

MARCO CONCEPTUAL ESPECÍFICO
PROYECTOS DE TENDIDO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

CAF-BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA



Bogotá, D.C.
Enero de 2017

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Definición de las etapas y actividades del proyecto	4

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema eléctrico asociado con las líneas o redes de transmisión de electricidad	1
Figura 2. Esquema básico de subestación eléctrica	2
Figura 3. Esquema básico de una estructura de transmisión	3

MARCO CONCEPTUAL ESPECÍFICO

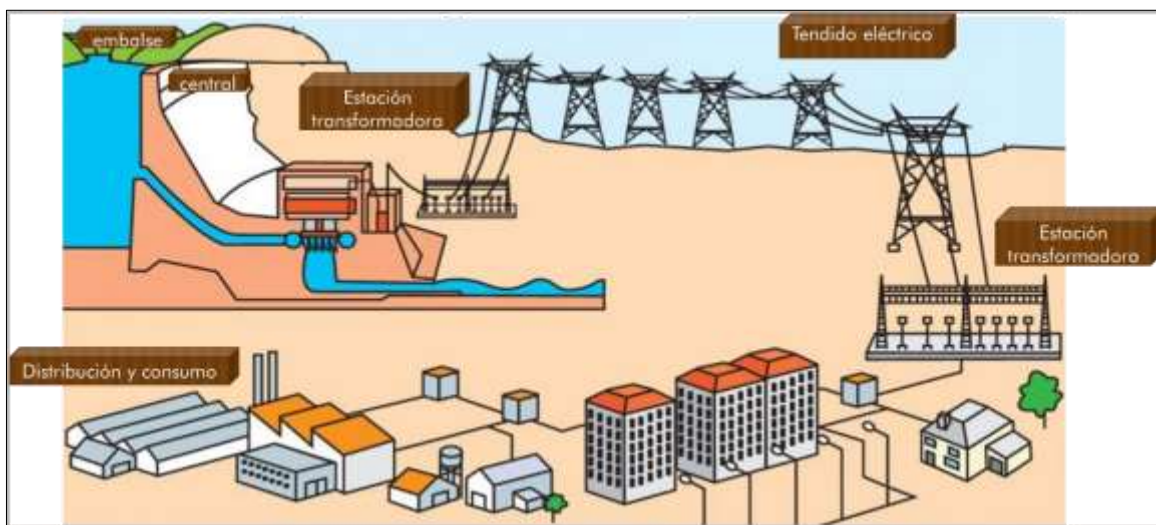
PROYECTOS DE TENDIDO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

CAF financia líneas de transmisión de alta, media y baja tensión, entendiendo que el sistema se compone por el tendido de conductores, las torres y las subestaciones, por lo tanto, esta Guía aplica a todos los proyectos de este tipo.

A continuación se definen las características de proyectos de tendido de transmisión eléctrica, así como los componentes típicos y elementos principales de dichos proyectos, esto con el fin de ofrecer una mejor orientación en relación con las intervenciones necesarias para la gestión del riesgo ambiental y social en este tipo de proyectos.

La actividad de transmisión eléctrica surge de la necesidad de interconectar los centros de generación de electricidad, los cuales se ubican en las cercanías donde el recurso esté disponible (agua, viento, sol, gas, entre otros) con los centros de consumo, que se caracterizan por tener una combinación diversa de clientes residenciales, comerciales o industriales, como se observa en la Figura 1.

Figura 1. Esquema eléctrico asociado con las líneas o redes de transmisión de electricidad



Fuente: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/la-electricidad-1407898.html>. Adaptado por Consorcio INERCO FACTOR, 2016.

Se entiende por tendido de transmisión eléctrica los sistemas diseñados para transportar la energía eléctrica de la forma más eficiente posible; están conformados en esencia por subestaciones terminales conectadas entre sí, por líneas aéreas o subterráneas de transmisión protegidas, ambas, por franjas de paso comúnmente conocidas como servidumbres.

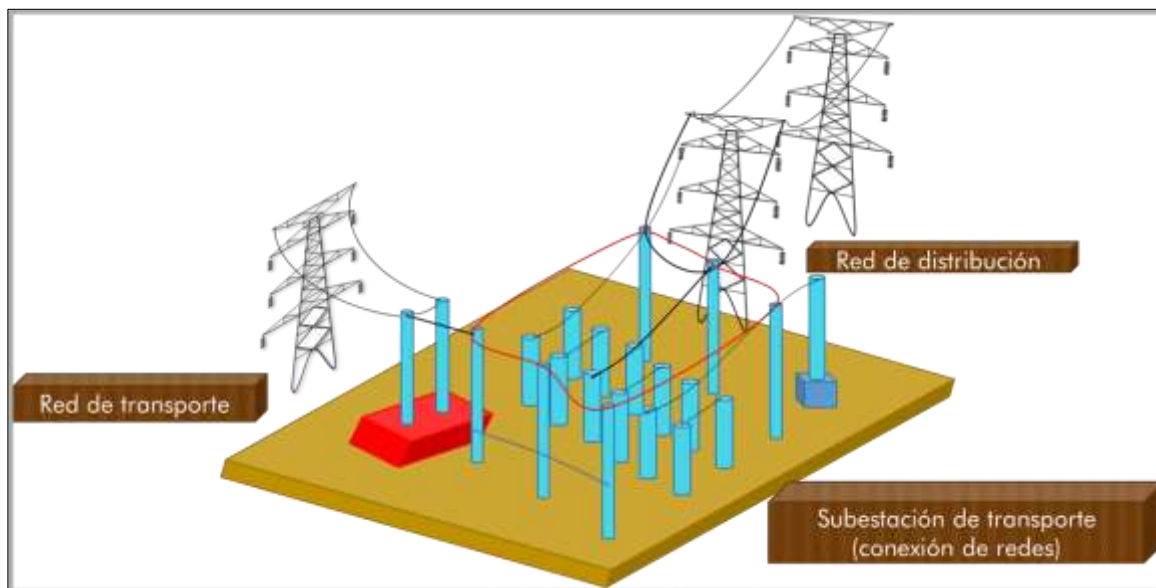
La infraestructura básica comprende, por ejemplo, subestaciones transformadoras elevadoras en los centros de generación de energía eléctrica, líneas de transmisión eléctrica con su infraestructura conexa y accesorios, que permiten transportar el fluido eléctrico hasta las

subestaciones receptoras y estas, a su vez, interconectar con otras áreas del sistema eléctrico o permitir la conversión de la misma energía a menores voltajes para su uso por los clientes finales. Es comúnmente aceptado clasificar las líneas de transmisión según su nivel de tensión o voltaje, de acuerdo con los intervalos identificados por IEC (2002). Así, se pueden considerarse las siguientes clasificaciones:

- Redes de baja tensión (BT) con voltajes de operación menores que 1 kilovoltio.
- Redes de media tensión (MT) con voltajes de operación mayor o igual que 1 kilovoltio y menor que 35 kilovoltios.
- Líneas de alta tensión (AT) con voltaje de operación entre 35 kilovoltios y menos de 220 kilovoltios.
- Líneas de extra alta tensión (EAT) con voltaje de operación mayor o igual que 220 kilovoltios.

Subestaciones eléctricas: son instalaciones donde se conjugan un conjunto de equipos contenidos en un espacio finito (terrenos cercados, bajo tierra, o dentro de edificios, para el caso de las subestaciones más pequeñas), cuya función es la de interconectar líneas de transmisión, transformar la energía eléctrica a un voltaje diferente (mayor o menor según sea la necesidad), y salvaguardar la integridad del sistema mediante dispositivos de detección y actuación ante fallas o perturbaciones, entre otras aplicaciones, como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2. Esquema básico de subestación eléctrica

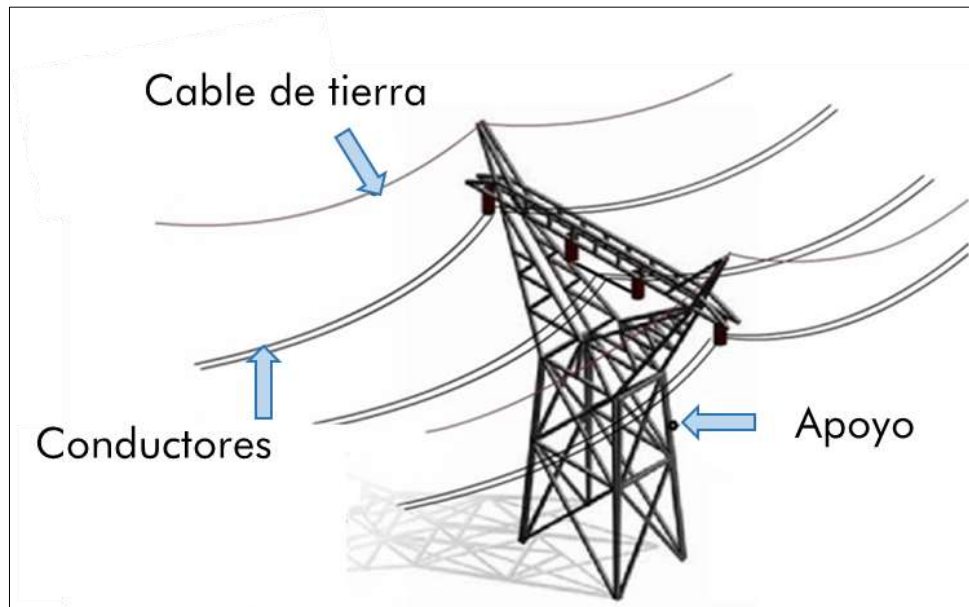


Fuente: <https://globalelectricity.wordpress.com/category/instalaciones-electricas/>. Adaptado por Consorcio INERCO FACTOR, 2016.

Líneas o redes de transmisión: incluyen las estructuras de soporte (torres, postes metálicos, postes de concreto, ductos subterráneos), los conductores de fase y de tierra o de guarda, los

mecanismos de aislamiento sean estos en aire o en gas SF₆, los materiales como herrajes y aisladores, y demás accesorios asociados con el transporte de la energía eléctrica de forma segura (Figura 3).

Figura 3. Esquema básico de una estructura de transmisión



Fuente: <https://globalelectricity.wordpress.com/category/instalaciones-electricas/>. Adaptado por Consorcio INERCO FACTOR, 2016.

Por razones de protección bilateral, es decir, que se proteja la integridad de las personas, el hábitat circundante y la infraestructura no eléctrica, y viceversa, los sistemas de transmisión requieren de *derechos de paso o servidumbres*. Estos previenen riesgos de daño a los componentes del sistema (contacto con ramas, incendios forestales, actividades humanas, etc.), aunque también cumplen una función de acceso a las instalaciones para servicio, inspección y mantenimiento.

Se deben considerar especialmente las distancias de seguridad, en otras palabras, las separaciones mínimas (horizontales y verticales) que deben ser mantenidas entre las líneas de transmisión y los distintos elementos del paisaje, naturales o antrópicos. Cuando se generan situaciones en que se deban romper las distancias de seguridad, se dice que se ha producido un acercamiento.

Los niveles de voltaje transmitidos (desde baja hasta extra alta tensión) implican distintas distancias de seguridad, cuyos valores específicos deben ser obtenidos a partir de la normativa nacional vigente en el país donde se ejecute el proyecto. Los requerimientos mínimos también pueden variar dependiendo de las innovaciones tecnológicas en el diseño de líneas, las particularidades ambientales y el ordenamiento territorial (rural o urbano) del área de influencia del proyecto, en consenso con las autoridades ambientales y locales respectivas.

1. DEFINICIÓN DE LAS ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Según Miranda (s.f.), el ciclo de vida de un proyecto de tendido de líneas de transmisión eléctrica comprende varias etapas y actividades, es relevante identificar y conocer las actividades que son realizadas como parte del diseño y la ejecución del proyecto -entendido como un agente perturbador o amenaza del territorio receptor- puesto que esto permite hacer explícitos los supuestos de generación de impactos, sobre los que se ejecuta la planificación y gestión del riesgo ambiental y social de los proyectos. A continuación, se presentan brevemente los objetivos y características centrales de las etapas de ejecución de este tipo de proyectos.

Los proyectos objeto de esta guía deben tener en cuenta las siguientes características y condiciones:

- **Objetivos:** se deben definir claramente los objetivos y metas. Es necesario que se puedan cuantificar y medir mediante indicadores.
- **Ordenamiento de actividades:** todo proyecto debe conservar un orden en las actividades a ejecutar, desde la concepción de la idea hasta su ejecución y puesta en marcha.
- **Localización:** la localización geográfica y espacial debe estar claramente definida.
- **Etapas del proyecto:** delimitación clara de las etapas del proyecto.
- Determinación de los **recursos** para ejecutar el proyecto y su entrada en operación.

En general, el ciclo de los proyectos corresponde a las fases que se cubren en el proceso de transformación de la idea a la respuesta, en la provisión de bienes o servicios que brindan solución a problemas previamente identificados.

El ciclo de vida de cualquier proyecto se inicia con la identificación de un problema o necesidad a la que se le busca una solución. Considera las siguientes etapas: prefactibilidad, factibilidad, diseño final, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento.

- *Prefactibilidad:* en esta etapa se depuran y afinan a mayor nivel de detalle los estudios técnicos, administrativos, institucionales y ambientales, para cada alternativa evaluada en la fase de perfil, descartando de manera definitiva las no factibles y seleccionando la mejor, para lo cual se recurre a profundizar en algunas variables a través de levantamiento de información primaria para depurar mejores los resultados. Adicionalmente, se realizan los análisis de sensibilidad para observar el comportamiento del proyecto ante supuestas alteraciones de las condiciones iniciales.
- *Factibilidad:* se realiza una primera aproximación al proyecto y medio receptor, con base en la compilación y estudio de antecedentes y de riesgos. Se define el área que se debe evaluar en el proceso de selección del trazado óptimo del tendido y se desarrolla la estrategia para planificar la operación. Adicionalmente, se gestiona la obtención de los permisos locales y nacionales de las autoridades no relacionadas con el sector eléctrico, para la construcción de las líneas de transmisión, que son un requisito previo para cualquier gestión de diseño definitivo de ingeniería o de la adquisición de servidumbres y materiales.

- *Diseño final:* en esta etapa se desarrollan los diseños detallados del trazado del tendido según la topografía y las condiciones ambientales fundamentales, como el caso del viento. También se efectúan los estudios geotécnicos para determinar las soluciones de las obras civiles y electromecánicas, la selección de conductores, la configuración de fases y guardas más los canales de comunicaciones, entre otros, y el plan de trabajo minucioso. Por otra parte, se deben obtener las franjas de servidumbre o paso para la construcción y la operación futura de las redes de transmisión. Estas franjas se definen generalmente desde el prediseño (en función de las decisiones óptimas del prediseño). Aun así, es importante reconocer que esta etapa puede finalizar, inclusive luego de la puesta en operación del proyecto. En esta etapa se inicia la aplicación de los planes de manejo ambiental para prevenir y minimizar los impactos ambientales y sociales.
- *Construcción:* consiste en la ejecución de todas las obras civiles (caminos, accesos, servidumbres, edificaciones, fundaciones de torres) y electromecánicas (subestaciones, torres, etc.) en el territorio. Durante esta etapa se genera la gran mayoría de los impactos del proyecto, y es cuando se deben tomar todas las precauciones posibles para que estos sean minimizados y mitigados, dentro de las posibilidades determinadas por los diseños definidos. Para aquellos impactos significativos que no pueden ser mitigados, deben planificarse y ejecutarse las medidas compensatorias. Además, se debe verificar el cumplimiento de los requisitos del diseño, de las compensaciones de los impactos, de los compromisos conexos y de la certificación de cumplimiento técnico que dan fe de la conformidad del proyecto con respecto a la normativa vigente.

En caso de requerirse realizar actividades de ampliación y/o modificación que implican del diseño y construcción de nuevas obras complementarias, las consideraciones con respecto a los posibles impactos son las mismas que las expuestas en las etapas de diseño y construcción aunque presumiblemente, la cobertura geográfica y magnitud de los mismos son menores que en la intervención original.

- *Etapas de operación y mantenimiento:* esta etapa recoge todos los procesos durante la explotación comercial y técnica de los activos, se ponen en funcionamiento los equipos e infraestructura instalados para la transmisión eléctrica, y se desarrollan actividades para su mantenimiento. Los impactos durante esta etapa son menores a los generados en la etapa previa, pero surgen nuevos, vinculados a la generación de campos electromagnéticos, los cuales se debieron haber identificado durante las etapas de diseño y verificados durante las pruebas de puesta en servicio.
- *Desmantelamiento o reposición de activos:* no es frecuente, aunque sucede, que una infraestructura para el transporte de energía eléctrica sea desmantelada, por lo que la actividad que se realiza con mayor frecuencia es la actualización tecnológica que es sencillamente una reposición parcial o total de la infraestructura original, a cuenta de la obsolescencia técnica o para mitigar riesgos subyacentes que, generalmente, son causados por el entorno natural o por intervención humana. Habitualmente, incluyen la instalación

provisional por tramos de una infraestructura equivalente a la actual, mientras se hace la reposición con las características definitivas. En este caso, debe considerarse el tamaño de la intervención define los permisos previos que se deben tramitar. En cuanto a la condición de desmantelamiento, consiste en el desmontaje y retiro de los equipos y construcciones implantadas para la operación. En esta etapa se debe procurar, en la medida de lo posible, restaurar las condiciones ambientales previas a la implantación del proyecto respetando los lineamientos de las autoridades ambientales encargadas.

En la Matriz 01 se listan y describen, brevemente, aquellas actividades técnicas principales de un proyecto de tendido de líneas de transmisión eléctrica, identificadas como susceptibles de generar alteraciones significativas en el medio físico-ambiental, social e institucional, durante todas las etapas de ejecución, desde el prediseño hasta la etapa de desmantelamiento.

- Esta Guía no hace referencia detallada a todas las actividades que pueden estar involucradas en un proyecto de tendido de líneas de transmisión eléctrica, sino exclusivamente a aquellas consideradas como susceptibles de generar impactos en el medio receptor.
- Las sugerencias previstas no sustituyen ni invalidan la planificación del proyecto de acuerdo con las normas técnicas nacionales o internacionales, ni los requerimientos técnicos específicos vigentes y aplicables para cada una de las etapas y actividades de los proyectos de tendido de líneas de transmisión eléctrica.

Este listado debe considerarse como una referencia u orientación al momento de elaborar los estudios y tareas de gestión de riesgo ambiental y social. El listado definitivo de las actividades que se deben considerar puede variar dependiendo de cada proyecto y de las condiciones específicas del medio receptor.