

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD REGIONAL PARANÁ**

**TÉCNICO SUPERIOR EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES  
ELÉCTRICAS**

TÍTULO:

**OPTIMIZACIÓN DEL TRAMO DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DE 13,2KV  
UBICADO EN RN18 ENTRE EL KM 14 Y 20, SAUCE MONTRULL – ENTRE RÍOS**

ALUMNOS: Víctor Carlos Alejandro Garro, [victorgarro@alu.frp.utn.edu.ar](mailto:victorgarro@alu.frp.utn.edu.ar)  
Bruno Fabricio Mattioli, [brunomattioli@alu.frp.utn.edu.ar](mailto:brunomattioli@alu.frp.utn.edu.ar)  
Raúl Cesar Richard, [raulrichard@alu.frp.utn.edu.ar](mailto:raulrichard@alu.frp.utn.edu.ar)

EMPRESA: ENERSA, Buenos Aires 87 – C.P. 3100 – Paraná, Entre Ríos

TUTOR: Ing. Juan Elsezar, Jefe Distrito Paraná

LUGAR: SAUCE MONTRULL

FECHA: 19 de Septiembre de 2023

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
Información sobre la Empresa .....	1
Misión .....	2
Visión .....	2
Valores.....	2
ORGANIGRAMA ENERSA .....	2
Antecedentes.....	3
Planteo del Problema .....	3
Justificación .....	4
Alcance y Limitaciones .....	4
OBJETIVOS .....	5
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
MARCO TEÓRICO .....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
RESULTADOS.....	11
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	12
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13
ANEXOS.....	14

## RESÚMEN

El abastecimiento de energía eléctrica de la Zona de Sauce Montrull se encuentra comprometido, tanto por el incremento de la demanda debido a su crecimiento exponencial semiurbano como por la cantidad de incidencias en la línea de 13,2kV. El cable desnudo que alimenta esta zona es un cable de aluminio de un diámetro nominal de 16 mm y una tensión nominal de 13,2 kV. La densa vegetación que crece cerca de la línea provoca cortocircuitos y otras fallas, provocando la interrupción del servicio y daños a los equipos, lo que afecta a los usuarios de la zona, que está en franco crecimiento, por lo que es necesario mejorar la confiabilidad del servicio.

La propuesta se centra en mejorar la tecnología de los conductores, los métodos de mantenimiento y los cambios estructurales. Reducir las fallas producidas en la línea, bajar las horas sin servicio, minimizar la cantidad de usuarios afectados y mejorar la calidad del suministro eléctrico.

Cambiar los actuales conductores desnudos por protegidos, Instalar fusibles aguas abajo de cada derivación e implementar un plan de poda, son las propuestas que entendemos como posibles de ser realizadas.

Se espera dar un salto de calidad en el servicio y reducir la cantidad de recursos destinados a la atención de las urgencias en la zona.

No se incluye el cálculo de estructuras de la postación, será derivado al sector correspondiente.

## RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Enersa por la oportunidad de nuestra formación profesional en esta casa de altos estudios, y a todas las autoridades de ésta Universidad.

Al mismo tiempo, a nuestras familias por su apoyo incondicional, a todos aquellos docentes que con entrega absoluta han logrado alimentar nuestra curiosidad y nuestras ganas de aprender. Y por supuesto a nuestros compañeros de estudios, ahora amigos, que con total generosidad nos han compartido sus conocimientos y experiencias.

Sin dudas somos otras personas, distintas a aquellas que ingresaron al primer año de esta carrera.

A todos ellos MUCHAS GRACIAS.

## INTRODUCCIÓN

La organización socioeconómica en la que nos encontramos exige una hiperconectividad, y por tanto una creciente exigencia en la no intermitencia del servicio eléctrico. Dicho requerimiento induce a realizar tareas de mantenimiento de mayor nivel de exigencia, y mejoras en la línea para tener un servicio eléctrico continuo, confiable y de alta calidad.

Por lo antes dicho, es fundamental pensar y proyectar trabajos alineados con estos objetivos, que, además deben poder ser ejecutados en distintas etapas observando las dificultades económicas y financieras que atraviesa el país y el sector en particular.

En este informe describiremos la situación actual del tramo de LMT aguas abajo del reconector Chapa M 11081 y propondremos mejoras que van desde procedimientos de mantenimiento hasta obras de extensión de línea.

### **Información sobre la Empresa**

“ENERSA (Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima) nace el 3 de mayo de 2005 mediante disposición del Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, quien le otorga la concesión para la prestación del Servicio Público de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en el área de cobertura correspondiente.

ENERSA es una empresa líder en el mercado eléctrico argentino que distribuye y comercializa electricidad a más de 400.000 usuarios en su área de concesión, concentrando el 71% del mercado de distribución de energía de toda la provincia. El restante 29% se encuentra atendido por 18 cooperativas eléctricas a las que a su vez ENERSA también brinda servicio.

De este modo, ENERSA tiene a su cargo el transporte y distribución de energía eléctrica en un área de 56.300 km<sup>2</sup> en todo el territorio de la Provincia de Entre Ríos, operando y administrando este servicio público esencial bajo estándares internacionales, de manera eficiente y confiable, respetando las disposiciones legales nacionales, provinciales y municipales vigentes y sobre todo brindando a sus usuarios un servicio seguro, de calidad y con tarifas altamente competitivas.

## Misión

Brindamos el servicio público de energía eléctrica con calidad y eficiencia; de manera comprometida con la sostenibilidad del medio y con el entorno social de nuestra región, a través de la responsabilidad social y el desarrollo productivo.

Nuestra misión se expresa, día a día, en la búsqueda y la preocupación por la satisfacción del usuario del servicio.

## Visión

Ser una empresa referente de calidad de gestión de Servicios Públicos, orientada a la satisfacción integral de nuestros usuarios.

Promotora del uso racional de los recursos energéticos, en un marco de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

## Valores

Orientación al usuario, Eficiencia, Experticia. Fuerza de equipo, Cuidado del ambiente, Seguridad.” (Enersa s.f)

## ORGANIGRAMA ENERSA



## Antecedentes

En los últimos cinco años se registraron un total de 218 fallas aguas abajo del reconector M11081 con causas diversas en diferentes horarios y en tramos diferentes, pero mayormente originados por causas desconocidas, seguido por árboles/ramas, poda y retiros de nidos de loros. Es importante reducir estas fallas porque afectan directamente a los usuarios, afectando la calidad del servicio.

## Planteo del Problema

Se advierte una recurrencia de fallas en la línea estudiada, las cuales, dejan sin servicio o generan flickers en la línea en forma reiterada. El problema se acentúa en épocas de crecimiento de la vegetación y se potencia cuando al mismo tiempo hay inclemencias climáticas. En ocasiones, dada la ubicación y la cantidad de usuarios afectados (menor a las zonas densamente pobladas) los trabajos de atención de la falta de servicio deben esperar, hasta que se solucionen los cortes que afectan a más usuarios. Aquí se evidencian dos cuestiones; la primera es la falta de servicio en sí mismo, y la otra, es la dedicación de recursos humanos y técnicos, para atender estas eventualidades.



## **Justificación**

Las soluciones propuestas permitirán mejorar la capacidad, eficiencia y confiabilidad de la línea, lo que tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios de la zona.

Entonces, la sumatoria del cambio de tecnología de los conductores desnudos a protegidos, más un plan de poda efectivo que nos permita actuar predictivamente, permitirá reducir las fallas a causa de contacto de árboles/ramas con la LMT que sacan de servicio a la misma y/o generan re-cierres.

Además, propondremos sumar elementos de protección en la línea, para sectorizar, aún más, un corte por cualquier tipo de falla. Específicamente planteamos la instalación de fusibles en cada derivación de la LMT, con esto queremos lograr que, en caso de falla, en una de esas ramas, solo estas sean afectadas.

## **Alcance y Limitaciones**

La propuesta de optimización se centra en mejorar la tecnología de los conductores, los métodos de mantenimiento y los cambios estructurales. No se incluye el cálculo de estructuras de la postación.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Buscamos reducir las fallas producidas en la línea, bajar las horas sin servicio, minimizar la cantidad de usuarios afectados y mejorar la calidad del suministro eléctrico.

### **Objetivos Específicos**

- Implementar un plan de poda.
- Cambiar los actuales conductores desnudos por protegidos.
- Instalar fusibles aguas abajo de cada derivación.

## MARCO TEÓRICO

En este apartado se revisará la literatura relevante sobre la optimización de líneas de media tensión.

- Las líneas de media tensión son aquellas que transportan energía eléctrica a tensiones entre 1KV y 35 kV. Se utilizan para distribuir la energía eléctrica desde las subestaciones de alta tensión hasta los usuarios finales.
- Radiales: En este tipo de líneas, cada usuario está conectado directamente a una subestación.
- Anilladas: En este tipo de líneas, los usuarios están conectados a dos o más subestaciones.
- Las pérdidas de energía en las líneas de media tensión se producen por dos causas principales:
- Pérdidas por efecto Joule: Estas pérdidas se producen por el paso de la corriente eléctrica a través de los conductores.
- Pérdidas dieléctricas: Estas pérdidas se producen por el campo eléctrico que se genera entre los conductores.

Los factores que influyen en las pérdidas de energía en las líneas de media tensión son los siguientes:

- Longitud de la línea: Una longitud mayor aumenta las pérdidas por efecto Joule y las pérdidas dieléctricas.
- Tipo de material de los conductores: El cobre tiene una menor resistividad que el aluminio, por lo que las pérdidas por efecto Joule son menores.
- Condiciones ambientales: La temperatura y la humedad aumentan las pérdidas por efecto Joule.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar, proponemos un plan de mantenimiento predictivo de poda.

El objetivo de este plan es realizar la poda de los árboles que se encuentran en el tramo de LMT de 13,2Kv ubicado en RN18, entre el 14km y el 20Km, Sauce Montrull – Entre Ríos, para garantizar la seguridad de la línea y la continuidad del servicio eléctrico.

La poda se realizará de acuerdo con las siguientes pautas:

- Se eliminarán las ramas que se encuentren dentro de la faja de servidumbre de la línea, que es de 10 metros de ancho a cada lado de la línea.
- Se utilizarán técnicas de poda seguras y adecuadas para evitar daños a la línea o a los árboles.
- Se realizará un seguimiento de la poda para asegurar que se cumplan los objetivos del plan.

El cronograma de poda se realizará en dos etapas:

- Etapa 1: del 1 de enero al 31 de marzo
- Etapa 2: del 1 de abril al 30 de junio

Para realizar la poda se utilizarán los siguientes recursos:

- Equipos de poda
- Personal capacitado

El plan se evaluará al finalizar cada etapa de poda. Se evaluará la calidad de la poda, el cumplimiento de los objetivos del plan y la seguridad de la operación.

La responsabilidad de la ejecución del plan recae en el siguiente equipo:

- Gerente de Mantenimiento
- Supervisor de Mantenimiento
- Personal de Mantenimiento

El plan se documentará en un informe que incluirá los siguientes datos:

- Objetivos del plan

- Alcance del plan
- Metodología de la poda
- Cronograma de la poda
- Recursos necesarios
- Evaluación del plan
- Anexos

El informe incluirá los siguientes anexos:

- Plano del tramo de LMT
- Lista de árboles a podar
- Procedimientos de poda
- Evaluación de riesgos
- La poda de árboles implica ciertos riesgos, como:
- Caída de ramas
- Contacto con la línea eléctrica
- Lesiones personales
- Trabajo en altura

Para mitigar estos riesgos, se aplicarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se utilizarán equipos de protección personal adecuados.
- Se trabajará en equipo para evitar accidentes.
- Se suspenderá la poda en condiciones climáticas adversas.

Este plan de poda es necesario para garantizar la seguridad de la línea. La poda se realizará de acuerdo con las pautas establecidas y se utilizarán los recursos necesarios para garantizar la seguridad.

El segundo aspecto por mejorar es la tecnología de los materiales, específicamente cambiar el conductor desnudo que se encuentra instalado actualmente, por uno protegido. La característica principal de este material es su baja tasa de cortes por descargas a tierra a causa de la vegetación. Si bien el sistema de línea compacta (que utiliza conductor protegido) está altamente comprobada su eficacia, es muy costosa porque requiere la instalación de postación y sujeción nueva.

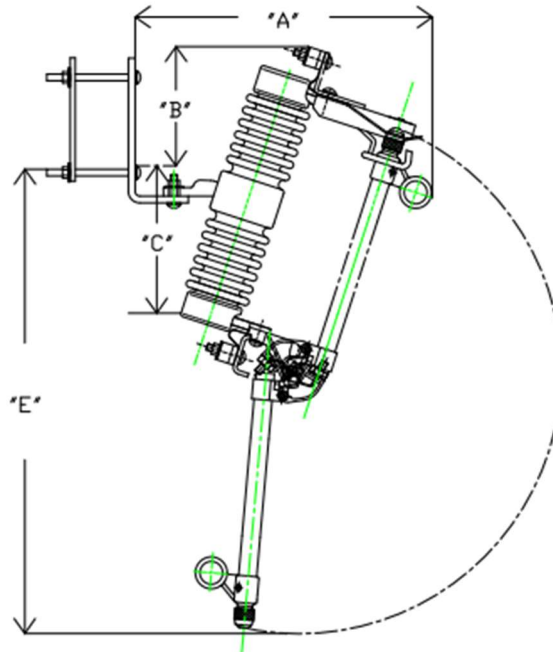


Para ello proponemos utilizar un conductor protegido para media tensión tipo marca CEPROK 15 kV, y de sección 95mm<sup>2</sup> cuyas características técnicas se exponen en el cuadro. La aplicación de este material nos permite utilizar la postación, herrajes y accesorios existentes. Para determinar si el vano en la postación existente es suficiente y/o debe realizarse alguna modificación se consultará al sector correspondiente.

En tercer lugar, se instalarán protecciones en puntos específicos, de modo tal que sectorizar en la mayor medida posible, las fallas que pudieran ocurrir. Para ello utilizaremos protección tipo fusible tipo KEARNEY de 100 A en cada derivación de la LMT.

*Tensión nominal 13,2 kV (IRAM 63005)*

Sección nominal	Formación circular	Diámetro cuerda	Espesor semi-conductor	Espesor cubierta	Diámetro exterior	Peso del cable	Carga de rotura	Resistencia eléctrica a 20°C	Capacidad de carga a 90°C en aire a 40°C
mm <sup>2</sup>	N°	mm	mm	mm	mm	kg/km	daN	ohm/km	A
50 / 8	6x3,2+1x3,2	9,6	0,5	3,0	16,6	351	1680	0,595	233
70 / 12	26x1,85+7x1,44	11,7	0,5	3,0	18,7	456	2630	0,413	292
95 / 15	26x2,15+7x1,67	13,6	0,5	3,0	20,6	578	3490	0,306	352



## Datos Técnicos Garantizados

<b>Normas de Fabricación y Ensayos</b>	ANSI C-37/41 C-37/42-IEC 282-2
<b>Tensión Nominal</b>	15/27 Kv
<b>Intensidad Nominal</b>	100 A
<b>Frecuencia</b>	50 HZ
<b>Tensión Máxima 1'</b>	60 Kv
<b>Tensión de Impulso</b>	125 Kv cr
<b>Tensión de Prueba</b>	45 Kv
<b>Poder de Interrupción Máximo</b>	12 kA asim
<b>Accionamiento</b>	A Pertiga Sist. Loadbuster
<b>Peso Completo</b>	9.5 kg
<b>Largo del Tubo</b>	376 =+ -2mm. Extremo sup. a centro pivot

## RESULTADOS

Los resultados esperados son, una importante reducción de la frecuencia de las fallas y de la cantidad de las mismas, logrando una mejora significativa en la calidad del servicio. Dada la ruralidad de la zona, la atención del servicio, en cuanto a la priorización de la urgencia, queda en segundo lugar. Es de esperar, también, la baja en la cantidad de comunicaciones al SATI y una reducción en las estadísticas. No será menor, la disminución en la exigencia a los grupos de guardia, y a la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Ahora es buen momento para dejar en claro que este trabajo requiere de, en primer lugar, un cambio de cultura organizacional. Se debe asignar recursos a las tareas de mantenimiento con la visión de que es una inversión que reducirá la frecuencia a la exposición y por tanto a la ocurrencia de accidentes laborales por las siguientes cuestiones.

- Los reclamos mayormente se dan con condiciones climáticas adversas
- Suelen ser varios a la vez
- Generalmente son muchos los usuarios afectados
- Los grupos de guardia se agotan física y mentalmente

Es importante el aporte que este trabajo puede hacer a la mejora de los indicadores de calidad al reducir, no solo los reclamos, sino la falta de servicio en los usuarios.

Sin dudas hay mejoras más completas y complejas, como pasar de una línea radial a anillada con otro distribuidor, pero no debemos perder de vista la factibilidad de las mejoras propuestas. Entendemos que las aquí presentadas tienen en cuenta la racionalidad y proporcionalidad necesarias para ser llevadas a cabo en un futuro cercano.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“Distribución Eléctrica” de José Luis Hernández

“Máquinas Eléctricas” de Stephen J. Chapman

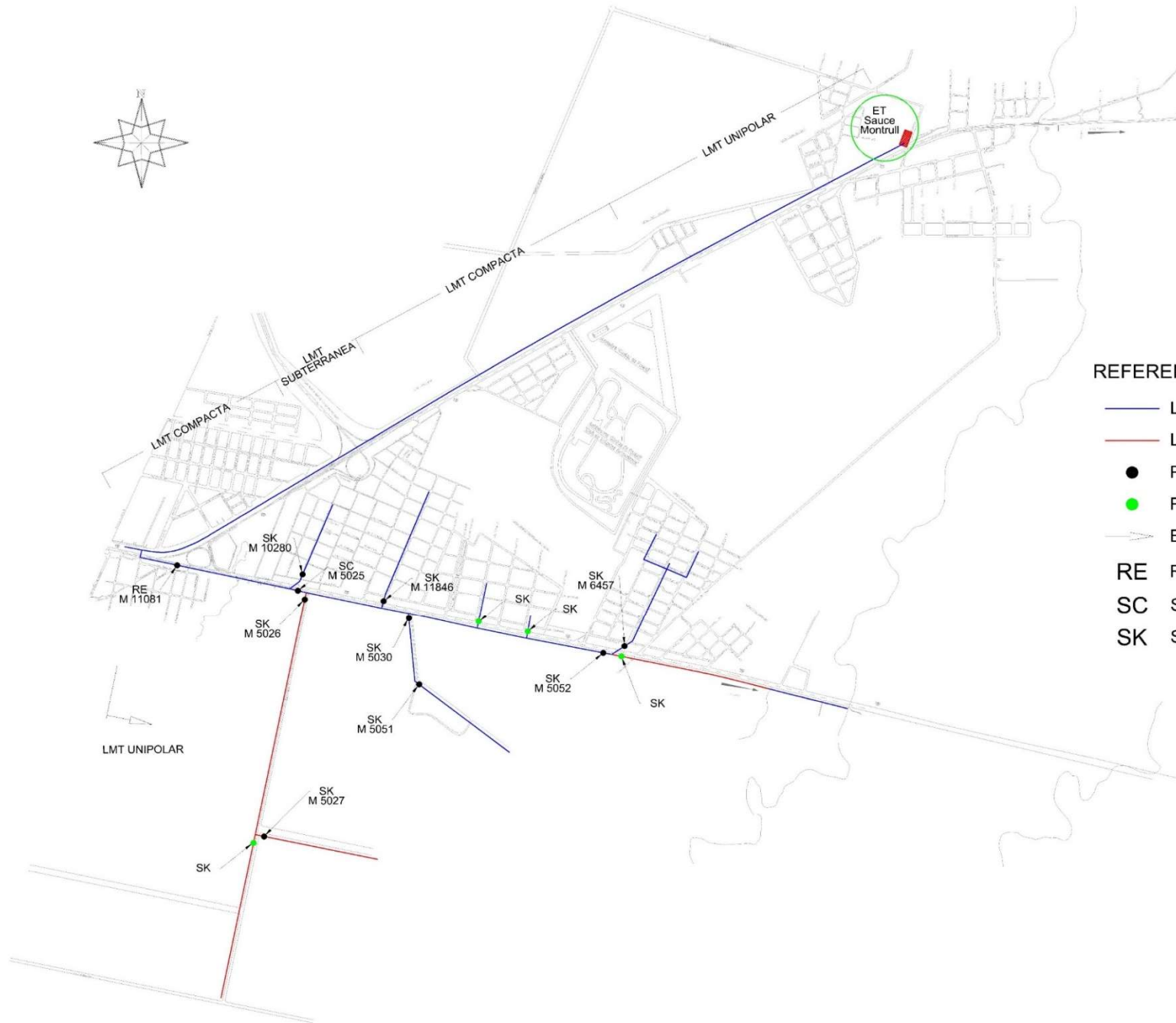
<https://www.enersa.com.ar/nuestra-empresa/#Autoridades>

<https://epre.gov.ar/web/>






<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia>

## ANEXOS

1. Plano General



### REFERENCIAS

-  LMT EXISTENTE
-  LMT a INTERVENIR
-  PROTECCIONES EXISTENTES
-  PROTECCIONES a INSTALAR
-  EN ADELANTE y DERIVACIONES
- RE** RECONNECTADOR
- SC** SECCIONADOR CUCHILLA
- SK** SECCIONADOR KEARNEY