

“Sesquicentenario de la Epopeya Nacional 1864 - 1870”

1/3
SM



El PRESIDENTE de la REPÚBLICA del PARAGUAY

Asunción, 5 de junio de 2020

Nº 393

Señor Presidente:

Con sumo agrado me dirijo a Vuestra Honorabilidad, con el objeto de someter a estudio y consideración de ese Alto Cuerpo Legislativo el Proyecto de Ley «Que modifica el Artículo 1º de la Ley Nº 976/1982, “Por la cual se amplía la Ley Nº 966/1964, Que crea la Administración Nacional de Electricidad”».

El Proyecto de Ley que se presenta tiene por objetivo establecer 70 metros como franja de servidumbre en Líneas de Transmisión de 500 kV (35 metros a cada lado del eje de la Línea), en lugar de 110 metros, actualmente en vigencia (55 metros a cada lado del eje de la Línea), con la Ley Nº 976/1982, mencionada en el párrafo precedente.

La referida modificación será de gran utilidad para el desarrollo de importantes proyectos de construcción de Líneas de Transmisión en 500 kV, planificados para ser llevados a cabo a corto plazo.

El Proyecto es presentado a iniciativa de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), que ha justificado la conveniencia técnica, ambiental y social. En este sentido, nuevos estudios de Consultoría efectuados para la ANDE han determinado que con 70 metros de franja de servidumbre es suficiente cubrir los aspectos de seguridad (balanceos de los conductores) con las tecnologías actuales; y, a raíz de esto, es posible reducir el ancho de la franja de servidumbre. Dicha reducción es conveniente ya que resulta en un menor impacto en el entorno de zonas boscosas o vegetación natural a ser retirados, así como menor afectación general en las actividades que puedan ser desarrolladas en los terrenos por las cuales se tenga el paso de una línea de transmisión de 500 kV. Además de estas ventajas ambientales y sociales, se puede destacar que la reducción del ancho de la franja de servidumbre resultará en menores valores de superficie total afectada por una línea, y se podrá reducir de esta forma el impacto y el costo de los proyectos de transmisión en 500 kV.

Presidencia de la República
MARIO ABDO BENÍTEZ
2018 - 2023

“Sesquicentenario de la Epopeya Nacional 1864 - 1870”



El PRESIDENTE de la REPÚBLICA del PARAGUAY

-2-

Finalmente, es importante destacar que, similar acción ha sido tomada en ocasión de la construcción de la línea de transmisión recientemente culminada LT 500 kV Ayolas – Villa Hayes, aprobada por Ley N° 5184/2014. Por lo tanto, en virtud de los resultados satisfactorios que tal medida trajo al desarrollo del citado proyecto, y atendiendo a que la ANDE se encuentra trabajando en un ambicioso programa de construcción de una red de 500 kV, entendemos que resulta pertinente la adecuación de la Ley N° 976/1982.

Contando con el parecer favorable del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, elevamos a su consideración el presente Proyecto de Ley, entendiendo que el mismo resultará en beneficio del país.

Dios guarde a Vuestra Honorabilidad,

[Handwritten signature]
Mario Abdo Benítez
Presidente de la República del Paraguay

[Handwritten signature]
Arnaldo Wiens Durksen
Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones



Su Excelencia
Señor Blas Antonio Llano Ramos
Presidente de la Cámara de Senadores y del
Congreso Nacional
Palacio Legislativo

[Handwritten signature]
Roberto C. Cuenca
H. Cámara Senadores

CEXTER/351/2020



Carlos Rosso
Jefe de Autorización de Expedientes
Secretaría General
H. Cámara de Senadores

“Sesquicentenario de la Epopeya Nacional 1864 - 1870”



El PRESIDENTE de la REPÚBLICA del PARAGUAY

Proyecto de Ley N°.....

QUE MODIFICA EL ARTÍCULO 1° DE LA LEY N° 976/1982, «POR LA CUAL SE AMPLÍA LA LEY N° 966/1964, “QUE CREA LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD”».

EL CONGRESO DE LA NACIÓN PARAGUAYA SANCIONA CON FUERZA DE

LEY:

Artículo 1°.- Modificase el Artículo 1° de la Ley N°. 976/1982, que queda redactado de la siguiente manera:

«Artículo 1°.- Determinanse zonas de seguridad y servicio para las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución de la energía eléctrica en las propiedades de dominio público y privado sometidas a la servidumbre de electroducto por la Ley N° 966, del 12 de agosto de 1964.

La extensión de dichas zonas serán las siguientes:

Lineas-Voltios	Distancias en metros, medidas perpendiculares desde el eje geométrico de la línea, a cada lado de ese eje.
500.000	35
220.000	25
66.000	9
23.000	3».

Artículo 2°.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.



"CINCUENTENARIO DE LA DEFENSA DEL CHACO"

Poder Legislativo

Cámara de Diputados de la Nación
Palacio Legislativo

L E Y Nº 976.-

POR LA CUAL SE AMPLIA LA LEY Nº 966/64 QUE CREA LA AD-
MINISTRACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD (ANDE).

EL CONGRESO DE LA NACION PARAGUAYA SANCIONA CON FUERZA DE

L E Y:

Art. 1º.- Determinanse zonas de seguridad y servicio para las lí-
neas de transmisión, subtransmisión y distribución de
la energía eléctrica en las propiedades de dominio pú-
blico y privado sometidas a la servidumbre de electro-
ducto por la Ley Nº 966 del 12 de agosto de 1964.

La extensión de dichas zonas serán las siguientes:

LÍNEAS-VOLTIOS	DISTANCIA EN METROS, MEDIDAS PERPENDICULARMENTE DESDE EL EJE GEOMÉTRICO DE LA LÍNEA, A CADA LADO DEL EJE
500.000 - - - - -	55
220.000 - - - - -	25
66.000 - - - - -	9
23.000 - - - - -	3

Art. 2º.- La ANDE procederá, sin indemnización alguna, a la demo-
lición de cualquier obra o construcción que se efectúe
en la citada zona con servidumbre ya constituida y al
retiro de los materiales, así como a adoptar en ella to-
das las medidas necesarias para asegurar el permanente
y efectivo funcionamiento del servicio.

La ANDE señalará al infractor un plazo que no excederá
de quince días para la demolición de las obras y el re-
tiro de los materiales, bajo apercibimiento de hacerlos
efectuar por cuenta del remiso.

Art. 3º.- El ejercicio de las facultades conferidas en el artícu-
lo anterior y los trabajos de instalación y montaje de
las líneas de transmisión, subtransmisión y distribu-
ción de la energía eléctrica no podrán ser suspendidos
ni interrumpidos por ningún procedimiento judicial ni
administrativo, sin perjuicio de la ulterior acción ju-
dicial que pueda corresponder al interesado.

Art. 4º.- Las zonas de seguridad y servicio serán reservados por
el propietario en los loteamientos, sin perjuicio de las
áreas destinadas para plazas y edificios públicos.

Art. 5º.- Las indemnizaciones a que diere lugar esta ley se regi-
rán por la Ley Nº 966/64.





"CINCUENTENARIO DE LA DEFENSA DEL CHACO"

L E Y N° 976. (cont.) - 2 -

Poder Legislativo

Cámara de Diputados de la Nación
Palacio Legislativo

Art. 62.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO NACIONAL A LOS
DIEZ Y OCHO DÍAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO UN MIL NO
VEICENTOS OCHENTA Y DOS.



AUGUSTO GALDIVAR
PRESIDENTE CÁMARA DE DIPUTADOS

[Signature]
HENRICO A. VALAZQUEZ
SECRETARIO PARLAMENTARIO



H. CAMARA DE SENADORES
REPUBLICA DEL PARAGUAY
PRESIDENCIA
MARIANITA CHAVES
SECRETARIA CÁMARA DE SENADORES

[Signature]
CARLOS MARIA OCAMPO ARBO
SECRETARIO GENERAL

Asunción, 17 de ~~diciembre~~ de 1982.

TENGASE POR LEY DE LA REPUBLICA, PUBLIQUESE E INCRUTASE
EN EL REGISTRO OFICIAL.

[Signature]
GRAL. de DIV. (OR) JUAN ALONSO
MINISTRO DE OBRAS PUBLICAS Y CO
MUNICACIONES

[Signature]
GRAL. EJERC. ALFREDO STROESSNER
PRESIDENTE DE LA REPUBLICA



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD

DIRECCIONES
AV. ESPAÑA 1268
TELÉFONOS: 222713/16 – 211001/20
CASILLA DE CORREO 604
TELEFAX: (595-21) 212371
WEB: <http://www.ande.gov.py>
E-MAIL: ande@ande.gov.py

ASUNCIÓN, 14 de octubre de 2020
(PARAGUAY)

SÍRVASE CITAR N°: P. 3475/2020

Señor

Abel González, Presidente
Comisión Especial de Entes Binacionales y Desarrollo del Sistema Eléctrico de la República del Paraguay
Honorable Cámara de Senadores – Congreso Nacional
Asunción, Paraguay

De nuestra consideración:

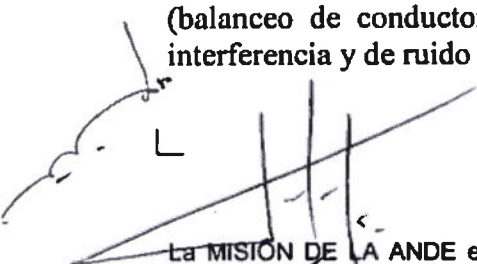
Nos dirigimos a usted con referencia a su Nota de fecha 21 de setiembre de 2020, registrada en nuestra Mesa de Entrada como Expediente SG/DSME/9708/2020 en fecha 22 de setiembre del año en curso, por medio de la cual solicita la postura institucional sobre el Proyecto de Ley *"QUE MODIFICA EL ARTICULO 1° DE LA LEY N° 976/1982, POR LA CUAL SE AMPLIA LA LEY N° 966/1964, QUE CREA LA ADMINISTRACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD"*.

Al respecto, esta Administración manifiesta su plena conformidad con los términos contenidos en la Nota N° 393 de fecha 5 de junio de 2020, por medio de la cual el Poder Ejecutivo, solicita al Alto Cuerpo Legislativo someter a estudio y consideración el citado Proyecto de Ley.

En efecto, dicho Proyecto de Ley tiene por objetivo establecer 70 (setenta) metros como franja de servidumbre en Líneas de Transmisión de 500 kV (35 metros a cada lado del eje de la Línea), en lugar de 110 (ciento diez) metros actualmente vigente (55 metros a cada lado del eje de la Línea), con la Ley N° 976/1982 mencionada precedentemente.

Cabe resaltar, que la referida modificación será de gran utilidad para el desarrollo de importantes Proyectos de Construcción de Líneas de Transmisión en 500 kV, como ser la Línea de Transmisión Margen Derecha – Yguazú, actualmente en inminente inicio de obra.

Es importante mencionar que nuevos estudios de Consultoría han determinado que con 70 (setenta) metros de franja de servidumbre, es suficiente para cubrir los aspectos de seguridad (balanceo de conductores, análisis de campos eléctricos y electromagnéticos, análisis de radio interferencia y de ruido audible), con las tecnologías actuales.



La MISIÓN DE LA ANDE es satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país y actuar en el sector eléctrico regional, con responsabilidad social y ambiental y excelencia en la administración y el servicio, para contribuir al desarrollo del Paraguay y al bienestar de su población.



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD

Nota P. 3475/2020 - 14/10/2020

Ref.: Expediente SG/DSME/9708/2020

En ese sentido, cumplimos en remitirle adjunto un resumen de los beneficios desde el punto de vista social, ambiental, económico y técnico del citado Proyecto de Ley, así como las copias de los Informes realizados por la Consultora LEME-TRACTEBEL Engineering, con relación a los Estudios de Rubros de Ruidos e Interferencias y Estudios sobre Definición de la Franja de Servidumbre.

Por último, se pretende tener un menor impacto con los propietarios por donde atraviesan las Líneas de Transmisión, reduciendo el ancho de esta franja y consecuentemente los costos de paso y las erogaciones de la ANDE.

Sin otro particular, hacemos propicia la oportunidad para saludarle con nuestra más distinguida consideración.

ADMINISTRACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD

Ing. FÉLIX SOSA
Presidente

MBR/gb
GT
Adj.

2/2

La MISIÓN DE LA ANDE es satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país y actuar en el sector eléctrico regional, con responsabilidad social y ambiental y excelencia en la administración y el servicio, para contribuir al desarrollo del Paraguay y al bienestar de su población

PROPUESTA DE MODIFICACION DEL ANCHO DE FRANJA DE SERVIDUMBRE EN EL NIVEL DE 500 KV PARA LINEAS DE TRANSMISION ELÉCTRICA

Inicialmente exponemos que conforme a la Ley N° 976/82 (Vigente), el ancho de la franja de servidumbre de una Línea de Transmisión en 500 kV es de 110 metros (55 metros a cada lado del eje de la Línea de Transmisión). Con el proyecto de Ley sugerido por la ANDE se pretende disminuir de dicho valor de ancho a 70 metros (35 metros a cada lado del eje de la Línea de Transmisión).

La implementación de esta reducción en el ancho de la franja de servidumbre traerá aparejado varios beneficios a los proyectos a ser desarrollados por esta ANDE, en el marco de las Inversiones previstas de ser realizadas.

1. Desde el Punto de Vista Social y Ambiental:

La reducción del ancho de franja en estas Líneas de Transmisión, implicará un menor impacto sobre propietarios, reduciendo las afectaciones a infraestructuras y viviendas, y por consiguiente la necesidad de reubicación de las mismas. Es importante recordar que en los casos de necesidad de este hecho, existen traslados físicos de familias a otros sitios, con los consecuentes requerimientos de medidas adicionales de compensación para la rehabilitación social y económica.

En cuanto a los cultivos permanentes y plantaciones forestales, disminuirán los impactos con esta reducción, y de esta manera se pretenderá en todo momento minimizar los efectos negativos sobre los ingresos económicos de estas familias. Así también, disminuirán las erogaciones en concepto de indemnización.

Se reducirá el cambio permanente del uso del suelo como consecuencia de la restricción que impone la constitución de la franja de servidumbre, posibilitando conservar una mayor cantidad de bosques naturales, de vegetación nativa y de hábitats naturales, reduciendo otros efectos negativos como la pérdida de la fertilidad de los suelos, erosión y sedimentación de cursos de agua.

Facilitará en gran medida el cumplimiento de las políticas de salvaguardas ambientales y sociales de Organismos Multilaterales de Crédito al reducir los impactos sobre el ambiente natural y social, permitiendo el desarrollo de proyectos más sostenibles, que mejoren la calidad de vida, que mantengan la capacidad de producción y las fuentes de ingresos de las poblaciones afectadas, y sean mejor aceptadas por las comunidades.

Respecto a este último párrafo es importante acotar que la ANDE permanentemente financia obras de infraestructura a través de Organismos Multilaterales de Crédito, por lo cual es importante en todo momento el cumplimiento de las Políticas de cada una de estas Organizaciones.

Juan G. J.



2. Desde el punto de Vista Económico.

Generaría una menor erogación para la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), debido al ahorro en los desembolsos por pagos en concepto de indemnizaciones, hasta en un 36% tanto por mejoras como por restricción en el uso del terreno. Cabe resaltar además, que al existir la mencionada reducción de las afectaciones, los propietarios afectados han de quedar con un mayor espacio útil en su inmueble, disminuyendo consecuentemente y en gran medida posibles demandas y reclamos que encarecen los precios finales de las Obras de Transmisión.

Así también, es importante mencionar que con esta reducción, se acortarían los plazos para la liberación total de las Franjas de Servidumbre, debido a la menor resistencia de los afectados por un ancho disminuido cumpliendo así los plazos establecidos para la culminación de las obras previstas evitando retrasos y sus consecuentes sobrecostos.

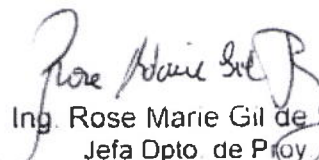
3. Desde el Punto de Vista Técnico:

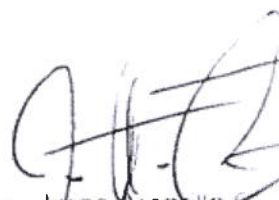
Conforme a Estudios realizados por la Consultora LEME – Tractebel Engineering, para las condiciones meteorológicas más desfavorables en las zonas de implantación de las Líneas de Transmisión en el País, se han verificado las condiciones de balanceo de los conductores y las distancias de seguridad eléctrica definida mediante Normas Internacionales para un vano medio ponderado de las Líneas

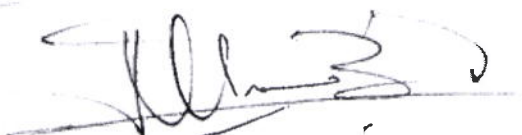
Así también se han verificado los límites de ruido audible y campos eléctricos y magnéticos, generados por las Líneas de 500 kV.

En todos los análisis de los aspectos mencionados con anterioridad para Líneas de 500 kV, en simple como en doble circuito se ha concluido que con el ancho de franja de 70 metros (35 metros a cada lado en forma perpendicular al eje de la Línea de Transmisión), se cumplen las exigencias internacionales establecidas en las Normas

Es nuestro Informe -


Ing. Rose Marie Gil de Stark
Jefa Dpto. de Proy.
Electromecánicos


Ing. Jorge Amarilla C.
Jefe Div. de Proy. de
Generación y Transmisión


Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico

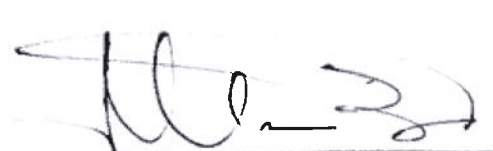


00	27.05.14	Atendidos los comentarios de ANDE	PHSV	HWS	ERR	
0A	08.01.14	Emisión Inicial	PHSV	HWS	ERR	
Nº	Fecha	Naturaleza de la Revisión	Ejecutado	Verificado	Aprobado LEME	Aprobado ANDE

ANDE

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD

TRACTEBEL Engineering <small>GDF SVEZ</small> LEME			LÍNEA DE TRANSMISIÓN 500kv YACYRETÁ VILLA HAYES			
EJECUTADO	PHSV	18.11.13	ESTUDIOS BÁSICOS ESTUDIOS DE RUIDOS E INTERFERENCIAS			
VERIFICADO	HWS	19.11.13				
APROBADO	ERR	20.11.13				
NÚMERO	4970-IN-036	NÚMERO			HOJA	REVISIÓN
		Mxxxx-34100-012-IN			1 de 22	00


Ing. Miguel A. Báez R.
 Gerente Técnico



1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados del estudio de ruidos e interferencias de la LT 500 kV Ayolas – E. Villa Hayes

2. OBJETIVO

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la configuración de conductores recomendada en el documento "Estudio de Selección del Conductor", desde el punto de vista de campo eléctrico, RI y ruido audible.

Los campos eléctricos y magnéticos generados en la sección transversal de la franja de servidumbre y en su llmite se encuentran determinados en el Anexo 1 de este documento.

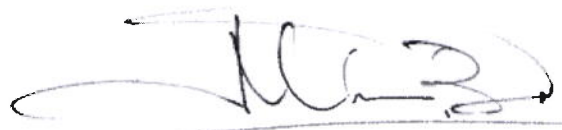
3. DATOS DE LA LT DE 500 kV

Para la LT de 500 kV, fueron utilizados los siguientes datos:

- Cable conductor: 4 x Rook - 636 MCM - ACSR
Diámetro = 0,02481 m
R (50°C) = 0,0994 Ω /km
RMG = 0,00997m
Distancia en el haz (bundle) = 457,2 mm
- Cable de Guarda: - 3/8" HS
D = 0,00977 m
Xa = 0,8236 Ω /km
R = 4,886 Ω /km
- OPGW
D = 0,015 m
RMG = 0,00588 m
R (20°C) = 0,426 Ω /km
- Coordenadas, en metros, de los cables fase con relación al eje de la línea y al suelo, utilizadas en el cálculo de RI y ruido audible:

A: -10,8 ; 16,0
B: 0,0 ; 16,0
C: +10,8 ; 16,0
- Coordenadas, en metros, de los cables de guarda con relación al eje de la línea y al suelo, utilizadas en el cálculo de campo eléctrico al nivel del suelo:

Hoja 3 de 22



Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico



El límite establecido por el NESC [3] para corrientes inducidas en la franja de servidumbre de una LT es de 5 mA, y tiene como base el hecho de que los estudios experimentales indican que para este nivel de corriente, los seres humanos no estarían propensos a padecer contracciones musculares descontroladas; por lo tanto, este valor es inferior a la llamada corriente "Let-go" (6 mA para las mujeres y 9 mA para los hombres). Dependiendo de la situación, es conveniente establecer límites inferiores a 5 mA. Es el caso, por ejemplo, de áreas de estacionamiento en general, ya que en estos lugares es constante la presencia de personas, inclusive niños, en contacto con automóviles. En este caso se sugiere que la corriente máxima sea 1 mA, de acuerdo con la Tabla 2. La definición del límite a observar en áreas específicas depende de cada situación en análisis y deben observarse los valores de orientación definidos en la Tabla 2.

Tabla 2

**LÍMITES PARA LA CORRIENTE DE CONTACTO (60 Hz Y 50 Hz)
EN LA FRANJA DE SERVIDUMBRE**

Corriente rms (mA)	Situación	Observaciones
1,0	Áreas en que la presencia del ser humano, inclusive niños, es constante.	Este es el orden de magnitud del inicio de percepción de hombres y mujeres.
2,0	Áreas de circulación humana, pero restringida para los niños	Valor inferior a la reacción muscular peligrosa (2,2 mA para mujeres y 3,2 mA para hombres con 50% de probabilidad)
5,0	Todas las demás áreas de acceso abierto al público	Valor inferior al límite de corriente "Let-Go" (9,0 mA para el 0,5% de los hombres y 6,0 mA para el 0,5% de las mujeres)

Otro fenómeno a considerar es la posibilidad de ignición de combustible, hay tres casos básicos:

- Ignición causada por descargas capacitivas entre electrodos fijos o en cierre.
- Ignición causada por interrupción de circuitos inductivos entre contactos en abertura.
- Ignición de combustible inducida por corona.

Se muestra que las chispas que causan ignición de combustible, en los dos primeros casos, corresponden a corrientes de descargas no superiores a 5 mA.

Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico



- automóvil pequeño: 0,1 μ A
- ómnibus/camión: 0,5 μ A

Se verifica que los límites de campo eléctrico y corrientes de contacto se cumplen.

5. ANÁLISIS DE RADIO INTERFERENCIA

La Radio Interferencia producida por descargas corona en líneas de transmisión son bien identificadas en los rangos de 0,5 a 1,6 MHz, midiéndose en dB sobre 1 μ V/m para 1 MHz. Su importancia depende de la densidad de población a lo largo de la LT y de la señal emitida por las diversas estaciones de radio. Por lo tanto, el nivel de ruido provocado por la LT solamente tiene sentido cuando se compara a la señal emitida, por medio de la relación señal/ruido. La Tabla 3 establece un límite máximo de relación señal/ruido entre 22 y 32 dB, para una señal de 66 dB (ciudades de 2.500 a 10.000 habitantes).

Tabla 3

CALIDAD DE RECEPCIÓN EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN SEÑAL/RUIDO [1]

Relación Señal/Ruido (dB)	Calidad de la recepción	Clase de recepción
32	Totalmente satisfactoria	A
27 -32	Muy buena - ruido de fondo no obstructivo	B
22 -27	Razonablemente buena - ruido de fondo evidente	C
16 -22	Voz humana fácilmente inteligible - ruido muy evidente	D
6 -16	Voz humana inteligible solamente con mucha concentración	E
< 7	Voz humana ininteligible	F

Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico



Las LT constituyen una fuente sonora particular cuando se comparan a otras más comunes existentes (automóviles, aviones, etc.), motivo por el cual no existe una definición de niveles específicos en la literatura especializada. Ante esta situación, estudios presentados en Ref [5] discuten los niveles considerados aceptables.

Para la definición del límite de intensidad sonora admisible hay que considerar factores como: tipo de ambiente (abierto o cerrado), periodo de análisis (mañana, tarde o noche), tiempo de exposición, etc.

Comúnmente se utiliza la siguiente nomenclatura:

L_{eq} → define el nivel sonoro equivalente para un determinado período, cuantificando el nivel sonoro que, ejercido continuamente en este período, correspondería a la misma energía.

L_{dn} → define el nivel sonoro asociado a período diurno o nocturno.

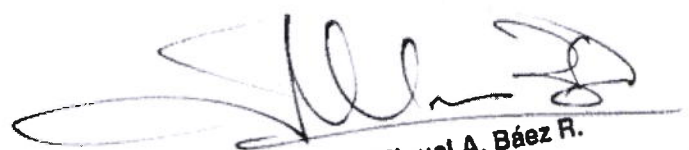
L_5 → define el nivel de ruido sonoro excedido en solo 5% del tiempo. Generalmente se asocia a una lluvia fuerte.

L_{50} → define el nivel de ruido sonoro excedido en 50% del tiempo. Generalmente se asocia a lluvia suave.

Conforme mencionados, los niveles sonoros considerados satisfactorios son funciones del ambiente. A continuación se muestra el ejemplo de una guía sobre niveles de ruido sonoro del EPA (Environmental Protection Agency de los EEUU) que ratifica este concepto.

La definición de la intensidad de ruido sonoro admisible será función, además, de la frecuencia emitida. De la Ref. [8] se extraen las siguientes Tablas que muestran los límites de intensidades sonoras recomendables.

La Tabla 4 muestra niveles sonoros máximos recomendables para día y noche, en función de las áreas y horarios, para algunos estados norteamericanos. Se observa que, para una misma potencia acústica, el individuo responderá con amplificación de + 10 dB para período nocturno en comparación con el período diurno-vespertino.



Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico

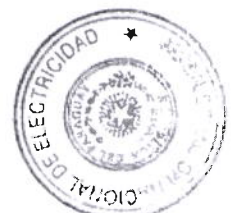


Tabla 5 - Resumen de Recomendaciones de algunos Estados Norteamericanos

Estado	Ruido Máximo Permitido en Áreas Residenciales dB (A)		Observaciones
	Día	Noche ⁽¹⁾	
Colorado	55	50	
Illinois	55	45	Fuente clase A
	55	45	Fuente clase B
	61	51	Fuente clase C
New Jersey	65	50	
Oregon	60	55	Propiedades privadas

Nota (1): Período de 22h00 a 7h00, excepto en Colorado donde se considera de 19h00 a 7:00 hs
Fuente Clase A: De carácter residencial
Fuente Clase B: De carácter comercial
Fuente Clase C: De carácter industrial (las líneas de transmisión están dentro de esta categoría).

Datos de Entrada:

Para evaluar el nivel de ruido audible generado por la LT de 500 kV Ayolas – Villa Hayes, se consideraron:

- Ruido máximo admisible: 52 dB (A) para ambientes al aire libre.
- Ancho de la franja de servidumbre: 70 m.

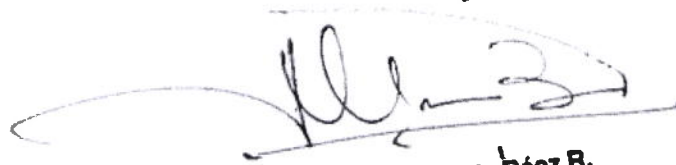
Análisis de los Resultados:

Utilizando el software "TL Calculation – Dynamic Control"



[9] F. Kiessling et al: Overhead Power Lines – Springer - 2003

Hoja 13 de 22



Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico



LT 500 kV Ayolas – Villa Hayes: Determinación del Campo eléctrico – Hojas de salida

CAMPOS

ELECTRIC FIELD VALUES

DISTANCE (Feet)	E in X (kV/m)	E in Y (kV/m)	E Product (kV/m)	E Max (kV/m)
-165	0.030	0.599	0.600	0.600
-160	0.033	0.652	0.653	0.653
-155	0.037	0.710	0.711	0.711
-150	0.041	0.775	0.776	0.776
-145	0.046	0.848	0.849	0.849
-140	0.052	0.930	0.931	0.931
-135	0.058	1.021	1.023	1.023
-130	0.065	1.124	1.126	1.126
-125	0.074	1.240	1.242	1.242
-120	0.083	1.370	1.372	1.372
-115	0.093	1.516	1.519	1.519
-110	0.104	1.680	1.683	1.683
-105	0.117	1.864	1.868	1.868
-100	0.130	2.070	2.074	2.074
-95	0.144	2.298	2.303	2.303
-90	0.158	2.550	2.555	2.555
-85	0.171	2.824	2.829	2.829
-80	0.181	3.118	3.123	3.123
-75	0.187	3.426	3.431	3.431
-70	0.187	3.739	3.743	3.743
-65	0.177	4.042	4.046	4.046
-60	0.157	4.316	4.319	4.319
-55	0.130	4.538	4.540	4.539
-50	0.112	4.679	4.681	4.680
-45	0.135	4.716	4.718	4.716
-40	0.200	4.629	4.633	4.630
-35	0.283	4.414	4.423	4.417
-30	0.365	4.085	4.102	4.092
-25	0.433	3.679	3.704	3.688
-20	0.479	3.247	3.283	3.257
-15	0.501	2.852	2.896	2.861
-10	0.505	2.547	2.596	2.551
-5	0.499	2.361	2.413	2.362
0	0.496	2.300	2.353	2.300
5	0.499	2.361	2.413	2.362
10	0.505	2.547	2.596	2.551
15	0.501	2.852	2.896	2.861
20	0.479	3.247	3.283	3.257
25	0.433	3.679	3.704	3.688
30	0.365	4.085	4.102	4.092
35	0.283	4.414	4.423	4.417
40	0.200	4.629	4.633	4.630
45	0.135	4.716	4.718	4.716
50	0.112	4.679	4.681	4.680
55	0.130	4.538	4.540	4.539
60	0.157	4.316	4.319	4.319
65	0.177	4.042	4.046	4.046
70	0.187	3.739	3.743	3.743

Hoja 15 de 22



Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico



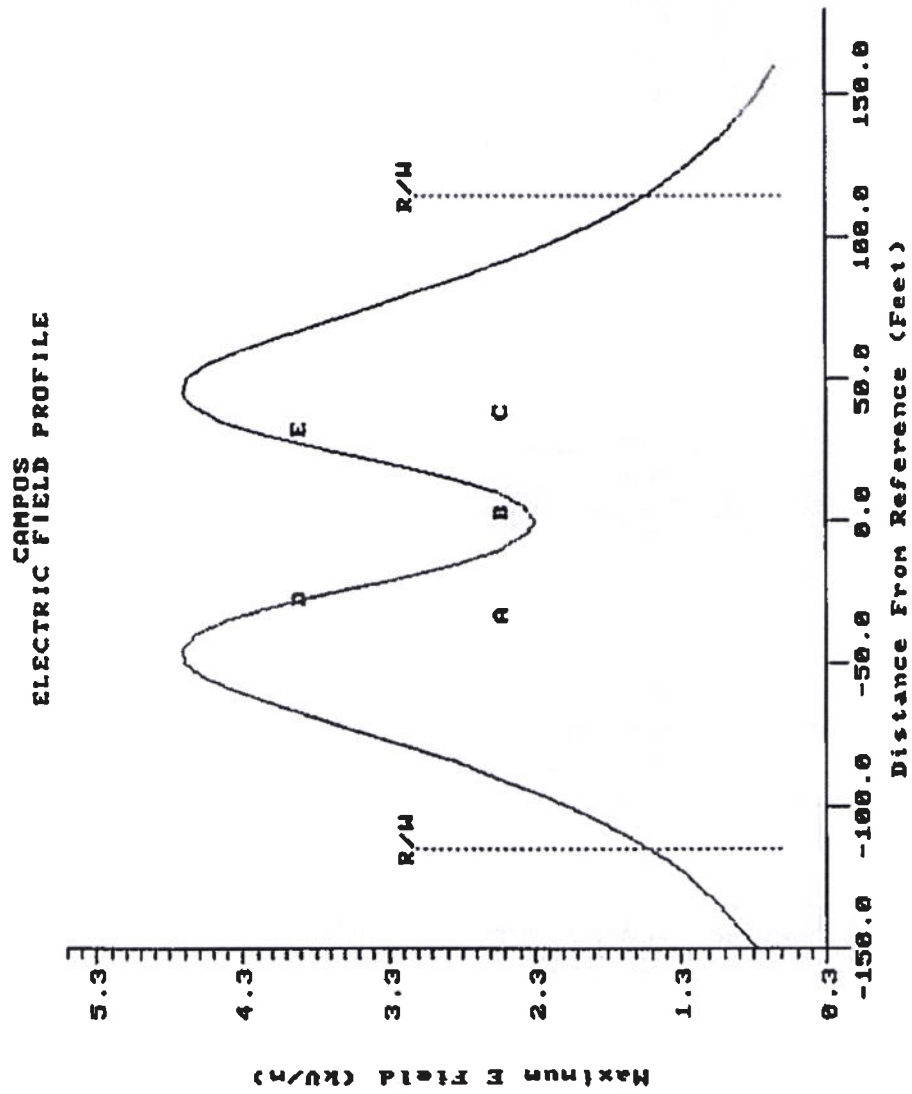



Figura 1: LT 500 kV Ayolas – Villa Hayes Perfil transversal del Campo eléctrico


Ing. Miguel A. Báez P
Gerente Técnico



75	54.878	11.825	56.137	55.710
80	49.665	13.964	51.590	51.259
85	44.765	15.666	47.427	47.170
90	40.252	16.853	43.637	43.436
95	36.152	17.581	40.200	40.042
100	32.464	17.938	37.090	36.965
105	29.168	18.008	34.279	34.180
110	26.235	17.863	31.739	31.660
115	23.632	17.562	29.443	29.379
120	21.325	17.150	27.366	27.314
125	19.280	16.665	25.484	25.442
130	17.467	16.131	23.776	23.742
135	15.858	15.571	22.224	22.196
140	14.428	14.998	20.811	20.788
145	13.155	14.424	19.522	19.503
150	12.021	13.857	18.344	18.328
155	11.007	13.302	17.265	17.252
160	10.099	12.763	16.276	16.264
165	9.285	12.243	15.366	15.356

Ing. Miguel A. Báez R
Gerente Técnico



**ANEXO 2: Salida del Programa "TL Calculation – Dynamic Control"
Análisis de "Radio-Interferencia (RI) y Ruido-Audible (RA)**

Salida 3: Radio Interferencia y Ruido Audible

Ancho de la franja de servidumbre: 70 m
Radio Interferencia (RI)

RI₁ de la fase más próxima: RI₁(db) = 37,4
RI₂ de la 2ª fase más próxima: RI₂(db) = 33,3
RI total resultante: RI_{tot}(db) = 36,9
RI total 50%: RI_{tot}(db)_{50%} = 38,4
RI corregido: RI_{tot-cor}(db) = 35,4

RI adoptado → 36,0 dB

Ruido Audible [en dB(A)]

RA fases	Valor intermedio 1	Valor intermedio 2
RA1	44,59	91
RA2	44,59	119
RA3	44,59	166
RA _{buen tiempo}	25,7dB(A)	

Valores finales de RA

RA (dB(A))	Tiempo seco	25,7
RA _{50%} (lluvia blanda)	Valor 50%	26,7 (Adoptado → 27)

Corona Visual

Ing. Miguel A. Báez F
Gerente Técnico



00	28.05.14	Atendidos los comentarios de ANDE	JPR	HWS	ERR	
0B	20.11.13	Revisión como Acta de Reunión nº13	JPR	HWS	ERR	
0A	28.06.13	Emisión Inicial	JPR	HWS	ERR	
Nº	Fecha	Naturaleza de la Revisión	Ejecutado	Verificado	Aprobado LEME	Aprobado ANDE

ANDE

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD

TRACTEBEL Engineering <small>GDF SVEZ</small> LEME			LÍNEA DE TRANSMISIÓN 500KV YACYRETÁ VILLA HAYES			
EJECUTADO	JPR	26.06.13	ESTUDIOS BÁSICOS Definición de la Franja de Servidumbre			
VERIFICADO	HWS	27.06.13				
APROBADO	ERR	28.06.13				
NÚMERO	4970-IN-002	NÚMERO		Mxxxx-33100-001-IN	HOJA	REVISIÓN
					1 de 10	00

Ing. Miguel A. Báez R.
Gerente Técnico



LÍNEA DE TRANSMISIÓN 500kV YACYRETÁ – VILLA HAYES
ESTUDIOS BÁSICOS
DEFINICIÓN DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE

SUMARIO

1	OBJETIVO	3
2	METODOLOGÍA UTILIZADA	3
3	CRITERIO DE BALANCEO DE LOS CONDUCTORES	4
4	CÁLCULO DEL ANCHO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE	6
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
6	REFERENCIAS	10



1 OBJETIVO

Este trabajo define el ancho de la franja de servidumbre de la línea Yacyretá-Villa Hayes 500 kV. En él se consideran las condiciones meteorológicas de Paraguay y se aplican las normas IEC-826 y NBR-5422. [2] [3]

2 METODOLOGÍA UTILIZADA

El ancho de la franja de una línea se calcula utilizando los procedimientos contenidos en las normas antes referidas, considerando las condiciones meteorológicas del local.

Fundamentalmente se busca la distancia entre las proyecciones del balanceo de los cables conductores de fases exteriores, incluyendo la distancia de seguridad.

El aspecto principal es el balanceo de los conductores de la línea cuando se los somete a la acción de un viento transversal. En este caso, después del balanceo máximo deben permanecer las distancias de seguridad en relación a algún obstáculo rígido en la proximidad de la línea.

Un aspecto prevalece: El balanceo del conductor de un vano en dirección a un obstáculo rígido que esté en su punto medio. La estructura de otra línea, una construcción o un árbol, corresponden a un obstáculo rígido - Ver croquis de Figura 1.

A partir de las condiciones de balanceo y de las distancias de seguridad definidas en las normas, se calcula la distancia requerida, para el vano medio máximo ponderado de la línea. Se han considerado las condiciones meteorológicas de Paraguay en el correspondiente modelado meteorológico.

Por criterio estadístico y a partir de un posible vano medio máximo ponderado de la línea, se adopta el menor valor posible, para el cual se acepta la condición de la presencia de un obstáculo rígido lateral en el medio del vano.

Considerando que la mayor parte de los grandes vanos de una línea tiene su condición forzada debido a los cruces de ríos, valles naturales y otros cruces, y que estos aspectos pueden repetirse en la línea, se acostumbra a estimar en hasta 15% el porcentaje de los



vanos proyectados a considerar en una línea. Sin embargo, en el momento del trazado en el perfil, con la definición de los vanos se confirmará la aseveración presentada.

3 CRITERIO DE BALANCEO DE LOS CONDUCTORES

Para el caso específico, se considerarán los siguientes datos de la línea y del conductor CAA 636 MCM (Rook), que se utilizará en haz cuádruple, con el fin de calcular la flecha y de los ángulos de balanceo.

Datos básicos

- Vano: 500 m (se consideró el vano de 500m porque es el vano medio estimado para la línea);
- Espaciado entre fases extremas en la torre típica → 22,0 m;
- Altura media de los conductores: $H_m = H_{cs} + 1/3 * (f_c)$
 $H_m = 9,5 + 1/3 * (22) \rightarrow H_m = 16,83m$ (será adoptado 17m)

Donde:

H_{cs} → Altura mínima cable suelo;

f_c → Flecha del conductor para el vano de 500m;

- Viento p/ balanceo: se tomará el viento con período de integración de 10 minutos y con período de retorno 50 años, que conforme se definió, es de 29,90 m/s, a 10 metros del suelo, siendo el viento correspondiente a 30 segundos igual a 36,48 m/s; Para la altura media de los conductores de 17 m con relación al suelo se obtiene el valor de 39,71 m/s. El cálculo de la corrección de la velocidad se encuentra en la salida del programa "Swing angle calculation" (Tabla 1).

- Largo de la cadena: 4,60 m.

Conductor CAA 636 MCM (Rook)

- Tracción de ruptura: 10291 kgf;
- Peso: 1,219 kgf/m;



- Temperatura de la condición EDS: 20 °C;
- Valor de la tracción de mayor duración (EDS): 2058 kgf;

La flecha en la condición EDS será:

$$Flecha(Rook): f = \frac{500^2 \times 1,219}{8 \times 2058} = 18,51m$$

Valor adoptado \rightarrow $f_{EDS} \approx 19,00$ m. Pero se debe determinar la flecha para la presión de viento correspondiente al viento de 39,71 m/s.

Esta será la siguiente:

Considerando

d \rightarrow diámetro del cable (m)

p_v \rightarrow presión de viento (N/m^2)

w \rightarrow peso del conductor (N/m)

V \rightarrow vano total vertical (m)

H \rightarrow vano total horizontal (m)

Θ_d \rightarrow ángulo dinámico de balanceo ($^\circ$)

K \rightarrow Factor de efectividad del viento

Para esa presión de viento, el vano de 500 m y la temperatura de 20°C se determinan:

$$T = 4257 \text{ kgf}$$

$$f = 20,09 \text{ m (Se considerará la flecha de 21 metros)}$$

Aplicando el Método de Hornisgrinde [6] o del equivalente de la Norma Brasileña NBR-5422 [3] para el peor caso, se obtiene:

$$tg \Theta_d = \frac{p_v * d}{w * (V / H)}$$



Para el caso en cuestión se tiene: $tg\beta_R = \frac{965,85 * 0,02481}{11,95 * 1,0} = 2,005$

A partir de la Figura 7 de [3], se obtiene $k = 0,31$ y, entonces se determina el ángulo dinámico de balanceo

$$\Theta_d = tg^{-1}(0,31 * 2,005) = tg^{-1}(0,62155) = 31,86^\circ \quad (\text{Se adoptará } 32^\circ)$$

La salida del programa "TL Calculation – Dynamic Control", que muestra el cálculo del ángulo de balanceo de los conductores en el medio del vano, puede verse en la Tabla 1. Se debe observar que, con el fin de determinar la franja de servidumbre, se considera el balanceo del cable conductor y no de la cadena; entonces, como el peso del cable conductor será siempre el del vano geométrico (distancia entre torres), el peor caso de balanceo será para la relación Vano de peso/Vano de viento V/H igual a 1, como se considera aquí.

4 CÁLCULO DEL ANCHO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE

El croquis de la Figura 1 muestra las distancias básicas definidas. La distancia de seguridad del conductor en balanceo a obstáculos externos, se tomará igual a: $DH = 3,50$ m

Determinación del ancho mínimo de la franja de servidumbre F para cubrir esa condición de balanceo de los conductores, conforme la Figura 1:

$$F = 2 * Eff + 2 * [(\lambda c + f) \text{sen}\theta + DH]$$

$$F = 2 * 13 + 2 * [(21 + 4,60) \text{sen}32^\circ + 3,5] = 2 * 13 + 2(11,1 + 2,5) + 2 * 3,5 =$$

$$2 * 13 + 2 * 13,6 + 2 * 3,5 = 23,0 + 27,2 + 7,0 \approx 60,8 \text{ m} \quad (\text{Se adoptaría conservadoramente por este criterio } F = 65,0 \text{ m})$$

$F = 65,00$ m (Por este criterio se adoptaría un mínimo de 65 m; pero por radio-interferencia se determinó 70 m)

Donde:



- F → ancho de la franja de servidumbre (m)
- Eff → distancia horizontal del eje del soporte al punto de fijación del conductor más alejado de este eje (m) (espaciado entre fases), tomada como 13 m para incluir a todas las torres de la línea;
- DH → distancia básica de seguridad (m) tomada como igual a 3,5 m.
- λ_c → longitud estimada de la cadena de suspensión = 4,60 m
- b1 → proyección de la flecha f y del largo de la cadena en la horizontal, igual a $[(f + \lambda) \text{ sen } \theta]$;
- f → flecha del conductor (m) (21 m para un vano de 500 m y una temperatura de 20 °C)
- θ → ángulo de balanceo (°)



Figura 1: Circuito Simple - Criterio de Balanceo de los Conductores

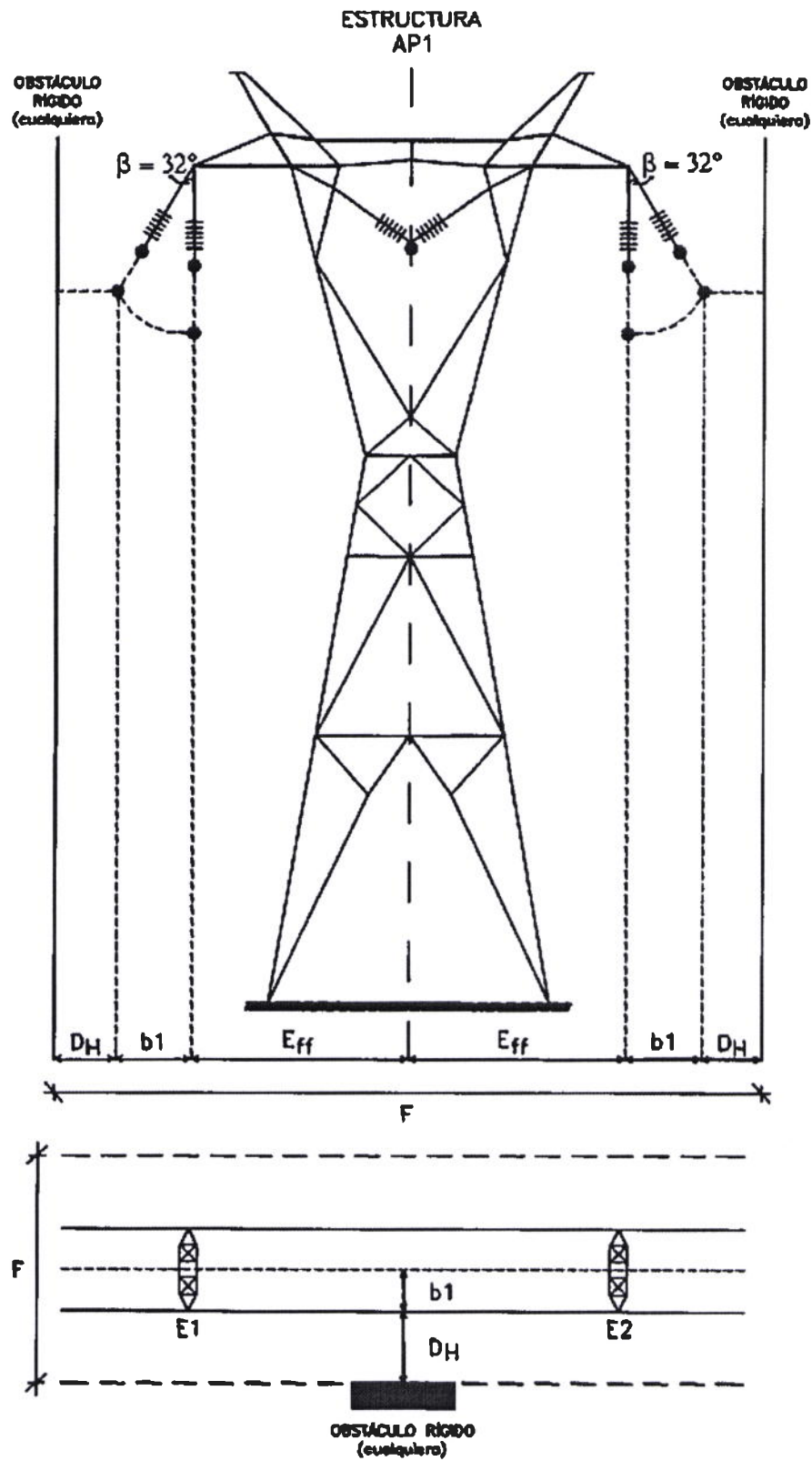


Tabla 1: LT 500 kV Yaciretá – Villa Hayes

Definición del ángulo de balanceo para la franja de servidumbre

Conductor Rook			Viento	Fec.Industrial	
D(m)	0,02481	w(daN/m)	Vo(m/s)	29,90	
w(N/m)	11,95	1,195	Vt (30 s)	36,48	
n	4		H(m)	17,00	
Tracciones(daN)			Vp(m/s)	39,71	
V.Max	4115		Vp(km/h)	142,96	
V.Red.	2425		q(N/m ²)	965,85	
EDS	2018		Factor k	0,31	
Peso cadena(daN)		70			
Ángulo de balanceo del vano para FI					
Tip.Sobr	Torre	angLT	Vmed	Vg	Vp/ Vmed
FI	API	0,00	500	500	1,000
tgβ _R	tgβ	θ _d	Tanθ _e	θ _e	θ
2,0045	0,6214	31,9	0	0,0	31,9

En la Tabla 1 se tiene:

Vo → Velocidad del viento de referencia para período de retorno 50 años;

Vt → Velocidad del viento de 30 segundos, a 10 m del suelo;

Vp → Velocidad del viento de 30 segundos corregida para la altura media del conductor;

q → presión de viento (N/m²);

FI → Frecuencia industrial;

θ_d → Ángulo dinámico de balanceo del conductor en el medio del vano debido al viento;

θ_e → Ángulo estático de balanceo debido a la deflexión de la línea (0° en el presente caso);

Por lo tanto, conforme a los cálculos efectuados, el ancho de la franja de servidumbre es de aproximadamente 60 m, considerando un vano de hasta 500 metros, para el cable conductor ACSR 636 MCM – 24/7 ROOK. Se recomienda adoptar el ancho de 70 m, comprendiendo así vanos más largos.

Esta franja de 70 m cumple los requisitos de campo eléctrico, gradiente, radio interferencia y ruido.



Cabrá al proyectista verificar los aspectos de seguridad en los pocos vanos mayores que 600 m donde el cable conductor, al balancearse bajo la acción del viento, pueda eventualmente sobrepasar los límites de la franja de servidumbre.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Nuestra recomendación es que el ancho de la franja de servidumbre de la línea de transmisión tenga un mínimo de 70 metros, con el eje de la línea en el centro de la franja. Esto se aplica tanto para circuito simple como para doble circuito.

Observación importante: La normalización de ANDE exige un valor mínimo de 110 metros de franja de servidumbre, por eso se aplicará este valor.

6 REFERENCIAS

[1] NESC C2-1993: National Electrical Safety Code.

[2] IEC 826: Loading and Strength of Overhead Transmission Lines.

[3] Norma brasileña NBR 5422: Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão.

[4] EHV Transmission Line Reference Book 345 kV and Above - EPRI 1982.

