



Campos Eléctricos y Magnéticos en obras de Transmisión de Energía Eléctrica en Costa Rica.

Experiencias prácticas.

Nº 29296-SALUD-MINAE
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y LOS MINISTROS DE SALUD
Y DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

1º—Que es misión del Estado velar por la salud de la población, así como por la utilización racional de los recursos naturales y del medio ambiente, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional.



N° 29296-SALUD-MINAE
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y LOS MINISTROS DE SALUD
Y DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

Decretan:

El siguiente,

**Reglamento para Regular Campos Eléctricos y Magnéticos en
obras de Transmisión de Energía Eléctrica**

Artículo 1°—**Objeto.** El presente reglamento establece los valores permisibles de los niveles de densidad de los campos eléctricos y magnéticos inducidos por las instalaciones de transporte de energía eléctrica, como medida preventiva para la salud pública, así como las condiciones ambientales a considerar en las etapas de planificación, diseño, construcción, mantenimiento y operación de tales instalaciones.

Artículo 2°—**Obligatoriedad.** La aplicación de este reglamento es obligatoria para el Instituto Costarricense de Electricidad y para cualquier otro prestador del servicio público de transporte de energía eléctrica a alta tensión.

Reglamento para Regular Campos Eléctricos y Magnéticos en obras de Transmisión de Energía Eléctrica

Artículo 8°—Límite para el Campo Eléctrico. Las obras de transmisión deberán ser diseñadas y operadas de tal manera que la magnitud del campo eléctrico no exceda los 2 000 voltios/metro en el borde de las servidumbres.

Reglamento para Regular Campos Eléctricos y Magnéticos en obras de Transmisión de Energía Eléctrica

Artículo 9°—Límite para el Campo Magnético. No se podrá diseñar ni operar obras de transmisión cuya magnitud del campo magnético exceda los 15 micro Teslas (equivalente a 150 mili Gauss) en el borde de la servidumbre, para exposición permanente de seres humanos, a excepción de valores establecidos con anterioridad por la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia. La medición correspondiente deberá hacerse a un metro de altura y en condiciones normales de operación.



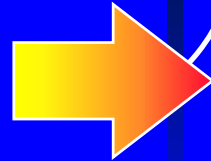
Reglamento para Regular Campos Eléctricos y Magnéticos en obras de Transmisión de Energía Eléctrica

Artículo 10.—Actualización de los límites permisibles. El Ministerio de Salud en conjunto con la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, propondrán modificaciones a los límites para el campo eléctrico y campo magnético establecidos en este reglamento, cuando las investigaciones científicas demuestren que los mismos son nocivos para la salud y hayan variado los parámetros internacionales.

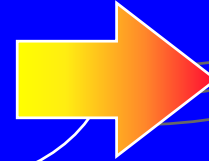
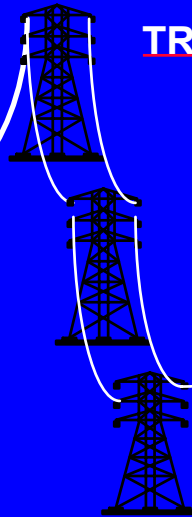
SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO EN C.R.

GENERACION

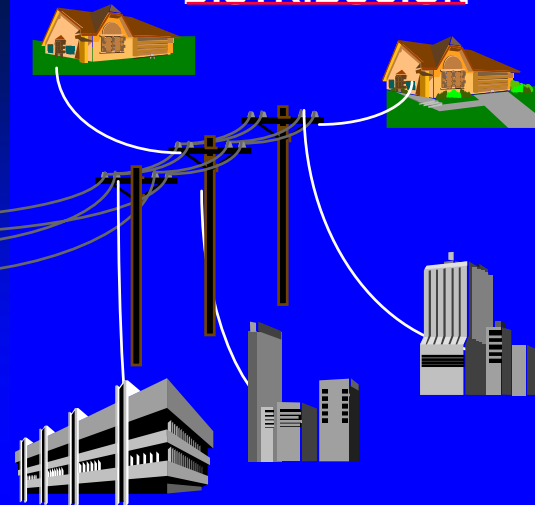
-  Hidráulica
-  Térmica
-  Geotérmica
-  Eólica
-  Otras



TRANSMISION



DISTRIBUCION



Demanda Máxima Histórica

1,136 MW
(11-12-2001 a las 18:30 horas)

Capacidad Instalada (MW)

ICE	1,373.07 MW (81.2 %)
BOT Miravalles	27.00 MW (1.6 %)
CNFL	80.71 MW (4.8 %)
JASEC	20.32 MW (1.2 %)
ESPH	2.00 MW (0.1 %)
COOPELESCA	8.14 MW (0.5 %)
PRIVADOS	177.88 MW (11.6 %)

Total: 1,689.11 MW

Capacidad de

Transformación (MVA)

6,348 MVA

Líneas Transmisión (km)

Circuito Simple

Voltaje	Km	(%)
138 KV	285	(17.2)
230 KV	628	(38.1)

Circuito Doble

Voltaje	Km	(%)
138 KV	450	(27.4)
230 KV	285	(17.3)

1,648 Km

Líneas de Distribución

26,080 Km

Ventas SEN (GWh)

CNFL	2,620 GWh (43.5 %)
ICE	2,308 GWh (38.3 %)
JASEC	354 GWh (5.9 %)
ESPH	293 GWh (4.8 %)
Coopesesca	192 GWh (3.2 %)
Coopeguanacaste	167 GWh (2.8 %)
Coopesantos	74 GWh (1.2 %)
Coopealfaro	16 GWh (0.3 %)

6,024 GWh





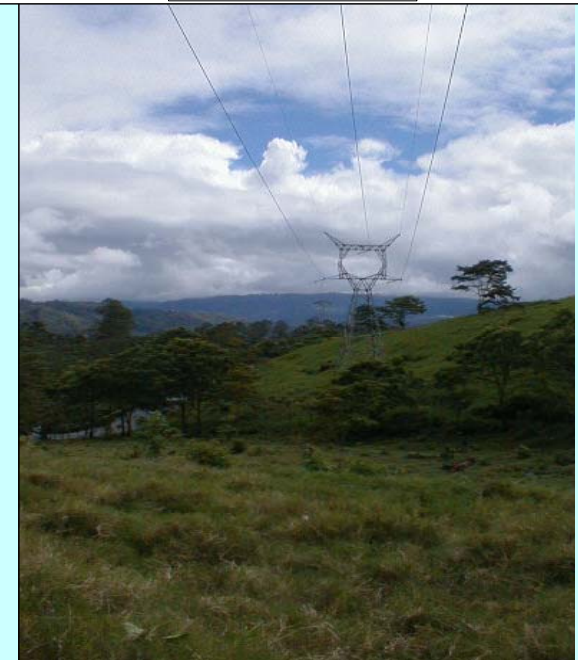
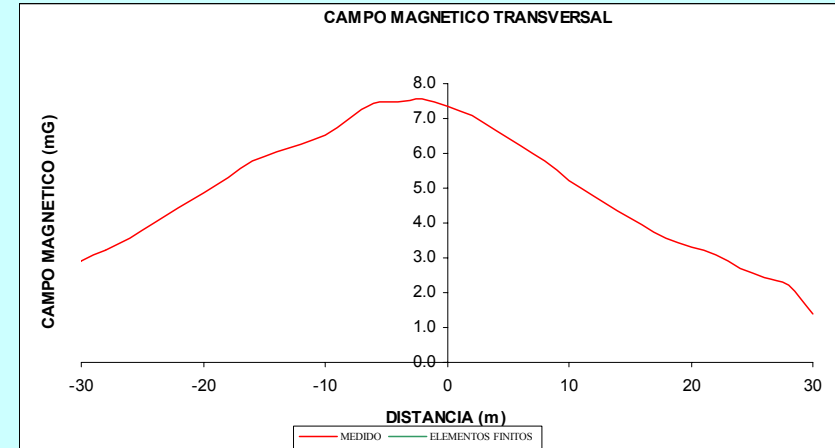
CAMPO MAGNÉTICO TRANSVERSAL

Línea: ANGOSTURA-CONCAVAS(138KV) Entre Torre 25 y Torre 24

Visita 5 Inicio 10:35 Final 10:45 Fecha: 20/11/2001

H.Ri: 46% T.Ai: 35,0°C H.Rf: 47% T.Af: 25,0°C

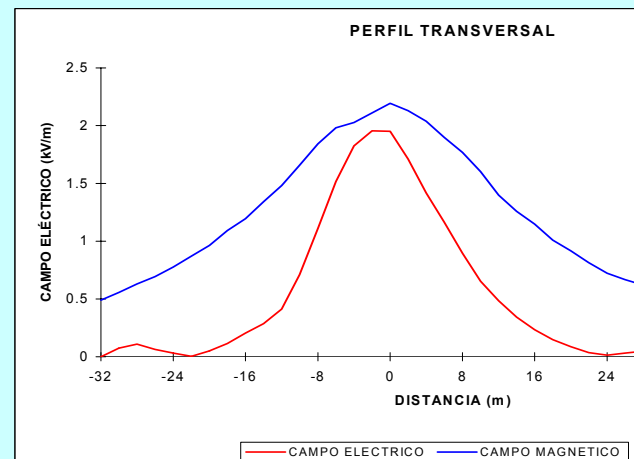
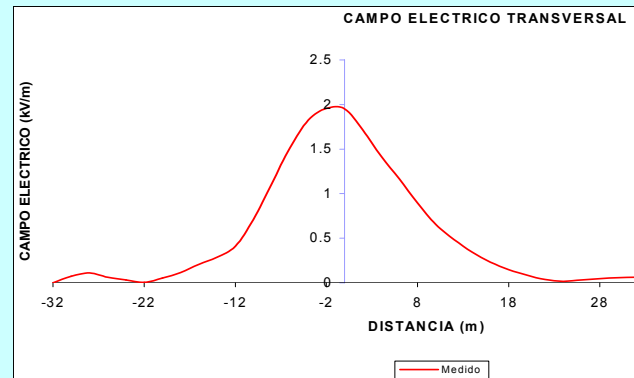
Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	-32	2.4	2.4	2.4			2.4
2	-30	2.8	2.8	2.8			2.9
3	-28	3.1	3.1	3.1			3.2
4	-26	3.4	3.5	3.4			3.6
5	-24	3.8	3.9	3.8			4.0
6	-22	4.3	4.3	4.3			4.4
7	-20	4.7	4.8	4.7			4.9
8	-18	5.1	5.2	5.1			5.3
9	-16	5.6	5.7	5.6			5.8
10	-14	6.0	6.0	5.9			6.0
11	-12	6.2	6.2	6.2			6.3
12	-10	6.4	6.3	6.3			6.5
13	-8	7.0	6.8	6.8			7.0
14	-6	7.4	7.3	7.4			7.4
15	-4	7.6	7.5	7.5			7.5
16	-2	7.5	7.6	7.6			7.6
17	0	7.5	7.4	7.5			7.4
18	2	7.2	7.1	7.2			7.1
19	4	6.9	6.8	6.7			6.7
20	6	6.5	6.4	6.4			6.2
21	8	5.9	5.9	6.0			5.8
22	10	5.4	5.4	5.4			5.2
23	12	4.9	4.9	4.9			4.8
24	14	4.5	4.5	4.5			4.4
25	16	4.1	4.1	4.1			4.0
26	18	3.7	3.6	3.7			3.6
27	20	3.4	3.4	3.4			3.3
28	22	3.1	3.1	3.3			3.1
29	24	2.8	2.8	2.8			2.7
30	26	2.5	2.5	2.5			2.4
31	28	2.3	2.3	2.3			2.2
32	30	2.0	2.1	2.1			1.4



CAMPO ELECTRICO TRANSVERSAL

Línea: ARENAL-BARRANCA Entre Torre 140 y Torre 141
 Visita 1 Inicio 14:00 Final 14:39 Fecha: 15/11/2001
 H.Ri: 60% T.Ai: 35,0°C H.Rf: 60% T.Af: 35,0°C
 Se midió la línea a ambos lados del centro de la línea? (S/N) S -32

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (kV/m)	Lectura 2 (kV/m)	Lectura 3 (kV/m)	Lectura 4 (kV/m)	Lectura 5 (kV/m)	Promedio (kV/m)
2	-30	0.112	0.112	0.112			0.074
3	-28	0.064	0.064	0.064			0.110
4	-26	0.032	0.032	0.032			0.063
5	-24	0.005	0.005	0.005			0.031
6	-22	0.053	0.053	0.053			0.004
7	-20	0.117	0.117	0.117			0.052
8	-18	0.208	0.208	0.208			0.115
9	-16	0.289	0.289	0.289			0.206
10	-14	0.407	0.417	0.417			0.287
11	-12	0.728	0.728	0.728			0.412
12	-10	1.146	1.135	1.135			0.710
13	-8	1.543	1.543	1.543			1.112
14	-6	1.853	1.853	1.853			1.516
15	-4	1.982	1.982	1.982			1.826
16	-2	1.971	1.982	1.982			1.955
17	0	1.736	1.746	1.736			1.951
18	2	1.446	1.446	1.446			1.712
19	4	1.189	1.189	1.2			1.419
20	6	0.921	0.91	0.91			1.166
21	8	0.675	0.664	0.675			0.896
22	10	0.503	0.503	0.503			0.653
23	12	0.348	0.348	0.342			0.485
24	14	0.235	0.235	0.235			0.344
25	16	0.15	0.15	0.15			0.233
26	18	0.091	0.085	0.085			0.148
27	20	0.037	0.037	0.037			0.086
28	22	0.016	0.016	0.016			0.036
29	24	0.032	0.032	0.032			0.015
30	26	0.048	0.048	0.048			0.031
31	28	0.058	0.058	0.058			0.047
32	30	0.064	0.064	0.064			0.057
33	32	0.064	0.064	0.064			0.063
34	34	0.064	0.064	0.064			0.063
35	36	0.058	0.058	0.064			0.063
36	38	0.053	0.053	0.058			0.059
37	40	0.042	0.042	0.042			0.054
38	42	0.037	0.037	0.037			0.041
39	44	0.032	0.032	0.032			0.036
40	46	0.032	0.032	0.032			0.031



Doble circuito, configuración vertical, doble hilo guarda, cable 795 ACCR, 14 aisladores, altura promedio 12 m

CAMPO MAGNETICO TRANSVERSAL

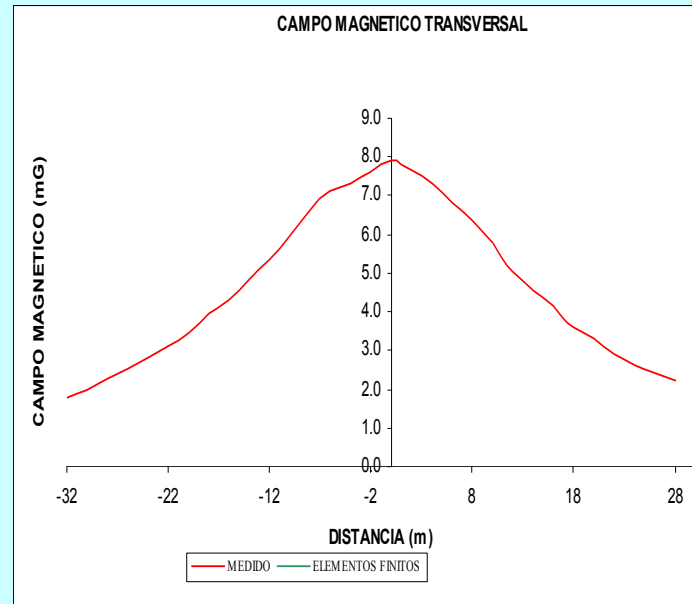
Línea: ARENAL - BARRANCA Entre Torre 140 y Torre 141

Visita 1 Inicio 14:00 Final 14:39 Fecha: 15/11/2001

H.Ri: 60% T.Ai: 35,0°C H.Rf: 60% T.Af: 35,0°C

Se midió la línea a ambos lados del centro de la línea? (S/N) S -32

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	-32	1.7	1.8	1.8			1.8
2	-30	2	2	2			2.0
3	-28	2.2	2.3	2.3			2.3
4	-26	2.5	2.5	2.5			2.5
5	-24	2.8	2.8	2.8			2.8
6	-22	3.2	3.1	3.1			3.1
7	-20	3.4	3.5	3.5			3.5
8	-18	3.9	3.9	4			3.9
9	-16	4.3	4.3	4.3			4.3
10	-14	4.7	4.9	4.9			4.8
11	-12	5.4	5.3	5.3			5.3
12	-10	6	5.9	6			6.0
13	-8	6.6	6.7	6.6			6.6
14	-6	7.1	7.1	7.2			7.1
15	-4	7.3	7.3	7.3			7.3
16	-2	7.6	7.6	7.6			7.6
17	0	7.9	7.9	7.9			7.9
18	2	7.7	7.6	7.7			7.7
19	4	7.3	7.4	7.3			7.3
20	6	6.8	6.9	6.8			6.8
21	8	6.3	6.4	6.4			6.4
22	10	5.7	5.8	5.8			5.8
23	12	5.0	5.1	5.0			5.0
24	14	4.6	4.5	4.5			4.5
25	16	4.1	4.2	4.1			4.1
26	18	3.6	3.6	3.7			3.6
27	20	3.4	3.3	3.2			3.3
28	22	2.9	3.0	2.9			2.9
29	24	2.6	2.6	2.6			2.6
30	26	2.4	2.4	2.4			2.4
31	28	2.2	2.3	2.2			2.2



Doble circuito, configuración vertical, doble hilo guarda, cable 795 ACCR, 14 aisladores, altura promedio 12 m



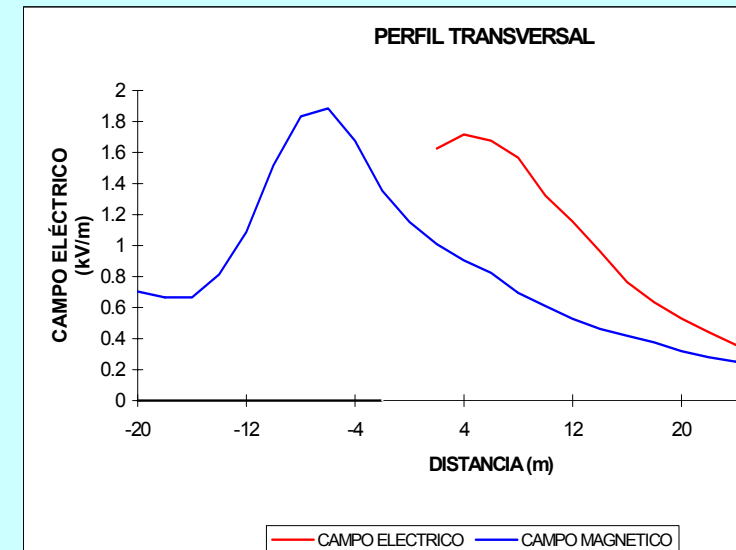
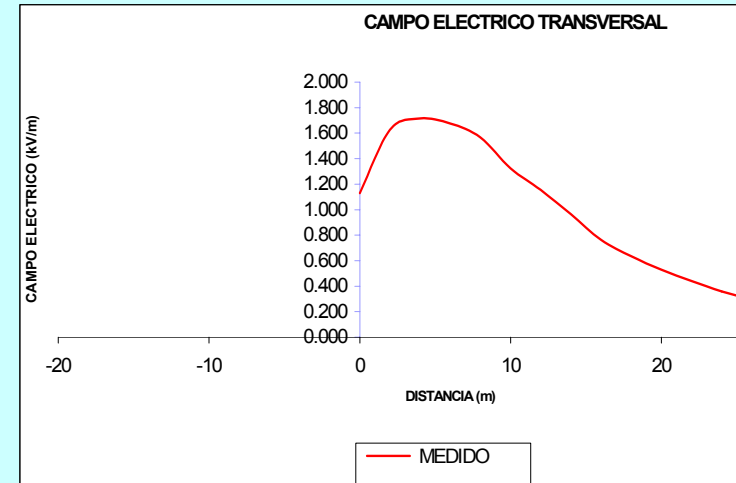
CAMPO ELÉCTRICO TRANSVERSAL

Línea: ARENAL - CIUDAD QUESADA Entre Torre 10 y Torre 11

Visita 3 Inicio 10:00 Final 10:15 Fecha: 16/11/2001

H.Ri: 85% T.Ai: 26,0°C H.Rf: 87% T.Af: 29,0°C

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (kV/m)	Lectura 2 (kV/m)	Lectura 3 (kV/m)	Lectura 4 (kV/m)	Lectura 5 (kV/m)	Promedio (kV/m)
	0	1.157	1.157	1.157			1.130
	2	1.650	1.660	1.650			1.626
	4	1.750	1.740	1.740			1.716
	6	1.700	1.703	1.703			1.675
	8	1.586	1.596	1.596			1.566
	10	1.339	1.350	1.361			1.323
	12	1.178	1.178	1.189			1.155
	14	0.985	0.975	0.985			0.964
	16	0.782	0.782	0.782			0.764
	18	0.653	0.653	0.653			0.635
	20	0.546	0.546	0.550			0.529
	22	0.439	0.450	0.439			0.441
	24	0.359	0.364	0.359			0.359
	26	0.294	0.300	0.300			0.296
	28	0.219	0.219	0.219			0.217
	30	0.150	0.150	0.150			0.148
	32	0.069	0.069	0.069			0.068



Un circuito, configuración horizontal, dos conductore, doble hilo guarda, cable Grossbeak, 14 aisladores, altura promedio de 8 a 12 m (POT: 350MVA)

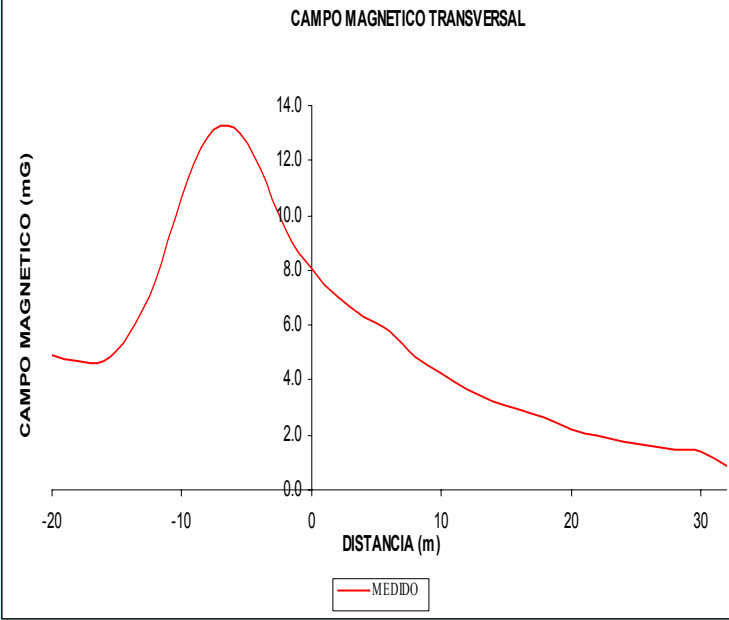
CAMPO MAGNÉTICO TRANSVERSAL

Línea: ARENAL - CIUDAD QUESADA Entre Torre 10 y Torre 11

Visita 3 Inicio 10:00 Final 10:15 Fecha: 16/11/2001

H.Ri: 85% T.Ai: 26,0°C H.Rf: 87% T.Af: 29,0°C

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	-20	4.8	5.0	5.0			4.9
2	-18	4.7	4.8	4.7			4.7
3	-16	4.5	4.4	4.4			4.7
4	-14	5.2	5.2	5.1			5.7
5	-12	6.8	6.7	6.7			7.6
6	-10	9.4	9.6	9.3			10.6
7	-8	13.0	12.5	12.4			12.8
8	-6	13.6	13.6	13.4			13.2
9	-4	12.6	12.6	12.6			11.7
10	-2	10.0	10.0	10.1			9.5
11	0	8.3	8.5	8.3			8.1
12	2	7.4	7.4	7.3			7.1
13	4	6.5	6.4	6.5			6.3
14	6	6.1	6.0	6.2			5.8
15	8	5.1	5.1	5.0			4.9
16	10	4.5	4.4	4.6			4.3
17	12	3.8	3.8	3.9			3.7
18	14	3.4	3.3	3.4			3.2
19	16	3.0	3.0	3.0			2.9
20	18	2.8	2.7	2.8			2.6
21	20	2.4	2.4	2.3			2.2
22	22	2.0	2.0	2.1			2.0
23	24	1.8	1.8	1.9			1.8
24	26	1.6	1.7	1.7			1.6
25	28	1.5	1.6	1.6			1.5
26	30	1.3	1.3	1.4			1.4
27	32	1.4	1.3	1.3			0.9



Un circuito, configuración horizontal, dos conductore, doble hilo guarda, cable Grossbeak, 14 aisladores, altura promedio de 8 a 12 m (POT: 350MVA)

CAMPO MAGNETICO TRANSVERSAL

Línea: ARENAL - MIRAVALLES(230KV) Entre Torre 106 y Torre 107

Visita 4 Inicio 16:10 Final 16:20 Fecha: 16/11/2001

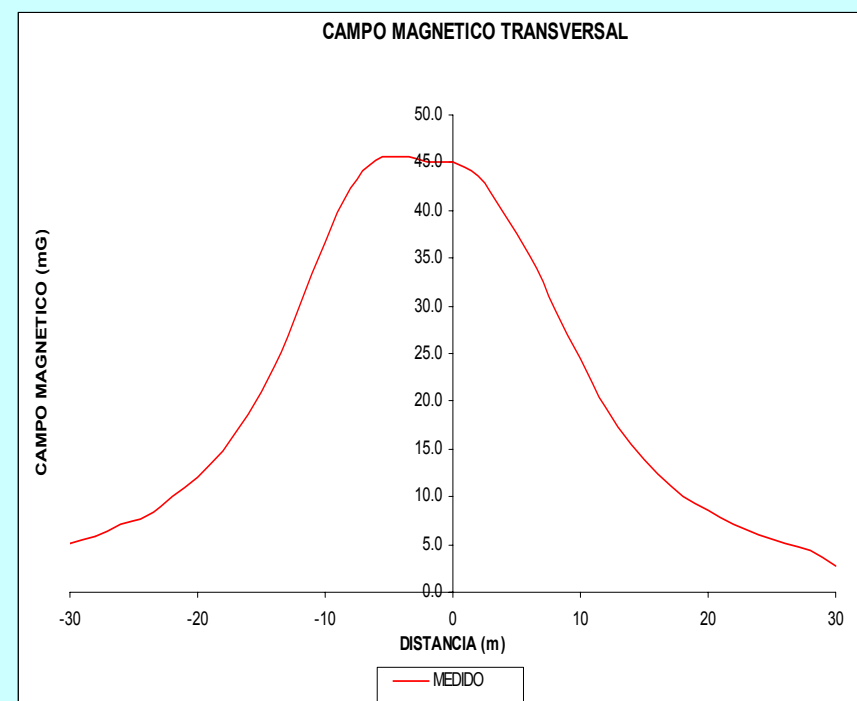
H.Ri: 84% T.Ai: 28,0°C H.Rf: 87% T.Af: 25,0°C

Se midió la línea a ambos lados del centro de la línea? (S/N) S -32

Cuántos metros a la derecha? 30 Cuántos metros a la izquierda? 32

Espaciamiento (m): 2

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	-32	4.2	4.2	4.2			4.2
2	-30	4.9	4.8	4.9			5.1
3	-28	5.6	5.5	5.6			5.9
4	-26	6.6	6.6	6.6			7.0
5	-24	7.9	7.8	7.2			8.1
6	-22	9.3	9.3	9.4			10.0
7	-20	11.3	11.3	11.2			12.1
8	-18	13.7	13.8	13.9			14.8
9	-16	16.8	17.0	17.2			18.6
10	-14	21.6	21.6	21.8			23.7
11	-12	27.6	27.6	27.8			30.1
12	-10	35.0	34.8	34.8			36.7
13	-8	40.6	40.8	40.8			42.3
14	-6	45.2	44.8	44.8			45.2
15	-4	46.0	46.0	45.8			45.5
16	-2	44.8	45.0	45.0			45.0
17	0	45.0	45.6	45.8			45.1
18	2	43.8	44.8	44.0			43.5
19	4	41.8	41.0	41.2			39.7
20	6	37.0	36.8	37.0			35.2
21	8	31.8	31.6	31.6			29.6
22	10	25.6	26.2	26.0			24.5
23	12	21.2	20.8	20.4			19.3
24	14	16.6	16.8	16.6			15.5
25	16	13.2	13.2	13.2			12.4
26	18	10.8	10.6	10.8			10.1
27	20	8.8	9.0	8.9			8.5
28	22	7.6	7.6	7.5			7.1
29	24	6.3	6.3	6.4			6.0
30	26	5.4	5.5	5.4			5.2
31	28	4.6	4.7	4.4			4.4
32	30	4.0	4.0	4.1			2.7



Un circuito, configuración horizontal, UN conductor, UN hilo guarda, cable DRAKE, 795MCM, 14 aisladores, altura promedio de 8 a 12 m (POT: 100MVA)

CAMPO ELECTRICO TRANSVERSAL

Línea: ARENAL - MIRAVALLS(230KV) Entre Torre 106 y Torre 107

Visita 4 Inicio 15:55 Final 16:10 Fecha: 16/11/2001

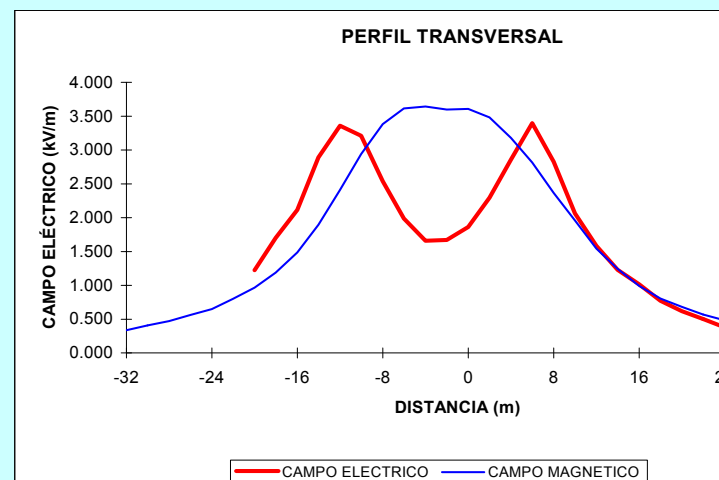
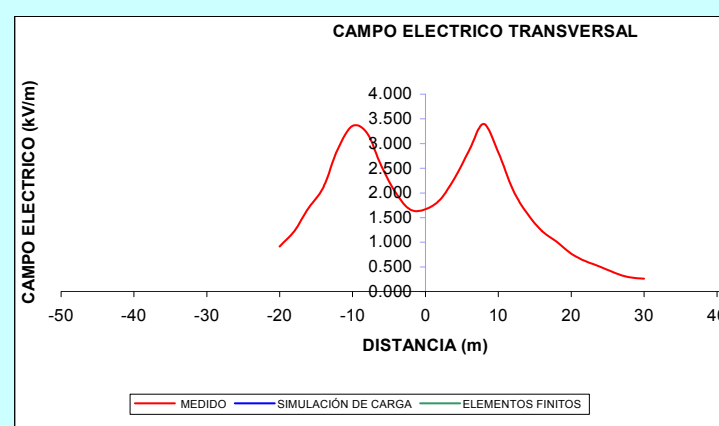
H.Ri: 85% T.Ai: 27,0°C H.Rf: 87% T.Af: 29,0°C

Se midió la línea a ambos lados del centro de la línea? (S/N) S -32

Cuántos metros a la derecha? 30 Cuántos metros a la izquierda? 32

Espaciamento (m): 2

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (kV/m)	Lectura 2 (kV/m)	Lectura 3 (kV/m)	Lectura 4 (kV/m)	Lectura 5 (kV/m)	Promedio (kV/m)
	-20	0.932	0.932	0.932			0.914
	-18	1.253	1.264	1.243			1.226
	-16	1.714	1.736	1.736			1.702
	-14	2.125	2.164	2.143			2.117
	-12	2.914	2.925	2.914			2.891
	-10	3.386	3.375	3.397			3.359
	-8	3.225	3.247	3.236			3.209
	-6	2.561	2.561	2.572			2.538
	-4	2.014	2.004	2.025			1.987
	-2	1.682	1.693	1.682			1.659
	0	1.680	1.693	1.714			1.669
	2	1.886	1.896	1.886			1.862
	4	2.314	2.325	2.325			2.294
	6	2.882	2.904	2.872			2.859
	8	3.440	3.429	3.407			3.398
	10	2.872	2.839	2.850			2.827
	12	2.089	2.100	2.079			2.062
	14	1.553	1.639	1.639			1.583
	16	1.253	1.264	1.253			1.230
	18	1.018	1.007	1.102			1.015
	20	0.793	0.782	0.793			0.771
	22	0.632	0.621	0.653			0.617
	24	0.525	0.514	0.525			0.503
	26	0.380	0.380	0.380			0.378
	28	0.294	0.294	0.294			0.292
	30	0.267	0.262	0.267			0.263



Un circuito, configuración horizontal, UN conductor, UN hilo guarda, cable DRAKE, 795MCM, 14 aisladores, altura promedio de 8 a 12 m (POT: 100MVA)

CAMPO MAGNÉTICO TRANSVERSAL

Línea: BELEN - SAN MIGUEL Entre Torre y Torre

Visita 7 Inicio 10:50 Final 11:00 Fecha: 23/11/2001

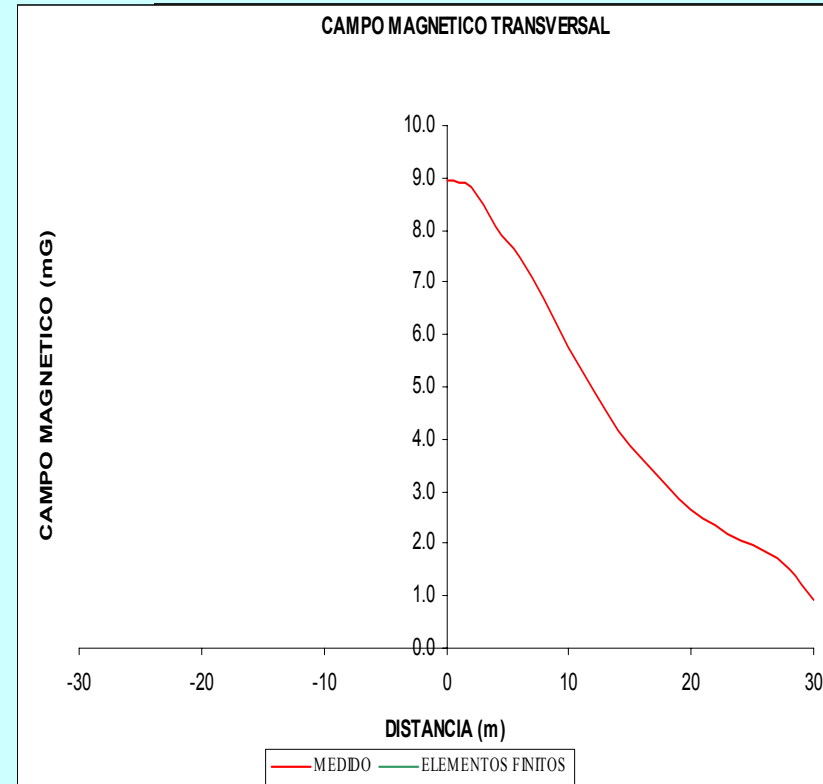
HRi: 70% T.Ai: 25,0°C

Se midió la línea a ambos lados del centro de la línea? (S/N) N 0

Cuántos metros a la derecha? 30

Espaciamento (m): 2

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	0	9.0	9.0	8.9			9.0
2	2	9.1	9.1	9.1			8.8
3	4	8.3	8.2	8.2			8.1
4	6	7.8	7.8	7.7			7.5
5	8	7.0	7.0	7.0			6.7
6	10	6.0	6.1	6.0			5.8
7	12	5.2	5.2	5.2			4.9
8	14	4.4	4.3	4.4			4.2
9	16	3.8	3.8	3.8			3.6
10	18	3.3	3.3	3.3			3.1
11	20	2.7	2.8	2.8			2.7
12	22	2.4	2.4	2.5			2.4
13	24	2.2	2.1	2.2			2.1
14	26	1.9	1.9	1.9			1.8
15	28	1.7	1.6	1.6			1.5
16	30	1.4	1.4	1.4			0.9



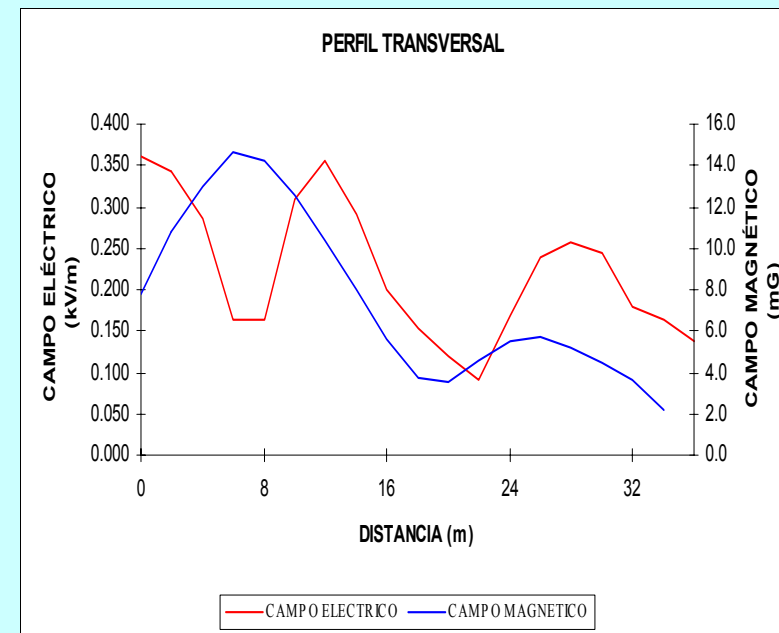
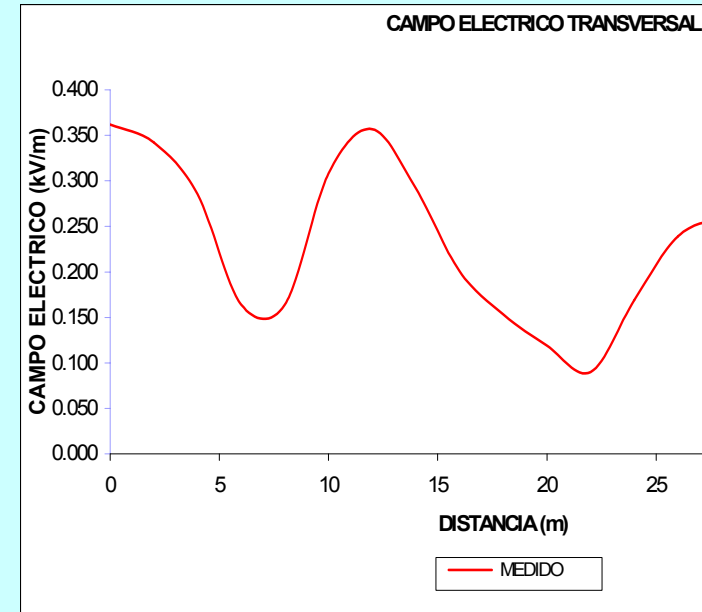
CAMPO ELÉCTRICO TRANSVERSAL

Línea: JUANILAMA-GARITA Entre Torre 69 y Torre 68

Visita 2 Inicio 15:30 Final 15:45 Fecha: 15/11/2001

HRi: 60% T.Ai: 33,0°C HRf: 65% T.Af: 35,0°C

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (kV/m)	Lectura 2 (kV/m)	Lectura 3 (kV/m)	Lectura 4 (kV/m)	Lectura 5 (kV/m)	Promedio (kV/m)
1	0	0.364	0.364	0.364			0.362
2	2	0.342	0.348	0.342			0.342
3	4	0.284	0.289	0.289			0.285
4	6	0.166	0.166	0.166			0.164
5	8	0.166	0.166	0.166			0.164
6	10	0.31	0.31	0.31			0.308
7	12	0.359	0.359	0.359			0.357
8	14	0.294	0.294	0.294			0.292
9	16	0.203	0.203	0.203			0.201
10	18	0.155	0.155	0.155			0.153
11	20	0.123	0.117	0.123			0.119
12	22	0.091	0.091	0.091			0.090
13	24	0.171	0.171	0.171			0.169
14	26	0.241	0.241	0.241			0.239
15	28	0.257	0.257	0.262			0.257
16	30	0.246	0.246	0.246			0.244
17	32	0.182	0.182	0.182			0.180
18	34	0.166	0.166	0.166			0.164
19	36	0.139	0.139	0.139			0.137



Un circuito, configuración DELTA, UN conductor, UN hilo guarda, cable 336ACCR, 10 aisladores, altura promedio de 8 a 12 m

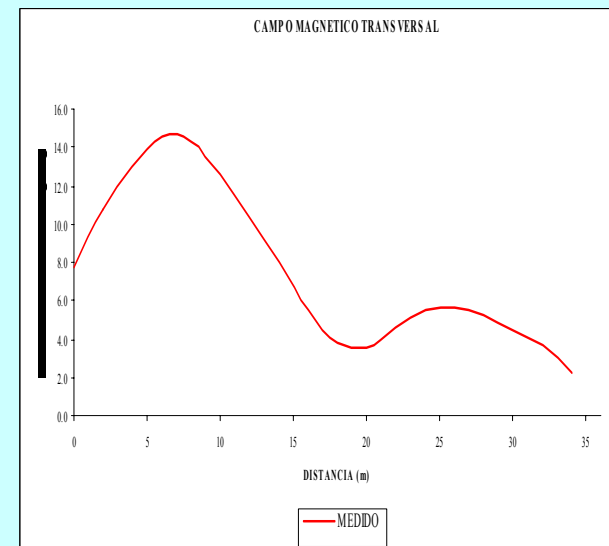
CAMPO MAGNÉTICO TRANSVERSAL

Línea: JUANILAMA-GARITA Entre Torre 69 y Torre 68

Visita 2 Inicio 15:30 Final 15:45 Fecha: 15/11/2001

HRi: 60% T.Ai: 33,0°C HRf: 62% T.Af: 35,0°C

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	0	7.7	7.8	7.8			7.8
2	2	9.9	10	10.1			10.8
3	4	12.3	12.3	12.2			13.0
4	6	14.4	14.4	14.6			14.6
5	8	14.8	14.8	14.8			14.3
6	10	13.2	13.4	13.2			12.6
7	12	11.2	11.2	11.2			10.4
8	14	8.8	8.9	9			8.0
9	16	6.2	6.4	6.3			5.6
10	18	4	4.1	4.1			3.8
11	20	3.1	3.2	3.2			3.5
12	22	4.2	4.1	4.2			4.5
13	24	5.3	5.5	5.4			5.5
14	26	5.6	5.7	5.8			5.7
15	28	5.6	5.5	5.4			5.2
16	30	4.8	4.7	4.6			4.4
17	32	4	3.9	4			3.7
18	34	3.1	3.2	3.3			2.2



Un circuito, configuración DELTA, UN conductor, UN hilo guarda, cable 336ACCR, 10 aisladores, altura promedio de 8 a 12 m (40 AÑOS)

CAMPO ELÉCTRICO TRANSVERSAL

Línea: CACHI - SIQUIRRES (138KV) Entre Torre 21 y Torre 20

Visita 6 Inicio 11:30 Final 11:45 Fecha: 20/11/2001

HRi: 47% T.Ai: 35,0°C HRF: 47% T.Af: 35,0°C

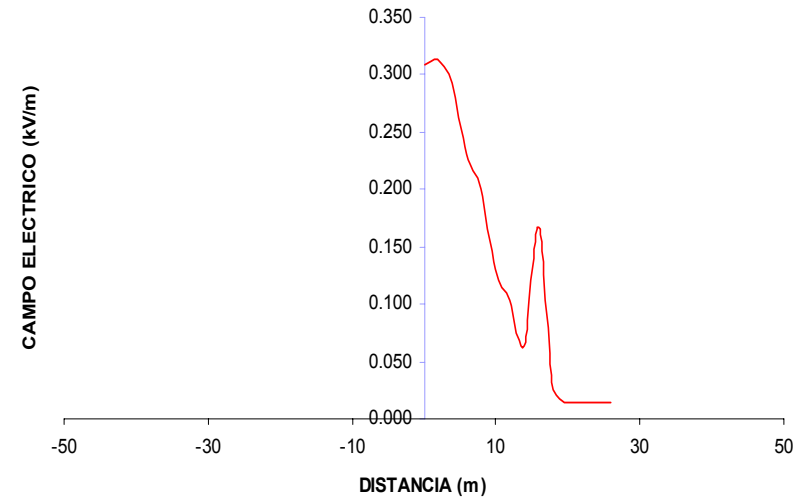
Se midió la línea a ambos lados del centro de la línea? (S/N) N 0

Cuántos metros a la derecha? 26

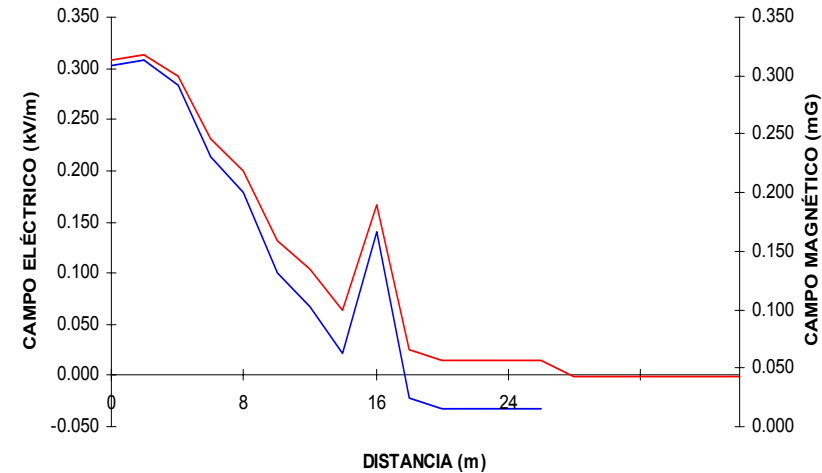
Espaciamiento (m): 2

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (kV/m)	Lectura 2 (kV/m)	Lectura 3 (kV/m)	Lectura 4 (kV/m)	Lectura 5 (kV/m)	Promedio (kV/m)
1	0	0.310	0.310	0.310			0.308
2	2	0.316	0.316	0.316			0.314
3	4	0.294	0.294	0.294			0.292
4	6	0.230	0.235	0.235			0.231
5	8	0.203	0.200	0.203			0.200
6	10	0.133	0.133	0.133			0.131
7	12	0.101	0.107	0.107			0.103
8	14	0.064	0.064	0.064			0.063
9	16	0.042	0.420	0.042			0.167
10	18	0.026	0.026	0.026			0.025
11	20	0.016	0.016	0.016			0.015
12	22	0.016	0.016	0.016			0.015
13	24	0.016	0.016	0.016			0.015
14	26	0.016	0.016	0.016			0.015

CAMPO ELÉCTRICO TRANSVERSAL



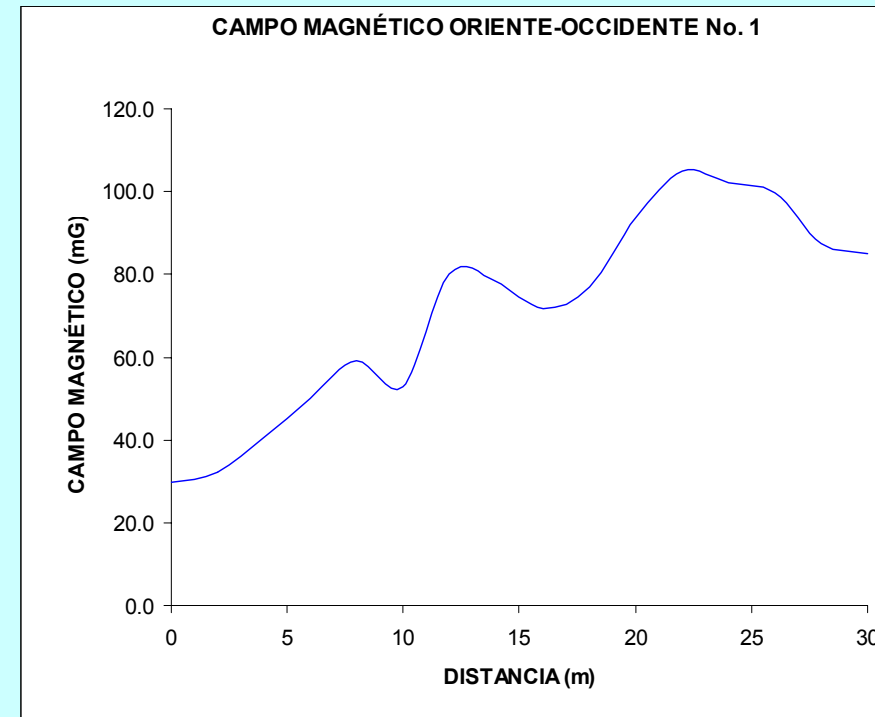
PERFIL TRANSVERSAL



CAMPO MAGNÉTICO PERFIL ORIENTE-OCCIDENTE

Subestación LA CAJA
Visita 8 **Inicio** 12:00 **Final** 12:15 **Fecha:** 23/11/2001
Perfil No. _____
Longitud del recorrido? 30 **Espaciamiento (m):** 2

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	0	30.8	29.4	29.2			29.8
2	2	32.2	32.2	32.0			32.1
3	4	40.8	40.4	40.2			40.5
4	6	50.2	50.2	50.0			50.1
5	8	58.8	59.4	59.0			59.1
6	10	52.8	53.0	53.2			53.0
7	12	80.4	80.0	80.0			80.1
8	14	85.0	75.2	75.0			78.4
9	16	74.4	70.0	70.6			71.7
10	18	76.2	77.2	78.0			77.1
11	20	93.0	93.8	94.2			93.7
12	22	105.6	104.8	104.0			104.8
13	24	102.2	102.6	101.8			102.2
14	26	99.4	99.8	99.6			99.6
15	28	87.0	87.4	87.8			87.4
16	30	84.6	85.8	85.0			85.1



CAMPO MAGNÉTICO PERFIL NORTE-SUR

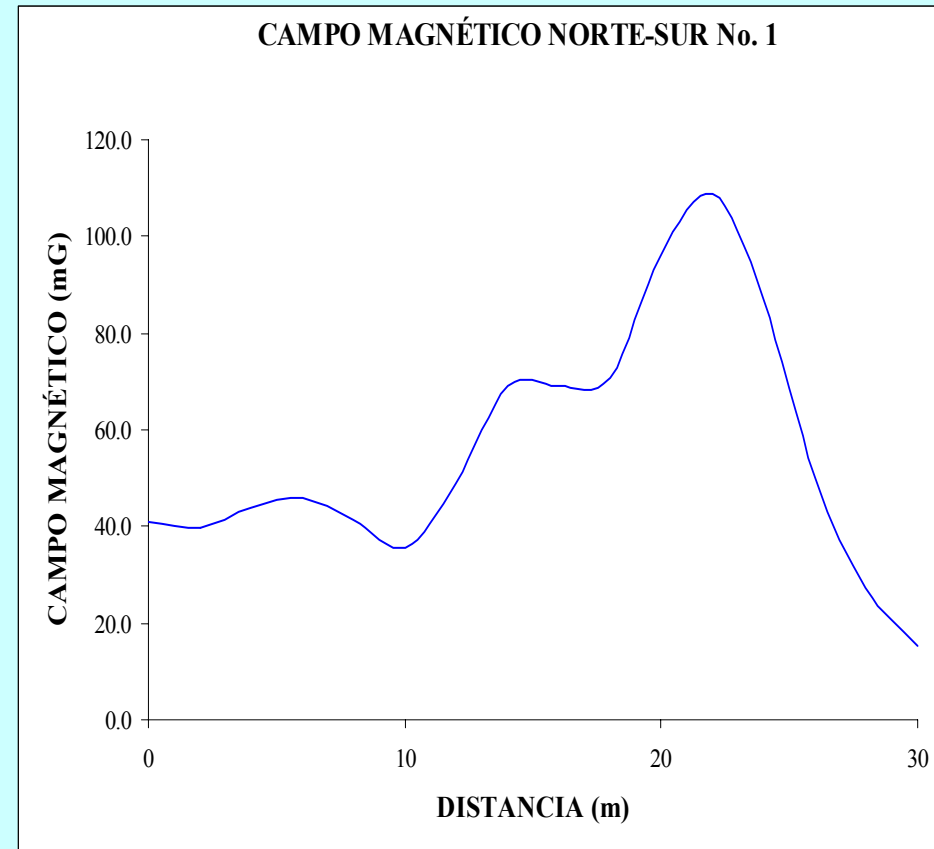
Subestación LACAIA

Visita 8 Inicio 12:00 Final 12:15 Fecha: 23/11/2001

Perfil No.

Longitud del recorrid 30 Espaciamento(m): 2

Punto	Distancia (m)	Lectura 1 (mG)	Lectura 2 (mG)	Lectura 3 (mG)	Lectura 4 (mG)	Lectura 5 (mG)	Promedio (mG)
1	0	40.8	41.2	41.2			41.1
2	2	39.6	40.0	40.0			39.9
3	4	44.2	43.8	44.0			44.0
4	6	42.8	47.6	47.4			45.9
5	8	46.2	46.0	47.4			41.5
6	10	34.2	32.8	32.4			35.7
7	12	39.6	40.8	40.0			48.8
8	14	67.0	67.8	66.0			69.1
9	16	72.6	72.8	72.4			69.3
10	18	62.6	62.6	62.4			70.8
11	20	87.4	87.4	87.2			96.1
12	22	114.8	113.2	113.6			108.9
13	24	99.8	99.2	98.6			87.1
14	26	59.2	62.2	62.4			50.3
15	28	29.6	29.2	29.4			27.3
16	30	23.0	22.8	23.0			15.3



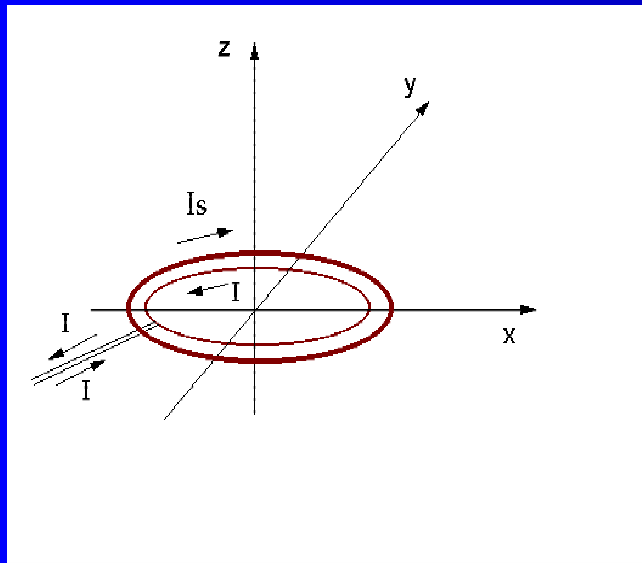
**La reducción a la exposición de los CEM,
se puede lograr sin hacer mayores modificaciones
al diseño o configuración de una línea de transmisión,
Aplicando un lazo de cancelación pasivo**

**Al instalar un lazo con un conductor, alrededor
de una sección de una línea de transmisión, se induce
una corriente circulante como resultado de la presencia
del campo magnético, ésta corriente inducida a su vez
genera un campo magnético opuesto al que lo produce
Lograndose así la reducción de campos**

Existen lazo de cancelación denominados pasivos cuando la corriente que circula en el lazo es inducida por la misma fuente, y los denominados activos, cuando la corriente circulante es generada por una fuente de potencia independiente

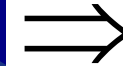
**Al instalar un lazo de compensación se debe considerar
Confiabilidad, seguridad, estética y costo**

El factor de reducción del CEM depende de la configuración de la LT, del área a proteger, y para mejores resultados se puede instalar un capacitor en serie con el lazo, de manera de ajustar la magnitud y fase de I_s



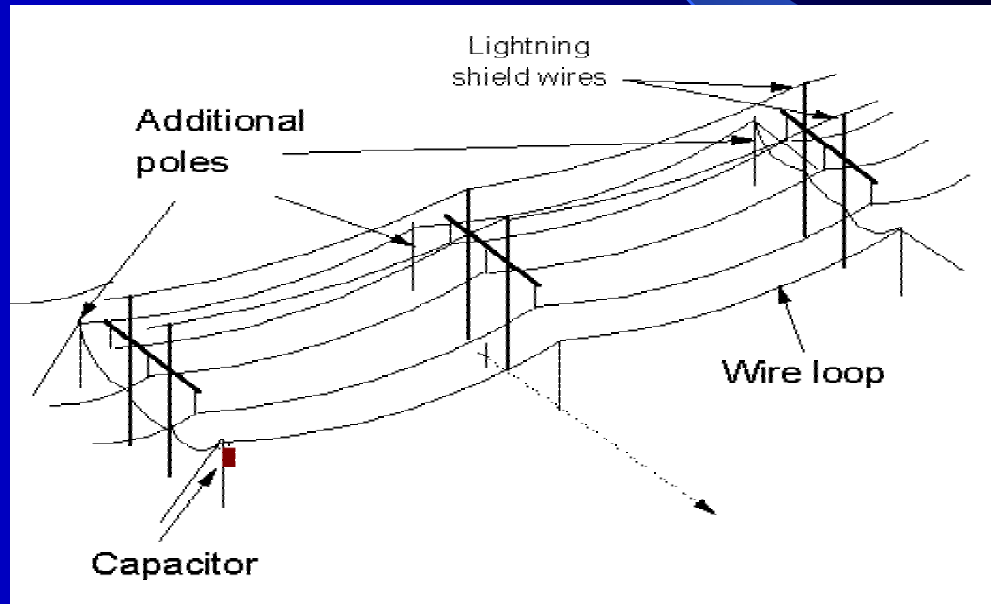
$$V_s = -j\omega MI$$

$$I_s = \frac{V_s}{(R_s + j\omega L_s)}$$

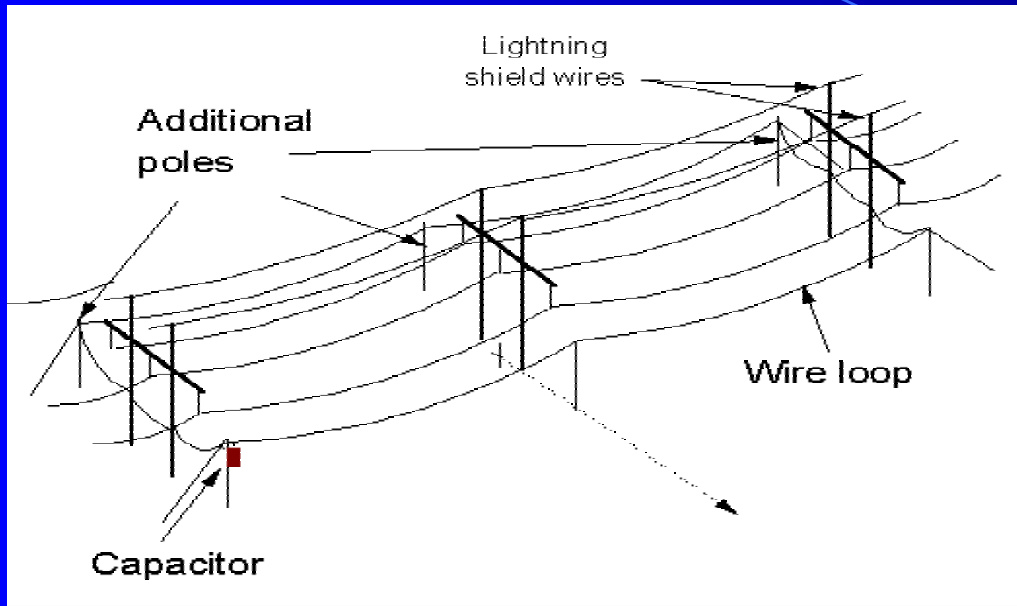


$$I_s = \frac{-j\omega MI}{(R_s + j\omega L_s)}$$

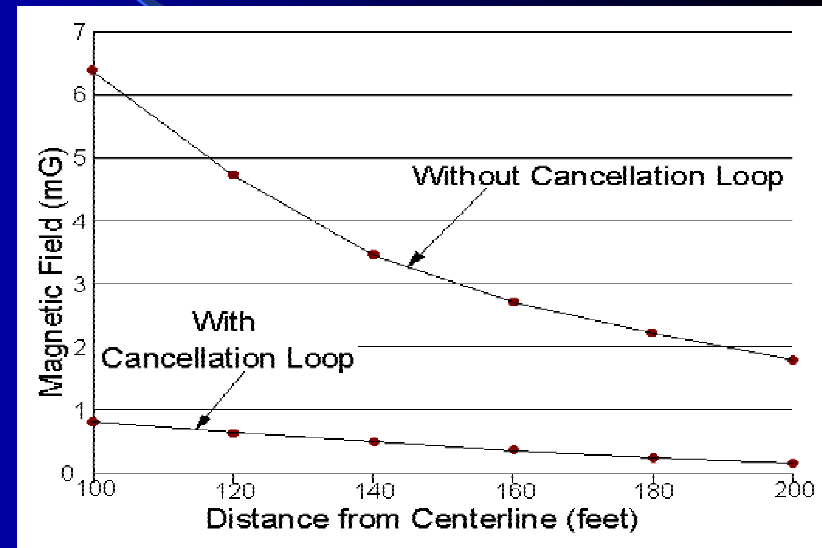
Se asume que el efecto de la corriente inducida no afecta ni la Z ni la I de la LT



Lazo de cancelación de forma horizontal para reducir el campo magnético en línea de transmisión plana



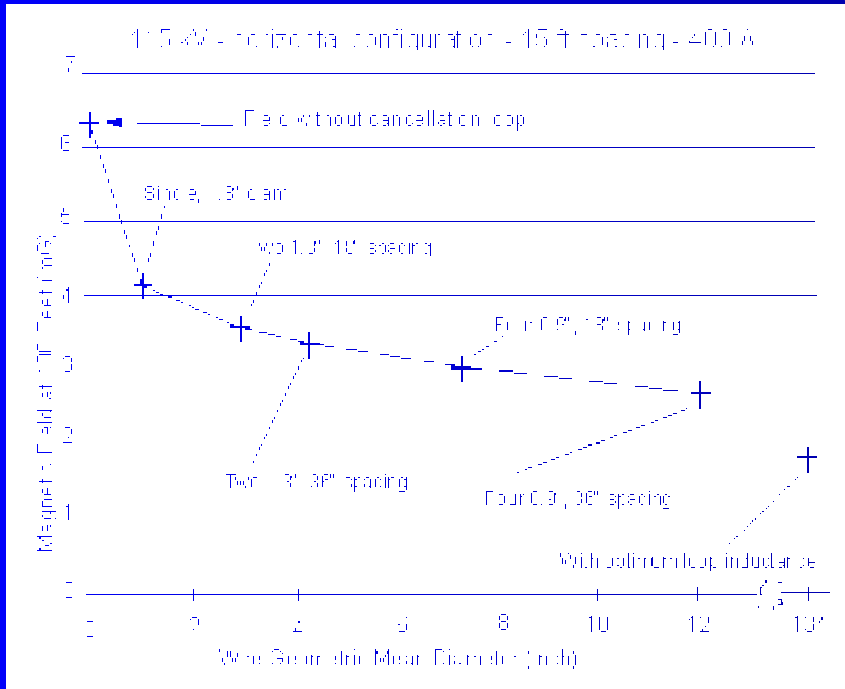
Lazo de cancelación de forma horizontal para reducir el campo magnético en línea de transmisión plana



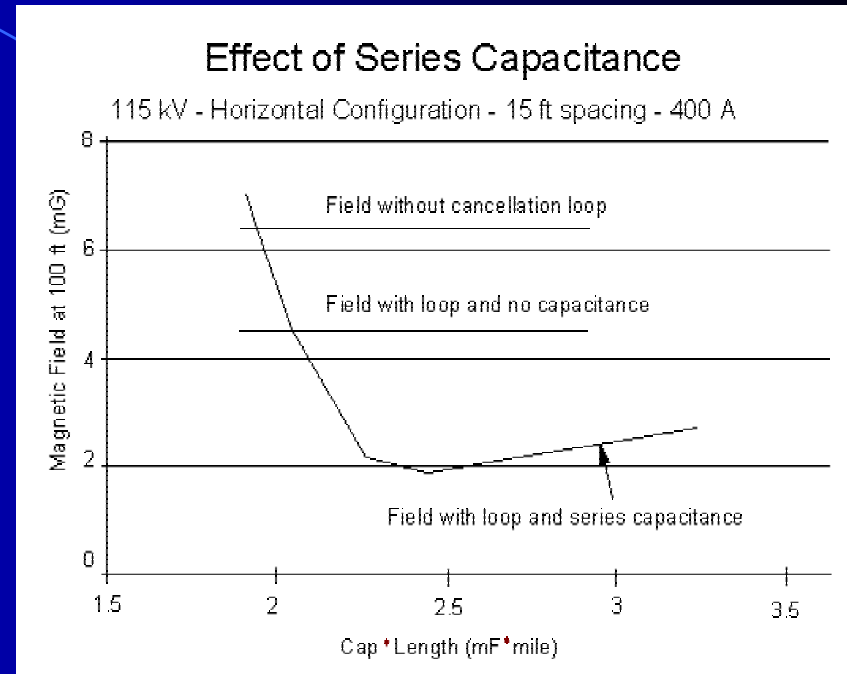
Calculo del CM con y sin lazo con un conductor y capacitor optimo

Corriente por fase 400 A.

Separación entre fases 4,5 m



Efecto de la reactancia del lazo en el CM. A una distancia de 10 mts del centro y a 2.45 m debajo de los cables de alta tensión



Efecto de un capacitor en serie sobre el campo magnético de una L.T.

Parametros de diseño

- ✓ Silueta: plana, delta, vertical, doble circuito
- ✓ Cantidad de hilos en el lazo de cancelación: juego de dos hilos, juego de tres hilos, dos juegos de dos hilos
- ✓ Optimización del blindaje en determinada area: distancia, cercano a un lado , cercanos ambos lados
- ✓ Variables geometricas del conductor del lazo pasivo: variables que determinan la de los conductores.
- ✓ Variables geométricas de la L.T.: separacion vertical o horizontal de los conductores.
- ✓ Parametros eléctricos conductor de lazo: RMG, R, C, L

The background of the slide is a photograph of a high-voltage transmission line. Several tall metal pylons support multiple power lines that stretch across the frame. The foreground is a field of tall green grass, and the background shows a line of trees under a blue sky with scattered white clouds.

RESULTADOS LAZO PASIVO EN LINEA DE TRANSMISION TORO – CIUDAD QUESADA.

Materiales utilizados en el ICE

- ✓ Seis postes de madera de 11 mts de longitud
- ✓ 600 metros de cable cobre 2/0
- ✓ 4 aisladores de soporte y 8 aisladores de campana
- ✓ 2 varillas de puesta tierras.
- ✓ Un capacitor para 34.5 kV
- ✓ Un seccionador para puesta a tierra del capacitor.

Equipo en el ICE

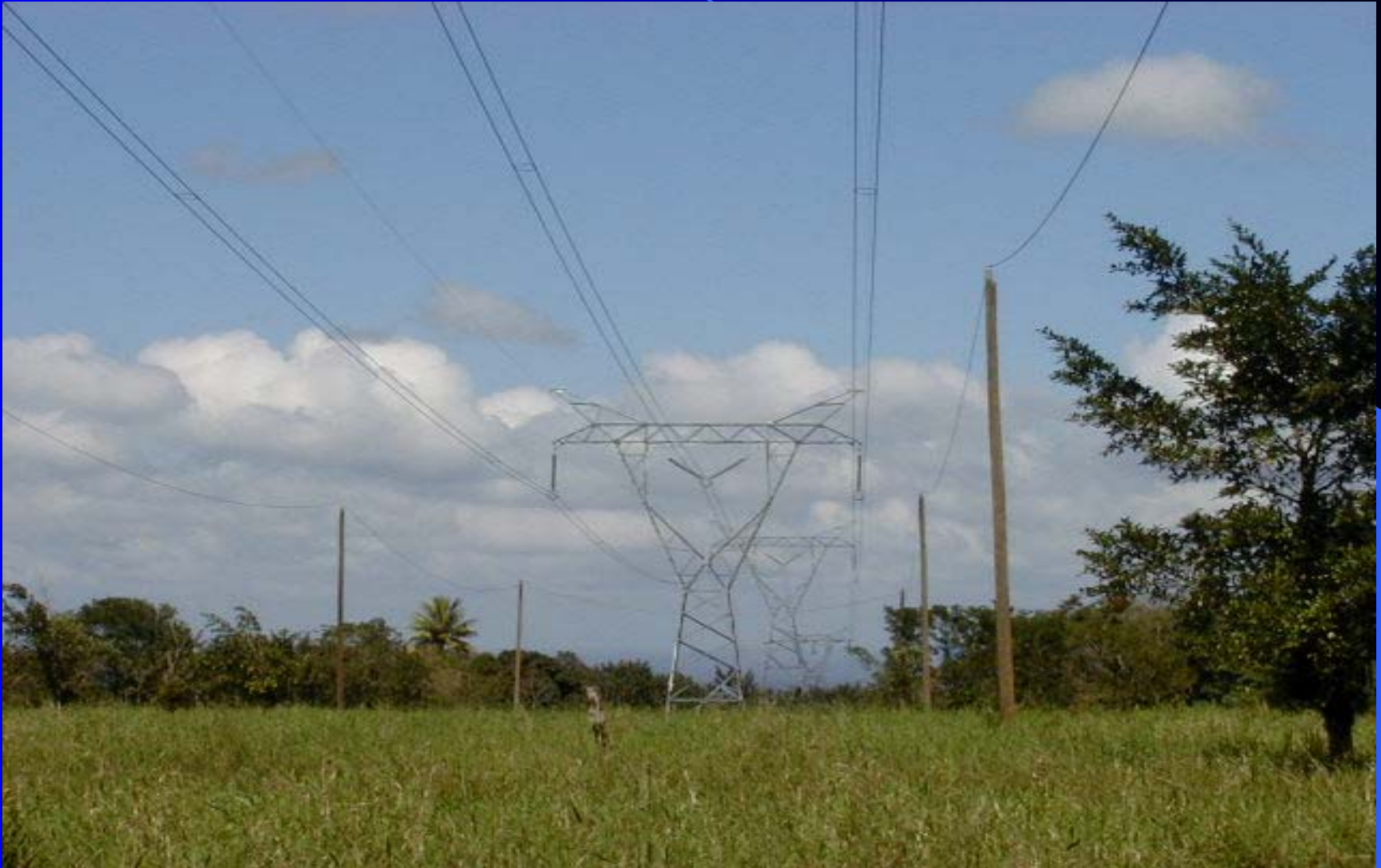
- ✓ Medidor de campos magnéticos marca EMDEX II
- ✓ Medidor de campos eléctricos.
- ✓ Equipo de izaje
- ✓ Herramienta para Alta Tensión.







Instituto Costarricense de Electricidad
Laboratorio de Investigación y Mantenimiento de equipos de Alta Tensión



COMBINACIÓN DE MEDICIONES TORO / CIUDAD QUEASADA HORA : 12:00 md.
POTENCIA: 50.78 MW Amp:130A.

