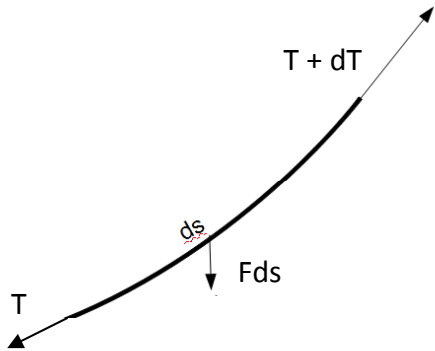


CÁLCULOS MECÁNICOS

El conductor se considera un hilo flexible e inextensible

Cálculo mecánico del conductor
Estudio de la teoría de hilos



La fuerza interna de tracción, en cualquier punto del hilo, es tangente a la curva de equilibrio del conductor.

$$\frac{dx}{T_x} = \frac{dy}{T_y} = \frac{dz}{T_z} = \frac{ds}{T}$$

$$\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds}\right)^2 = 1$$

La curva de equilibrio se encuentra en un plano paralelo a la dirección de las fuerzas externas.



PROBLEMA BIDIMENSIONAL (plano XY)
La proyección según el eje x de la fuerza de tracción interna del hilo, en cualquier punto de este, es constante.

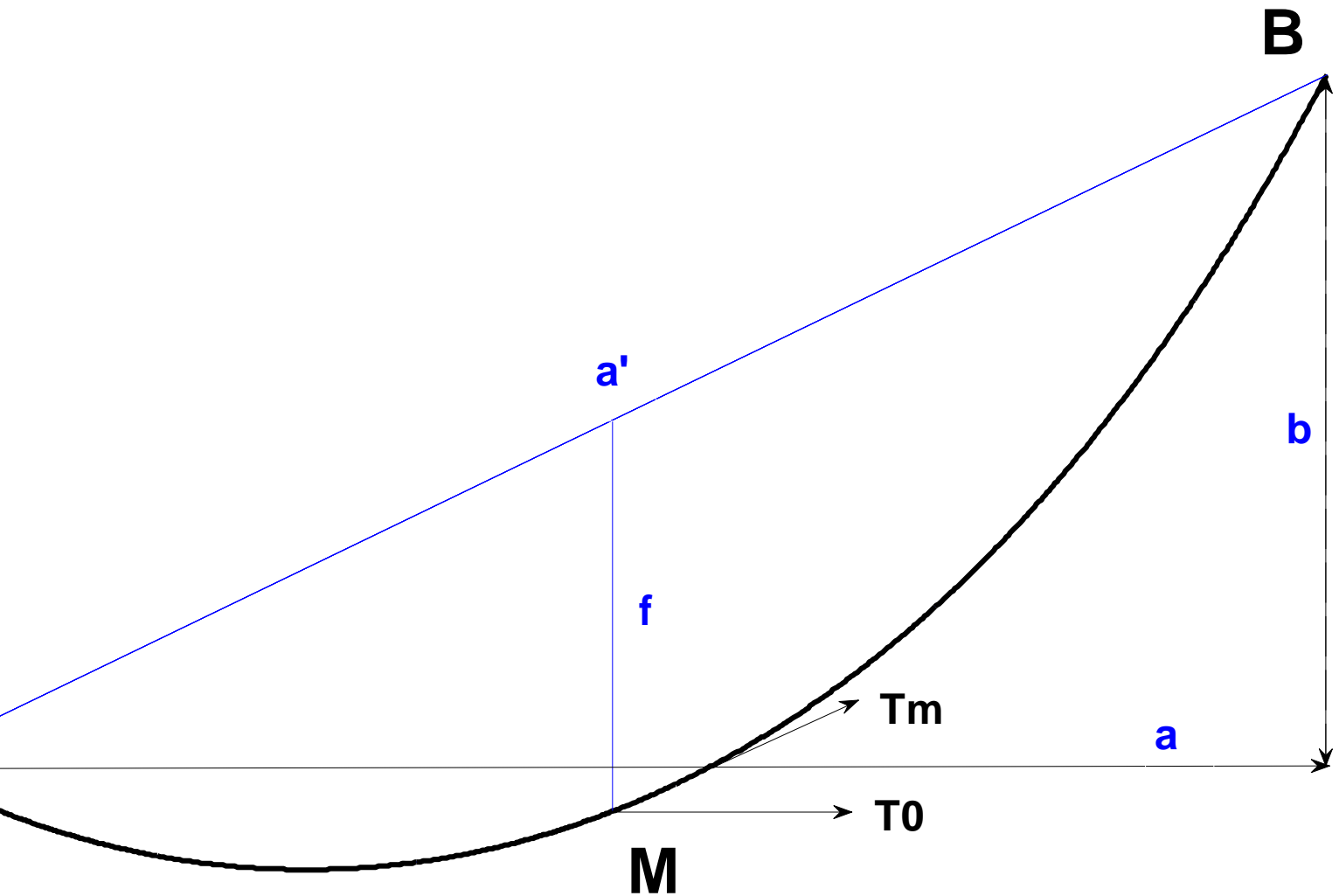
CATENARIA: curva de equilibrio del hilo sometido a su propio peso

$$T_x = cte. = T_0$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

neas aéreas. Cálculos mecánicos

ECUACIONES CATENARIA



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ecuaciones catenaria

	CATENARIA	PARÁBOLA APROXIMACIONES
altura	$y = h \cosh\left(\frac{x}{h}\right) \quad h = \frac{T_0}{p}$	$y = h + \frac{x^2}{2h}$
tensión	$T = py$	$T_m = \frac{1}{4} \left[(2T_B - pb) + \sqrt{(pb - 2T_B)^2 - 2p^2 a'^2} \right]$
profundidad	$f = y_m \left(\cosh\left(\frac{a}{2h}\right) - 1 \right)$ $= h \cosh\left(\frac{x_m}{h}\right) \left[\cosh\left(\frac{a}{2h}\right) - 1 \right]$	$f = \frac{T_m}{p} \left(\frac{a^2}{8h^2} + \frac{a^4}{384h^4} \right)$
abscisa	$x_m = h \operatorname{arc} \sinh\left(\frac{\frac{b}{2h}}{\frac{a}{2h}}\right)$	$\sinh\left(\frac{x_m}{h}\right) \simeq \frac{b}{a}$
	$\frac{T_m}{T_0} = \frac{a'}{a}$	$f = \frac{pa'^2}{8T_m} + \frac{p^3 a'^4}{384T_m^3}$
longitud del hilo	$l = h \left[\sinh\left(\frac{x_B}{h}\right) - \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$	$l = a' + \frac{p^2 a^2 a'}{24T_m^2}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

CASOS BÁSICOS DEL CONDUCTOR TENDIDO

terminación características del conductor tendido

3 constantes de integración (T0, C1 y C2)
Definir 3 condiciones de contorno (3 ecuaciones)

Datos conocidos: a, b y p

$$a = x_B - x_A$$

$$y_B - y_A = h \left[\cosh\left(\frac{x_B}{h}\right) - \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$$

Ecuación a resolver

$$\left[\cosh\left(\frac{x_A + a}{h}\right) - \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) \right]$$

La ecuación y 2 incógnitas, x_A y h
ANTEAR 1 ECUACIÓN ADICIONAL

Ecuación adicional
h, flecha, longitud, componente tracción, pendiente curva equilibrio

Forma exacta
Catenaria

Ec's trascendentes

Método numérico
Newton-Raphson

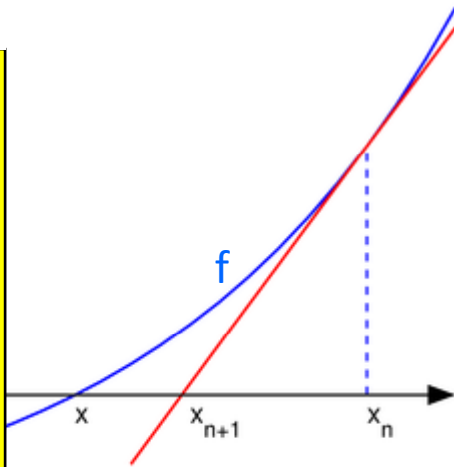
Forma aproximada
Parábola

Directamente

1ª aproximación

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Casos básicos del conductor tendido. Método Newton-Raphson



Resolver $f(x) = 0$

La función se aproxima por una recta tangente en x_n

$$f(x_n) = f'(x_n)(x_n - x_{n+1})$$

$$f(x_n) = -f'(x_n)\Delta x_n$$

Es equivalente a realizar desarrollo de Taylor y quedarse con términos de primer orden

Sistema multidependiente

$$\begin{aligned} F_1(x_1, x_2, \dots) &= 0 \\ F_2(x_1, x_2, \dots) &= 0 \\ &\vdots \end{aligned} \quad \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial x_1} |_{x^0} & \frac{\partial F_1}{\partial x_2} |_{x^0} & \cdots \\ \frac{\partial F_2}{\partial x_1} |_{x^0} & \frac{\partial F_2}{\partial x_2} |_{x^0} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1^0 \\ \Delta x_2^0 \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -F_1(x_1^0, \dots) \\ -F_2(x_1^0, \dots) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

$$x_1^1 = x_1^0 + \Delta x_1^0$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Los básicos del conductor tendido. Ecuación adicional

Ecuación a resolver

$$\left[\cosh \left(\frac{x_A + a}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right] \quad (1) \text{ 2 incógnitas, } x_A \text{ y } h$$

Ecuación adicional

Dato: h. Basta resolver (1)

b) Dato T_0 $h = \frac{T_0}{p}$

Dato: l

Forma exacta

$$l = h \left[\sinh \left(\frac{x_B}{h} \right) - \sinh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right]$$

Forma aproximada

$$l = a' + \frac{p^2 a^2 a'}{24 T_m^2} \quad \begin{array}{c} \longrightarrow T_m \\ \downarrow \\ T_0 \longrightarrow h \end{array}$$

$$x_m = h \frac{b}{a} \quad \longrightarrow \quad x_A = x_m - \frac{a}{2}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Los básicos del conductor tendido. Ecuación adicional

Ecuación a resolver

$$\left[\cosh \left(\frac{x_A + a}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right] \quad (1) \text{ 2 incógnitas, } x_A \text{ y } h$$

Ecuación adicional

Dato: f

Forma exacta

$$y_A - y_f + \frac{b}{a} (x_f - x_A) - h \left[\cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_f}{h} \right) \right] + \frac{b}{a} (x_f - x_A) = 0$$

Incógnita adicional x_f

La ecuación adicional

$$\frac{b}{a} = \sinh \left(\frac{x_f}{h} \right)$$

Forma aproximada

$$f = \frac{pa'^2}{8T_m} \longrightarrow \begin{matrix} h \\ x_A \end{matrix} \quad \text{Se procede como en apartado b)}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Los básicos del conductor tendido. Ecuación adicional

Ecuación a resolver

$$\left[\cosh \left(\frac{x_A + a}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right] \quad (1) \text{ 2 incógnitas, } x_A \text{ y } h$$

Ecuación adicional

Dato: T_B

Forma exacta

$$= py_B = p \cosh \frac{x_A + a}{h}$$

Forma aproximada

$$T_m = \frac{1}{4} \left[(2T_B - pb) + \sqrt{(pb - 2T_B)^2 - 2p^2 a'^2} \right]$$

h
 x_A Se procede como en apartado b)

Dato: T_A

Forma exacta

$$= py_A = p \cosh \frac{x_A}{h}$$

Forma aproximada

$$T_B = T_A + pb \longrightarrow \text{Se procede como en apartado d)}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Los básicos del conductor tendido. Ecuación adicional

Ecuación a resolver

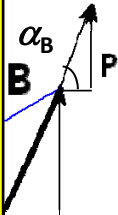
$$\left[\cosh \left(\frac{x_A + a}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right] \quad (1) \text{ 2 incógnitas, } x_A \text{ y } h$$

Ecuación adicional

Dato: P componente vertical de tracción en extremo B

Forma exacta

$$T_0 \tan \alpha_B = T_0 y'_B = T_0 \sinh \left(\frac{x_A + a}{h} \right)$$



Forma aproximada

$$P = T_0 y'_B = T_0 \frac{x_B}{h} = p \left(x_m + \frac{a}{2} \right)$$

h
 x_A Se procede como en apartado b)

Dato: α_B pendiente de tracción en el extremo B

Forma exacta

$$\tan \alpha_B = \sinh \frac{x_A + a}{h}$$

Forma aproximada

$$y'_B = \tan \alpha_B = \frac{x_B}{h} = \frac{1}{h} \left(x_m + \frac{a}{2} \right) \quad \text{Se procede como en apartado f)}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Casos básicos del conductor tendido. Ejemplo

udiar un vano de 400 m de longitud proyectada horizontalmente, m de desnivel y flecha de 14,8 m. Se emplea un conductor que sa 0,998 Kg/m.

Ecuación a resolver

$$\left[\cosh \left(\frac{x_A + a}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right] \quad (1) \text{ 2 incógnitas, } x_A \text{ y } h$$

a del caso c) estudiado. ECUACIÓN ADICIONAL correspondiente a la FLECHA. ma aproximada

culo de h

$$\left. \begin{aligned} &= \frac{pa'^2}{8T_m} \\ &= \frac{a'}{a} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} a' &= \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{400^2 + (-50)^2} = 403,113 \text{ m} \\ T_0 &= \frac{paa'}{8f} = \frac{0,998 \cdot 400 \cdot 403,113}{8 \cdot 14,8} = 1349,1 \text{ kg} \\ h &= \frac{T_0}{p} = \frac{1359,1}{0,998} = 1361,9 \text{ m} \end{aligned}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Casos básicos del conductor tendido. Ejemplo

ma aproximada

culo de x_A

$$x_A = h \frac{b}{a} = 1361,9 \frac{-50}{400} = -170,234 \text{ m}$$

$$x_A = x_m - \frac{a}{2} = -170,234 - 200 = -370,234 \text{ m}$$

ma exacta

todo Newton-Raphson

$$F_1 = h \left[\cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_f}{h} \right) \right] - \frac{b}{a} (x_f - x_A)$$

$$F_2 = \frac{b}{a} \sinh \left(\frac{x_f}{h} \right)$$

$$F_3 = h \left[\cosh \left(\frac{x_A + a}{h} \right) - \cosh \left(\frac{x_A}{h} \right) \right]$$

$$[J] = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial x_A} & \frac{\partial F_1}{\partial x_f} & \frac{\partial F_1}{\partial h} \\ \frac{\partial F_2}{\partial x_A} & \frac{\partial F_2}{\partial x_f} & \frac{\partial F_2}{\partial h} \\ \frac{\partial F_3}{\partial x_A} & \frac{\partial F_3}{\partial x_f} & \frac{\partial F_3}{\partial h} \end{bmatrix}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Casos básicos del conductor tendido. Ejemplo

ma exacta

todo Newton-Raphson

$$\sinh\left(\frac{x_A}{h}\right) + \frac{b}{a}$$

$$\sinh\left(\frac{x_A + a}{h}\right) + \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right)$$

$$\sinh\left(\frac{x_f}{h}\right) - \frac{b}{a}$$

$$\frac{1}{h} \cosh\left(\frac{x_f}{h}\right)$$

$$\cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) + \frac{x_A}{h} \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right) + \cosh\left(\frac{x_f}{h}\right) - \frac{x_f}{h} \sinh\left(\frac{x_f}{h}\right)$$

$$\frac{x_f}{h^2} \cosh\left(\frac{x_f}{h}\right)$$

$$\cosh\left(\frac{x_A + a}{h}\right) + \cosh\left(\frac{x_A}{h}\right) + \frac{x_A + a}{h} \sinh\left(\frac{x_A + a}{h}\right) - \frac{x_A}{h} \sinh\left(\frac{x_A}{h}\right)$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Casos básicos del conductor tendido. Ejemplo

ma exacta

todo Newton-Raphson

resuelve $[F^i] + [J^i] [\Delta x^i] = 0$

pres iniciales (iteración 1) (tomados de el cálculo aproximado)

$$x_m^0 = \begin{bmatrix} -370,234 \text{ m} \\ -170,234 \text{ m} \\ 1361,9 \text{ m} \end{bmatrix} \quad [F^0] = \begin{bmatrix} F_1^0 \\ F_2^0 \\ F_3^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,1826 \\ 0,0003 \\ 0,3107 \end{bmatrix}$$

$$[J^0] = \begin{bmatrix} 0,1502 & -0,0003 & 0,0298 \\ 0 & -0,0007 & -0,0001 \\ -0,2971 & 0 & -0,0374 \end{bmatrix} \quad [\Delta x^0] = -[J^0]^{-1} [F^i] \longrightarrow [\Delta x^0] = \begin{bmatrix} 0,7508 \\ 0,1473 \\ 2,3433 \end{bmatrix}$$

Iteración 2

$$[F^1] = \begin{bmatrix} -369,4826 \\ -170,0862 \\ 1364,2 \end{bmatrix}$$

Se continua proceso hasta que $[F^i] < \text{tolerancia} = 10^{-5}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



neas aéreas. Cálculos mecánicos

Casos básicos del conductor tendido. Ejemplo

ma exacta

todo Newton-Raphson

lución

$$\begin{bmatrix} -369,4852 \\ -170,0898 \\ 1364,2 \end{bmatrix}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

OBJETIVO DEL CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR

El tendido del conductor se debe hacer de forma que:
 - no se supere un valor de tracción máxima admisible en las condiciones más desfavorables.
 - no se violen distancias de seguridad entre conductores y conductores y entre éstos y las torres puestas a tierra. Es necesario determinar flechas máximas en las condiciones más desfavorables.

PRESCRIPCIONES DEL
 IECAT PARA EL CÁLCULO
 MECÁNICO DE
 CONDUCTORES

ECUACIÓN DE CAMBIO
 DE ESTADO

TABLA CÁLCULO
 MECÁNICO

TABLA DE
 TENDIDO

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Cargas a considerar (ap. 3.1) fuerzas externas

Peso propio de los diferentes elementos

Fuerza del viento Se supone horizontal actuando perpendicularmente sobre la superficie que incide

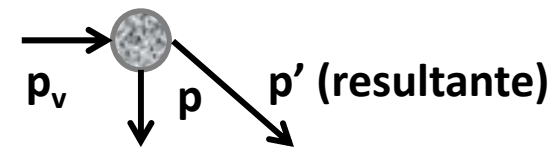
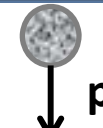
Viento mínimo de $v_v = 120$ km/h

$v_v = 140$ km/h líneas de categoría especial

$$q = \frac{\phi}{1000} \text{ daN/m}$$

$$60 \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2 \quad \phi \leq 16 \text{ mm}$$

$$50 \left(\frac{v_v}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2 \quad \phi > 16 \text{ mm}$$



Para sobrecargas combinadas de hielo y viento se debe considerar en el diámetro del conductor el espesor del manguito de hielo con peso volumétrico de 750 daN/m^3
 Se considera el efecto en pantalla entre conductores.

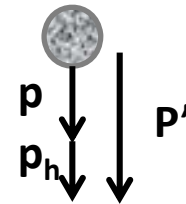
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Cargas a considerar (ap. 3.1) fuerzas externas

Sobrecarga por hielo Se divide al país en tres zonas según altitud

Zona A	< 500 m sobre nivel del mar
Zona B	500 m ≤ altitud ≤ 1000 m
Zona C	> 1000 m



Zona A	No se considera sobrecarga
Zona B	$p_h = 0,18\sqrt{\phi}$ daN/m
Zona C	$p_h = 0,36\sqrt{\phi}$ daN/m Para altitudes mayores de 1500 m el proyectista debe hacer estudios para definir sobrecargas

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Hipótesis de cálculo (ap. 3.2)

Tensión máxima admisible Para conductores y cables de tierra

$$T_{max} \leq \frac{T_{rot. \text{ mínima}}}{2,5} \text{ conductores cableados}$$

$$T_{max} \leq \frac{T_{rot. \text{ mínima}}}{3} \text{ conductores 1 alambre}$$

Se deben aplicar considerando a los conductores sometidos a las hipótesis de sobrecarga la siguiente:

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Hipótesis de cálculo (ap. 3.2)

Carga máxima admisible Para conductores y cables de tierra

ZONA A

HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO	SOBRECARGA HIELO
Carga máxima viento	-5°C	Ver sobrecarga viento V _v = 120 Km/h	No se aplica

ZONA B

HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO	SOBRECARGA HIELO
Carga máxima viento	-10°C	Ver sobrecarga viento V _v = 120 Km/h	No se aplica
Carga máxima hielo	-15°C	No se aplica	Ver sobrecarga hielo

ZONA C

HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO	SOBRECARGA HIELO
Carga máxima viento	-15°C	Ver sobrecarga viento V _v = 120 Km/h	No se aplica
Carga máxima hielo	-20°C	No se aplica	Ver sobrecarga hielo

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Hipótesis de cálculo (ap. 3.2)

Tensión máxima admisible Para conductores y cables de tierra

ZONA A

HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO	SOBRECARGA HIELO
Tracción máxima viento	-5°C	Ver sobrecarga viento V _v = 140 Km/h	No se aplica

ZONA B

HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO	SOBRECARGA HIELO
Tracción máxima viento	-10°C	Ver sobrecarga viento V _v = 140 Km/h	No se aplica
f) Tracción máxima h+v	-15°C	Ver sobrecarga viento V _v ≥ 60 Km/h	Ver sobrecarga hielo

ZONA C

HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO	SOBRECARGA HIELO
Tracción máxima viento	-15°C	Ver sobrecarga viento V _v = 140 Km/h	No se aplica
*) Tracción máxima h+v	-20°C	Ver sobrecarga viento V _v ≥ 60 Km/h	Ver sobrecarga hielo

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Hipótesis de cálculo (ap. 3.2)

Tensión máxima admisible Para conductores y cables de tierra
 el caso de preverse vientos excepcionales, superiores a 120 km/h o 140km/h el proyectista fijará la velocidad en función de velocidades registradas.

TODAS LAS VENTAS

ZONA A		
HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO
Tracción máxima viento	-5°C	Ver sobrecarga viento a determinar
ZONA B		
HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO
Tracción máxima viento	-10°C	Ver sobrecarga viento a determinar
ZONA C		
HIPÓTESIS	T ^a	SOBRECARGA VIENTO
Tracción máxima viento	-15°C	Ver sobrecarga viento a determinar

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Hipótesis de cálculo (ap. 3.2)

Temperatura máxima Para conductores y cables de tierra

Para líneas de 1ª y categoría especial si se prevé fluencia se debe tener en cuenta.

ZONA A, B y C

HIPÓTESIS	Tª	SOBRECARGA
Viento	15°C	p+p _v con V _v = 120 Km/h
Temperatura	Máxima previsible $\theta \geq 50^\circ\text{C}$ 1ª, 2ª y 3ª categoría $\theta \geq 85^\circ\text{C}$ en conductores categoría especial $\theta \geq 50^\circ\text{C}$ en cables tierra categoría especial	p
Hielo	0°C	p+p _h

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Descripciones del RLAT para el cálculo mecánico ITC-LAT ap. 3

Hipótesis de cálculo (ap. 3.2)

Comprobación de fenómenos vibratorios Para conductores y

torres de tierra

RLAT recomienda el empleo de amortiguadores, separadores y elección de tracción adecuada.

15°C $T < 22\% T_{rot}$ Si se instalan dispositivos para evitar estos fenómenos

$T < 15\% T_{rot}$ NO se instalan dispositivos para evitar estos fenómenos

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Descripción de fenómenos vibratorios

deben a la acción del viento sobre los conductores:

VIBRACIÓN EÓLICA: movimiento periódico en un plano vertical a una frecuencia a varias decenas de Hz (5 a 50 Hz) y amplitud del orden del diámetro del conductor con vientos bajos (0,5 a 10 m/s). A barlovento del conductor produce depresiones y en consecuencia una turbulencia, que hace mover a este verticalmente. En zonas de puntos rígidos puede provocar rotura de cables externos. **Riesgo de rotura por fatiga del conductor.**

VIBRACIÓN SUBVANO: movimiento periódico de uno o varios conductores del haz en un plano horizontal a una frecuencia media (1 a 3 Hz) y amplitud del orden de la magnitud de separación entre conductores del haz con vientos entre 4 a 18 m/s. Somete a fuertes solicitaciones a los separadores y conductores.

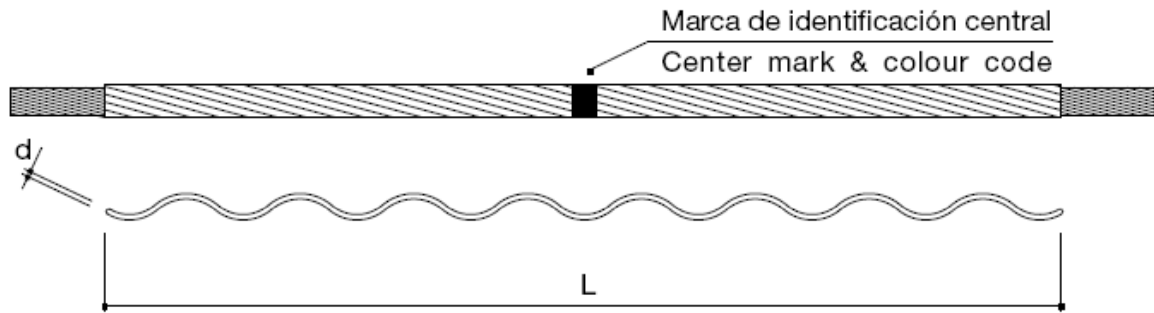
GALOPE: movimiento periódico de un conductor sencillo o múltiple en un plano vertical a muy bajas frecuencias (fracciones de Hz) de gran amplitud del orden de la flecha inicial. Choques entre conductores con problemas de arco eléctrico y fuertes solicitaciones en aisladores y herrajes. Debido a la acción del viento sobre conductores con depósito de hielo que los cubre parcialmente.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Descripción de fenómenos vibratorios

SOLUCIONES VIBRACIÓN EÓLICA:

- a) Reforzar conductor en el punto de suspensión (en grapas). Aumenta la sección y disminuye la tensión. Se utilizan Armour-rods. Estos son varillas de forma bitroncocónica, que se arrollan sobre el cable. Mitiga las vibraciones entre un 10 a un 20%.

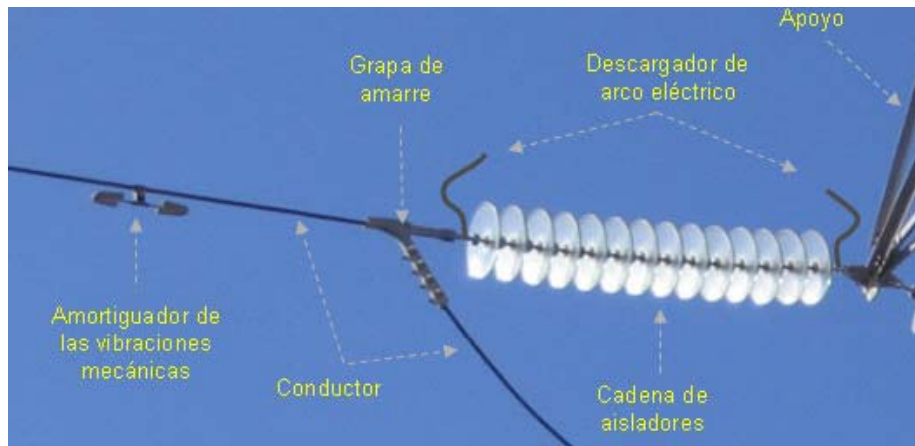


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

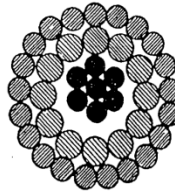
Descripción de fenómenos vibratorios

SOLUCIONES VIBRACIÓN EÓLICA:

- b) Empleo de amortiguadores (Stockbridge). Consiste en un par de pesas soportadas elásticamente y colgadas del conductor cerca del punto de suspensión generalmente a 1,5 m de la grapa.



- c) Conductor antivibratorio. Formado por dos partes móviles. Por el roce entre las caras sectoriales se disipa la energía y el cable reduce sus vibraciones.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Descripción de fenómenos vibratorios

SOLUCIONES VIBRACIÓN EÓLICA:

a) Estudio de tensiones. La intensidad de estos fenómenos dependen del estado tensional de los conductores. Además de la condición de tracción máxima se debe considerar:

- La condición EDS (Every Day Stress) definida como la tensión a la que está sometida el cable la mayor parte del tiempo a una temperatura media de 15°C sin sobrecarga alguna (el RLAT lo especifica).
- La condición CHS (Cold Hour Stress) definida como la tensión a la que está sometida el cable a la temperatura mínima más frecuente de - 5°C sin sobrecarga alguna.

SOLUCIONES VIBRACIÓN SUBVANO:

a) Establecer distancias adecuadas entre conductores.

Estudios experimentales :

distancia entre conductores/diámetro = 18 dúplex

distancia entre conductores/diámetro = 20 cuádruplex

b) Empleo de separadores con uniones flexibles situados uniformemente a distancias de 40 m.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Lineas aéreas. Cálculos mecánicos

Descripción de fenómenos vibratorios

SOLUCIONES GALOPE:

- a) Elegir ruta adecuada para la línea evitando los agentes responsables.
- b) Colocar separadores entre fases y distancias entre conductores suficientemente grandes.



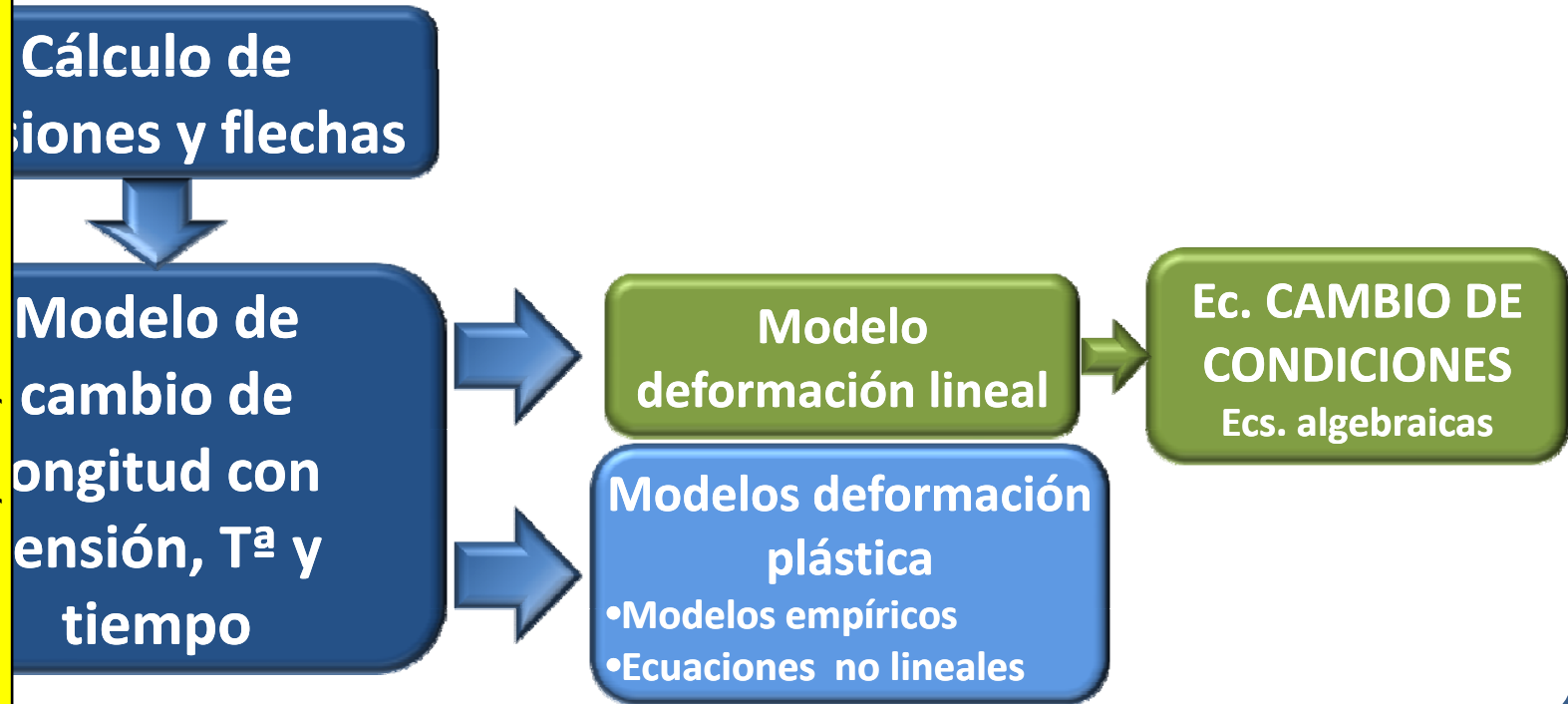
- c) Emplear amortiguadores. Evitar la sincronización de la oscilación vertical y torsional.



Carreteras aéreas. Cálculos mecánicos

Ecuación de cambio de condiciones

Determinar el estado del tendido (T^a y sobrecargas) a partir del conocimiento de otro estado sin que se deforme el conductor y se respeten las condiciones de curvatura máxima y distancias de seguridad.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Ecuación de cambio de condiciones

	Estado 1 conocido + restrictivo	Estado 2 a determinar
T^a	θ_1	θ_2
Tracción	T_{m1}	T_{m2} INCOGNITA
Longitud	l_1	l_2
Sobrecarga	p_1	p_2

PLANO ENTRE 2 APOYOS DE AMARRE

FORZAS EXTERNAS CONTENIDAS EN UN PLANO VERTICAL

$$= \alpha l (\theta_2 - \theta_1) + \frac{l}{ES} (T_{m2} - T_{m1})$$

$$- \frac{a^2 p_1^2}{24 T_{m1}^2} = \alpha (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{ES} (T_{m2} - T_{m1})$$

$$- \frac{a^2 \rho_1^2}{24 \sigma_{m1}^2} = \alpha (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{E} (\sigma_{m2} - \sigma_{m1})$$

Ecuación a resolver

$$T_{m2}^2 (T_{m2} + A) = B$$

$$A = \frac{a^2 p_1^2}{24 T_{m1}^2} ES + \alpha ES (\theta_2 - \theta_1) - T_{m1}$$

$$B = \frac{a^2 p_2^2}{24} ES$$

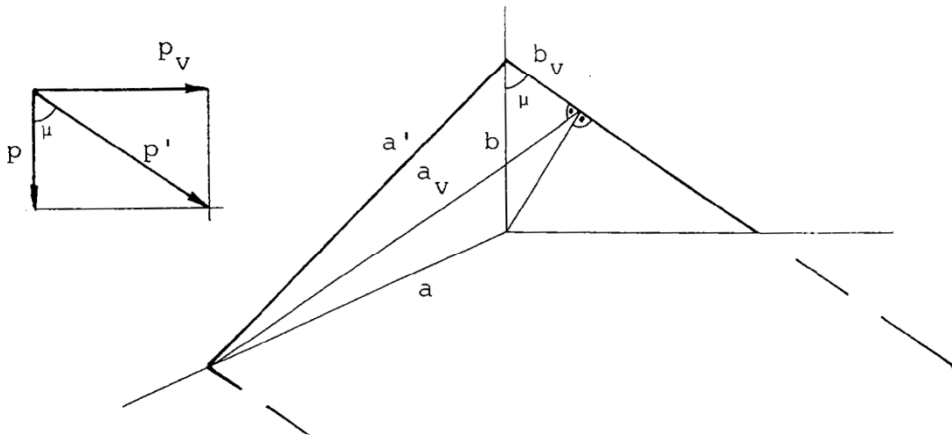
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

neas aéreas. Cálculos mecánicos

Ecuación de cambio de condiciones

AVANO ENTRE 2 APOYOS DE AMARRE

ZAS EXTERNAS NO CONTENIDAS EN UN PLANO VERTICAL (acción del viento)



Ecuación a resolver

$$T_{m2}^2 (T_{m2} + A) = B$$

$$A = \frac{a_v^2 p_1^2}{24 T_{m1}^2} ES + \alpha ES (\theta_2 - \theta_1) - T_{m1}$$

$$B = \frac{a^2 p_2^2}{24} ES$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Ecuación de cambio de condiciones

ENTENDIDO EN UN CANTÓN

DEFINICIÓN: conjunto de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre.

se desprecia el efecto de la cadena de aisladores $\Rightarrow T_0$ igual para todos los vanos

El estudio de un cantón con vanos a distinto nivel es equivalente al estudio del caso IDEAL DE REGULACIÓN, vano a nivel de longitud ficticia a_{VIR} con fuerzas de tracción modificadas τ .

$$\tau = T_0 \frac{\sum \frac{a'_k{}^3}{a_k^2}}{\sum \frac{a'_k{}^2}{a_k}}$$

$$-\frac{a_{VIR}^2 p_1^2}{24\tau_1^2} = \alpha(\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{ES}(\tau_2 - \tau_1)$$

Aproximación

Desniveles o diferencias entre vanos pequeños.

$$\tau = T_0 \quad a_{VIR} = \sqrt{\frac{\sum a_k^3}{\sum a_k}}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70