



# XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA

*Agrimensura, más allá del territorio*



**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**

Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina



**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

## MEDICIONES PARA CONTROL DE DEFORMACIONES EN VIGAS PORTAGRUAS Y RIELES DE LOS Puentes GRUA



Miguel A. Vega  
Ing. Agrimensor  
[ing.vega.surveyor@gmail.com](mailto:ing.vega.surveyor@gmail.com)  
[miguel.vega@unc.edu.ar](mailto:miguel.vega@unc.edu.ar)





- **OBJETIVO**

- La presente una metodología de aplicación para la inspección planialtimétrica de todas las vigas porta grúas de los edificios de las Acerías de importantes empresas metalúrgicas del país. Tiene por objeto describir las mediciones necesarias para poder efectuar las verificaciones del alineado y nivelado de las vigas porta grúas de acuerdo a los planes de mantenimiento de las naves industriales de las Acerías.





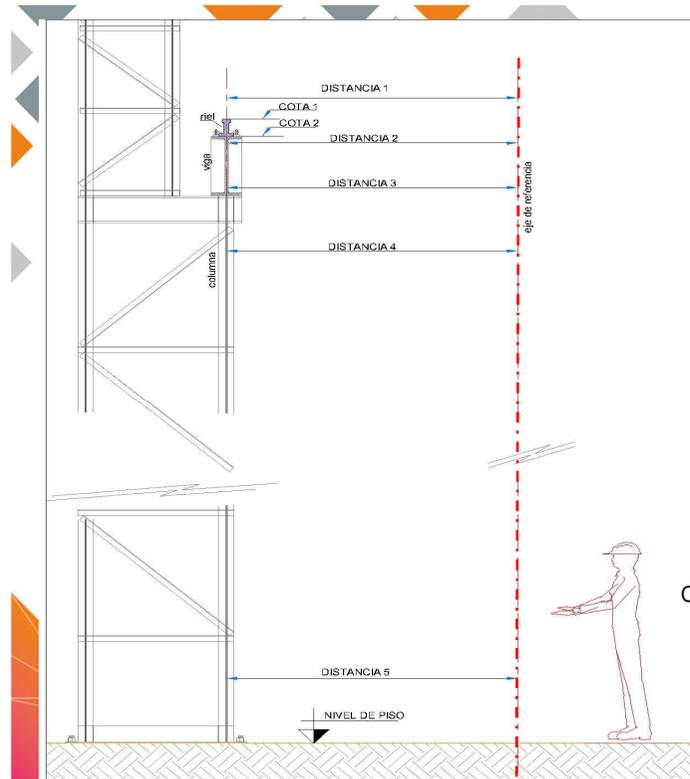
## • Alcance

- Los trabajos de medición consistirán en la materialización de uno o más ejes de referencia por nave y obtener con respecto de los mismos las distancias de los extremos de las vigas porta grúas cada vez que se hagan las inspecciones de planialtimetría. Como así también se deberán constatar los niveles de los citados extremos con respecto al cero de plano de referencia de la Planta.

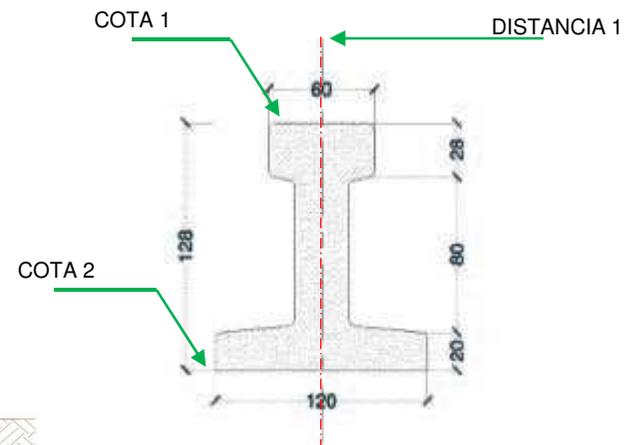




## ESPECIFICACIONES GENERALES



RIEL TIPO





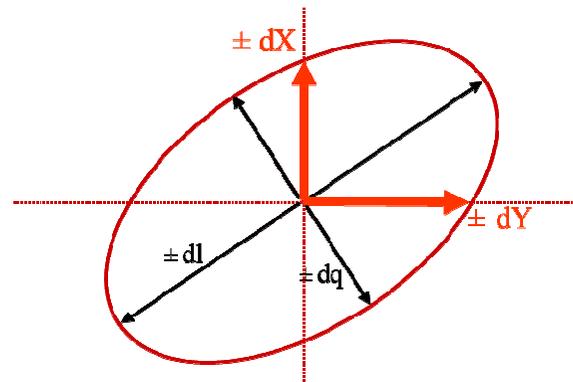
- DECISIONES A TOMAR POR PROFESIONALES DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

- Cuando los valores medidos de una nave están fuera de norma o tolerancia y en esa nave se detectan problemas en el funcionamiento de los puentes grúas y si tales problemas se comprueba que no son causados por defecto de estos, se procederá al entorchamiento de los rieles de acuerdo a las tolerancias de la CMAA, (CRANE MANUFACTURERS ASSOCIATION OF AMERICA INC, una organización de fabricantes líderes de grúas rodantes y puentes grúas) Especificaciones N° 78-2002 Estándares y pautas para servicios Profesionales efectuados a puentes grúas y grúas rodantes , y equipos de levante asociado.
- Cuando los valores medidos están fuera de norma y en esa nave no hay problema con el funcionamiento de los puentes grúas, no se realiza corrección alguna.
- Todos los valores obtenidos deben ser archivados y confrontados con los de futuras inspecciones para controlar el comportamiento del edificio y componentes a través del tiempo.

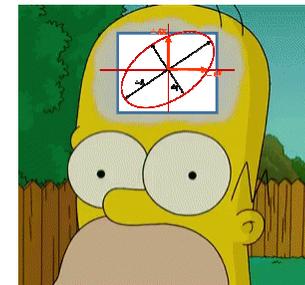


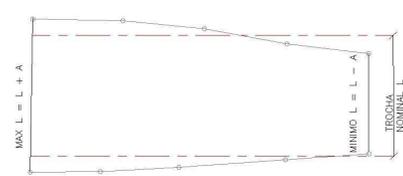
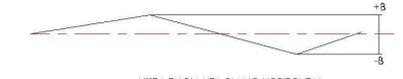
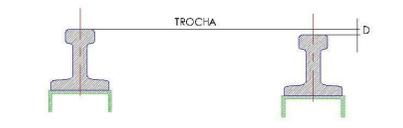


## TOLERANCIAS DE MEDICION



+/- 1 mm ????



ITEM	ESQUEMA	TOLERANCIA DE EXTREMO A EXTREMO	MAX RANGO DE VARIACIÓN
TROCHA		$L < 15,25 \text{ m}$ $A = \pm 4,8 \text{ mm}$ $L > 15,25 \text{ m} < 30,50 \text{ m}$ $A = \pm 6,4 \text{ mm}$ $L > 30,50 \text{ m}$ $A = \pm 9,5 \text{ mm}$	$\pm 9,5 \text{ mm}$ en 9 m
RECTITUD	 VISTA EN PLANTA PLANO HORIZONTAL	$B = \pm 9,5 \text{ mm}$	$\pm 9,5 \text{ mm}$ en 9 m
ELEVACIÓN	 VISTA EN CORTE PLANO VERTICAL	$C = \pm 9,5 \text{ mm}$	$\pm 9,5 \text{ mm}$ en 9 m
DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE RIELES		$L < 15,25 \text{ m}$ $A = \pm 4,8 \text{ mm}$ $L > 15,25 \text{ m} < 30,50 \text{ m}$ $A = \pm 6,4 \text{ mm}$ $L > 30,50 \text{ m}$ $A = \pm 9,5 \text{ mm}$	$\pm 9,5 \text{ mm}$ en 9 m

CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

## TOLERANCIAS SEGÚN TABLA ESTABLECIDA POR LAS NORMAS DE **CMAA**

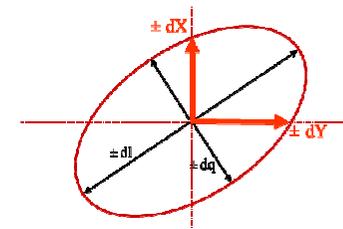




Esta tabla indica los valores admisibles y tolerancias para las dimensiones relevadas, podemos evaluar en nuestro caso los valores máximos.

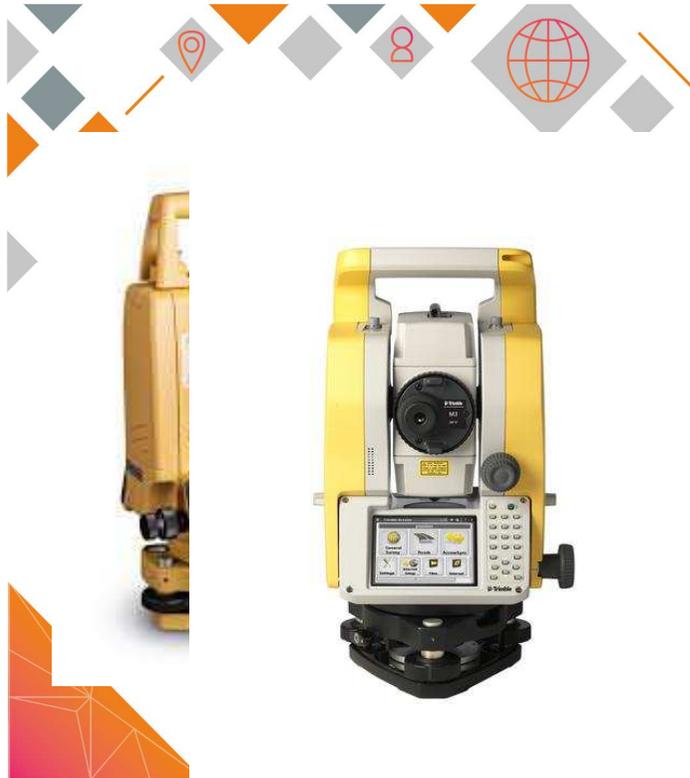
Para las Trocha de la acera variables según las naves entre 16.10m y 28.80m y una distancia entre dos mediciones consecutivas de 9 m las tolerancias son la que figuran subrayadas.

Para cumplir con el nivel de Confianza del 95% en nuestras mediciones directas  $T = 2 \delta$  y el error estándar es inferior a la tolerancia especificada.



o sea que debemos asegurar que nuestra elipse de error no supere los  $\pm 4,75\text{mm}$ .

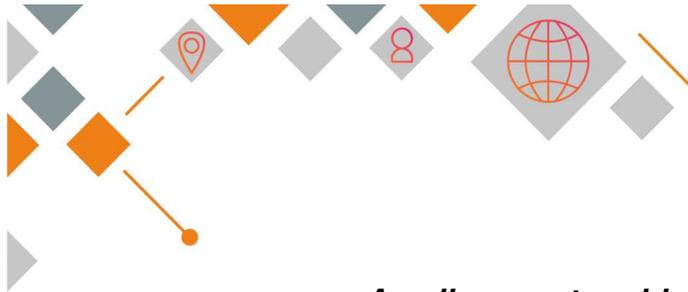




**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina





XII CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

***Ampliar nuestro objetivo en este tipo de trabajos*** y en función de los avances tecnológicos adecuar las metodologías clásicas de medición con Estación Total, y con el análisis de la acotación de errores mejorar y darle mejor practicidad y rendimiento en este caso al Método Polar dentro del área de la microgeodesia.

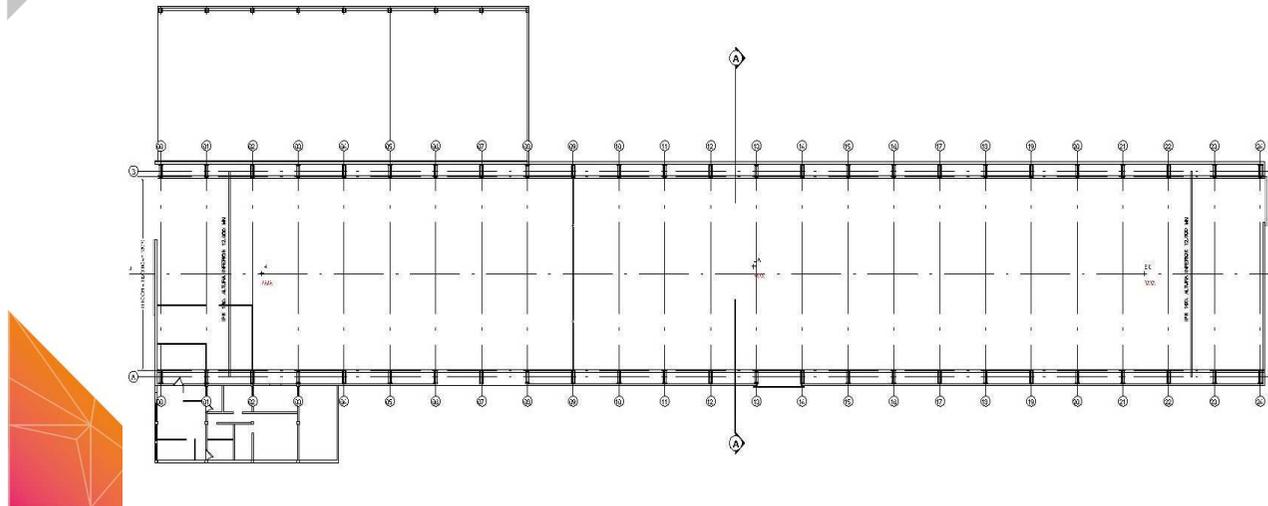




XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

## SISTEMA DE APOYO PARA RELEVAMIENTO







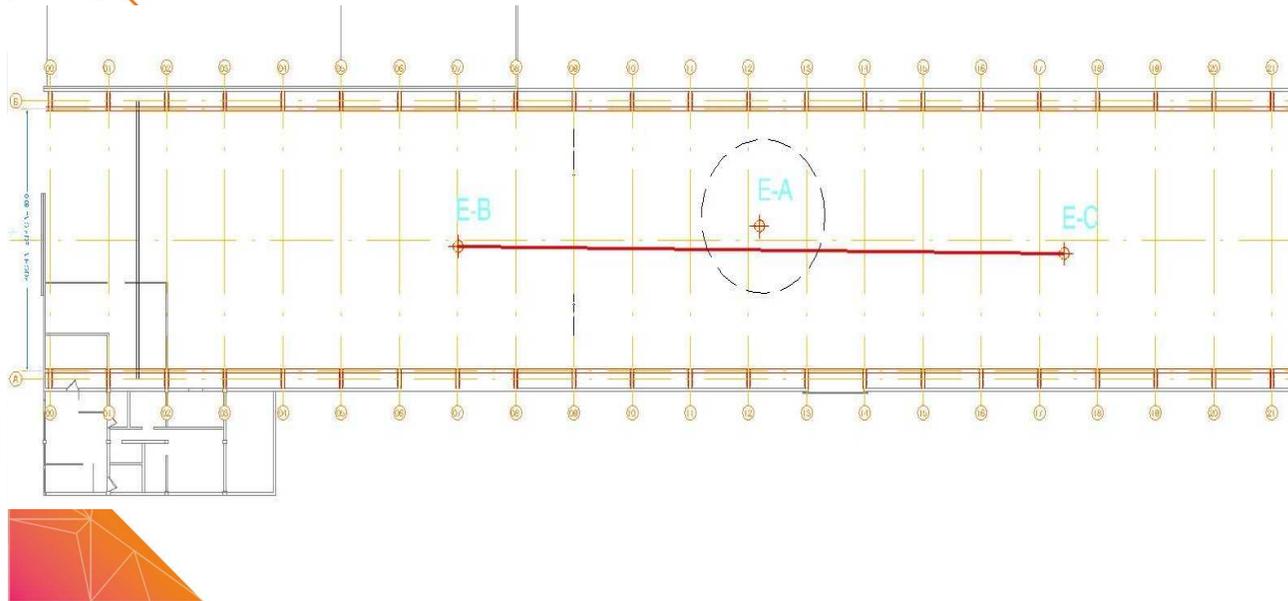
**XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA** | 9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

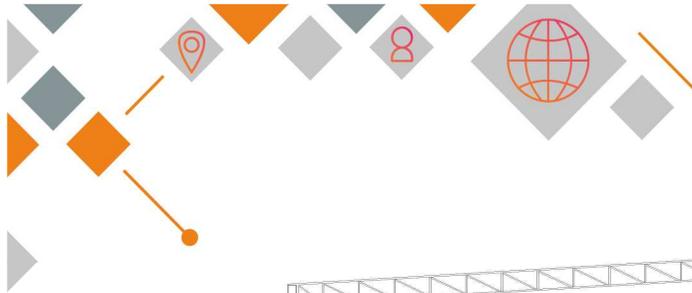




**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

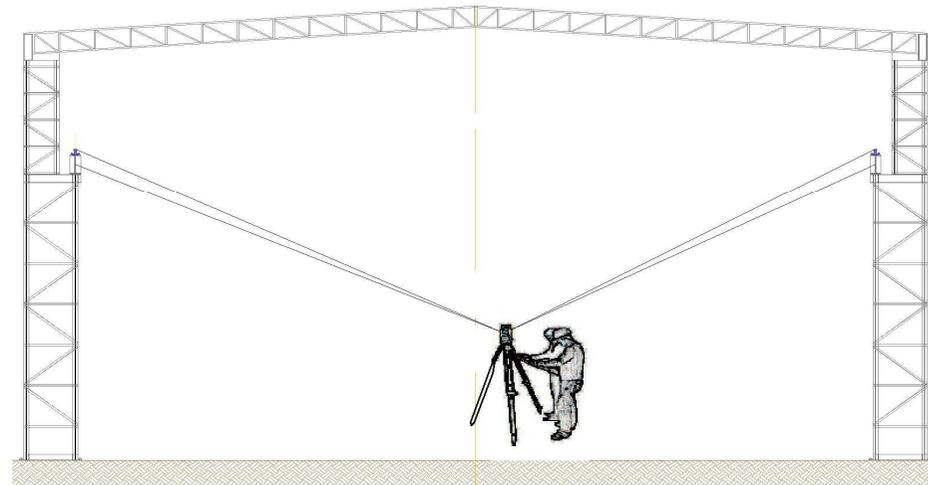
**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

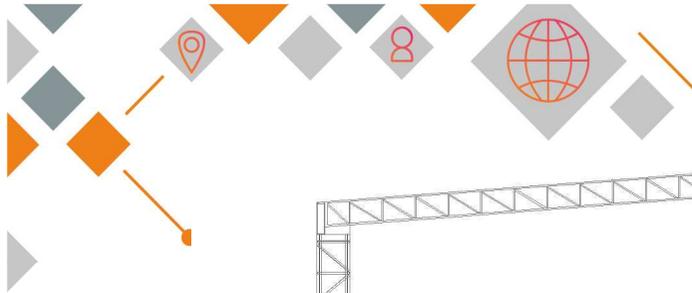




**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

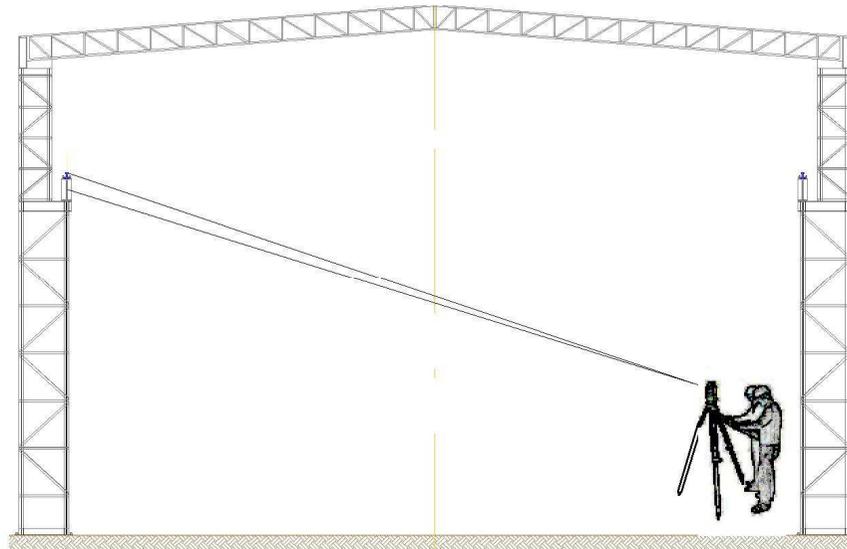
**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina





**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina





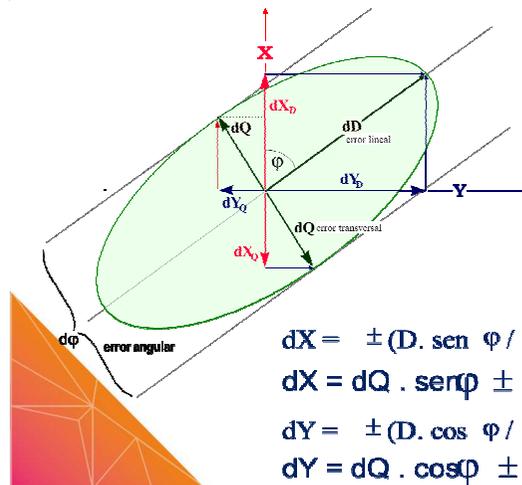
**XII** CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina



### CONSIDERACIONES SOBRE EL METODO POLAR.

Vamos directamente analizar las elipses de error del **Método Polar**, para la micro geodesia.

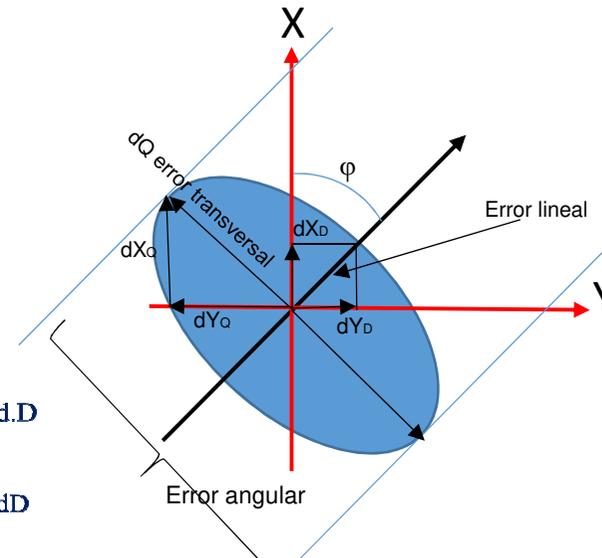


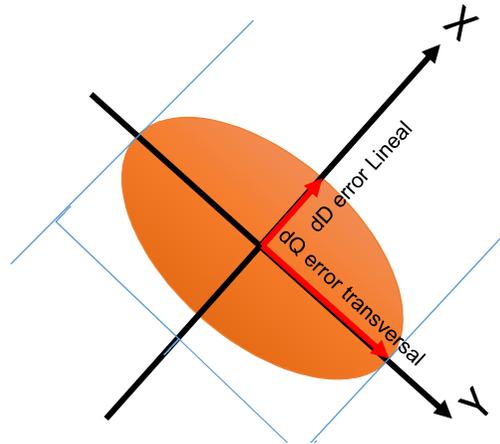
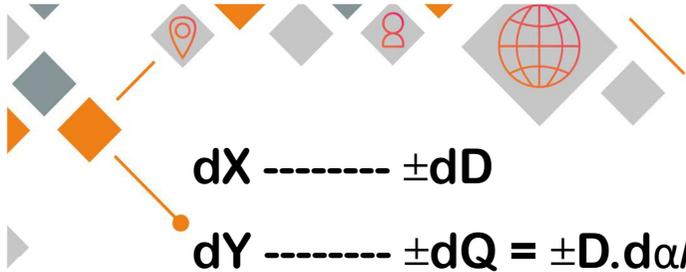
$$dX = \pm(D \cdot \text{sen } \varphi / \rho) \cdot d\varphi \pm \cos \varphi \cdot dD$$

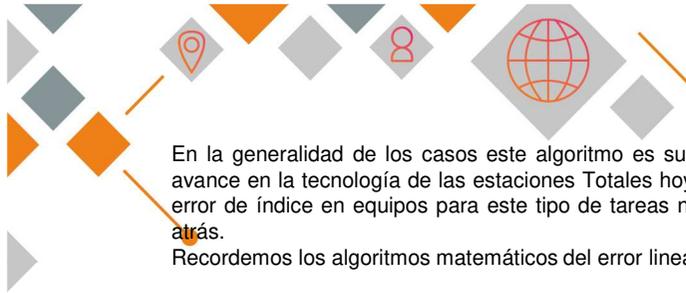
$$dX = dQ \cdot \text{sen} \varphi \pm dD \cdot \cos \varphi$$

$$dY = \pm(D \cdot \text{cos } \varphi / \rho) \cdot d\varphi \pm \text{sen } \varphi \cdot dD$$

$$dY = dQ \cdot \text{cos} \varphi \pm dD \cdot \text{sen} \varphi$$







En la generalidad de los casos este algoritmo es suficiente para analizar la acotación de errores del método polar. El avance en la tecnología de las estaciones Totales hoy en día es muy notable y tienen compensadores muy estables y el error de índice en equipos para este tipo de tareas no supera los 5" en comparación de equipos de hace dos décadas atrás.

Recordemos los algoritmos matemáticos del error lineal:

$$dX = dD = \pm(\text{sen } z) \cdot d\lambda \pm (\lambda \cdot \text{cos } z) dz''/\rho$$

en el primer término  $dD = \pm(\text{sen } z) \cdot d\lambda$ , cuando  $z = 90^\circ$  tenemos como error max  $dD = \pm d\lambda$

y el segundo termino  $dD = \pm (\lambda \cdot \text{cos } z) dz''/\rho$  es la influencia del error en la distancia cenital

Para nuestras tareas teniendo una distancia max de 65m, y un ángulo vertical max de  $70^\circ$ .

Un error de  $dz = 7''$  y un error probable en la determinación de la distancia de  $d\lambda = \pm 1.5 \text{ mm}$  (medición laser sobre calco o diana reflectante)

Tendremos un error  $dD = \pm 2.0 \text{ mm}$

El error transversal es  $dQ = \pm \lambda \cdot d\alpha/\rho$

Para un  $d\alpha = 7''$

$dQ = \pm 2.2 \text{ mm}$

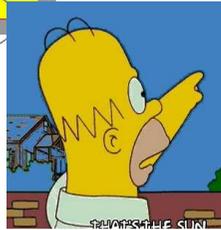
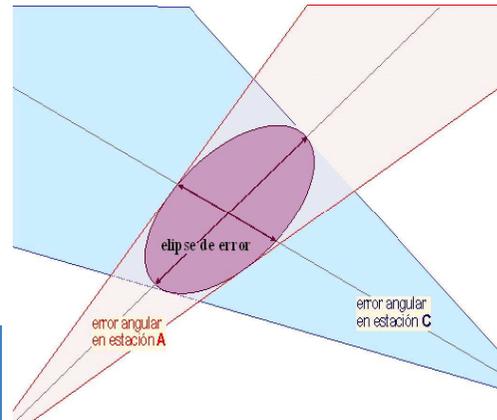
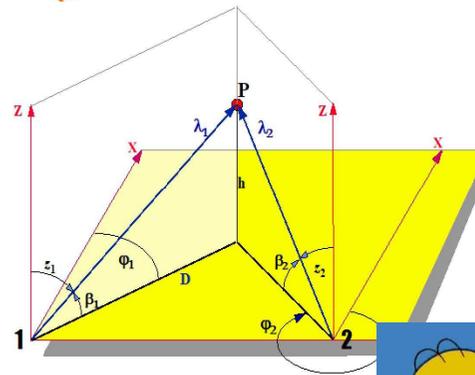
Análisis que nos muestra un panorama muy favorable para la aplicación del método polar en la determinación de las distancias requeridas para resolver las el comportamiento de las deformaciones planialtimétricas referidas a un eje de referencia, trabajando en una posición del anteojo y cumpliendo tolerancias establecidas por la CMAA.





# METODO DE BISECCION

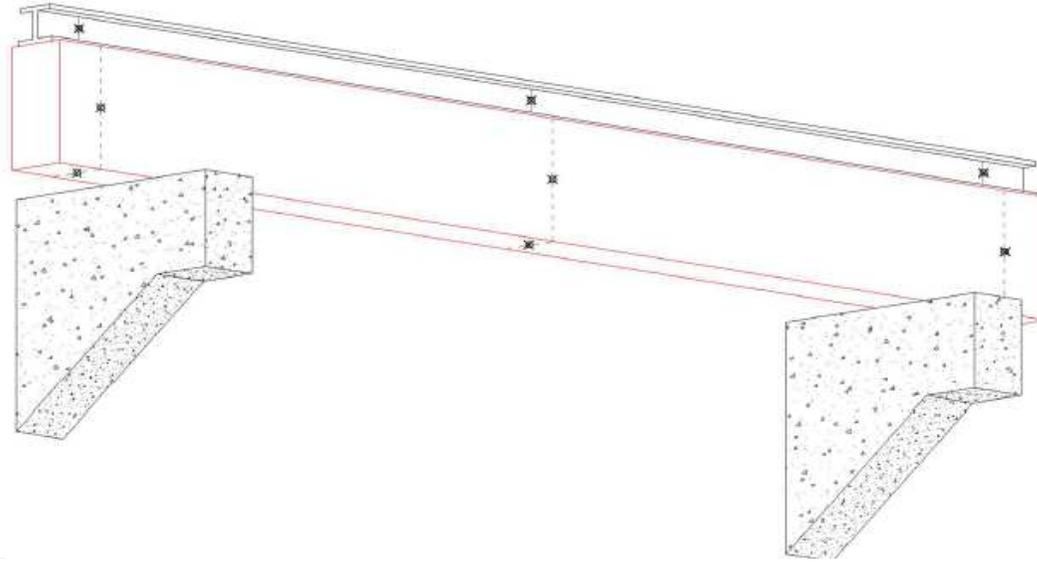
XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA | 9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

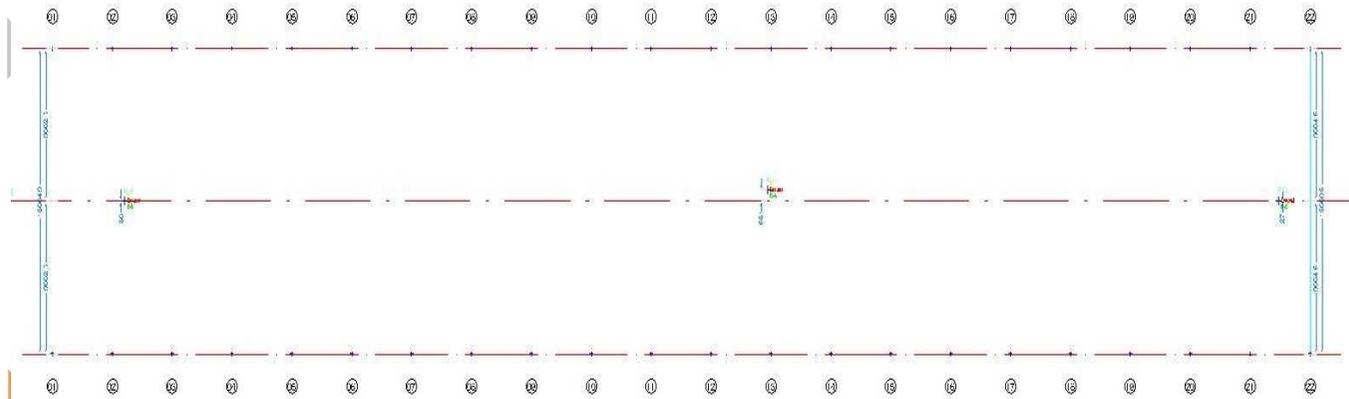




**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

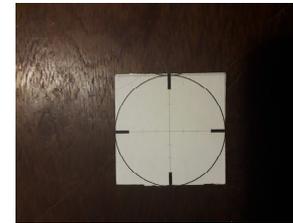
**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina





DETERMINACION EJE DE REFERENCIA. (Regresión lineal)





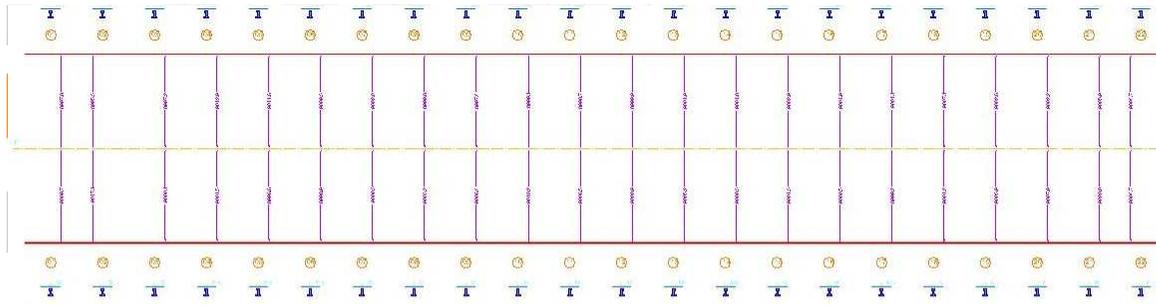
$$h = l \cdot \operatorname{tg} \alpha + (1 - k/2r) l^2 + i - s$$



**XII CONGRESO NACIONAL DE AGRIMENSURA**

**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

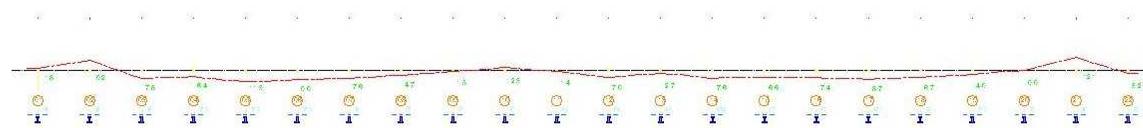
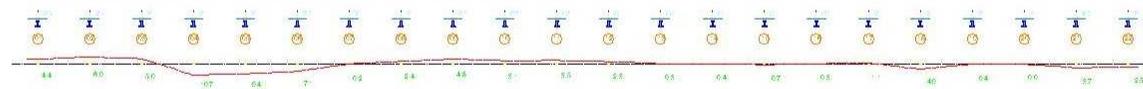




**TUBRE 2019**  
 ndoza - Argentina

FLANTA  
 NAVE VBH  
 1200

CONTROL DE TROCHA ( PUNTO MEDIO SUPERIOR RIEL) - SITUACION ACTUAL DE NIVELES REFERIDOS AL TEORICO



FLANTA  
 NAVE VBH  
 1200

CONTROL DE PARALELISMO DE EJE DE TROCHA - (mm)

DISTANCIA 1 PARCIAL A	TOTAL A+B TROCHA	DISTANCIA 1 PARCIAL B	Nº EJES B	COMPARACION			TROCHA TEORICA 18010
				PARCIAL A	TOTAL A+B	PARCIAL B	
9009.7	18007.5	8997.8	0 B	-4.7	2.5	7.2	2.5
9009.7	18007.5	8997.8	1 B	-4.7	2.5	7.2	2.5
9017.1	18012.4	8995.3	2 B	-12.1	-2.4	9.7	-2.4
9000.1	17997.3	8997.2	3 B	4.9	12.7	7.8	12.7
9001.5	18014.4	9012.9	4 B	3.5	-4.4	-7.9	-4.4
8996.8	18008.2	9011.8	5 B	8.4	1.8	-6.6	1.8
8998.9	18008.2	9009.3	6 B	6.1	1.8	-4.3	1.8
9000.3	18002.3	9002.0	7 B	4.7	7.7	3.0	7.7
9003.2	18003.0	8999.8	8 B	1.8	7.0	5.2	7.0
9006.4	18003.8	8997.4	9 B	-1.4	6.2	7.6	6.2
9010.2	18009.3	8999.1	10 B	-5.2	0.7	5.9	0.7
9006.5	18005.2	8998.7	11 B	-1.5	4.8	6.3	4.8
9000.9	18000.8	8999.9	12 B	4.1	9.2	5.1	9.2
9005.2	18007.1	9001.9	13 B	-0.2	2.9	3.1	2.9
9000.3	18002.1	9001.8	14 B	4.7	7.9	3.2	7.9
9001.3	18004.2	9002.9	15 B	3.7	5.8	2.1	5.8
9000.5	18002.4	9001.9	16 B	4.5	7.6	3.1	7.6
8999.2	18000.3	9001.1	17 B	5.8	9.7	3.9	9.7
9001.2	18008.3	9007.1	18 B	3.8	1.7	-2.1	1.7
9003.9	18006.5	9002.6	19 B	1.1	3.5	2.4	3.5
<b>9007.9</b>	<b>18010.1</b>	<b>9002.2</b>	<b>20 B</b>	-2.9	-0.1	2.8	<b>-0.1</b>
9020.0	18025.9	9005.9	21 B	-15.0	-15.9	-0.9	-15.9
9004.7	18009.4	9004.7	22 B	0.3	0.6	0.3	0.6
9004.7	18009.4	9004.7	23 B	0.3	0.6	0.3	0.6
9004.7	18009.4	9004.7	24 B	0.3	0.6	0.3	0.6

Todas las colas estan referidas a la medida de la Trocha Teorica (18010mm)



CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019

Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

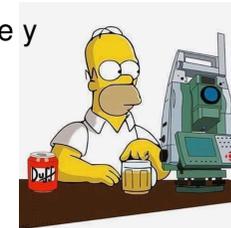




## CONCLUSIONES

El Método Polar con el uso de las modernas estaciones totales electrónicas de medición laser, nos permite cumplir especificaciones técnicas de la CMAA y las tolerancias establecidas para las mediciones de inspección de las deformaciones de las vigas portagrúas y los rieles de los puentes grúas. Resulta un método seguro y práctico para cumplir tiempos exigentes de producción.

Este tema merece su análisis y atención en la parte de higiene y seguridad industrial y en el analisis de costos operativos.



¡MUCHAS GRACIAS!

**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA  
*Agrimensura, más allá del territorio*

