratista eléctrico que realiza las pruebas eléctricas de los transformadores de las plantas, este igualmente solo trabaja por la noche para no sacar de línea el transformador que probara. Debido a que jamás se me había presentado la oportunidad de presenciar las pruebas eléctricas, pedí autorización para dejar el mantenimiento de las cajas e ir a presenciar las pruebas, igualmente esto tardo casi toda la madrugada; pero se logró hacerle un montón de pruebas al transformador.
5. Para el final de la semana, el día viernes por la mañana se realizaron, con la ayuda del técnico en planta que sabe un poco sobre estructuras e ingeniería civil, unos planos sobre unas estructuras que se estarían construyendo para el área de plantación en la planta. Debido a que en los ICMAS siempre se tiene que reportar todas las resoluciones que se presentaron, se le ayudo al tenido que trabaja en la parte medio ambiental de la planta y se realizó esto por

la mañana. Por la tarde, debido a que el jefe de planta estaba de cumpleaños, se realizó una pequeña reunión y no se continuó laborando.

4.7.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES

Ilustración 39. Equipo para realizar Pruebas Eléctricas en Transformadores



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 40. Reparación en SCC



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 41. Pruebas eléctricas y aceite en transformador 3B



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 42. Mantenimiento preventivo y correctivo a HCB



Fuente: (Elaboración Propia)

4.8 SEMANA 8: MARZO 9-13

4.8.1 INTRODUCCIÓN

Esta semana se retomó el proyecto de la construcción del techo para el PCS 02, que en este caso se tuvo que cambiar de ubicación, debido a que el PCS 01 estaba presentando problemas con comunicación. Se retomaron las actividades de construcción y mantenimientos que se tenían pendientes debido a las semanas atrasadas debido a varias actividades. Debido a la emergencia que existe en el país y mundo, se tuvieron que re agendar y reprogramar varios procedimientos y así mismo cambiar todo el horario para la semana. Pero el proyecto de mejora que se me asignó, se retomó y ahora está en marcha.

4.8.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Tabla 8. Resumen de Actividades de Semana 8

	MECER
1	Pruebas eléctricas a trafos 04 al 07
2	Reparaciones de HCB
3	instalación de techo en PCS 02
4	Reparaciones de tierras
5	Gestión de control de hormigas en paneles
7	Revisión de WS 04
8	Análisis de reparación de cajas de FO
9	instalación de rótulos de seguridad
	HELIOS
1	Actualización de cuadro de módulos PV
2	instalación de piranómetros calibrados
3	Excel inventarios
4	Continuación de diagnóstico de seguridad
5	Finalización de reporte de termografía de trafos

6	Continuación de instalación de rótulos
7	Continuación de ronda NT
COMUNES	
1	Reunión operativa
2	Reunión de prácticas y condiciones subestándar

Fuente: (Elaboración Propia)

4.8.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES SEMANALES

1. El día lunes, como es costumbre, se planificó la semana y sus actividades, esta vez fue por la tarde debido a que el ingeniero supervisor de MECER y yo todavía estábamos en horario laboral nocturno debido a que todavía hacían falta unas pruebas eléctricas en los transformadores que realizar. Ese día se me asignó realizar un estudio completo de las sombras que provocaría la construcción del techo sobre el PCS y como afectarían los strings y la generación del día versus o comparándolo con cuanto se va a poder generar de ganancia o cuanta energía se generara en comparación y así poder tener un estudio de costo beneficio de este.
2. El día martes igualmente se estuvo prácticamente todo el día terminando las pruebas eléctricas debido a que queríamos avanzar y ya terminar con los transformadores, debido a que teníamos bastantes actividades pendientes. Así que por la tarde se realizaron varias actividades de reportería que se tenía pendientes. Y por la noche, se logró terminar todas las pruebas pendientes.
3. El día miércoles tuvimos la visita del ingeniero civil de las plantas del Sur y por la mañana recibí ayuda de él para poder realizar el diseño estructural para el techo que se pretende construir y así poder tener la experiencia de un ingeniero civil también, se logró hacer un diseño en donde se minimizara la sombra a los módulos fotovoltaicos tanto para la mañana como por la tarde y así mismo se realizó un diseño de un techo que no creara un efecto de lupa de calor y que este tuviese un diseño eficiente y bioclimático para que los transformadores e inversores pudiesen trabajar eficientemente. Ese mismo día por la tarde, se

tuvo una reunión operativa con nuestros jefes y los ingenieros supervisores que se tiene mensualmente y así discutir varios temas de la planta y esto tomo toda la tarde.

4. El día jueves logré trabajar en el análisis y estudio que se me asigno para realizar el análisis costo beneficio del techo. Debido a todas las precauciones y medidas preventivas y caos que estaba teniendo el país por el corona virus, por la tarde se tuvo que interrumpir toda actividad de la planta por parte de varios empleados corporativos de Tegucigalpa para tener una charla informativa y preventiva del covid. Así que se invirtió medio día para eso. Una vez terminada la charla, se empezó con la construcción de los cimientos de la estructura del techo para el pcs 02.
5. Todo el día del viernes se estuvo supervisando la construcción del techo, que debido a que el viernes se trabaja hasta las 4pm, no se pudo terminar y así se tendrá que concluir el lunes. Y así mismo, presentar el análisis realizado de las sombras y costo beneficio el lunes.

4.8.4 ANEXOS DE ACTIVIDADES SEMANALES

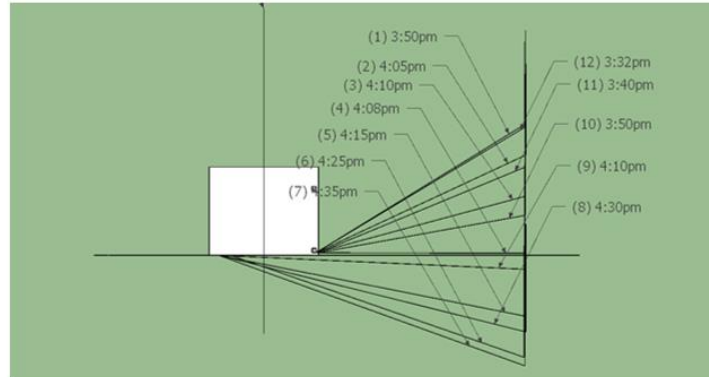
Ilustración 43. Construcción Inicial del techo para PCS 02



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 44. Estudio de Comportamiento de Sombras

Comportamiento de las Sombras por la Tarde durante todo el Año (2020)



Fuente: (Elaboración Propia)

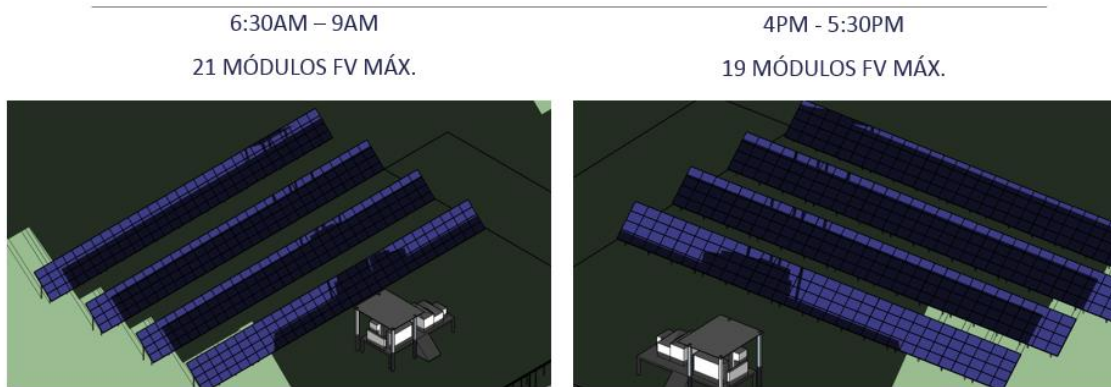
Ilustración 45. Cimentación del Techo



Fuente: (Elaboración Propia)

Ilustración 46. Reporte de Sombras Provocadas por la Construcción del Techo

ENERO



Fuente: (Elaboración Propia)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Se realizó supervisión en los mantenimientos preventivos y correctivos, reportería, análisis y estudios sobre eficiencias, así mismo la supervisión en el montaje y ejecución de proyectos de mejoras.

5.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

1. El departamento de instrumentación fue el encargado de realizar diferentes proyectos pequeños relacionados con el proyecto de mejora para la planta, este departamento realizó la instalación de varios medidores de energía en diferentes puntos del proceso de generación de energía eléctrica, por ejemplo, antes de los inversores, antes de los transformadores, antes de la línea de transmisión, etc. para así poder identificar adonde se encuentran localizadas las pérdidas.
2. Las plantas no contaban con ningún tipo de plan o actividad de limpieza de módulos fotovoltaicos, (ya sea en seco o utilizando agua) y con la ayuda de un ingeniero civil, se logró crear una propuesta para un sistema de riego para la limpieza de los mismos.
3. La empresa cuenta con diferentes sistemas a los cuales se les realiza mantenimientos preventivos y correctivos como son: transformadores, solar trackers, inversores, IGBT, módulos fotovoltaicos, planta de tratamiento de agua residual, strings, cables DC feeders, cajas combinadoras, etc; se logró participar en todos estos y proponer maneras más eficientes de realización.
4. Se realizó la instalación de estructuras de techo y pared sobre los PCS 01 y PCS 02 para reducir pérdidas por temperatura en los inversores y transformadores de cada estación. Así mismo realizando el estudio de posibles sombras por las estructuras y sus ventajas y desventajas y por ultimo un análisis financiero de este mismo.
5. Se realizó un análisis de eficiencia y se logró determinar adonde exactamente estaban las perdidas en el proceso de generación de energía eléctrica para así poder tener un dato de las mismas.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Antes de finalizar, se sugieren algunas recomendaciones en base a los resultados y las conclusiones que se encontraron luego del presente estudio.

6.1 A LA EMPRESA

Implementar un tipo de estructura mejor diseñada, más eficiente y funcional sobre todos los PCS.

Realizar mejores análisis de eficiencia en cada proceso de la generación de energía (considerar pérdidas en todo punto del proceso de generación)

6.2 A LA UNIVERSIDAD

1. Implementar en el sílabo de las clases de la carrera, el estudio de la etapa de operación y mantenimiento de todos los tipos de proyectos de energía renovable.
2. Hacer énfasis e implementar enseñanzas en el tema de sistemas SCADA y su uso.

BIBLIOGRAFÍA

Casas, R. (2011). *Sistemas Fotovoltaicos*. Madrid: EdiTex.

Corporación Grupo Terra. (2020). Obtenido de <https://corporaciongrupoterra.com/es/>

ENEE. (s.f.).

EnErtran. (2015). *Plan de Mantenimiento para MECER/HELIOS*. Choluteca.

Nasser, F. (2020). *Corporación Grupo Terra*. Obtenido de <https://corporaciongrupoterra.com/es/terra-energia/>

Pinos & Pérez, S. (2017). *Parametrización de Sistemas Eléctricos*. Cuenca.

Salgado, J. M. (2012). *Compendio de la energía solar: Térmica, Fotovoltaica y Termoeléctrica*. Ediciones Mundi-Prensa.

Tous, M. R. (2012). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Book Prent.

UNFCCC. (2010). *International Centre for Trade and Sustainable Development*. Obtenido de <https://www.ictsd.org/bridges-news/puentes/news/protocolo-de-kyoto-implementado-primer-certificado-de-reducci%C3%B3n-de>