

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

REINSTALACIÓN DE CABLE DE GUARDA EN LINEA DE TRANSMISIÓN DE 400KV DE PACHAMAMA II

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERA ELECTROMECÁNICA

PRESENTA:

C. ARCELIA JANET GARCÍA SEDAS

DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL

Dr. LENIN JACOBO ROSAS ORTIZ

HUATUSCO, VER**.** **JUNIO 2021.**

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano

Gracias por brindarme su amor, compresión, tiempo, dinero, y esfuerzo con tal de verme cumplir mis sueños, gracias por creer y confiar en mí. Compartir esto con ustedes es lo mejor que me pudo pasar en la vida.

A mis mejores amigos

Les agradezco profundamente su tiempo, compresión, amor y el hecho de que nunca me dejaron sola y me ayudaron a forjar mi carácter y ser una mejor persona, gracias por no deja de creer en mí y brindarme su apoyo siempre que lo necesite.

A mi pareja

Jasser Méndez desde que te conozco he crecido, caído junto a ti y me he levantado con tu ayuda. Agradezco tu confianza, amor, comprensión, tiempo y apoyo en todo lo que he querido hacer. Te amo.

A la academia de Ingenieria Electromecánica

Permítanme agradecerles por la compresión, apoyo, enseñanza y vivencias dentro y fuera del aula, haciendo que formar parte de la carrera sea un orgullo.

RESUMEN

El cable de guarda resulta ser un elemento importante en las líneas de transmisión, su principal misión es drenar las descargas atmosféricas que se encuentren a lo largo de la línea brindando además un ángulo de blindaje que protege a los conductores de las fases evitando así daños y posibles desconexiones como resultado de las protecciones clásicas al conductor.

Si bien el guarda cumple su función en esta línea, el cliente tiene otras necesidades que requieren su reemplazo. Ya que el sistema funciona como drenaje, se planteó darle un giro ampliando su funcionalidad incluyendo fibra óptica dentro de este la cual permite comunicación, telecomando, cierra de circuitos, control entre otros. Para este caso ya existe un cable que funciona tanto para drenar las cargas atmosféricas en el sistema de tierras, proporcionar el ángulo de blindaje así como para la comunicación, este cable se conoce como OPGW o CGFO.

Por lo tanto este trabajo reúne la evidencia del reemplazo llevado a cabo en la línea de transmisión de 400 KV de Pachamama, la línea A3190. La cual conecta a las subestaciones de Laguna Verde y Cruz Azul Maniobras. Esta instalación resulto ser un éxito, Puesto que en el total de 209 otorgado a la empresa ARROSAM SA DE CV la instalación de OPGW quedo de acuerdo a las normas y requerimientos especificados por CFE (Dueño de la línea de transmisión) contando con un total de 0 accidentes y 0 daños a la flora y fauna del lugar, entregando la línea en tiempo y forma junto con los Dossier requeridos por la empresa General Electric.

ABSTRACT

The guard cable turns out to be an important element in transmission lines; its main mission is to drain atmospheric discharges along the line, also providing a shielding angle that protects the conductors of the phases, thus avoiding damage and possible disconnections such as result of classic driver protection.

Although the guard fulfills his function in this line, the client has other needs that require his replacement. Since the system works as a drain, it was given a twist by expanding its functionality including fiber optics within it that allows communication, remote control, closing of circuits, and control among others. For a case a cable that works to both drain the atmospheric loads in the ground system, provide the shielding angle as well as for communication, this cable is known as OPGW or CGFO.

Therefore, this work gathers the evidence of the replacement carried out in Pachamama 400 KV transmission line, the A3190 line. Which connects to the Laguna Verde and Cruz Azul Maniobras substations. This installation turned out to be a success, since in the total of 209 granted to the company ARROSAM SA DE CV, the OPGW installation was in accordance with the norms and requirements specified by CFE (Owner of the transmission line). There were a total of zero accidents and zero damage to the flora and fauna of the place, delivering the line in time and form together with the Dossier required by the General Electric Company.

ÍNDICE

Agradecimientos iii

Resumen iv

Abstract v

Capítulo I. Generalidades del Proyecto 1

1.1 Introducción 1

1.2 Descripción del área de trabajo 2

1.3 Descripción de la empresa 4

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6

1.5 Objetivos 7

1.5.1 Objetivo general 7

1.5.2 Objetivos específicos 7

1.6 Justificación 8

Capitulo II.- Fundamentación Teórica 9

2.2 Línea de transmisión aérea de alta tensión 9

2.3 Torres 13

2.4 Cable conductor 16

2.5 Cable de guarda 18

2.6 Cable OPGW 20

2.7 Aisladores 22

2.8 Herraje 23

2.9 Protecciones al herraje 34

2.10 Maquinaria de construcción 35

2.11 Licitación 38

2.12 Geolocalización 38
2.13 Planos de tendido y planos de estructura 39
2.14 Equipo de protección personal 43
2.15 Punto de sombra 44
Capitulo III.- Procedimiento para el reemplazo de cable de guarda por cable OPGW 45
3.3 Inducción al personal y RIJ diarias 46
3.4 Colocación de poleas 49
3.5 Izaje e instalación de maquinaria y carretes 56
3.6 Tendido de Cable OPGW 60
3.6.1 Colocación de violines 61
3.6.2 Colocación del punto de sombra 62
3.6.3 Montaje de la máquina y el carrete 65
3.6.4 Colocación del alacrán y vestido de la maquina 68
3.6.5 Reemplazo de Cable de guarda por OPGW 70
3.6.6 Flechado y remate en torres. 72
3.7 Colocación de herraje 74
3.7.1 Procedimiento colocación de boyas 77
Capitulo IV. Resultados 86
3.1 Geolocalización y reconocimiento del área. 86
3.2 Cumplimiento de: Solicitudes, Permisos y requerimientos de trabajo 87
3.8 Fusión de fibra óptica, Pruebas OTDR y colocación de GABINETE 92
Conclusiones y recomendaciones 100
Referencias 102
Anexos 107

Índice de Figuras

Figura 1.- Cronograma del departamento de EHS..... 2
Figura 2.- Línea de transmisión A3190..... 9
Figura 3.- Elementos de una línea de trasmisión..... 11
Figura 4.- Torre de suspensión de la línea A3190..... 13
Figura 5.- Tipos de torres de acuerdo a su tensión..... 14
Figura 6.- Partes de una torre de transmisión..... 15
Figura 7.- Localización del Cable de guarda..... 18
Figura 8.- Cable de guarda..... 19
Figura 9.- Cable OPGW de 48 Fibras..... 20
Figura 10.- Fibra óptica..... 21
Figura 11.- Vista lateral del cable OPGW..... 22
Figura 12.-Cadenas de aisladores para una torre de remate de 400 KV..... 23
Figura 13.- Grillete..... 24
Figura 14.- Eslabón..... 24
Figura 15.- Amortiguador..... 25
Figura 16.- Manual de instalación del amortiguador..... 25
Figura 17.- Instalación de pinza de anclaje..... 26
Figura 18.- Grapa, Cola de rata y Soporte..... 27
Figura 19.- Grapa de suspensión..... 27
Figura 20.- Clema..... 28
Figura 21.- Alacrán..... 28
Figura 22.- Alacrán Hechizo..... 29
Figura 23.- Pengolin o destorcedor..... 29
Figura 24.- Polea colocada..... 30
Figura 25.- Poleas..... 30
Figura 26.- Poleas Sherman..... 31
Figura 27.- Balancín..... 31

Figura 28.- Acumulador. 32
Figura 29.- Soporte de bajada. 32
Figura 30.- Varillas de protección. 33
Figura 31.- Media boya. 34
Figura 32.- Boya completa retirada de la línea. 34
Figura 33.- Ficha Técnica de la Devanadora. 36
Figura 34.- Ficha técnica de la Traccionadora. 37
Figura 35.- Geolocalización. 38
Figura 36.- Plan de tendido. 39
Figura 37.- Ingeniería de distribución de la sección 7. 40
Figura 38.- Tabla de flechas y tensiones Cable de Guarda con Fibra Ópticas (OPGW). 41
Figura 39.- Plano de detalle de Salida/Llegada del CGFO en tensión remate sencillo. 42
Figura 40.- EPP usado en línea de transmisión. 43
Figura 41.- Carta compromiso de responsabilidad ambiental. 87
Figura 42.- Ejemplo de solicitud de permiso de trabajo. 88
Figura 43.- Permiso de trabajo. 89
Figura 44.- Plan tendido Sección para permiso. 89
Figura 45.- Lista de Asistencia para permiso de trabajo. 89
Figura 46.- AST parte 1. 90
Figura 47.- AST parte 2. 90
Figura 48.- Análisis de Riesgos (RA). 91
Figura 49.- Solicitud de acceso de vehículos. 92
Figura 50.- Toma de temperatura en Inducción. 46
Figura 51.- Toma de presión arterial. 47
Figura 52.- RIJ diaria. 48
Figura 53.- Calistenia. 48
Figura 54.- Inspección de EPP por parte del personal. 49
Figura 55.- Preparación para ascenso a torre 50
Figura 56.- Linieros en ascenso a torre. 51

Figura 57.- Correcta forma de ascenso. 51
Figura 58.- Ayudante subiendo la polea. 52
Figura 59. Colocación de polea en torre de remate. 52
Figura 60.- Cola de rata retirada de la torre. 53
Figura 61.- Ayudante retirando la cuerda..... 53
Figura 62.- Termo asignado a cuadrilla de trabajadores. 54
Figura 63.- Ambulancia..... 54
Figura 64.- Daños en poleas. 55
Figura 65.- Colocación del gancho en la máquina..... 56
Figura 66.- Colocación de viento durante izaje. 57
Figura 67.- Indicaciones durante la maniobra. 57
Figura 68.- Colocación del freno de la máquina..... 58
Figura 69.- Colocación de Montacargas. 58
Figura 70.- Izaje de las bases del carrete..... 59
Figura 71.- Distribución de personal. 60
Figura 72.- Violín en cruce de media tensión..... 61
Figura 73.- Violín en cruce de carretera..... 61
Figura 74.- Punto de sombra general. 62
Figura 75.- Zona de hidratación..... 63
Figura 76.- Kit antiderrame. 63
Figura 77.- Botes de basura. 64
Figura 78.- Sanitario y Lava manos. 64
Figura 79.-Descanso del Carrete..... 66
Figura 80.- Traslado del carrete. 66
Figura 81.- Alineación de a máquina y carrete con respecto a la torre. 67
Figura 82.- Protección al operador. 67
Figura 83.- Colocación del Alacrán. 68
Figura 84.- Vestido de la devanadora. 69
Figura 85.- Vestido de la traccionadora. 69

Figura 86.- Tensión de recuperación en Traccionadora. 70
Figura 87.- Intermedios en torre. 71
Figura 88.- Recuperación del cable de guarda. 71
Figura 89.- Área de maquinaria acordonada. 72
Figura 90.- Topógrafo dando Flecha. 72
Figura 91.- Herraje para remate en torres correspondientes. 73
Figura 92.- Colocación del balancín. 75
Figura 93.- Colocación de amortiguador en claros <450m. 76
Figura 94.-Ingenieria de distribución de CGFO Sección 3. 76
Figura 95.- Plano de colocación de boyas. 77
Figura 96.- Arribo al centro de trabajo 81
Figura 97.- Medición del claro donde se colocara la boya. 81
Figura 98.- Ascenso a la estructura para iniciar labores. 82
Figura 99.- Ascenso de material y colocación de boyas. 83
Figura 100.- Colocación de boya. 83
Figura 101.- Ascenso de media boya para torre. 84
Figura 102.- Colocación de antiguano y tubo PVC. 84
Figura 103.- Colocación de media boya. 85
Figura 104.- Retiro de la bobina del bajante. 93
Figura 105.- Corte del acero con Segueta. 93
Figura 106.- Corta tubo. 93
Figura 107.- Bobina de lanzamiento. 94
Figura 108.- Prueba OTDR. 94
- Figura 109.- Prueba OTDR a sección completa. 95
Figura 110.- Fibra colocada en Fusionadora. 95
Figura 111.- Cajas acondicionadas para la colocación de las fibras fusionadas. 95
Figura 112.- Colocación del bajante en la torre. 97
Figura 113.- Colocación de cola de rata y pinza de anclaje. 97
Figura 114.- Colocación de amortiguadores. 97

Figura 115.- Colocación de protección anti aves en torre. 98
Figura 116.- Colocación de Boyas en medio claro. 98
Figura 117.- Etiquetado de caja de empalme. 98
Figura 118.- Colocación de caja de empalme en torre. 99

Índice de Tablas

Tabla 1.- Misión del grupo Constructor ARROSAM S.A DE C.V. 4
Tabla 2.- Misión del grupo Constructor ARROSAM S.A DE C.V. 5
Tabla 3.- Valores del Grupo Constructor ARROSAM S.A. DE C.V. 5
Tabla 4.- Responsabilidades 79

Tabla de Anexos

Anexo 1.- Entrega y revisión de Kit Anti derrame. 107
Anexo 2.- Calendario de Charlas. 108
Anexo 3.- Inspección de área de hidratación. 108
Anexo 4.- Inspección a Sanitario. 109
Anexo 5.- Gestión de RSU y RME. 109
Anexo 6.- Programa de Mantenimiento de maquinaria y equipo. 110
Anexo 7.- Check List de Arnés. 111
Anexo 8.- Check List Entrega de EPP. 111
Anexo 9.- Inspección de Grúa. 112
Anexo 10.- Check List de Devanadora/Traccionadora. 112
Anexo 11.- Toma de Presión Arterial. 113
Anexo 12.- Plan de Izaje. 114
Anexo 13.- Panel de Control de devanadora/traccionadora. 115
Anexo 14.- Código de colores de la fibra óptica. 116
Anexo 15.- Herraje ocupado en tendidos (Libranza en Muerto). 116
Anexo 16.- Pértiga de comprobación de libranza en muerto. 117
Anexo 17.- Protección del punto de anclaje. 117
Anexo 18.- Preparación para el descenso de claro medio. 118
Anexo 19.- Colocación de Boya a medio claro. 118
Anexo 20.- Colocación de la fusión de fibra en caja de empalme. 119

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Las líneas de transmisión son de suma importancia en lo que a transporte de energía se refiere. Estas pueden ser de circuitos simples o dobles que cuentan con un aterrizaje a tierra conocido como cable de guarda, mediante este se drenan las descargas atmosféricas.

En los extremos de cada línea de transmisión se encuentran las llamadas subestaciones eléctricas que se encargan de enviar la electricidad desde la generación o recibirla del transporte, elevarla o distribuirla. Para esta obra surge la necesidad de establecer comunicación entre ambos extremos con lo que se requiere realizar la instalación de cable tipo OPGW o CGFO (los cuales serán definidos más adelante).

En cuanto a la gestión de la calidad, el trabajo de colocación de dicha obra requiere una explicación del plano para colocar correctamente los herrajes correspondientes a las expectativas del cliente. Además de la capacidad para resolver problemas relacionados con el cálculo del esfuerzo normal, el soporte de esfuerzos y deformaciones también incluye elementos que soportan cargas axiales (que involucran cambios de temperatura y carga), incluyendo problemas de esfuerzos y deformaciones que involucran elementos que están sujetos a cargas de tracción, ejes macizos y huecos.

Por tanto en este trabajo se redactaran las definiciones y teorías que se necesitan conocer antes de hacer la reinstalación además de tocar la importancia de realizar este cambio y los requerimientos que la empresa ARROSAM SA DE CV tuvo que cumplir para la correcta realización de la obra mediante su sistema de calidad y EHS, departamentos que trabajaron en equipo para cumplir con lo requerido.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El departamento de EHS se compone de 2 Coordinadores, 1 PRL y 1 ambiental, subsecuentes a ellos se encuentran los supervisores de campo, aquellos encargados de supervisar que las condiciones de trabajo sean adecuadas y que se mantengan acorde a la normativa para constatar el cuidado del Medio ambiente, la salud y la seguridad durante la obra.

De manera ilustrativa el cronograma de este departamento se estructura de acuerdo a la figura 1.

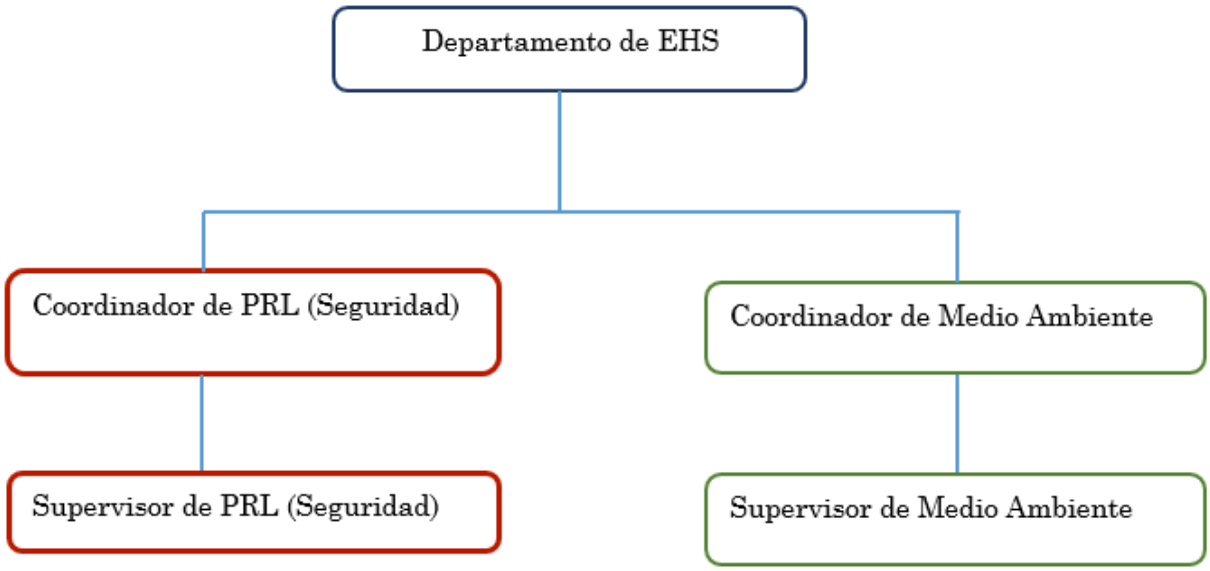


Figura 1.- Cronograma del departamento de EHS

A continuación se definirán los puestos de trabajo:

Coordinador de PRL: Encargado la administración de la documentación correspondiente y aplicable, establece contacto directo con el cliente además de asignar a supervisores y personal a cada proyecto.

Coordinador de Medio Ambiente: Encargado de adaptar y conciliar con el cliente las diferencias entre las normativas, planes, capacitaciones a personal. Además, es encargado de

la administración de documentación solicitada por el cliente y de capacitar al personal sobre la importancia del cuidado de la flora y fauna en proyectos

Supervisor de PRL: Encargado de llenar en tiempo y forma las solicitudes, permisos, RA, entre otros. Además de impartir RIJ diarias como capacitación al personal de obra que realice cualquier tipo de actividad que ponga en riesgo su vida. También se encarga de distribuir al personal su EPP y verificar las condiciones y uso correctos de este.

Supervisor de Medio Ambiente: Encargado de cumplir con el llenado de formatos en tiempo y forma que apliquen a la obra en la que se esté trabajando. Deberá realizar la disposición de los RSU, RME y RP, impartir capacitación a los trabajadores sobre el cuidado y protección de la flora y la fauna presentes. Además de asegurar las correctas condiciones labores referentes a los puntos de sombra e hidratación. En lo referente a la protección de la flora y fauna se encarga de la reubicación de diversas especies que interviene con la realización de la obra, se asegura que no quede ningún tipo de residuo que pueda afectar el equilibrio biológico de la zona.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa Grupo Constructor ARROSAM S.A. DE C.V. se fundó en 2009 por el Ing. Enrique Arroyo Sampieri y su hermano el Ing. Álvaro Arroyo Sampieri. Esta empresa tiene como política de calidad:

"En Grupo Constructo ARROSAM S.A. DE C.V., nos dedicamos a brindar el servicio de Diseño y Desarrollo de líneas de media y baja tensión; instalación, mantenimiento y pruebas de líneas de alta, media y baja tensión y fibra óptica aéreas y subterráneas, con personal especializado y comprometido en mejorar continuamente los procesos, con base en el Sistema de Gestión de Calidad, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes, cumpliendo así los objetivos de calidad encomendados."

A lo largo de los años la empresa se ha dedicado a cumplir con esa política y objetivos de calidad en los proyectos que se le han otorgado, gracias a las licitaciones ganadas. Teniendo así la certificación ISO 9001.

Para la empresa también es importante cumplir con su misión y visión así como seguir los valores que esta conforma, los cuales son:

VISIÓN

Tabla 1.- Misión del grupo Constructor ARROSAM S.A DE C.V.

Visión con	¿Cuál es la aspiración al 2020?
Dueños y Accionistas	-Incrementar el número de obras (ventas) -Aumentar en desarrollo de Obra para clientes nuevos **General Electric** -Ser una empresa líder y exitosa. Con prestigio en el mercado y reconocida por sus capacidades, teniendo como prioridad con una excelente atención al cliente, dando como resultado la preferencia de los mismos.
Clientes	Ofrecer nuestro portafolio de servicios anticipando las necesidades de nuestros clientes.

Trabajadores	Ser uno de los mejores lugares para trabajar en la región y a nivel nacional, consolidando el talento de nuestros colaboradores y ser inspiración para ellos.
Proveedores	Consolidar nuestra alianza estratégica con nuestros proveedores para que los beneficios sean mutuos.
Sociedad/Autoridades	Que se mantenga el cumplimiento de disposiciones, reglamentos emitidos por las autoridades competentes, respetando la naturaleza y responsable con la sociedad.

MISIÓN

Tabla 2.- Misión del grupo Constructor ARROSAM S.A DE C.V.

¿Cuál es el Producto / Servicio?	¿Cuál es el propósito previsto a 2020?
Diseño y desarrollo de líneas de media y baja tensión; instalación, mantenimiento y pruebas de líneas de alta, media y baja tensión y fibra óptica aéreas y subterráneas.	Ampliar la Capacidad, integrar tecnología y personal especializado para mejorar los procesos del servicio, aumentando continuamente la calidad para nuestros clientes.

VALORES

Tabla 3.- Valores del Grupo Constructor ARROSAM S.A. DE C.V.

Honestidad, Compromiso, Responsabilidad, Colaboración y Calidad.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo pretende describir el procedimiento de reinstalación de cable de guarda, debido a la construcción del parque solar Pachamama II. Dicha construcción genero la necesidad de comunicar, controlar, programar alarmas, proteger, realizar telecomando y transmitir datos de este a las subestaciones de Laguna Verde y Cruz Azul Maniobras ubicadas en el municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Veracruz y Puebla, respectivamente.

Para lograr establecer un correcto enlace entre las subestaciones y el parque se debió establecer un medio de comunicación que se adecuara a la actual línea de transmisión (A3190), ubicada entre laguna verde y cruz azul maniobras, por conveniencia del cliente.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Reinstalar el cable de guarda en la línea de Pachamama II

1.5.2 Objetivos específicos

- Elección del cable adecuado
- Colocación de poleas en torres de la línea
- Izaje de máquinas y Tendido de cable OPGW
- Colocación de Herraje para torres

1.6 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se encuentra en construcción el Parque Solar Pachamama II, que generará 330 MW en el ejido de Itzoteno Puebla, el cual se encontrará cerca de los municipios de Ciudad Serdán, Tequexquita y Perote (Veracruz).

Debido a esto se genera una necesidad de comunicación, telecomando y transmisión de datos para el control del parque desde las subestaciones de Laguna Verde Veracruz e Itzoteno puebla. Por lo que buscando la mejor solución a este detalle se opta por elegir la reinstalación de cable de guarda por uno con fibra óptica que permita cubrir las necesidades del cliente.

Para esto se enlazara al parque con la línea de transmisión A3190 de 400 KV que está vinculada eléctricamente con la subestación eléctrica de Laguna Verde (Alto Lucero de Gutiérrez, Veracruz) y la subestación Cruz Azul Maniobras (Puebla). La línea fue elegida de entre dos paralelas salidas de Laguna Verde debido a que la línea A3190 tiene su llegada a Itzoteno Puebla mientras que la A3091 se desvía hacia otro estado.

Además el tipo de cable de guarda elegido fue el cable OPGW por la alta eficacia en cuanto a protección y transmisión de datos se refiere, representando la mejor forma de solucionar el problema, además de considerar el reemplazo para el lado izquierdo, ya que de hacerlo en el lado derecho se incurrirá en riesgos eléctricos de inducción para el personal que pudiesen atentar contra su vida o ser generadores de peligros.

CAPITULO II.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo “Fundamentación Teórica” se describirá la teoría relacionada con el proyecto, así como las definiciones más importantes, afín de especificar términos usados conforme se avance en la solución del problema y dar pie a dudas que se irán resolviendo paulatinamente.

2.2 LÍNEA DE TRANSMISIÓN AÉREA DE ALTA TENSIÓN

Francisco Gonzales describe a la línea de transmisión como el elemento del sistema de potencia que se encarga de transportar la energía eléctrica desde el sitio en donde se genera hasta el sitio donde se consume o se distribuye, son aquellas complejas estructuras que trasportan grandes bloques de energía eléctrica dentro de los diferentes puntos de la red que constituye el sistema eléctrico de potencia, son físicamente los elementos más simples pero los más extensos. En la figura 2 se observa una línea de transmisión.



Figura 2.- Línea de transmisión A3190.

La posibilidad de poder cambiar fácilmente el voltaje es la base para el funcionamiento del sistema eléctrico. Esta fue la invención de Nicola Tesla y desencadenó la tercera revolución industrial. Lo más importante que puede aumentar el voltaje es que brinda la posibilidad de transmitir electricidad a largas distancias y ajustar su potencia de transmisión.

Aunque esta no es una regla general, se puede decir que una línea de 220 KV se puede transmitir unos 220 km de electricidad, mientras que una línea de 25 KV puede transmitir una tensión de 25 km, y una baja tensión de 230 voltios puede llegar a los 230 metros. Del mismo modo, podemos decir que el voltaje es proporcional a la potencia que transporta. Por lo tanto, la capacidad de transmisión de energía de una línea de 220 kV será 8.8 veces mayor que la de una línea de 25 kV.

Por tanto, cuando hablamos de la diferencia entre alta tensión, media tensión y baja tensión, nos referimos al potencial eléctrico que pueden transportar los equipos eléctricos, es decir, tensión. Estos tres tipos de voltaje se utilizan para diferentes propósitos.

Alta tensión: transporte de electricidad.

En primer lugar, la tensión de los dispositivos de alta tensión supera los 36 kv, aunque la tensión más utilizada es 110 kv-220 kv-400 kv. Generalmente, el alto voltaje se utiliza para la transmisión de energía a larga distancia desde las centrales eléctricas a las subestaciones.

El motivo es que, como hemos visto antes, para poder transmitir potencia a largas distancias es necesario aumentar la tensión para reducir la fuerza del circuito, y de esta forma evitar la pérdida de energía provocada por el calentamiento del cable y el conductor y ser afectado por fenómenos electromagnéticos.

2.2.3 Línea de transmisión

Para este proyecto se definirá a la línea de transmisión como el medio físico que permite transportar la energía eléctrica desde su central generadora y subestación elevadora hasta la subestación distribuidora, compuesta por los siguientes elementos:

- Soportes (Torres)
- Herraje
- Cables conductores
- Cables de aterrizaje/drenaje a tierra.

Estos elementos se muestran en la figura 3 y serán definidos más adelante

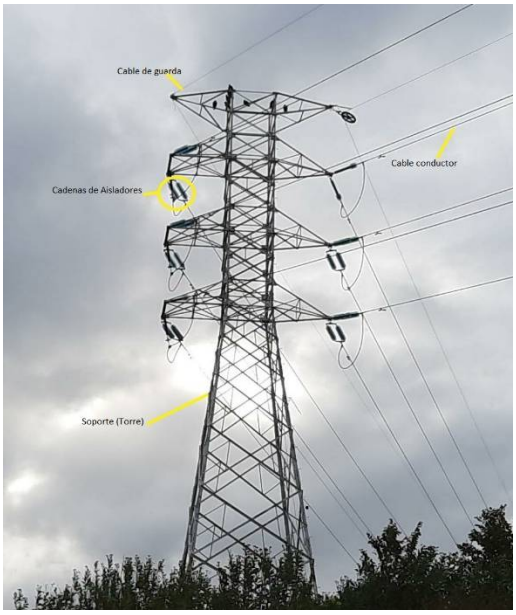


Figura 3.- Elementos de una línea de trasmisión.

2.2.4 Tipos de línea de transmisión

Los tipos de línea de transmisión de acuerdo a su geometría son los siguientes:

1. Alambre abierto. Consiste en un par de cables conductores paralelos separados por una distancia uniforme. Las líneas de transmisión de dos cables son muy simples, de bajo costo y fáciles de mantener en distancias cortas y estas líneas se utilizan hasta 100 MHz. El otro nombre de una línea de transmisión de cable abierto es una línea de transmisión de cable paralelo.
2. Coaxial. Los dos conductores se colocan coaxialmente y se llenan de materiales dieléctricos como aire, gas o sólidos. La frecuencia aumenta cuando aumentan las pérdidas en el dieléctrico, el dieléctrico es polietileno. Los cables coaxiales se utilizan hasta 1 GHz. Es un tipo de cable que transporta señales de alta frecuencia con bajas pérdidas y estos cables se utilizan en sistemas de CCTV, audios digitales, en conexiones de red de computadoras, en conexiones de internet, en cables de televisión, etc.
3. Fibra óptica. La primera fibra óptica inventada por Narender Singh en 1952. Está compuesta de óxido de silicio o sílice, que se utiliza para enviar señales a larga distancia con poca pérdida de señal y a la velocidad de la luz. Los cables de fibra óptica utilizados como guías de luz, herramientas de imágenes, láseres para cirugías, utilizados para la transmisión de datos y también en una amplia variedad de industrias y aplicaciones.
4. Microstrip. La línea de transmisión de microstrip es una línea de transmisión electromagnética transversal (TEM) inventada por Robert Barrett en 1950.
5. Guías de olas. Las guías de onda se utilizan para transmitir energía electromagnética de un lugar a otro y generalmente funcionan en modo dominante. Los diversos componentes pasivos como filtro, acoplador, divisor, bocina, antenas, unión en T, etc. Las guías de onda se utilizan en instrumentos científicos para medir propiedades ópticas, acústicas y elásticas de materiales y objetos. Hay dos tipos de guías de onda: guías de onda de metal y guías de onda dieléctricas. Las guías de onda se utilizan en

la comunicación de fibra óptica, hornos de microondas, naves espaciales, etc. (Electromundo, 2021)

2.3 TORRES

Son los soportes físicos que ayudan a sostener los conductores (figura 4) y constituyen el sistema de tierras a la línea de transmisión, ya que junto con el cable de guarda permiten el aterrizaje de la línea a tierra. Para evitar el deterioro el acero del que están hechas las torres debe galvanizarse, al igual que los tornillos con los que se une cada pieza que conforma la torre.



Figura 4.- Torre de suspensión de la línea A3190.

2.3.1 Tipos de Torres

Existen diferentes tipos de torres en función del número de fases, la cantidad de voltaje que transporten y el ángulo de desplazamiento. Esto se debe a la longitud del claro ya sea corto o largo y las características del lugar en donde se colocarán.

De acuerdo al tipo de tensión eléctrica se tiene la siguiente clasificación de torres mostrada en la figura 5.

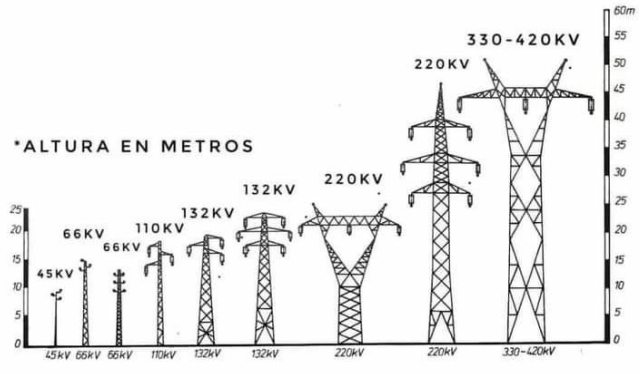


Figura 5.- Tipos de torres de acuerdo a su tensión.

Por lo cual los diferentes tipos de torres de acuerdo a su función son:

a) Suspensión: Soportan peso de los cables conductores, cadenas de aisladores y herrajes, además del viento transversal, siendo las tensiones longitudinales iguales a cero. Estas torres siempre se localizarán tangentes. Obsérvese la figura 4.
b) Deflexión: Colocadas en los puntos de inflexión a lo largo de la trayectoria.
c) Remate: se colocan al inicio y al final de la línea de transmisión además en tangentes largas mayores a 5 km, esto como rompetramos de acuerdo a CFE.

2.3.2 Componentes de una Torre

Las torres se componen de los siguientes elementos:

- Hilo de guarda
- Aisladores, herrajes y cables
- Crucetas
- Cuerpo recto
- Cuerpo piramidal (el cual define los niveles)
- Cerramientos
- Extensiones (tamaño de las patas)
- Stub

La figura 6 muestra las partes de una torre de transmisión:

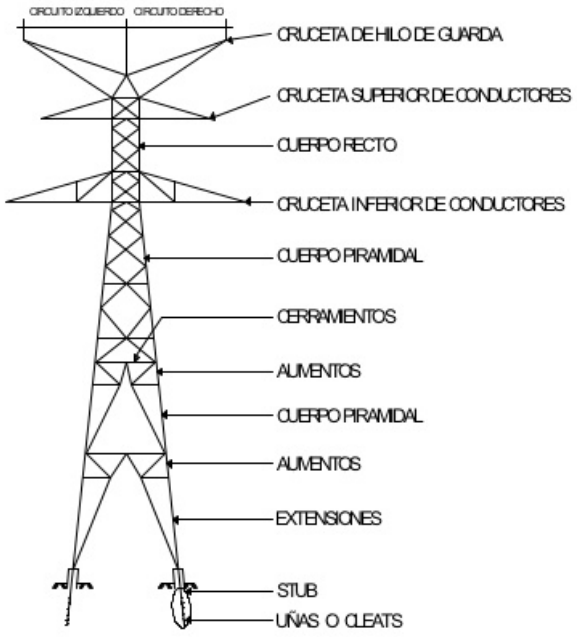


Figura 6.- Partes de una torre de transmisión.

Obtenido de: http://subestacionesdedistribucin.blogspot.com/2016/12/torres-de-transmision-y-transmision.html

2.4 CABLE CONDUCTOR

El cable conductor es un medio utilizado como portador de corriente eléctrica. El material que conforma al conductor eléctrico debe ser de una sustancia capaz de conducir una corriente eléctrica cuando este se ve sujeto a una diferencia de potencial en sus extremos. A esta propiedad se le conoce como conductividad, las sustancias en las que esta propiedad prevalece son los metales. Los materiales comúnmente utilizados para conducir la corriente electica son: cobre, aluminio, aleaciones de cobre, hierro, acero.

La selección de un material conductor se realiza considerando las propiedades eléctricas, mecánicas, facilidad de hacer conexiones, mantenimiento, cantidad de soportes (torres) necesarias, limitaciones de espacio, resistencia a la corrosión, entre otros.

Los conductores no llevan revestimientos y están compuestos por cuerdas de hilos de cobre o de aluminio reforzados por acero. Se disponen de tal manera que sus secciones formen los vértices de un triángulo equilátero, evitando así que la caída de tensión inductiva sea distinta para cada conductor como se observa en la figura 7. También es frecuente la disposición en un mismo plano y la disposición de conductor en haz, en la que los apoyos cuentan con dos circuitos o más, estando cada fase constituida por más de un conductor. Para proteger a los conductores de rayos, se utilizan los llamados cables de guarda. (Longatt, 2007)

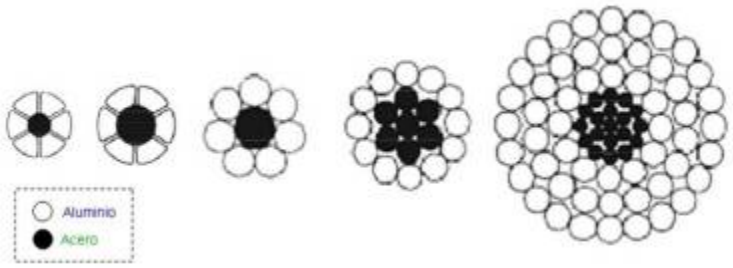


Figura 7.- Disposición de los conductores de aluminio y del refuerzo de acero de un cable.

Según Longatt, importante resaltar las características del conductor de acuerdo a su composición de aluminio y acero, eso se ilustra en la tabla 4. Con esto se ayuda a decidir el

tipo de cable a utilizar por las condiciones que enfrentara, es decir, gracias a esta tabla de características se decide si el cable es apto para el trabajo o no.

Tabla 4.- Características mecánicas de conductores de aluminio reforzado.

	Halcon	Condor	Gaviota	Cardenal
Composicion: aluminio:mm Acero: mm	26x3,442 7x2,677	54x3,084 7x3,084	54x2,822 7x2,822	54x3,376 7x3,376
Secciones Aluminio: mm2 Acero: mm2 Total: mm 2	241.68 39.42 281.10	402.84 52.26 455.10	337.74 43.81 381.55	483.42 62.64 546.06
Selección equivalente de cu; mm.	152,01	253,36	212,31	304,03
Diametro de alma de acero; mm.	8,031	9,246	8,466	10,135
Diametro de cable; mm.	21,793	27,762	25,4	30,378
Pesos: Aluminio; kg/km Acero: kg/km Total; kg/km	666,6 308 974.6	1,115 407 1,522	934.6 342,2 1,276,8	1,338 488 1,826
Carga de rotura: kg	8,817	12,950	11.135.7	15,536
Modulo de elasticidad: kg/mm2	7,730	6,860	6,860	6,860
Coeficiente de dilatacion por grado de temperatura	18,99x10	19,35x10	19,35x10	19,35x10

Resistencia electrica a 20° C; Ω/km	0,119	0,0721	0,0851	0,0597

2.5 CABLE DE GUARDA

El cable de guarda es un conductor que se encuentra tendido sobre los conductores en un determinado Angulo de blindaje de tal forma que es capaz de cubrir o apantallar a los conductores de fase. Cuando la disposición de los conductores de fase es en doble circuito, se requerirán dos cables de guarda para proporcionar una protección eficaz a los conductores de fase.

La protección brindada es debido a las descargas electicas directas mejor conocidos como rayos, por el contrario, si la disposición de los cables es vertical solo se requiere de un cable de guarda.

Este cable se compone normalmente por hilos de acero galvanizado o como se acostumbra actualmente se usa el mismo calibre del conductor ASCR usado en los conductores de fase.

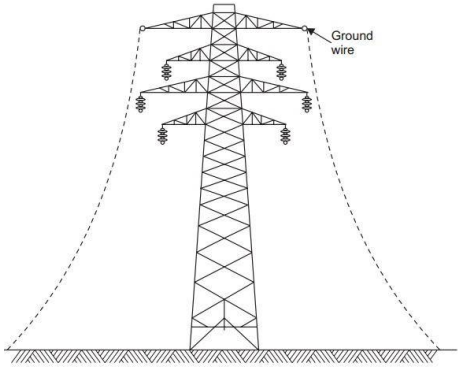


Figura 8.- Localización del Cable de guarda.

Obtenido de: http://www.sectorelectricidad.com/12673/proteccion-ofrecida-por-dos-cables-de-tierra/#:~:text=El%20cable%20de%20guarda%20es,de%20una%20l%C3%ADnea%20de%20transmisi%C3%B3n.

El cable de tierra tiene los siguientes objetivos:

- Protege los conductores de fase de las descargas eléctricas directas.

- Cuando un rayo cae sobre la torre, los cables de guarda a ambos lados de la torre proporcionan caminos paralelos para la descarga, con lo que la impedancia efectiva se reduce y el potencial de la parte superior de la torre es relativamente menor.
- Existe acoplamiento eléctrico y magnético entre el cable de guarda y los conductores de fase, lo que ayuda a reducir las fallas de aislamiento.

2.5.1 Condiciones del cable de guarda de la línea A3190

El cable de guarda contenido en la línea A3190 había sido reemplazado hace 4 años por lo que no presentaba desgaste ni necesitaba de mantenimientos preventivos o correctivos en al menos 2 años. Por lo cual la razón del reisntalamiento del cable guarda es únicamente para cumplir con las necesidades del cliente, las cuales fueron resultado de la construcción del parque fotovoltaico.

Cabe mencionar que a las torres de esta línea se les agrego un arreglo por parte de CFE cuando se instaló por primera vez el cable de guarda puesto que no cumplían con al ángulo de blindaje necesario para protección de la línea, una vez agregado este arreglo (cuernos a la torre) la línea estuvo trabajando correctamente durante todo este tiempo.

La imagen de la figura 8 muestra el cable de guarda retirado en la línea A3190.

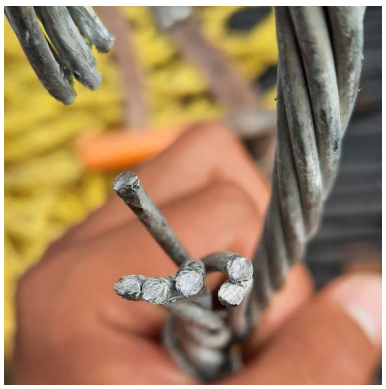


Figura 9.- Cable de guarda.

2.6 CABLE OPGW

Por sus siglas OPGW, Optical Fibre Ground Wire cable, nombrado en español Cable de guarda con Fibra Óptica (CGFO), está constituido por un núcleo que contiene fibras ópticas de forma holgada y una cubierta constituida generalmente por una o varias capas de hilos de aluminio, de hilos metálicos tipo Aldrey, de acero o de acero recubierto de aluminio. Estos cables con respecto a otros tipos de cables tienen mayor resistencia a la tracción y protección de las fibras contra el exceso de temperatura cuando se producen altas densidades de corriente en el cable. Estas fibras están mucho más protegidas por la ubicación física ya que se encuentra en la parte superior de las líneas de alimentación en lugar de estar por debajo. La instalación de OPGW es más compleja, pero permite una mayor velocidad de instalación, dado que se deben generar cortes de energía para reemplazar el hilo de guarda por el OPGW, lo que facilita el trabajo, ha sido especialmente diseñado para instalaciones de líneas eléctricas de alta tensión. (Sainea, 2016)

2.6.1 Condiciones del Cable de Guarda con Fibra Óptica (CGFO)

El cable de fibra óptica utilizada en este proyecto es de 48 fibras, del mismo calibre que el conductor y el guarda a retirar. El OPGW puede observarse en la figura 9.



Figura 10.- Cable OPGW de 48 Fibras.

El CGFO llego a la empresa mediante 24 carretes, cada uno con su certificado de calidad y condiciones como peso y longitud de acuerdo a cada claro en el que se sustituirá, estas especificaciones fueron proporcionadas por el fabricante y se puede observar un ejemplo del certificado en la figura 11.

ZTT 中天科技 Zhongtian Power Optical Cable Co., Ltd.

CERTIFICATE OF CONFORMITY

Project NO. :	ZTDLH2020-0938	Test By:	NO.7
Standard:	IEC	Length:	5950 m
Type:	OPGW - 48B1-108	G.W.:	3840 kg
Specification:	[79.9;87.1]	N.W.:	3564 kg
Manufacturing date:	2020/6/17	Drum NO.:	CARRETE 13

All the test results meet the technical requirements of IEC60794-4-10,IEEE1138 etc.

Quality Control Dept.
Zhongtian Power Optical Cable Co., Ltd

Figura 11.- Certificado de calidad del CGFO.

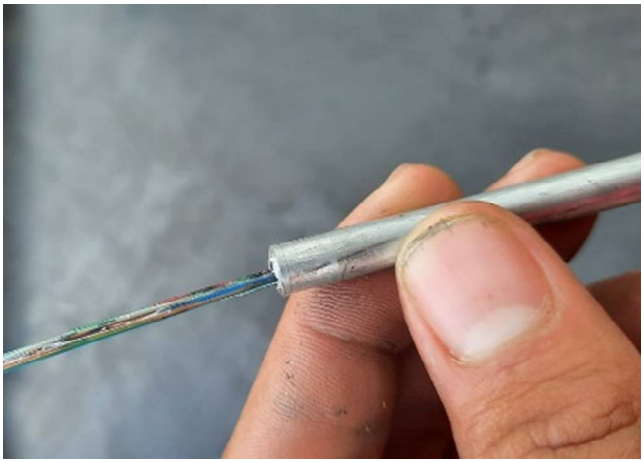


Figura 12.- Fibra óptica.



Figura 13.- Vista lateral del cable OPGW.

El cable OPGW cumple dos funciones: Actuar como blindaje protegiendo a las líneas que transmiten la energía eléctrica de descargas atmosféricas y de eventuales cortocircuitos además se constituye en un medio de comunicaciones a alta velocidad a través de la fibra óptica.

2.7 AISLADORES

Los aisladores encontrados en las líneas de transmisión de alta tensión sirven principalmente para sujetar a los conductores con la intención de que éstos no se muevan en sentido longitudinal o transversal además como lo llevan por nombre deben evitar la derivación de la corriente de la línea hacia la tierra ya que un aislamiento defectuoso acarrearía pérdidas de energía y en consecuencia sería un aumento del gasto de explotación comercial del sistema los aislantes cumplen la función de sujetar mecánicamente a conductores con las estructuras que lo soportan asegurando el aislamiento eléctrico entre estos elementos.

Entre los tipos de aisladores podemos encontrar los de porcelana los de vidrio entre otros la colocación de estos dependerá del lugar, tipo de torre y la cantidad de corriente que se hace transportando. En las torres de transmisión se colocan los aisladores en cadenas armadas en el suelo que posteriormente son llevadas a la torre para su colocación.

En la figura 14 se observa una cadena de aisladores de vidrio.



Figura 14.-Cadenas de aisladores para una torre de remate de 400 KV.

2.8 HERRAJES

2.8.1 Definición

Se le conoce como herraje a todas las estructuras metálicas que van con las torres de las líneas de transmisión aéreas, estos tienen diferentes funciones, por lo que pueden ser clasificados de la siguiente manera.

- **2.8.1.1 Herraje de arreglos o conjuntos**. Son piezas metálicas que se agrupan para llevar a cabo una función peculiar. La selección de cada herraje no puede ser realizada sin que se tome en cuenta el conjunto de estos. Un ejemplo de este tipo de herrajes son los grilletes (Figura 15) y eslabones (Figura 16) colocados para la sujeción del cable de guarda en la torre como se verá más adelante.



Figura 15.- Grillete.



Figura 16.- Eslabón.

- **<u>2.8.1.2 Herrajes independientes.</u>** Las características de este tipo de herraje solo tienen que ver con la función a desarrollar de este. Ejemplo de este tipo de herraje son los amortiguadores y loe empalmes.



Figura 17.- Amortiguador.

2.8.2 Herraje utilizado en la obra

El herraje que se utilizó en esta obra es el siguiente:

- **2.8.2.1 Amortiguador**. Encargado de reducir y soportar las vibraciones mecánicas en el cable de guarda o en el cable OPGW. En la siguiente figura se especifica su instalación.

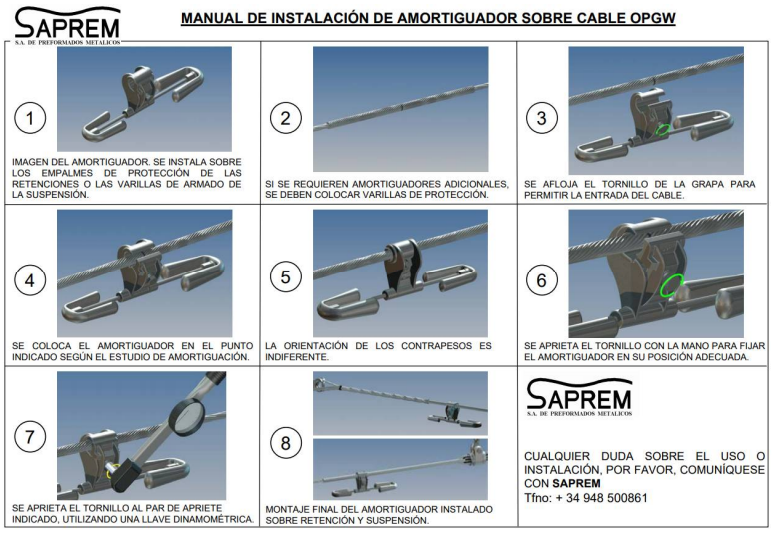


Figura 18.- Manual de instalación del amortiguador.

Las distancias de instalación en las suspensiones se consideran entre el eje de la grapa y el eje de la grapa del amortiguador. Las distancias de instalación en los amarres se consideran entre la salida de la grapa de amarre y el eje de la grapa del amortiguado. La distancia de instalación entre amortiguadores se considera entre los ejes de las grapas de los mismos

- Vanos de $L \leq 450$ m: Se instalaran dos amortiguadores por vano, uno en cada extremo del vano.
- Vanos $450 < L \leq 700$ m: Se instalarán cuatro amortiguadores por vano, dos en cada extremo del vano.
- Vanos de $700 < L \leq 1000$ m: Se instalaran cuatro amortiguadores por vano, dos en cada extremo del vano.

Las distancias de instalación serán conformes a los planos adjuntos en los anexos. La tolerancia de instalación de los amortiguadores será de ±10mm.

- **2.8.2.2 Camelon o pinza de anclaje de OPGW**. Se utiliza para anclar el cable OPGW. Obsérvese la figura 19.

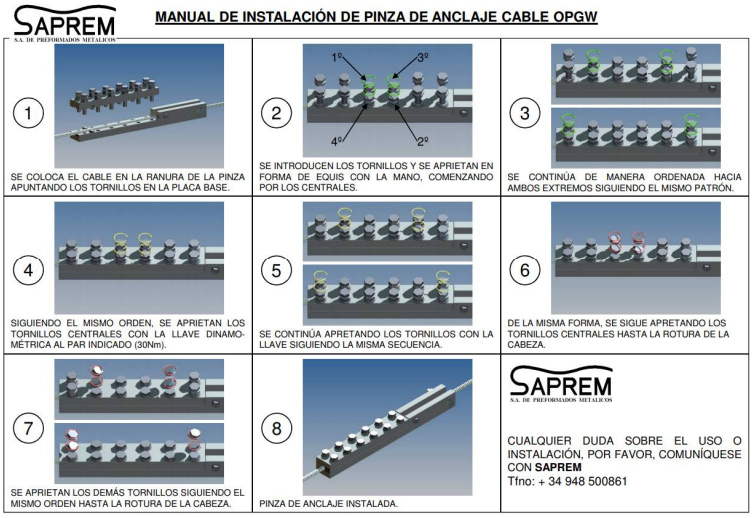


Figura 19.- Instalación de pinza de anclaje.

- **<u>2.8.2.3 Cola de rata y grapa de conexión paralela.</u>** Estas se utilizan para realizar el aterrizaje a tierra del cable OPGW a la torre de transmisión tal como se observa en la figura 20, la única diferencia radica en que la cola de rata se coloca hacia abajo y después de los aisladores.



Figura 20.- Grapa, Cola de rata y Soporte.

- **<u>2.8.2.4 Grapa de suspensión.</u>** Se utiliza este tipo de herraje para suspender el cable OPGW desde la torre. En la figura 21 se presenta su armado.



Figura 21.- Grapa de suspensión.

- **2.8.2.5 Clemas.** Herraje de soporte del cable de guarda que es retirado para la colocación de las poleas. En la figura 22 se observa su forma



Figura 22.- Clema.

- **2.8.2.6 Alacrán.** El dispositivo antitorsión o alacrán consiste en un contrapeso, el cual se fija a la punta del OPGW durante el tendido, de tal manera que evita que ocurran torsiones en el cable que se instalará. Es recomendable que el alacrán cuente con dos "colas", ya que al pasar por las poleas el contrapeso se deshabilita temporalmente. El alacrán (figura 23) se fabrica a la medida de las poleas por conveniencia del fabricante, debido a esto si se usan poleas de otro proveedor se corre el riesgo de que el alacrán quede atorado en las poleas, no pase y en caso de tensiones grandes, se fracture el cable. Para estos casos se puede recurrir a lo hechizo, para utilizarlo se necesita la aprobación del dueño de la línea en este caso CFE.



Figura 23.- Alacrán.



Figura 24.- Alacrán Hechizo.

Como puede observarse en ambas figuras el contraste es grande, pero su función es la misma. En el caso del alacrán hechizo se cuentan con dos colas que se colocan en sentidos contrarios para lograr el contrapeso en el cable OPGW.

- **2.8.2.7 Pengolín.** También conocido como destorcedor o unión giratoria, como su nombre lo indica ayuda a que durante el tendido el cable OPGW este no se tuerza y provoque una fractura. El destorcedor o pengolín aísla al cable de los esfuerzos de torsión que ejerce la guía de tendido. Sus componentes deben estar adecuadamente balerados y perfectamente lubricados a fin de que el pengolín efectúe su función de manera adecuada



Figura 25.- Pengolín o destorcedor.

- **<u>2.8.2.8 Poleas.</u>** Son aquellas que sirven de guía y evitan las curvaturas que pudiesen generarse durante el tendido del cable OPGW. Las poleas se colocan antes del tendido durante una libranza en vivo. La polea colocada en la torre se observa en la figura 26, mientras que en la 27 se observan las poleas sin colocar.

  La canal de la polea debe estar forrada con una capa de neopreno o de otro material plástico para proteger el cable de rayones o raspaduras. Debe verificarse que la polea esté debidamente baleada, de tal forma que aun cargando el cable bajo tensión gire libremente y sin sufrir atorones.

  Además, están las poleas Sherman que se usan como mandaderas, con las cuales los ayudantes proporcionan herraje, polea, herramientas, entre otras cosas que necesiten los linieros, estas poleas se muestran en la figura 28.



Figura 26.- Polea colocada.



Figura 27.- Poleas.

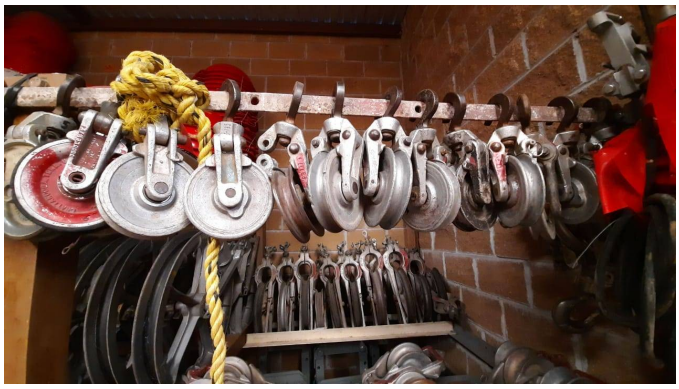


Figura 28.- Poleas Sherman.

- **2.8.2.9 Balancín.** Esta herramienta se utiliza para soportar el cable OPGW por encima de la polea durante la maniobra de aplicación del herraje de suspensión (clema). Obsérvese en la figura 29.



Figura 29.- Balancín.

- **2.8.2.10 Acumulador.** Herraje que se utiliza para sujetar el cable OPGW sobrante que será utilizado para la fusión. Su manual de instalación se encuentra en la figura 30.

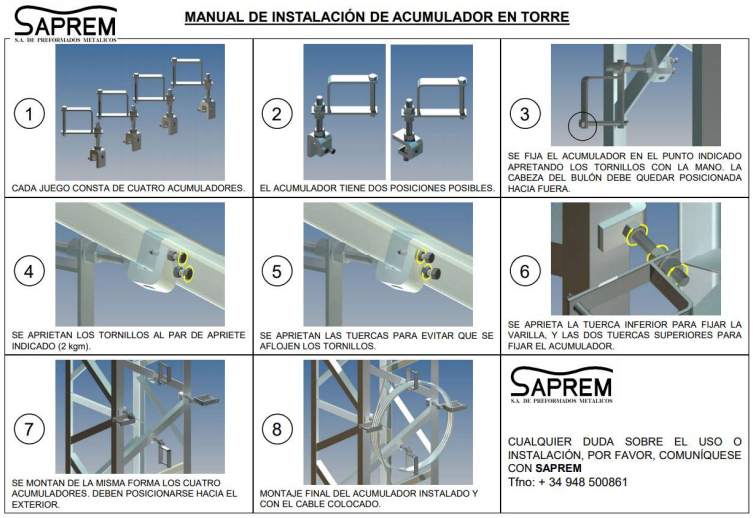


Figura 30.- Acumulador.

- **<u>2.8.2.11 Soporte de bajada.</u>** Soporte colocado en la estructura (torre) utilizado para bajar el cable OPGW sobrante que ira al acumulador. En la figura 29 se observa su colocación.

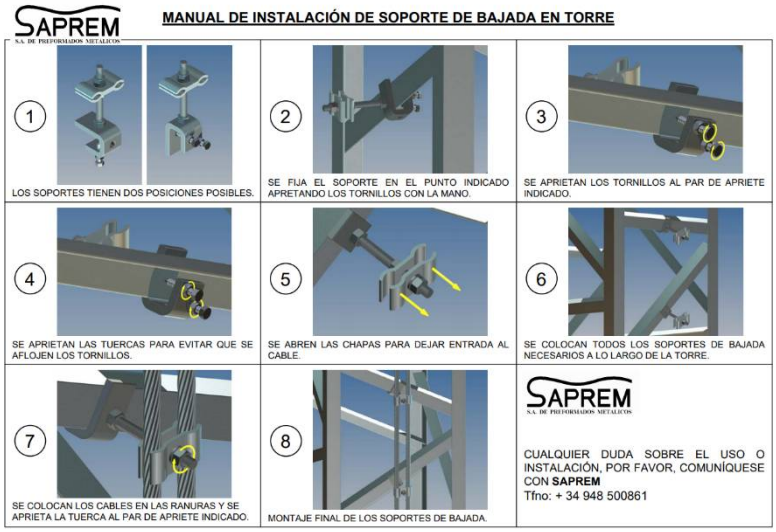


Figura 31.- Soporte de bajada.

- **<u>2.8.2.12 Varillas de protección.</u>** Estas se colocan en el lugar que ocuparan los amortiguadores con el fin de proteger el herraje y al cable de guarda. Se instalan como se observa en la figura 30.

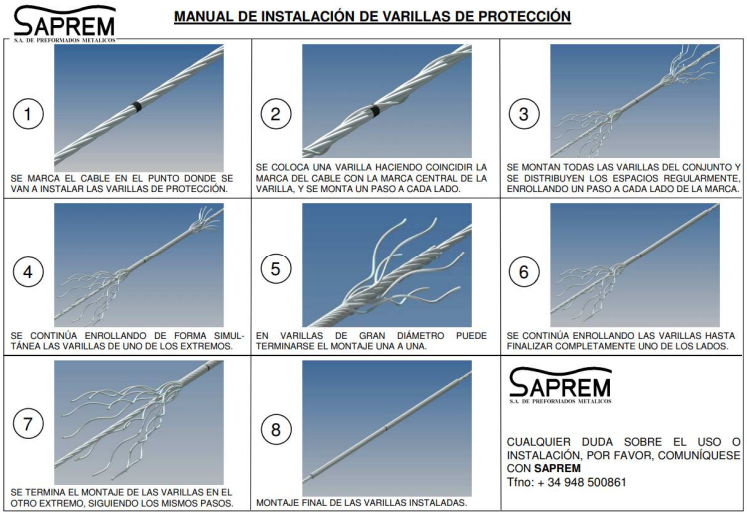


Figura 32.- Varillas de protección.

2.9 PROTECCIONES AL HERRAJE

Mejor conocidas como antiguano o anti-aves, se utiliza para proteger el herraje de la línea de transmisión de la corrosión provocada por las heces de los zopilotes la cual es degrada conforme pasa el tiempo a estos metales. Para evitar estos daños se coloca el antiguano (Tecproseal en este caso) y se cubren con un tubo de PVC que es perforado con las medidas del herraje. Además de esto se añaden medias boyas a los cuernos de la torre y boyas enteras a medio claro en caso de ser necesaria la señalización del cable. En las figuras 33 y 34 se observan las protecciones al herraje.



Figura 33.- Media boya.



Figura 34.- Boya completa retirada de la línea.

2.10 MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN

La maquinaria de construcción a utilizar será la encargada de tender el cable de OPGW sustituyendo el cable de guarda. Para esto se recurre a dos máquinas:

- Devanadora. Esta máquina se utiliza a la salida del carrete para controlar la salida del cable que se instala. Su función consiste en mantener una tensión constante en el cable, frenándolo y alimentando sólo la cantidad requerida de cable al tendido, con tensión y velocidad controlada. También evita que se sobretensione el desenrollador, permitiendo un desenrollado de las espiras del cable en forma controlada (Condumex, 2020). Antes y durante el tendido, deben verificarse continuamente los siguientes puntos:

1. Las poleas de la devanadora por las que pasa el OPGW deben ser de 90 cm como mínimo.
2. El control de frenado debe ser monitoreado mediante instrumentación calibrada.
3. La operación de frenado debe ser de nivel constante, de manera que se eviten jaloneos o fluctuaciones de tensión en el cable.
4. Se debe dar mantenimiento adecuado al sistema de frenado. Cuando sea de tipo hidráulico, hay que verificar antes de las maniobras de instalación el nivel de aceite, que el sistema no presente fugas y que los actuadores y balatas apliquen el freno en forma homogénea.



Figura 35.- Ficha Técnica de la Devanadora.

- Traccionadora. Este equipo proporciona la fuerza de tiro necesaria para retirar el cable guía y jalar el OPGW para posicionarlo en toda su longitud en las torres (Condumex, 2020). A continuación, se mencionan los puntos más importantes que debe cumplir para funcionar adecuadamente:

1. Debe contar con potencia suficiente para jalar sin dificultad alguna el peso del cable que se instalará.
2. La fuerza de tracción aplicada deberá ser monitoreada continuamente mediante instrumentación calibrada (dinamómetro).
3. La sensibilidad del medidor de tensión deberá tener precisión en la escala de medición, de manera que se puedan discernir diferencias de tensión de al menos 5% de la tensión máxima recomendada para la instalación del cable.
4. La operación de este equipo durante el tendido debe ser con tensión homogénea, evitando variaciones que provoquen jaloneos en el cable.



FRENO-CABRESTANTE HIDRÁULICO

F120.AF.45.2

tiro-frenado máx 45 kN

FRENADORAS-CABRESTANTES

Máquina hidráulica que permite trabajar tanto como frenadora como cabrestante, adecuada para tensar uno o dos conductores. Un circuito hidráulico permite ejecutar una fuerza de frenado constante aún al variar de la velocidad de tendido. En función cabrestante, el circuito hidráulico cerrado permite variar de manera continua la velocidad en ambos sentidos de rotación de los tambores.

CARACTERÍSTICAS	
Tambores	2 x Ø 1500 mm
Gargantas tambores	8
Diámetro máx. conductor	2 x 36 mm
Diámetro máx cable	16 mm
Dimensiones LxAxA	3,95x2,00x2,20 m
Peso	3600 kg

MOTOR	
Alimentación	diésel
Potencia	86 hp / 63 kW 75 hp / 55,4 kW *
Refrigeración	agua
Sistema eléctrico	12 V

PRESTACIONES DE FRENADO	
Frenado máx	45 kN
Velocidad máx	5 km/h

PRESTACIONES DE TIRO	
Tiro máx	45 kN
Velocidad al tiro máx	2,7 km/h 2,3 km/h *
Velocidad máx	5 km/h
Tiro a la velocidad máx	26 kN 22 kN *

TAMBIÉN DISPONIBLE
TAMBORES Ø1200 Ø1800 mm

Figura 36.- Ficha técnica de la Traccionadora.

Como se observa en las figuras 35 y 36 la ficha técnica para la devanadora y traccionadora son la misma. Esto es debido a que las máquinas se pueden ocupar tanto para devanar como para traccionar.

2.11 LICITACIÓN

La licitación es una fase del procedimiento de contratación del sector público para elegir a las empresas privadas. La licitación es la fase de publicidad, donde la administración pública se encarga de publicitar el contrato que va a ofertar. Se publica una convocatoria para que las empresas puedan presentar su oferta, dependiendo de las características del contrato publicitado. Las empresas solamente pueden presentar una oferta. (Trujillo, 2020)

Las licitaciones que se ofertan pueden ser de clientes del sector públicos o privados, al igual que las contratas que resulten ganadoras de la licitación. Normalmente en los archivos de la licitación se publican los detalles de la obra a trabajar, así como las especificaciones que debe cumplir ese trabajo. Una vez ganada la licitación se entrega la lista de requerimientos por parte del cliente que la subcontrata debe cumplir.

2.12 GEOLOCALIZACIÓN

La geolocalización es una de las herramientas utilizadas por los geógrafos para situar a las personas u objetos en el espacio mediante sus coordenadas y que ha cobrado una nueva dimensión a partir de la aparición de Internet y de los dispositivos móviles. (López, 2015) Una vez ganada la licitación por la empresa, el cliente otorga la geolocalización del proyecto. Como la mostrada en la figura 37.

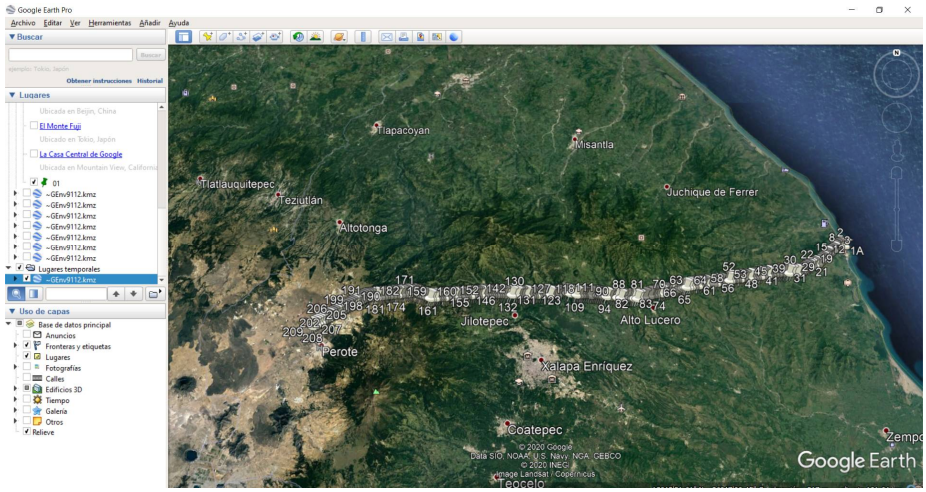


Figura 37.- Geolocalización.

2.13 PLANOS DE TENDIDO Y PLANOS DE ESTRUCTURA

Un plano de tendido es un documento que proporciona la información necesaria de la cantidad de secciones de la línea, la distancia abarcada por cada sección, el tipo de torre, la tensión y distancia entre cada torre, además de la acumulada, entre otros. La siguiente figura muestra un plan de tendido de esta obra:

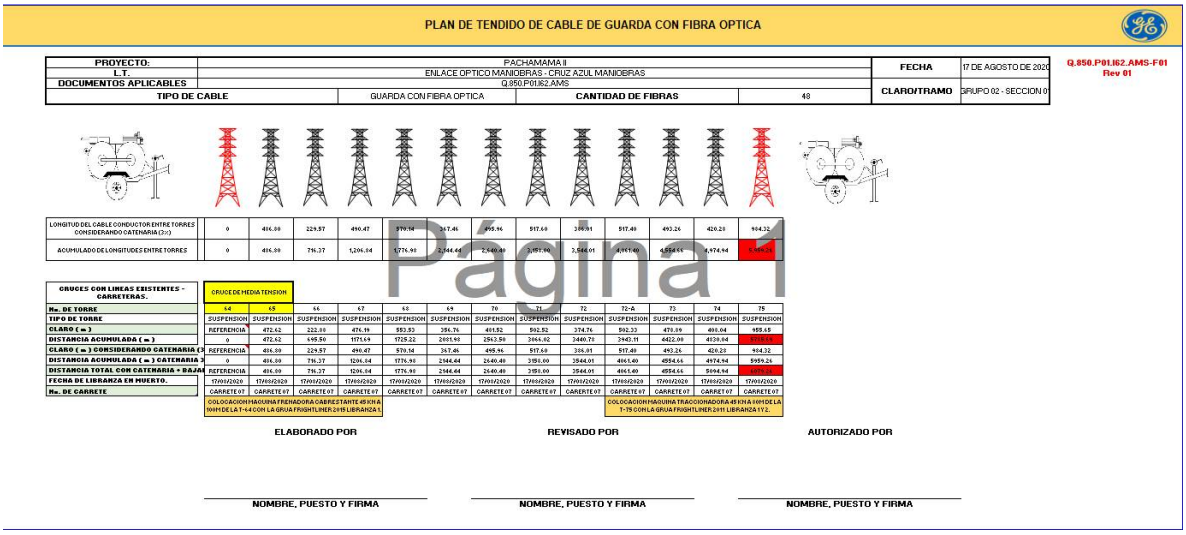
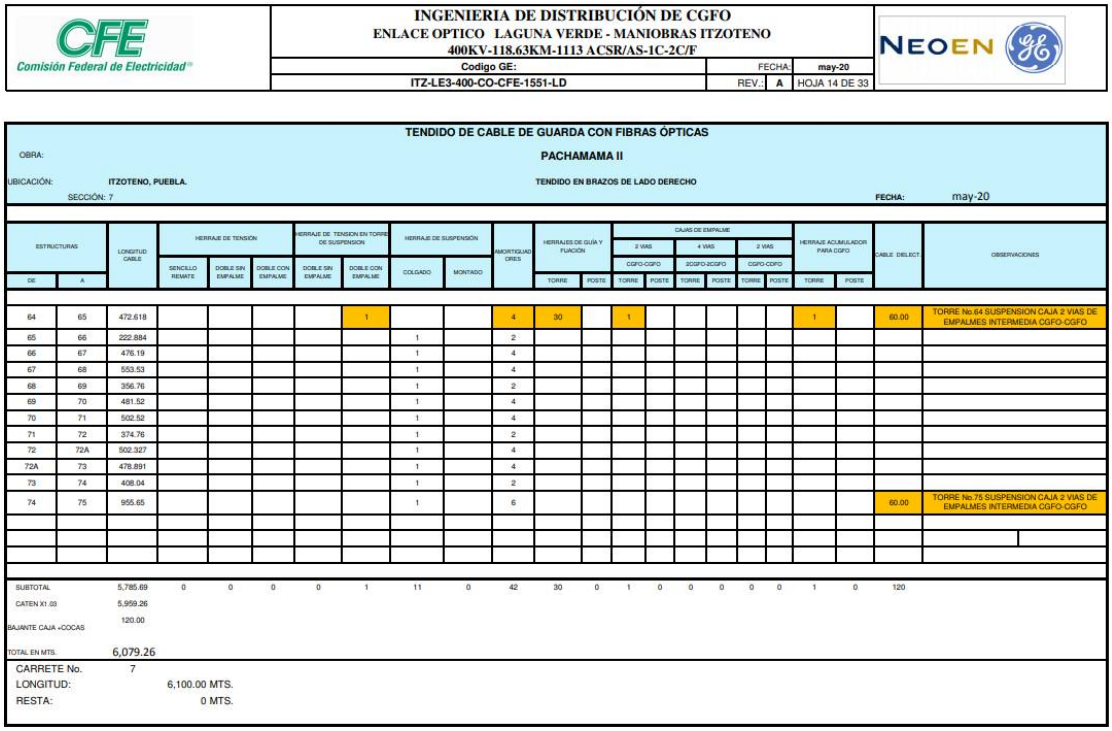


Figura 38.- Plan de tendido.

Este plan de tendido ayuda a determinar en qué torre se colocara la máquina y en que claros se realizara el flechado y rematado del cable como finalización del tendido. Además de este existen documentos de Ingeniería de distribución de CGFO que proporciona el cliente junto con CFE con el fin de especificar el número de herraje a colocar en cada claro de las torres, la relación de carretes con respecto a las secciones y la medida que debe tener cada carrete para que la contrata cumpla con estos puntos. Este documento se muestra en la figura 39.



CFE Comisión Federal de Electricidad	INGENIERIA DE DISTRIBUCIÓN DE CGFO ENLACE OPTICO LAGUNA VERDE - MANIOBRAS ITZOTENO 400KV-118.63KM-1113 ACSR/AS-1C-2C/F			NEOEN
	Codigo GE:	FECHA:	may-20	
	ITZ-LE3-400-CO-CFE-1551-LD	REV.: A	HOJA 14 DE 33	

TENDIDO DE CABLE DE GUARDA CON FIBRAS ÓPTICAS

OBRA: **PACHAMAMA II**

UBICACIÓN: **ITZOTENO, PUEBLA.** **TENDIDO EN BRAZOS DE LADO DERECHO**

SECCIÓN: 7 **FECHA:** may-20

ESTRUCTURAS		LONGITUD CABLE	HERRAJE DE TENSIÓN			HERRAJE DE TENSION EN TORRE DE SUSPENSION		HERRAJE DE SUSPENSIÓN		AMORTIGUADORES	HERRAJES DE GUÍA Y FIJACIÓN		CAJAS DE EMPALME						HERRAJE ACUMULADOR PARA CGFO		CABLE DELECT.	OBSERVACIONES
													2 VIAS		4 VIAS		2 VIAS					
													CGFO-CGFO		2CGFO-2CGFO		CGFO-CGFO					
DE	A		SENCILLO REMATE	DOBLE SIN EMPALME	DOBLE CON EMPALME	DOBLE SIN EMPALME	DOBLE CON EMPALME	COLGADO	MONTADO		TORRE	POSTE	TORRE	POSTE	TORRE	POSTE	TORRE	POSTE	TORRE	POSTE		
64	65	472.618					1			4	30		1						1		60.00	TORRE No.64 SUSPENSION CAJA 2 VIAS DE EMPALMES INTERMEDIA CGFO-CGFO
65	66	222.884						1		2												
66	67	476.19						1		4												
67	68	553.53						1		4												
68	69	356.76						1		2												
69	70	481.52						1		4												
70	71	502.52						1		4												
71	72	374.76						1		2												
72	72A	502.327						1		4												
72A	73	478.891						1		4												
73	74	408.04						1		2												
74	75	955.65						1		6											60.00	TORRE No.75 SUSPENSION CAJA 2 VIAS DE EMPALMES INTERMEDIA CGFO-CGFO
SUBTOTAL		5,785.69	0	0	0	0	1	11	0	42	30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	120	
CATEN X1.03		5,959.26																				
BAJANTE CAJA +COCAS		120.00																				
TOTAL EN MTS.		6,079.26																				

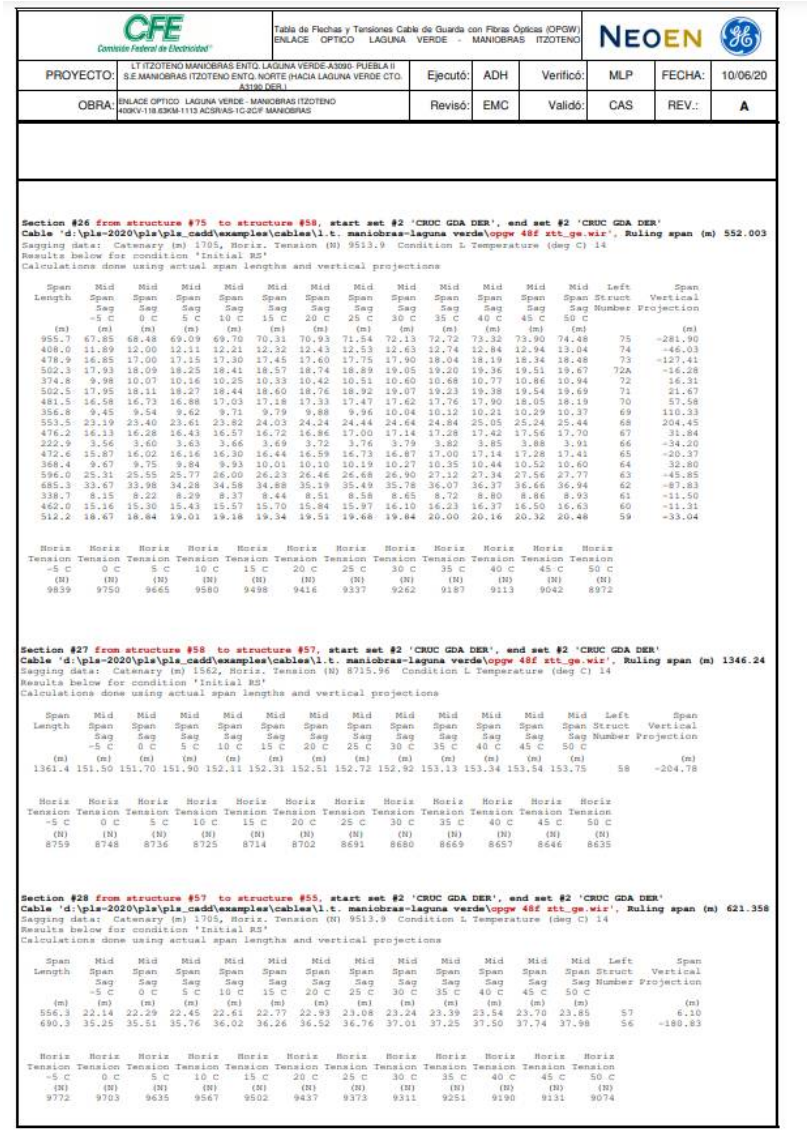
CARRETE No. 7

LONGITUD: 6,100.00 MTS.

RESTA: 0 MTS.

Figura 39.- Ingeniería de distribución de la sección 7.

Junto con este documento se anexa una tabla de flechas y tensiones Cable de Guarda con Fibra Ópticas (OPGW), en el cual se anexa por sección una tabla de flechado por tensión para el cable de guarda con respecto a la temperatura del cable de guarda. Este tipo de flechado puede realizarse mediante la tensión de tendido de las máquinas hidráulicas. En la figura 40 se muestra el documento.



CFE — Comisión Federal de Electricidad

Tabla de Flechas y Tensiones Cable de Guarda con Fibras Ópticas (OPGW)
ENLACE OPTICO LAGUNA VERDE - MANIOBRAS ITZOTENO

NEOEN

PROYECTO:	LT ITZOTENO MANIOBRAS ENTQ. LAGUNA VERDE-A3090- PUEBLA II S.E.MANIOBRAS ITZOTENO ENTQ. NORTE (HACIA LAGUNA VERDE CTO. A3190 DER.)	Ejecutó:	ADH	Verificó:	MLP	FECHA:	10/06/20
OBRA:	ENLACE OPTICO LAGUNA VERDE - MANIOBRAS ITZOTENO 400KV-118.83KM-1113 ACSR/AS-1C-2C/F MANIOBRAS	Revisó:	EMC	Validó:	CAS	REV.:	A

Section #26 from structure #75 to structure #58, start set #2 'CRUC GDA DER', end set #2 'CRUC GDA DER'
Cable 'd:\pls-2020\pls\pls_cadd\examples\cables\l.t. maniobras-laguna verde\opgw 48f ztt_ge.wir', Ruling span (m) 552.003
Sagging data: Catenary (m) 1705, Horiz. Tension (N) 9513.9 Condition L Temperature (deg C) 14
Results below for condition 'Initial RS'
Calculations done using actual span lengths and vertical projections

Span Length	Mid Span Sag -5 C (m)	Mid Span Sag 0 C (m)	Mid Span Sag 5 C (m)	Mid Span Sag 10 C (m)	Mid Span Sag 15 C (m)	Mid Span Sag 20 C (m)	Mid Span Sag 25 C (m)	Mid Span Sag 30 C (m)	Mid Span Sag 35 C (m)	Mid Span Sag 40 C (m)	Mid Span Sag 45 C (m)	Mid Span Sag 50 C (m)	Left Struct Number	Span Vertical Projection (m)
955.7	67.85	68.48	69.09	69.70	70.31	70.93	71.54	72.13	72.72	73.32	73.90	74.48	75	-281.90
408.0	11.89	12.00	12.11	12.21	12.32	12.43	12.53	12.63	12.74	12.84	12.94	13.04	74	-46.03
478.9	16.85	17.00	17.15	17.30	17.45	17.60	17.75	17.90	18.04	18.19	18.34	18.48	73	-127.41
502.3	17.93	18.09	18.25	18.41	18.57	18.74	18.89	19.05	19.20	19.36	19.51	19.67	72A	-16.28
374.8	9.98	10.07	10.16	10.25	10.33	10.42	10.51	10.60	10.68	10.77	10.86	10.94	72	16.31
502.5	17.95	18.11	18.27	18.44	18.60	18.76	18.92	19.07	19.23	19.38	19.54	19.69	71	21.67
481.5	16.58	16.73	16.88	17.03	17.18	17.33	17.47	17.62	17.76	17.90	18.05	18.19	70	57.58
356.8	9.45	9.54	9.62	9.71	9.79	9.88	9.96	10.04	10.12	10.21	10.29	10.37	69	110.33
553.5	23.19	23.40	23.61	23.82	24.03	24.24	24.44	24.64	24.84	25.05	25.24	25.44	68	204.45
476.2	16.13	16.28	16.43	16.57	16.72	16.86	17.00	17.14	17.28	17.42	17.56	17.70	67	31.84
222.9	3.56	3.60	3.63	3.66	3.69	3.72	3.76	3.79	3.82	3.85	3.88	3.91	66	-34.20
472.6	15.87	16.02	16.16	16.30	16.44	16.59	16.73	16.87	17.00	17.14	17.28	17.41	65	-20.37
368.4	9.67	9.75	9.84	9.93	10.01	10.10	10.19	10.27	10.35	10.44	10.52	10.60	64	32.80
596.0	25.31	25.55	25.77	26.00	26.23	26.46	26.68	26.90	27.12	27.34	27.56	27.77	63	-45.85
685.3	33.67	33.98	34.28	34.58	34.88	35.19	35.49	35.78	36.07	36.37	36.66	36.94	62	-87.83
338.7	8.15	8.22	8.29	8.37	8.44	8.51	8.58	8.65	8.72	8.80	8.86	8.93	61	-11.50
462.0	15.16	15.30	15.43	15.57	15.70	15.84	15.97	16.10	16.23	16.37	16.50	16.63	60	-11.31
512.2	18.67	18.84	19.01	19.18	19.34	19.51	19.68	19.84	20.00	20.16	20.32	20.48	59	-33.04

Horiz Tension -5 C (N)	Horiz Tension 0 C (N)	Horiz Tension 5 C (N)	Horiz Tension 10 C (N)	Horiz Tension 15 C (N)	Horiz Tension 20 C (N)	Horiz Tension 25 C (N)	Horiz Tension 30 C (N)	Horiz Tension 35 C (N)	Horiz Tension 40 C (N)	Horiz Tension 45 C (N)	Horiz Tension 50 C (N)
9839	9750	9665	9580	9498	9416	9337	9262	9187	9113	9042	8972

Section #27 from structure #58 to structure #57, start set #2 'CRUC GDA DER', end set #2 'CRUC GDA DER'
Cable 'd:\pls-2020\pls\pls_cadd\examples\cables\l.t. maniobras-laguna verde\opgw 48f ztt_ge.wir', Ruling span (m) 1346.24
Sagging data: Catenary (m) 1562, Horiz. Tension (N) 8715.96 Condition L Temperature (deg C) 14
Results below for condition 'Initial RS'
Calculations done using actual span lengths and vertical projections

Span Length	Mid Span Sag -5 C (m)	Mid Span Sag 0 C (m)	Mid Span Sag 5 C (m)	Mid Span Sag 10 C (m)	Mid Span Sag 15 C (m)	Mid Span Sag 20 C (m)	Mid Span Sag 25 C (m)	Mid Span Sag 30 C (m)	Mid Span Sag 35 C (m)	Mid Span Sag 40 C (m)	Mid Span Sag 45 C (m)	Mid Span Sag 50 C (m)	Left Struct Number	Span Vertical Projection (m)
1361.4	151.50	151.70	151.90	152.11	152.31	152.51	152.72	152.92	153.13	153.34	153.54	153.75	58	-204.78

Horiz Tension -5 C (N)	Horiz Tension 0 C (N)	Horiz Tension 5 C (N)	Horiz Tension 10 C (N)	Horiz Tension 15 C (N)	Horiz Tension 20 C (N)	Horiz Tension 25 C (N)	Horiz Tension 30 C (N)	Horiz Tension 35 C (N)	Horiz Tension 40 C (N)	Horiz Tension 45 C (N)	Horiz Tension 50 C (N)
8759	8748	8736	8725	8714	8702	8691	8680	8669	8657	8646	8635

Section #28 from structure #57 to structure #55, start set #2 'CRUC GDA DER', end set #2 'CRUC GDA DER'
Cable 'd:\pls-2020\pls\pls_cadd\examples\cables\l.t. maniobras-laguna verde\opgw 48f ztt_ge.wir', Ruling span (m) 621.358
Sagging data: Catenary (m) 1705, Horiz. Tension (N) 9513.9 Condition L Temperature (deg C) 14
Results below for condition 'Initial RS'
Calculations done using actual span lengths and vertical projections

Span Length	Mid Span Sag -5 C (m)	Mid Span Sag 0 C (m)	Mid Span Sag 5 C (m)	Mid Span Sag 10 C (m)	Mid Span Sag 15 C (m)	Mid Span Sag 20 C (m)	Mid Span Sag 25 C (m)	Mid Span Sag 30 C (m)	Mid Span Sag 35 C (m)	Mid Span Sag 40 C (m)	Mid Span Sag 45 C (m)	Mid Span Sag 50 C (m)	Left Struct Number	Span Vertical Projection (m)
556.3	22.14	22.29	22.45	22.61	22.77	22.93	23.08	23.24	23.39	23.54	23.70	23.85	57	6.10
690.3	35.25	35.51	35.76	36.02	36.26	36.52	36.76	37.01	37.25	37.50	37.74	37.98	56	-180.83

Horiz Tension -5 C (N)	Horiz Tension 0 C (N)	Horiz Tension 5 C (N)	Horiz Tension 10 C (N)	Horiz Tension 15 C (N)	Horiz Tension 20 C (N)	Horiz Tension 25 C (N)	Horiz Tension 30 C (N)	Horiz Tension 35 C (N)	Horiz Tension 40 C (N)	Horiz Tension 45 C (N)	Horiz Tension 50 C (N)
9772	9703	9635	9567	9502	9437	9373	9311	9251	9190	9131	9074

Figura 40.- Tabla de flechas y tensiones Cable de Guarda con Fibra Ópticas (OPGW).

Por último, CFE también proporciona los planos para arreglo y colocación de herraje, los que se usaron durante esta obra son los siguientes:

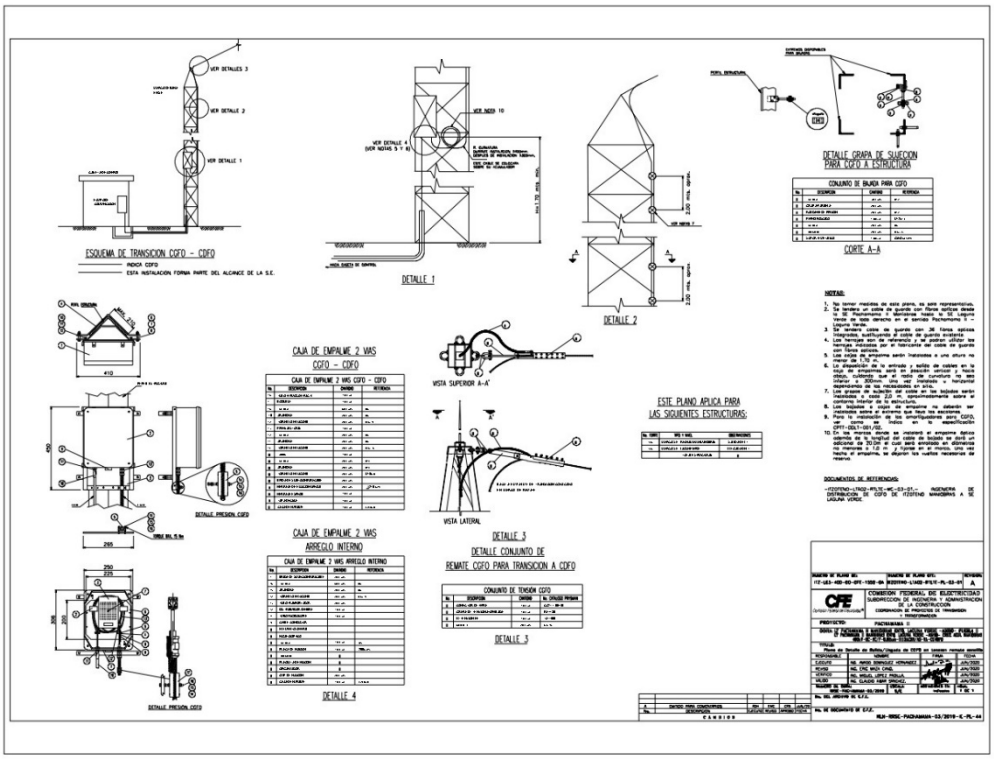


Figura 41.- Plano de detalle de Salida/Llegada del CGFO en tensión remate sencillo.

En este plano se especifica de qué manera se debe colocar el herraje en una torre de tensión con remate sencillo, se coloca un camelon, aterrizaje a tierra (o cola de rata) y los acumuladores para el OPGW.

2.14 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

El EPP utilizado en el tendido de OPGW dependerá de la función que desarrollo el personal, se distribuye de la siguiente manera:

a) Superintendente (Residente de Obra), Supervisores, operadores y ayudantes generales:

- Casco; Chaleco, Guantes, Lentes de seguridad, Barbiquejo, Cubre boca, Camisa de Manga Larga, Pantalón de mezclilla (liso y sin agujeros), botas dieléctricas y viboreras.

b) Linieros y Sobrestantes:

- Casco; Chaleco, Guantes, Lentes de seguridad, Barbiquejo, Cubre boca, Camisa de Manga Larga, Pantalón de mezclilla (liso y sin agujeros), botas dieléctricas, viboreras (solo estando en el suelo), Arnés, Línea de vida, Bandola, Tornillera,

  El EPP mostrado en la figura, es el de 2 linieros, 1 supervisor y 1 ayudante:



Figura 42.- EPP usado en línea de transmisión.

2.15 PUNTO DE SOMBRA

Los puntos de sombra son básicamente lugares estratégicos ubicados cerca de las máquinas (devanadora y traccionadora), por lo que solo se colocan los días del tendido de cable OPGW y es uno por cada máquina. Estos puntos consisten en un lugar de descanso, hidratación, higiene e ingesta de alimentos para todo el personal involucrado. Por lo que se componen de:

a. Una carpa
b. Mesas
c. Sillas o bancos
d. Lavamanos con agua y jabón
e. Sanitarios
f. Termo de agua
g. Conos o vasos ecológicos
h. Botes de basura debidamente señalizados
i. Kit anti derrame

CAPITULO III.- PROCEDIMIENTO PARA EL REEMPLAZO DE CABLE DE GUARDA POR CABLE OPGW

Para la realización de este proyecto se necesita ganar la licitación, que es una autorización en la que se le asigna a empresas públicas o privadas determinado proyecto. Una vez ganada la licitación se procede a obtener la información proporcionada por el cliente y cumplir los requisitos solicitados por este.

El proyecto ganado consiste en la reinstalación del cable de guarda encontrado en la línea de transmisión A3190 por cable de guarda con fibra óptica, esto para lograr establecer comunicación entre las subestaciones de Laguna Verde Veracruz e Itzoteno Puebla, además de lograr manejar telecomando, cierra de circuitos y control dentro del Parque que se construye en Itzoteno.

El nuevo cable combina las necesidades que ejerce el parque sobre el cliente y cumple también con las necesidades de la línea al tener la capacidad de drenar las descargas al sistema de tierras en las torres y proteger a la fibra óptica en su centro aislándola mediante una capa de aluminio y un refrigerante que evitara el sobrecalentamiento y posible ruptura de las fibras.

Para esta línea de transmisión de Pachamama II se trabajó con NEOEM como cliente, contratas General Electric (GE) y EOS; mientras que las subcontratas: ARROSAM y HR. Al Grupo constructor Arrosam se le asignó el tramo de la torre 1 a la 209, para lo cual se compartió un archivo de Google Earth con las coordenadas de cada una de las torres que conforman la línea, con lo que se obtuvo la geolocalización.

3.1 INDUCCIÓN AL PERSONAL Y RIJ DIARIAS

Al inicio de la obra el supervisor de EHS por parte de General Electric debe proporcionar una inducción a todo el personal que estará involucrado en la realización de la obra. La realización de esta inducción se realizó con las medidas de sanitización correspondientes para evitar la propagación del Covid-19, la ubicación fue en el Almacén temporal de ARROSAM S.A. DE C.V. ubicado en el Municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Veracruz (lugar con ventilación), cada uno de los participantes incluyendo al supervisor porto un cubre boca, se le midió la temperatura y se le proporciono gel anti-bacterial, además de su material para la inducción.

Durante la charla los supervisores de ARROSAM se dedicaron a realizar las debidas listas de asistencias para dar por sentado que todo el personal se encontraba allí. Como ya se mencionó, se llevaron medidas de sanitización por lo que se hicieron varias charlas de inducción a grupos de no más de 20 personas para que se conservara la sana distancia.



Figura 43.- Toma de temperatura en Inducción.

Al final de cada charla el personal presento un examen de 10 preguntas en el cual debía obtener una calificación mínima de 8 para aprobar y demostrar ser apto para el trabajo. Con esto se podía firmar su solicitud de acceso de personal la cual se integra al expediente de cada trabajador.

Una vez dentro de la obra el trabajador de manera diaria debía llegar al punto de reunión a la hora estipulada por el residente de obra, al llegar debía portar su EPP (Casco, botas dieléctricas, pantalón y camisa de manga larga sin agujeros, chaleco, credencial de identificación y su cubre boca). Una vez pasada la verificación de EPP se le proporcionaba gel anti-bacterial y se le pedía hiciera una fila respetando la sana distancia puesto que se le debía tomar la temperatura, presión arterial y la oxigenación de la sangre.



Figura 44.- Toma de presión arterial.

Este procedimiento es necesario para asegurarse de que los trabajadores se presentan en buen estado de salud y son aptos para realizar el trabajo que se les pedirá (trabajo en altura normalmente). Después de que los trabajadores son informados y se consideran aptos, firman el reporte para posteriormente realizar la RIJ en la cual el supervisor en turno dará una plática correspondiente al tema del calendario, además de realizar una pequeña calistenia, tocar los temas del RA y firmar su asistencia. El residente de obra también realiza una pequeña plática acerca de las actividades que se realizaran y la estrategia a desarrollar para la correcta operación de maquinaria y equipo correspondiente.

Cabe mencionar que la RIJ puede realizarse en almacén temporal o en campo de acuerdo al tiempo con el que se cuente y si el área de trabajo lo permite. En la figura 45 se observa la RIJ, mientras que en la figura 46 la calistenia.



Figura 45.- RIJ diaria.



Figura 46.- Calistenia.

Cabe mencionar que el primer día de trabajo además de la RIJ diaria y la calistenia se les repartió el EPP a cada trabajador, así como su material a usar durante la jornada laboral, dicho reparto se realizó en el almacén temporal. El personal tiene la obligación de revisar que su EPP este completo en perfectas condiciones, de no ser así deberá hacer la observación al supervisor para que este le reemplace el EPP dañado por uno nuevo, de igual forma de manera diaria los trabajadores deben inspeccionar su equipo y reportar daños o faltas en el cómo lo son: lentes y guantes que suelen dañarse por el uso constante.

En la figura 47 se muestra al personal revisando su EPP.



Figura 47.- Inspección de EPP por parte del personal.

3.2 COLOCACIÓN DE POLEAS

Para la realización de esta actividad se requiere de una planeación de trabajo realizada por el residente de obra junto con el sobrestante. Para este caso se dividió el trabajo en cuadrillas, por lo que cada supervisor contaba con una cuadrilla compuesta por

- Dos linieros
- Un ayudante

Además a cada supervisor se le asignó una camioneta para transportar al personal y acercarlos lo más posible a los accesos de las torres. Como se habló anteriormente existen diferentes tipos de torres, en esta línea de transmisión se cuenta con torres de suspensión y de remate. Se trabajó asignando 3 torres diarias a cada cuadrilla, contando con un total de 5 cuadrillas por grupo.

La colocación de poleas en torres se realizó en línea viva, esto quiere decir que la línea se encontraba energizada, por lo que antes de iniciar el proceso se debía recibir una

confirmación de acceso a torre conocida como licencia, esta es entregada por parte del supervisor de CFE encargado del grupo y tiene una determinada hora de vencimiento, por lo que cada día media hora antes de ese plazo el residente debe entregar la licencia al supervisor para estar en regla ya que de forma contraria el no entregarla generara una amonestación monetaria que deberá pagarse a CFE.

Normalmente la Licencia en vivo se otorga a las 8:00 a.m. y es retirada a las 5:50 p.m. dependiendo además de las condiciones climáticas en las que se encuentre el lugar, debido a que la temporada de lluvias genera condiciones inseguras para que los trabajadores desarrollen su labor, suspendiendo en esos casos el trabajo en primera instancia por supervisores a cargo y en casos mayores por los supervisores de CFE quienes retiran las Licencias por condiciones climáticas.

El proceso para la colocación de las poleas en las torres es el siguiente:

- Llegada a la torre, e inspección de área por parte del supervisor para verificar que el lugar se encuentre en condiciones de acceso para el trabajador, el uso de polainas durante esta actividad es importante debido a la presencia de fauna nociva.



Figura 48.- Preparación para ascenso a torre.

- Ascenso del primer liniero a la torre, usando los ganchos y anclándose de manera correcta. Llevando la polea Sherman para colocar la mandadera.



Figura 49.- Linieros en ascenso a torre.

- Ascenso del segundo liniero a la torre llevando la cuerda.

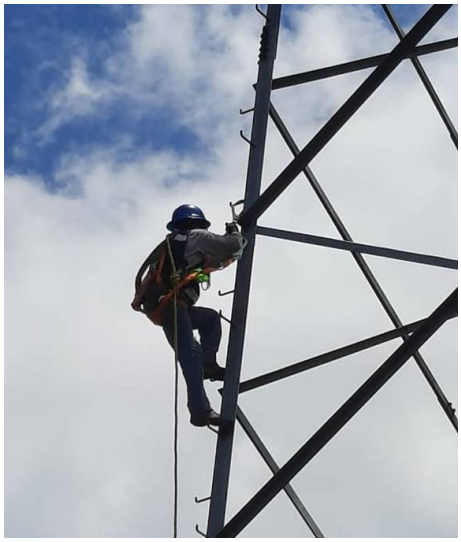


Figura 50.- Correcta forma de ascenso.

- Colocación de la mandadera en el cuerno de la torre, los linieros deben estar anclados de manera correcta.
- Amarre de la polea y herramientas a subir para su colocación



Figura 51.- Ayudante subiendo la polea.

- Maniobra de recuperación de cable de guarda y colocación de la polea.

  Para el caso de una torre de suspensión se recupera el cable de guarda con un montacarga o el uso de una herramienta hechiza, mientras que para una torre de remate la maniobra se vuelve un poco más complicada debido a la tensión soportada por el guarda, por lo que se utilizan dos tensores sapo junto con dos montacarga para asegurar cada punta del remate y mantener la tensión en el cable de guarda, con esto se recupera y se coloca la polea.



Figura 52. Colocación de polea en torre de remate.

- Se usa la mandadera para regresar el herraje retirado de la torre y la herramienta de colocación de la polea
- Se manda la polea Sherman, bajan los linieros por turnos y anclados de manera correcta y por último el ayudante retira la cuerda.



Figura 53.- Cola de rata retirada de la torre.



Figura 54.- Ayudante retirando la cuerda.

Esta actividad se realizó por sección con la única excepción de las torres de inicio y termino, ya que la colocación de la polea se realiza hasta el día del tendido. Cabe mencionar que cada cuadrilla debe contar con su termo de agua y vasos que utilizaran para hidratarse a lo largo de la jornada laboral. El termo lleva agua con hielo y en caso de tener que laborar durante temperaturas altas se hará con extrema precaución manteniendo hidratado al personal,

llevando sueros, reduciendo horas de exposición solar y teniendo a la mano el servicio de ambulancia que se encuentra a disposición de la obra.



Figura 55.- Termo asignado a cuadrilla de trabajadores.



Figura 56.- Ambulancia.

Es muy importante usar poleas adecuadas sobre las estructuras para instalar correctamente el OPGW, ya que de ellas dependerá el aumento o reducción de la tensión sobre el cable. Para fijarlas a la estructura, deben utilizarse gasas de acero galvanizado junto al punto de fijación para herrajes de remate o suspensión en la forma usual.

Las poleas utilizadas en la instalación de OPGW deben tener por lo menos 600 mm de diámetro, medido sobre la base del canal (como se indica en la figura 25) y deben ser del tipo

reentrable, acanaladas en su perímetro y con una protección de neopreno. El tamaño mínimo comercial es de 24”.

El recubrimiento de neopreno debe encontrarse en buenas condiciones y estar adherido a la polea, con una superficie lisa. Si hay rebabas o imperfecciones en el neopreno, deberán lijarse. En caso de no cumplir con las especificaciones correctas se puede incurrir en el tipo de accidente mostrado en la figura 57.



Figura 57.- Daños en poleas.

3.3 IZAJE E INSTALACIÓN DE MAQUINARIA Y CARRETES

El Izaje de maquinaria se realiza los días sábados con la finalidad de realizar el acomodo y ahorrar tiempo en los días de tendido, mientras que por cuestiones de seguridad el carrete se coloca hasta el día del tendido.

Durante el izaje de maquinaria se deben seguir las medidas de seguridad apropiadas, considerando siempre los peligros y riesgos incluidos en el RA. Por lo cual principalmente se siguen las siguientes medidas

- No ubicarse debajo del objeto que se está izando
- El personal no puede colocarse sobre la plataforma de la grúa donde será colocado el objeto
- Despejar y acordonar el área de izaje

Durante el proceso el operador de la grúa mueve la pluma y un ayudante engancha la máquina para proceder con el izaje mientras otro sostiene la máquina con ayuda de una cuerda como viento.



Figura 58.- Colocación del gancho en la máquina.

En la figura 59 se muestra el viento colocado a la máquina y los encargados del izaje usando el EPP correspondiente durante toda la maniobra.



Figura 59.- Colocación de viento durante izaje.

El operador sube la máquina mientras retrae la pluma para acercarla y colocarla en la grúa. En caso de tener cualquier obstáculo durante la obra, el operador y el residente de obra darán indicaciones de paro en la maniobra para remover obstáculo o realizar la maniobra de manera diferente.



Figura 60.- Indicaciones durante la maniobra.

Una vez colocada la máquina en la grúa, los ayudantes colocan el freno de la máquina, retiran el gancho de la máquina y la sujetan con montacargas con la finalidad de evitar el movimiento manteniéndola fija. En la figura 61 se observa al ayudante realizando estas actividades.



Figura 61.- Colocación del freno de la máquina.



Figura 62.- Colocación de Montacargas.

Por último se iza el carrete y las partes que lo sostienen durante el tendido de OPGW.



Figura 63.- Izaje de las bases del carrete.

El procedimiento que se describió es realizado una vez terminado el tendido de un carrete, mientras que en caso contrario el procedimiento que se necesita para acomodar la máquina antes del tendido resulta ser el mismo pero en orden contrario.

- Se coloca el gancho en la máquina, coloca el viento y se retira el freno junto con los montacarga.
- Se realiza el izaje de la máquina, manteniendo el área despejada y siguiendo las indicaciones del residente de obra, supervisor de seguridad y operador.
- Una vez colocada la máquina se coloca el freno y se le retira el gatillo
- Para completar el posicionamiento de la máquina se requiere de la colocación de dos tierras físicas a las cuales se sostiene la máquina con montacargas para el drenaje de alguna descarga eléctrica.

3.4 TENDIDO DE CABLE OPGW

El día de tendido se comienza las actividades desde temprano, la hora de reunión radica entre 3:30 a.m. y 4 a.m. con la finalidad de realizar todas las actividades de preparación necesarias, RIJ, Calistenia, firma de documentos, y platica acerca de la planeación para ese día.

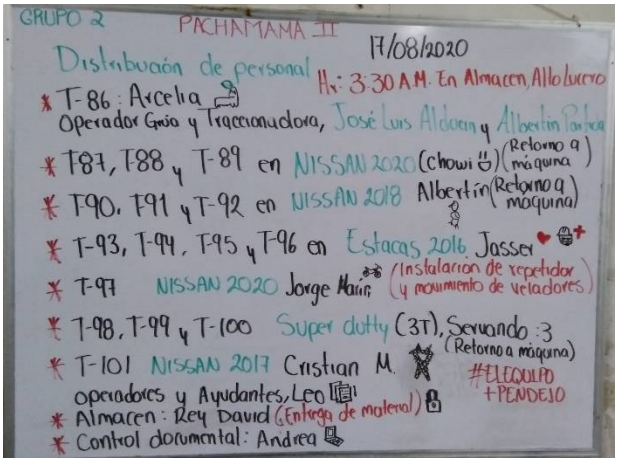


Figura 64.- Distribución de personal.

Una vez repartidos los grupos, estos llegan los puntos indicados y quedan en espera de la confirmación de la licencia. Para el caso del tendido de cable OPGW se pide una licencia en muerto a CFE (Transmisión) sobre la línea de transmisión Laguna Verde – Cruz Azul Maniobras, esto quiere decir que las maniobras se realizaron con la línea desenergizada, por lo que una vez confirmada dicha licencia se debe esperar a que el supervisor encargado de CFE termine de realizar los aterrizajes de cada fase y torre del tramo a tender.

Teniendo la confirmación del supervisor a cargo de CFE se realizan las actividades que se describirán en los subtítulos siguientes.

3.4.1 Colocación de violines

Los violines son una protección ofrecida a los cables conductores (fases) en caso de que ocurra un accidente con el tendido y el cable se desplome sobre el conductor dañándolo.

Los violines son unas cuerdas dispuestas sobre los conductores en cruces de media tensión (Figura 65), cruces de carretera (Figura 66) y claros demasiado largos. En el caso de los cruces de media tensión, se debe pedir una licencia extra a CFE distribución, esta debe ser licencia en vivo y es pedida para que personal de distribución llegue a supervisar la línea de media y en caso de requerir protección extra este departamento proporcione los medios de trabajo adecuados, como una grúa por ejemplo para la colocación del violín.



Figura 65.- Violín en cruce de media tensión.



Figura 66.- Violín en cruce de carretera.

3.4.2 Colocación del punto de sombra

El punto de sombra debe colocarse cerca de la maquinaria con la finalidad de proporcionar una zona de hidratación, ingesta de alimento descanso, entre otros, a todo el personal. Durante el tendido, en la sección correspondiente se colocan 2 puntos de sombra, uno en la devanadora y otro más en la traccionadora.

Para la colocación del punto de sombra, se debe habilitar el área, esto con la finalidad de tener un lugar cómodo para los trabajadores, además de que el lugar en el que normalmente se coloca la maquinaria ya fue habilitado y es una superficie plana.

Previamente se habló de lo que lleva un punto de sombra por lo que se ilustrara de qué manera queda el punto de sombra en las siguientes figuras. Por medidas de contingencia el lavamanos además de contar con jabón contiene un depósito de gel anti-bacterial.



Figura 67.- Punto de sombra general.

En las siguientes imágenes se observa en específico cada parte que compone el punto de sombra.

- Zona de hidratación. Compuesta por el termo y los conos de papel.



Figura 68.- Zona de hidratación.

- Zona de kit anti derrame. Conformada por cubeta, pala y el propio kit de toallas y objetos especiales para contener el derrame.



Figura 69.- Kit anti derrame.

- Botes de basura. Se requieren 3, basura orgánica, inorgánica y residuos peligrosos



Figura 70.- Botes de basura.

- Sanitario y lava manos. Se coloca uno en cada punto de sombra con su respectiva etiqueta.



Figura 71.- Sanitario y Lava manos.

El supervisor a cargo debe realizar inspecciones diarias al punto de hidratación, sanitarias y kit anti derrame para asegurarse de que todo esté en excelentes condiciones para realizar las actividades correspondientes. En caso de observar detalles se debe reemplazar o corregir el problema.

Además de inspeccionar las camionetas por fugas o falta de material como extintor y botiquín de primeros auxilios.

3.4.3 Montaje de la máquina y el carrete

El OPGW es protegido después de su manufactura en carretes encuerados para evitar daños durante su transporte y almacenaje. Es importante verificar que esta protección haya funcionado, valorando el estado físico del cable (deformaciones, marcas, raspaduras, paso y uniformidad del cableado, embobinado y atenuación de las fibras), de acuerdo con lo especificado en el reporte de calidad del fabricante. Esta evaluación podrá realizarse en el almacén de obra y a pie de torre. (COELMEX, 2020)

En ocasiones se presentan problemas de manejo del cable durante la instalación, como vueltas cruzadas, espiras enterradas en capas inferiores del carrete, deterioro de la estructura del carrete durante el desenrollado del cable, etc. Muchas veces estos problemas tienen su origen en un manejo inadecuado del carrete durante su transporte. Para evitar inconvenientes durante las maniobras de tendido del cable, según COELMEX, es necesario seguir las recomendaciones que se presentan a continuación durante las maniobras de recepción y al efectuar las pruebas iniciales del cable.

1. Revisión del carrete al recibirlo en sitio.

No deben existir duelas rotas y, al retirar éstas del carrete, no deben observarse golpes ni deformaciones o raspaduras sobre el cable. El arreglo de las espiras debe ser uniforme en el embobinado. Se debe verificar que las etiquetas de identificación se encuentran en buen estado y que los datos que incluyen sean legibles. Hay que identificar cada carrete para su adecuada trazabilidad.

2. Descenso del carrete del transporte.

Es necesario evitar golpear el carrete al bajarlo del transporte. Su manejo debe efectuarse utilizando una flecha de la que se cuelguen las cadenas o eslingas, evitando que éstas compriman las bridas del carrete, como se ilustra a continuación.

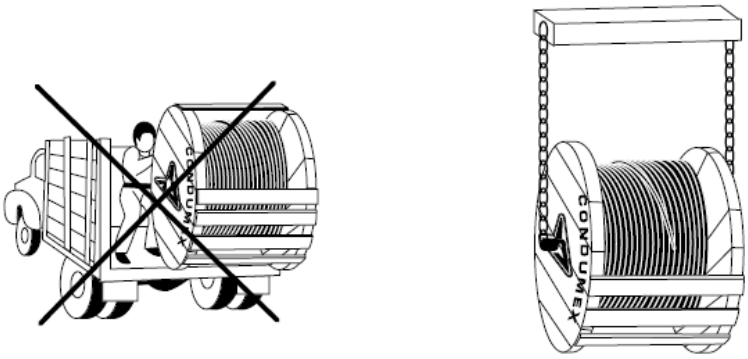


Figura 72.-Descanso del Carrete.

3. Traslado del carrete.

Al rodar el carrete, hay que seguir la dirección indicada en las bridas. Una vez retiradas las duelas, se debe evitar rodarlo en zonas irregulares, donde haya obstáculos que puedan dañar el cable.

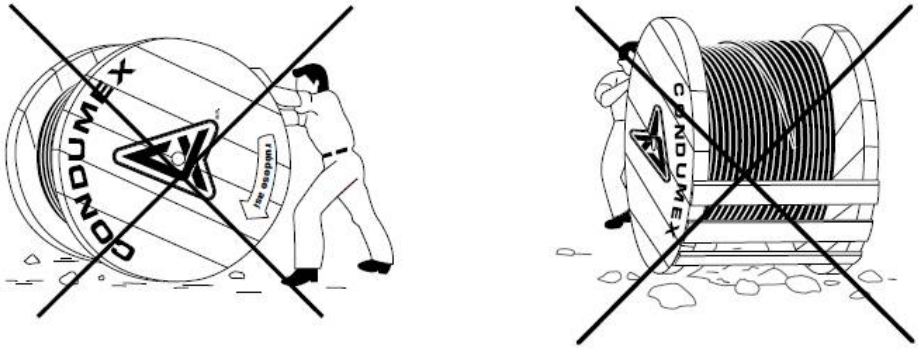


Figura 73.- Traslado del carrete.

4. Remoción de las duelas

Las duelas de madera que protegen el cable se fijan a las bridas del carrete con clavos de seguridad y generalmente se fleja para mayor seguridad. Para quitar estas duelas y acceder al cable, el operador debe cortar el fleje utilizando guantes de carnaza y una cizalla del 16,

retirarlo sin dañar la duela y desclavar las duelas, una por una, con una barreta pequeña que se apoye sobre las bridas del carrete. Al hacer esto, debe tenerse cuidado de no dañar la duela ni doblar los clavos de fijación, ya que volverán a colocarse para proteger el cable al momento de trasladarlo al lugar de la instalación, si fuese el caso.

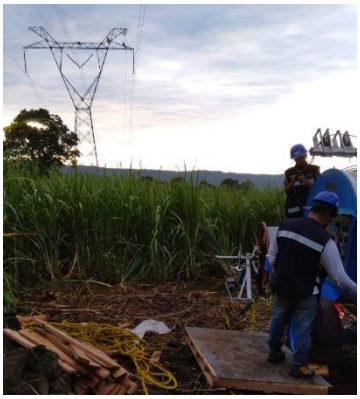


Figura 74.- Alineación de a máquina y carrete con respecto a la torre.

Como se observa en la figura 75 la maquina debe contar con un sistema dieléctrico que proteja al operador en caso de descargas debido a que la maquina se encuentra aterrizada.



Figura 75.- Protección al operador.

Para este caso se optó por una tarima de madera y un tapete dieléctrico para la seguridad del operador.

3.4.4 Colocación del alacrán y vestido de la maquina

Los carretes de OPGW no están diseñados para soportar las fuerzas de frenado existentes durante el tendido; por ello, por ningún motivo podrá aplicarse tensión al cable desde su carrete.

Los carretes deben ser colocados sobre el desenrollador y deben enrollarse por lo menos seis vueltas de la guía en la devanadora. El enrollado debe hacerse de la línea exterior a la interior, y las vueltas tienen que iniciar y terminar en la parte superior de la máquina, a fin de reducir la tensión de salida del cable.

Para la colocación del alacrán, se debe realizar una gasa que acompañara al pilotillo en el vestido de la máquina, (ambas maquinas deben vestirse con pilotillo/OPGW y una gasa), en el caso de la devanadora el OPGW lleva una gasa que lo une al alacrán y destorcedor para posteriormente con otra gasa asegurar el guarda a reemplazar, mientras que en el caso de la traccionadora, la máquina se viste con pilotillo, un extremo se asegura en el carrete de recuperación de guarda y otro con una malla se sujeta al guarda.

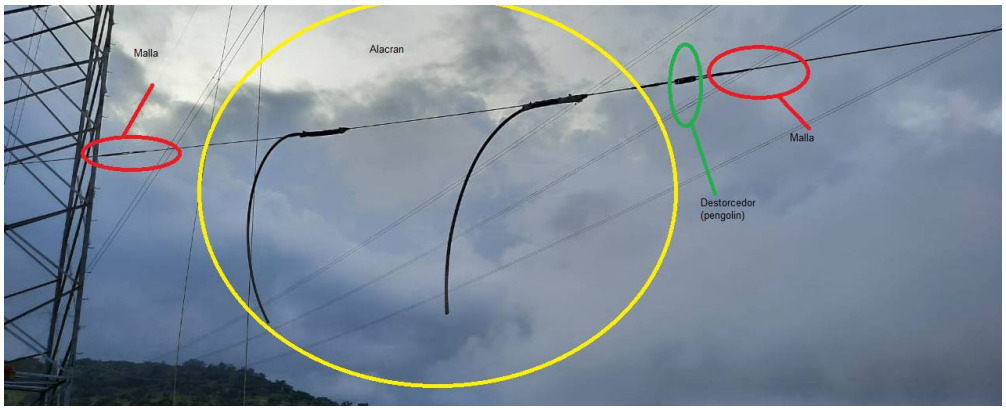


Figura 76.- Colocación del Alacrán.

Con lo respectivo a las máquinas, se observa el vestido en las siguientes figuras:



Figura 77.- Vestido de la devanadora.



Figura 78.- Vestido de la traccionadora.

3.4.5 Reemplazo de Cable de guarda por OPGW

Antes de comenzar con el tendido de OPGW debe verificarse que en la línea no existan amarres/empalmes, y en caso de haberlos, se deben proteger con preformados para evitar que se desplome el guarda al no soportar la tensión de carga.

Teniendo el cable OPGW unido al cable de guarda, este último se comienza a recuperar elevándolo hasta conseguir la altura del flechado y a una tensión indicada por la tabla de flechado proporcionada por CFE correspondiente a los claros a trabajar. En esta maniobra inicial la devanadora debe estar en freno y la traccionadora debe correr una velocidad aproximada de 10 m/min (esta velocidad puede varias de acuerdo a las especificaciones y condiciones del tendido).



Figura 79.- Tensión de recuperación en Traccionadora.

Cuando se alcanza la correcta tensión de trabajo con respecto a las especificaciones del OPGW, es trabajo de los intermedios (personal que se encuentra en cada estructura del tendido) verificar el correcto funcionamiento de las poleas y notificar a las maquinas (1. Devanadora y 2. Traccionadora) en caso de que el guarda se encuentre muy por debajo del claro o se llegase a atorar en las poleas el alacrán para hacer un paro o estar pendientes.



Figura 80.- Intermedios en torre.

Por parte de la traccionadora se tendrá una recuperación del cable de guarda que tendrá que ser colocado en un carrete para su posterior entrega a personal de CFE, como ya se mencionó anteriormente el guarda comienza a recuperarse con ayuda del pilotillo, entonces es lo primero que se tendrá en la llegada, por lo cual se debe recuperar hasta obtener el guarda y una vez teniéndolo se comienza a enrollar en el carrete.



Figura 81.- Recuperación del cable de guarda.

Dependiendo de la capacidad del carrete, el operador decidirá si parar el tendido cuando este se allá excedido o en caso de tener un carrete de buen capacidad esperar a que termine el tendido para tener todo el guarda embobinado. También es importante mantener el área de maquinaria acordonada puesto que por seguridad solo personal autorizado puede encontrarse cerca de la maquinaria.



Figura 82.- Área de maquinaria acordonada.

3.4.6 Flechado y remate en torres.

Una vez terminado el tendido ambas maquinas se ponen en alto y el topógrafo se dirige a los claros más grandes del tendido, dependiendo del largo de cada sección será el número de claros que el topógrafo tendrá que flechar y la cantidad de remates a realizar.



Figura 83.- Topógrafo dando Flecha.

Como se observa en la figura anterior el topógrafo flecha los claros y le indica por vía radio a los operadores si deben tensionar o soltar el OPGW para una correcta catenaria establecida por las condiciones de CFE. Cuando el claro es el correcto el topógrafo indica un alto a las

máquinas y pide a los linieros que se encuentren en posición que rematen las torres correspondientes, esto incluye colocar el herraje correspondiente a las torres de remate para asegurar el cable OPGW.

El flechado de las torres puede realizarse también mediante las maquinas traccionadora y devanadora junto con la tabla de flechados otorgada por CFE, para poder hacer esto se debe obtener la temperatura a la cual se encontraba el cable de guarda, esto debido a que el claro depende de la temperatura, como se sabe el metal se dilata con el calor (expande) y con el frio se contrae, es por esto que la catenaria se ve afectada por las condiciones climáticas y para ello CFE proporciono la tabla de flechados puesto que, si se flecha de manera errónea el cable se puede colgar o quebrar ocasionando daños en la fibra.



Figura 84.- Herraje para remate en torres correspondientes.

Existen ocasiones en las que por tiempo excedido el tendido debe quedar inconcluso, esto debido a inclemencias en el clima, en las que exista neblina y no permita al topógrafo visualizar de manera correcta el cable para dar la flecha o también en las que se haya excedido el tiempo de la libranza. Antes se mencionó que el tendido es realizado durante una libranza en muerto, por lo que se debe entregar media hora antes para proporcionar tiempo al personal de CFE, quienes son los encargados de retirar los aterrizajes, por lo que en caso de no terminar el tendido, se debe realizar una maniobra en la que se deje rematado como base y terminar hasta tener la siguiente libranza en muerto.

3.5 COLOCACIÓN DE HERRAJE

Por normativa de CFE el cable OPGW se deja reposar toda la tarde después de la libranza en muerto, esto debido a los esfuerzos y tensiones a las que ha sido expuesto y con el propósito de evitar daños por someterlo a tensiones de los montacargas para el retiro de poleas, se decidió que la colocación de herrajes seria al otro día mediante una libranza en vivo, todas estas indicaciones son hechas por parte de CFE puesto que como dueños de la línea, se deben seguir sus indicaciones para la puesta del OPGW.

A cada una de las estructuras se le colocan varillas de refuerzo del herraje de suspensión que forman parte del preformado pedido por el cliente. Para realizar esto no es necesario remover la polea si no insertar cada varilla girándola con la mano hasta llegar al punto en que la polea la toca. Con esto es posible poner la corona completa de varillas de protección.

De acuerdo a Condumex existen 2 técnicas de retiro de polea:

- Técnica del balancín

Debe apoyarse el balancín en su parte media sobre la cruceta de la cúpula de la estructura. Posteriormente se levanta el cable de la polea y se coloca en los dos soportes del balancín. Aunque es una técnica estándar, para el OPGW deben cuidarse dos puntos:

a) Los soportes del balancín deben ser redondos y cubiertos con hule o neopreno (no se permite que los soportes del balancín tengan un perfil plano protegido sólo con cinta de aislar).
b) Si el herraje de suspensión contiene varillas de refuerzo, debe apoyarse el cable en los soportes del balancín, de manera que quede apoyado sobre las mismas varillas. En los casos en que la clema no incluye varillas de protección, el cable se apoya directamente sobre el balancín, por lo que debe efectuarse esta maniobra con mucho cuidado, respetando lo recomendado en el inciso anterior. Debe cuidarse que las varillas externas que forman la jaula de la clema queden libres para facilitar su montaje.



Figura 85.- Colocación del balancín.

- Técnica de amarres con soga o cincho (sin balancín)

Después de aplicar las varillas de refuerzo sobre el cable, se preparan los cinchos para levantarlo. Se hace un amarre que sujete al OPGW en dos puntos, uno en cada lado de la polea y dentro de la zona de las varillas de refuerzo si se suministraron como parte de la clema; luego se levanta el cable para liberar la polea y se asegura la soga.

Posteriormente se colocan cuatro o cinco varillas externas equidistantes en el perímetro del cable; así se forma una jaula con espacios amplios entre las varillas. A continuación se hace un segundo amarre por fuera de la jaula, se levanta ligeramente el cable con la segunda soga y se asegura ésta. Esto libera la tensión del primer amarre, el cual debe quitarse.

Enseguida se coloca el resto de las varillas externas y se termina el armado de la clema, con base en el instructivo del proveedor de la pieza. Debe cuidarse que todas las varillas se coloquen por dentro del nuevo amarre. Cuando el proceso se termina y la clema cuelga del eslabón, puede quitarse el amarre fácilmente.

Nota: Puede evitarse el segundo amarre si para levantar el cable de la polea se usa un cincho plano o una soga cuyo diámetro le permita deslizarse entre las varillas exteriores para sacarla del herraje al final del proceso.

Cuando se han instalado los herrajes de suspensión, se procede a colocar los amortiguadores de vibración, en la cantidad y distancia que estipule la ingeniería del proyecto (especificaciones de calidad del proveedor) o la norma del cliente.

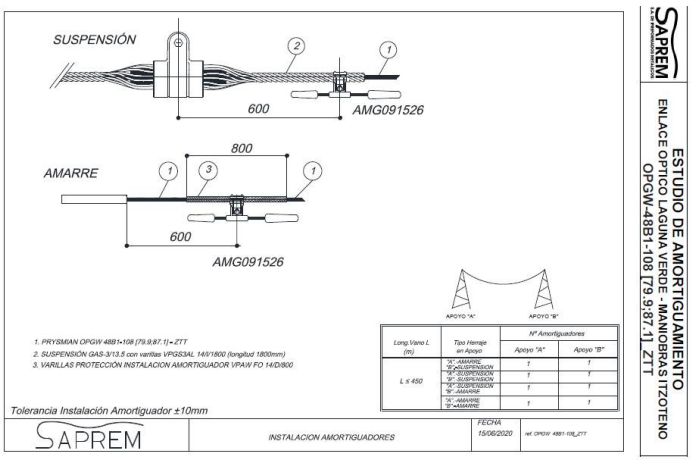


Figura 86.- Colocación de amortiguador en claros <450m.

La cantidad de amortiguadores dependerá del largo del claro, especificaciones del proveedor del herraje y normas del dueño de la línea. Para este caso el número de amortiguadores se encuentra dada por una tabla dentro de los documentos otorgados por CFE (dueño de la línea) puesto que son ellos tienen los cálculos específicos en materia de herraje por cada torre como se muestra en la figura 87.

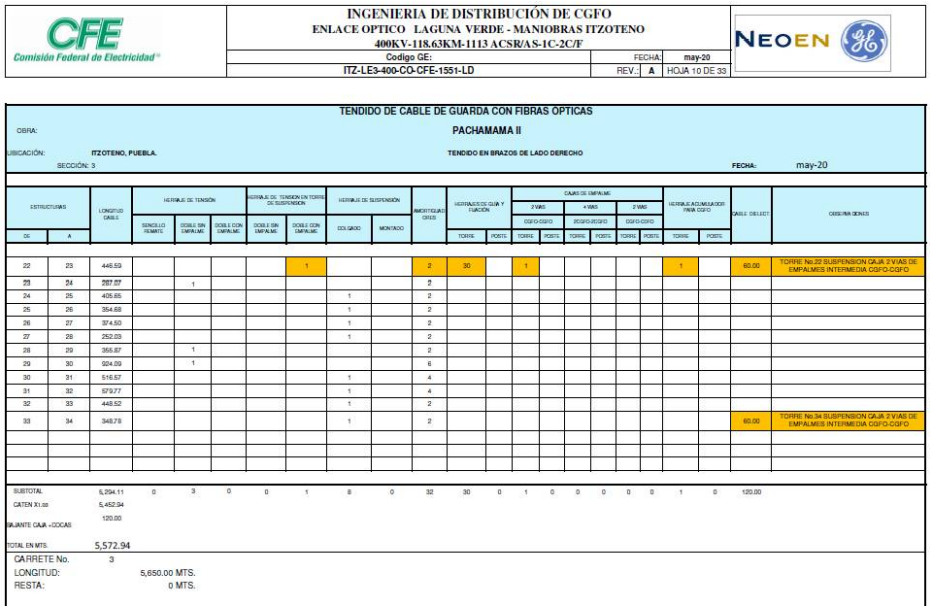


Figura 87.-Ingenieria de distribución de CGFO Sección 3.

3.5.1 Procedimiento colocación de boyas

Los trabajadores pueden apoyarse del siguiente diagrama para la colocación de boyas en el claro:

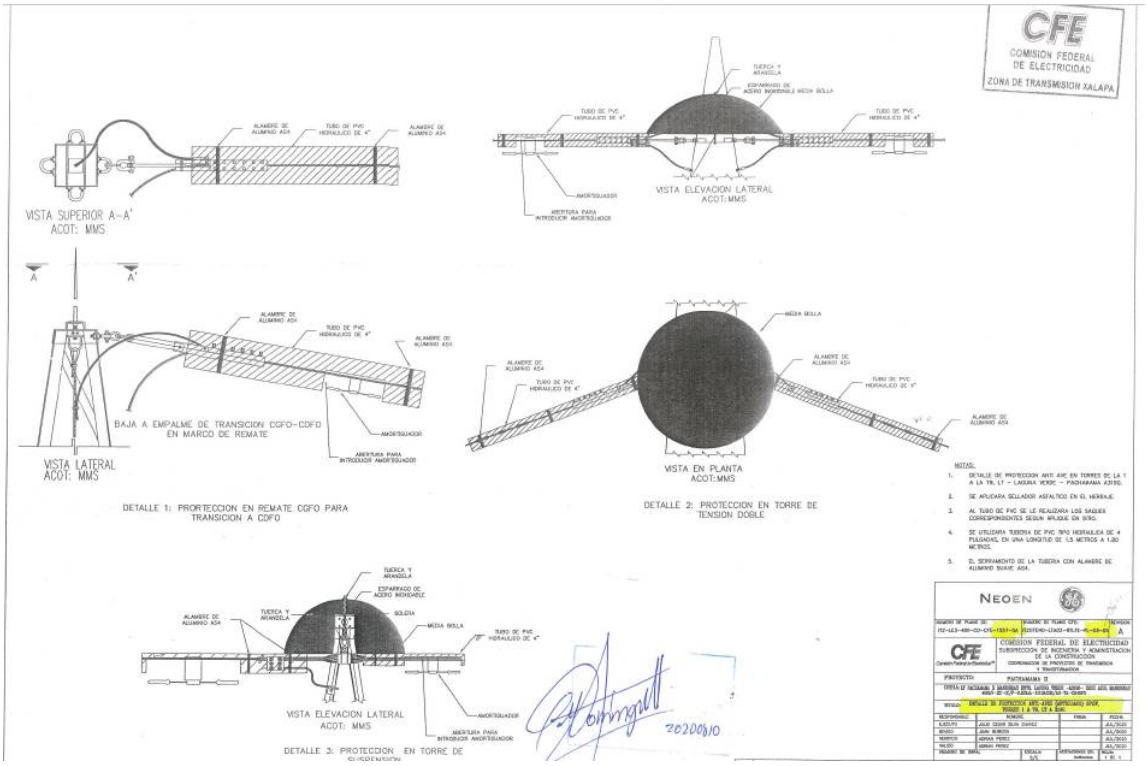


Figura 88.- Plano de colocación de boyas.

El procedimiento para colocación de boyas y dispositivos antiaves oficial del grupo Constructor ARROSAM SA DE CV es el siguiente:

1.- Objetivo.

Este instructivo tiene como objetivo definir el conjunto de reglas para realizar la colocación de boyas en cualquier tipo de cables y estructuras.

2.- Alcance.

Este instructivo es aplicable para la ejecución de la colocación de boya

Regulaciones de seguridad necesarias para este fin, en proyectos y obras a cargo de Grupo Arrosam.

3.- Referencias.

CFEDCCSET01; Especificaciones Construcción de Subestaciones de Transmisión

4.- Definiciones

***Boya.** Dispositivo de señalización aérea que se coloca en los cables de instalaciones eléctricas, como indicación del posicionamiento del mismo.

***Izar.** Hacer subir un elemento tirando del cabo que lo suspende.

***Línea de vida.** Sistema de seguridad adicional que consiste en un punto de unión entre el cinturón del montador y un punto fijo de la estructura, de donde se enganchará el arnés.

***Liniero.** Persona de capacidad comprobada para realizar actividades de Tendido de Cables y trabajos en altura.

***Vestido de Estructura.** Actividad que consiste en colocar los aisladores, herrajes y/o poleas para tendido en una estructura para realizar el Tendido de Cables por la misma.

5.- Responsabilidades

Tabla 5.- Responsabilidades

RESPONSABLE	FUNCIÓN
Responsable de Seguridad y Salud, Calidad y Medio Ambiente.	- Colaborar junto con los Jefes de Área, Gestores de Servicio, Jefes de Obra y Jefes de Departamento, en proveer las medidas preventivas necesarias para la ejecución de los trabajos. - Asegurarse que se cumplan los lineamientos establecidos en el presente documento. - Encargado de impartir pláticas de concientización de los riesgos propios de la actividad a todo el personal involucrado, revisará de manera periódica el EPP especial garantizando su estado y funcionalidad óptima. Verificara el cumplimiento de los requisitos de seguridad e higiene y ambientales especificados, así como todas las normas aplicables y de las leyes vigentes durante el desarrollo del proyecto, y esta actividad en particular.
Trabajadores	- Utilizar su equipo de protección personal en todo momento - Seguir al pie de la letra las indicaciones y lineamientos descritos en el presente procedimiento
Jefes de Obra, Supervisores y producción	- Supervisión de avances de los trabajos realizados, así como el seguimiento correcto de los procedimientos y métodos constructivos. - Dotar a la obra de los medios técnicos y humanos necesarios.

El Residente de Obra.	- Es responsable de gestionar, administrar e implementar los recursos en personal y maquinaria necesarios para el desarrollo de la actividad observando los requisitos de Calidad final del cliente y la normatividad aplicable vigente. - Asegurar que las actividades descritas se desarrollen según el presente procedimiento. - Gestionar con la Gerencia para que sean proporcionados al proyecto los recursos necesarios para la correcta ejecución de la actividad. - Gestionar con la Gerencia de Construcción los programas de obra y producción para garantizar los requerimientos del cliente final. - Gestionar con la Gerencia de Calidad y Producción el establecimiento e implantación de los Sistemas de Gestión autorizados, solicitando el apoyo de los administradores necesarios para que estos sistemas sean desarrollados durante todo el proyecto a su cargo.

6.- Procedimiento

- El residente verificará que se cuente con la información técnica necesaria para la ejecución de la actividad, se verificará con el cliente final la cantidad, calidad y ubicación final de las BOYAS en los planos del proyecto y de detalle de localización de los mismos.



Figura 89.- Arribo al centro de trabajo.

- Los cables y/o estructuras correspondientes al emplazamiento final de estos dispositivos deberán estar terminados y revisados en su proceso de montaje y fijación final de herrajes. Siempre que sea posible se procederá a colocar los dispositivos como actividad final del proceso general, evitando así el posible daño del material por movimientos constantes.



Figura 90.- Medición del claro donde se colocara la boya.

- El residente de obra, el encargado de seguridad y el cabo de tendido definirán de manera previa al inicio de las actividades, el método de colocación de los dispositivos más seguro y conveniente al proceso constructivo, tomando en cuenta la factibilidad de acceso, topografía del terreno y las medidas de seguridad para el personal.



Figura 91.- Ascenso a la estructura para iniciar labores.

- En la colocación de estos dispositivos. Estas máquinas deberán garantizar el alcance en altura y capacidad de carga necesaria para realizar la actividad de forma segura para el personal.

- El residente de obra y el encargado de seguridad verificarán que todas las actividades de izaje y las maniobras a usar se realicen en condiciones climatológicas óptimas (condiciones de calor, lluvia, tormentas eléctricas, velocidades de viento), tomando todas las medidas de prevención para la ejecución de las actividades con seguridad. No se realizarán las actividades sin luz solar o en condiciones climatológicas adversas.

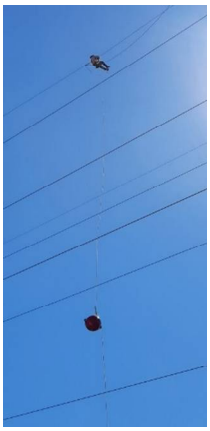


Figura 92.- Ascenso de material y colocación de boyas.

- Se colocarán la totalidad de los dispositivos en los lugares y las cantidades indicadas en los planos autorizados por el cliente final, siguiendo puntualmente las instrucciones del fabricante para este fin. Se revisará la correcta colocación final de todos los elementos y se reportaran faltantes.



Figura 93.- Colocación de boya.

- Para el desarrollo de las actividades se utilizará únicamente la herramienta adecuada para su uso, llaves españolas, pericas, desarmadores, llaves inglesas, llaves de cola, matracas dados etc.



Figura 94.- Ascenso de media boya para torre.

- El acceso a las estructuras se realizará mediante el uso de escaleras que cumplan tal fin y en acción de al menos dos personas, una de las cuales detendrá firmemente el apoyo de la escalera que llegará al nivel de los escalones de la estructura.



Figura 95.- Colocación de antiguano y tubo PVC.

- En el caso de IZAJES Y COLOCACIÓN en cruce con líneas energizadas o en cercanía a estas, previamente se gestionarán los permisos correspondientes (LICENCIAS Y/O LIBRANZAS) que garanticen la completa seguridad de todas las maniobras. Todas las maniobras de IZAJE Y COLOCACIÓN a ejecutarse bajo esta condicionante deberán contar con la presencia de el encargado de seguridad, el cabo de tendido y personal responsable del otorgamiento de la licencia o libranza en su caso (CFE), quien será el único responsable de

los bloqueos, puestas a tierra, cortes de fuentes de alta tensión, delimitación de accesos, colocación de mangas y todas las acciones que garanticen el aterrizamiento de la energía.



Figura 96.- Colocación de media boya.

CAPITULO IV. RESULTADOS

Como presentación de resultados de las actividades descritas dentro de este trabajo se procederá a describir lo obtenido dando una idea general de lo que represento la realización de esta reinstalación de cable de guarda.

4.1 GEOLOCALIZACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL ÁREA.

Como ya se explicó antes lo que es la geolocalización, al obtenerla la empresa organizo al grupo de residentes de obra los cuales serían los encargados de realizar un recorrido por toda la línea. Esto con el fin de reconocer el área de trabajo, identificar oportunidades y conocer a los dueños de ejidos donde se encuentran las torres de transmisión, llegando a un conjunto acuerdo de requerimientos para la obtención del permiso de entrada a su respectivo ejido.

Habiendo hecho lo anterior se obtuvo el reconocimiento del área, el cual es importante puesto que con ello el residente de obra podrá realiza las planeaciones de trabajo adecuadas a la ubicación de cada torre. Como se mencionó anteriormente se necesita de un permiso para entrar a la torre además de la firma de un documento donde la empresa se compromete a mantener una responsabilidad ambiental durante la obra, el cual es firmado por el residente de obra y el supervisor ambiental. Dicho documento se observa en la figura 97.



DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE

CARTA COMPROMISO DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Lugar y fecha
Proyecto:

Grupo Constructor Arrosam
Presente.

En referencia al proyecto: _____ nos comprometemos con la responsabilidad ambiental dentro del proyecto.

Es de entero conocimiento la responsabilidad de Grupo Constructor Arrosam alcanzar una sólida gestión ambiental en todos sus proyectos, en especial, sobre los aspectos ambientales de los que es responsable, o en los que puede tener influencia. Se llevaran en orden todas las acciones de prevención, control y mitigación que se manifiesten en el proyecto para dar cumplimiento a los requerimientos legales y normativos que sean de aplicación.

Sin más por el momento, quedamos a sus órdenes.

Atentamente

_____

RESIDENTE DE OBRA
GRUPO CONSTRUCTOR ARROSAM S.A DE C.V

_____

SUPERVISOR DE MEDIO AMBIENTE
GRUPO CONSTRUCTOR ARROSAM S.A DE C.V

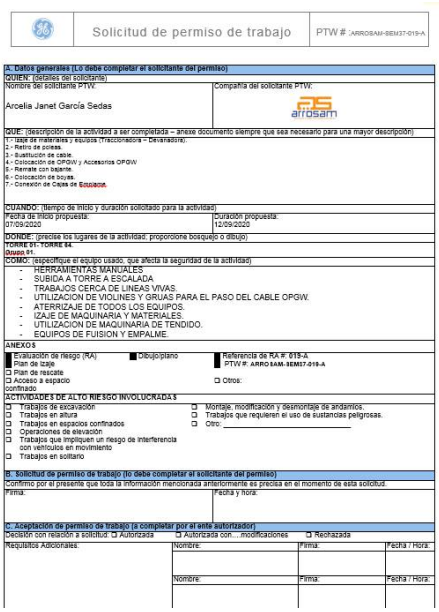
Figura 97.- Carta compromiso de responsabilidad ambiental.

4.2 CUMPLIMIENTO DE: SOLICITUDES, PERMISOS Y REQUERIMIENTOS DE TRABAJO

Al ser Arrosam S.A. DE C.V una empresa contratada por General Electric, se deben cumplir las necesidades del cliente durante la realización del trabajo y la documentación adecuada que demuestre el profesionalismo y dedicación de la contrata.

Para este caso se deben cumplir requisitos con General Electric, CFE, NEON y EOS. Las solicitudes de permiso de trabajo consisten en documentos llenados por el supervisor de seguridad, en estos se pide un permiso a el supervisor de EHS de General Electric para una actividad o actividades determinadas en un espacio y tiempo definidos, estas solicitudes se deben renovar cada que el cliente lo indique, lo normal es una semana, aunque en el caso de terminar el trabajo antes y querer comenzar con otro se debe actualizar el permiso con el

nombre de la siguiente actividad en realizar, en caso contrario, en el que los trabajadores no hayan terminado el trabajo en ese lapso de tiempo entonces el permiso solo debe ser renovado en cuanto a fechas, esto con el fin de estar en armonía y no caer en no conformidades o paros de obra. La figura 98 muestra un ejemplo de solicitud de permiso de trabajo.



Solicitud de permiso de trabajo | PTW # :ARROSAM-SEM37-019-A

A. Datos generales (Lo debe completar el solicitante del permiso)

QUIEN: (detalles del solicitante)

Nombre del solicitante PTW:	Compañía del solicitante PTW:
Arcelia Janet García Sedas	arrosam

QUE: (descripción de la actividad a ser completada – anexe documento siempre que sea necesario para una mayor descripción)

1.- Izaje de materiales y equipos (Traccionadora – Devanadora).
2.- Retiro de poleas.
3.- Sustitución de cable.
4.- Colocación de OPGW y Accesorios OPGW
5.- Remate con bajante.
6.- Colocación de boyas.
7.- Conexión de Cajas de Equipaje.

CUANDO: (tiempo de inicio y duración solicitado para la actividad)

Fecha de inicio propuesta:	Duración propuesta:
07/09/2020	12/09/2020

DONDE: (precise los lugares de la actividad; proporcione bosquejo o dibujo)

TORRE 01- TORRE 04.
Queso 01.

COMO: (especifique el equipo usado, que afecta la seguridad de la actividad)

- HERRAMIENTAS MANUALES.
- SUBIDA A TORRE A ESCALADA.
- TRABAJOS CERCA DE LINEAS VIVAS.
- UTILIZACION DE VIOLINES Y GRUAS PARA EL PASO DEL CABLE OPGW.
- ATERRIZAJE DE TODOS LOS EQUIPOS.
- IZAJE DE MAQUINARIA Y MATERIALES.
- UTILIZACION DE MAQUINARIA DE TENDIDO.
- EQUIPOS DE FUISION Y EMPALME.

ANEXOS

- ■ Evaluación de riesgo (RA)
- ■ Plan de izaje
- ☐ Plan de rescate
- ☐ Acceso a espacio confinado
- ■ Dibujo/plano
- ■ Referencia de RA #: 019-A PTW #: ARROSAM-SEM37-019-A
- ☐ Otros:

ACTIVIDADES DE ALTO RIESGO INVOLUCRADAS

- ☐ Trabajos de excavación
- ☐ Trabajos en altura
- ☐ Trabajos en espacios confinados
- ☐ Operaciones de elevación
- ☐ Trabajos que impliquen un riesgo de interferencia con vehículos en movimiento
- ☐ Trabajos en solitario
- ☐ Montaje, modificación y desmontaje de andamios.
- ☐ Trabajos que requieren el uso de sustancias peligrosas.
- ☐ Otro: _____

B. Solicitud de permiso de trabajo (lo debe completar el solicitante del permiso)

Confirmo por el presente que toda la información mencionada anteriormente es precisa en el momento de esta solicitud.

Firma:	Fecha y hora:

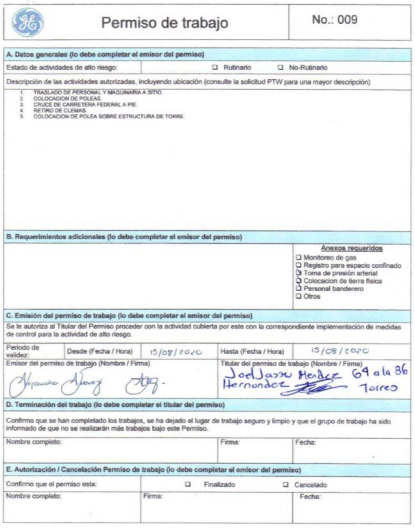
C. Aceptación de permiso de trabajo (a completar por el ente autorizador)

Decisión con relación a solicitud: ☐ Autorizada ☐ Autorizada con…modificaciones ☐ Rechazada

Requisitos Adicionales:	Nombre:	Firma:	Fecha / Hora:
	Nombre:	Firma:	Fecha / Hora:

Figura 98.- Ejemplo de solicitud de permiso de trabajo.

Una vez llena la solicitud, se puede realizar el llenado del permiso de trabajo, dentro de este se deben anexar documentos que avalen el trabajo, es decir plan de tendido de acuerdo a la sección o secciones a trabajar y una lista de nombres y firmas de todos los trabajadores involucrados, de acuerdo a las figuras 99, 100 y 101.



Permiso de trabajo — No.: 009

A. Datos generales (lo debe completar el emisor del permiso)

Estado de actividades de alto riesgo: ☐ Rutinario ☐ No-Rutinario

Descripción de las actividades autorizadas, incluyendo ubicación (consulte la solicitud PTW para una mayor descripción)

1. TRASLADO DE PERSONAL Y MAQUINARIA A SITIO
2. COLOCACION DE POLEAS.
3. CRUCE DE CARRETERA FEDERAL A PIE.
4. RETIRO DE CLEMAS.
5. COLOCACION DE POLEA SOBRE ESTRUCTURA DE TORRE.

B. Requerimientos adicionales (lo debe completar el emisor del permiso)

Anexos requeridos
- ☐ Monitoreo de gas
- ☐ Registro para espacio confinado
- ☑ Toma de presión arterial
- ☑ Colocacion de tierra física
- ☐ Personal banderero
- ☐ Otros

C. Emisión del permiso de trabajo (lo debe completar el emisor del permiso)

Se le autoriza al Titular del Permiso proceder con la actividad cubierta por este con la correspondiente implementación de medidas de control para la actividad de alto riesgo.

Periodo de validez:	Desde (Fecha / Hora)	15/08/2020	Hasta (Fecha / Hora)	15/08/2020
Emisor del permiso de trabajo (Nombre / Firma)			Titular del permiso de trabajo (Nombre / Firma)	Jodlazzu Mendez Hernandez 69 a la 86 Torres

D. Terminación del trabajo (lo debe completar el titular del permiso)

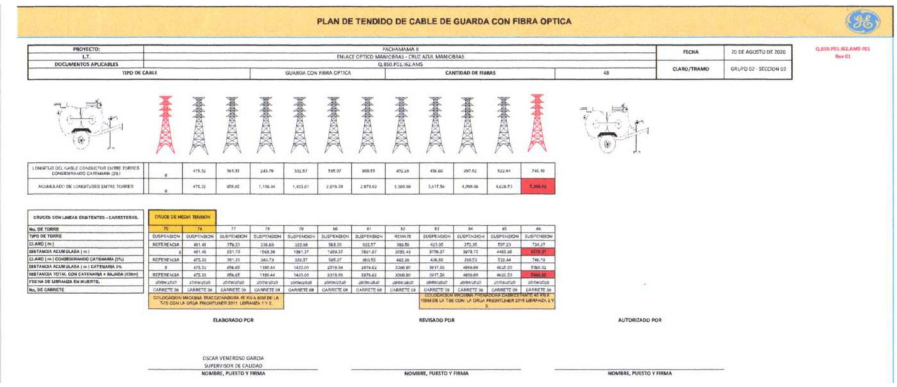
Confirmo que se han completado los trabajos, se ha dejado el lugar de trabajo seguro y limpio y que el grupo de trabajo ha sido informado de que no se realizarán más trabajos bajo este Permiso.

Nombre completo:	Firma:	Fecha:

E. Autorización / Cancelación Permiso de trabajo (lo debe completar el emisor del permiso)

Confirmo que el permiso esta:	☐ Finalizado	☐ Cancelado
Nombre completo:	Firma:	Fecha:

Figura 99.- Permiso de trabajo.



PLAN DE TENDIDO DE CABLE DE GUARDA CON FIBRA OPTICA

PROYECTO:	PACHAMAMA II	FECHA	20 DE AGOSTO DE 2020
L.T.	ENLACE OPTICO MANICOBAS - CRUZ AZUL MANICOBAS		
DOCUMENTOS APLICABLES	CLISS.PTLL.162.AMS-PES	CLAVE/TRAMO	GRUPO 02 - SECCION 02
TIPO DE CABLE	GUARDA CON FIBRA OPTICA	CANTIDAD DE FIBRAS	48

ELABORADO POR — OSCAR VENEROSO GARCIA, SUPERVISOR DE CALIDAD — NOMBRE, PUESTO Y FIRMA

REVISADO POR — NOMBRE, PUESTO Y FIRMA

AUTORIZADO POR — NOMBRE, PUESTO Y FIRMA

Figura 100.- Plan tendido Sección para permiso.



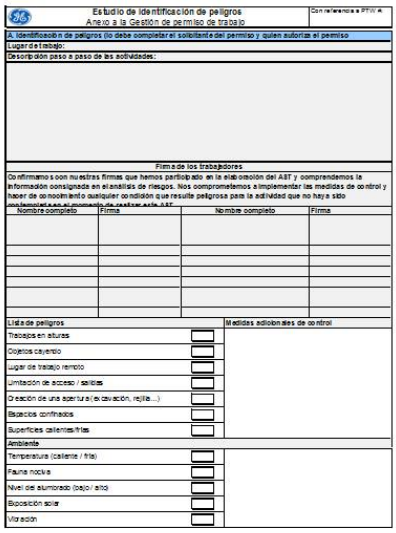
LISTA DE PERSONAL

PROYECTO: PACHAMAMA II OPGW

FECHA	NOMBRE	COMPAÑIA	PUESTO
15-08-20	Leocadio Ortiz Suarez	Arecom	
15-08-20	Gabriel Rodriguez Diaz	Arecom	
15-08-20	Victor M. Gabriel Prado	Arecom	
15-08-20	Juan Suarez Zarate	Arecom	
15-08-20	Jose Luis Leyva	Arecom	
15-08-20	Roberto Cardeno Diaz	Arecom	
15-08-20	Alejandro Mora Cruz	Arecom	
15-08-20	Antonio Luis Pastor	Arecom	
15-08-20	Luis Jose Mora Ruiz	Arecom	
15-08-20	Silvestre Mata Sanchez	Arecom	
15-08-20	Mariano Hdz Dominguez	Arecom	
15-08-20	Mario A. Cruz Vazquez	Arecom	
15-08-20	Juan C. Suarez Trejo	Arecom	
15-08-20	Juan Gustavo Lopez P.	Arecom	
15-08-20	Alfredo Rodriguez Mata	Arecom	
15-08-20	Alberto Prado Vazquez	Arecom	
15-08-20	Jesus Nuñez Rivera	Arecom	
15-08-20	Mohamed Vazquez Perez	Arecom	
15-08-20	Ramon Suarez Espinosa	Arecom	
15-08-20	Jose Luis Rodriguez Adame	Arecom	

Figura 101.- Lista de Asistencia para permiso de trabajo.

Además de entregar la solicitud de permiso de trabajo, se debe cumplir con un AST, esto es un estudio de identificación de peligros, que permite al supervisor de EHS darle a conocer al trabajador los riesgos a lo que estará expuesto durante la realización del trabajo, este se entrega semanalmente, este formato se observa en las figuras 102 y 103.



Estudio de identificación de peligros
Anexo a la Gestión de permiso de trabajo
Con referencia a PTW #:

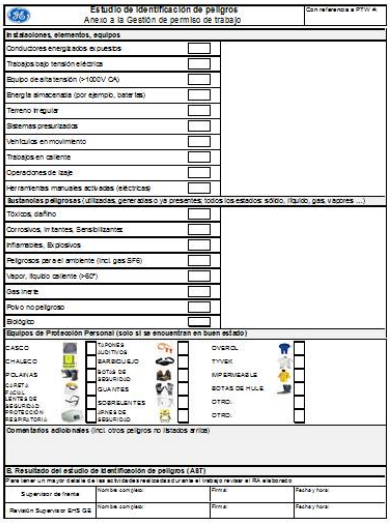
A. Identificación de peligros (lo debe completar el solicitante del permiso y quien autoriza el permiso
Lugar de trabajo:
Descripción paso a paso de las actividades:

Firma de los trabajadores
Confirmamos con nuestras firmas que hemos participado en la elaboración del AST y comprendemos la información consignada en el análisis de riesgos. Nos comprometemos a implementar las medidas de control y hacer de conocimiento cualquier condición que resulte peligrosa para la actividad que no haya sido

Nombre completo	Firma	Nombre completo	Firma

Lista de peligros		Medidas adicionales de control
Trabajos en alturas		
Objetos cayendo		
Lugar de trabajo remoto		
Limitación de acceso / salidas		
Creación de una apertura (excavación, rejilla...)		
Espacios confinados		
Superficies calientes/frías		
Ambiente		
Temperatura (caliente / fría)		
Fauna nociva		
Nivel del alumbrado (bajo / alto)		
Exposición solar		
Vibración		

Figura 102.- AST parte 1.



Estudio de identificación de peligros
Anexo a la Gestión de permiso de trabajo
Con referencia a PTW #:

Instalaciones, elementos, equipos	
Conductores energizados expuestos	
Trabajos bajo tensión eléctrica	
Equipo de alta tensión (>1000V CA)	
Energía almacenada (por ejemplo, baterías)	
Terreno irregular	
Sistemas presurizados	
Vehículos en movimiento	
Trabajos en caliente	
Operaciones de izaje	
Herramientas manuales activadas (eléctricas)	
Sustancias peligrosas (utilizadas, generadas o ya presentes; todos los estados: sólido, líquido, gas, vapores ...)	
Tóxicos, dañino	
Corrosivos, Irritantes, Sensibilizantes	
Inflamables, Explosivos	
Peligrosos para el ambiente (Incl. gas SF6)	
Vapor, líquido caliente (>60°)	
Gas inerte	
Polvo no peligroso	
Biológico	

Equipos de Protección Personal (sólo si se encuentran en buen estado)

CASCO		TAPONES AUDITIVOS		OVEROL	
CHALECO		BARBIQUEJO		TYVEK	
POLAINAS		BOTA DE SEGURIDAD		IMPERMEABLE	
LENTES / FACIAL		GUANTES		BOTAS DE HULE	
LENTES DE SEGURIDAD		SOBRELENTES		OTRO:	
PROTECCIÓN RESPIRATORIA		ARNÉS DE SEGURIDAD		OTRO:	

Comentarios adicionales (Incl. otros peligros no listados arriba)

B. Resultado del estudio de identificación de peligros (AST)

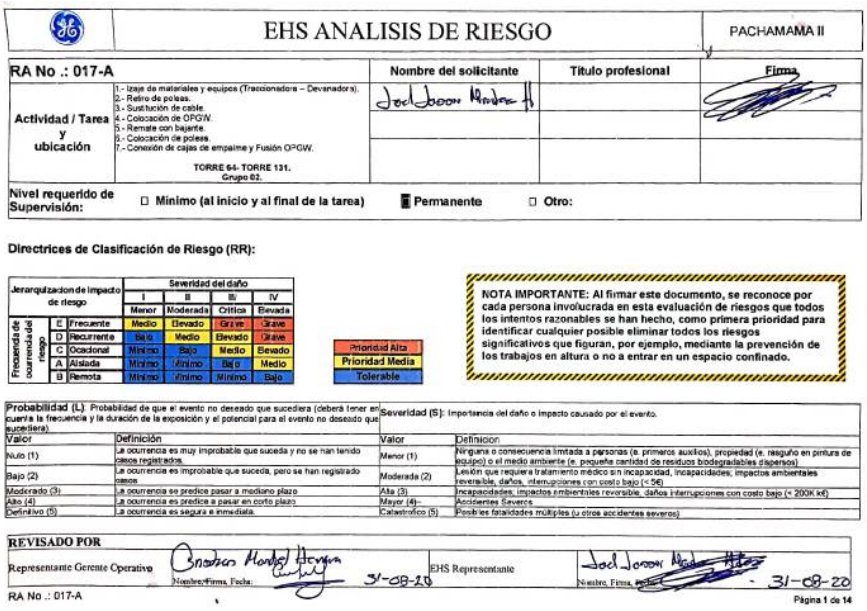
Para tener un mejor detalle de las actividades realizadas durante el trabajo revisar el RA elaborado

Supervisor de frente	Nombre completo:	Firma:	Fecha y hora:
Revisión Supervisor EHS GE	Nombre completo:	Firma:	Fecha y hora:

Figura 103.- AST parte 2.

El supervisor también debe cumplir con el llenado de listas de asistencia para la contrata (GE) que son el complemento del RA (Análisis de Riesgos). El RA también cambiara

dependiendo del trabajo que se esté ejecutando, como es el caso de la solicitud de permiso de trabajo. El RA específica el tipo de riesgos y peligros a los que estará expuesto el trabajador mediante el desarrollo de su trabajo, como se sabe un peligro es aquella condición o característica que puede causar una lesión, enfermedad, daño a propiedad o paro de un proceso, mientras que el riesgo es la consecuencia del peligro. Es por ello que el RA debe contener las firmas diarias de los trabajadores con el fin de prevenir y reducir los accidentes, salvaguardando la salud física y mental de los trabajadores y del entorno.



EHS ANALISIS DE RIESGO — PACHAMAMA II

RA No .: 017-A	Nombre del solicitante	Título profesional	Firma
Actividad / Tarea y ubicación: 1.- Izaje de materiales y equipos (Traccionadora – Devanadora). 2.- Retiro de poleas. 3.- Sustitución de cable. 4.- Colocación de OPGW. 5.- Remate con bajante. 6.- Colocación de poleas. 7.- Conexión de cajas de empalme y Fusión OPGW. TORRE 64- TORRE 131. Grupo 02.			

Nivel requerido de Supervisión: ☐ Mínimo (al inicio y al final de la tarea) ■ Permanente ☐ Otro:

Directrices de Clasificación de Riesgo (RR):

Jerarquización de impacto de riesgo		Severidad del daño I Menor	II Moderada	III Crítica	IV Elevada
Frecuencia de ocurrencia del riesgo	E Frecuente	Medio	Elevado	Grave	Grave
	D Recurrente	Bajo	Medio	Elevado	Grave
	C Ocacional	Mínimo	Bajo	Medio	Elevado
	A Aislada	Mínimo	Mínimo	Bajo	Medio
	B Remota	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Bajo

Prioridad Alta
Prioridad Media
Tolerable

NOTA IMPORTANTE: Al firmar este documento, se reconoce por cada persona involucrada en esta evaluación de riesgos que todos los intentos razonables se han hecho, como primera prioridad para identificar cualquier posible eliminar todos los riesgos significativos que figuran, por ejemplo, mediante la prevención de los trabajos en altura o no a entrar en un espacio confinado.

Probabilidad (L): Probabilidad de que el evento no deseado que sucediera (deberá tener en cuenta la frecuencia y la duración de la exposición y el potencial para el evento no deseado que sucediera).

Valor	Definición
Nulo (1)	La ocurrencia es muy improbable que suceda y no se han tenido casos registrados.
Bajo (2)	La ocurrencia es improbable que suceda, pero se han registrado casos
Moderado (3)	La ocurrencia se predice pasar a mediano plazo
Alto (4)	La ocurrencia es predice a pasar en corto plazo
Definitivo (5)	La ocurrencia es segura e inmediata.

Severidad (S): Importancia del daño o impacto causado por el evento.

Valor	Definición
Menor (1)	Ninguna o consecuencia limitada a personas (e. primeros auxilios), propiedad (e. rasguño en pintura de equipo) o el medio ambiente (e. pequeña cantidad de residuos biodegradables dispersos).
Moderada (2)	Lesión que requiere tratamiento médico sin incapacidad, incapacidades, impactos ambientales reversible, daños, interrupciones con costo bajo (< 5K)
Alta (3)	Incapacidades, impactos ambientales reversible, daños interrupciones con costo bajo (< 200K kč)
Mayor (4)-	Accidentes Severos
Catastrófico (5)	Posibles fatalidades múltiples (u otros accidentes severos)

REVISADO POR

Representante Gerente Operativo	Nombre/Firma, Fecha: 31-08-20	EHS Representante	Nombre, Firma, Fecha: 31-08-20

RA No .: 017-A — Página 1 de 14

Figura 104.- Análisis de Riesgos (RA).

Existen permisos relacionados con la introducción de maquinaria y equipo que deben estar de acuerdo a la especificación del cliente. Para este caso se realiza de manera similar a la ocupada con el personal, un expediente que incluya: Póliza de seguro; Tarjeta de circulación; Verificación; Evidencia de cumplimiento de Kit anti derrame; Extintor (Check list diaria); Licencia de conducir del operador; Factura de compra; Certificado; Plan de mantenimiento; Bitácora de mantenimiento; DC3 (de operador de maquinaria pesada y equipo de construcción); y el Permiso de acceso autorizado.

No en todos los vehículos cumplen con los requisitos por ejemplo las maquinas (Traccionadora y Devanadora) no requieren de una licencia de conducir sino de un DC3 para certificar que el operador está calificado para el trabajo.



SOLICITUD ACCESO DE VEHÍCULOS
Anexo 03

Solicitud #

Este formulario debe ser presentado como mínimo 24 horas antes de la FECHA DE ACCESO SOLICITADA

A. Acceso (a rellenar por el subcontratista GE solicitando el acceso de vehículos)

Nombre de la empresa que solicita el acceso: Grupo Constructor ARROSAM S.A. De C.V.

Nombre del solicitante: Arcelia Janet García Sedas

Número de identificación del vehículo (placa, folio de verificación): XW51960, 008273

Marca, modelo y año del vehículo: NISSAN NP300 - 2016

Las razones de la solicitud: Acceso de vehículos a la obra

Fechas en que es requerida Acceso

De: 10 Agosto 2020 A: 03 Octubre - 2020

Fecha de vencimiento para la próxima inspección reglamentaria: 21 - Octubre - 2020 (Para ser completado durante la inspección del lugar si no se conoce en el momento de la solicitud)

Fecha y hora para la inspección (para vehículos de construcción solamente) propuesto:

Firma:

Fecha: 10/08/2020

A1. Detalles del Vehículo

Nombre del conductor: Joel Jasser Méndez Hernández

Numero Licencia de conducir y fecha de vencimiento: 040000224730 - 17/01/2021

Documentación que debe aportarse: ☐ Póliza de seguro ☐ Registro de Vehículo ☐ Registro de mantenimiento ☐ Licencia de conducir

A2. Más detalles sobre los vehículos de construcción

Tipo de vehículo: ☐ Tractor ☐ Remolque ☐ Excavadora ☐ cargador frontal, retroexcavadora ☐ Aparejo de perforación ☐ Máquina elevadora ☐ manipulador telescópico ☐ Grúa móvil ☐ Grúa sobre camión ☐ Grúa sobre orugas ☐ Plataforma elevadora móvil de personal ☐ Compactador ☐ Camión Volteo ☐ Otro:

B. Autorización de acceso (a rellenar por el responsable de GE a cargo)

La solicitud es: ☐ Aceptado ☐ Rechazado

Fecha y hora Confirmada para la inspección:

Nombre completo: Alejandra Alvarez

Firma:

Fecha y hora: 10/08/2020

C. Confirmación Acceso (llenar por el personal de EHS Sitio de construcción solamente)

Conclusión de la inspección del vehículo (ver sección C1): ☐ acceso confirmado ☐ acceso rechazado

Nombre complete y Firma:

Fecha y hora:

Vigencia del permiso:

D. Administración de acceso (llenar por vigilancia del sitio)

Numero de tarjetón:

Fecha de entrada:

Nombre completo:

Firma:

Fecha y hora:

D1. Primera renovación

Numero de tarjetón:

Fecha de renovación:

Nombre completo:

Firma:

Fecha y hora:

D2. Segunda renovación

Etiqueta número de identificación:

Acceso fecha de validez:

Nombre completo:

Firma:

Fecha y hora:

2020 General Electric Company

EHS 005 - Apéndice 3

Figura 105.- Solicitud de acceso de vehículos.

4.3 FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA, PRUEBAS OTDR Y COLOCACIÓN DE GABINETE

Una vez finalizado el tendido y colocado el herraje correspondiente se realiza el siguiente procedimiento.

- Llegada del personal al punto de trabajo. Este punto debe ser el inicio o término por sección tendida. Es decir en los bajantes donde se hizo el remate. En este caso al ser 21 secciones se trabajara con 2 equipos uno que realice las fusiones y otro las pruebas OTDR.
- Ya en sitio se realiza la bajada de la bobina del bajante que se encuentra en la torre. Se desenreda esta bobina y se mide el tramo a cortar, este corte se realiza con una segueta ya que es el cable de guarda.



Figura 106.- Retiro de la bobina del bajante.



Figura 107.- Corte del acero con Segueta.

- Se coloca el cortatubo para retirar el aluminio de protección de la fibra y se procede a limpiar cada una de las fibras puesto que tienen un gel protector que sirve como refrigerante.



Figura 108.- Corta tubo.

- Se pelan las fibras, se procede a limpiar cada una con alcohol isopropilico y colocar las puntas en la bobina de lanzamiento del OTDR para asegurase de que no hubo ningún daño a la fibra durante el tendido.



Figura 109.- Bobina de lanzamiento.



Figura 110.- Prueba OTDR.

- Después de esto se procede a desconectar y realizar el mismo procedimiento con el tramo de la siguiente sección.



- *Figura 111.- Prueba OTDR a sección completa.*

- Una vez asegurados que no hay daños en la fibra se realiza la fusión de cada fibra y se colocan en las cajas correspondientes. Cada caja debe de ir identificada es decir cuál es la entrada (que procede de Laguna Verde) y cual la salida (dirigida a Cruz Azul Maniobras).



Figura 112.- Fibra colocada en Fusionadora.

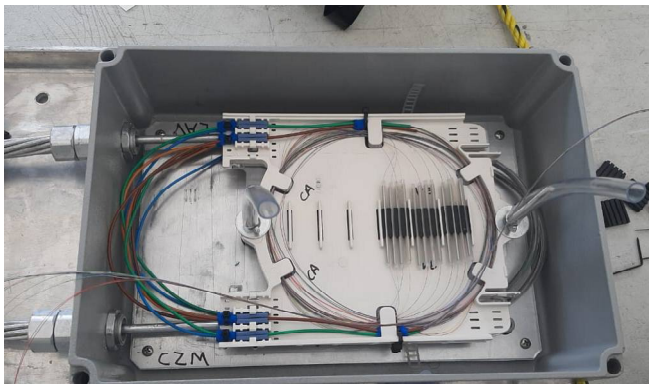


Figura 113.- Cajas acondicionadas para la colocación de las fibras fusionadas.

- Con todos los tramos probados y fusiones completas de cada sección se procede a realizar una prueba general de todo el tramo con ayuda de la bobina de lanzamiento del OTDR, que consiste en un pulso este verifica que no haya ruptura y que las fusiones estén realizadas de manera correcta. Se realizan 48 pruebas ya que son 48 fibras.

En caso de identificar una ruptura se debe determinar la distancia a la que fue para encontrar su ubicación y realizar de nuevo el empalme, con esta corrección realizada se necesita realizar la prueba OTDR de nuevo y confirmado el éxito de la comunicación se cierra la caja de empalme, se recubre con un plástico y cinta para evitar la humedad y se embobina de nuevo el cable para posteriormente colocarlo en la torre con ayuda de los sujetadores.

4.4 RESULTADOS OBTENIDOS

Se logró la culminación de la instalación del cable OPGW sobre la línea de Pachamama II, sin ningún inconveniente y de manera adecuada gracias a la correcta cohesión de los diferentes equipos conformados por supervisores, residentes, linieros, cabos y personal administrativo, quienes laboraron de acuerdo a las normativas e indicaciones del cliente.

Siguiendo las lineaciones e indicaciones de trabajo, propuestas por los supervisores de EHS teniendo un total de cero accidentes durante la realización así como también la correcta preservación de la flora y fauna del lugar se entregó la obra terminada, la cual abarco los meses Julio - Noviembre del año 2020.

Loa resultados de la instalación de cable OPGW se muestran en las siguientes figuras.



Figura 114.- Colocación del bajante en la torre.



Figura 115.- Colocación de cola de rata y pinza de anclaje.



Figura 116.- Colocación de amortiguadores.



Figura 117.- Colocación de protección anti aves en torre.



Figura 118.- Colocación de Boyas en medio claro.



Figura 119.- Etiquetado de caja de empalme.



Figura 120.- Colocación de caja de empalme en torre.

-

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la instalación de OPGW se requiere de procesos y aplicaciones de la ingeniería electromecánica para lograr llevar a cabo todas las actividades necesarias. Además de trabajar en equipo, comunicarse y llegar a acuerdos que proporcionen benéficos mutuos tanto para el cliente, la contrata y los trabajadores involucrados en el tendido.

Como fue en este caso vincularse laboralmente y llegar a acuerdos con CFE, aporto beneficios al desarrollo del proyecto, puesto que los supervisores apoyaron a los trabajadores con recomendaciones y su experiencia en el ámbito de transmisión que permitió desarrollar estrategias y lazos laborales para realización conjunta de más proyectos.

Aplicar la Ingenieria electromecánica en el tendido de fibra óptica a plena vista parecería ser algo sencillo, pero conforme se desarrolla el trabajo se entiende que existen actividades que necesitan de una buena planeación, comunicación y desarrollo para llevarse a cabo. Por esto es que resulta importante que los supervisores desarrollen planes de trabajo, tanto EHS para control de accidentes laborales, contaminación ambiental y exposición a fauna nociva así como de calidad para la entrega de un proyecto que cumpla en un 100% los estándares del cliente.

Como recomendación para la realización de este tipo de proyectos:

- Comunicación y cumplimiento de requisitos solicitados por el cliente
- Capacitación e información a personal tanto administrativo como supervisores y residentes de obra encargados, con la finalidad de informar la manera de trabajo y fijar metas que permitan cumplir con el proyecto
- Capacitación por parte de supervisores a los trabajadores: linieros, ayudantes, cabos, ayudantes generales, operadores, topógrafos entre otros, para evitar actos inseguros y daños a flora y fauna que provoquen un llamado de atención, paro de obras o bajas definitivas de trabajadores de la obra

- Constante comunicación entre coordinadores y supervisores para lograr cumplir las metas o cambiar el plan de trabajo para generar resultados eficientes y no llegar a desacuerdos o inconformidades
- Trabajar de manera adecuada respetando las indicaciones de los supervisores de EHS, puesto que las medidas son en pie de la salud y estabilidad física y mental de todo el personal
- Respetar los letreros y asistir a las RIJ y calistenia diaria para informarse de los riesgos y peligros que se enfrentaran durante la realización del proyecto
- Anclarse a las torres y llevar el EPP en todo momento
- En caso de inconformidades reportarlas de inmediato con el supervisor encargado o con el residente de obra para analizar la propuesta de trabajo y en caso de ser necesario cambiar el plan
- Aplicar el procedimiento propio de gestión de calidad, seguridad e higiene, haciendo una auditoría interna para verificar que el plan esté funcionando o modificarlo en caso contrario.
- Analizar los riesgos laborales, la higiene y accidentes ocurridos en la obra.

REFERENCIAS

Bayod Rújula, Á. (2008). Fundamentos de sistemas eléctricos. Prensas de la Universidad de Zaragoza. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/41935.

Borda, C. Díaz, H. y Olarte, A. (2010). Identificación de parámetros de líneas de transmisión y transformadores. Universidad Nacional de Colombia. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/127954.

Boylestad, R. L. (2011). Introducción al análisis de circuitos (Decimo segunda ed.). México: Pearson.

C., L. A. (2002). Alta tensión y sistemas de transmisión. Venezuela: Noriega.

CFE. (Marzo de 2012). Construcción de líneas de transmisión aéreas. México.

CFE. (Marzo de 2014). Diseño de líneas de transmisión aéreas. México.

CFE. (Diciembre de 2013). Construcción de líneas aéreas de alta tensión de 69 KV hasta 138KV. México.

CFE. (Marzo de 2019). Torres para la línea de transmisión y subtransmisión de 69 KV y mayores.

Clausen & Asociados SRL. (2020). Clausen & Asociados SRL. Obtenido de http://metalurgicaclausen.com/producto/uniones-giratorias/.

Corporation, C. (22 de abril de 2020). Cognex. Obtenido de https://www.cognex.com/es-mx/what-is/vision-sensors.

Domínguez, D. E. (2014). Análisis estructural de una torre de alta tensión. Leganes, Madrid, España.

Donald R. Askeland, P. P. (2011). Ciencia e Ingenieria de los materiales (6ta ed.). Adamsa impresiones S.A. de C. V.

Dorf, R. C., & Svoboda, J. A. (2011). Circuitos eléctricos (Octava edición ed.). MÉXICO: ALFAOMEGA.

Eléctrica, T. (2 de Octubre de 2018). Faradayos. Obtenido de http://faradayos.blogspot.com/2013/12/empalmes-cables-electricos-derivacion-cola-rata-prolongacion.html.

ETESA, G. O. (2016). Líneas de Transmisión Áereas. Panama.

Federación, D. O. (15 de 8 de 2003). SEMARNAT. Obtenido de http://siga.jalisco.gob.mx/assets/documentos/normatividad/nom004semarnat2002.htm

Fenómenos de transporte. (2 de Septiembre de 2028). Obtenido de http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/transporte/conduccion1/conduccion1.htm

Hernao Robledo, F. (2011). Riesgos eléctricos y mecánicos. Ecoe Ediciones. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/69050

John J. Grainger, W. D. (1996). Análisis de sistemas de potencia. México: McGRAW HILL.

Jonathan Alexis Velandia Ortiz, S. G. (2016). Desarrollo de una herramienta computacional para el diseño del apantallamiento en líneas de transmisión de alta tensión. Bucaramanga.

Kosow, I. L. (2001). Máquinas eléctricas y transformadores. México: Prentice Hall.

Llácer, L. J. Quesada Pereira, F. D. y Cañete Rebenaque, D. (2018). Problemas resueltos de Línea de Transmisión. Universidad Politécnica de Cartagena. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/135288

Longatt, F. G. (2007). Capítulo 1: Elementos de líneas de transmisión aéreas. Venezuela.

López, G. B. (2015). La geolocalización social. Polígonos. Revista de geografía, (27), 97-118.

Mendoza, J. L. (2011). Propuesta de diseño de un sistema de OPGW para la conectividad de red y disminución de costos entre las plantas eléctricas Pampa Larga y Sectionalizing en minera Yanacocha. Cjamarca, Perú.

Molina, P. A. (2016). Propuesta de un manual de procedimientos de instalación y mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica EBSA con canales de 10 Gbps. Colombia.

Moreno Alfonso, N. (2010). RCE: reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de Transformación. Editorial Tébar Flores. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/60116.

Naturales, S. d. (13 de Agosto de 2018). Gobierno de Noviembre. Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental.

Nilsson, J. W., & Riedel, S. A. (2005). Circuitos eléctricos (Séptima edición ed.). Madrid, España: PEARSON PRENTICE EDUCATION.

NOM-031-STPS-2011 (24 DE NOVIEMBRE DE 2019) "NORMA Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo". Obtenido de: asinom.stps.gob.mx › upload › noms › NOM-031.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Q. e. (5 de 1 de 2018). PROFEPA. Obtenido de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf.

Oficial, D. (4 de Mayo de 2011). NOM-031-STPS-2011. Obtenido de http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/NOM-031.pdf.

Ramírez, C. (14 de diciembre de 2018). Glosarios eléctricos. Obtenido de https://glosarios.servidor-alicante.com/alumbrado/indice-del-local.

Resalmex Electric. (2020). Resalmex Electric. Obtenido de https://www.relsamex.com/shop/relsamez/cable-de-guarda-con-fibras-opticas-tipo-opgw-36-fibras-monomodo-clase-0/.

Rodrigo Peñarrocha, V. M. Boria Esbert, V. E. y Soto Pacheco, P. (2020). Fundamentos de líneas de transmisión. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/129681.

Saadat, H. (2002). Power sistem analysis. McGraw Hill.

Salazar, J. R. (2010). Sistema de tierra en líneas de transmisión.

SAU, H. D. (2020). Herrajes y accesorios para el tendido aéreo de cables de tierra y/o fibras ópticas.

Schaffer, S. A. (s.f.). Ciencia y diseño de materiales para ingenieria. CECSA.

Sebastián Mancini, R. B. (2020). Afinidad Eléctrica. Obtenido de http://test.afinidadelectrica.com/?p=770.

SEDEMA. (23 de 4 de 2003). Obtenido de https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/577/296/c4c/577296c4c9f33516489369.pdf

SEMARNAT. (23 de 6 de 2006). Profepa. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm

SEMARNAT. (Octubre de 2009). cmic.org.mx. Obtenido de https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/publicaciones_conagua/RESIDUOS%20PELIGROSOS/MANU-ESP-TEC2010.pdf

Shackerford, J. F. (1992). Ciencia de materiales para Ingenieros (3ra ed.). (G. M. Hernández, Trad.) EEUU: Pearson educacion.

Smith, W. F. (s.f.). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales. México: Mc Graw-Hill.

Solé, A. C. (2009). Instrumentos Industriales su ajuste y calibración. México: Alfa Omega, Marcombo.

Torres Sánchez, H. (2011). Aislamientos eléctricos. Universidad Nacional de Colombia. https://elibro.net/es/lc/biblioitsh/titulos/127948

Trujillo, E. (2020). Economipedia. Obtenido de https://economipedia.com/definiciones/licitacion.html

Wildi, T. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia (Sexta ed.). México: Pearson Education.

ANEXOS

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE

ENTREGA Y REVISIÓN DE KIT ANTI-DERRAME

Grupo Costructor Arrosam		Periodo de generación:	17 - 08 - 2020
Obra:	Pachamama II	Fecha de emisión:	07 - 09 - 2020

No. Económico	FECHA	Tipo unidad	Operador	Elemento del kit anti-derrame					FIRMA
				Cubeta	Pala	Material impermeable	Material Absorbente	Trapo industrial	
16	17/08/20	Devanadora	Sergio Montiel Herrera	✓	✓	✓	✓	✓	
31	17/08/20	Tractocamión	Mauricio Fernández C.	✓	✓	✓	✓	✓	
19	18/08/20	Grua	Rogelio Peralta	✓	✓	✓	✓	✓	
26	22/08/20	Grua	Edgar David Cuacua Tapia	✓	✓	✓	✓	✓	

Elaboró

Arcelia Janet García Bedes
Supervisor ambiental
Arrosam

Revisó y aprobó:

Cristian Montiel
Residente de obra
Arrosam

Documento controlado por medios electrónicos. para uso exclusivo de ARROSAM

AM-RG-11
Rev.01 Pág. 1 de 1

Anexo 1.- Entrega y revisión de Kit Anti derrame.

arrosam

PACHAMAMA II

CALENDARIO DE CHARLAS AGOSTO 2020

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	
	DIFERENCIA ENTRE PELIGRO Y RIEZGO	FAUNA NOCIVA	EVALUACION DE RIESGOS	CUIDADO DE FLORA Y FAUNA	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN ACTIVIDADES	TEMA DE CALIDAD
16	17	18	19	20	21	
TEMA LIBRE	MIRAR ANTES DE ACTUAR	PRESENCIA DE FAUNA MUERTA	IMPORTANCIA DEL AGUA E HIDRATACIÓN	CONTAMINACIÓN DE AGUA	SEGURIDAD E HIGIENE	TEMA DE CALIDAD
23	24	25	26	27	28	
TEMA LIBRE	ORDEN Y LIMPIEZA	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	5 REGLAS DE ORO	POLITICAS DE OPERACIÓN DE ARROSAM S.A. DE C.V.	ATENCIÓN PREHOSPITALARIA A CHOQUE ELÉCTRICO	TEMA DE CALIDAD
30	31					
TEMA LIBRE	NOM-029-STPS-2011					

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Arcelia Janet García Sedas	Joel Jasset	Cristian Montiel

Anexo 2.- Calendario de Charlas.

INSPECCIÓN DE ÁREA DE HIDRATACIÓN

arrosam

DATOS GENERALES

INSPECTOR:	Leonardo Santiago Tesis Sanchez	TRABAJO EJECUTADO:	Empotrado/Tradicional
MARCA:	Coleman	NUMERO DE EQUIPO:	07
CAPACIDAD:	5 galones / 18.9 litros	UBICACIÓN:	Torre 64 - 131
N° DE SERIE	TQ2-9	AÑO DE FAB.	

NOTA: CUANDO UN ELEMENTO SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO ES PORQUE ES NUEVO O BIEN PRESENTA POCO TIEMPO DE USO Y HA SIDO CUIDADO CON AMPLITUD AL ENCONTRAR UN ELEMENTO EN ESTADO ACEPTABLE SE CONCLUYE QUE ES UN ELEMENTO CON ALGUN TIEMPO DE SERVICIO SIN EMBARGO CUMPLE CON LAS CUALIDADES MÍNIMAS PARA SEGUIR USANDOSE. UN ELEMENTO EN MAL ESTADO YA NO REUNE ESTAS CARACTERISTICAS POR LO QUE DEBE SER RETIRADO DE FORMA INMEDIATA DEL AREA DE TRABAJO, PARA IMPEDIR QUE SE CONTINUE USANDO.

SELECCIONE EL MES EN CURSO PALOMEANDO EL CAMPO REQUERIDO ☑ — MARQUE CON LOS SIGUIENTES TÉRMINOS — BUEN ESTADO ACEPTABLE ✓ — MAL ESTADO ✗ — NO APLICA N/A

ENE ☐ FEB ☐ MAR ☐ ABRIL ☐ MAYO ☐ JUNIO ☐ JULIO ☐ AGOSTO ☑ SEP ☐ OCT ☐ NOV ☐ DIC ☐

DIA EN CURSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DESCRIPCIÓN																															
FACIL ACCESO										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
SEÑALETICA DE UBICACIÓN										X	X	X	X	X			X	X			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
DELIMITACION DEL AREA										N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A	N/A
TOLDO ARMADO,ANCLADO,EN LA UBICACIÓN										N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A	N/A
SILLAS,BANCAS EN BUEN ESTADO										N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A	N/A
MESA EN BUEN ESTADO										N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A	N/A
GEL ANTIBACTERIAL PARA MANOS										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
TERMOS LIMPIOS Y SELLADOS										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
AGUA Y HIELO EN TERMOS										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
CONOS SUFICIENTES										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
BOTE DE BASURA										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
LIMPIEZA GENERAL										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
INFORMACIÓN DE SALUD										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
FIRMA RESPONSABLE DEL ÁREA										✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓

APOYO VISUAL



NOMBRE DE PERSONA AUTORIZADA

ESCRIBA DE FORMA MANUAL NOMBRE DE PERSONA AUTORIZADA PARA LIBERACIÓN DE ESTE DOCUMENTO.

Arcelia Janet García Sedas

FIRMA DIARIA DEL OPERADOR DEL EQUIPO.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Cristian Montiel
Vo.Bo. HSE
Arcelia J. García S.
Vo.Bo. HSE

OBSERVACIÓNES:

Anexo 3.- Inspección de área de hidratación.



INSPECCIÓN A SANITARIO

arrosam

DATOS GENERALES				TRABAJO EJECUTADO:	
INSPECTOR:	Sergio Montiel Herrera			Empleado / Tendido	
MARCA:		NUMERO DE EQUIPO:		01	
CAPACIDAD:	20 litros	UBICACIÓN:		Torre 64 - 131	
N° DE SERIE		AÑO DE FAB.			

NOTA: CUANDO UN ELEMENTO SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO ES PORQUE ES NUEVO O BIEN PRESENTA POCO TIEMPO DE USO Y HA SIDO CUIDADO CON ABNEGACIÓN. AL ENCONTRAR UN ELEMENTO EN ESTADO ACEPTABLE SE CONCLUYE QUE ES UN ELEMENTO CON ALGÚN TIEMPO DE SERVICIO SIN EMBARGO CUMPLE CON LAS CUALIDADES MÍNIMAS PARA SEGUIR USÁNDOSE. UN ELEMENTO EN MAL ESTADO YA NO REÚNE ESTAS CARACTERÍSTICAS POR LO QUE DEBE SER RETIRADO DE INMEDIATO DEL ÁREA DE TRABAJO, PARA IMPEDIR QUE SE CONTINÚE USANDO.

SELECCIONE EL MES EN CURSO PALOMEANDO EL CAMPO REQUERIDO ☑ — MARQUE CON LOS SIGUIENTES TÉRMINOS — BUEN ESTADO ACEPTABLE ✓ — MAL ESTADO ✗ — NO APLICA N/A

ENE ☐ FEB ☐ MAR ☐ ABRIL ☐ MAYO ☐ JUNIO ☐ JULIO ☐ AGOSTO ☑ SEP ☐ OCT ☐ NOV ☐ DIC ☐

DIA EN CURSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DESCRIPCIÓN																															
LIMPIEZA										W/A	A	✓	N/A	A		N/A	A	✓	F/A	A	F/A	A	N/A	A	F/A	A	N/A	A	F/A	A	F/A
PAPEL SANITARIO										✓	-	✓	-	✓		-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
ETIQUETA										✓	-	✓	-	✓		-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
FUGAS										X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

APOYO VISUAL

NOMBRE DE PERSONA AUTORIZADA — FIRMA DIARIA DEL OPERADOR DEL EQUIPO.

ESCRIBA DE FORMA MANUAL NOMBRE DE PERSONA AUTORIZADA PARA LIBERACIÓN DE ESTE DOCUMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Arcelia Janet García Sedas																															

Cristian Montiel
Vo.Bo. HSE
Arcelia Janet García.
Vo.Bo. HSE

OBSERVACIÓNES: Debido a las condiciones del terreno la colocación de sanitarios se realiza en lugares de posicionamiento de maquinas de tendido, limpieza programadas miercoles y Sábado

Anexo 4.- Inspección a Sanitario.

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
GESTIÓN DE RSU Y RME

Grupo Constructor Arrosan		Periodo de generación:	10/agosto /2020
Proyecto:	Pachamama II	Fecha de emisión del registro:	15/agosto /2020

	Tipo	Cantidad (kg/m³)	Sitio de almacenamiento temporal	Sitio de disposición final o centro de acopio	Observaciones
Reciclables	Plásticos (PET-1)	4kg	Alto lucero	Nogales	Disposición realizada con ayuntamiento de Huatusco Veracruz.
	Cartón	2kg	Alto lucero	Nogales	
	Madera	0kg	N/A	N/A	
	Metal	0kg	N/A	N/A	
Reusables	Material de excavación*	0kg	N/A	N/A	
	Residuos de concreto*	0kg	N/A	N/A	
Descartables	Orgánicos	2kg	Alto lucero	Nogales	
	Residuos sólidos domésticos	6kg	Alto lucero	Nogales	
Otros especificar	N/A	N/A	N/A	N/A	
	N/A	N/A	N/A	N/A	
	Total	14kg			

Definiciones:	
Reciclables	Residuos a los que se deberá promover su utilización en otros procesos productivos como materia prima
Reusables	Residuos que pueden ser utilizados para mejoramiento de suelos y control de la erosión
Descartables	Residuos que no podrán ser reciclados o reutilizados, y deberán ser dispuestos finalmente en un sitio autorizado para tal fin (e.g. unicel, latas de conservas de comida, plásticos, telas no impregnadas con SQP, restos de comida, etc.)

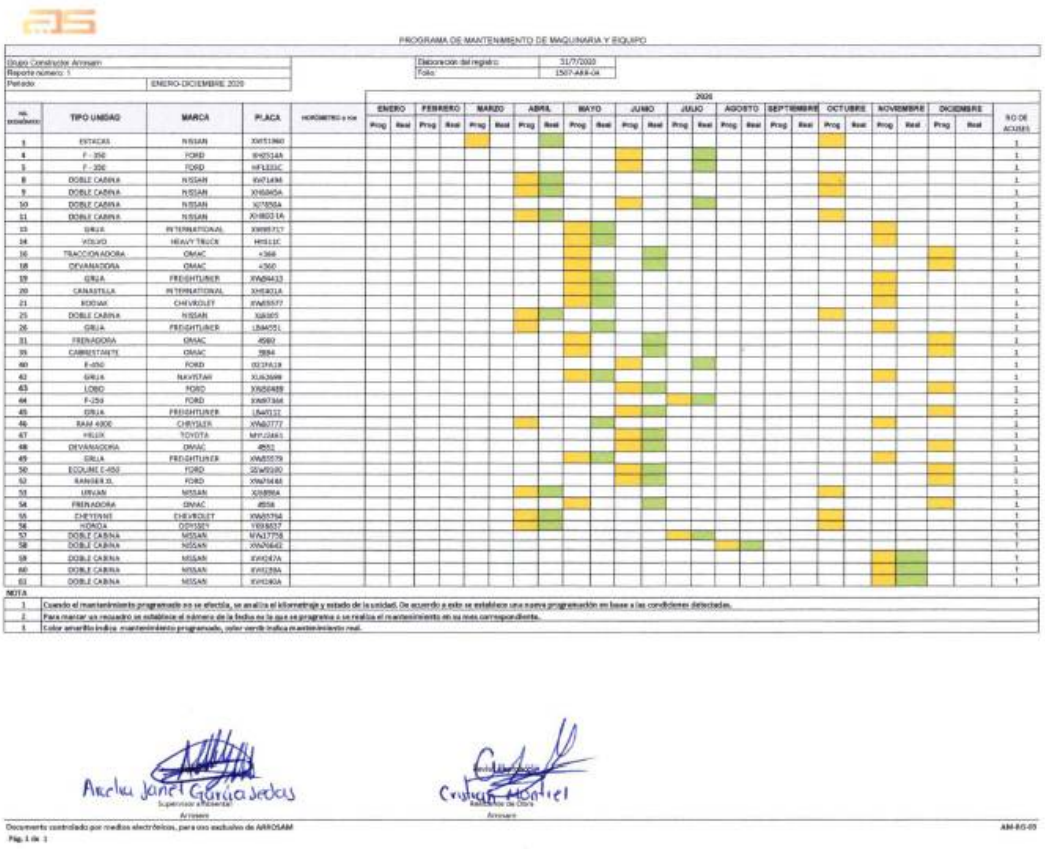
Elaboró:
Arcelia J. García Sedas
Supervisor Ambiental
Arrosam

Revisó y aprobó:
Cristian Montiel
Residente de obra
Arrosam

Documento controlado por medios electrónicos, para uso exclusivo de ARROSAM

AM-RG-12
Rev.01 Pág. 1 de 1

Anexo 5.- Gestión de RSU y RME.



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Grupo Constructor Arrosam		Elaboración del registro:	31/7/2020
Reporte número: 1		Folio:	1507-ARR-04
Periodo:	ENERO-DICIEMBRE 2020		

no. económico	TIPO UNIDAD	MARCA	PLACA	HORÓMETRO o KM	2020																								NO DE ACEITES
					ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		
					Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	
3	ESTACAS	NISSAN	XM51960																										1
4	F - 350	FORD	8H2514A																										1
5	F - 350	FORD	HF1333C																										1
8	DOBLE CABINA	NISSAN	XM74M4																										1
9	DOBLE CABINA	NISSAN	XH6965A																										1
10	DOBLE CABINA	NISSAN	XJ7855A																										1
11	DOBLE CABINA	NISSAN	XH8031A																										1
13	GRUA	INTERNATIONAL	XM88717																										1
14	VOLVO	HEAVY TRUCK	HH511C																										1
16	TRACCION ADORA	OMAC	x368																										1
18	DEVANADORA	OMAC	x360																										1
19	GRUA	FREIGHTLINER	XM84413																										1
20	CANASTILLA	INTERNATIONAL	XH5421A																										1
21	RODAK	CHEVROLET	XM85577																										1
25	DOBLE CABINA	NISSAN	XJ6305																										1
26	GRUA	FREIGHTLINER	LBM551																										1
31	FRENADORA	OMAC	4580																										1
33	CARRETTA/TE	OMAC	3884																										1
60	E-450	FORD	0219A19																										1
62	GRUA	NAVISTAR	XU63699																										1
63	LOBO	FORD	XM84488																										1
64	F-250	FORD	XM87364																										1
65	GRUA	FREIGHTLINER	LBM512																										1
66	RAM 4500	CHRYSLER	XM87777																										1
67	HILUX	TOYOTA	MM10461																										1
68	DEVANADORA	OMAC	4552																										1
69	GRUA	FREIGHTLINER	XM85579																										1
50	ECOLINE E-450	FORD	2EW5920																										1
52	RANGER XL	FORD	XM76448																										1
53	URVAN	NISSAN	XJ6898A																										1
54	FRENADORA	OMAC	4558																										1
55	CHEYENNE	CHEVROLET	XM85756																										1
56	HONDA	CIVIC	YR58657																										1
57	DOBLE CABINA	NISSAN	MM17758																										1
58	DOBLE CABINA	NISSAN	XM47642																										1
59	DOBLE CABINA	NISSAN	XM4747A																										1
60	DOBLE CABINA	NISSAN	XM1288A																										1
61	DOBLE CABINA	NISSAN	XM1240A																										1

NOTA

1. Cuando el mantenimiento programado no se efectúa, se analiza el kilometraje y estado de la unidad. De acuerdo a esto se establece una nueva programación en base a las condiciones detectadas.
2. Para marcar un resuadro se establece el número de la fecha en la que se programa o se realiza el mantenimiento en su mes correspondiente.
3. Color amarillo indica mantenimiento programado, color verde indica mantenimiento real.

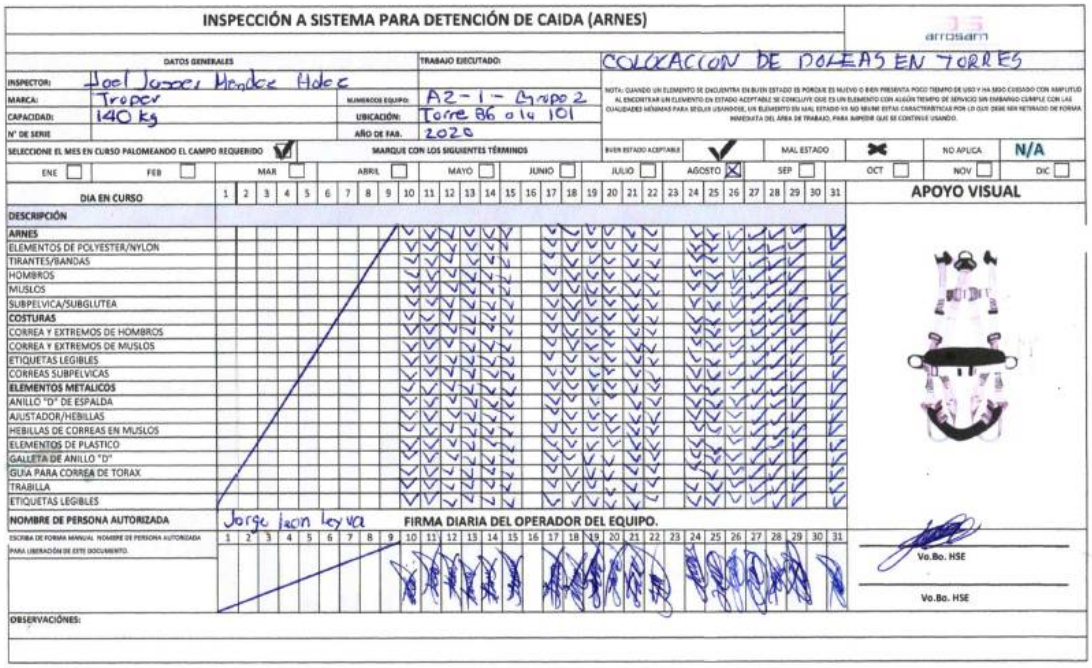
Anchu Janet Garcia Sedas
Supervisor Ambiental
Arrosam

Cristian Montiel
Residente de Obra
Arrosam

Documento controlado por medios electrónicos, para uso exclusivo de ARROSAM
Pág. 1 de 1

AM-R0-05

Anexo 6.- Programa de Mantenimiento de maquinaria y equipo.



INSPECCIÓN A SISTEMA PARA DETENCIÓN DE CAIDA (ARNES)

arnsarn

DATOS GENERALES

INSPECTOR: Joel Jasser Mendez Hdez
MARCA: Tropex
CAPACIDAD: 140 kg
N° DE SERIE:

TRABAJO EJECUTADO: COLOCACION DE POLEAS EN TORRES
NUMEROS EQUIPO: AZ-1- Grupo 2
UBICACIÓN: Torre 86 a la 101
AÑO DE FAB.: 2020

NOTA: CUANDO UN ELEMENTO SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO ES PORQUE ES NUEVO O BIEN PRESENTA POCO TIEMPO DE USO Y HA SIDO CUIDADO CON AMPLITUD AL ENCONTRAR UN ELEMENTO EN ESTADO ACEPTABLE SE CONCLUYE QUE ES UN ELEMENTO CON ALGÚN TIEMPO DE SERVICIO SIN EMBARGO CUMPLE CON LAS CUALIDADES MÍNIMAS PARA SEGUIR USANDOSE, UN ELEMENTO EN MAL ESTADO YA NO REUNE ESTAS CARACTERÍSTICAS POR LO QUE DEBE SER RETIRADO DE FORMA INMEDIATA DEL ÁREA DE TRABAJO, PARA IMPEDIR QUE SE CONTINUE USANDO.

SELECCIONE EL MES EN CURSO PALOMEANDO EL CAMPO REQUERIDO ☑ — MARQUE CON LOS SIGUIENTES TÉRMINOS — BUEN ESTADO ACEPTABLE ✓ — MAL ESTADO ✗ — NO APLICA N/A

ENE ☐ FEB ☐ MAR ☐ ABRIL ☐ MAYO ☐ JUNIO ☐ JULIO ☐ AGOSTO ☒ SEP ☐ OCT ☐ NOV ☐ DIC ☐

DIA EN CURSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DESCRIPCIÓN																															
ARNES																															
ELEMENTOS DE POLYESTER/NYLON																															
TIRANTES/BANDAS																															
HOMBROS																															
MUSLOS																															
SUBPELVICA/SUBGLUTEA																															
COSTURAS																															
CORREA Y EXTREMOS DE HOMBROS																															
CORREA Y EXTREMOS DE MUSLOS																															
ETIQUETAS LEGIBLES																															
CORREAS SUBPELVICAS																															
ELEMENTOS METALICOS																															
ANILLO "D" DE ESPALDA																															
AJUSTADOR/HEBILLAS																															
HEBILLAS DE CORREAS EN MUSLOS																															
ELEMENTOS DE PLASTICO																															
GALLETA DE ANILLO "D"																															
GUIA PARA CORREA DE TORAX																															
TRABILLA																															
ETIQUETAS LEGIBLES																															

APOYO VISUAL

NOMBRE DE PERSONA AUTORIZADA: Jorge Leon Leyva

ESCRIBA DE FORMA MANUAL NOMBRE DE PERSONA AUTORIZADA PARA LIBERACIÓN DE ESTE DOCUMENTO.

FIRMA DIARIA DEL OPERADOR DEL EQUIPO.

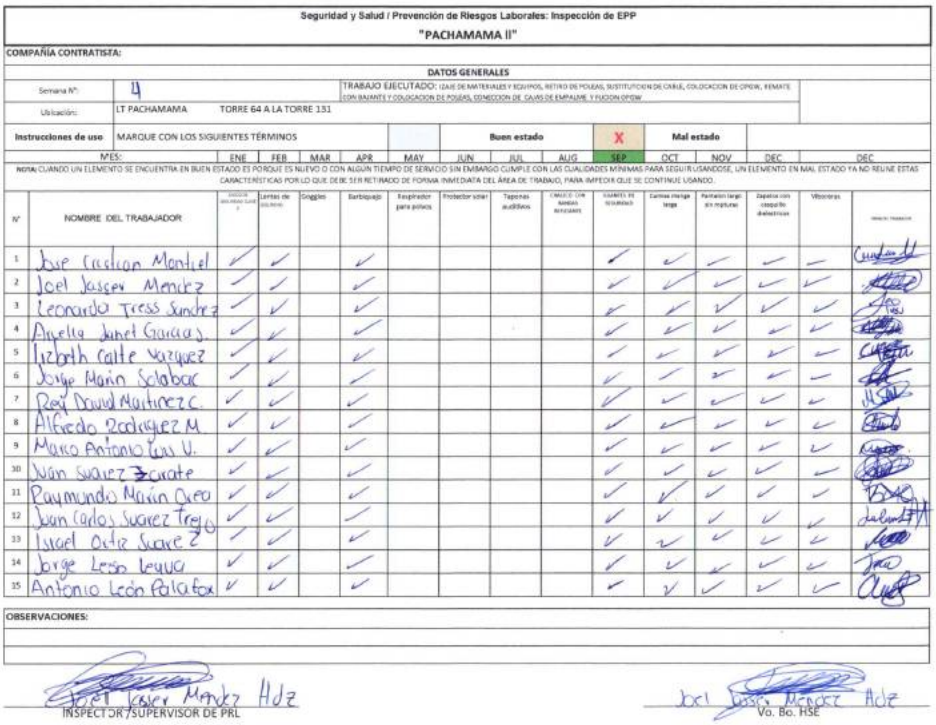
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Vo.Bo. HSE

Vo.Bo. HSE

OBSERVACIÓNES:

Anexo 7. - Check List de Arnés.



Seguridad y Salud / Prevención de Riesgos Laborales: Inspección de EPP

"PACHAMAMA II"

COMPAÑÍA CONTRATISTA:

DATOS GENERALES

Semana N°: 4

TRABAJO EJECUTADO: IZAJE DE MATERIALES Y EQUIPOS, RETIRO DE POLEAS, SUSTITUCION DE CABLE, COLOCACION DE OPGW, REMATE CON BAJANTE Y COLOCACION DE POSTES, CONEXCION DE CAJAS DE EMPALME Y FUCION OPGW

Ubicación: LT PACHAMAMA TORRE 64 A LA TORRE 131

Instrucciones de uso MARQUE CON LOS SIGUIENTES TÉRMINOS — **Buen estado** X — **Mal estado**

N°ES:	ENE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	DEC

NOTA: CUANDO UN ELEMENTO SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO ES PORQUE ES NUEVO O CON ALGUN TIEMPO DE SERVICIO SIN EMBARGO CUMPLE CON LAS CUALIDADES MINIMAS PARA SEGUIR USANDOSE, UN ELEMENTO EN MAL ESTADO YA NO REUNE ESTAS CARACTERÍSTICAS POR LO QUE DEBE SER RETIRADO DE FORMA INMEDIATA DEL ÁREA DE TRABAJO, PARA IMPEDIR QUE SE CONTINUE USANDO.

N°	NOMBRE DEL TRABAJADOR	Lentes de seguridad claros	Lentes de seguridad oscuros	Goggles	Barbiquejo	Respirador para polvos	Protector solar	Tapones auditivos	Chaleco con bandas reflectivas	Guantes de seguridad	Botas de cuero con punta de acero	Botas de jebe con punta de acero	Botas dieléctricas	Viboreras	
1	Jose Cristian Montiel	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
2	Joel Jasser Mendez	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
3	Leonardo Tress Sanchez	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
4	Angello Junet Garcia S.	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
5	Lizbeth Calle Vazquez	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
6	Jorge Marin Sclabac	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
7	Reyl David Martinez C.	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
8	Alfredo Rodriguez M.	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
9	Marco Antonio Leal V.	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
10	Ivan Suarez Zarate	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
11	Raymundo Marin Orea	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
12	Juan Carlos Suarez Trejo	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
13	Israel Ortiz Suarez	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
14	Jorge Leon Leyva	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	
15	Antonio León Palacios	✓	✓		✓					✓	✓	✓	✓	✓	

OBSERVACIONES:

INSPECTOR/SUPERVISOR DE PRL

Vo. Bo. HSE

Anexo 8.- Check List Entrega de EPP.

INSPECCION DIARIA DE GRUA ARTICULADA.

EQUIPO: GRUA ARTICULADA PLACAS: FECHA: 15-08-20

EMPRESA: ARROSAM NUM. ECONOMICO: NOMBRE DEL OPERADOR: Rogelio Peralta Najera

CAPACIDAD: 4.5 T PERIODO DE INSPECCION: DEL 15 AL 22 DEL MES AGOSTO 20





	PUNTOS A INSPECCIONAR	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	OBSERVACIONES
1	CONDICION GENERAL DE LA CARROCERIA						✓		
2	FRENOS						✓		
3	NIVEL DE LIQUIDOS						✓		
4	SISTEMA ELECTRICO						✓		
5	LLANTAS						✓		
6	INDICADORES DEL TABLERO						✓		
7	MANGUERAS						✓		
8	LIMPIEZA						✓		
9	CLAXON						✓		
10	ALARMA DE REVERSA						✓		
11	LUCES						✓		
12	TORRETA						✓		
13	PARABRISAS Y ESPEJOS						✓		
14	ESTABILIZADORES						✓		
15	CONTROLES DE GRUA						✓		
16	GIRO, TORNAMESA						✓		
17	ANTIBLOQUEO						✓		
18	INDICADOR DE PESO						✓		
19	INDICADOR DE LARGO DE PLUMA						✓		
20	INDICADOR DE ANGULO DE PLUMA						✓		
21	CLIPS DE SEGURIDAD						✓		
22	SOCKETS/POLEAS/OPRESORES						✓		
23	GUARDAS DE SEGURIDAD						✓		
24	EXTINTOR						✓		
25	CABLE						✓		
26	KIT CONTRA DERRAMES						✓		
27	PERDIDA DE FLUIDOS (FUGAS)						✓		
28	BOTIQUIN						✓		
29	DOCUMENTACION VIGENTE						✓		
30	TABLA DE CAPACIDADES						✓		

CRITERIOS DE EVALUACION	
Bien	✓
Mal	X
No Aplica	N/A

SUPERVISOR PRL: JOEL JASSER MENDEZ HERNANDEZ
NOMBRE Y FIRMA

OPERADOR: Rogelio Peralta Najera
NOMBRE Y FIRMA

SUPERVISOR PRL:
NOMBRE Y FIRMA

Anexo 9.- Inspección de Grúa.

CHECK LIST DEVANADORA / TRACCIONADORA

ENCARGADO DE OBRA.	Cristian Montiel Herrera
OPERADOR RESPONSABLE.	Jose Mauricio Fernandez Cuellar
NUMERO DE SERIE O IDENTIFICACION.	4980
OBRA.	Pachuquilla II

PASA.	√	DEVANADORA.	
NO PASA.	X.	TRACCIONADORA.	
NO APLICA.	N/A.	EQUIPO APROBADO.	

FECHA; 31 / 08 / 20 A 04 / 09 / 20 :	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
CAPACIDAD DE CARGA E INSTRUCCIONES VISIBLES.	✓			✓										
PRESENTA DAÑOS QUE IMPIDAN SU OPERACIÓN.	✓			✓										
FUGA Y/O DERRAME DE ACEITE O COMBUSTIBLES.	✓			✓										
SISTEMA DE FRENADO EN ÓPTIMAS CONDICIONES.	✓			✓										
CUENTA CON GUIA PARA CABLE PARA TENDIDO.	✓			✓										
LOS ESTABILIZADORES SE ENCUENTRAN EN BUENAS CONDICIONES.	✓			✓										
SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE ANCLADA.	✓			✓										
CUENTA EXTINTOR.	✓			✓										
CUENTA CON TORRETA.	✓			✓										
EL OPERDAOR CUENTA CON RADIO PARA COMUNICACIÓN.	✓			✓										
EL TRANSPORTE DE LA MAQUINA ES EL ADECUADO.	✓			✓										
SU CARGA Y DESCARGA PARA SU POSICIONAMIENTO ES EL ADECUADO.	✓			✓										

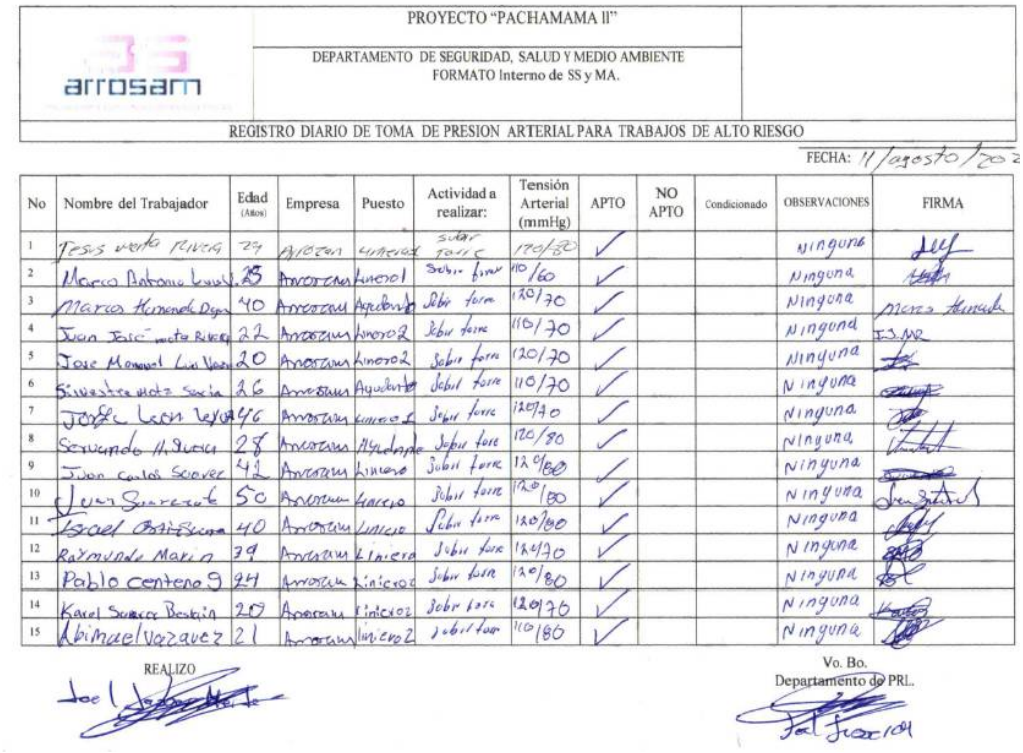
OBSERVACIONES.

NOMBRE Y FIRMA DEL OPERADOR.	NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR DE SEGURIDAD.	NOOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR DE PROYECTO.
Jose Mauricio Fernandez Cuellar	Joel Jasser Mendez Hernandez	

Documento controlado por medios electrónicos, para uso exclusivo de ARROSAM

SH- RG-07 Rev.01 Pág. 1 de 1

Anexo 10.- Check List de Devanadora/Traccionadora.



PROYECTO "PACHAMAMA II"

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE
FORMATO Interno de SS y MA.

REGISTRO DIARIO DE TOMA DE PRESION ARTERIAL PARA TRABAJOS DE ALTO RIESGO

FECHA: 11/agosto/202

No	Nombre del Trabajador	Edad (Años)	Empresa	Puesto	Actividad a realizar:	Tensión Arterial (mmHg)	APTO	NO APTO	Condicionado	OBSERVACIONES	FIRMA
1	Jesus Mota Rivera	29	Arrozam	Liniero1	Subir torre	120/80	✓			Ninguna	[signature]
2	Marco Antonio Luna V.	25	Arrozam	Liniero1	Subir torre	110/60	✓			Ninguna	[signature]
3	Marcos Hernandez Dgo	40	Arrozam	Ayudante	Subir torre	120/70	✓			Ninguna	Marcos Hernandez
4	Juan José Mota Rivera	22	Arrozam	Liniero2	Subir torre	110/70	✓			Ninguna	J.S.MR
5	Jose Manuel Luna Vera	20	Arrozam	Liniero2	Subir torre	120/70	✓			Ninguna	[signature]
6	Silvestre Mota Sacia	26	Arrozam	Ayudante	Subir torre	110/70	✓			Ninguna	[signature]
7	Jorge Leon Leyva	46	Arrozam	Liniero1	Subir torre	120/70	✓			Ninguna	[signature]
8	Servando H. Suarez	28	Arrozam	Ayudante	Subir torre	120/80	✓			Ninguna	[signature]
9	Juan Carlos Suarez	42	Arrozam	Liniero	Subir torre	120/80	✓			Ninguna	[signature]
10	Juan Suarez	50	Arrozam	Liniero	Subir torre	120/80	✓			Ninguna	[signature]
11	Israel Ortiz Suarez	40	Arrozam	Liniero	Subir torre	120/80	✓			Ninguna	[signature]
12	Raymundo Marin	39	Arrozam	Liniero	Subir torre	120/70	✓			Ninguna	[signature]
13	Pablo Centeno G	24	Arrozam	Liniero2	Subir torre	120/80	✓			Ninguna	[signature]
14	Karel Suarez Bastain	20	Arrozam	Liniero2	Subir torre	120/70	✓			Ninguna	[signature]
15	Abimael Vazquez	21	Arrozam	Liniero2	Subir torre	110/80	✓			Ninguna	[signature]

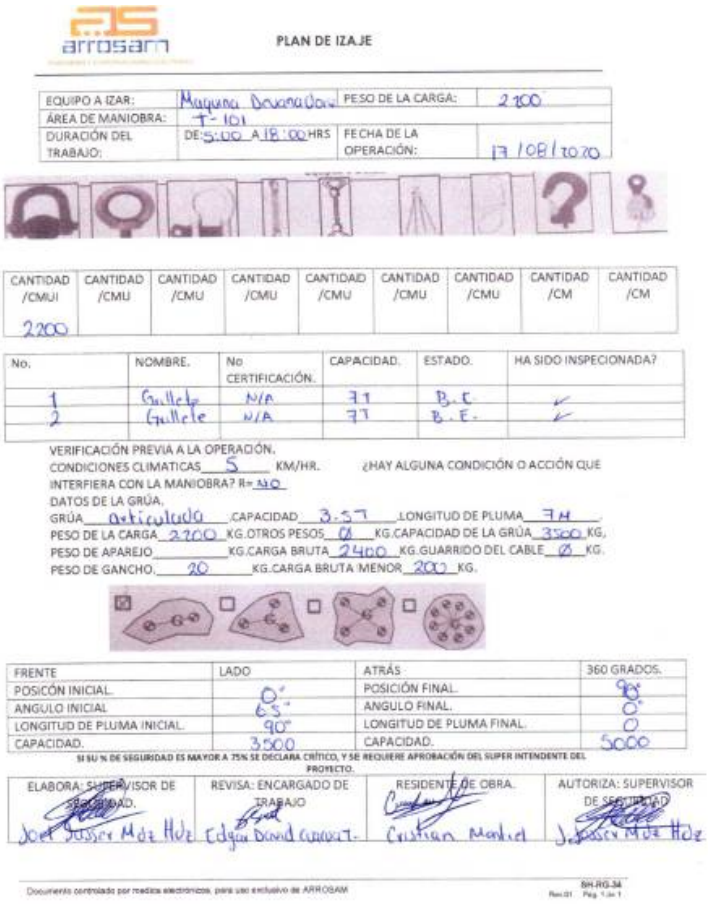
REALIZO

Joel [signature]

Vo. Bo.
Departamento de PRL.

[signature]

Anexo 11.- Toma de Presión Arterial.



arrosam

PLAN DE IZAJE

EQUIPO A IZAR:	Maquina Devanadora	PESO DE LA CARGA:	2200
ÁREA DE MANIOBRA:	T-101		
DURACIÓN DEL TRABAJO:	DE: 5:00 A 18:00 HRS	FECHA DE LA OPERACIÓN:	17/08/2020

CANTIDAD /CMUI	CANTIDAD /CMU	CANTIDAD /CMU	CANTIDAD /CMU	CANTIDAD /CMU	CANTIDAD /CMU	CANTIDAD /CMU	CANTIDAD /CM	CANTIDAD /CM
2200								

No.	NOMBRE.	No CERTIFICACIÓN.	CAPACIDAD.	ESTADO.	HA SIDO INSPECIONADA?
1	Gallete	N/A	7T	B.E	✓
2	Gallete	N/A	7T	B.E.	✓

VERIFICACIÓN PREVIA A LA OPERACIÓN.
CONDICIONES CLIMATICAS 5 KM/HR. ¿HAY ALGUNA CONDICIÓN O ACCIÓN QUE INTERFIERA CON LA MANIOBRA? R= NO
DATOS DE LA GRÚA.
GRÚA articulada CAPACIDAD 3.5T LONGITUD DE PLUMA 7M
PESO DE LA CARGA 2200 KG.OTROS PESOS Ø KG.CAPACIDAD DE LA GRÚA 3500 KG.
PESO DE APAREJO _____ KG.CARGA BRUTA 2400 KG.GUARRIDO DEL CABLE Ø KG.
PESO DE GANCHO. 20 KG.CARGA BRUTA MENOR 200 KG.

FRENTE	LADO	ATRÁS	360 GRADOS.
POSICÓN INICIAL.	0°	POSICIÓN FINAL.	90°
ANGULO INICIAL	65°	ANGULO FINAL.	0°
LONGITUD DE PLUMA INICIAL.	90°	LONGITUD DE PLUMA FINAL.	0
CAPACIDAD.	3500	CAPACIDAD.	5000

SI SU % DE SEGURIDAD ES MAYOR A 75% SE DECLARA CRÍTICO, Y SE REQUIERE APROBACIÓN DEL SUPER INTENDENTE DEL PROYECTO.

ELABORA: SUPERVISOR DE SEGURIDAD.	REVISA: ENCARGADO DE TRABAJO	RESIDENTE DE OBRA.	AUTORIZA: SUPERVISOR DE SEGURIDAD
Joel Jasser Mdz Hdz	Edgar David Cuevas T.	Cristian Montiel	J. Jasser Mdz Hdz

Documento controlado por medios electrónicos, para uso exclusivo de ARROSAM

SH-RG-34 Rev.01 Pág. 1 de 1

Anexo 12.- Plan de Izaje.



Anexo 13.- Panel de Control de devanadora/traccionadora.



Anexo 14.- Código de colores de la fibra óptica.



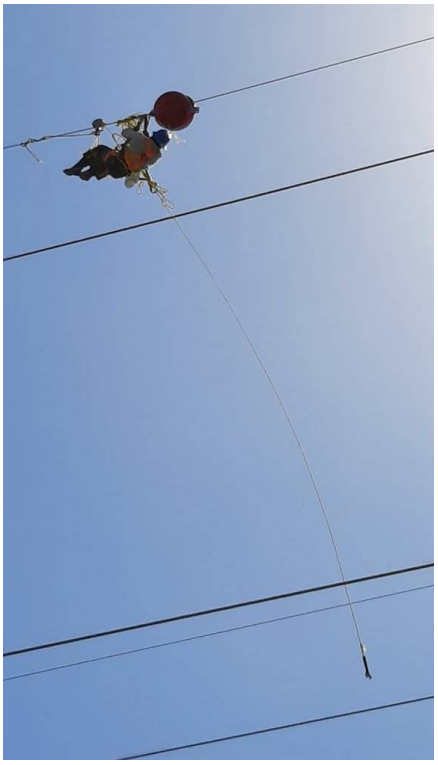
Anexo 15.- Herraje ocupado en tendidos (Libranza en Muerto).



Anexo 16.- Pértiga de comprobación de libranza en muerto.



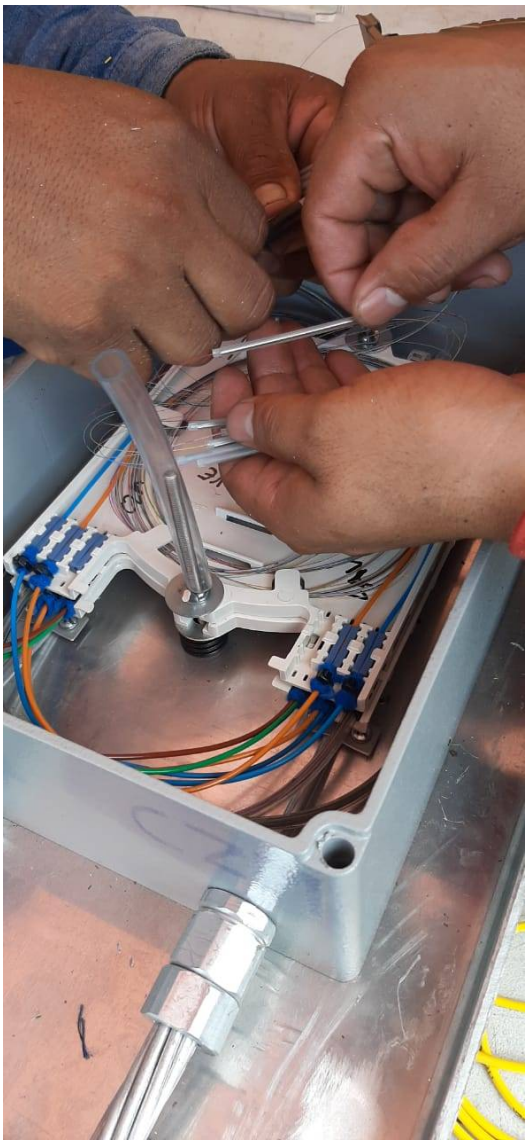
Anexo 17.- Protección del punto de anclaje.



Anexo 18.- Preparación para el descenso de claro medio.



Anexo 19.- Colocación de Boya a medio claro.



Anexo 20.- Colocación de la fusión de fibra en caja de empalme.