



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

INFORME N° 718 - 2013-OEFA/DE-SDCA

PARA : **ING. MARIELLA ROSSANA ATALA ALVAREZ**
Coordinadora de Calidad Atmosférica

ASUNTO : Medición de Radiaciones No Ionizantes en el distrito de Santiago de Surco.

REFERENCIA : Plan Operativo Institucional 2013.

FECHA : San Isidro, 27 DIC. 2013

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarla cordialmente y al mismo tiempo, remitirle el presente Informe sobre las mediciones de Radiaciones No Ionizantes en Baja Frecuencia realizado 06 de Diciembre de 2013 y en Alta Frecuencia realizado 09 de Diciembre de 2013 en el distrito de Santiago de Surco.

I. ANTECEDENTES

En cumplimiento del Plan Operativo Institucional 2013, la Dirección de Evaluación realizó mediciones de Radiaciones No Ionizantes en Alta y Baja Frecuencia en el distrito de Santiago de Surco, en relación a las actividades que ésta realiza.

II. INTRODUCCIÓN

En nuestros días, la calidad de vida de la población está relacionada con la aceptación y utilización de la tecnología en la vida diaria tanto a nivel doméstico como en el trabajo. Podemos mencionar la utilización de líneas de transmisión eléctrica, equipos y aparatos industriales, electrodomésticos, alumbrado eléctrico; sistemas y equipos de telecomunicaciones (estaciones emisoras de radio y televisión, estación base celular, redes de comunicaciones, etc.), computadoras, equipos móviles (celulares, agendas inalámbricas, etc.), entre otros. Sin embargo, esto se traduce en el incremento de los niveles de campos electromagnéticos no ionizantes generados por el hombre. Estamos rodeados de campos electromagnéticos en el hogar, en el trabajo, en la calle, etc., prácticamente donde quiera que estemos y la tendencia es a incrementar.

El crecimiento de las telecomunicaciones en los últimos años, la rapidez del despliegue de las estaciones base de telefonía móvil y la aparición de noticias alarmistas sobre sus posibles efectos sobre la salud ha generado que en muchos sectores de la población se genere la polémica sobre la percepción social del riesgo y miedo a convivir cerca de estaciones de telecomunicaciones y principalmente a las estaciones base de telefonía móvil.

El servicio de telefonía móvil en el Perú ha crecido en los últimos diez años de manera exponencial, como resultado se cuenta en la actualidad a nivel nacional con más de 30 millones de teléfonos móviles. Ver Gráfico 1. Debido a esta gran demanda, los operadores se ven en la necesidad de incrementar la instalación de estaciones base, con la finalidad de mejorar la calidad de servicio, aumentar la cobertura, y cubrir la demanda, a nivel nacional se cuenta con más de 5,504 estaciones base de telefonía móvil. Ver Cuadro 1.



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

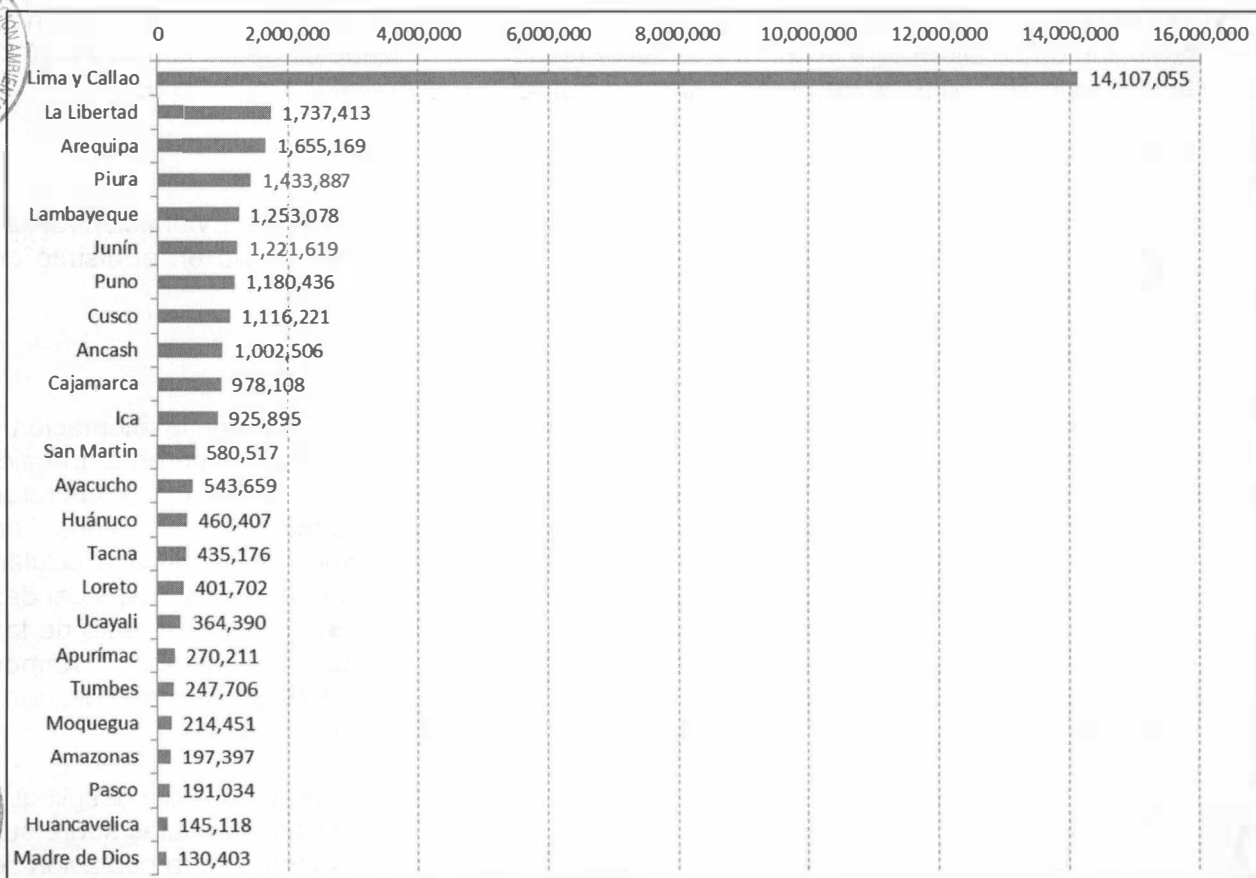
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

Este aumento de instalaciones de estaciones base de telefonía móvil (BTS), atrae cierta preocupación de la población a cerca de los posibles daños que podría ocasionar, debido a la mala información, desinformación, e interés políticos.

Asimismo aun no existiendo el problema de salud pública, la percepción por parte de la población de que se trata de instalaciones que son peligrosas a la salud genera quejas que son canalizadas a los gobiernos locales los cuales a su vez actúan mediante dispositivos legales que están frenando la expansión de los servicios de telecomunicaciones a través de la negativa a conceder las licencias para la construcción de las instalaciones de telecomunicaciones, o eventualmente desmontando instalaciones ya existentes.

Grafico 1. Distribución de líneas móviles en servicio por departamento (setiembre 2011).



Fuente: DGRAIC - MTC

La prospectiva de la infraestructura de telefonía móvil es a seguir creciendo, no solo con el aumento de teléfonos móviles sino al incremento de servicios, con lo cual las redes de telecomunicaciones se encuentran en constantes cambios e incremento de las estaciones base de telefonía móvil a nivel nacional.



**EMISIONES RADIOELÉCTRICAS Y REDES DE TELEFONIA MÓVIL**

Los sistemas de telefonía móvil utilizan la transmisión de ondas de radio, que permiten la transmisión de datos sin necesidad de un soporte físico. Los campos electromagnéticos han existido siempre y llegan hasta las personas de formas diferentes. Sin embargo, el extraordinario crecimiento de la telefonía móvil ha encendido una alarma social entre la población, a causa de los posibles efectos de estos campos electromagnéticos en la salud de las personas.

Cuadro 1. Estaciones base de los servicios públicos móviles a nivel nacional (setiembre 2011)

Departamento	Telefonía Móvil	PCS	Troncalizado	TOTAL
Lima	741	818	901	2,460
Arequipa	126	123	50	299
La Libertad	114	117	56	287
Ancash	117	71	43	231
Callao	59	59	108	226
Piura	107	79	40	226
Cusco	80	92	27	199
Lambayeque	80	60	40	180
Puno	83	65	16	164
Ica	71	56	35	162
Cajamarca	102	58	0	160
Junín	76	53	1	130
Ayacucho	61	35	0	96
San Martín	51	42	0	93
Tacna	41	29	16	86
Moquegua	33	22	10	65
Huánuco	40	24	0	64
Apurímac	37	25	0	62
Amazonas	33	23	0	56
Loreto	26	28	1	55
Huancavelica	31	21	0	52
Tumbes	22	14	11	47
Pasco	27	14	0	41
Ucayali	23	13	0	36
Madre de Dios	10	17	0	27
TOTAL	2,191	1,958	1,355	5,504

Fuente: DGRAIC - MTC

Tipos de Emisiones de los Campos Electromagnéticos

Los campos electromagnéticos son fenómenos naturales que siempre han estado presentes. Estos campos naturales son de origen magnético (como el producido por el giro del núcleo de hierro de la Tierra) y eléctrico (como el que da lugar en las tormentas).

Las ondas electromagnéticas, en particular, son variaciones de los campos eléctrico y magnético que se propagan por el aire atenuándose con la distancia. De hecho, la atenuación que experimentan las ondas electromagnéticas al propagarse por el espacio es tan elevada que a unos pocos metros de las antenas los niveles de emisión de las mismas son muy pequeños.

Las emisiones electromagnéticas pueden ser de 2 tipos, dependiendo de la frecuencia de emisión. En la figura 1, se puede ver la clasificación de las diferentes emisiones existentes en estos dos grande grupos.

Tipos de Emisiones de los Campos Electromagnéticos

Las emisiones electromagnéticas pueden ser de 2 tipos, dependiendo de la frecuencia de emisión. En la figura 1, se puede ver la clasificación de las diferentes emisiones existentes en estos dos grande grupos.

- **Emisiones ionizantes:** Son aquellas provocadas por emisiones de alta frecuencia, como los rayos X o los rayos ultravioleta. Su energía es tan elevada que pueden provocar alteraciones en las moléculas de las células vivas, y según su utilización producir efectos beneficiosos o perjudiciales.
- **Emisiones no ionizantes:** Son las provocadas por emisiones de baja frecuencia, como aquellas empleadas en sistemas de telefonía móvil, difusión de radio y televisión. Las emisiones no ionizantes no disponen de energía suficiente para ionizar la materia, por lo que no afecta a la estructura atómica y molecular de los tejidos vivos.

El conjunto de todas las posibles ondas electromagnéticas configura el espectro electromagnético. Las ondas utilizadas por la telefonía móvil se incluyen entre las llamadas ondas de radio, en concreto con frecuencias entre 800 y 1900 MHz. Ver Figura 1.

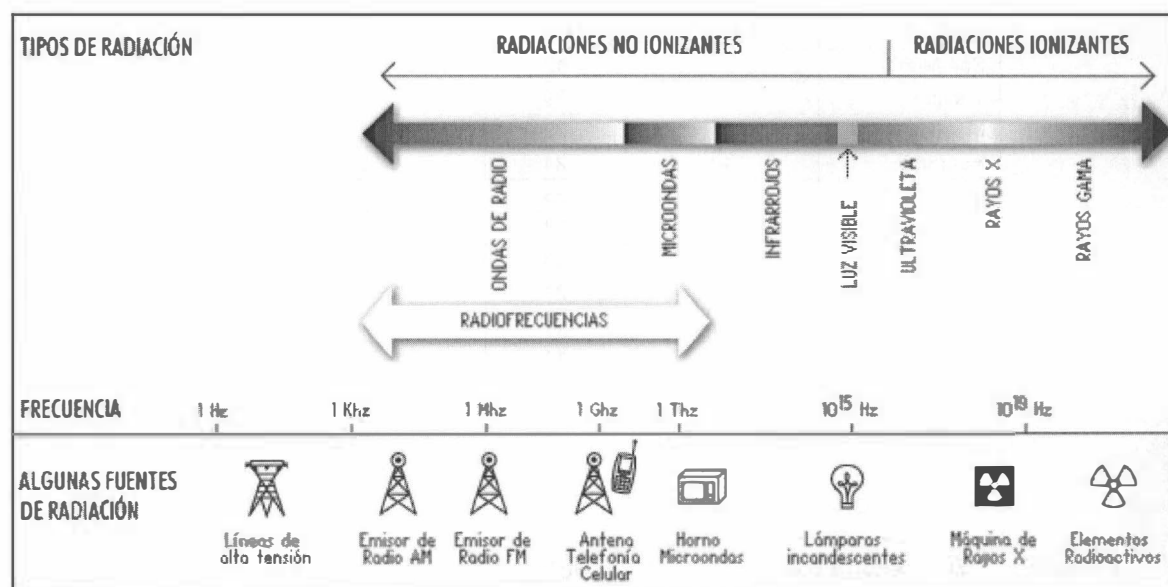


Figura 1. Espectro radioeléctrico

Tipos de Exposición de los Campos Electromagnéticos

- **Exposición Ocupacional:** es la población expuesta ocupacionalmente conformada por adultos que generalmente están expuestos como consecuencia de su ocupación y desempeño, y están completamente conscientes del potencial de exposición y pueden ejercer el control y tomar las protecciones adecuadas. Los límites de



exposición ocupacional se aplican en dependencia de la frecuencia y del tiempo de exposición del cuerpo completo.

- **Exposición Poblacional:** Se aplica para el público en general de todas las edades y de estados de salud variables, en muchos casos las personas expuestas no están conscientes del potencial de la exposición o no puedan ejercer control sobre dicha exposición a los campos electromagnéticos. Son estas consideraciones los motivos para la adopción de restricciones más estrictas a la exposición del público que para la exposición de tipo ocupacional.

III. OBJETIVO

Realizar mediciones y evaluaciones en Radiaciones No Ionizantes en Baja Frecuencia en cinco (05) puntos en las inmediaciones de la Estación Ayacucho perteneciente a la empresa Línea 1 del tren eléctrico y de Alta Frecuencia en cinco (05) puntos en las inmediaciones de una (01) estación radioeléctrica en el distrito de Santiago de Surco.

IV. MARCO ESPECIFICO PARA LAS MEDICIONES Y ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN A LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

La Normativa técnica aplicable para el análisis e interpretación de datos de las mediciones en radiaciones no ionizantes en baja frecuencia es:

- Constitución Política del Perú (29/12/1993)
Artículo 2: Toda persona tiene derecho: a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
- Ley N° 28611, "Ley General del Ambiente" (13/10/2005)
Título Preliminar Derecho y Principios
Artículo 1: Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.
- Decreto Legislativo N° 1013, "Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente" (13/05/2008)
Decreto Legislativo N° 1039, "Decreto Legislativo que modifica las Disposiciones del Decreto Legislativo N° 1013" (25/06/2008)
Segunda Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1013, "Creación de Organismos Públicos Adscritos al Ministerio del Ambiente (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, y Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas)"
- Decreto Supremo N° 022-2009-MINAM, "Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental" (01/12/2009)
- Ley N° 29325 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, que otorga al OEFA, funciones de supervisión y fiscalización ambiental
D.S. N° 038-2003-MTC Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones no ionizantes en Telecomunicaciones (06/07/2003)
Artículo 3: Aprobación de Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, apruébese y acéptese como límites máximos permisibles de radiaciones en telecomunicaciones, los valores establecidos como niveles de

referencia por la Comisión Internacional de Protección en Radiaciones No Ionizantes –ICNIRP.

- R.M. N° 037-2006-MEM/DM: "Código Nacional de Electricidad – Utilización", establece los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz (30/01/2006)

El Código Nacional de Electricidad – "Utilización" incluye una sección para la "Protección Ambiental", que contiene las prescripciones generales para la protección del medio ambiente durante la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones para la utilización de energía eléctrica; con el propósito de proveer un resumen de directivas ambientales específicas al sector eléctrico, en tanto las regulaciones ambientales generales del país se encuentren totalmente desarrollados. Para Radiaciones No Ionizantes en Baja Frecuencia se establecen los "Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz", adoptando las Recomendaciones de la Internacional Comisión on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

Cuadro 2: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para RNI

Rango de Frecuencias (f)	Intensidad de Campo Eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) (μT)	Densidad de Potencia (Seq) (W/m ²)	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia magnética
1 - 8 Hz	10 000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-	
8 - 25 Hz	10 000	$4 000 / f$	$5 000 / f$	-	Líneas de energía para trenes eléctricos
0.025 - 0.8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video
0.8 - 3 kHz	$250 / f$	5	6.25	-	Monitores de video
3 - 150 kHz	67	5	6.25	-	Monitores de video
0.15 - 1 MHz	67	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-	Radio AM
1 - 10 MHz	$67 / f^{0.5}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-	Radio AM, diatermia
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092	2	Radio FM, TV VHF, Sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética, diatermia
400 - 2000 MHz	$1.375 / f^{0.5}$	$0.0037 / f^{0.5}$	$0.0046 / f^{0.5}$	$f / 200$	TV UHF, telefonía móvil celular, servicio troncalizado, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación personal
2 - 300 GHz	61	0.16	0.20	10	Redes de telefonía inalámbrica, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas

1. f está en la frecuencia que se indica en la columna Rango de Frecuencias

2. Para frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 , y B^2 , deben ser promediados sobre cualquier periodo de 6 minutos.

3. Para frecuencias por encima de 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 , y B^2 , deben ser promediados sobre cualquier periodo de $68 / f^{1.05}$ minutos (f en GHz).

- R.M. N° 214-2011-MEM/DM: "Código Nacional de Electricidad – Suministro" (29/04/2011)

El Código Nacional de Electricidad – "Suministro" presenta la necesidad de evitar ocasionar mayor impacto en el ambiente, señalando en la Regla 212 los valores máximos de radiaciones no ionizantes para 60 Hz, referidas a campos eléctricos y magnéticos, adoptándose las recomendaciones del ICNIRP y del IARC (International



Agency for Research on Cancer) para exposición ocupacional de día completo o exposición de público.

- D.S. N° 010-2005-PCM: "Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes" (02/02/2005)

Los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes son instrumentos de gestión ambiental prioritarios para prevenir y planificar el control de la contaminación por radiaciones no ionizantes sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible; y establecen los niveles máximos de intensidad de campo de las radiaciones no ionizantes, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar el riesgo a la salud humana y el ambiente. Estos estándares se consideran primarios por estar destinados a la protección de la salud humana.



Las Recomendaciones ICNIRP han sido adoptadas por la Organización Mundial de la Salud y son la de mayor aceptación en el mundo. Además sirven de base para los estándares de Alemania, Australia, Nueva Zelanda, Japón, a la Unión Europea, y otros países. Asimismo, se han publicado diversas normas complementarias:

- RM N° 610-2004-MTC/03: Directiva sobre Procedimiento de Supervisión y Control de Límites Máximos Permisibles de Radiaciones no Ionizantes, publicado el 17 de Agosto de 2004.
- RM N° 612-2004-MTC/03: Lineamientos para el Desarrollo del Estudio Teórico de Radiaciones no Ionizantes, publicado el 18 de Agosto de 2004.
- RM N° 613-2004-MTC/03: Norma Técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones No Ionizantes, publicado el 19 de Agosto de 2004.
- RM N° 120-2005-MTC/03: Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público, publicado el 28 de Febrero de 2005.
- R.M. N° 965-2005-MTC/03: Aprueba Directiva de Certificación de Equipos de Medición de Radiaciones No Ionizantes, publicado el 29 de Diciembre de 2005.
- Modifican el D.S. N° 038-2006-MTC mediante el cual se modifican los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes aprobados mediante el D.S. N° 038-2003-MTC, publicado el 07 de diciembre de 2006.

V. VALORES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS PARA 60 Hz "CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD"

En las zonas de trabajo (exposición ocupacional), así como en lugares públicos (exposición poblacional), no se deben superar los presentes valores. En la Tabla 1, se presentan los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos para líneas eléctricas de 60Hz, que se encuentra en el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 y Suministro 2011.

- ✓ La medición de estos valores se debe realizar a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la zona de servidumbre.





Tabla 1. Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos para 60 Hz

Tipo de Exposición	E(kV/m)	B(μT)
Exposición poblacional	4,2	83,3
Exposición ocupacional	8,3	416,7

Donde:

- E: Intensidad de Campo Eléctrico, medida en kVoltios/metro (kV/m)
- B: Densidad de Flujo Magnético o Inducción Magnética (μT)

VI. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PRODUCIDOS POR LAS ACTIVIDADES DE TELECOMUNICACIONES

Con la finalidad de brindar seguridad a la población frente a la exposición de las radiaciones de los campos electromagnéticos muchos países han adoptado Recomendaciones y Estándares. En el presente informe técnico se evaluarán en forma global las emisiones electromagnéticas producidas por los servicios de telecomunicaciones (antenas emisoras de radio, TV, telefonía móvil y microondas) y el análisis se realizará en función de los Límites Máximos Permisibles para Exposición Poblacional aprobados por el Estado Peruano.

6.1 Límites Máximos Permisibles (LMP) de Radiaciones No Ionizantes en Perú

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) adoptan las recomendaciones de la "International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection" (ICNIRP) para el rango de frecuencias entre 9 KHz y 300 GHz.

Dichos Límites Máximos Permisibles son utilizados en el presente estudio para evaluar los niveles de campo electromagnético.

A continuación se presenta el resumen de los valores adoptados como LMP en nuestro país según el D.S. N° 038-2003-MTC:

Tabla 2. Límites Máximos Permisibles en Perú – Exposición Poblacional

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 – 150 KHz	87	5	–
0.15 – 1 MHz	87	0.73/f	–
1 – 10 MHz	87/f ^{0.5}	0.73/f	–
10 – 400 MHz	28	–	–
400 – 2000 MHz	1.375/f ^{0.5}	0.0037/f ^{0.5}	f/200
2 – 300 GHz	61	0.16	10

f, en las unidades que se indican en la columna de rango de frecuencia.

Tabla 3. Límites Máximos Permisibles en Perú – Exposición Ocupacional

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 – 65 kHz	610	24.4	–
0.065 – 1 MHz	610	1.6 / f	–
1 – 10 MHz	610 / f	1.6 / f	–
10 – 400 MHz	61	0.16	10
400 – 2000 MHz	3 $f^{0.5}$	0.008 $f^{0.5}$	$f / 40$
2 – 300 GHz	137	0.36	50

f , en las unidades que se indican en la columna de rango de frecuencia.

Dónde:

- E: Intensidad de Campo Eléctrico, medido en Voltios/metro (V/m)
- H: Intensidad de Campo Magnético, medido en Amperio/metro (A/m)
- S: Densidad de Potencia, medido en Vatios/metro-cuadrado (W/m²)

6.2 Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público

El 28 de febrero de 2005 se publicó la R.M. N° 120-2005-MTC/03, en el Diario Oficial El Peruano, presentando la Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público. Según esta norma, se consideran como áreas sensibles (zonas sensibles) a los campos electromagnéticos a Colegios (de Educación Inicial, Primaria y Secundaria), Hospitales, Centros de Salud y Clínicas. Los límites establecidos por esta norma son más restrictivos que los Límites Máximos Permisibles.

Tabla 4. Niveles de Referencia para Exposición Poblacional en Áreas de Uso Público

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 – 150 KHz	61.5	–
0,15 – 1 MHz	61.5	–
1 – 10 MHz	61.5 / $f^{0.5}$	–
10 – 400 MHz	20	1
400 – 2000 MHz	0.972 $f^{0.5}$	$f / 400$
2 – 300 GHz	43.1	5

f , en las unidades que se indican en la columna de rango de frecuencia.

6.3 Recomendaciones ICNIRP

Se establecen recomendaciones para limitar la exposición a los Campos Electromagnéticos con el objeto de proveer protección contra efectos adversos a la salud conocidos.

La Radiación No Ionizantes (RNI) engloba toda la radiación y los campos del espectro electromagnético que no tienen suficiente energía para ionizar la materia. Pero, al igual que cualquier forma de energía, la energía RNI tiene el potencial necesario para interactuar con los sistemas biológicos, y las consecuencias pueden ser irrelevantes, perjudiciales en diferentes grados o beneficiosas.



A continuación en la Tabla 5 y Tabla 6, se presentan los Límites Máximos Permisibles ICNIRP para el caso de exposición de público en general (poblacional) y ocupacional (laboral), respectivamente, para el rango de frecuencias desde > 0 Hz hasta 300 GHz.

Tabla 5. Límites Máximos Permisibles ICNIRP – Exposición Poblacional

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (μT)	Densidad de Potencia (W/m ²)
Hasta 1 Hz	–	3.2×10^4	4×10^4	–
1 – 8 Hz	10 000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	–
8 – 25 Hz	10 000	$4000 / f$	$5000 / f$	–
0.025 – 0.8 KHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	–
0.8 – 3 KHz	$250 / f$	5	6.25	–
3 – 150 KHz	87	5	6.25	–
0.15 – 1 MHz	87	$0.73 / f$	$0.92 / f$	–
1 – 10 MHz	$87 / f^{0.5}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	–
10 – 400 MHz	28	0.073	0.092	2
400 – 2000 MHz	$1.375 f^{0.5}$	$0.0037 f^{0.5}$	$0.0046 f^{0.5}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0.16	0.20	10

f , en las unidades que se indican en la columna de rango de frecuencia

Tabla 6. Límites Máximos Permisibles ICNIRP – Exposición Ocupacional

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (μT)	Densidad de Potencia (W/m ²)
Hasta 1 Hz	–	1.63×10^5	2×10^5	–
1 – 8 Hz	20 000	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	–
8 – 25 Hz	20 000	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^4 / f$	–
0.025 – 0.82 KHz	$500 / f$	$20 / f$	$25 / f$	–
0.82 – 65 KHz	610	24.4	30.7	–
0.065 – 1 MHz	610	$1.6 / f$	$2 / f$	–
1 – 10 MHz	$610 / f$	$1.6 / f$	$2 / f$	–
10 – 400 MHz	61	0.16	0.2	10
400 – 2000 MHz	$3 f^{0.5}$	$0.008 f^{0.5}$	$0.01 f^{0.5}$	$f / 40$
2 – 300 GHz	137	0.36	0.45	50

f , en las unidades que se indican en la columna de rango de frecuencia

Dónde:

- E: Intensidad de Campo Eléctrico, medido en Voltios/metro (V/m)
- H: Intensidad de Campo Magnético, medido en Amperio/metro (A/m)
- B: Densidad de Flujo Magnético, medido en micro Teslas (μT)
- S: Densidad de Potencia, medido en Vatios/metro-cuadrado (W/m²)

Las Recomendaciones de la "International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection" (ICNIRP), son las de mayor aceptación en el mundo, y sirven de base para los estándares de Alemania, Australia – Nueva Zelanda, Brasil, Bolivia, Chile, Japón, Perú, la Unión Europea, y otros países e instituciones.



VII. PROTOCOLO DE MEDICIONES DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS EN BAJA FRECUENCIA (LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN)

Las mediciones se realizan en base al estándar IEEE 644 "Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines".

Consideraciones Generales

1. Asegurar que no existen otras fuentes de campo electromagnético en la proximidad (1 m) del punto de medición. Esas otras fuentes pueden ser los artefactos eléctricos, los focos incandescentes, etc.
2. Las mediciones se realizan a una altura de un metro (1 m) sobre el piso. Se considerarán mediciones en otras alturas cuando sea necesario.
3. Para evitar perturbaciones y/o errores en la medición del campo eléctrico, se recomienda que el operador mantenga una distancia prudencial de la sonda (mayor a 2.5 metros).
4. Durante la medición del campo magnético, el operador puede estar cerca de la sonda debido a que no perturbará el campo magnético a medirse.

Mediciones

1. Ubicado el punto de medición se procede con la conexión de la sonda de campo magnético y se inicia automáticamente el test de calibración y verificación de la misma.
2. Se realiza mediciones RMS y pico del campo magnético (B) para 60 Hz. Se toma nota de los valores máximos.
3. Luego se toman lecturas del máximo porcentaje de exposición ocupacional o poblacional, según sea el caso para un rango de frecuencia de 5 Hz a 32 kHz, de acuerdo a las recomendaciones del ICNIRP (98), con el fin de considerar los armónicos de 60Hz y otras fuentes de baja frecuencia diferente de 60 Hz.
4. Terminada la medición de campo magnético se procede a instalar la sonda de campo eléctrico y se repiten los pasos 1 al 3.
5. Durante las mediciones de Campo Eléctrico e inducción Magnética se recolecta la siguiente información:
 - Coordenadas UTM, altitud, fecha y hora.
 - Detalle de los sitios expuestos (croquis y vistas del lugar).
 - Registro fotográfico de la zona y de la medición.
 - Otras informaciones relevantes

VIII. PROTOCOLO DE MEDICIONES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN ALTA FRECUENCIA

7.1 Criterios Básicos

Las mediciones se realizaron de acuerdo a las normas y disposiciones vigentes:

- D.S. N° 038-2003-MTC: Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones.
- R.M. N° 610-2004-MTC/03: Directiva sobre Procedimiento de Supervisión y Control de Límites Máximos Permisibles No Ionizantes.
- R.M. N° 612-2004-MTC/03: Lineamientos para el desarrollo de los Estudios Teóricos de Radiaciones No Ionizantes.
- R.M. N° 613-2004-MTC/03: Norma Técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones No Ionizantes.
- R.M. N° 120-2005-MTC/03: Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público.



7.2 Protocolo de Medición de Campos Electromagnéticos RF

a. Consideraciones Generales

- Las mediciones fueron realizadas en emplazamientos fijos en la Región de Campo Lejano.
- Se realizó el análisis del entorno físico y radioeléctrico del lugar, de acuerdo a la Prospección Técnica ¹.
- De acuerdo a la Prospección Técnica se decidió utilizar los Analizadores de Campo Electromagnético que son equipos medidores de banda ancha, capaces de realizar mediciones y compararlas directamente contra los Límites Máximos Permisibles (LMP) y con la Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público.
- Las mediciones se realizaron utilizando la Promediación Temporal para el Método de Medición Preliminar debido a que todos los puntos registrarían mediciones muy por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP).

¹ Prospección técnica, exploración de la zona de estudio para descubrir la existencia de estaciones emisoras electromagnéticas.

b. Procedimiento de Medición

1. Verificar la operatividad y calibración del instrumento de medición.
2. Instalación de la sonda o antena en un trípode dieléctrico a 2 m sobre el piso. El tiempo de integración de cada medición es de 6 minutos.
3. Para evitar perturbaciones y/o errores en la medición del campo eléctrico, el operador se ubica de tal manera que no esté entre la fuente radiante y la sonda (sensor) del equipo de medición.
4. Tomar mediciones en diversos lugares hasta un radio de 100 m a partir de la base del sistema radiante.
5. Si alguna medición supera el 50% del Límite Máximo Permissible, se realizarán mediciones detalladas. Caso contrario, no será necesario efectuar otra medición y el emplazamiento cumplirá con la norma.
6. Las mediciones se realizan en la dirección del eje principal de radiación de los sistemas radiantes para garantizar que no se producirán niveles de campo electromagnético mayores en el resto de direcciones.
7. El equipo tiene la característica de expresar las mediciones en términos de porcentaje de exposición poblacional de acuerdo a las recomendaciones del ICNIRP (98) del Campo Electromagnético Total. Se toma nota de los valores promedio y máximo.
8. Durante las mediciones de Campo Eléctrico se recopila la siguiente información:
 - Coordenadas Geográficas, altitud, fecha y hora.
 - Detalle de los sitios expuestos (vistas del lugar).
 - Registro fotográfico de la zona y de la medición.
 - Otros datos relevantes.

IX. EQUIPO DE MONITOREO

A. Equipo de Monitoreo para Baja Frecuencia

Se utilizó el analizador de campo electromagnético para baja frecuencia, marca W&G-NARDA, modelo EFA-300, equipado con sondas (sensores) de campo magnético y de



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

campo eléctrico (cada sensor con características isotrópicas). Este analizador de campo electromagnético, consta de un módulo principal de procesamiento y dos sensores independientes, uno para campo eléctrico y otro para campo magnético. Cada sensor, de características isotrópicas, toma muestras de campo electromagnético en los tres ejes que luego son procesadas digitalmente en el equipo. Sus certificados de calibración se encuentran vigentes y han sido emitidos por los Laboratorios de NARDA en Alemania. Esta certificación garantiza la exactitud y calidad de las mediciones realizadas tanto de campo eléctrico como campo magnético. En la Figura 2, se muestra medidor de campo eléctrico y magnético para baja frecuencia

Para garantizar la exactitud y calidad de las mediciones realizadas, el equipo debe contar con sus certificados de calibración vigentes y emitidos por el fabricante.

Las especificaciones generales del equipo de monitoreo se muestran en el Cuadro 3:

Cuadro 3: Especificaciones generales del equipo de monitoreo para baja frecuencia

Especificaciones	Campo Magnético (B) Sensor 100 cm ²	Campo Eléctrico (E)
Sensor	Sistema Integrado de Bobinas	Electrodo
Característica direccional	Tri-axial (isotrópico) o por ejes (seleccionable)	
Rango de frecuencia (banda ancha), seleccionable	5 Hz a 2 kHz, 30 Hz a 2 kHz, 5 Hz a 32 kHz ó 30 Hz a 32 kHz	
Rango de frecuencia (filtros pasabanda / banda eliminada), seleccionable	15 Hz a 2 kHz	
Lecturas, seleccionable	Valor RMS (promediado = 1 segundo) o valor de pico (con la fase correcta)	
Rango de medida	4 nT (sonda de 100 cm ²) a 32mT	0,7 V/m a 100 kV/m
Modo STD, rango de frecuencia	5 Hz a 32 kHz	
Rango de medida STD (ICNIRP ocupacional)	< 0,4 % a 200 % (campo H)	< 5 % a 200 % (campo E)
Rango de frecuencia FFT	5 Hz a 2 kHz . 40 Hz a 32 kHz	
Resolución de frecuencia en el modo FFT	0,01 Hz ó 0,1 Hz	

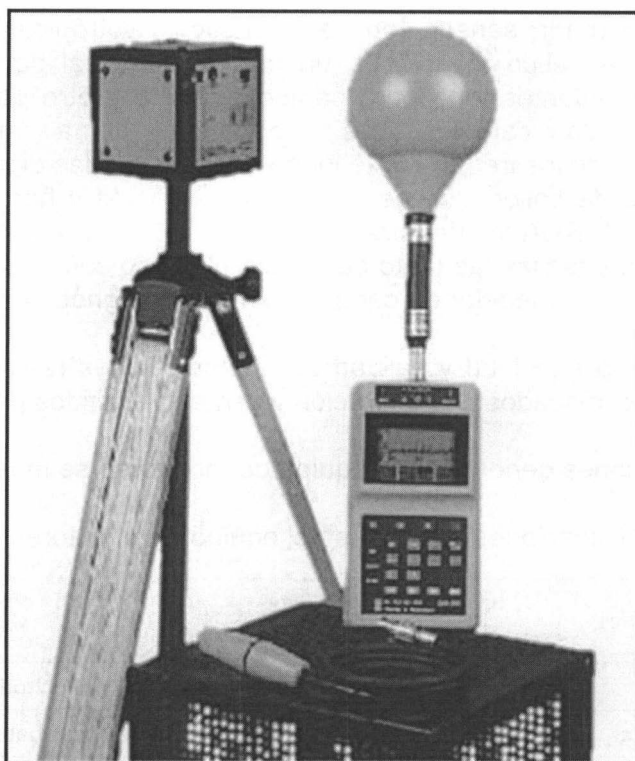


Figura 2: Medidor de campo eléctrico y magnético para baja frecuencia



Figura 3. Equipo de monitoreo para alta frecuencia.



B. Equipo de Monitoreo para Alta Frecuencia

Se utilizó un Analizador de Campo Electromagnético de banda ancha marca: NARDA, modelo: NBM - 550. Este equipo consta de un módulo principal de procesamiento y un sensor de campo eléctrico. El sensor de características isotrópicas, toma muestras del campo eléctrico en los tres ejes que luego son procesadas digitalmente en el equipo. En la Figura 3. Se muestra el equipo de monitoreo para alta frecuencia



- ✓ Las mediciones realizadas con el analizador de campo electromagnético NBM-550, indica directamente el porcentaje del Límite Máximo Permisible (LMP) aprobado por el D.S. N° 038-2003-MTC

Para garantizar la exactitud y calidad de las mediciones realizadas, el equipo debe contar con sus certificados de calibración vigentes y emitidos por el fabricante.

X. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIONES

Las mediciones realizadas en Radiaciones No Ionizantes en alta y baja frecuencia, corresponde al distrito de Santiago de Surco.

Distrito de Santiago de Surco

El distrito de Santiago de Surco es uno de los 43 distritos de la Provincia de Lima, ubicada en el Departamento de Lima, Perú.

El distrito de Santiago de Surco está ubicado en la parte centro occidental del departamento de Lima y en la zona sur oeste de la provincia del mismo nombre.

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud Sur: 11° 59' 26" a 12°04' 49"

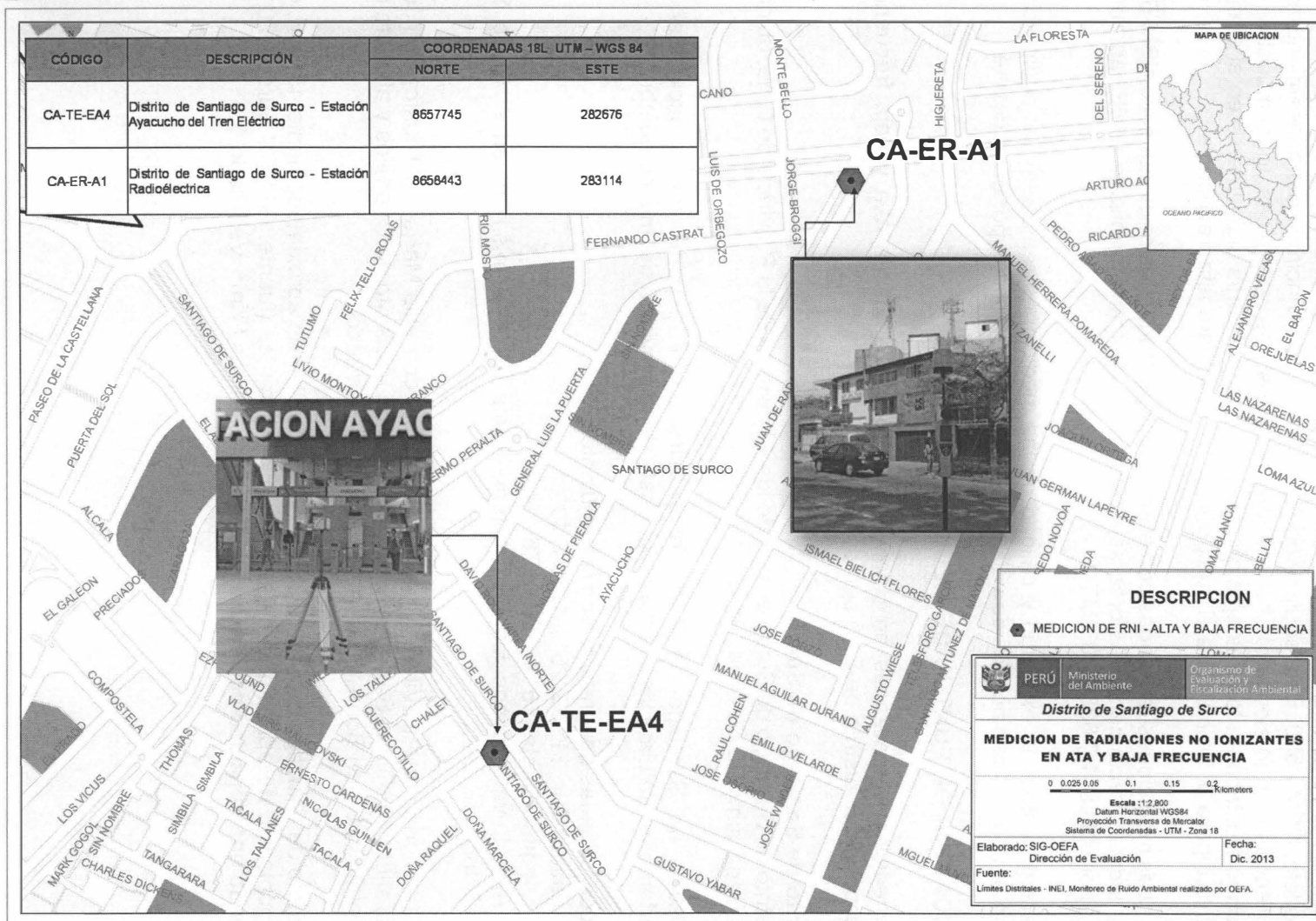
Longitud Oeste: 76° 48' 00" a 76°59' 46"

Altitud: varía desde los 68 m.s.n.m. Hasta los 440 m.s.n.m. en el Cerro San Francisco.

Limita al norte con Ate Vitarte y La Molina; al este con Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores y Villa el Salvador; al sur y oeste con el distrito de Chorrillos y al oeste con los distritos de San Borja, Surquillo, Miraflores y Barranco.

El distrito de Santiago de Surco, posee una superficie de aproximadamente 45 Km², con una población de aproximadamente 425,980 habitantes (fuente: GTSC / Surco - 2011), teniendo una densidad poblacional de 9,466 habitantes / Km². Ver Plano 1.





Plano 1. Puntos de medición del distrito de Santiago de Surco (alta y baja frecuencia).



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

Tabla 7. Ubicación de la estación radioeléctrica

Site	Coordenadas UTM 18 L		Estación Radioeléctrica	Distrito
CA-ER-A	283157 E	8658452 N	Av. Benavides / Av. Ayacucho	Surco

Tabla 8. Ubicación de la estación del tren eléctrico

Site	Coordenadas UTM 18 L		Estación del Tren Eléctrico	Distrito
CA-TE-EA	282678 E	8657753 N	Estación Ayacucho de la Línea 1 Av. Tomás Marsano / Av. Ayacucho	Surco

CA-ER-A: Calidad atmosférica en la Estación Radioeléctrica de la estación A.

CA-TE-EA: Calidad atmosférica en el Tren Eléctrico de la estación A.

XI MEDICIONES DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

A. Mediciones de Radiaciones No Ionizantes en Baja Frecuencia

Las mediciones de Radiaciones No Ionizantes en baja frecuencia (trabajo de campo) se realizó el día 06 de Diciembre del 2013 en la Estación Ayacucho del distrito de Santiago de Surco. Consistió en medir cuantitativamente la intensidad de campo eléctrico e inducción magnética, mediéndose:

1. Inducción magnética máxima RMS en 60 Hz.
 2. Inducción magnética máxima RMS en el rango de 5Hz a 32 kHz, incluyendo fuentes naturales y artificiales.
 3. Porcentaje de cumplimiento de la inducción magnética con respecto de las Recomendaciones Internacional Comisión on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) para exposición poblacional en el rango de 5Hz a 32 kHz incluyendo fuentes naturales y artificiales. Ver la tabla 9.
 4. Intensidad de campo eléctrico máximo RMS en 60 Hz.
 5. Intensidad de campo eléctrico máximo RMS en el rango de 5 Hz a 32 kHz incluyendo fuentes naturales y artificiales.
 6. Porcentaje de cumplimiento del campo eléctrico con respecto de las Recomendaciones ICNIRP para exposición poblacional en el rango de 5Hz a 32 kHz incluyendo fuentes naturales y artificiales. Ver la tabla 10.
 7. Toma de coordenadas UTM (DATUM WGS 84), altitud y registro fotográfico de los puntos de medición.
- ✓ Las mediciones en porcentaje de exposición en el rango de 5Hz a 32 KHz, aseguran la inclusión de la suma de los campos eléctricos y magnéticos en dicho rango, presentes en las zonas de medición, producidos por fuentes generadoras naturales y artificiales (frecuencia fundamental 60Hz y sus armónicos).

TABLA9. MEDICIONES DE EXPOSICIÓN A LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA "AV. TOMAS MARSANO / AV. AYACUCHO - SURCO"

Puntos de Medición	Ubicación Geográfica					B (uT)			Fecha de Medición	Hora Inicio	Tipo de Exp.
	Coordenadas UTM Zona 18 L				Altitud (msnm)	RMS 60 Hz	RMS 5Hz-32kHz	% ICNIRP 5Hz-32kHz			
CA-TE-EA1	282679	E	8657791	N	103	0.0807	0.096	0.641%	06/12/2013	09:30	Poblacional
CA-TE-EA2	282652	E	8657765	N	103	0.0832	0.101	0.558%	06/12/2013	10:07	Poblacional
CA-TE-EA3	282678	E	8657739	N	103	0.0962	0.180	0.646%	06/12/2013	10:47	Poblacional
CA-TE-EA4	282676	E	8657745	N	103	0.0591	0.190	0.527%	06/12/2013	11:25	Poblacional
CA-TE-EA5	282692	E	8657749	N	103	0.0630	0.158	0.623%	06/12/2013	12:03	Poblacional

 $B_{RMS}(\mu T)$: 60Hz

Valor RMS de la inducción magnética medida en 60Hz

 $B_{VectPeak}(\mu T)$: 60Hz

Valor pico de la inducción magnética medida en 60Hz

 $B_{RMS}(\mu T)$: 5Hz-32KHz

Valor RMS de la inducción magnética medida en el rango desde 5Hz hasta 32KHz con respecto a la Rec. ICNIRP (98)

 $\%B_{ICNIRP}$: 5Hz-32KHz

Valor medido de exposición a la inducción magnética en el rango desde 5Hz hasta 32KHz con respecto a la Rec. ICNIRP (98)

CA-TE-EA: Calidad atmosferica en el Tren Eléctrico de la estación A.

TABLA 10. MEDICIONES DE EXPOSICIÓN A LA INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "AV. TOMAS MARSANO / AV. AYACUCHO - SURCO"

Puntos de Medición	Ubicación Geográfica					E (V/m)			Fecha de Medición	Hora Inicio	Tipo de Exp.
	Coordenadas UTM Zona 18 L				Altitud (msnm)	RMS 60 Hz	RMS 5Hz-32kHz	% ICNIRP 5Hz-32kHz			
CA-TE-EA1	282679	E	8657791	N	103	0.1044	5.09000	14.44%	06/12/2013	09:49	Poblacional
CA-TE-EA2	282652	E	8657765	N	103	0.2260	4.57300	14.72%	06/12/2013	10:26	Poblacional
CA-TE-EA3	282678	E	8657739	N	103	0.1988	4.78500	14.39%	06/12/2013	11:06	Poblacional
CA-TE-EA4	282676	E	8657745	N	103	0.1102	4.60000	14.62%	06/12/2013	11:44	Poblacional
CA-TE-EA5	282692	E	8657749	N	103	0.0825	5.56300	14.18%	06/12/2013	12:22	Poblacional

 $E_{RMS}(V/m)$: 60Hz

Valor RMS de la intensidad de campo eléctrico medida en 60Hz

 $E_{VectPeak}(V/m)$: 60Hz

Valor pico de la intensidad de campo eléctrico medida en 60Hz

 $E_{RMS}(V/m)$: 5Hz-32KHz

Valor RMS de la intensidad de campo eléctrico medida en el rango desde 5Hz hasta 32KHz con respecto a la Rec. ICNIRP (98)

 $\%E_{ICNIRP}$: 5Hz-32KHz

Valor medido de la exposición a la intensidad de campo eléctrico en el rango desde 5Hz hasta 32KHz con respecto a la Rec. ICNIRP (98)

CA-TE-EA: Calidad atmosferica en el Tren Eléctrico de la estación A.





PERÚ

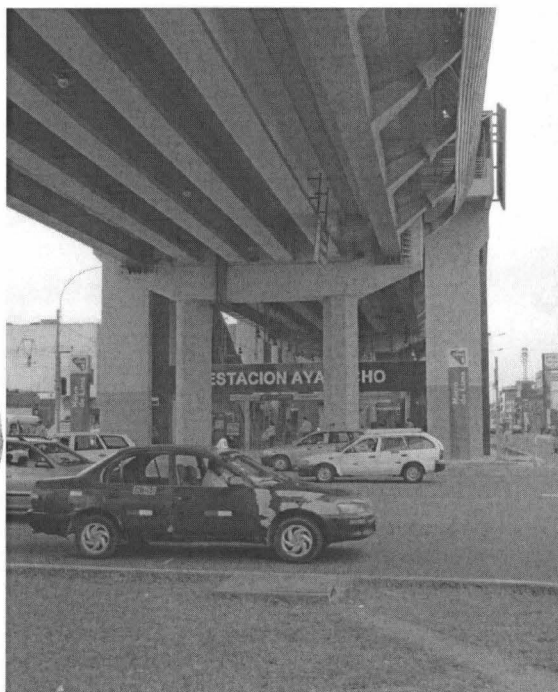
Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

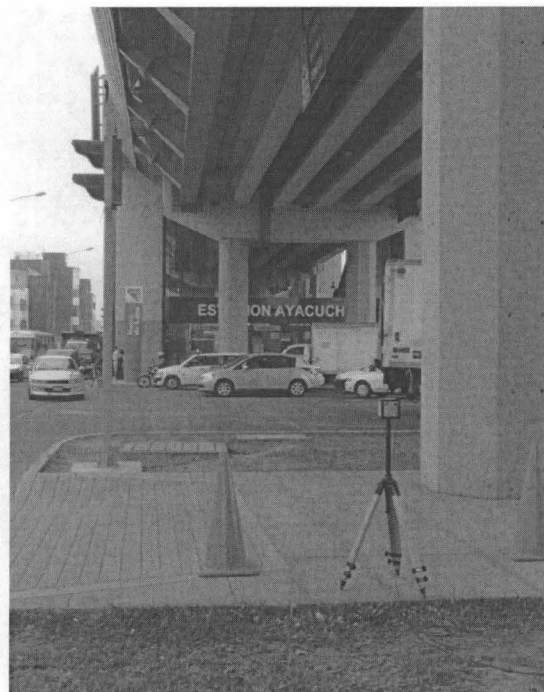
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

Fotografía N° 01



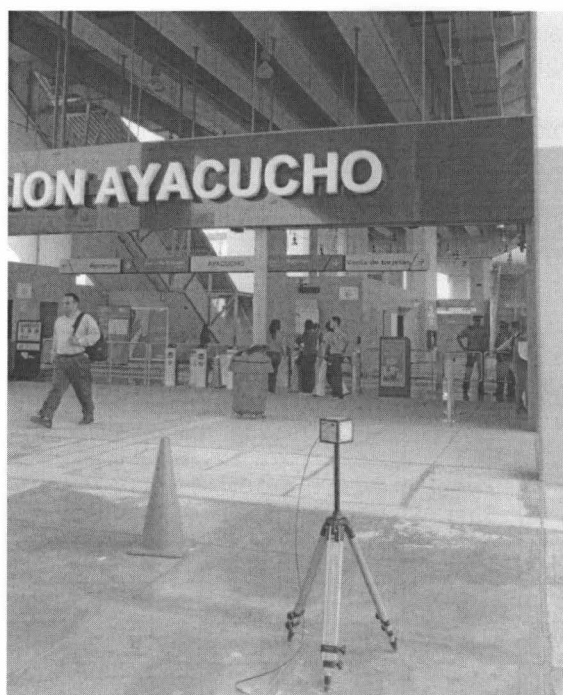
Coordenadas: 18L 282652 E, 8657765 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 02



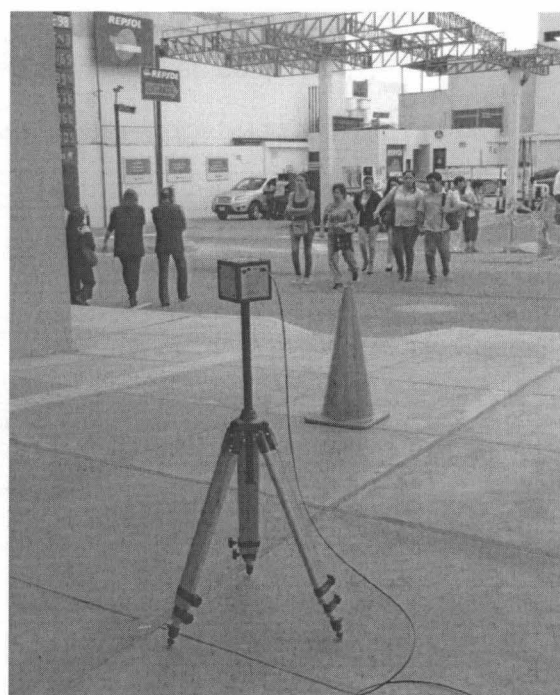
Coordenadas: 18L 282679 E, 8657791 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 03



Coordenadas: 18L 282678 E, 8657739 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 04



Coordenadas: 18L 282678 E, 8657739 N
Fuente: OEFA



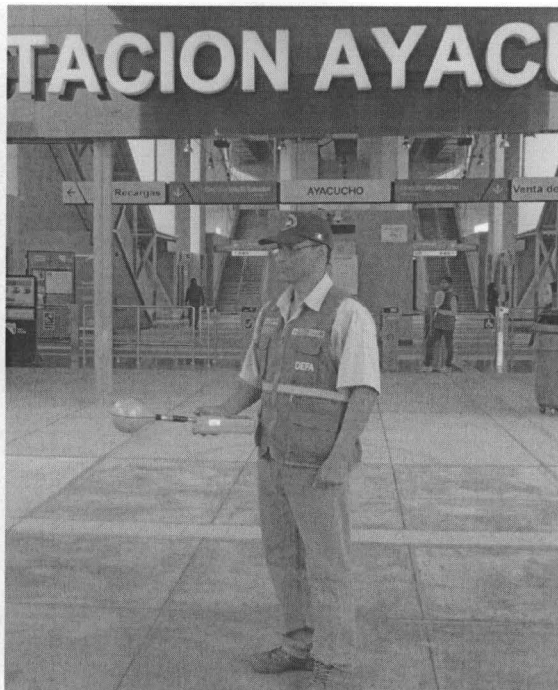
PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

Fotografía N° 05



Coordenadas: 18L 282676 E, 8657745 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 06



Coordenadas: 18L 282676 E, 8657745 N
Fuente: OEFA

B. Mediciones de Radiaciones No Ionizantes en Alta Frecuencia

Las mediciones de Radiaciones No Ionizantes en alta frecuencia (trabajo de campo) se realizó el día 09 de Diciembre del 2013 en el distrito de Santiago de Surco.

TABLA 11. PUNTOS DE MEDICIÓN - ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA "AV. BENAVIDES / AV. AYACUCHO - SURCO"

EQUIPO DE MEDICIÓN UTILIZADO					DATOS DE LAS MEDICIONES	
Marca:		NARDA			Código de Estación: -----	
Modelo:		NBM - 550			Fecha de Realización de la Medición: 09/12/2013	
Nº Serie:		B - 1232			Técnicos Responsables de las Mediciones:	
Fecha de última calibración:		05 de Setiembre de 2013			Ing. Edgar Escriba gutiérrez	
Coordenadas de las Torre:		283157 E	8658452 N	Nº Total de Mediciones: 5		
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN RESPECTO DE LA ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN					DATOS TOMADOS EN CAMPO	
Punto de Medición	Coordenadas UTM 18 L		Distancia (m)	Acimut (º)	Porcentaje (%) LMP	
					Máximo	Promedio
CA-ER-A1	283114 E	8658443 N	44	62	0.1761	0.0082
CA-ER-A2	283082 E	8658396 N	94	50	0.1743	0.0588
CA-ER-A3	283185 E	8658510 N	64	195	0.0498	0.0006
CA-ER-A4	283243 E	8658431 N	89	275	0.1644	0.0493
CA-ER-A5	283250 E	8658401 N	106	300	0.1893	0.0619

Distancia (m): Distancia del punto de medición con respecto a la base del sistema radiante de la Estación a evaluar.

Acimut (°): Angulo del punto de medición con respecto a la base del sistema radiante de la Estación a evaluar.



PERÚ

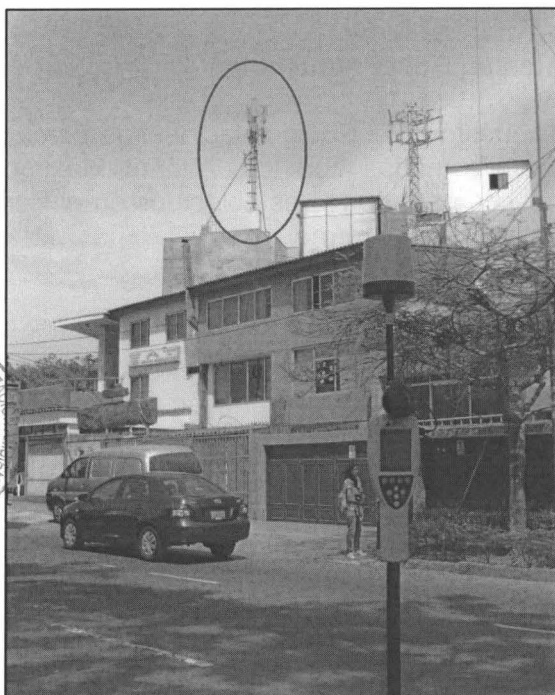
Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

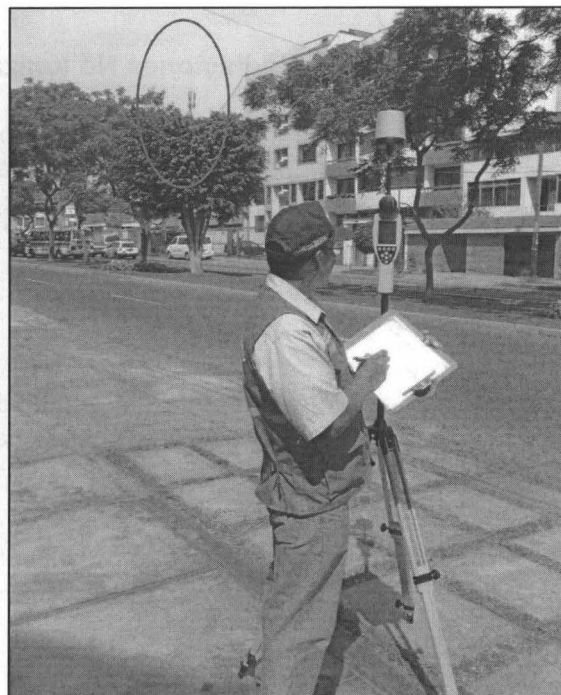
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

Fotografía N° 07



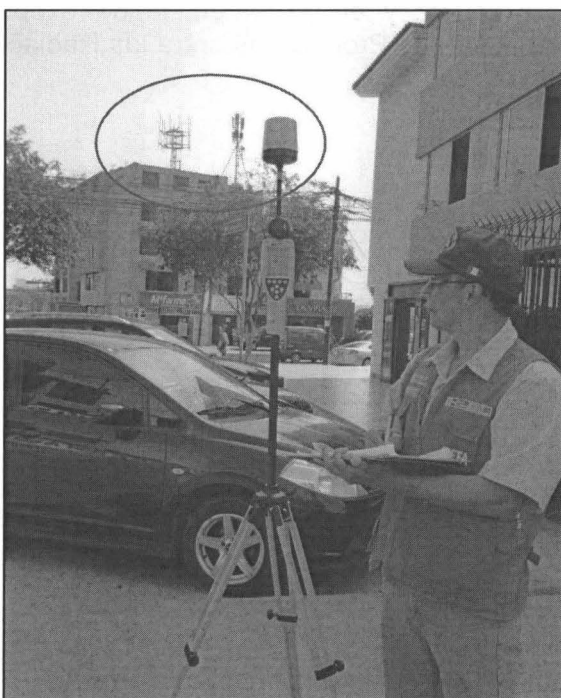
Coordenadas: 18L 283114 E, 8658443 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 08



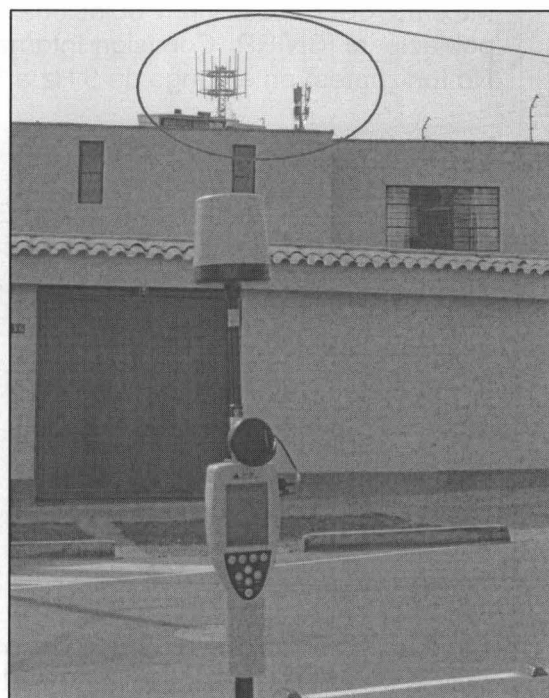
Coordenadas: 18L 283082 E, 8658396 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 03



Coordenadas: 18L 283185 E, 8658510 N
Fuente: OEFA

Fotografía N° 04



Coordenadas: 18L 283243 E, 8658431 N
Fuente: OEFA

XII. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RADIACIONES NO IONIZANTES (RNI) EN BAJA FRECUENCIA

A. Análisis de Radiaciones No Ionizantes en Baja Frecuencia

El análisis se realiza con respecto a lo dispuesto en el Código Nacional de Electricidad y consiste en comparar las mediciones efectuadas con los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos para 60 HZ establecidos en el Perú, de acuerdo con el Tabla 1 del numeral V, del presente informe.

a) Análisis del Campo Magnético

Para realizar del análisis del Campo Magnético utilizamos el valor eficaz (RMS) en 60 Hz obtenido directamente del analizador de campo electromagnético presentado en la Tabla 9 - mediciones de exposición a la Inducción Magnética, y lo dividimos entre el Valor Máximo de Exposición para 60 Hz ocupacional o poblacional según sea el caso:

$$\text{Exposición al Campo Magnético}_{\text{CNE } 60 \text{ Hz}} (\%) = \frac{B_{\text{RMS medido } 60 \text{ Hz}}}{B_{\text{VME } 60 \text{ Hz}}} \times 100\%$$

Dónde:

- $B_{\text{VME } 60 \text{ Hz ocupacional}} = 416.7 \mu\text{T}$
- $B_{\text{VME } 60 \text{ Hz poblacional}} = 83.3 \mu\text{T}$

Esta operación se repite para todos los puntos de medición. En la Tabla 12, se presenta el análisis de la Inducción Magnética (densidad de flujo magnético), realizando una comparación entre el valor RMS medido para 60 Hz, el porcentaje con respecto al Valor Máximo de Exposición Poblacional para 60 Hz y el el porcentaje de exposición poblacional ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes) en el rango de 5 Hz a 32 KHz.

b) Análisis del Campo Eléctrico

Para realizar del análisis del Campo Eléctrico utilizamos el valor eficaz (RMS) en 60 Hz obtenido directamente del analizador de campo electromagnético presentado en la Tabla 10 - mediciones de exposición a la Intensidad de Campo Eléctrico, y lo dividimos entre el Valor Máximo de Exposición para 60 Hz ocupacional o poblacional según sea el caso:

$$\text{Exposición al Campo Eléctrico}_{\text{CNE } 60 \text{ Hz}} (\%) = \frac{E_{\text{RMS medido } 60 \text{ Hz}}}{E_{\text{VME } 60 \text{ Hz}}} \times 100\%$$

Dónde:

- $E_{\text{VME } 60 \text{ Hz ocupacional}} = 8.3 \text{ kV/m}$
- $E_{\text{VME } 60 \text{ Hz poblacional}} = 4.2 \text{ kV/m}$

Esta operación se repite para todos los puntos de medición. En la Tabla 13, se presenta el análisis de Intensidad de Campo Eléctrico, realizando una comparación entre el valor RMS medido para 60 Hz, el porcentaje con respecto al Valor Máximo de Exposición Poblacional para 60 Hz y el el porcentaje de exposición poblacional ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes) en el rango de 5 Hz a 32 KHz.



TABLA 12. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN A LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA "AV. TOMAS MARSANO / AV. AYACUCHO - SURCO"

Puntos de Medición	Coordenadas UTM Zona 18 L				B _{RMS} (μ T): 60Hz	%B _{VME_CNE} : 60Hz	%B _{ICNIRP} : 5Hz-32KHz	Fecha	Hora	EVALUACIÓN
CA-TE-EA1	282679	E	8657791	N	0.0807	0.10%	0.64%	06/12/2013	09:30	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA2	282652	E	8657765	N	0.0832	0.10%	0.56%	06/12/2013	10:07	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA3	282678	E	8657739	N	0.0962	0.12%	0.65%	06/12/2013	10:47	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA4	282676	E	8657745	N	0.0591	0.07%	0.53%	06/12/2013	11:25	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA5	282692	E	8657749	N	0.0630	0.08%	0.62%	06/12/2013	12:03	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL

B_{RMS}(μ T): 60Hz Valor RMS de la inducción magnética medida en 60Hz

B_{Vect Peak}(μ T): 60Hz Valor pico de la inducción magnética medida en 60Hz

%B_{VME_CNE}: 60Hz Relación entre el valor de la medición de la inducción magnética y el Valor Máximo de Exposición. El VME para Exposición Poblacional en 60Hz es 83.3 μ T y el VME para Exposición Ocupacional en 60 Hz es 416.7 μ T

%B_{ICNIRP}: 5Hz-32KHz Valor de la medición de la exposición de la inducción magnética en el rango desde 5Hz hasta 32KHz con respecto a la Rec. ICNIRP (98)

VME: Valor Máximo de Exposición

CNE UTILIZACION Establece el Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz mediante R.M. N° 037-2006-MEM/DM.

CNE SUMINISTRO Establece el Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz mediante R.M. N° 214-2011-MEM/DM.





TABLA 13. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN A LA INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "AV. TOMAS MARSANO / AV. AYACUCHO - SURCO"

Puntos de Medición	Coordenadas UTM Zona 18 L				$E_{RMS}(V/m): 60Hz$	$\%E_{VME_CNE} 60Hz$	$\%E_{ICNIRP}: 5Hz-32kHz$	Fecha	Hora	EVALUACIÓN
CA-TE-EA1	282679	E	8657791	N	0.1044	0.00%	14.44%	06/12/2013	09:49	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA2	282652	E	8657765	N	0.2260	0.01%	14.72%	06/12/2013	10:26	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA3	282678	E	8657739	N	0.1988	0.00%	14.39%	06/12/2013	11:06	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA4	282676	E	8657745	N	0.1102	0.00%	14.62%	06/12/2013	11:44	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL
CA-TE-EA5	282692	E	8657749	N	0.0825	0.00%	14.18%	06/12/2013	12:22	NO SUPERA EL VME POBLACIONAL

$E_{RMS}(V/m): 60Hz$ Valor rms de la intensidad de campo eléctrico medida en 60Hz

$E_{Vect Peak}(V/m): 60Hz$ Valor pico de la intensidad de campo eléctrico medida en 60Hz

$\%E_{VME_CNE}: 60Hz$ Relación entre el valor de la medición de la intensidad de campo eléctrico y el Valor Máximo de Exposición. El VME para Exposición Poblacional en 60Hz es 4.2 kV/m y el VME para Exposición Ocupacional en 60 Hz es 8.3 kV/m

$\%E_{ICNIRP}: 5Hz-32KHz$ Valor de la medición de la exposición de la intensidad de campo eléctrico en el rango desde 5Hz hasta 32KHz con respecto a la Rec. ICNIRP (98)

VME: Valor Máximo de Exposición

CNE UTILIZACION Establece el Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz mediante R.M. N° 037-2006-MEM/DM.

CNE SUMINISTRO Establece el Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz mediante R.M. N° 214-2011-MEM/DM.





PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

B. Análisis de Radiaciones No Ionizantes en Alta Frecuencia

El Análisis se realiza con respecto a los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Exposición Poblacional establecidos en el Perú, de acuerdo a la Tabla 2 del numeral 7.1, del presente informe.

- ✓ Las mediciones realizadas con el analizador de campo electromagnético NBM-550, indica directamente el porcentaje del Límite Máximo Permissible (LMP) aprobado por el D.S. N° 038-2003-MTC.



A continuación en la Tabla 14, se muestra un resumen del análisis de los niveles de Radiaciones No Ionizantes para Exposición Poblacional en Alta Frecuencia, realizado en el distrito de Santiago de Surco.

Tabla 14. Resumen de del análisis de los niveles de Radiaciones No Ionizantes de Exposición Poblacional para Alta Frecuencia

Estación Radioeléctrica	Punto de Medición	Coordenadas UTM 18 L		Distancia (m)	Acimut (°)	% Ocupacional	% Poblacional
Av. Benavides / Av. Ayacucho 283157 E 8658452 N	CA-ER-A1	283114 E	8658443 N	44	62	----	0.0410
	CA-ER-A2	283082 E	8658396 N	94	50	----	0.2940
	CA-ER-A3	283185 E	8658510 N	64	195	----	0.0030
	CA-ER-A4	283243 E	8658431 N	89	275	----	0.2465
	CA-ER-A5	283250 E	8658401 N	106	300	----	0.3095

CA-ER-A: Calidad atmosférica en la Estación Radioeléctrica de la estación A.

De acuerdo al análisis realizado, se comprobó que todas las mediciones realizadas en los alrededores de las Estaciones Radioeléctricas corresponden a niveles muy por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) aprobados por el Estado Peruano.

A continuación en la Tabla 15, se muestra el análisis de los niveles de Radiaciones No Ionizantes para Exposición Poblacional en Alta Frecuencia.





TABLA 15. ANÁLISIS - ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA "AV. BENAVIDES / AV. AYACUCHO - SURCO"

EQUIPO DE MEDICIÓN UTILIZADO					DATOS DE LAS MEDICIONES						
Marca:		NARDA			Código de Estación:		-----				
Modelo:		NBB - 550			Fecha de Realización de la Medición:		09/12/2013				
Nº Serie:		B - 1232			Responsable de la Evaluación:						
Fecha de última calibración:		05 de Setiembre de 2013					Ing. Edgar Escriba Gutiérrez				
Coordenadas de las Torre:		283157 E		8658452 N		Nº Total de Mediciones:		5			
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN RESPECTO DE LA ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN					DATOS DE CAMPO		EVALUACIÓN				
Punto de Medición	Coordenadas UTM 18 L		Distancia (m)	Acimut (º)	Porcentaje (%) LMP		% Ocupacional	% Poblacional	Se detecta nivel superior al umbral ? (Si / No)	El punto de medición corresponde a un área de uso público ? (Si / No)	
					Máximo	Promedio					
CA-ER-A1	283114 E	8658443 N	44	62	0.1761	0.0082	----	0.0410	No	No	
CA-ER-A2	283082 E	8658396 N	94	50	0.1743	0.0588	----	0.2940	No	No	
CA-ER-A3	283185 E	8658510 N	64	195	0.0498	0.0006	----	0.0030	No	No	
CA-ER-A4	283243 E	8658431 N	89	275	0.1644	0.0493	----	0.2465	No	No	
CA-ER-A5	283250 E	8658401 N	106	300	0.1893	0.0619	----	0.3095	No	No	

Distancia (m): Distancia del punto de medición con respecto a la base del sistema radiante de la Estación a evaluar.

% Ocupacional (Poblacional): Medición directa del Porcentaje de Exposición Ocupacional (Poblacional) en relación a los Límites Máximos Permisibles (LMP) aprobados por D.S. 038-2003-MTC.

Luego de realizada la Evaluación respectiva se observa que ningún Punto de Medición sobrepasa los LMP de Radiaciones No Ionizantes por lo que la Estación Radioeléctrica -----

CUMPLE con el D.S 038-2003-MTC



PERU

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"



XIII. CONCLUSIONES

- El análisis y control de las mediciones en Radiaciones No Ionizantes en baja frecuencia se realizó tomando en cuenta los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz, indicados en el Código Nacional de Electricidad – Utilización y Suministro (R.M. N° 037-2006-MEM/DM y R.M. N° 214-2011-MEM/DM respectivamente) y en los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (D.S. N° 010-2005-PCM).
- La medición en Radiaciones No Ionizantes en baja frecuencia se realizó en cinco (05) puntos en las inmediaciones de la Estación Ayacucho, perteneciente a la Línea 1 del tren eléctrico, dichos puntos corresponden a Exposición de tipo Poblacional.
- De las mediciones realizadas en las inmediaciones de la Estación Ayacucho, el mayor valor de Inducción Magnética medido, se registró en el Punto A3 (punto de medición CA-TE-EA3, con coordenadas UTM 18L: 282678 E, 8657739 N), siendo el valor RMS de 0.0962 μ T en 60Hz; lo que representa el 0.12% con respecto al Valor Máximo de Exposición Poblacional. El mayor valor de Intensidad de Campo Eléctrico medido, se registró en el Punto A2 (punto de medición CA-TE-EA2, con coordenadas UTM 18L: 282652 E, 8657765 N), siendo el valor RMS de 0.2260 V/m en 60 Hz; lo que representa el 0.01% con respecto al Valor Máximo de Exposición Poblacional, de los valores registrados se garantiza el normal desarrollo de las actividades habituales por parte de la población y operacionales por parte de la empresa Línea 1, dedicada al transportes público.
- Dado el análisis de las mediciones de Inducción Magnética e Intensidad de Campo Eléctrico en los puntos de medición señalados en la Tabla 12 y Tabla 13, se concluye que los niveles de Inducción Magnética e Intensidad de Campo Eléctrico, **CUMPLEN** con los Valores Máximos de Exposición Poblacional, establecidos en el Código Nacional de Electricidad (Utilización y Suministro), aprobados por el Ministerio de Energía y Minas.
- Los Monitoreos de Intensidad de Campo Eléctrico e Inducción Magnética tienen la finalidad de evaluar la calidad ambiental, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar el riesgo a la salud humana y el ambiente, en concordancia con los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60Hz.
- El análisis de las mediciones en Radiaciones No Ionizantes en alta frecuencia se realizó tomando en cuenta los Límites Máximos Permisibles (LMP) para las actividades de Telecomunicaciones (D.S. N° 038-2003-MTC). Dichos LMP se basan en las Recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) los cuales son adoptados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la Organización Mundial de la Salud, la Organización Internacional del Trabajo, la Unión Europea y muchos países en todo el mundo.
- Para el análisis poblacional adecuada se utilizó una sonda de gran ancho de banda (300 kHz – 50 GHz), con ello se pueden detectar el aporte de todos los campos electromagnéticos producidos por los servicios de telecomunicaciones como telefonía móvil celular, servicio troncalizado, emisoras de radiodifusión y TV UHF.
- La medición en Radiaciones No Ionizantes en alta frecuencia se realizó en cinco (05) puntos en las inmediaciones de la estación radioeléctrica CA-ER-A (con coordenadas UTM 18L: 283157 E, 8658452 N), ubicada en la intersección de la Av. Benavides con Av. Ayacucho, dichos puntos corresponden a Exposición de tipo Poblacional.





PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

- En los puntos de medición correspondientes a las inmediaciones de las estaciones radioeléctricas en estudio, no se encontraron áreas sensibles (zonas sensibles) a los campos electromagnéticos como por ejemplo colegios (de Educación Inicial, Primaria y Secundaria), Hospitales, Centros de Salud y Clínicas.
- De las mediciones realizadas en las inmediaciones de la estación radioeléctrica en estudio, el mayor valor del campo electromagnético medido, se registró en el Punto 5 (punto de medición CA-ER-A5, con coordenadas UTM 18L: 283250 E, 8658401 N), a una distancia de 106 metros de dicha estación radioeléctrica, ubicada en la intersección del Jr. Enrique Salazar con el Jr. Manuel Herrera, siendo el valor en porcentaje de 0.3095% con respecto al Límites Máximos Permisibles de Exposición Poblacional.
- En los puntos donde se realizaron las mediciones, se pudo observar que existen otras estaciones radioeléctricas de telefonía móvil cercanas, por lo tanto, en los resultados del análisis de Exposición Poblacional, se consideran los aportes de estas fuentes radiantes externas.
- Dado el análisis de las mediciones del campo electromagnético señalado en la Tabla 15, se concluye que los niveles de campo electromagnético en los alrededores de la estación radioeléctrica en estudio, como para el campo electromagnético total (incluyendo la suma de las fuentes emisoras de los sistemas radiantes de terceros), **CUMPLEN** con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Perú y por lo tanto con las recomendaciones ICNIRP para exposición poblacional.



XIV. RECOMENDACIÓN

- Remitir una copia del presente informe al Área de Electricidad de la Dirección de Supervisión del OEFA.

Atentamente,



Edgar Escriba Gutiérrez
Dirección de Evaluación





PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad
Alimentaria"

San Isidro, 27 DIC. 2013

Visto el INFORME N° 718-2013-OEFA/DE-SDCA y estando conforme con su contenido, PÓNGASE a consideración de la Subdirección de Calidad Ambiental para los fines correspondientes.

Atentamente,



Ing. Mariella Rossana Atala Alvarez
Coordinadora de Calidad Atmosférica

San Isidro, 27 DIC. 2013

Visto el INFORME N° 718-2013-OEFA/DE-SDCA y estando conforme con su contenido, PÓNGASE a consideración de la Dirección de Evaluación para los fines correspondientes.

Atentamente,



Ing. Paola Chinen Guima
Subdirectora de Calidad Ambiental

San Isidro, 27 DIC. 2013

De conformidad con el Informe que antecede y estando de acuerdo con su contenido APRUEBESE el INFORME N° 718-2013-OEFA/DE-SDCA.

Atentamente,



Ing. Milagros del Pilar Verástegui Salazar
Directora de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA