

ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS

• CARACTERÍSTICAS GENERALES

Municipio: **Minatitlán.**

Estado: **Veracruz.**

Entidad Responsable: **Municipio.**

Categoría del Sitio: **Tipo "A".**

Coordenadas Geográficas:

Latitud Norte: **18°02'06.1".** Latitud Oeste: **94°31'39.2".** Altitud: **9 m.**

Propietario: **Ejidal.**

Responsable de la Operación: **Municipio.**

Superficie del Predio (Has): **8.** Superficie Ocupada: (Has.): **8.**

Residuos que Ingresan (ton/día): **200.**

Residuos Depositados (ton.): **El sitio opera al menos hace 20 años, es posible que se hayan depositado más de 4,000,000 de toneladas de residuos.**

Municipios que depositan en el sitio: **Solamente Minatitlán.**

Año en que Inició Operaciones: **1998**

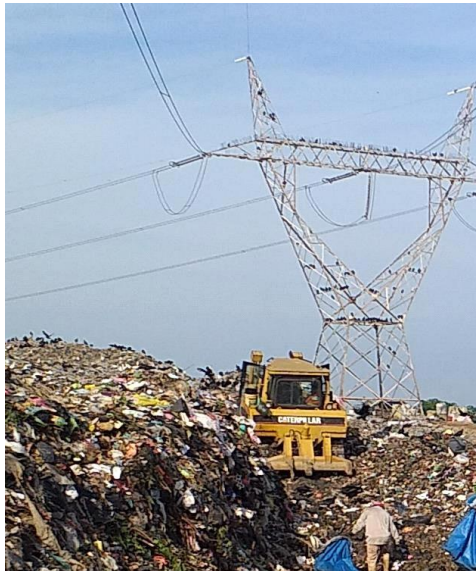
Vida Útil Disponible (años): **El sitio le queda una vida útil de aproximadamente 5 años.**

No. de Pепенadores: **Son 75 pepenadores que laboran en el sitio, 20 son mujeres y 55 son hombres.**

Describir el equipamiento utilizado para la operación del sitio de disposición final:

Maquinaria	Modelo	Año	Condición	Mantenimiento
------------	--------	-----	-----------	---------------

Excavadora	320	-	Mala	Cada 3 meses
Tractor de orugas	D6	-	Mala	Se desconoce

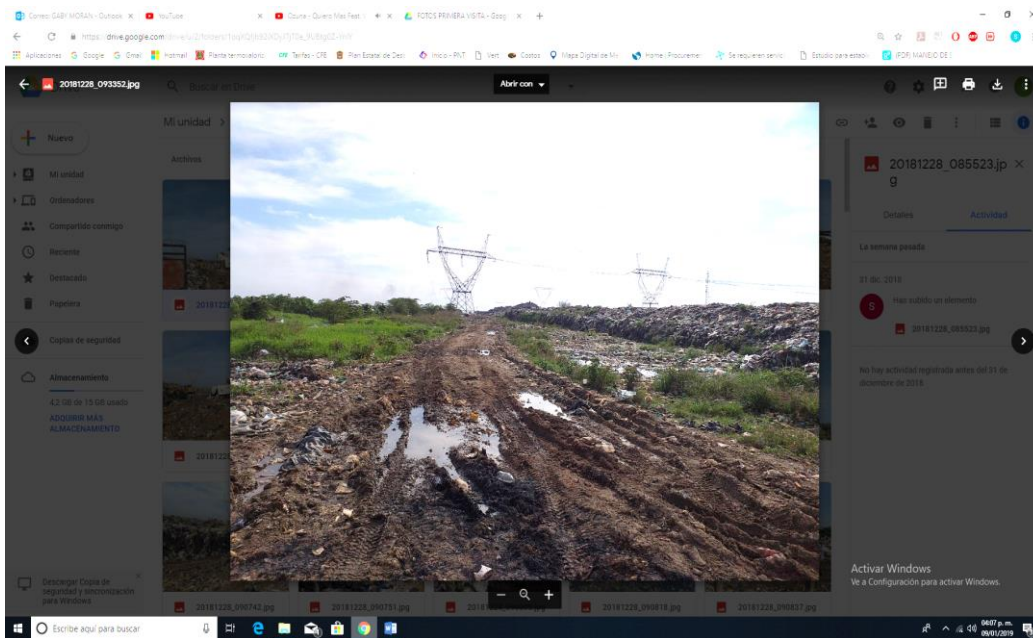


***Es importante mencionar que la excavadora le pertenece al Gobierno Municipal y el tractor de orugas está en el esquema de renta.**

¿El sitio de disposición final cuenta con la infraestructura necesaria conforme su tipo?

INFRAESTRUCTURA	SI	NO
Caminos de acceso	X	

Caminos interiores		X
Cerca perimetral		X
Caseta de vigilancia y control de acceso		X
Báscula		X
Agua potable, electricidad y drenaje		X
Vestidores y servicios sanitarios		X
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 m.)		X
Oficinas		X
Servicio Médico y Seguridad Personal		X



¿Cuentan con programa de Protección Civil?

Sí No X

Observaciones:

El sitio se encuentra rodeado de humedales.

Dentro del predio correspondiente al tiradero, se encuentran torres de alta tensión, dificultando la operación y poniendo en riesgo la vida de las personas que laboran en él.

El camino de acceso al sitio se encuentra en condiciones deplorables, en diversos puntos se observa afloramiento de lixiviados.

Los pepenadores no cuentan con seguridad social ni se les realiza algún chequeo médico; además, no cuentan con una zona específica para realizar la segregación.

No se mostró evidencia de que se realice mantenimiento a la maquinaria pesada cada tres meses.

Debajo del predio, atraviesan varios ductos de Pemex.





- **RESTRICCIONES DE UBICACIÓN**

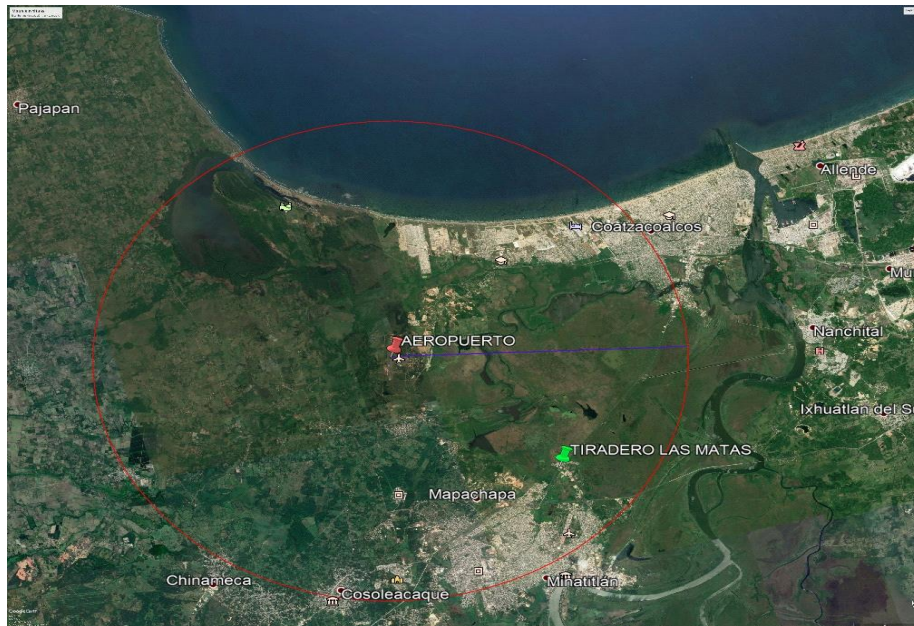
2.1 ¿El sitio está ubicado a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista (s) de un aeródromo de servicio público o aeropuerto? (6.1.1)

Sí **X** No

El sitio no cumple con esta restricción, ya que se encuentra a una distancia menor de 13 km del Aeropuerto Internacional del Municipio de Minatitlán.

En caso afirmativo, atender la siguiente consideración:

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.1.1	Cuando un sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinará mediante un estudio de riesgo aviario.		
¿Cuenta con un estudio de riesgo aviario?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ____ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El informante mencionó que no cuenta con un estudio de riesgo aviario. Como dato a considerar el residente también mencionó que se han presentado colisiones de aves con aviones.			



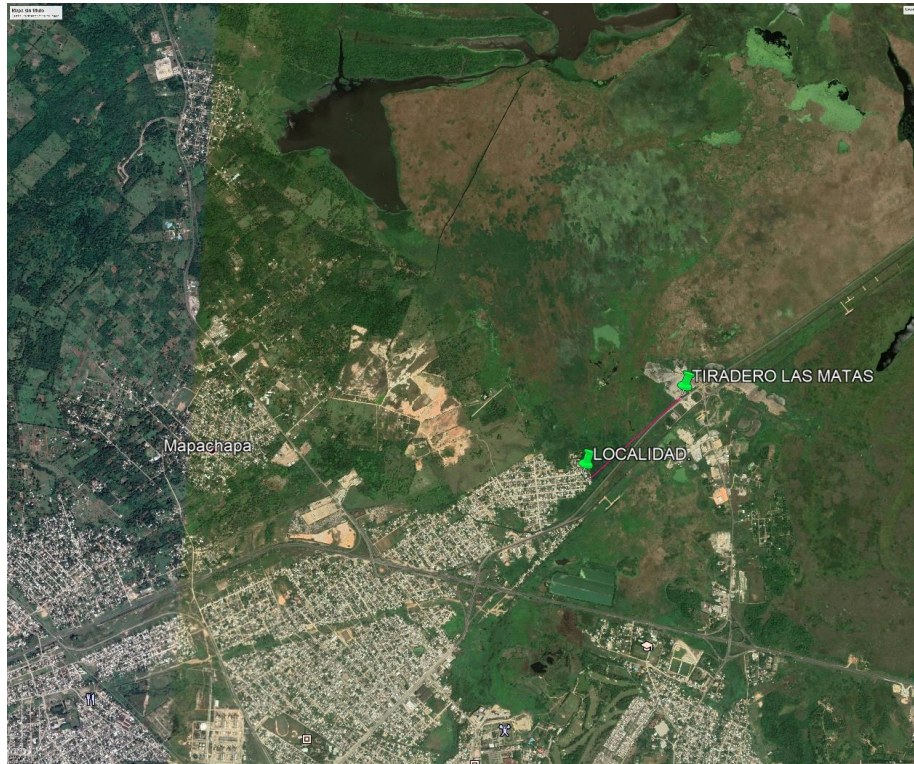
2.2 ¿El sitio está ubicado en un área natural protegida? (6.1.2)

Sí No **X**

El residente mencionó que el sitio se ubica fuera de un área natural protegida; sin embargo, no mostró evidencia que lo confirmara.

2.3 ¿El sitio de disposición final se ubica a una distancia mayor a 500 m. de localidades (existentes y contempladas en el plan de desarrollo), mayores de 2,500 habitantes? (6.1.3)

Distancia: **mayor a 500 metros.**



La localidad más cercana con tales características se ubica aproximadamente a 1 km del sitio, por lo que se está cumpliendo con esta restricción. Así lo comentó el informante.

2.4 ¿El sitio de disposición final se ubica en zona(s) de: marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, ¿cavernas, fracturas o fallas geológicas? (6.1.4)

Si No

En caso afirmativo, ¿con respecto a qué?

El residente, señaló que el sitio está rodeado por humedales.



2.5 ¿El sitio de disposición final se ubica dentro o fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años? (6.1.5.)

Dentro Fuera **X**

El residente señala que el sitio está fuera de zonas de inundación con periodo de 100 años. Por lo que se está cumpliendo con esta restricción. Sin embargo, no presentó ningún reporte o dictamen técnico que avalara lo dicho.

2.6 ¿El sitio de disposición final se ubica a una distancia inferior a 500 m respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas? (6.1.6.)

Si No **X**

El residente comenta que la ubicación del sitio está a una distancia mayor de 500 m respecto a cuerpos superficiales de agua por lo que se está cumpliendo con esta restricción. Sin embargo, no presentó ningún reporte o dictamen técnico que avalara lo dicho.

2.7 ¿El sitio de disposición final se ubica fuera de las restricciones marcadas por la norma respecto a pozos de extracción de agua en operación y abandonados? (6.1.7)

Si **X** No

No se observaron pozos en operación o abandonados, sin embargo, el residente no mostró documento que avalara el hecho de que el sitio cumple con esta restricción.

• ESTUDIOS Y ANÁLISIS PREVIOS.

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.2.1	ESTUDIO GEOLÓGICO		
	Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo, se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio; esta información puede ser de cortes litológicos de pozos perforados en la zona e informes realizados por alguna institución particular u oficial.		
¿Cuenta con un estudio geológico?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ____ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El residente mencionó que desconocía si se ha realizado algún estudio geológico.			

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.2.2	ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS		
	<ul style="list-style-type: none"> • Evidencias y uso del agua subterránea Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia, para conocer el gradiente hidráulico. Asimismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.		
		<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del tipo de acuífero Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.	
		<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del sistema de flujo Determinar la dirección del flujo subterráneo regional.	
¿Cuenta con un estudio hidrogeológico?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ____ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El residente nos hizo saber que desconocía si se ha realizado algún estudio hidrogeológico.			

• **ESTUDIOS Y ANÁLISIS EN EL SITIO**

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.3.a)	ESTUDIO TOPOGRÁFICO		
	Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.		
¿Cuenta con un estudio topográfico?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ____ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El residente mencionó que desconocía si se ha realizado algún estudio topográfico.			

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.3.b)	ESTUDIO GEOTÉCNICO		
	Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas: <ul style="list-style-type: none"> b.1 Exploración y Muestreo: <ul style="list-style-type: none"> • Exploración para definir sitios de muestreo. • Muestreo e identificación de muestras. • Análisis de permeabilidad de campo. • Peso volumétrico In-situ. b.2 Estudios en laboratorio: <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de muestras según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos. • Análisis granulométrico. • Permeabilidad. • Prueba Proctor. • Límites de Consistencia (Límites de Atterberg). • Consolidación unidimensional. • Análisis de resistencia al esfuerzo cortante. • Humedad. Con las propiedades físicas y mecánicas definidas a partir de los resultados de laboratorio, se deben realizar los análisis de estabilidad de taludes de las obras de terracería correspondientes.		
¿Cuenta con un estudio geotécnico?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ____ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El residente mencionó que desconocía si se ha realizado algún estudio geotécnico.			

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.3.c)	EVALUACIÓN GEOLÓGICA		
	c.1 Se deberá precisar la litología de los materiales, así como la geometría, distribución y presencia de fracturas y fallas geológicas en el sitio. c.2 Se deberán determinar las características estratigráficas del sitio.		
¿Cuenta con un estudio de evaluación geológica?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ____ (DD/MM/AA)	

Observaciones:

El residente mencionó que desconocía si se ha realizado alguna evaluación geológica.

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.3.d)	EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA		
	<p>d.1 Se deben determinar los parámetros hidráulicos, dirección del flujo subterráneo, características físicas, químicas y biológicas del agua.</p> <p>d.2 Se deben determinar las unidades hidrogeológicas que componen el subsuelo, así como las características que las identifican (espesor y permeabilidad).</p>		
¿Cuenta con un estudio de evaluación hidrogeológica?		SI	NO
Fecha de realización	___ / ___ / _____ (DD/MM/AA)		
Observaciones: El residente mencionó que desconocía si se ha realizado alguna evaluación hidrogeológica.			

• ESTUDIOS DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.4	ESTUDIOS DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN.
---	--

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.4.a)	GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL.		
	<p>Se deben elaborar los estudios de generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la población por servir, con proyección para al menos la vida útil del sitio de disposición final.</p>		
¿Cuenta con un estudio de generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial?		SI	NO
Fecha de realización	___ / ___ / _____ (DD/MM/AA)		
Observaciones:			

El residente nos hizo saber que no se ha realizado el estudio de generación y composición de residuos sólidos urbanos.

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.4.b)	GENERACIÓN DE BIOGÁS.		
	Se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos, que tomen en cuenta la composición química de los residuos por manejar.		
¿Cuenta con un estudio de generación y composición de biogás?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ___ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El residente informó que no se contaba con este estudio.			

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 6.4.c)	GENERACIÓN DEL LIXIVIADO.		
	Se debe cuantificar el lixiviado mediante algún balance hídrico.		
¿Cuenta con un estudio de generación y composición de lixiviado?		SI	NO
Fecha de realización		___ / ___ / ___ (DD/MM/AA)	
Observaciones: El residente informó que no se contaba con este estudio.			

• **CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y OPERACIONALES**

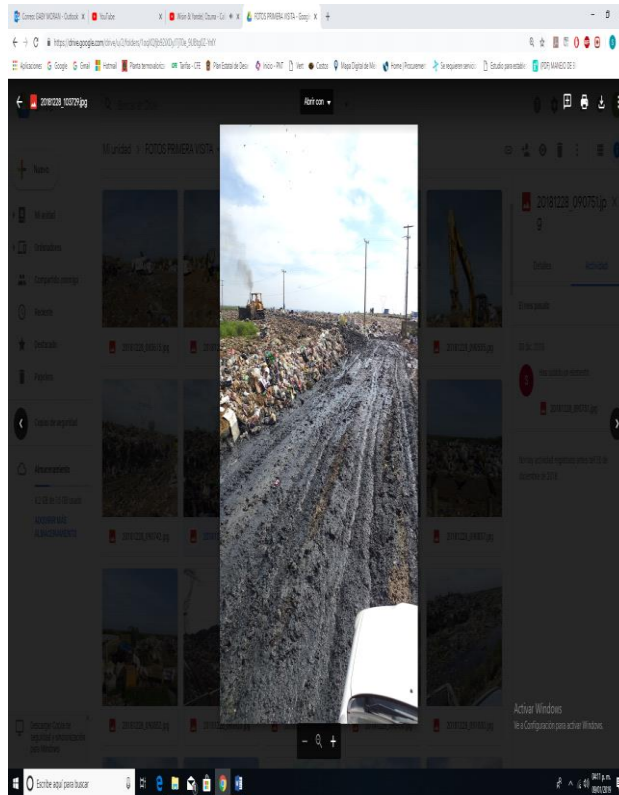
Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003. 7.1	Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos 1×10^{-7} cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.		
	<ul style="list-style-type: none"> ¿El sitio cuenta con la barrera geológica natural o equivalente señalada? 	SI	NO
<ul style="list-style-type: none"> Si la respuesta no fue afirmativa, que tipo de impermeabilización equivalente utilizó. <ul style="list-style-type: none"> Geo membrana de HDPE. Geo membrana de LDPE Otro tipo de geo membrana plástica 	SI	NO	

<ul style="list-style-type: none"> • Bentonita. • Mejoramiento de suelo • Otro 		
Observaciones: El residente mencionó que desconoce si existe una barrera geológica natural, mencionó que el sitio no cuenta con impermeabilización		

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Se debe garantizar la extracción, captación, conducción y control del biogás generado en el sitio de disposición final. Una vez que los volúmenes y la edad de los residuos propicien la generación de biogás y de no disponerse de sistemas para su aprovechamiento conveniente, se procederá a su quema ya sea a través de pozos individuales o mediante el establecimiento de una red con quemadores centrales.		
7.2			
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se cuenta con las instalaciones para captar, conducir y controlar el biogás generado en el sitio de disposición final? 	SI	NO	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se cuenta con algún sistema para aprovechar el biogás? 			
<ul style="list-style-type: none"> • En caso que la respuesta de la pregunta anterior no haya sido afirmativa, Describa como se maneja el biogás? 	El sitio no cuenta con algún tipo de instalación para el manejo y control del biogás.		
Observaciones: Como el sitio no cuenta con las instalaciones y equipos para el manejo y control de biogás, es muy probable que este emigre a la atmósfera.			

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Debe construirse un sistema que garantice la captación y extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. El lixiviado debe ser recirculado en las celdas de residuos confinados en función de los requerimientos de humedad para la descomposición de los residuos, o bien ser tratado, o una combinación de ambas.		
7.3			
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se cuenta con las instalaciones para garantizar la captación y extracción de lixiviado generado en el sitio de disposición final? 	SI	NO	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué se hace con el lixiviado? <ul style="list-style-type: none"> • A) Se recircula en las celdas • B) Se trata • C) Combinación de ambas opciones 	Frecuencia:	SI	NO
<ul style="list-style-type: none"> • En caso de que ninguna de las tres opciones anteriores haya tenido una respuesta afirmativa, ¿qué se hace con el lixiviado? 	El residente informó que el sitio no cuenta con las instalaciones y los equipos que garantice la captación y extracción de los lixiviados.		
Observaciones: Se observaron grandes afloramientos por todo el sitio, la de mayor volumen se encuentra en el único camino interno.			
Evidencia			





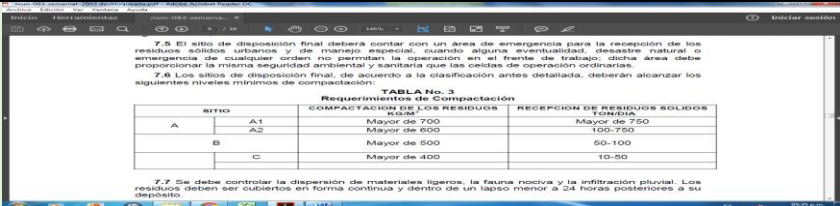
**Numeral de referencia
de la NOM-083-
SEMARNAT-2003.**

7.4

Se debe diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración a las celdas.

<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuenta con un sistema para la captación y desalojo de agua pluvial? 	SI	NO
Observaciones: El residente mencionó que no cuentan con un sistema para el manejo correcto del agua pluvial.		

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	El sitio de disposición final deberá contar con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.	
7.5		
<ul style="list-style-type: none"> ¿El sitio cuenta con un área específica de emergencia para seguir operando ante alguna eventualidad de cualquier orden? 	SI	NO
<ul style="list-style-type: none"> ¿La celda de emergencia cuenta con la barrera natural, artificial o equivalente para realizar la impermeabilización? 		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se cuenta con las instalaciones apropiadas para captar, conducir y controlar el biogás generado en el sitio de disposición final? 		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se cuenta con las instalaciones apropiadas en esta área de emergencia para garantizar la captación y extracción de lixiviado? 		
Observaciones: El residente mencionó que el sitio no cuenta con una celda de emergencia.		

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Los sitios de disposición final, de acuerdo con la clasificación antes detallada, deberán alcanzar los siguientes niveles mínimos de compactación.	
7.6		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el tonelaje que se dispone diariamente en el sitio? 	200 toneladas.	
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se están alcanzando los niveles de compactación mínimos según los parámetros establecidos? El residente mencionó que no 	SI	NO

- ¿Cómo se está comprobando la compactación de los residuos que ingresan al sitio?
No se hace.

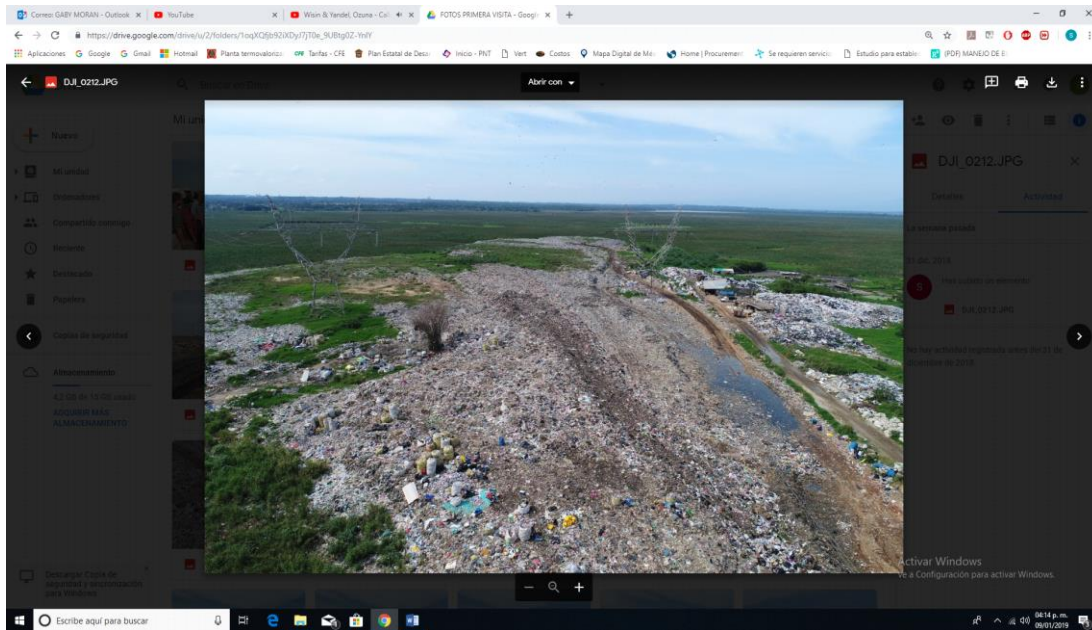
Observaciones:

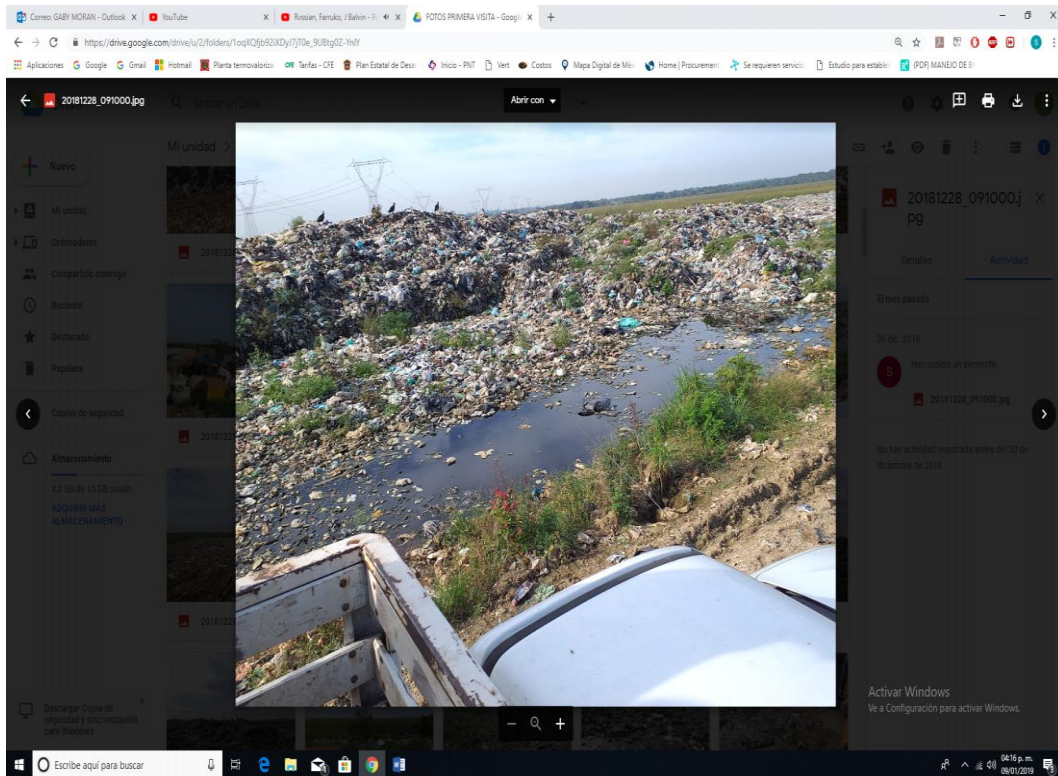
El residente mencionó que no se comprueba los niveles de compactación de los residuos.

El sitio no cuenta con un frente de trabajo definido, ya que disponen los residuos por todas partes.

Los acarreos que realiza el tractor son demasiado largos.

Evidencia





<p>Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003.</p>	<p>El sitio de disposición final adoptará medidas para que los siguientes residuos no sean admitidos.</p>		
<p>7.8</p>	<p>a) Residuos líquidos tales como aguas residuales y líquidos industriales de proceso, así como lodos hidratados de cualquier origen, con más de 85% de humedad con respecto al peso total de la muestra.</p> <p>b) Residuos conteniendo aceites minerales.</p> <p>c) Residuos peligrosos clasificados de acuerdo con la normatividad vigente.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se aplica alguna medida para no admitir residuos peligrosos? Mencionarla en observaciones. 	<p>SI</p>	<p>NO</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué protocolo de seguridad se aplica al detectar residuos líquidos mencionados en el inciso a)? 			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué protocolo de seguridad se aplica al detectar residuos que contienen aceites minerales? 			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué protocolo de seguridad se aplica al detectar residuos peligrosos clasificados de acuerdo con la normatividad vigente? 			
<ul style="list-style-type: none"> ¿El sitio cuenta con el permiso correspondiente para recibir residuos de manejo especial? 	<p>SI</p>	<p>NO</p>	
<ul style="list-style-type: none"> En caso de recibir lodos, ¿son tratados o acondicionados antes de su disposición en el frente de trabajo y cómo? 			
<p>Observaciones: El residente mencionó que el procedimiento para no admitir residuos peligrosos es revisando los vehículos que ingresan al sitio, en caso de que un vehículo contenga residuos peligrosos, se le niega el acceso al sitio.</p>			

• **OPERATIVIDAD EN EL FRENTE DE TRABAJO**

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	CONDICIONES OPERACIONALES DEL FRENTE DE TRABAJO		
<ul style="list-style-type: none"> • ¿En el control de acceso, se aplican los siguientes procedimientos? • Vigilante que de acceso al sitio. • Registro de la entrada de vehículos. • Pesaje. • Se indica la ruta para llegar al frente de trabajo. 	SI	NO	<p>Observaciones: No hay indicaciones visuales o persona que guían al frente de trabajo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las dimensiones del frente de trabajo? 	Indefinido		<p>Observaciones:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Con base en las dimensiones del frente de trabajo; ¿las líneas virtuales propuestas (zona de descarga) donde disponen los camiones los R.S.U son las correctas? 	SI	NO	<p>Observaciones: El patio de maniobras no está delimitado, la descarga de residuos se realiza sobre el camino interior.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿El frente de trabajo y el patio de maniobras están bien delimitados con algún tipo de material como puede ser; cal, llantas, tambores o conos de señalización o entre otros que puedan cumplir con el objetivo de señalar el área? 	SI	NO	<p>Observaciones: Tanto el frente de trabajo como el patio de maniobras no están delimitados con algún material.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se cuenta al menos, con el siguiente personal en el frente de trabajo? • Encargado del frente de trabajo. • Número de operadores acorde a la maquinaria que se utiliza. 	SI	NO	

<ul style="list-style-type: none"> • Un banderero (puede ser el mismo del control de acceso). • Encargado de limpieza. 		
Observaciones: El residente del sitio realiza también la función de encargado del frente de trabajo.		
<ul style="list-style-type: none"> • ¿El patio de maniobras se encuentra despejado para la libre circulación de los camiones; y que puedan hacer la maniobra de avance y retroceso para descargar? 	SI	NO
Observaciones: Prácticamente no existe el patio de maniobras, ya que vehículos descargan los residuos en cualquier parte.		
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Los movimientos que realiza el tractor en el canal virtual (zona de descarga) a la hora de compactar, son los necesario y de la forma correcta? 	SI	NO
Observaciones: Los canales virtuales no existen; además, los acarreos que realiza el tractor son excesivos y en forma desorganizada.		
<ul style="list-style-type: none"> • Al finalizar la jornada, ¿se perfila el talud y se afina la superficie del frente de trabajo? 	SI	NO
Observaciones: Dada la operación del sitio, la superficie del frente de trabajo y los taludes no están definidos.		
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se realiza la cobertura correspondiente al finalizar el día? 	SI	NO
Observaciones: El residente mencionó que la última vez que realizaron la cobertura fue hace 4 años.		
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué material se utiliza para la cobertura? Material térreo de banco de material. 		
Observaciones:		
Evidencia		





**ENCUESTA SOBRE EL MONITOREO AMBIENTAL, EL CONTROL
DE IMPACTANTES AMBIENTALES, EL MANTENIMIENTO DE LOS
EQUIPOS Y LA PROTECCIÓN LABORAL.**

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003	Para asegurar la adecuada operación de los sitios de disposición final, se deberá instrumentar un programa que incluya la medición y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y conservar y mantener los registros correspondientes.		
7.11			
Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003	Monitoreo de Biogás.		
7.11.1	Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo, conocer el grado de estabilización de los residuos para proteger la integridad del sitio de disposición final y detectar migraciones fuera del predio. Dicho programa debe especificar los parámetros de composición, explosividad y flujo del biogás.		
• ¿Se cuenta con programa de monitoreo de biogás?		SI	NO
Paramétras	SI	NO	Observaciones:
<ul style="list-style-type: none"> • Composición • Explosividad • Flujo del biogás 			
Explosividad			
• ¿Se realizan mediciones de explosividad en el predio y en la periferia del mismo?		SI	NO
Observaciones:			
• ¿Cuentan con equipo para realizar la medición de explosividad? ¿Cuál?		SI	NO
Observaciones:			
• ¿Tienen identificados en croquis los puntos críticos de medición?		SI	NO
Observaciones:			
• ¿Realizan con frecuencia mediciones? ¿Con qué periodicidad y en qué puntos?		SI	NO
Observaciones: Nunca han realizado mediciones de explosividad.			
• ¿Las mediciones han registrado el 100% de explosividad? ¿Cuántas?		SI	NO
Observaciones:			
Composición			

<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan medición de composición de biogás? ¿En activo o pasivo? 	SI	NO								
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuentan con equipo para realizar la medición de composición? ¿Cuál? 	SI	NO								
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan con frecuencia mediciones? ¿Con qué periodicidad y en qué puntos? 	SI	NO								
Observaciones: Nunca han realizado mediciones de composición.										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan mediciones de los siguientes parámetros? ¿En qué porcentaje se presentan en promedio? 	SI	NO								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> CH₄ O₂ CO₂ Balance </td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	SI	NO	Porcentaje	<ul style="list-style-type: none"> CH₄ O₂ CO₂ Balance 					
Parámetros	SI	NO	Porcentaje							
<ul style="list-style-type: none"> CH₄ O₂ CO₂ Balance 										
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuentan con registros históricos de los parámetros medidos? 	SI	NO								
Observaciones:										
Flujo										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan mediciones del flujo de biogás? 	SI	NO								
Observaciones: Nunca han realizado mediciones de flujo.										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan la medición de flujo al mismo tiempo que realizan la medición de composición? 	SI	NO								
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> Al tomar las mediciones de flujo, ¿Realizan algún ajuste al sistema de aprovechamiento del biogás? ¿Cómo? 	SI	NO								
Observaciones:										

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003 7.11.2	Monitoreo de Lixiviado Se debe elaborar un programa de monitoreo del lixiviado, que tenga como objetivo conocer sus características de Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y metales pesados.										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuentan con un programa para el monitoreo del lixiviado? 	SI	NO									
Observaciones:											
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan con frecuencia estudios de composición? ¿Con qué periodicidad y en qué puntos? 	SI	NO									
Observaciones: Nunca han realizado estudios de composición											
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan mediciones de los parámetros indicados en la NOM-083-SEMARNAT-2003? ¿Cuáles son los valores en los que se presentan en promedio? 	SI	NO									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Valores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Potencial de hidrógeno (pH) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) Demanda Química de Oxígeno (DQO) Metales pesados </td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	SI	NO	Valores	<ul style="list-style-type: none"> Potencial de hidrógeno (pH) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) Demanda Química de Oxígeno (DQO) Metales pesados 				SI	NO	Valores
Parámetros	SI	NO	Valores								
<ul style="list-style-type: none"> Potencial de hidrógeno (pH) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) Demanda Química de Oxígeno (DQO) Metales pesados 											
Observaciones:											
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los metales pesados que toman en cuenta para su medición? 	SI	NO									
Observaciones: No realizan mediciones de ningún parámetro.											
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan mediciones de otros parámetros? ¿Cuáles? 	SI	NO									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	SI	NO	Frecuencia			<input checked="" type="checkbox"/>		SI	NO	Frecuencia
Parámetros	SI	NO	Frecuencia								
		<input checked="" type="checkbox"/>									
Observaciones:											

<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuentan con registros históricos de los parámetros medidos? 	SI	NO
Observaciones:		

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003	Monitoreo de Acuíferos Los programas de monitoreo deben contar con puntos de muestreo que respondan a las condiciones particulares del sistema de flujo hidráulico, mismo que define la zona de influencia del sitio de disposición final, y por lo menos, dos pozos de muestreo, uno aguas arriba y otro, aguas abajo del sitio de disposición final. Los parámetros básicos que se considerarán en el diseño de los pozos son									
	7.11.3									
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuentan con un programa para el monitoreo de acuíferos? 	SI	NO								
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Tiene pozos de muestreo? ¿Cuántos? 	SI	NO								
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan con frecuencia estudios de monitoreo en los pozos y en los puntos particulares? ¿Con qué periodicidad? 	SI	NO								
Observaciones:										
<ul style="list-style-type: none"> ¿Realizan mediciones de los parámetros básicos para el diseño de los pozos indicados en la NOM-083-SEMARNAT-2003? 	SI	NO								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Gradiente superior y descendente hidráulico Variaciones naturales del flujo del acuífero Variaciones estacionales del flujo del acuífero Calidad del agua </td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	SI	NO	Frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> Gradiente superior y descendente hidráulico Variaciones naturales del flujo del acuífero Variaciones estacionales del flujo del acuífero Calidad del agua 					
Parámetros	SI	NO	Frecuencia							
<ul style="list-style-type: none"> Gradiente superior y descendente hidráulico Variaciones naturales del flujo del acuífero Variaciones estacionales del flujo del acuífero Calidad del agua 										
Observaciones:										

• ¿Qué parámetros miden en la calidad del agua?		SI	NO
Parámetros	SI	NO	Frecuencia
		<input type="checkbox"/>	
Observaciones:			
• ¿Cuentan con registros históricos de los parámetros medidos?		SI	NO
Observaciones:			

Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003	Se debe controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. Los residuos deben ser cubiertos en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito.		
7.7			
¿Se lleva a cabo el control de dispersión de materiales ligeros?		SI	NO
¿Cómo? No se realiza ningún control de materiales ligeros			
Observaciones:			
Durante la descarga de los vehículos recolectores, ¿Se utiliza una malla colocada en dirección del viento, para evitar que los materiales ligeros se dispersen en el frente de trabajo?		SI	NO
Observaciones:			
¿Se tiene control de la fauna nociva en el sitio? (Canes, roedores, aves carroñeras, insectos)		SI	NO
¿Dónde?	SI	NO	Frecuencia
Frente de trabajo			
Oficinas			
Colindancias			
Instalaciones biogás/lixiviado			

¿Cómo se lleva a cabo el control?

No se realiza ningún control de fauna nociva

Observaciones:

Se observó gran cantidad de zopilotes y garzas en todo el predio.
También se observaron canes

Evidencia



Numeral de referencia de la NOM-083-SEMARNAT-2003	Para asegurar la adecuada operación de los sitios de disposición final, se deberá instrumentar un programa que incluya la medición y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y conservar y mantener los registros correspondientes:		
7.11			
	<ul style="list-style-type: none">¿El sitio cuenta con un programa de medición y control de impactantes ambientales?	SI	NO
¿En qué consiste?			
Observaciones:			
Aire			
	<ul style="list-style-type: none">¿Se emplean medidas de control de dispersión de polvos?	SI	NO

¿Dónde?	SI	NO	Frecuencia
Caminos			
Oficinas			
Patio de maniobras			
¿Cómo?			
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se controlan las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles que se generan en el resguardo del combustible? 	SI	NO	
¿Cómo?			
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se controlan las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles que se generan durante el abasto de combustible? 	SI	NO	
¿Cómo?			
No explicaron el proceso de recarga de combustible a la maquinaria.			
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se han identificado migraciones de biogás? 	SI	NO	
¿Cómo las han identificado?			
No se han identificado.			
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se tiene control de las migraciones de biogás? 	SI	NO	
¿Cómo?			
Observaciones:			
Suelo			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se han presentado afloramientos de lixiviados en el sitio? 	SI	NO	
¿Dónde?	Permanente (P) / Temporal (T)		
En los caminos de acceso al frente de tiro y en los alrededores del sitio	Permanentes		
¿Qué medidas de control realiza, cuando estos se presentan?			

Observaciones: Se observaron afloramientos de lixiviados en todo el sitio		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se toman muestras de suelo para determinar el porcentaje de metales pesados que posee el mismo a causa de los lixiviados? 	SI	NO
Observaciones:		
Evidencia		



Agua		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Hay descargas de lixiviados a cuerpos de agua superficiales? 	SI	NO
¿Dónde?	Permanente (P) / Temporal (T)	
-A los humedales colindantes al sitio	-	
Observaciones: El sitio se encuentra rodeado de humedales y no hay evidencia de alguna barrera que impida la mezcla con los lixiviados		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se tiene conocimiento de contaminación de aguas subterráneas? 	SI	NO
¿Cómo se identificó?		
¿Dónde?		
Observaciones: No se han realizado estudios para evaluar la contaminación ocasionada al entorno.		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se toman muestras del acuífero aguas arriba y aguas abajo? 	SI	NO
¿Cuántas?		

Parámetros	SI	NO	Frecuencia
Evidencia			



Ruido				
• ¿Se lleva a cabo el control de ruido?			SI	NO
Área	SI	NO	Frecuencia	
Oficinas				
Colindancias				
Frente de trabajo				
¿Cómo se realiza el control?				
Oficinas:				
Colindancias:				
Frente de trabajo:				
Observaciones:				
Emisiones a la atmósfera				

<ul style="list-style-type: none"> ¿Se lleva a cabo el control de las emisiones a la atmósfera? 			SI	NO
Equipamiento	SI	NO	Frecuencia	
Vehículos				
Equipo				
Pozos de venteo				
¿Cómo las controla? Vehículos y Equipo: Pozos de venteo:				
Observaciones:				

Consideraciones complementarias		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Los trabajadores cuentan con equipo de protección personal? 	SI	NO
Observaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> ¿El equipo de protección que usan los trabajadores consta de?: Casco o gorra. Googles de seguridad. Cubre bocas. Camisola. Chaleco reflejante. Guantes. Botas de seguridad. 	SI	NO
Observaciones:		

<ul style="list-style-type: none"> Condición en la que se encuentra el equipo de protección personal. 	BUENA	MALA
Observaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> Cuántas veces al año se dota de nuevo equipo de protección personal a los trabajadores. 	1	2
<ul style="list-style-type: none"> El personal cuenta con herramientas necesarias para realizar sus actividades. 	SI	NO
Observaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> Condición en la que se encuentra las herramientas de trabajo del personal. 	BUENA	MALA
Observaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se le realiza mantenimiento tanto a los vehículos como a la maquinaria pesada? 	SI	NO
Frecuencia de mantenimiento:		
Observaciones: No especificaron frecuencia de mantenimiento.		
<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué condiciones se encuentran los vehículos y la maquinaria? 	BUENA	MALA
Observaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Se le realiza limpieza a los vehículos y la maquinaria, después de cada jornada laboral? 	SI	NO
Observaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuenta con bitácora donde lleva el registro de dichos mantenimientos? 	SI	NO
<ul style="list-style-type: none"> El personal cuenta con los siguientes equipos complementarios: <ul style="list-style-type: none"> Máquina para soldar. Hidrolavadora. Planta generadora. 	SI	NO

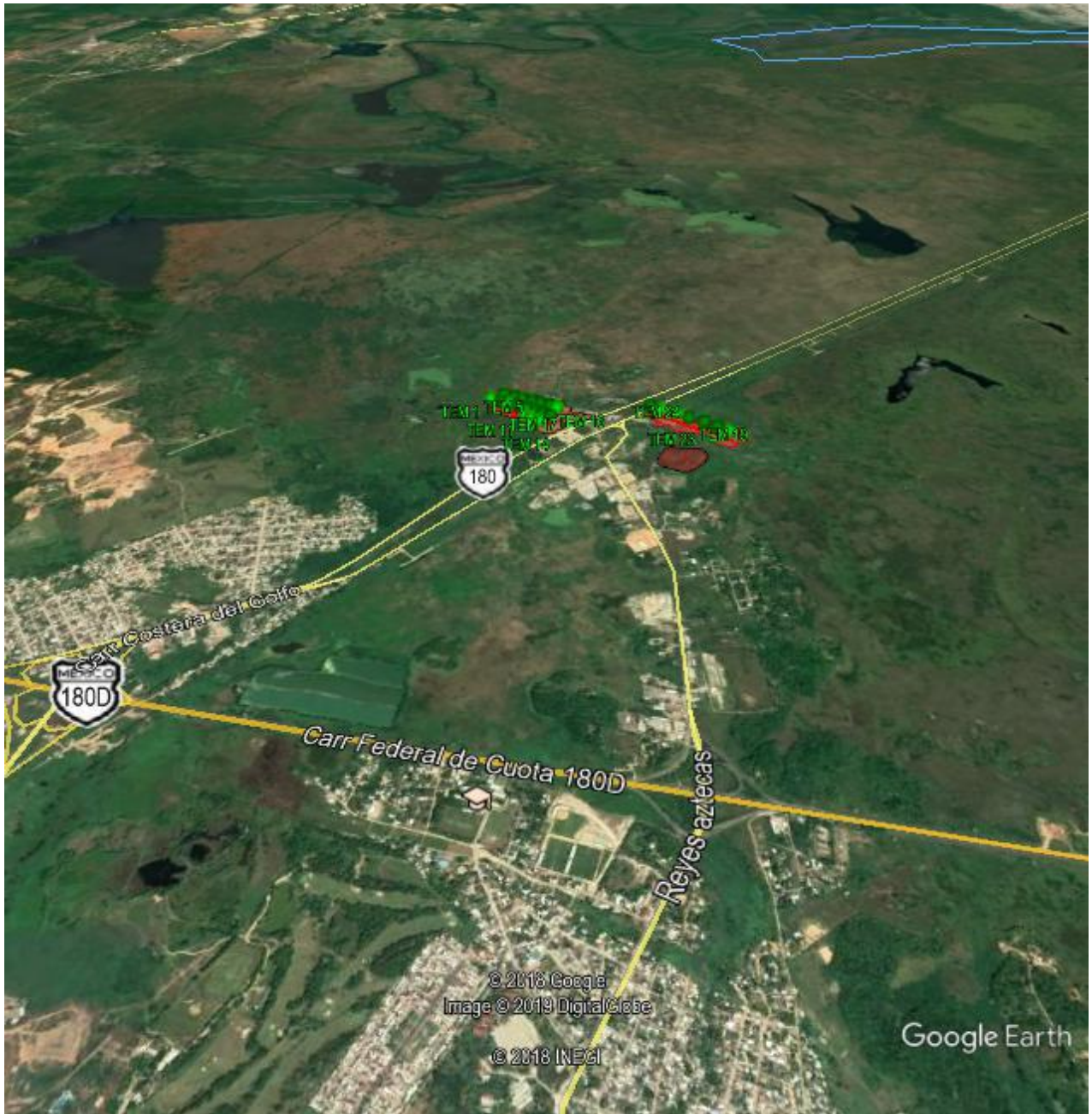
<ul style="list-style-type: none">• Bomba surtidora de combustible.• Otros.		
Observaciones:		



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES

**ESTUDIO DE TOPOGRAFIA Y GEOFISICA
EN EL SITIO IDENTIFICADO COMO LAS MATAS
VERACRUZ**



Diciembre del 2018



INDICE

TEMA	PAGINA
I. ANTECEDENTES	4
II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
III. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	4
IV. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
IV.1. Localización Geográfica	5
IV.2 Vías de Comunicación	5
IV.3 Clima	6
V. FISIOGRAFÍA	6
V.1 Hidrografía	7
VI. GEOLOGÍA	7
VI.1. Estratigrafía	7
VI.2 Geología del subsuelo	8
VII.- GEOFÍSICA	9
VII.1- Introducción	9
VII.2- Métodos Galvánicos o eléctricos	11
VII.3- Métodos electromagnéticos (EM)	12
VII.4- Transitorios electromagnéticos	14
VII.4.1- Principios físicos del método	14
VII.4.2- Tipo de arreglo utilizado	16
VII.4.3- Equipo utilizado	16
VII.4.4- Trabajos de campo y gabinete. Procesamiento de datos	17
a) Trabajo de campo	17
b) Trabajo de gabinete	18
VII.4.5- Localización de los Sondeos por Transitorio realizados (TEM)	20
VII.5- Interpretación de datos geofísicos	22
VII.5.1- Interpretación cualitativa	22
VIII.- TOPOGRAFÍA	29
VIII.1 Generalidades	29
VIII.2.- Equipo utilizado	29



VIII.3.- <i>Desarrollo del Trabajo</i>	30
IX.- <i>HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA</i>	31
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	32

FIGURAS

No FIGURA	TEMA	PAGINA
1b y 1c	<i>LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO</i>	<i>ANEXO</i>
2	<i>PROVINCIAS FISIOGRAFICAS</i>	<i>ANEXO</i>
3a y 3b	<i>GEOLOGÍA</i>	<i>ANEXO</i>
5a y 5b	<i>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS TEM'S REALIZADOS</i>	<i>ANEXO</i>
6a a 6k	<i>SECCIONES DE ISORRESISTIVIDAD REAL</i>	<i>ANEXO</i>
7a a 7ñ	<i>ISOPACAS. SECCIONES DE ISORRESISTIVIDAD REAL HORIZONTALES A DIFERENTES PROFUNDIDADES</i>	<i>ANEXO</i>

PLANOS

No	TEMA	PAGINA
1 y 2	<i>PLANOS TOPOGRÁFICOS</i>	<i>ANEXO</i>
3	<i>ALBUM TOPOGRÁFICO</i>	<i>ANEXO</i>
4	<i>ENCUESTA PARA LA EVALUACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS.</i>	<i>ANEXO</i>
	<i>RECONOCIMIENTO DE LA ZONA POR MEDIO DE VUELO DE DRONES</i>	<i>ANEXO ELECTRÓNICO</i>



I.- ANTECEDENTES

La zona de estudio corresponde al basurero conocido como Las Matas, ubicado a unos 5.5 km al Noreste del centro de Minatitlán, cabecera municipal del municipio del mismo nombre. Geológicamente, el sitio se encuentra sobre material palustre limo- arcilloso subyacente por la Formación Cedral, que consiste de cuerpos arenolimosos que forman lomeríos, con espesores promedio que van de 470 a 1597 metros

Geohidrológicamente, en la zona existe un acuífero de tipo libre, que se encuentra dentro de material aluvial de composición granular y textura areno- arcillosa. En la porción occidental de la margen izquierda del río Coatzacoalcos (hacia la zona del basurero), el acuífero está constituido por sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por arenas, limos e incluso arcillas de origen aluvial. En los sedimentos arcillosos, el

acuífero funciona como confinado y semiconfinado, en donde el confinamiento superior está constituido por los componentes arcillo- limosos de los materiales aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario. Presenta espesores máximos de 40 a 50 metros y su recarga proviene de los ríos que lo cruzan, así como de la infiltración vertical generada del agua de lluvia, que posiblemente sea la componente más importante de la recarga total.

Puesto que se desea mejorar no solo el funcionamiento del basurero, sino integrarlo dentro de lo que la Norma 083 establece, se inician los trabajos de evaluación que incluyen esta vez, la topografía y la geofísica por medio de sondeos electromagnéticos (TEMs).

II.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo base para realizar el estudio, fue la de integrar la información geofísica, geohidrológica y topográfica para delimitar las zonas que abarca el basurero, así como determinar las resistividades del



Figura 1a. Ubicación Geográfica del Mpio de Minatitlán a nivel estatal



subsuelo para con ello evaluar el grado de contaminación que pueda existir a nivel subterráneo, además de la investigación documental del sitio por medio de una encuesta de datos técnicos y operativos del lugar.

III.- RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

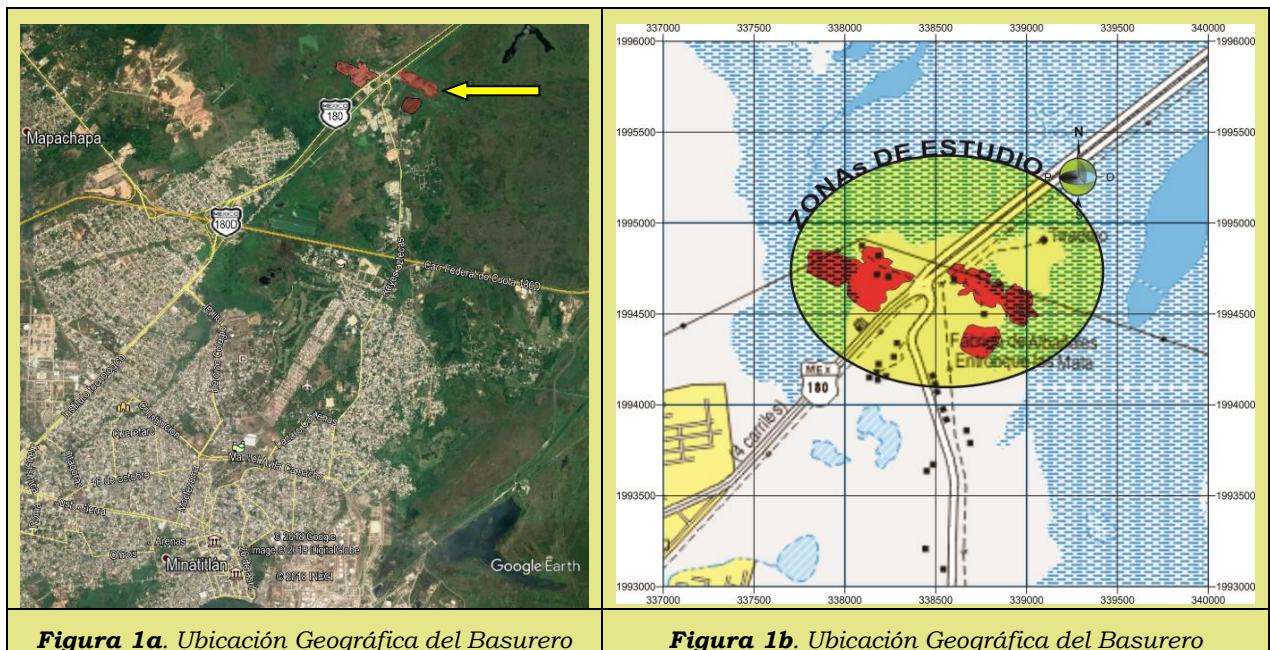
El trabajo de campo se dividió en dos conceptos, la Topografía y la Geofísica, con sus respectivas etapas de trabajo. En cuanto a la Geofísica, en la primera etapa se recopiló la cartografía topográfica y geológica escala 1:50,000 editada por el INEGI, así como la información geohidrológica existente; en la segunda etapa se realizó un recorrido de campo para evaluar la geología local y en la tercera etapa se realizaron veinticinco sondeos electromagnéticos por transitorio, con la idea de evaluar las condiciones subterráneas del sitio; la cuarta y última etapa consistió en la realización del informe.

En relación a la Topografía, la primera etapa consistió en recopilar información del sitio a trabajar, la segunda, fue la de realizar el trabajo de campo con una estación Total Sokkia y un Geoposicionador Diferencial de la misma marca. La tercera etapa fue la de procesar y realizar los planos topográficos respectivos.

IV.- LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

IV.1- Localización Geográfica

La zona de estudio se encuentra en la periferia Noreste de la Cd de Minatitlán, en el estado de Veracruz (ver las figuras 1ª y 1b en el Anexo). Su ubicación exacta está referenciada por las coordenadas de los TEMs realizados, tomados todos ellos con un navegador GPS marca Garmin modelo Montana en Datum WGS 84.



IV.2- Vías de comunicación

Para llegar a la zona de estudio es necesario tomar la Carretera Costera del Golfo que une a Minatitlán con Coahuila y en la confluencia con la Carretera Reyes Aztecas, se encuentran los basureros Las Matas y Coatza.

IV.3.- Clima

De acuerdo con los datos disponibles de tipo climatológico en el área y a los criterios establecidos por Köppen, modificados por E. García, el clima de la zona es de tipo Cálido húmedo, con temperatura media anual de 28°C; con lluvias abundantes en verano y principios de otoño; en los meses de mayo y junio se registran las temperaturas más altas, de 42 a 44°C;²⁷ en invierno, en los meses de enero y febrero principalmente, las temperaturas más bajas no rebasan los 14°C. El municipio presenta diversos subtipos climáticos, determinados por la variación ambiental que la sierra determina al producir un efecto de sombra pluviométrica hacia las llanuras del oeste, las laderas este atrapan la humedad proveniente del Golfo de México, por lo que se presentan precipitaciones de 3,000 a 4,000 mm anuales.²⁸ Municipio con abundante red de corrientes fluviales, destacando los ríos Coahuila, Uxpanapa y Coahuila, arroyos, lagunas y pantanos tributarios del río Coahuila. Cada año, las abundantes lluvias en la región causan desborde y afectan gran parte del territorio municipal, especialmente la población asentada a orillas de caudales en comunidades de su extensa área rural.

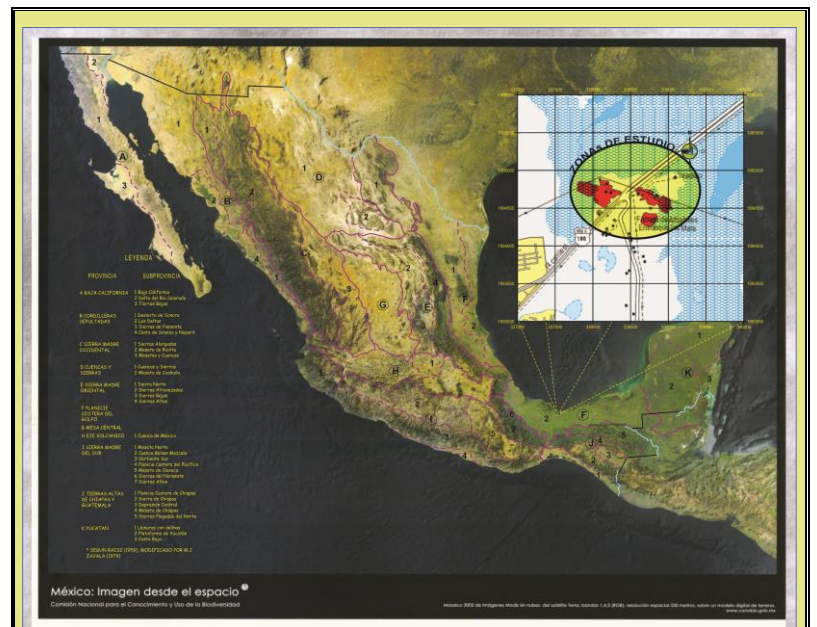


Parámetros climáticos promedio de Minatitlán													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
<u>Temp. máx. abs.</u> (°C)	42	44	42	43	43	44	40	40	43	43	39	39	44
Temp. máx. media (°C)	27	28	31	33	35	34	33	33	32	31	29	27	31
Temp. mín. media (°C)	17	17	19	21	22	22	22	22	22	21	19	18	20
<u>Temp. mín. abs.</u> (°C)	2	8	2	15	12	15	12	13	15	15	2	4	2
<u>Precipitación total</u> (mm)	105	61	38	36	86	255	273	298	429	362	208	138	2289

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional 28 de septiembre de 2011

V.- FISIOGRAFÍA

El área de estudio está ubicada en la Planicie Costera del Golfo, misma que comprende las regiones costeras de los estados de Veracruz y Tabasco en las que abundan suelos aluviales profundos, ya que en esta zona tienen su desembocadura al Golfo de México algunos de los mayores ríos de México, como son el sistema Grijalva- Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. En Veracruz el terreno se escalona hacia la costa formando cuevas, pero al sur de este estado y en Tabasco se torna cada vez más plano. Al oriente de Tabasco se tiene una gran zona inundable con abundancia de pantanos permanentes hasta cerca de la Laguna de Términos; esta última se haya semi- aislada del mar por una gran barra. Una importante discontinuidad fisiográfica, la de la sierra volcánica de los Tuxtlas, interrumpe a esta provincia sobre la costa. En ella, aparte de numerosos aparatos volcánicos



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



pequeños, se levantan los volcanes de San Martín, con 1658 metros de altura y Vigía de Santiago, con 800 m.s.n.m. El Lago de Catemaco, con 10 km de diámetro, es la mayor caldera volcánica del país.

Figura 2. Provincias Fisiográficas

V.1 Hidrografía.

Desde el punto de vista hidrológico, la Zona de estudio está comprendida dentro de la Región Hidrológica No. 29, Coatzacoalcos, en la vertiente del Golfo de México. Comprende parte de los estados de Veracruz, Tabasco y Oaxaca. El río Coatzacoalcos nace en la Sierra Atravesada del estado de Oaxaca. Los recursos hidráulicos superficiales se aprovechan para abastecimiento de agua a los núcleos de población, así como para fines industriales mediante tomas para las refinerías y fábricas de PEMEX y particulares. El río Coatzacoalcos presenta fuerte contaminación entre Minatitlán y su desembocadura.

VI.- GEOLOGÍA

VI.1 Estratigrafía

En las figuras 3^a, 3b y 3c se incluyen la geología y columna estratigráfica de la zona, figuras obtenidas (3^a y 3c), de la cartografía escala 1:250,000 realizada por el Servicio Geológico Mexicano (S.G.M.) y la 3b, del Estudio del Campo Petrolero Rodolfo Ogarrío, realizado por el Ing. Héctor Pérez Rincón. En la figura 3d, se anexa una sección geológica que evidencia de manera regional, la geología subterránea aproximada, con la idea de correlacionar a esta con los resultados de la geofísica realizada y comentada en el capítulo VIII. La estratigrafía de la zona de Coatzacoalcos se resume como sigue:

Qhoal Aluvión. En esta unidad se englobaron varias de las unidades cartografiadas en la figura 3^a. Comprende los depósitos aluviales (Qhoal), palustres (Qhopa) y eólicas (Qhoeo). Presenta un espesor variable entre 20 y 50 metros y está constituida por gravas y arenas empacadas en arcilla, arcillas orgánicas y limos, arcillas orgánicas de pantano y arenas de médano.

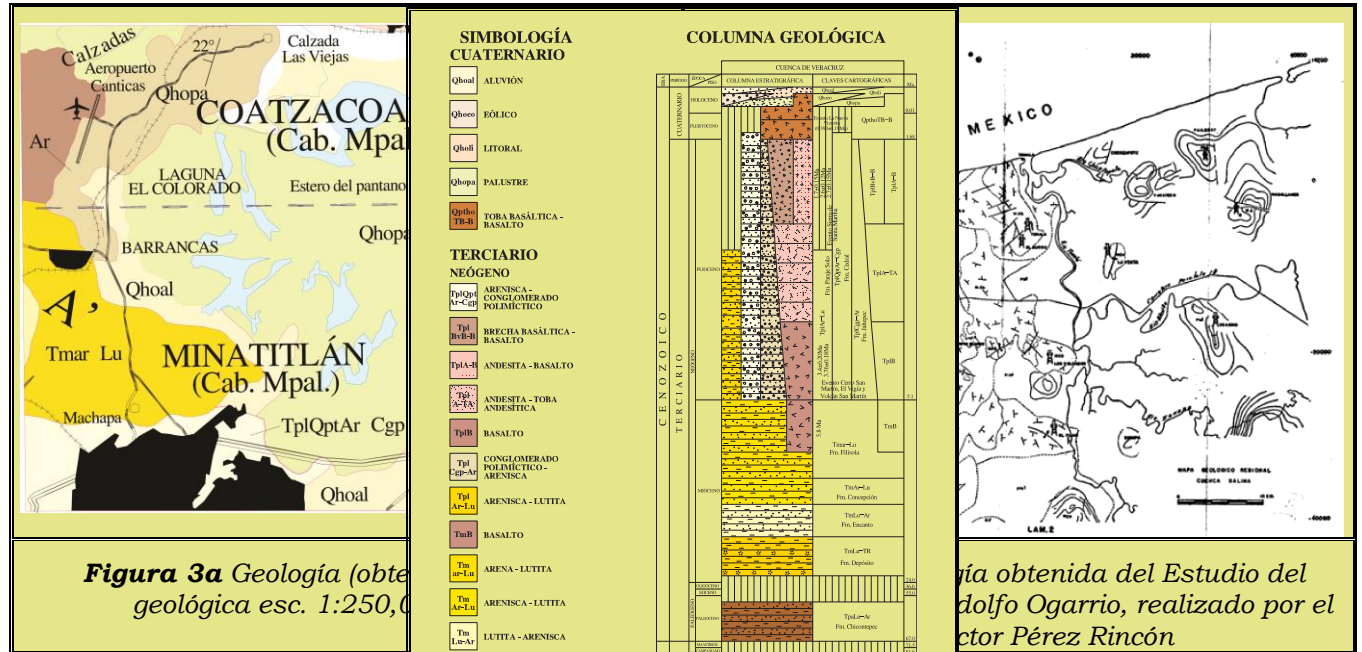


Figura 3a Geología (obtenida del estudio geológico esc. 1:250,000)

Figura 3c. Columna litológica de la Zona de Coatzacoalcos

Formaciones Cedral, Agueguexquite. Estas depósitos aluviales y de terciario Medio (Mioceno cartográficamente el S.G.M. Plioceno y se presentan y consisten de cuerpos

Filisola, Paraje Solo y formaciones subyacen a los corresponden a una edad medio), aun cuando las refieren como del como Tpl Ar-Lu y Tpl Cgp-Ar arenosos que forman

lomeríos, con espesores promedio que van desde los 470 hasta los 1600 metros. Presentan interestratificaciones de arenas arcillosas, arcilla carbonosa, tobas limosas y minerales de mica.

Formaciones Concepción Superior e Inferior y Encanto. A las formaciones anteriores les subyacen las formaciones Concepción Superior e Inferior y Encanto, de edad también, terciario Medio (Mioceno Inferior), cartografiadas en la figura 3ª como Tm Lu-Ar. Presentan un espesor del orden de los 474 a 1500 m. Es una unidad arcillosa que comprende a las lutitas marinas, areniscas y

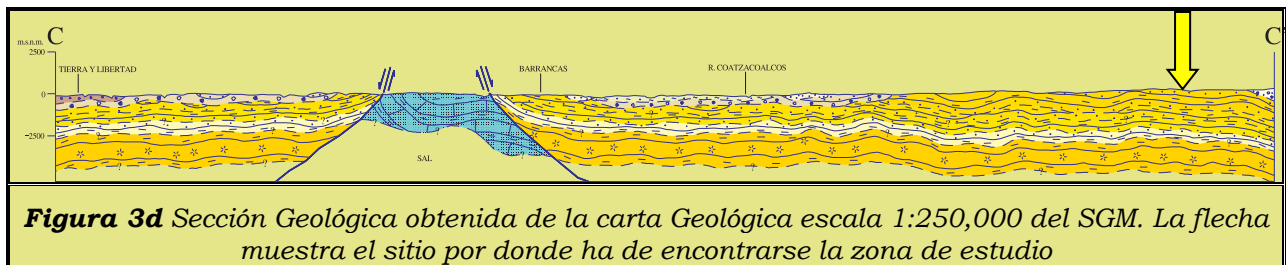


conglomerados con estructura en capas masivas. Sus afloramientos son expuestos en los lomeríos deformados por intrusión salina.

VI.2 Geología del subsuelo

Hacia las márgenes del río Coatzacoalcos, se localizan los sedimentos arenosos correspondientes al terciario y que constituyen las formaciones Cedral, Agueguexquite, Paraje Solo y Filisola, los cuales están cubiertos por formaciones aluviales del reciente con espesores de 20 a 30 m.

En la porción oriental, desde la margen derecha del río Coatzacoalcos hasta el río Tonalá, la principal variación geológica es que los espesores de los sedimentos arenosos son mayores sobre todo hacia el estado de Tabasco sin embargo, las granulometrías y permeabilidades son muy semejantes al grado de funcionar como una misma unidad hidroestratigráfica.



VII. GEOFISICA

VII.1 Introducción

La Geofísica es una rama de la geología que estudia los procesos y las propiedades físicas de la Tierra, las fuerzas que actúan sobre ella y su entorno espacial inmediato. En general, la investigación geofísica se basa en la elaboración de los modelos matemáticos que expliquen el comportamiento de las propiedades físicas de la Tierra, en obtener datos reales para compararlos con los obtenidos teóricamente y en demostrar si los modelos son válidos o se deben ajustar a los resultados reales. Al ser una disciplina experimental, usa para su estudio métodos cuantitativos físicos como la física de reflexión y refracción de ondas mecánicas y una serie de métodos basados en la medida de la gravedad, de campos electromagnéticos, magnéticos o eléctricos y de fenómenos radiactivos. En algunos casos, dichos métodos aprovechan campos o fenómenos naturales (gravedad, magnetismo terrestre, mareas, terremotos, tsunamis, etc.) y en otros son inducidos por el hombre (campos eléctricos y fenómenos sísmicos).

De esta forma, es posible diferenciar a la geofísica en dos grandes ramas: La geofísica interna y la geofísica externa. La primera analiza la superficie y el interior de la Tierra y los temas principales que en ella se estudian son:

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



- a) *Gravimetría. Estudia el campo gravitatorio terrestre.*
- b) *Sismología, estudia los terremotos y la propagación de las ondas elásticas (sísmicas) que se generan en el interior de la Tierra. La interpretación de los sismogramas que se registran al paso de las ondas sísmicas permite estudiar el interior de la Tierra.*
- c) *Geomagnetismo, estudia el campo magnético terrestre, tanto el interno generado por la propia Tierra como el externo, inducido por la Tierra y por el viento solar en la ionosfera.*
- d) *Paleomagnetismo, se ocupa del estudio del campo magnético terrestre en épocas anteriores del planeta.*
- e) *Geotermometría, estudia procesos relacionados con la propagación de calor en el interior de la Tierra, particularmente los relacionados con desintegraciones radiactivas y vulcanismo.*
- f) *Geodinámica, la interacción de estrés y fuerzas en la tierra que causan movimiento del manto y de la litosfera.*
- g) *Prospección geofísica, usa métodos cuantitativos para la localización de recursos naturales como son el petróleo, agua, yacimientos minerales, cuevas o artificiales como yacimientos arqueológicos.*

La geofísica externa estudia las propiedades físicas del entorno terrestre e incluye los temas siguientes:

- a) *Meteorología, estudia la atmósfera y el tiempo atmosférico.*
- b) *Aeronomía.*
- c) *Estudio de la ionósfera y magnetósfera.*
- d) *Relaciones Sol-Tierra.*

Al coexistir tantos fenómenos físicos por evaluar, es necesario caracterizar las técnicas geofísicas y enfocarlas al objetivo u objetivos que se desean valorar; en el estudio para Rellenos Sanitarios, los métodos comúnmente aplicados son los que evalúan las variaciones resistivas de los materiales, cambios que pueden relacionarse con el incremento de la temperatura, agua (lixiviados) o de estructuras que delimiten su almacenamiento. Los métodos de modo general se concentran en eléctricos y electromagnéticos, siendo la pretensión de estos, la valoración de respuesta de los materiales al paso de una corriente eléctrica, misma que puede ser manipulada en el tiempo y ritmo de frecuencia de la onda.



Aunque los contrastes en los valores de resistividad pueden determinar espesores de cuerpos de roca o incluso de basura, el método no ofrece información específica tal como volúmenes de líquido, concentración de sustancias, mineralogía, etc., debido a que los métodos geofísicos no son determinantes por sí mismos y requieren para su interpretación, información complementaria (descripción geológica, datos de pozo, geoquímica, etc.).

VII.2 Métodos Galvánicos o Eléctricos.

El método eléctrico es sin duda el más conocido y a pesar de ser engorroso en su aplicación, representa una solución tecnológicamente válida y robusta en investigaciones hidrológicas someras.

Entre las modalidades de estas técnicas de investigación, las más usadas en investigaciones hidrogeológicas son:

a) Sondeos Eléctricos Verticales (SEV). *Se conoce como sondeo eléctrico vertical (SEV), a una serie de determinaciones de resistividad aparente, efectuadas con el mismo tipo de dispositivo y separación creciente entre los electrodos de emisión y recepción de corriente. En las configuraciones de adquisición, dos electrodos son usados para energizar el suelo y dos electrodos para medir la diferencia de potencial. La correlación entre la corriente inyectada, la diferencia de potencial medida y un coeficiente geométrico relativo a la disposición de los 4 electrodos determina el valor de la resistividad aparente en el sitio. Este valor de resistividad aparente corresponde a una cierta profundidad, función de la separación entre los electrodos (y configuración usada) y de las secuencias electro-estratigráficas investigadas. Los datos de resistividad aparente obtenidos en cada SEV se representan por medio de una curva bi-logarítmica, en función de las distancias crecientes entre electrodos. La finalidad del SEV es averiguar la distribución vertical de resistividades bajo el punto sondeado. Las configuraciones geométricas posibles para la ejecución de los SEV son generalmente tres, Schlumberger, Wenner y Dipolares.*

En la aplicación del SEV, el subsuelo se supone formado por capas horizontales; en entornos donde existe una tridimensionalidad de las estructuras, el método carece de aplicabilidad. Desde el punto de vista de la profundidad de investigación, ésta se establece comúnmente del orden de 0.1 a 0.3 de la apertura AB dependiendo de las características eléctricas que presente el entorno investigado. Es claramente un método robusto y válido para investigaciones en ambientes aluviales o sedimentarios (acuíferos primarios). Cuando este es ejecutado con instrumentación apropiada, interpretado cuantitativamente con modernos programa de cálculo



e integrado con información multidisciplinaria por personal calificado, representa una herramienta económica para estudios moderadamente someros en pequeña escala.

b) Tomografía eléctrica. Innovaciones instrumentales y de procesamiento, permiten ejecutar investigaciones eléctricas con configuraciones multi- electrodos tipo Wenner, Schlumberger, doble Dipolo o Polo-Dipolo a lo largo de un perfil, permitiendo un estudio de detalle de las variaciones verticales y horizontales de las propiedades eléctricas del subsuelo. Prácticamente, usando instrumentación multicanal, interruptores- “multi plexer” automatizados y cables multi-polares, se puede adquirir en breve tiempo, un tendido electródico de amplia dimensión. El ordenador y la electrónica del sistema de adquisición permiten controlar la secuencia y la geometría del arreglo.

El uso de esta configuración tiene como finalidad estudiar en particular las variaciones laterales de resistividad del subsuelo. Se trata de un método de investigación muy apropiado (por su alta resolución lateral) para detectar cambios

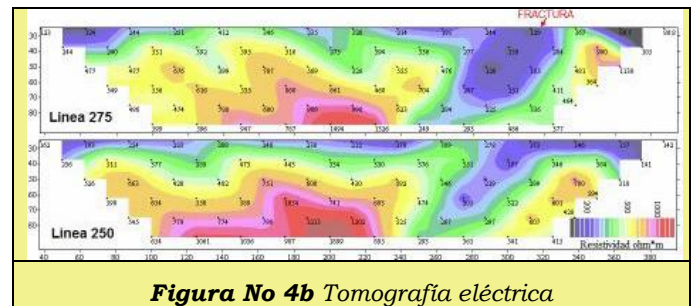


Figura No 4b Tomografía eléctrica

geológicos verticales o inclinados, relativamente superficiales (<50-150 m), tales como diaclasas o fracturas. La profundidad de investigación depende del número de electrodos (canales) y su espaciamiento. Aumentar el número de electrodos/canales, implica también usar un transmisor de alta potencia para garantizar una relación señal/ruido altas y una logística más complicada. Como regla general, la profundidad máxima de investigación es $0.2*L$ (largo del tendido). En investigaciones hidrológicas (y problemas asociados) el método es particularmente indicado para la caracterización de acuíferos secundarios, penetración de cuña salobre y estudios de contaminación. A pesar de que pueda ser usado para la caracterización de secuencias aluviales a profundidades menores de 100 o 150 metros como máximo, la aplicación de este método tendrá sentido sólo si en el modelo geológico se evidencia que las secuencias permeables del área sean lateralmente muy variables, asociadas a lentejones y que, por ende, se requiera una gran definición lateral. En secuencias aluviales relativamente regulares en extensión y para estudios regionales el método no es el óptimo.

VII.3 Métodos Electromagnéticos (EM)

En los últimos años, los métodos de inducción electromagnética, a raíz de las innovaciones tecnológicas en instrumentación y software de procesamiento, han resultado de suma utilidad para detectar y



medir pequeños cambios causados por la presencia, calidad y tipo de las aguas subterráneas. Estas técnicas son muy importantes y necesarias en ambientes donde los contrastes de conductividad son

altos, pero donde los materiales y las condiciones superficiales no permiten la aplicación de métodos resistivos, como por ejemplo en regiones muy áridas.

Entre los métodos electromagnéticos existen tres grandes categorías: métodos en el dominio de la frecuencia (FEM), métodos en el dominio del tiempo (TEM), y métodos como el Magneto- Telúrico, donde se combina la medición de los campos eléctricos y magnéticos naturales de la tierra en función de diferentes frecuencias.

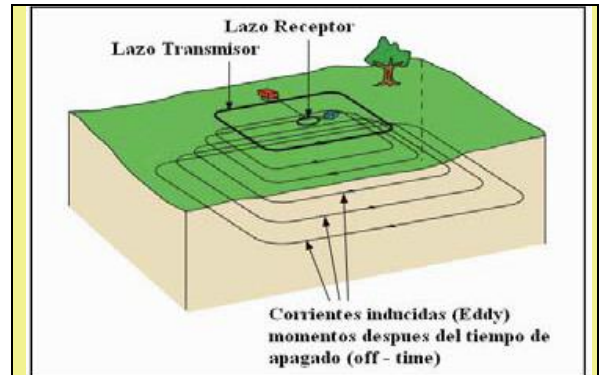


Figura No 4c TEM. Principios operativos

A continuación, se explicarán brevemente los métodos FEM y Magneto- telúrico y se hará más extensivo en el método del TEM, mismo que fue utilizado en este estudio.

a) **Métodos EM en el Dominio de la Frecuencia (FEM)**

Consiste de pequeñas bobinas llamadas dipolos, que son usadas como transmisores y receptores de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias.

Varias configuraciones son usadas para diferentes aplicaciones, partiendo en general con un par de bobinas que pueden ser usadas en configuración coplanar horizontal, coaxial vertical o coaxial horizontal.

Estas técnicas son comúnmente utilizadas en investigaciones hidrogeológicas superficiales, de hasta 60–100 m de profundidad. Su habilidad para detectar cambios en la conductividad con alta resolución lateral permite su utilización tanto en caracterizaciones de potenciales acuíferos secundarios (fracturas), como en caracterización de cuñas salobres y en estudios de contaminación de aguas subterráneas.

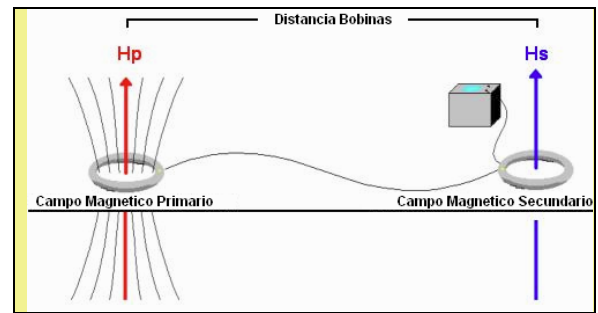


Figura No 4d FEM. Principios operativos

b) **Métodos EM en el Dominio Temporal (TEM)**

El método del sondeo electromagnético por transitorio (TEM), es una técnica de exploración geofísica usada para estimar la resistividad eléctrica del subsuelo. Los TEMs son realizados



con una unidad trasmisora unida a un alambre (espira grande) que recibe y manda la señal a una unidad receptora. Al inyectar una corriente constante en el alambre transmisor se produce un campo magnético primario estable en el subsuelo; cuando se corta de forma instantánea la corriente que circula por la bobina trasmisora (por tanto, se corta a su vez el campo magnético existente) se produce por ley de Faraday, una inducción electromagnética de corrientes eléctricas (parásitas EMF) en el subsuelo.

Estas corrientes, fluyen en trayectorias cerradas en el subsuelo y migran en profundidad y lateralmente, mientras que su intensidad disminuye conforme pasa el tiempo, lo que genera a su vez un campo magnético secundario transitorio decreciente en la superficie. Este campo secundario induce un voltaje variable en tiempo en el receptor. La forma en que decae el voltaje contiene la información sobre la resistividad del subsuelo, puesto que la magnitud y distribución de las corrientes inducidas dependen de la resistividad. Los voltajes de tiempos cortos proveen información de la resistividad somera, mientras que los tiempos largos pertenecen a resistividades de mayor profundidad. Al medir el campo secundario en ausencia del campo primario, el método del TEM es mucho menos sensible a errores debidos a la geometría Transmisor/Receptor que todos los demás métodos eléctricos y EM, por lo que la separación T/R juega un papel mucho menos significativo, en la profundidad de investigación, del que tiene en los otros métodos convencionales de campo artificial.

Por esto, el TEM es el único método de prospección eléctrica, que puede operar con una separación T/R menor que la profundidad de la estructura buscada, circunstancia que mejora en mucho la resolución lateral del método. Sin embargo, en la práctica, la consideración del ruido hace que la distancia T/R sea mayor para investigaciones más profundas, lo cual es particularmente cierto en la configuración de espira normal más utilizada. En cualquier caso, la profundidad de investigación en el método TEM se determina, en principio, no por la separación T/R (transmisor- receptor), sino por el tiempo que transcurre desde que el transmisor deje de emitir y el momento magnético asociado.

VII.4.- Transitorios electromagnéticos

VII.4.1.- Principios físicos del método



Como ya se mencionó en párrafos anteriores, el método del sondeo electromagnético por transitorio (TEM), es una técnica de exploración geofísica usada para estimar la resistividad eléctrica del subsuelo. Los sondeos por transitorio son realizados con una unidad trasmisora unida a un alambre (espira grande) que recibe y manda la señal a una unidad receptora. Al inyectar una corriente constante en el alambre transmisor se produce un campo magnético primario estable en el subsuelo; cuando se corta de forma instantánea la corriente que circula por la bobina transmisor (por tanto, se corta a su vez el campo magnético existente) se produce por ley de Faraday, una inducción electromagnética de corrientes eléctricas (parásitas EMF) en el subsuelo. Estas corrientes fluyen en trayectorias cerradas en el subsuelo y migran en profundidad y lateralmente, mientras que su intensidad disminuye conforme pasa el tiempo, lo que genera a su vez un campo magnético secundario transitorio decreciente en la superficie. Este campo secundario induce un voltaje variable en tiempo en el receptor. La forma en que decae el voltaje contiene la información sobre la resistividad del subsuelo, puesto que la magnitud y distribución de las corrientes inducidas dependen de la resistividad. Los voltajes de tiempos cortos proveen información de la resistividad somera, mientras que los tiempos largos pertenecen a resistividades de mayor profundidad. Al medir el campo secundario en ausencia del campo primario, el método del TEM es mucho menos sensible a errores debidos a la geometría Transmisor/Receptor que todos los demás métodos eléctricos y EM, por lo que la separación T/R juega un papel mucho menos significativo, en la profundidad de investigación, del que tiene en los otros métodos convencionales de campo artificial.

Por esto, el TEM es el único método de prospección eléctrica, que puede operar con una separación T/R menor que la profundidad de la estructura buscada, circunstancia que mejora en mucho la resolución lateral del método. Sin embargo, en la práctica, la consideración del ruido hace que la distancia T/R sea mayor para investigaciones más profundas, lo cual es particularmente cierto en la configuración de espira normal más utilizada. En cualquier caso, la profundidad de investigación en el método TEM se determina, en principio, no por la separación T/R (transmisor- receptor), sino por el tiempo que transcurre desde que el transmisor deje de emitir y el momento magnético asociado.

La señal que normalmente se induce es de tipo escalón y como ya se mencionó, se hace circular una señal eléctrica a través de un emisor o generador del

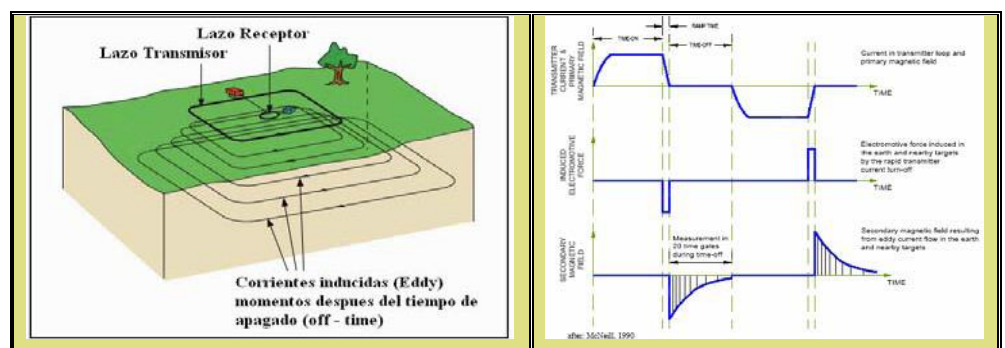


Figura No 4e TEM. Principios operativos



campo electromagnético que consiste de un circuito de forma prefijada (círculo, cuadrado, etc.), mismo que al ser interrumpida se origina un campo magnético que se amortigua y desaparece rápidamente. El receptor (bobina), puede estar formado por el mismo circuito primario que originó el campo magnético u otro receptor de características prefijadas, y situados en el interior o próximo al primario. La rápida variación del campo magnético originado al interrumpir el paso de la corriente origina voltajes variables con el tiempo en el circuito o bobina del receptor. El proceso se repite varias veces, almacenando las medidas con un proceso sumatorio, que destaca los voltajes creados y tiende a anular el ruido de fondo de la zona. Terminado el proceso, el equipo almacena los potenciales medidos en función del tiempo y el registro de la curva medida del potencial en función del tiempo.

VII.4.2.- Tipo de arreglo utilizado

Para este proyecto se utilizó un equipo Terratem, el cual incluye en una sola unidad, tanto el Transmisor como el Receptor, con una serie de tiempo de mediana resolución; deberá recordarse que una serie de tiempo define el número y amplitud de porciones de tiempo (ventanas) en que los datos adquiridos se promedian. Una serie de tiempo de alta resolución contiene una mayor cantidad de porciones de tiempo en comparación con una serie de tiempo larga (Long), la cual contiene una menor cantidad de porciones de tiempo y con menor amplitud. La selección de la serie de tiempo apropiada depende de la resolución deseada, profundidad de investigación y las condiciones de ruido ambiental).

Para este proyecto se utilizó el arreglo de Loop Coincidente, en la que el cable o loop del Transmisor corresponde también, al cable del receptor. Con la idea de garantizar la menor resistencia, se utilizó un cable flexanel de calibre 16 en Loops de 10 m x 10 m, permitiendo una intensidad de corriente que varió entre 5.6 y 6 Amperes, para con ello lograr penetrar unos 30 m de profundidad.

La ecuación de la resistividad aparente para el arreglo de Loop coincidente (coincident loop) está dada de la siguiente forma.

$$ra = 6.32 \times 10^{-12} \times b^{8/3} \times (V/I)^{-2/3} \times t^{-5/3}$$

donde;

ra resistividad aparente (ohm-m)

b longitud del lado del loop (m)

V/I medición transitoria (volts/amp)

t tiempo de decaimiento a partir de la interrupción

VII.4.3.- Equipo Utilizado



El equipo Terratem combina transmisor y receptor en una sola unidad; incluye

- a) *Un receptor de un canal con una intensidad de corriente máxima de 10 amperes, con transmisión de datos fácil y rápido vía puerto USB*
- b) *Pantalla LCD de 15" sensible al tacto con auto ajuste y menús inteligentes, para visualización de datos, alta velocidad de muestreo a 500 khz para una alta resolución somera*
- c) *PC integrada para procesamiento de datos e interpretación en campo utilizando el software interconstruido (Templot)*
- d) *Batería externa de 24 volts y cargador.*
- e) *Como accesorios de campo se contó con lo siguiente:*
 - *1 carrete con 80 m de cable flexanel (# 16)*
 - *Posicionador GPS marca Garmin modelo Montana*
 - *Batería de reserva para el equipo*



Equipo de transitorio electromagnético modelo Terratem

VII.4.4.- Trabajos de campo y gabinete. Procesamiento de datos.

a) Trabajo de campo

Como ya se mencionó, el tipo de loop utilizado fue el denominado Loop Coincidente, en el que el loop del transmisor se encuentra en el mismo cable del loop receptor; para asegurar la calidad de la información obtenida, se realizaron las siguientes actividades:

- a) *Pruebas del funcionamiento del equipo*
- b) *Pruebas de la resistividad del circuito de transmisión y recepción*
- c) *Análisis de la intensidad de corriente circulante en el circuito de emisión*
- d) *Análisis de ruido y respuesta del equipo con diferentes ganancias*
- e) *Análisis de la penetración de la señal en el subsuelo (profundidad de investigación)*
- f) *Análisis de la repetibilidad de la respuesta promediada por el equipo*
- g) *Determinación de los parámetros de registro a utilizar*

Las ganancias empleadas y el número de apilamientos se realizaron de acuerdo con la siguiente tabla:



GANANCIA	APILAMIENTO
2	100
8	200
16	300
32	350

La finalidad de seleccionar apilamientos mayores para las ganancias mayores fue el de mejorar la relación señal - ruido. Las mediciones se realizaron con las ganancias y apilamientos antes descritos y se efectuaron en general, dos lecturas para cada ganancia si las condiciones de los sitios lo ameritaban, con objeto de incrementar la calidad de la estadística.

Una ventaja de este equipo es observar las curvas de decaimiento inmediatamente después de tomada la lectura, lo que permite visualizar la presencia de ruido o errores por programación y se puede repetir la lectura sin problemas. Esta información se guarda en la memoria del equipo en forma digital, para procesarla posteriormente.

b) Trabajo de Gabinete. Procesamiento de datos.

Para el procesamiento de los datos, mismos que se realizaron con el software IX1D, es necesario tomar en cuenta los modelos geológicos que puedan existir en el subsuelo, para con ello mejorar la calibración de los modelos que se obtengan. De esta forma, se requiere obtener información del subsuelo, como son estructuras geológicas, tipos de materiales que se han de encontrar en el subsuelo (basado en la geología superficial e histórica de la región), fracturamiento de la roca y presencia de agua subterránea y calidad de la misma.

La información se transforma en principio, a través del software Templot, mismo que permite exportar los archivos generados como *.bin a archivos *.usf. A partir de aquí, los archivos pueden ser procesados por medio de diversos softwares como el Emigma for TEM o IX1D, este último en realidad usado para este proyecto.

El procesamiento se efectuó siguiendo los siguientes pasos:

- a) Transferencia de la información a la computadora.
- b) Edición de las curvas registradas con cada ganancia para obtener una curva final de nV/AMP contra tiempo (curva de decaimiento).
- c) Conversión de la curva de decaimiento a Resistividad Aparente contra tiempo.
- d) Cálculo del modelo inicial estratificado con máximo de 20 capas.
- e) Cálculo del modelo suavizado (inversión Occam), con un total de 20 capas o estratos importantes.



- f) *Impresión gráfica del modelo unidimensional.*
- g) *Transferencia de las curvas y los modelos generados con el software IX1D.*
- h) *Formación de la base de datos.*
- i) *Elaboración de plantas y secciones de Isorresistividad e impresión de resultados gráficos.*

El modelado por capas o unidimensional se hace siguiendo el método clásico de prueba y error, en el que se propone un cierto número de capas dependiendo de las inflexiones de la curva de campo, las pendientes de la curva y los tiempos a los que ocurren las inflexiones. De esta forma, se obtiene para cada sitio un modelo unidimensional partiendo de la curva de resistividad aparente, la cual es procesada en una primera etapa mediante el modelado de capas planas. Una segunda etapa del procesamiento es aplicar una regresión tipo Occam, con lo cual se logra obtener un modelo multicapas para integrar secciones y simular un comportamiento bidimensional de la sección. A continuación, se describe cada proceso.

Modelo Unidimensional. *El procesado de los datos consistirá en obtener los modelos suavizados mediante una regresión tipo Occam, en la que se propone una resistividad inicial y una final, basada en los datos de campo.*

El algoritmo requiere de un número de capas inicial, un valor de ajuste al que se quiere llegar y un número máximo de iteraciones, estos tres últimos parámetros no intervienen en la obtención del modelo suavizado, por lo que este sólo depende de los valores de resistividad de campo.

Entonces la técnica se basa en el precepto filosófico dictado por William de Occam en los albores del siglo XIV que dice: “Es en vano hacer más de lo que puede ser hecho con lo menos”, y en el uso de la regresión Ridge, para encontrar un modelo que cumpla con el error marcado en el ajuste o con el mínimo posible.

También los datos fueron procesados a través del modelado de capas o unidimensional, se hizo siguiendo el método clásico de prueba y error en el que se propone un cierto número de capas, dependiendo de las inflexiones de la curva de campo.

Una vez que se ha obtenido un ajuste aceptable, el modelo generado se somete a una regresión automática con las técnicas de Ridge y de Marquart, con algoritmos de aproximación de tipo Anderson para obtener, por inversión, el mejor ajuste bajo el criterio del error cuadrático medio mínimo. Los modelos obtenidos, son sometidos a un nuevo proceso para obtener una serie de modelos equivalentes que cumplan con el mismo error de ajuste. Los modelos equivalentes



Arquitectura del Medio Ambiente

C O N S U L T O R E S A M B I E N T A L E S

posibilitan establecer el intervalo de variación de los espesores y resistividades de cada capa del modelo original, con fines de correlación electro estratigráfica.

La resistividad real o verdadera definida, con la técnica de interpretación para los sondeos por transitorio electromagnético, puede diferir del valor que se obtiene con las otras técnicas existentes para su determinación. Esto se debe a múltiples factores que van desde el tipo de señal producida y forma de registro, hasta las suposiciones y simplificaciones empleadas en la formulación físico- matemática que define a la resistividad real.

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



VII.4.5.- Localización de los Sondeos por Transitorio realizados (TEMs)

La ubicación de los sondeos se muestra en las figuras 5ª, 5b Y 5c, obteniéndose su localización por medio de un navegador marca Garmin modelo Montana, usando para ello el Datum WGS84.





Tabla Ubicación TEMs

No TEM	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	No TEM	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
TEM 1	18° 2'9.25"N, 94°31'55.46"O	TEM 14	18° 2'3.41"N, 94°31'48.54"O
TEM 2	18° 2'10.50"N, 94°31'53.22"O	TEM 15	18° 2'4.70"N, 94°31'46.61"O
TEM 3	18° 2'8.35"N, 94°31'53.75"O	TEM 16	18° 2'6.47"N, 94°31'44.32"O
TEM 4	18° 2'9.77"N, 94°31'51.42"O	TEM 17	18° 2'2.48"N, 94°31'47.31"O
TEM 5	18° 2'7.64"N, 94°31'52.28"O	TEM 18	18° 2'3.83"N, 94°31'45.41"O
TEM 6	18° 2'9.13"N, 94°31'50.08"O	TEM 19	18° 2'0.12"N, 94°31'16.79"O
TEM 7	18° 2'6.97"N, 94°31'50.78"O	TEM 20	18° 2'1.24"N, 94°31'18.60"O
TEM 8	18° 2'8.46"N, 94°31'48.45"O	TEM 21	18° 2'2.40"N, 94°31'20.61"O
TEM 9	18° 2'6.27"N, 94°31'49.31"O	TEM 22	18° 2'3.55"N, 94°31'22.87"O
TEM 10	18° 2'7.82"N, 94°31'47.08"O	TEM 23	18° 2'5.00"N, 94°31'24.68"O
TEM 11	18° 2'4.35"N, 94°31'49.47"O	TEM 24	18° 2'6.25"N, 94°31'27.01"O
TEM 12	18° 2'5.47"N, 94°31'47.84"O	TEM 25	18° 2'7.18"N, 94°31'28.92"O
TEM 13	18° 2'7.11"N, 94°31'45.61"O		

VII.5

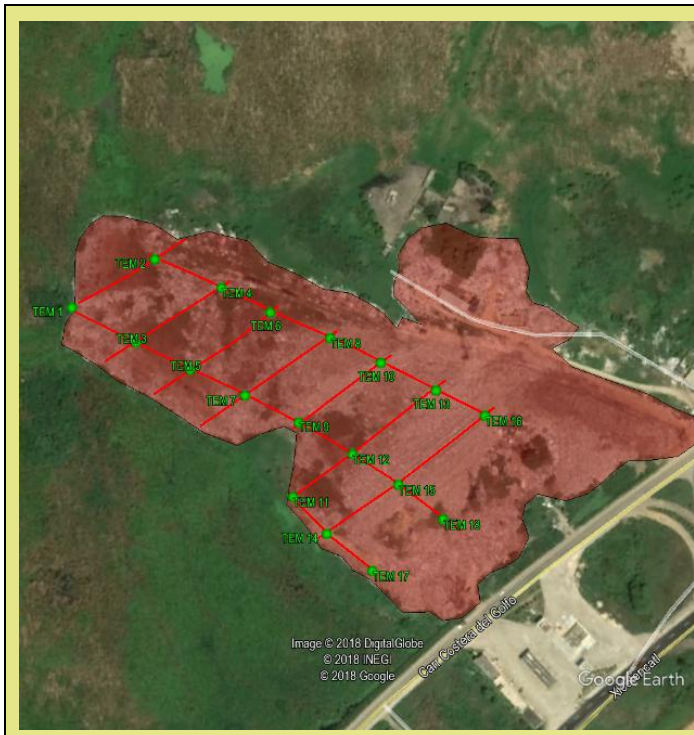


Figura 5a. Localización Geográfica regional de los TEMs realizados en el Basurero Las Matas



Figura 5b. Localización Geográfica de los TEMs realizados en el Basurero Las Matas zona sur

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



- Interpretación de datos geofísicos

VII.5.1- Interpretación cualitativa

El análisis gráfico de los TEMs realizados, partió de las consideraciones siguientes:

a) Premisas

Para una correcta interpretación de las resistividades obtenidas, es necesario conocer la geología y la geohidrología de la zona, ya que los valores obtenidos pueden asociarse con diferentes materiales y, por ende, derivar en interpretaciones incorrectas; en cuanto a la geología, el sitio se encuentra sobre material palustre limo-arcilloso subyacente por cuerpos areno-limosos que forman lomeríos. Geohidrológicamente, hacia la zona existe un acuífero constituido por sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por arenas, limos e incluso arcillas de

origen aluvial. En los sedimentos arcillosos, el acuífero funciona como confinado y semiconfinado, en donde el confinamiento superior está constituido por los componentes arcillo- limosos de los materiales aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario. Presenta espesores máximos de 40 a 50 metros y su recarga proviene de los ríos que lo cruzan.

Partiendo de lo anterior, se prevé la existencia de materiales con resistividades moderadamente bajas, debido uno, a la litología de la zona, resistividades que podrían alcanzar en promedio menos de 10 ohm-m y dos, por la existencia de agua de los pantanos en derredor. Esto representa que la basura se depositó sobre el agua de los pantanos. Si bien el agua en este tipo de ambiente llega a contener contaminantes naturales por efecto de la putrefacción de animales y plantas, a ello habrá que incrementarse lo generado por el deterioro de la basura y la formación de lixiviados. Por tanto, las zonas en donde existan resistividades muy bajas podrán relacionarse con zonas afectadas por la lixiviación de la basura

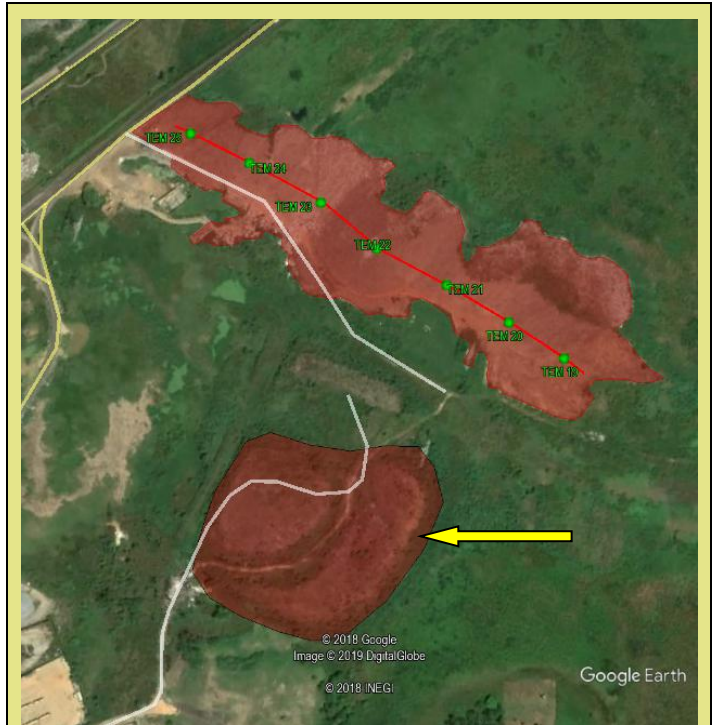


Figura 5c. Basurero Las Matas zona sur (flecha) en esta zona del Basurero aún cuando no se realizaron TEMs, se prevee existe una contaminación similar a la presente en la parte norte.

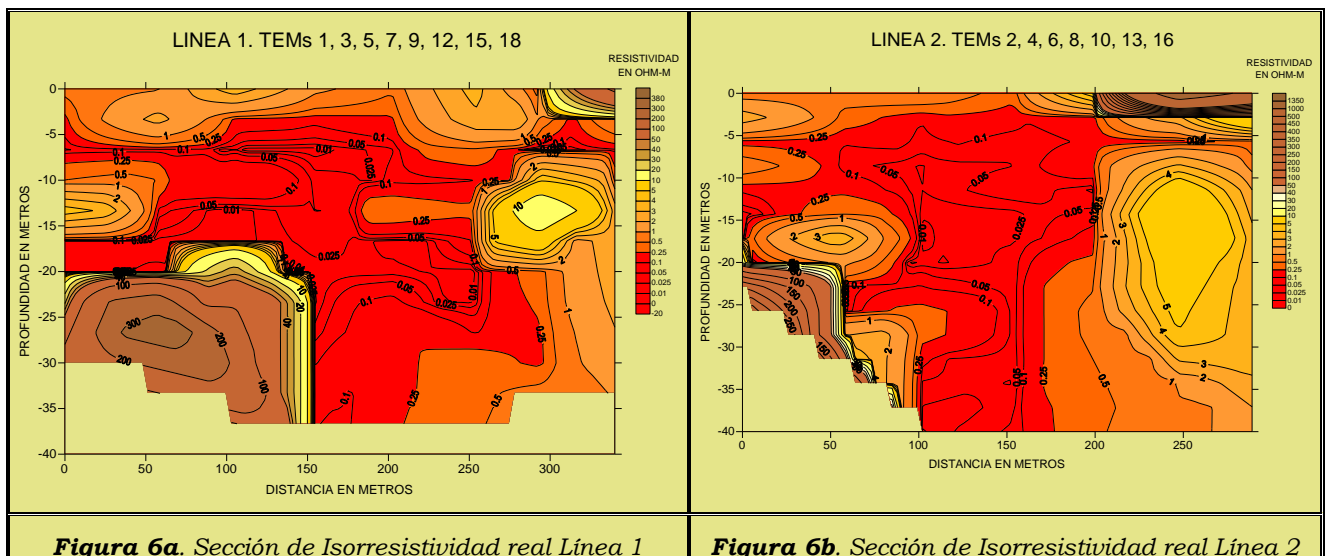


b) Resultados

Los sondeos se interpretaron como ya se mencionó en párrafos anteriores, con los softwares Templot y IX1D, para después graficarlos en Surfer. Se realizaron 11 secciones, 4 que van de NW a SE y 7 de NE a SW. Además, se incluyen diversas secciones de Isorresistividad a profundidades específicas que muestran a una misma profundidad, la variación de las resistividades; estas se realizaron a 1m, 2m, 5m, 10m, 15m, 20m y 25m. Todas las secciones incluyen una columna en su parte derecha, que muestra las variaciones cuantitativas de resistividad en colores, lo que permitirá al lector entender las variaciones detectadas tanto a profundidad como lateralmente. Todas las secciones, al igual que la ubicación de los TEMs se incluyen también en el ANEXO, para poder visualizarlos de mejor manera.

c) Secciones verticales, Con Orientación NW- SE

En las secciones 6a y 6b se detectan zonas de muy poca resistividad, o lo que es lo mismo, de gran conductividad (tonalidades rojas), que hacen suponer la existencia de materiales saturados con aguas ricas en sales; las porciones superficiales se muestran mas resistivas, probablemente por la basura mayormente drenada, ligeramente humedecida, pero sin estar saturada (tonalidades naranjas en superficie). A profundidad por contraste, se detectan cambios en la resistividad de los materiales, lo que pueden ser el efecto de cambios granulométricos en ellos.





En relación a las secciones 6c y 6d, continúan las zonas de alta conductividad, en especial en la 6d (Basurero Las Matas parte sur), lo que hace suponer de nueva cuenta en la existencia de zonas con alto contenido de humedad y con sales.

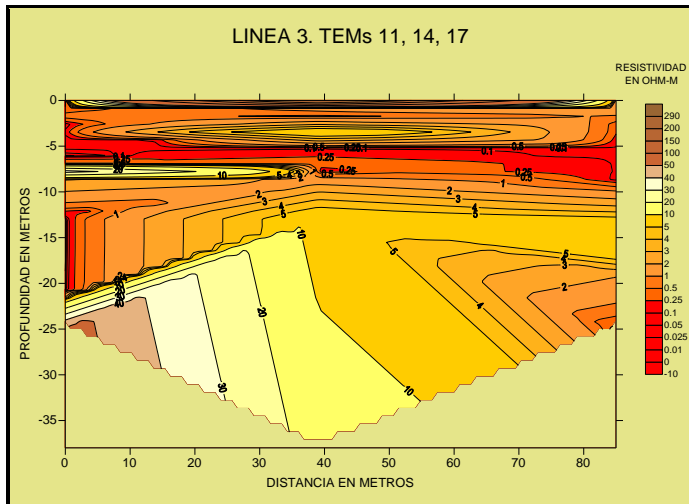


Figura 6c. Sección de Isorresistividad real Línea 3

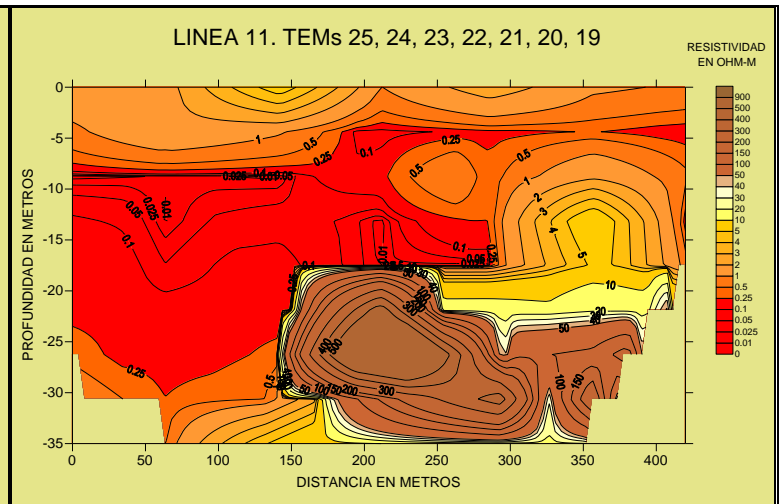


Figura 6d. Sección de Isorresistividad real Línea 11

Secciones verticales Con Orientación NE- SW

En estas secciones se detectan zonas de alta conductividad en pseudoestratos, situación que puede entenderse como zonas en donde se ha atrapado una mayor humedad con sales.

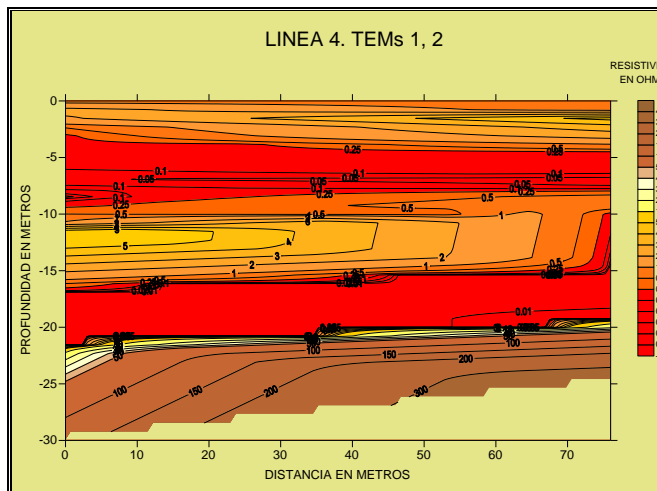


Figura 6e. Sección de Isorresistividad real Línea 4

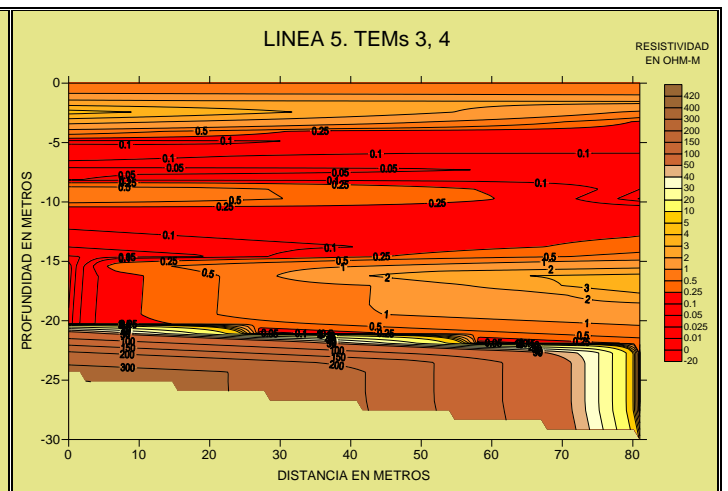
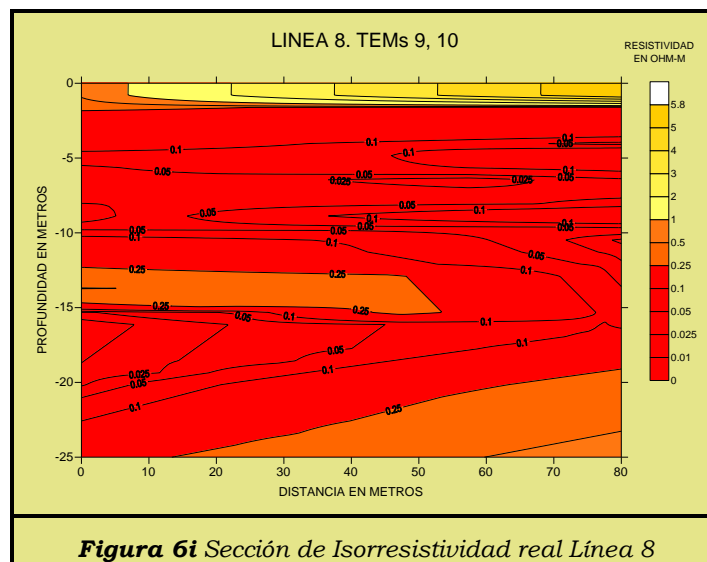
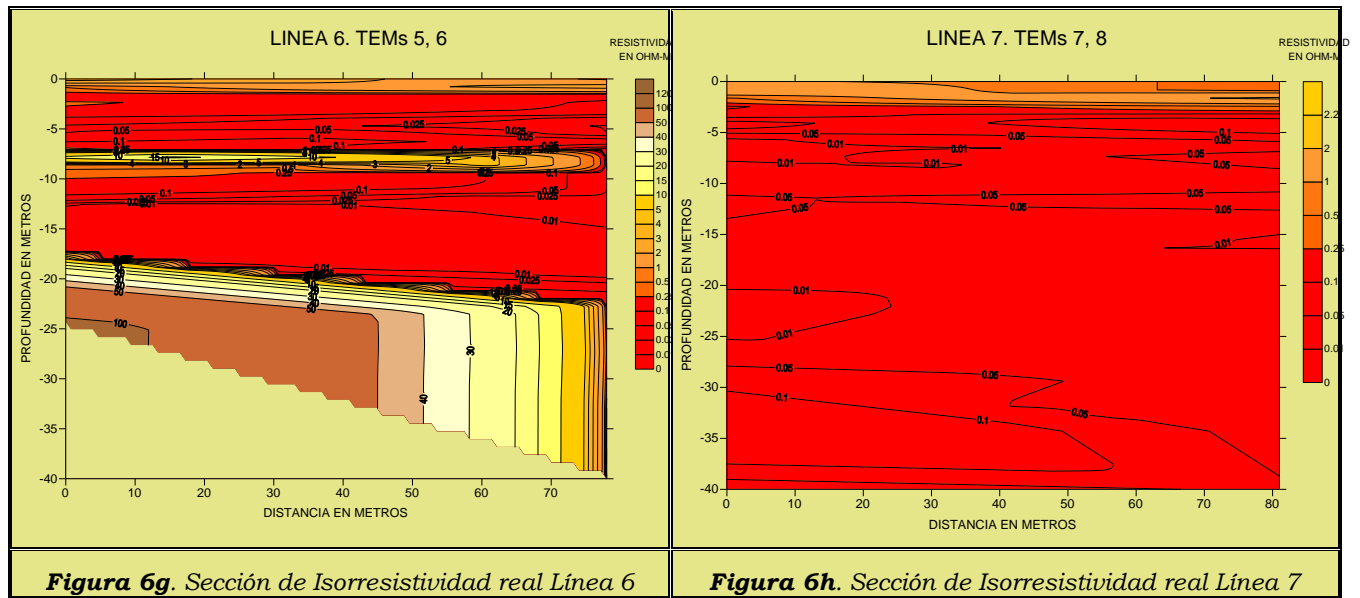
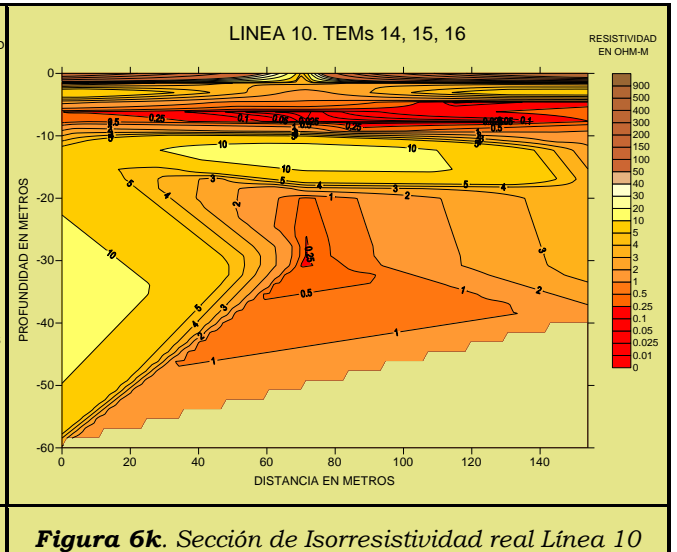
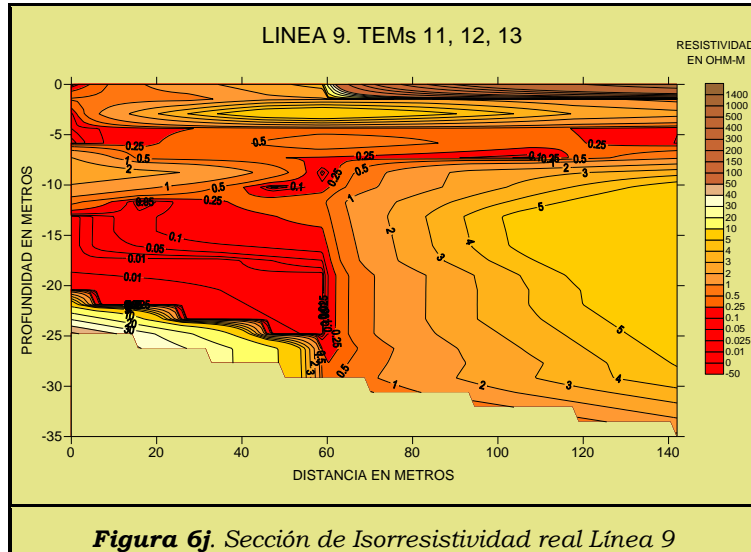


Figura 6f. Sección de Isorresistividad real Línea 5



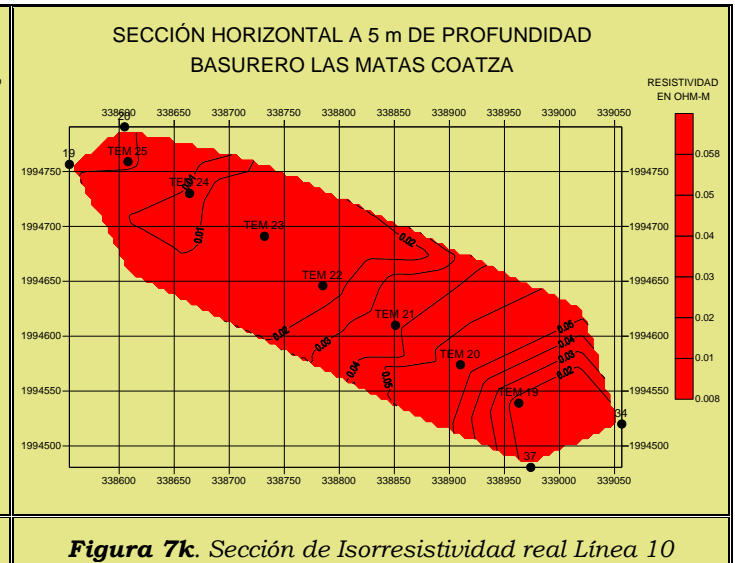
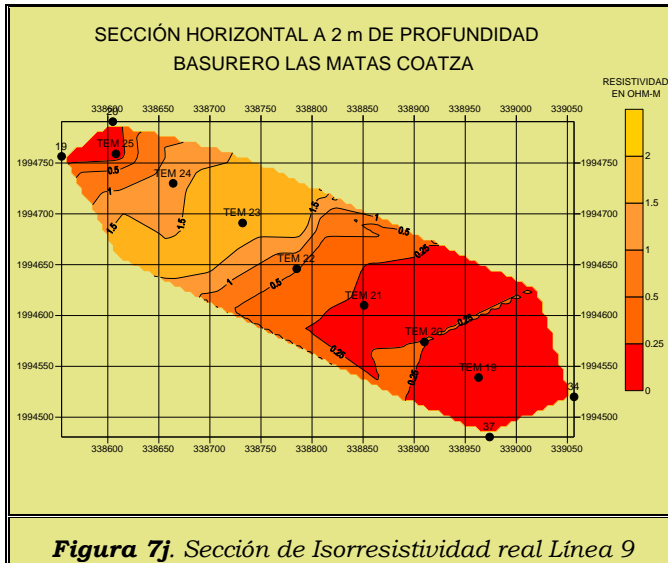
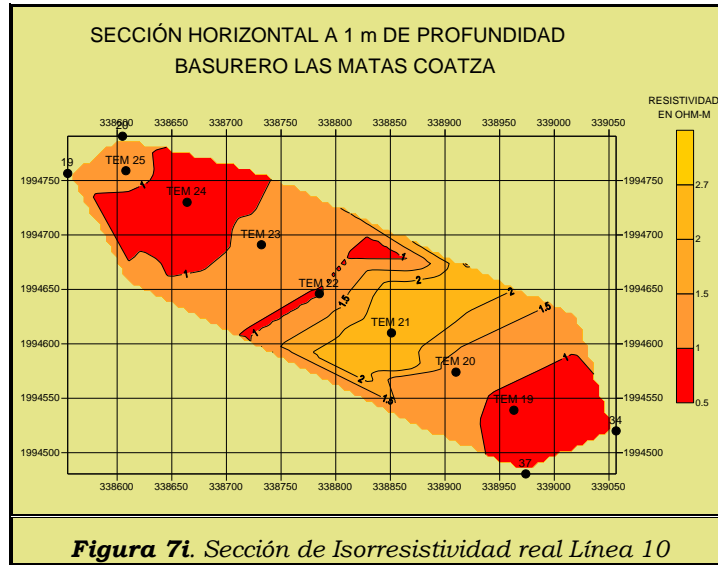
En las secciones siguientes, el espesor de las zonas altamente conductoras se incrementa, como sucede en las Líneas 7 y 10, lo que representa un alto contenido de humedad, probablemente con sales. Por contraste, en las líneas 9 y en especial la 10, disminuye ostensiblemente la humedad existente.







SECCIONES HORIZONTALES BASURERO LAS MATAS PORCIÓN SUR



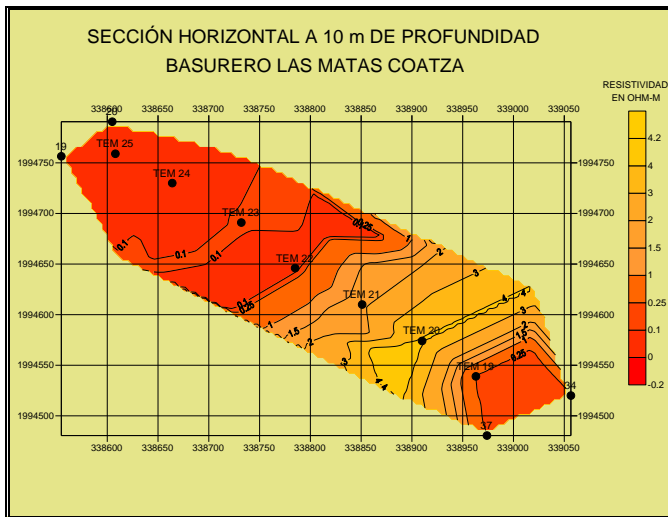


Figura 7l. Sección de Isorresistividad real Línea 9

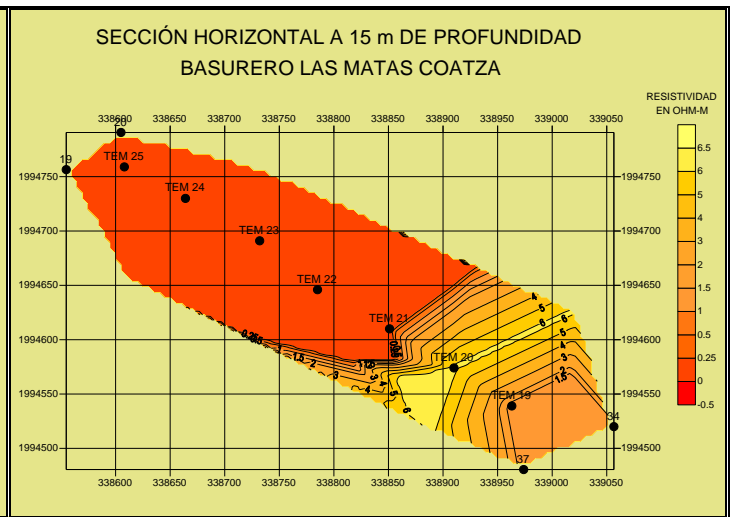


Figura 7m. Sección de Isorresistividad real Línea 10

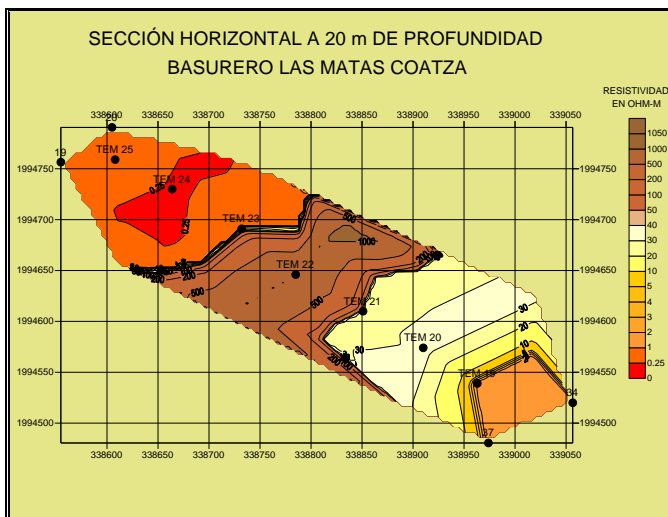


Figura 7n. Sección de Isorresistividad real Línea 9

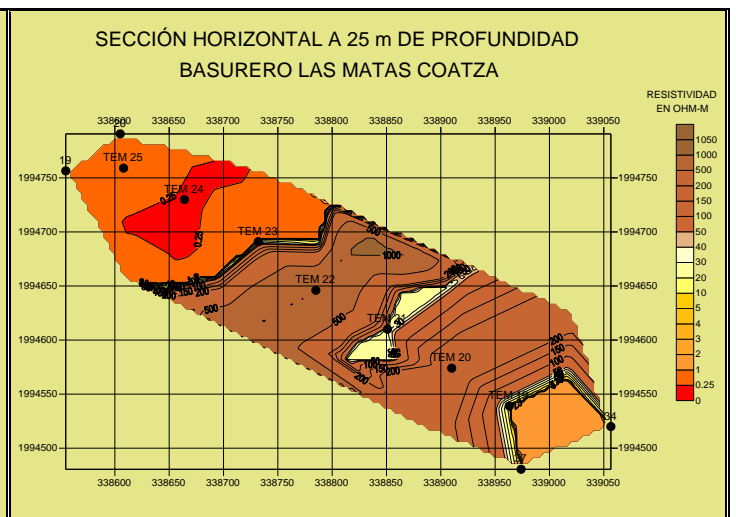


Figura 7ñ. Sección de Isorresistividad real Línea 10

VIII.- TOPOGRAFÍA

VIII.1.- Generalidades

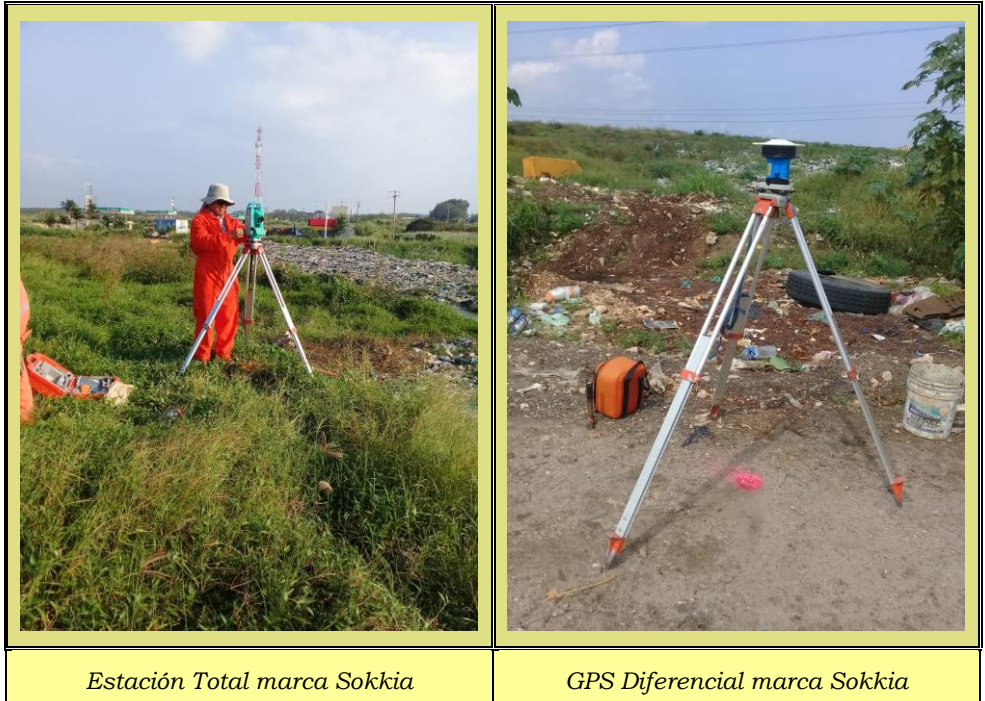
Con la idea de determinar la topografía del Basurero Las Matas, se utilizaron tres equipos marca Sokkia; el primero corresponde a una Estación total con tres bastones y los dos restantes, a dos Geoposicionadores diferenciales, estos últimos con la finalidad de obtener las coordenadas de dos vértices del predio con errores cercanos a 2 mm.



VIII.2.- Equipo utilizado

El equipo utilizado para el geoposicionamiento de los vértices consistió en 2 (dos) geoposicionadores marca Sokkia, el primero se utilizó como base y el otro como flotante. En cuanto a la estación total, esta de igual manera fue un equipo marca Sokkia, cuyas características se incluyen a continuación:

- a) Estación Total
marca Sokkia
modelo IM-105.



Estación Total marca Sokkia

GPS Diferencial marca Sokkia

Cuenta con programas básicos como Medición de distancia entre dos puntos (MLM), Elevación remota (REM), Cálculo de coordenadas en 3D, Cálculo automático de azimut, Resección a partir de dos puntos, Replanteo de puntos en 3D, Cálculo de Área. Teclado extendido alfanumérico y cuenta con conexión Bluetooth de largo alcance y conector USB para memoria

Resolución	1 segundo	Pantalla LCD	Una
Alcance sin prisma	800 metros	Memoria interna	50,000 puntos
Alcance con 1 prisma	3,000 mts	Plomada	Laser
Alcance con 3 prismas	5,000 mts	Peso	5.3 Kg
Aumento objetivo	30x	Duración batería	28 Hs
Compensador	Doble eje	Protección agua y polvo	Nivel IP66



VIII.3.- Desarrollo del trabajo

Para la realización del proyecto, se programó la utilización de bancos de nivel del INEGI, con la idea de ubicar en alguno de estos el GPS que iba a usarse como base. Lamentablemente de dos bancos que se buscaron, ninguno de ellos se encontró, muy posiblemente porque fueron destruidos. De esta forma, para contrarrestar el problema, se calibró la información con dos estaciones geodésicas del INEGI.

IX.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

En la zona existe un acuífero de tipo libre, que se encuentra dentro de material aluvial de composición granular y textura areno- arcillosa. Presenta espesores máximos de 40 a 50 metros y su recarga proviene de los ríos que lo cruzan, así como de la infiltración vertical generada del agua de lluvia, que posiblemente sea la componente más importante de la recarga total.

En la porción occidental de la margen izquierda del río Coatzacoalcos, el acuífero está constituido por sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por arenas, limos e incluso arcillas de origen aluvial. En los sedimentos arcillosos, el acuífero funciona como confinado y semiconfinado, en donde el confinamiento superior está constituido por los componentes arcillo- limosos de los materiales aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario.

En estudios preexistentes, se registran las profundidades de los niveles estáticos de 98 pozos, las cuales van desde 0.00 hasta 43.25 metros de profundidad.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. *La zona de estudio se encuentra en la periferia Noreste de la Cd de Minatitlán, en el estado de Veracruz. Su ubicación exacta está referenciada por las coordenadas de los TEMs realizados, tomados todos ellos con un navegador GPS marca Garmin modelo Montana en Datum WGS 84 y corresponden a dos basureros denominados Las Matas y Coatzá, separados por la Carretera 180 que une a Coatzacoalcos con Minatitlán.*
2. *El área de estudio está ubicada en la Planicie Costera del Golfo, misma que comprende las regiones costeras de los estados de Veracruz y Tabasco en las que abundan suelos aluviales profundos, ya que en esta zona tienen su desembocadura al Golfo de México algunos de los mayores ríos de México, como son el sistema Grijalva- Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. En Veracruz el terreno se escalona hacia la costa formando cuevas, pero al sur de este estado y en Tabasco se torna cada vez más plano.*
3. *De acuerdo a la geología existente en la zona, los predios en estudio se encuentran sobre zonas palustres compuestas por limos, arcillas y arenas. Subyaciendoles, se encuentran las Formaciones Cedral, Filisola, Paraje Solo y Aqueguexquite, que consisten de areniscas, lutitas, conglomerados y areniscas. Presentan además, interestratificaciones de arenas arcillosas, arcilla carbonosa, tobas limosas y minerales de mica.*
4. *Hidrogeológicamente, en la zona existe un acuífero que se considera de tipo libre, que se encuentra dentro de material aluvial de composición granular y textura areno- arcillosa. Presenta espesores máximos de 40 a 50 metros y su recarga proviene de los ríos que lo cruzan, así como de la infiltración vertical generada del agua de lluvia, que posiblemente sea la componente más importante de la recarga total. Localmente, los sitios deben estar asentados de modo directo sobre los materiales que almacenan al acuífero, aun cuando a nivel local se considera que deben existir materiales.*
5. *En la porción occidental de la margen izquierda del río Coatzacoalcos (hacia la zona de los basureros), **el acuífero está constituido por sedimentos arenosos cubiertos en la mayor parte del área por arenas, limos e incluso arcillas de origen aluvial. En los sedimentos arcillosos, el acuífero funciona como confinado y semiconfinado, en donde el confinamiento superior está constituido por los componentes arcillo- limosos de los materiales aluviales y el confinamiento inferior está constituido por las formaciones arcillosas del terciario.***



6. *Con la finalidad de evaluar el subsuelo del basurero, se realizaron 25 sondeos electromagnéticos (TEMs) con loops o bobinas de 10 m x 10 m, para tratar de alcanzar unos 30 m de profundidad; esto se logró en casi todos los sondeos, rebasando en general, mas de 25 m y alcanzando el basamento o sustrato sobre la que se depositó la basura, lo que representa se alcanzaron siempre los materiales areno- arcillosos y limosos de origen natural, alterados por los lixiviados que en muchas zonas se detectan se han infiltrado al subsuelo. Las altas conductividades detectables en las secciones de isorresistividad en tonalidades rojas, muestran la existencia de zonas muy húmedas que seguramente en varios casos, se infiltran al subsuelo en forma de lixiviados.*
7. *La zona en donde se encuentra el Basurero Las Matas, corresponde a una zona palustre en la cual, el agua corre de manera muy lenta o se encuentra estancada, lo que provoca que esta almacene una mayor cantidad de contaminantes y sales. De manera normal, los métodos geofísicos de resistividad, como es el caso del que se utilizó (TEM), detectan los cambios de resistividad o conductividad de los materiales existentes en el subsuelo; la basura, puede ser un material resistivo como conductivo, en dependencia de la predominancia de sus componentes. Cuando se incrementa la temperatura y aumenta la humedad, sea por presencia de la descomposición de la materia orgánica o por la infiltración de agua de Lluvia, aumenta fuertemente la conductividad del medio (baja la resistividad), por lo que es un indicativo aproximado del estado en que se encuentra la basura. Como se podrá visualizar en las secciones de Isorresistividad obtenidas, existen zonas en donde la conductividad aumenta drásticamente (las columnas a la derecha de las secciones indican los cambios de resistividad, siendo las tonalidades rojas los valores mas bajos de resistividad o que es lo mismo, mas altos de conductividad).*
8. *En algunas secciones, el comportamiento de los valores bajos de resistividad es discontinuo, lo que es muy probable pueda relacionarse con la infiltración de lixiviados; ahora bien, deberá recordarse también, que en la zona existen como parte de la litología regional capas intercaladas de arcillas con limos y arenas en el subsuelo, esto es, sobre las que se asienta la basura; esta litología puede provocar como resultado que existan variaciones de resistividad, siendo las arcillas, en especial las orgánicas, provoquen mucho mucho la conductividad.*
9. *De manera común, se recomendaría realizar perforaciones exploratorias insitu para checar el subsuelo sin embargo, esto podría provocar una contaminación masiva de contaminantes a través del agujero, lo que sería muy preocupante. Lo mejor sería checar que los contaminantes no se trasladen a las zonas en derredor, por lo que sería recomendable realizar pozos de*



Arquitectura del Medio Ambiente

C O N S U L T O R E S A M B I E N T A L E S

monitoreo alrededor del basurero y obtener a través de ellos, perfiles de conductividad por medio de sondas de conductividad. Con ello se podrá ir checando la variación de la conductividad con respecto al tiempo y en caso necesario, extraer muestras de agua para determinar la química de esta y establecer los iones que la integren.

- 10. Los pozos de monitoreo se podrían realizar en diámetro de 6", para introducir tubería de ademe de PVC de 4" a 30 m de profundidad.*

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES

**ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA Y GEOFÍSICA EN EL SITIO
IDENTIFICADO COMO LAS MATAS, VERACRUZ**

**ALBUM FOTOGRÁFICO
GEOFÍSICA**

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



TEM 1



TEM 2



TEM 3



TEM 4



TEM 5



TEM 6

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



TEM 7



TEM 8



TEM 9



TEM 10



TEM 11



TEM 12

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 13



TEM 14



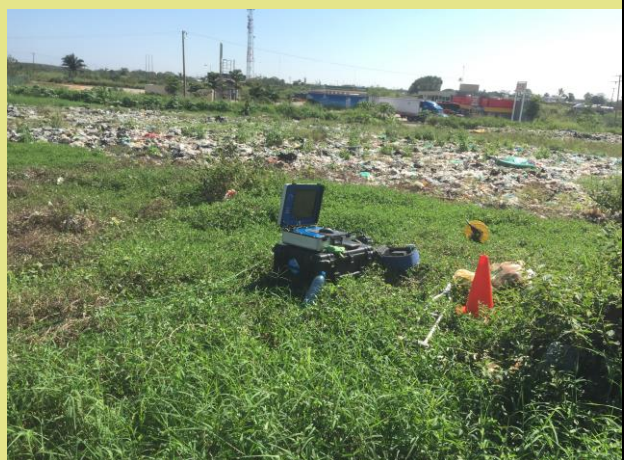
TEM 15



TEM 16



TEM 17



TEM 18



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



TEM 19



TEM 20



TEM 21



TEM 22



TEM 23



TEM 24

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



TEM 25



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES

**ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA Y GEOFÍSICA EN EL SITIO
IDENTIFICADO COMO LAS MATAS, VERACRUZ**

**ALBUM FOTOGRÁFICO
TOPOGRAFÍA**

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



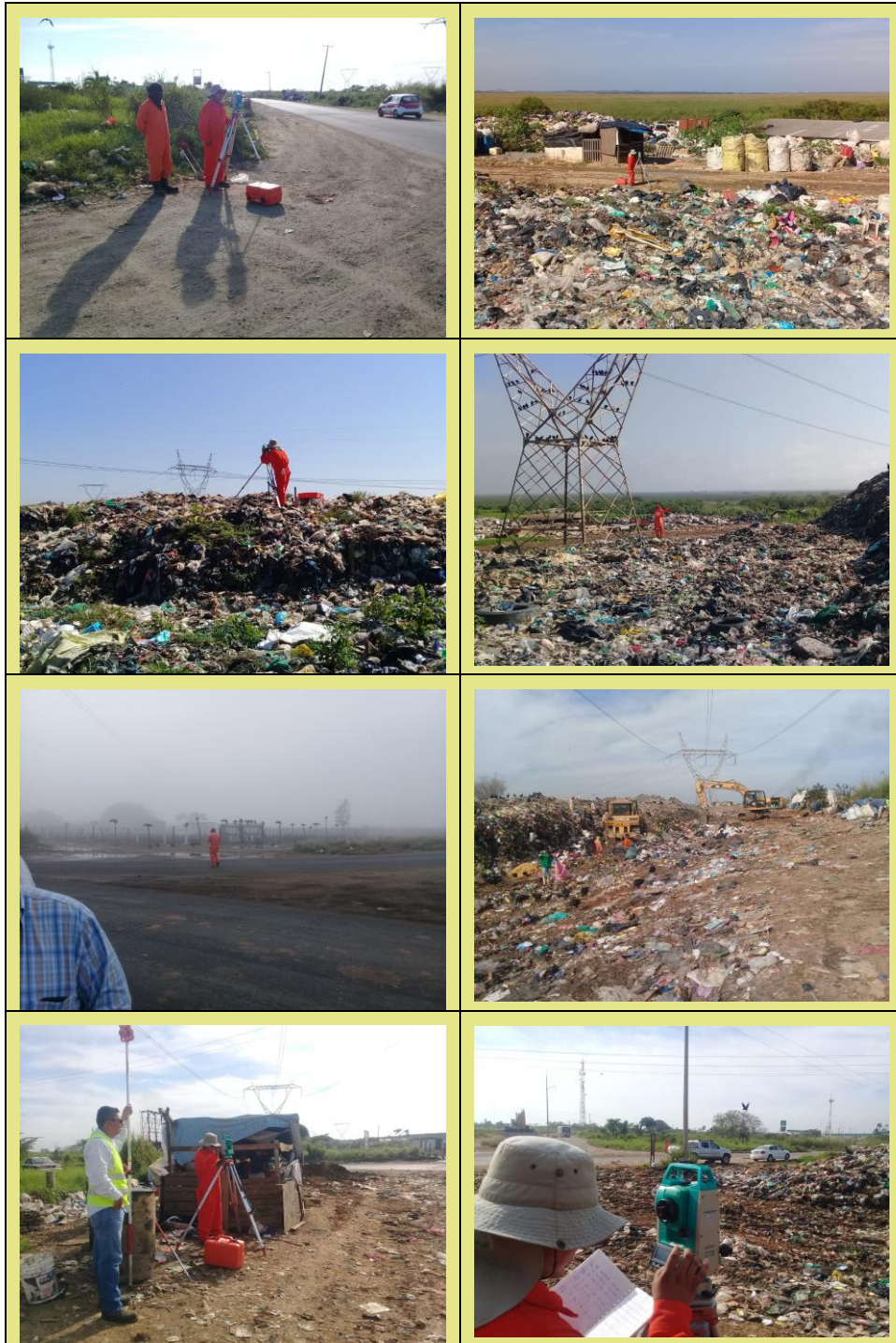
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



ANEXO

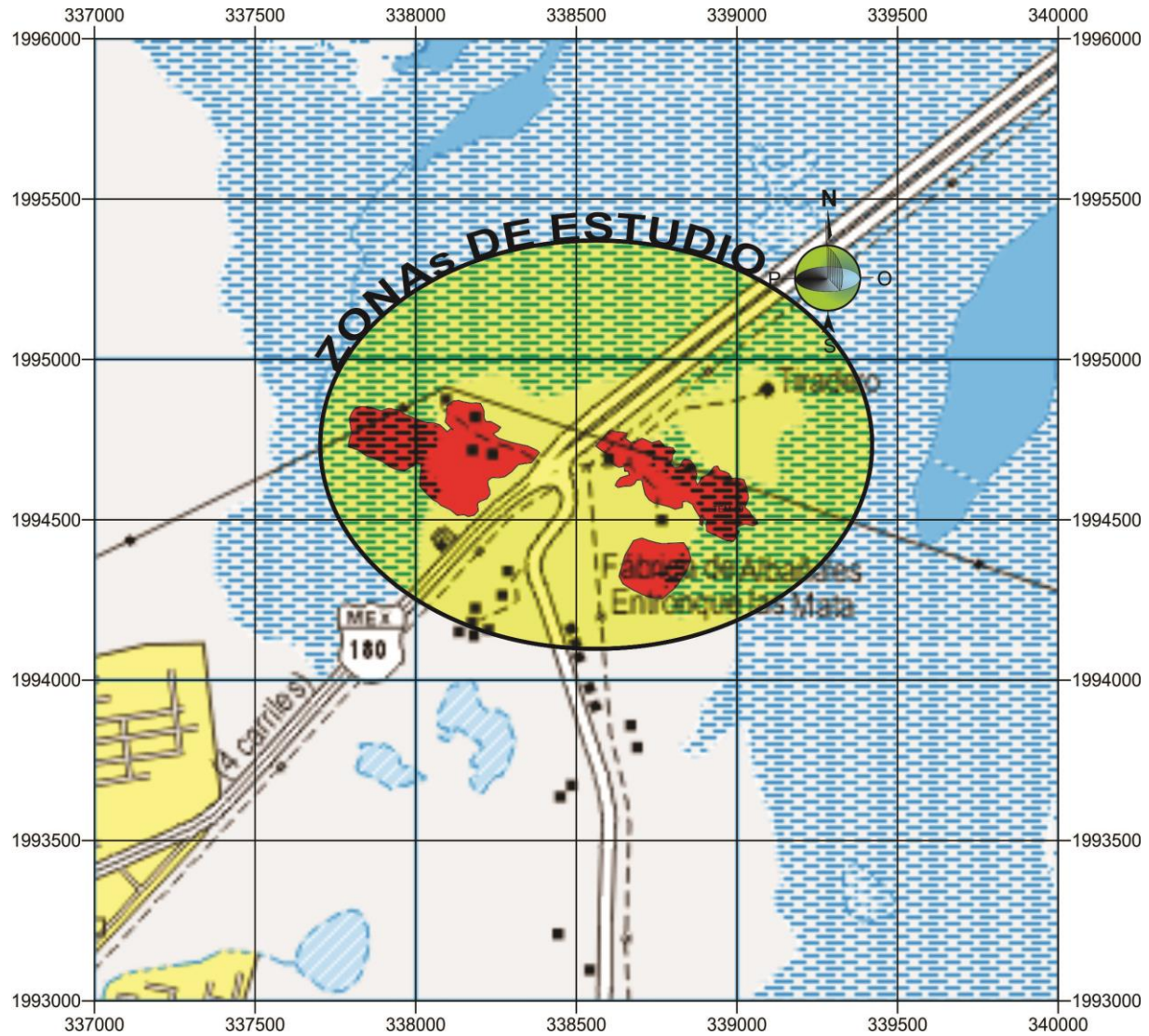
INCLUYE:

- a) Ubicación del Basurero Las Matas
- b) Provincias Fisiográficas
- c) Geología
- d) Ubicación de los TEMs realizados
- e) Secciones de Isorresistividad
- f) Isopacas; Secciones horizontales a una misma profundidad
- g) Modelos de Inversión
- h) Planos Topográficos



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

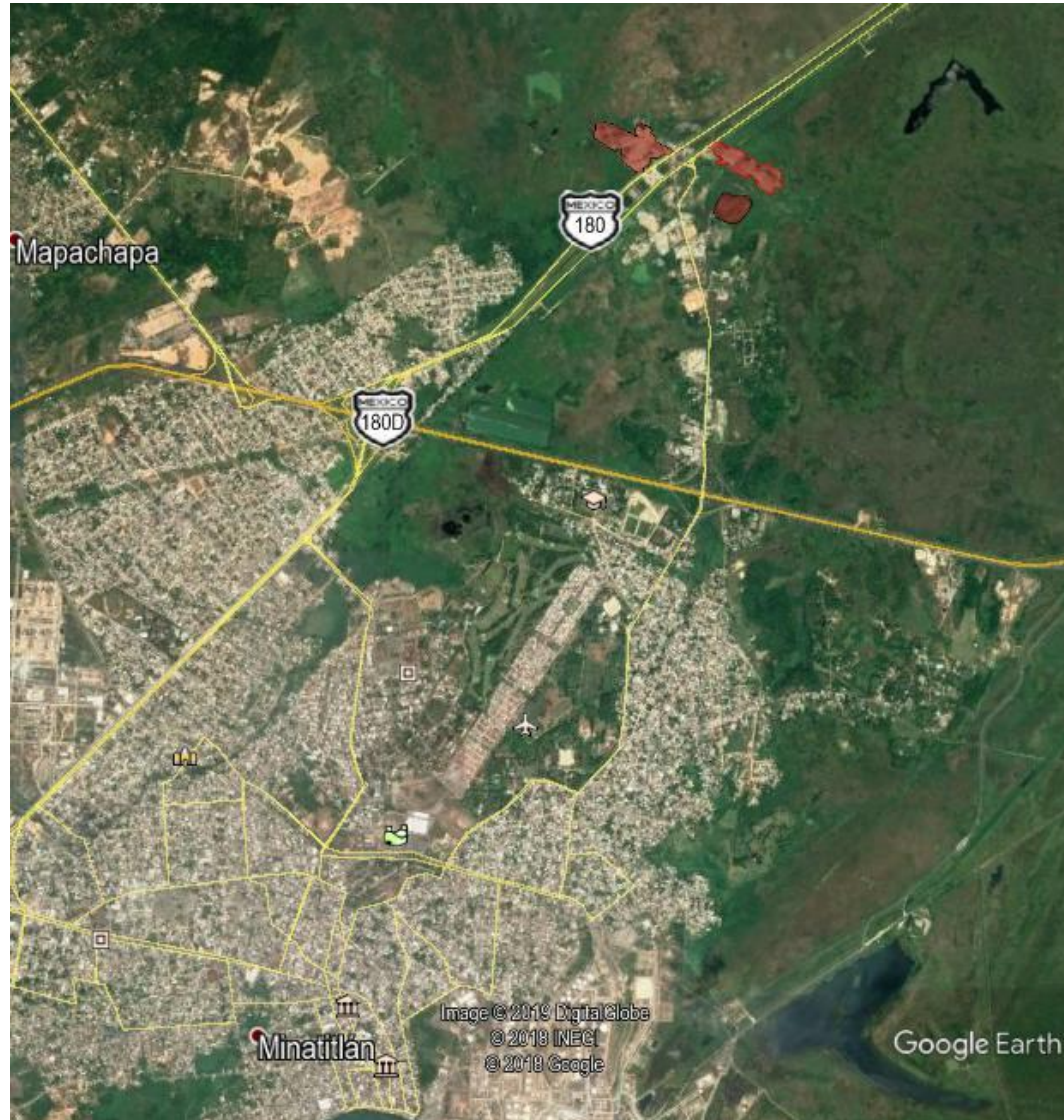
BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

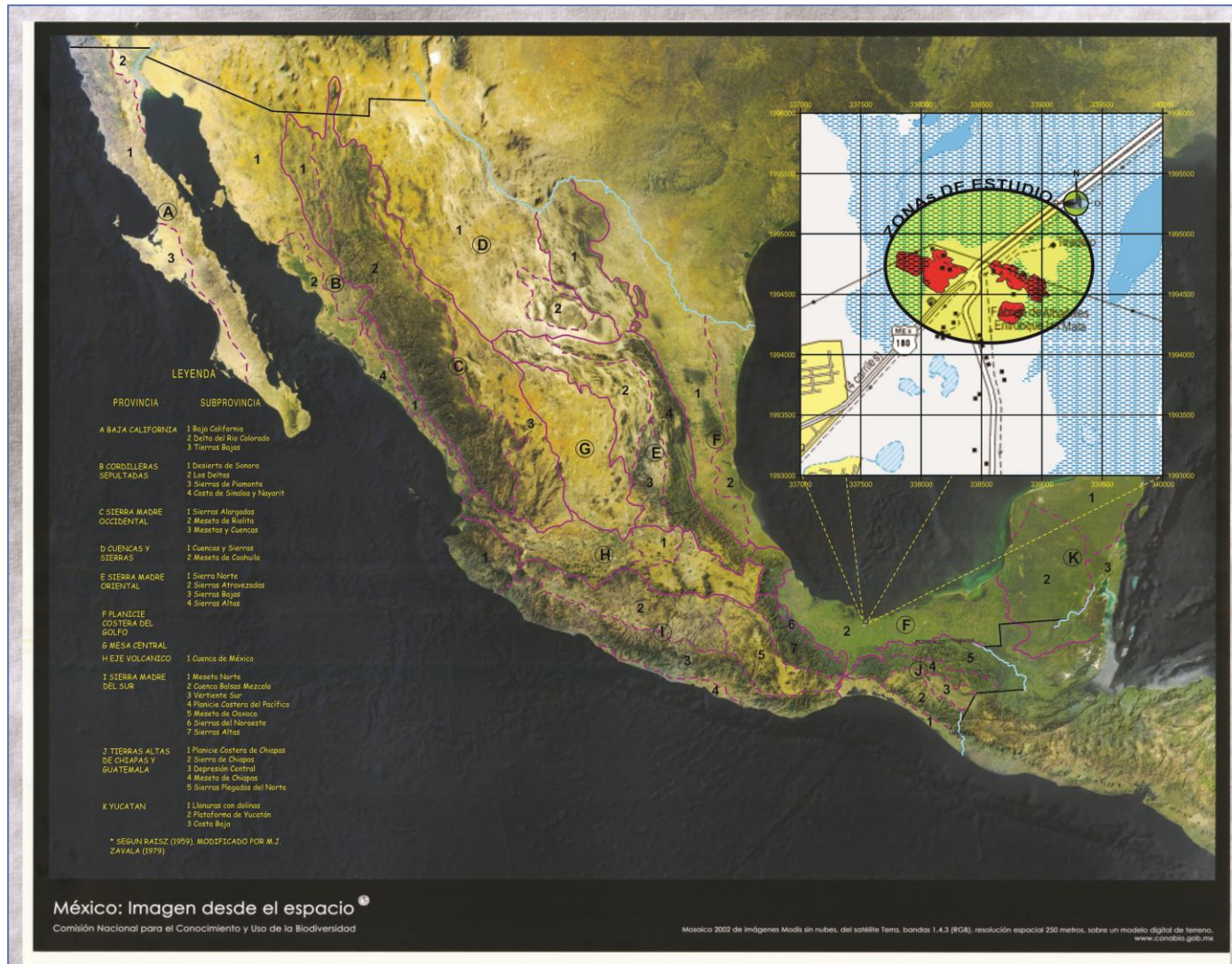
BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



Arquitectura del Medio Ambiente

CONSULTORES AMBIENTALES



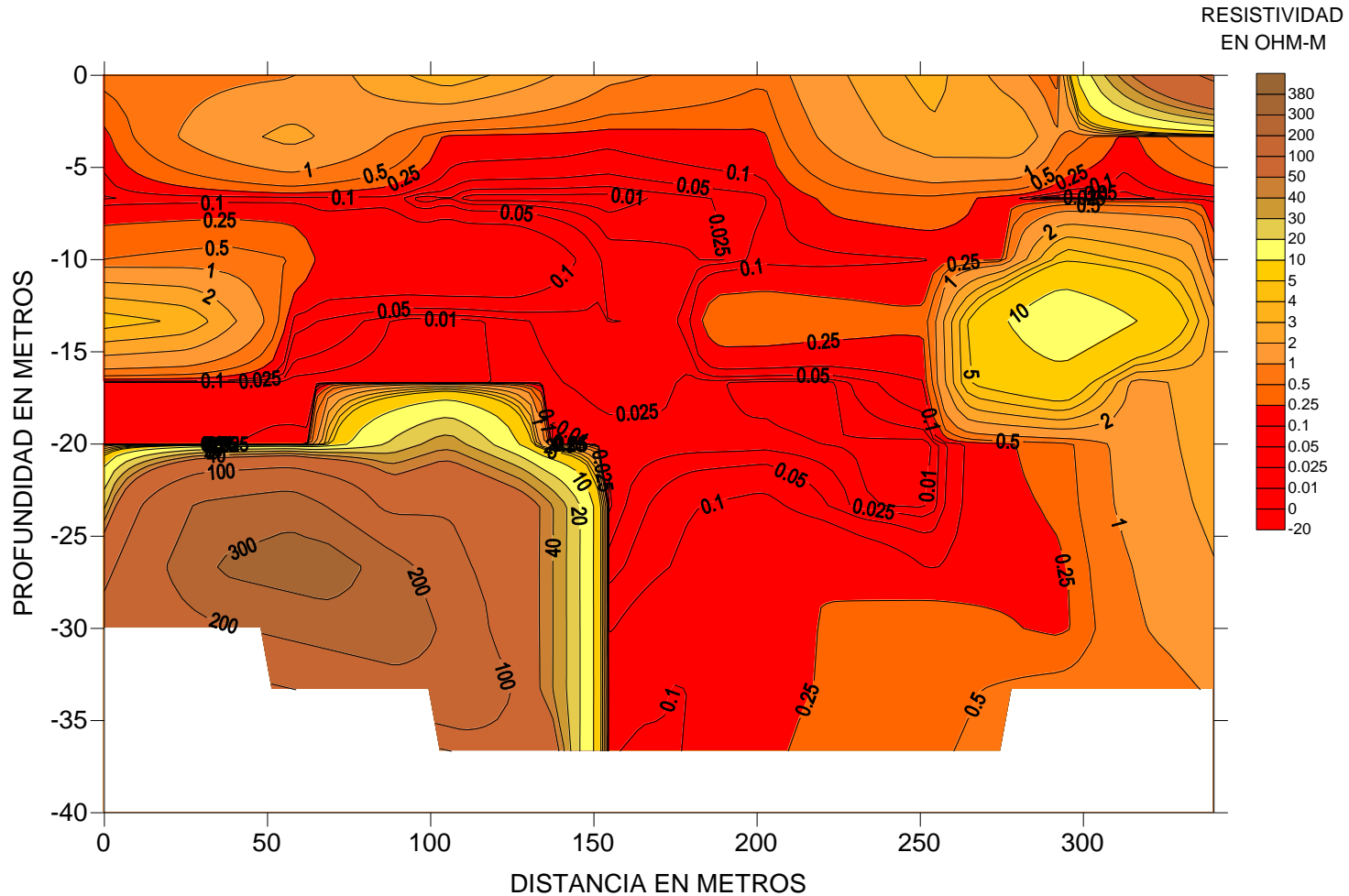
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.
BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



En la porción sur del Basurero no se realizaron TEMs, pero se prevee exista una contaminación similar a la existente en la porción norte



LINEA 1. TEMs 1, 3, 5, 7, 9, 12, 15, 18



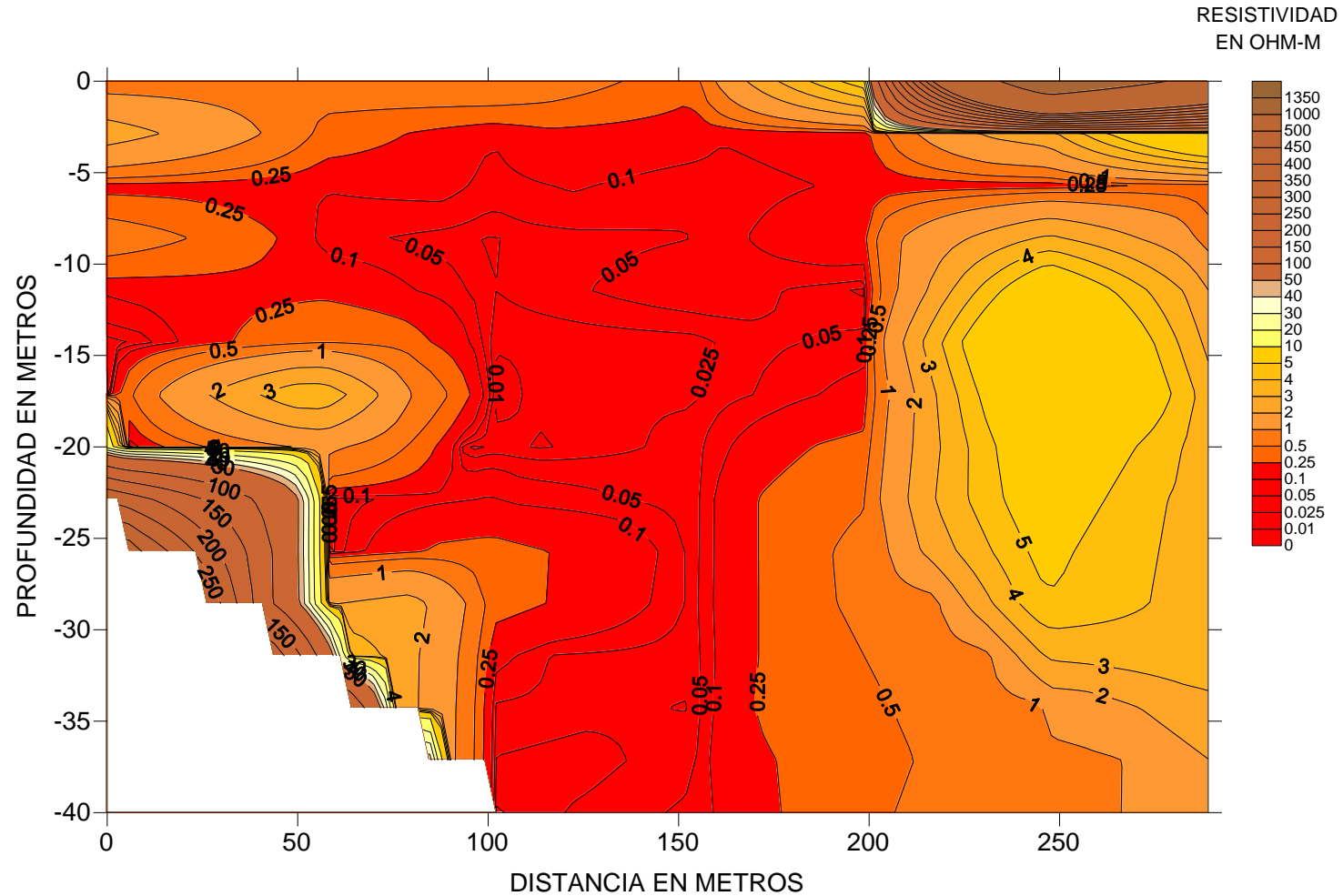
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 2. TEMs 2, 4, 6, 8, 10, 13, 16



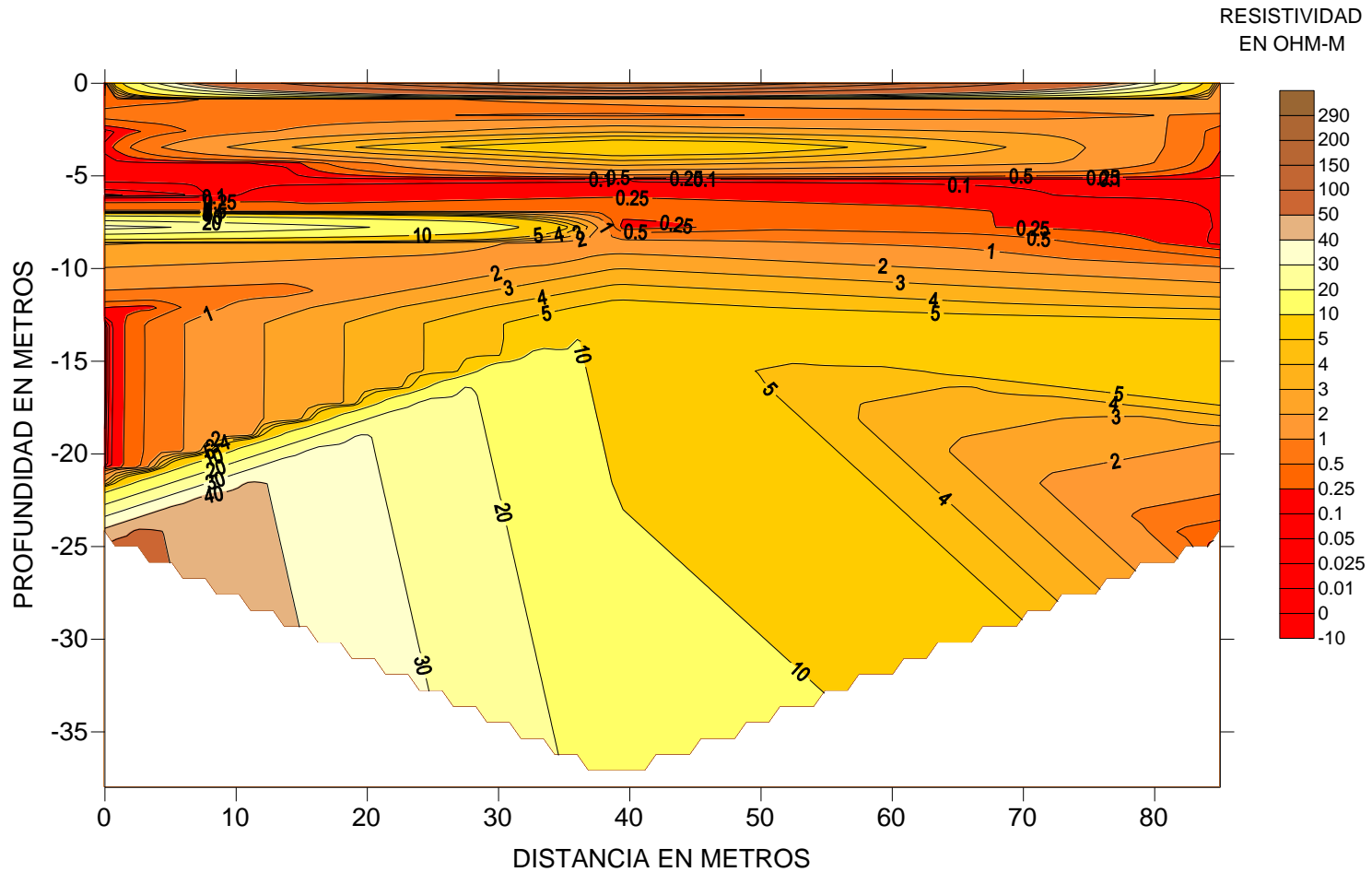
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 3. TEMs 11, 14, 17



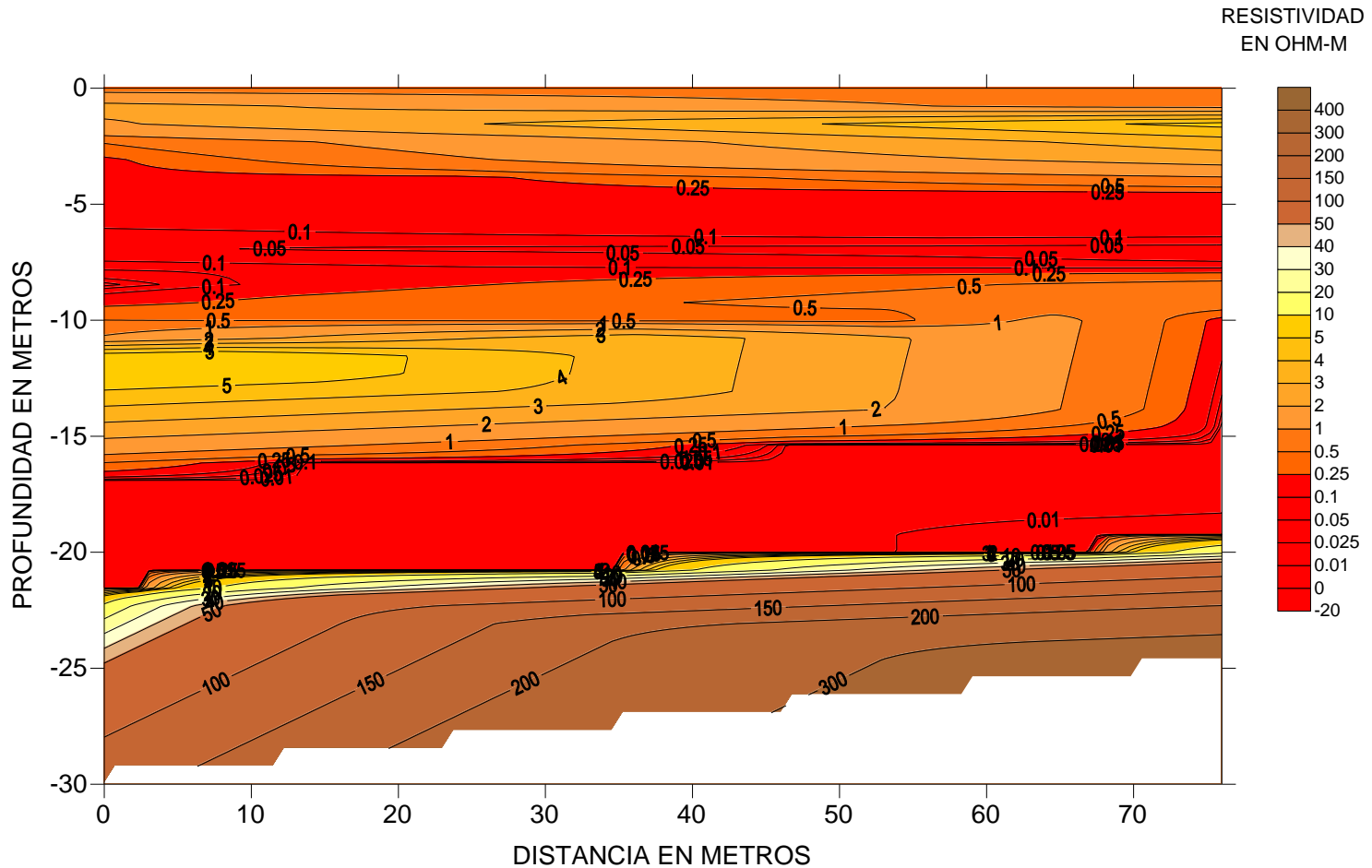
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 4. TEMs 1, 2



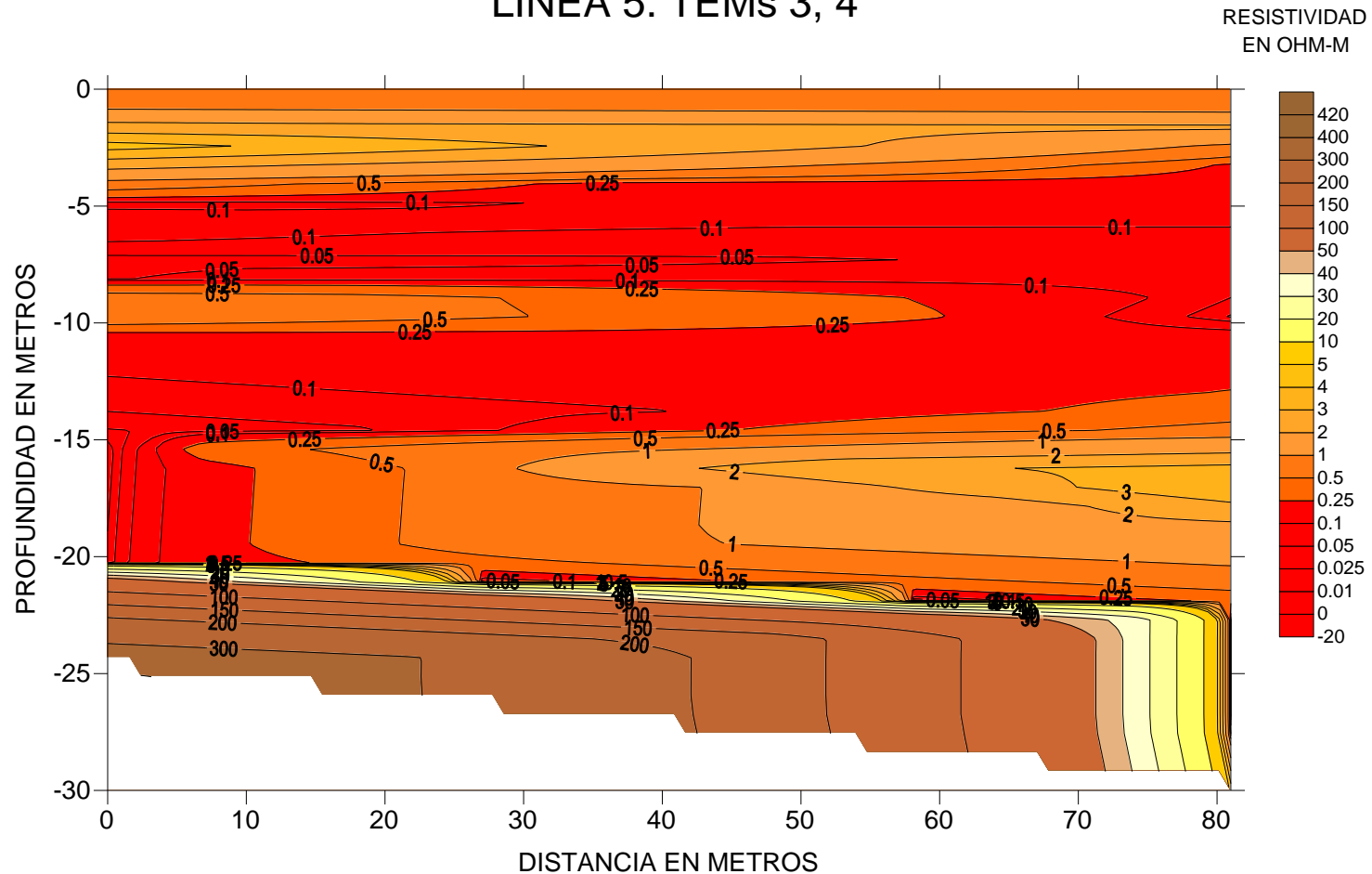
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 5. TEMs 3, 4



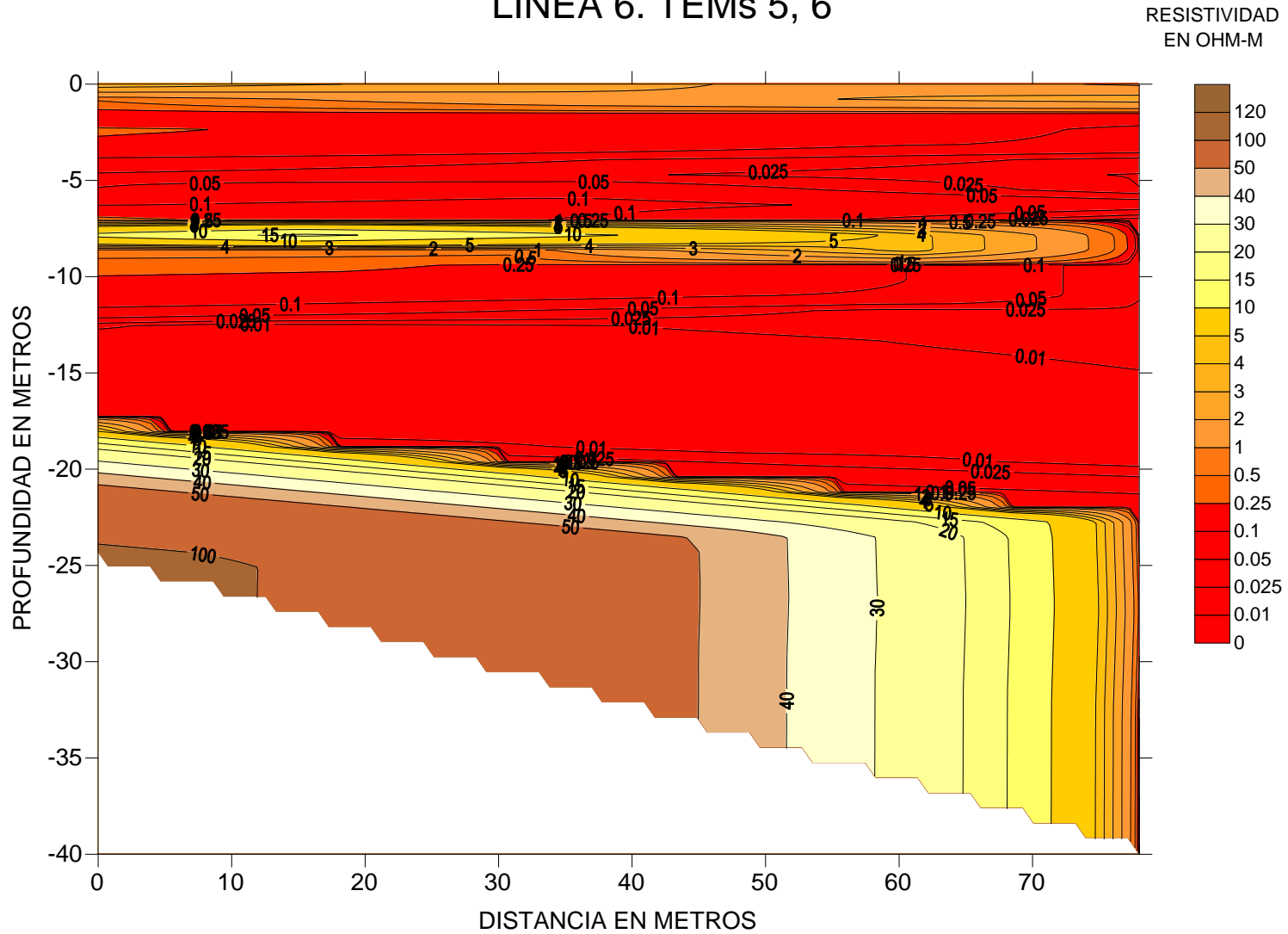
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 6. TEMs 5, 6



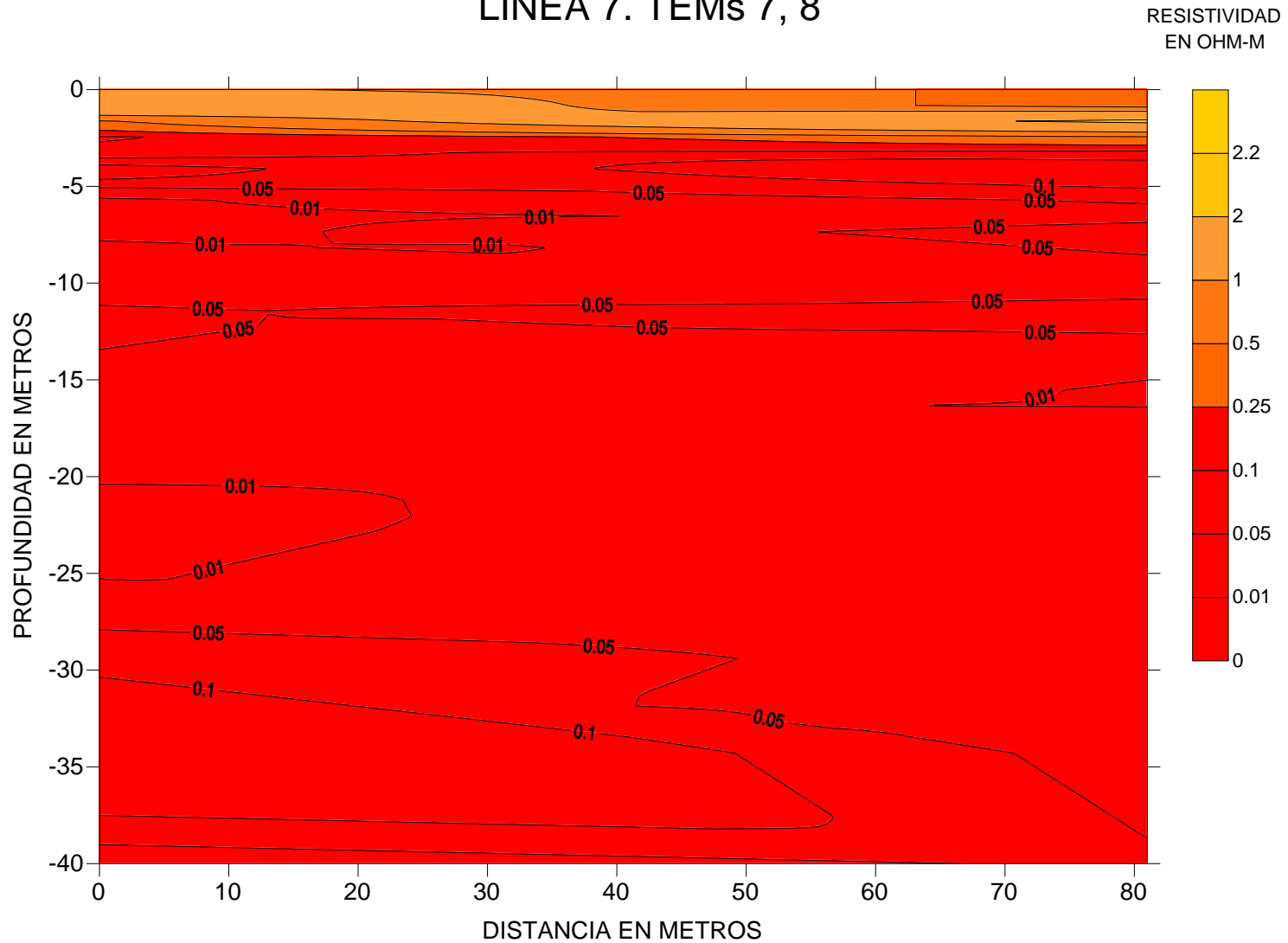
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 7. TEMs 7, 8



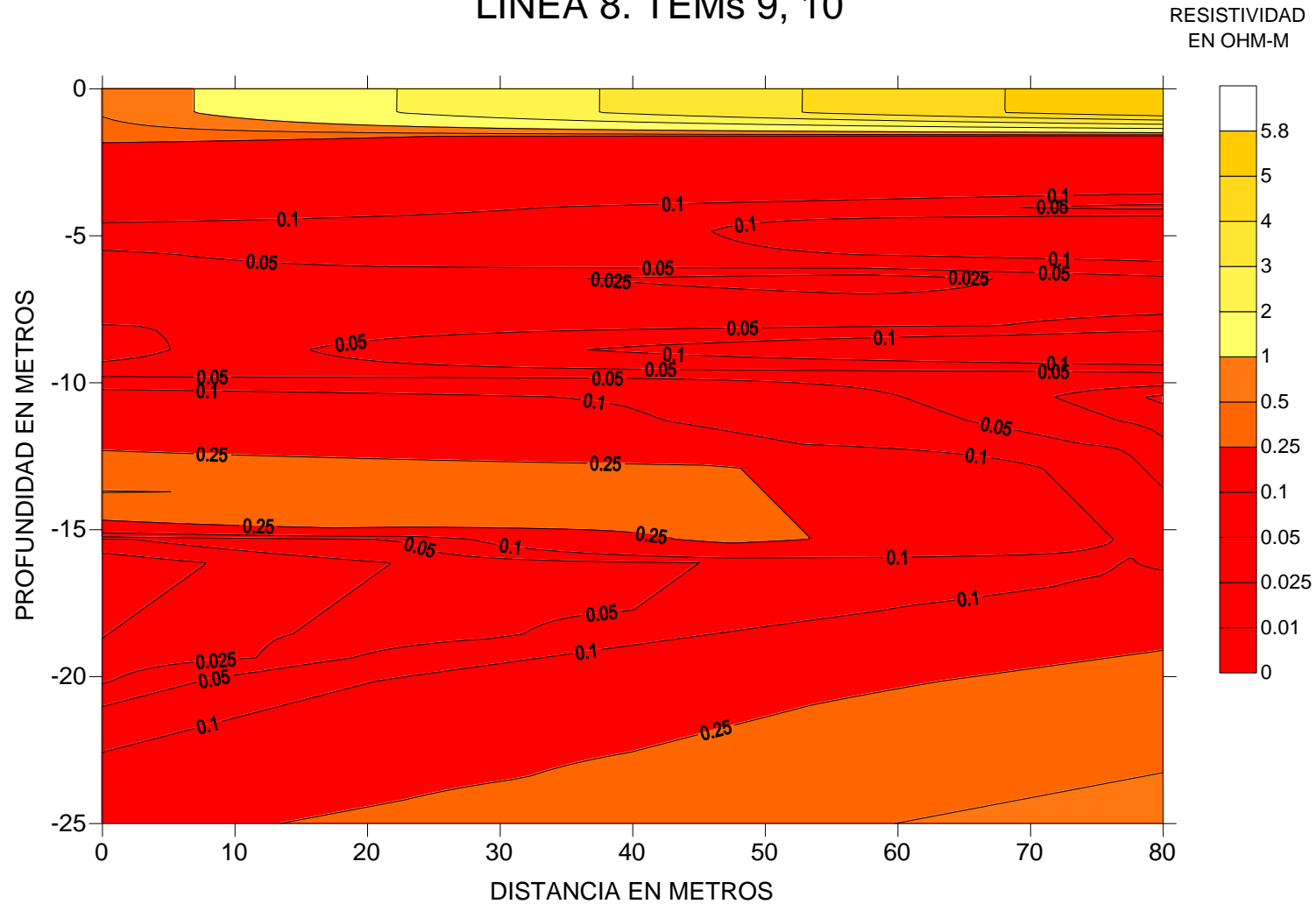
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 8. TEMs 9, 10



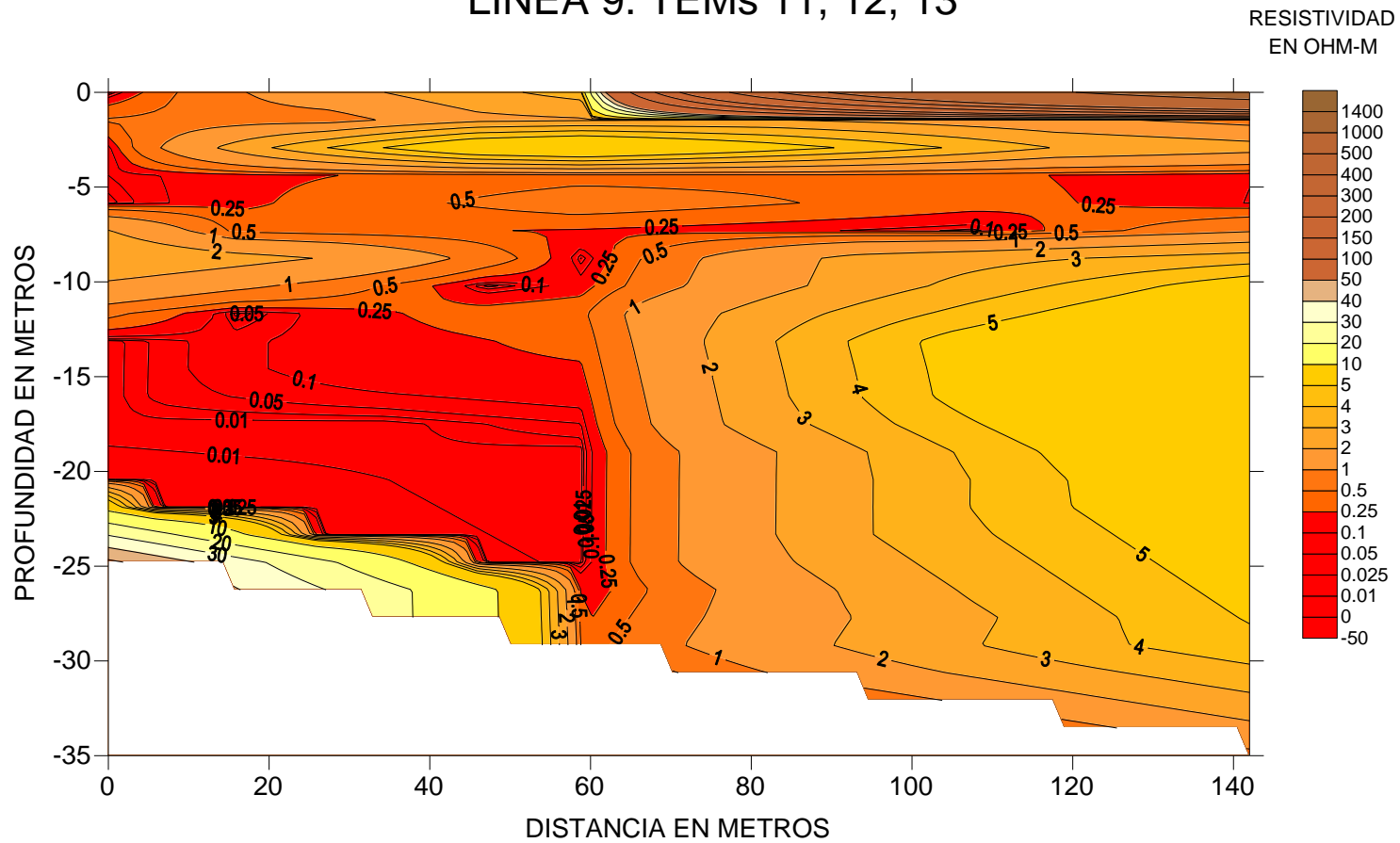
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 9. TEMs 11, 12, 13



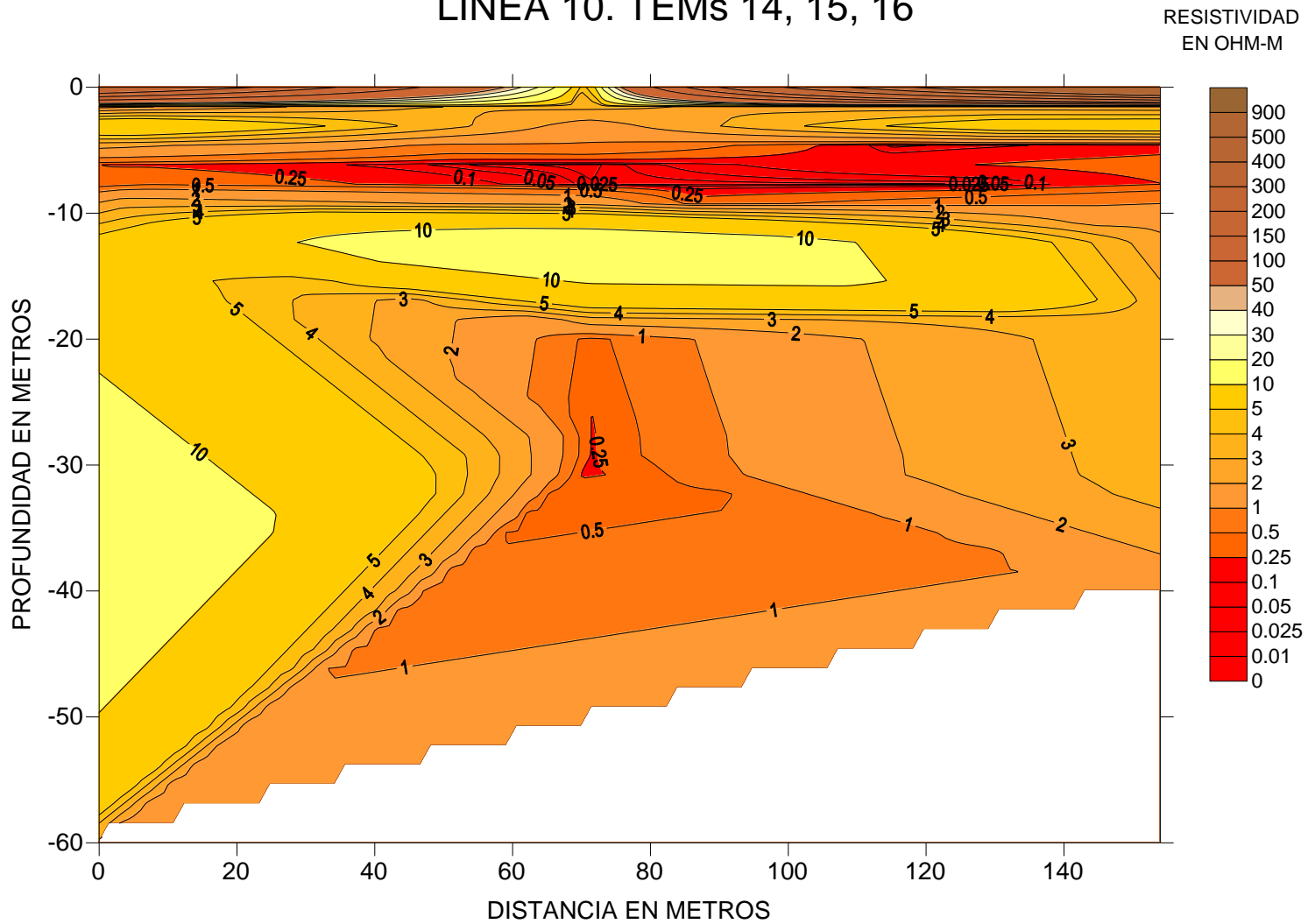
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 10. TEMs 14, 15, 16



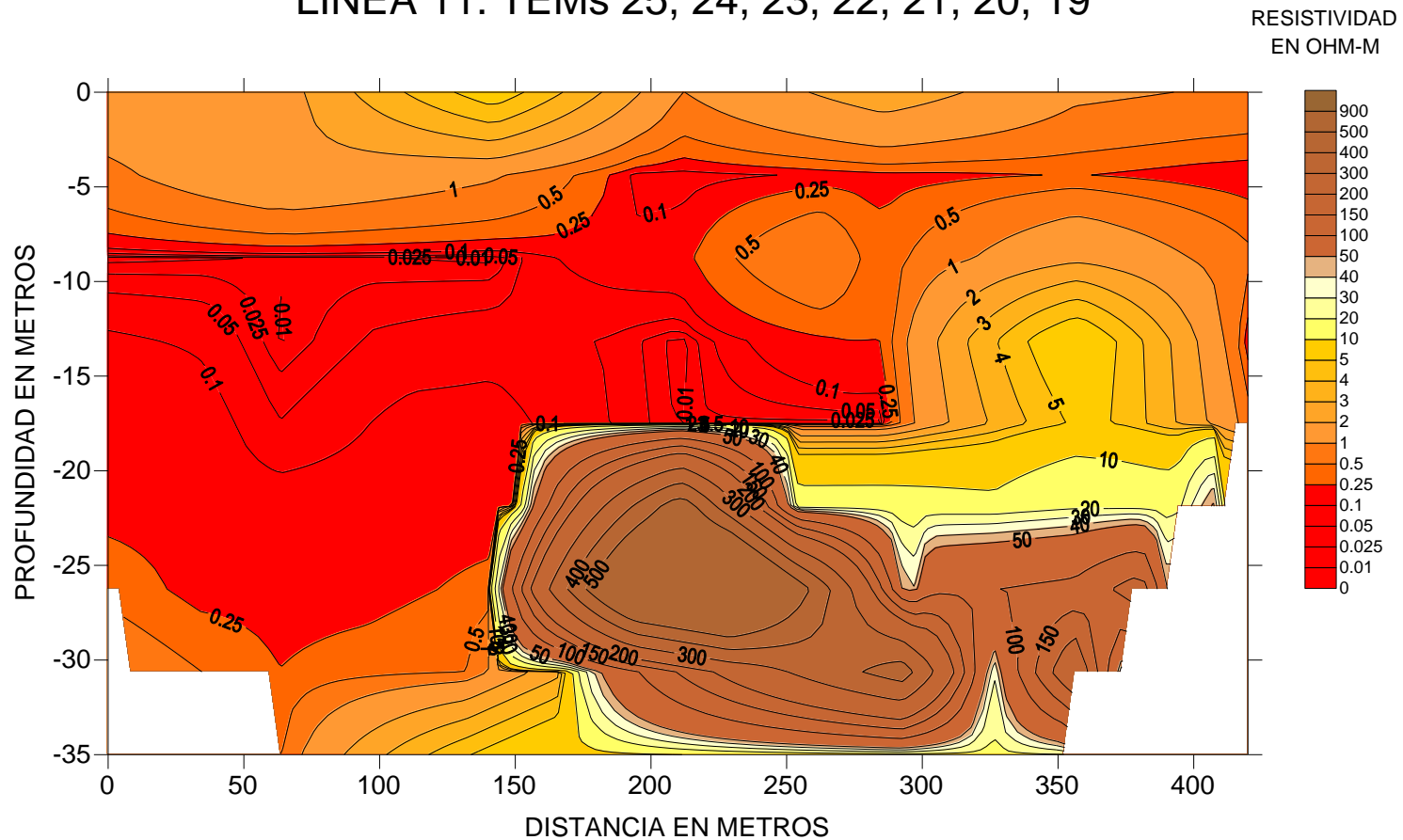
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



LINEA 11. TEMs 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19



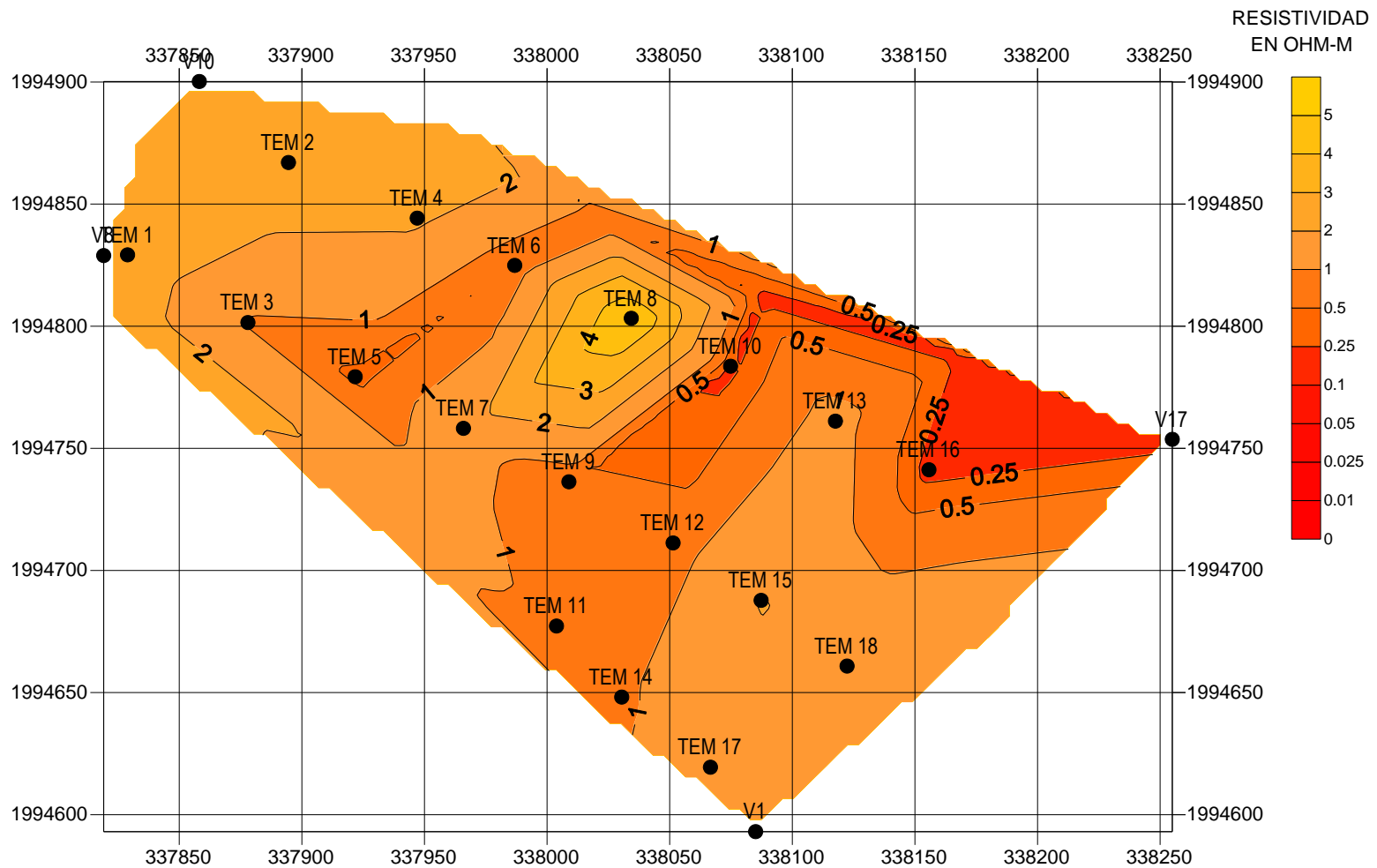
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 1 m DE PROFUNDIDAD



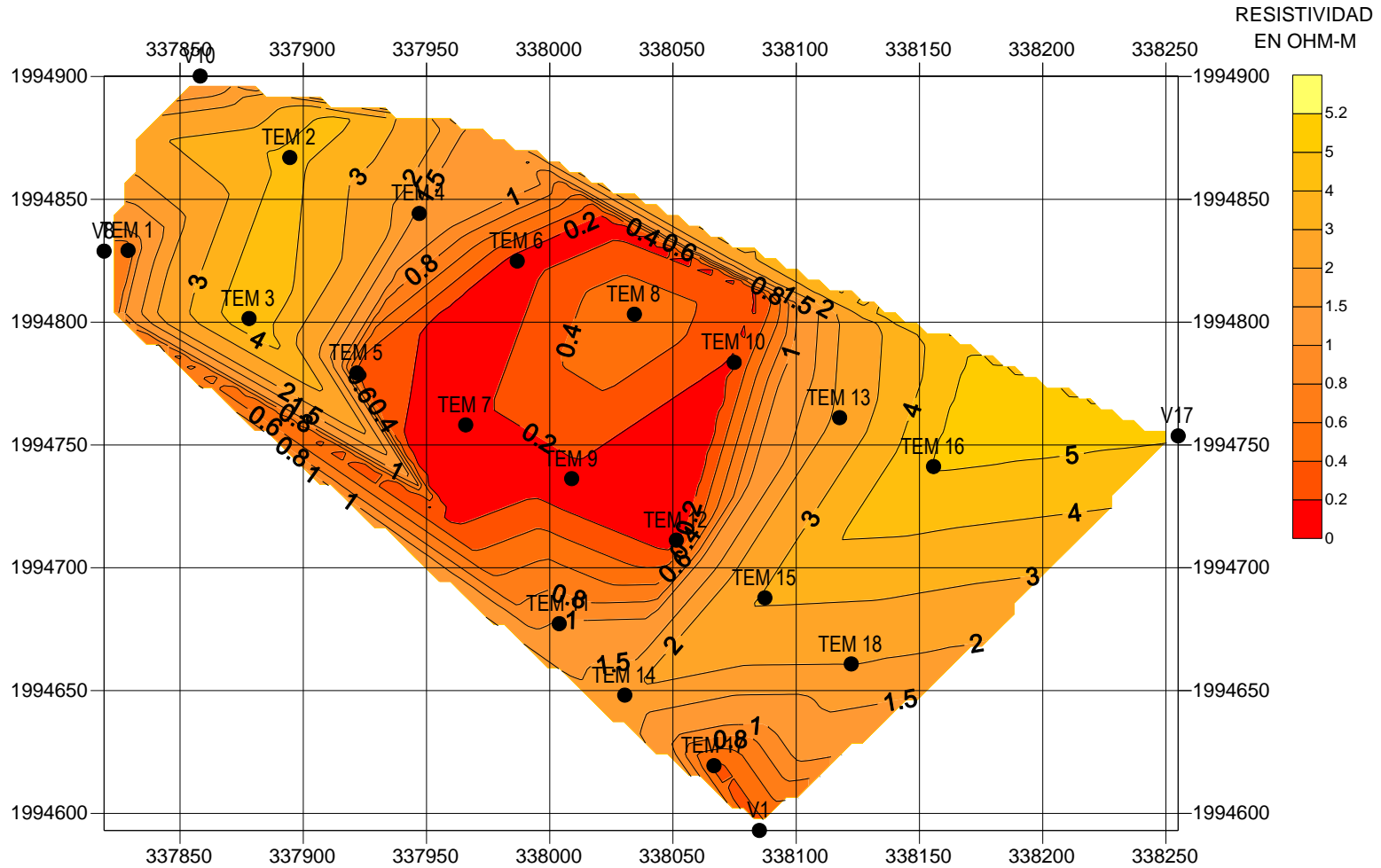
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 2 m DE PROFUNDIDAD



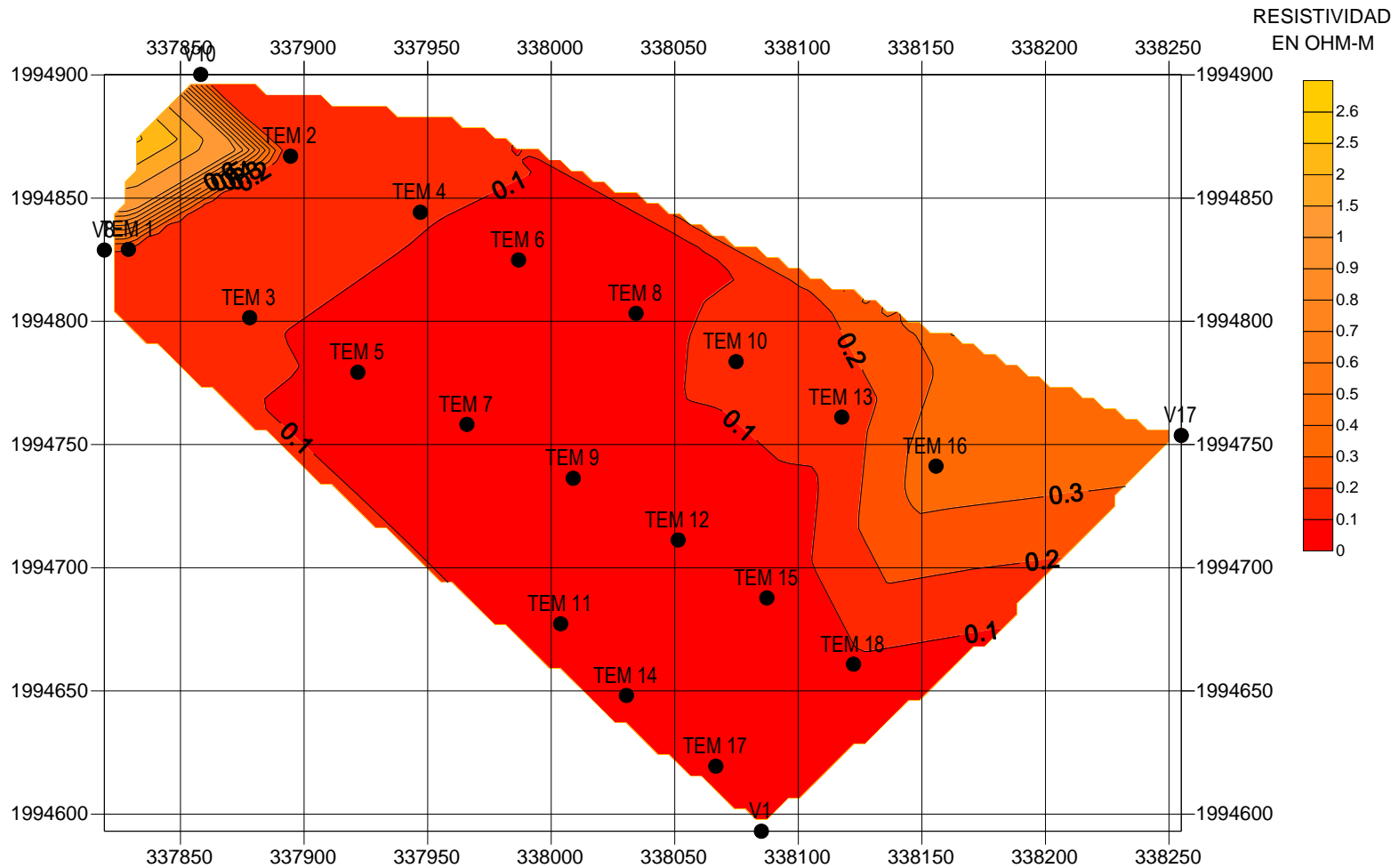
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 5 m DE PROFUNDIDAD



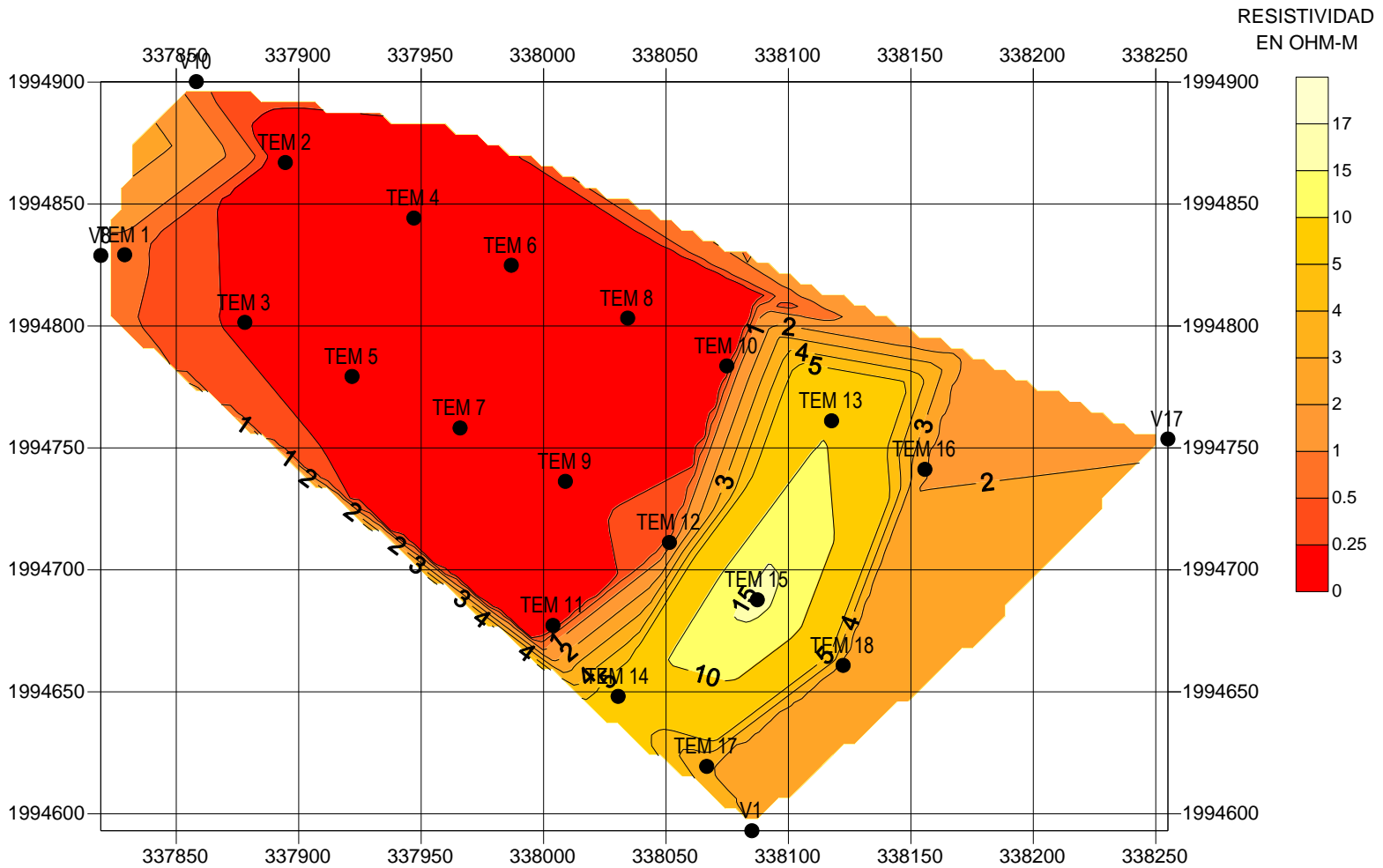
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 10 m DE PROFUNDIDAD



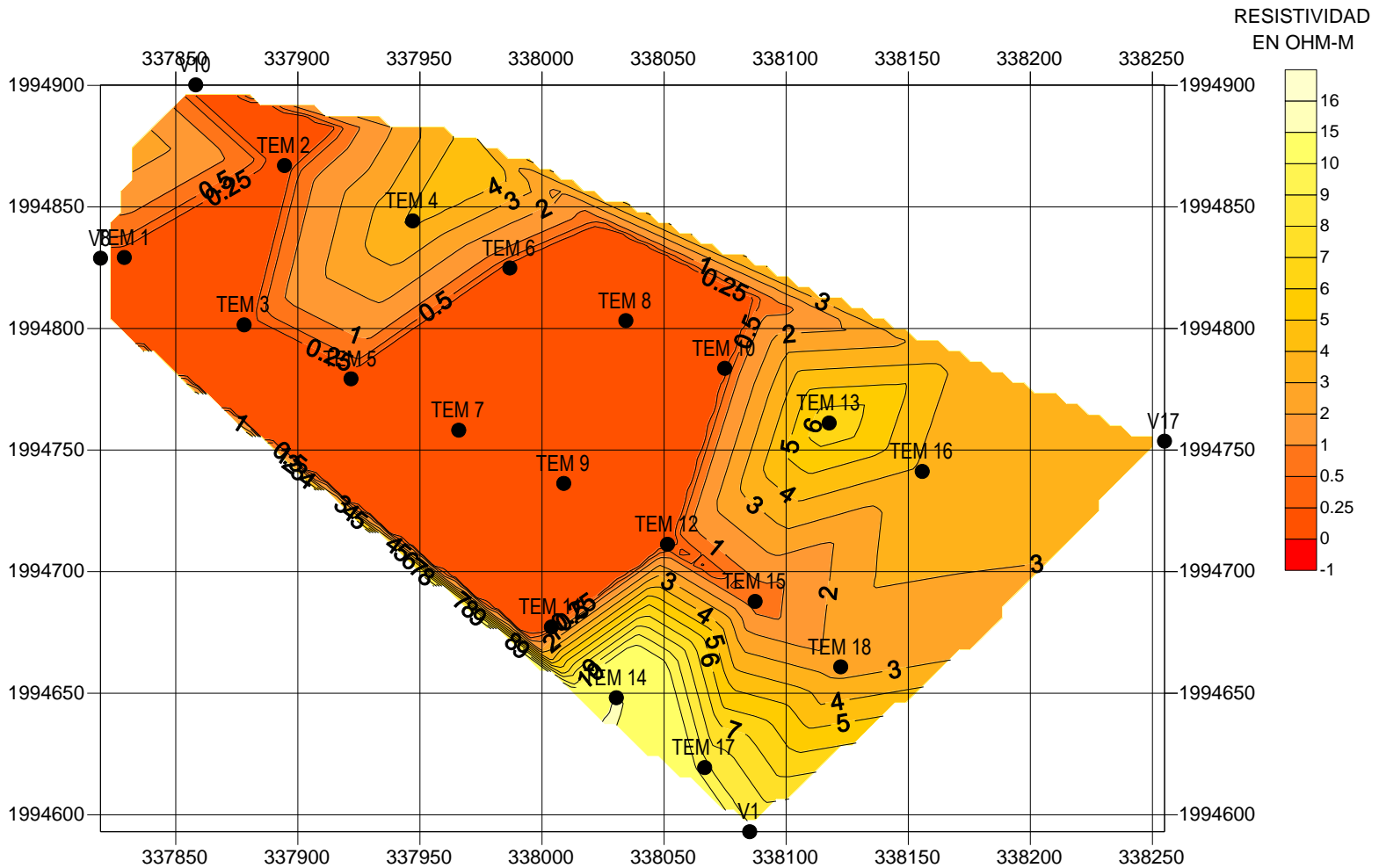
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 15 m DE PROFUNDIDAD



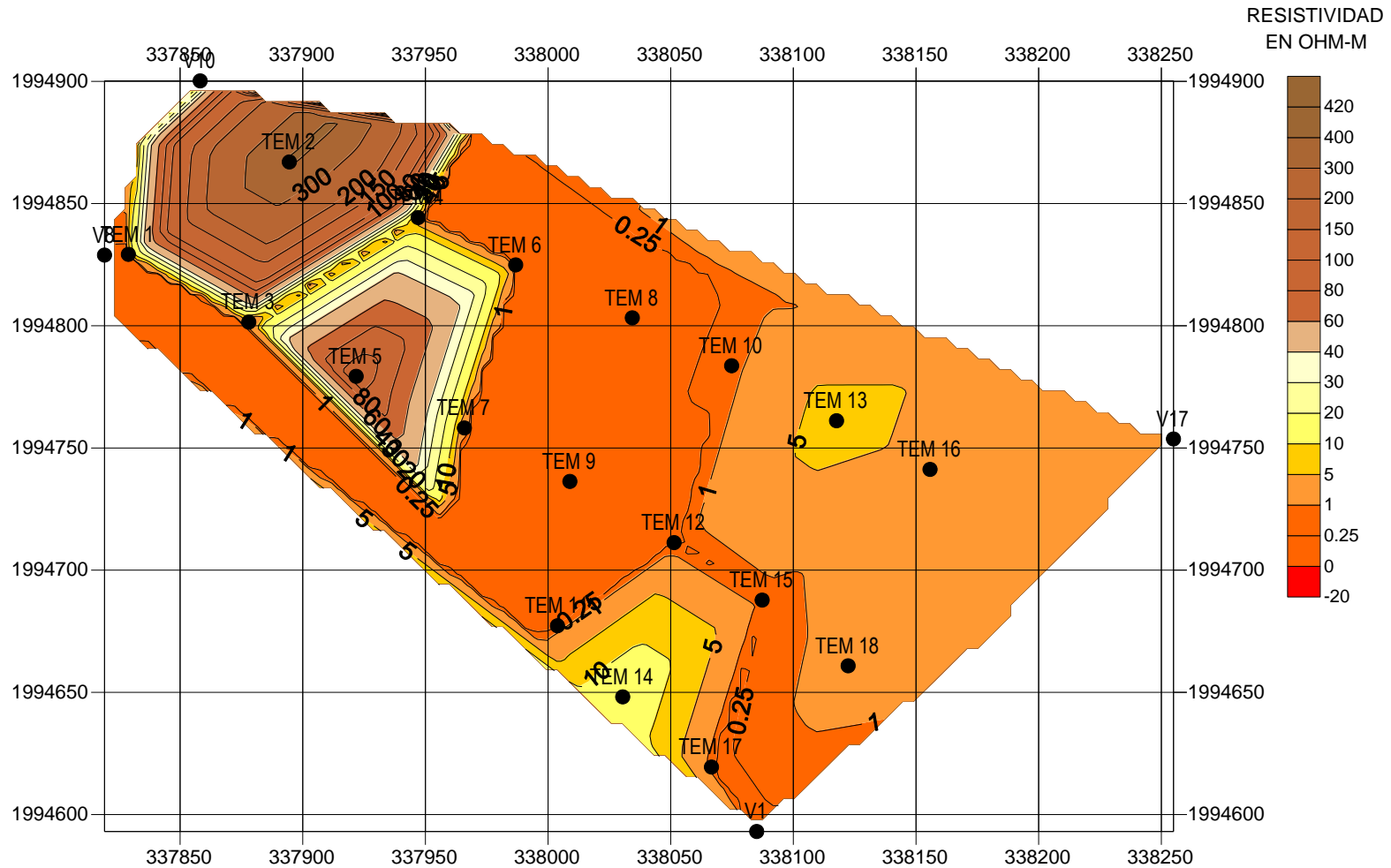
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 20 m DE PROFUNDIDAD



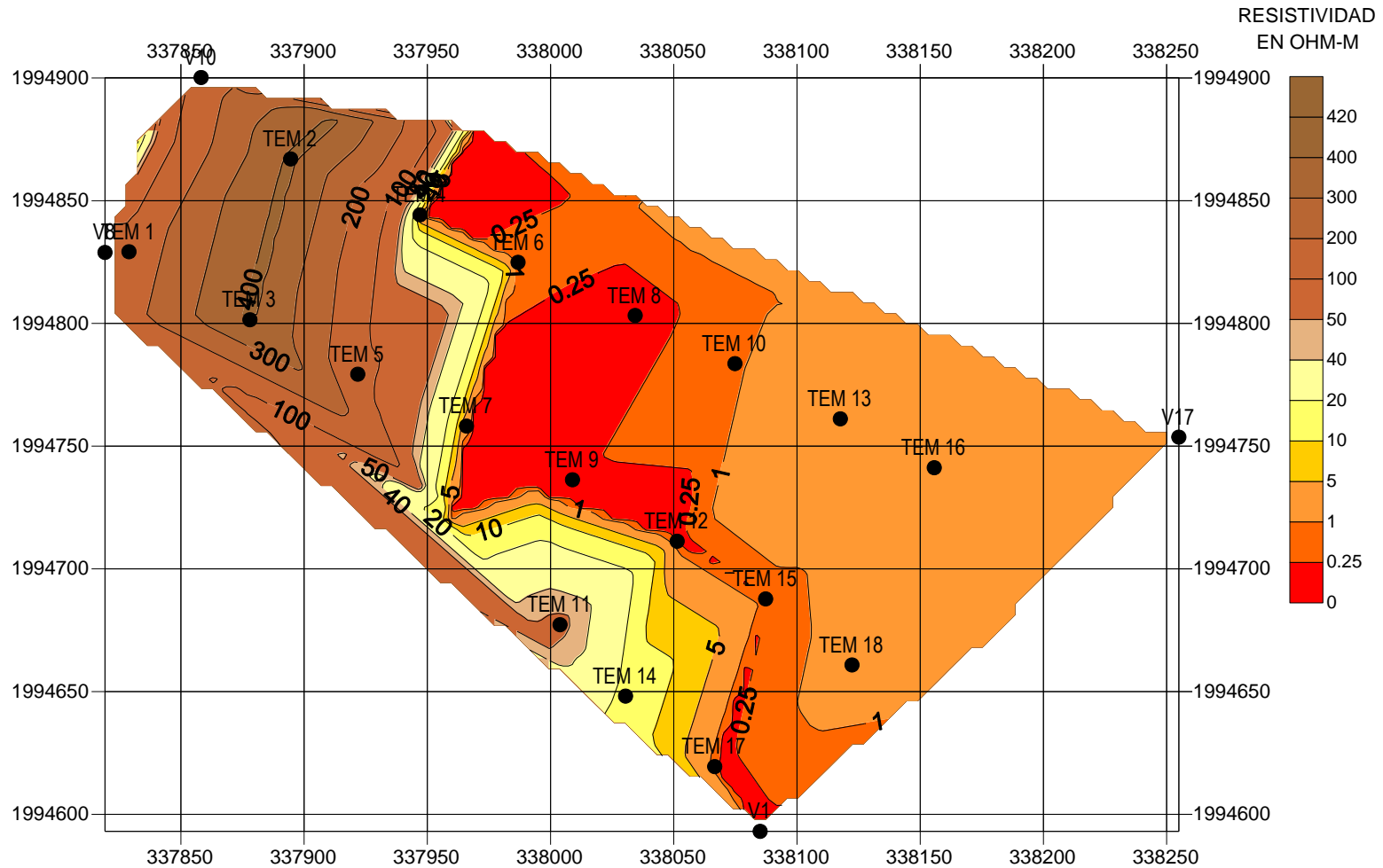
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 25 m DE PROFUNDIDAD



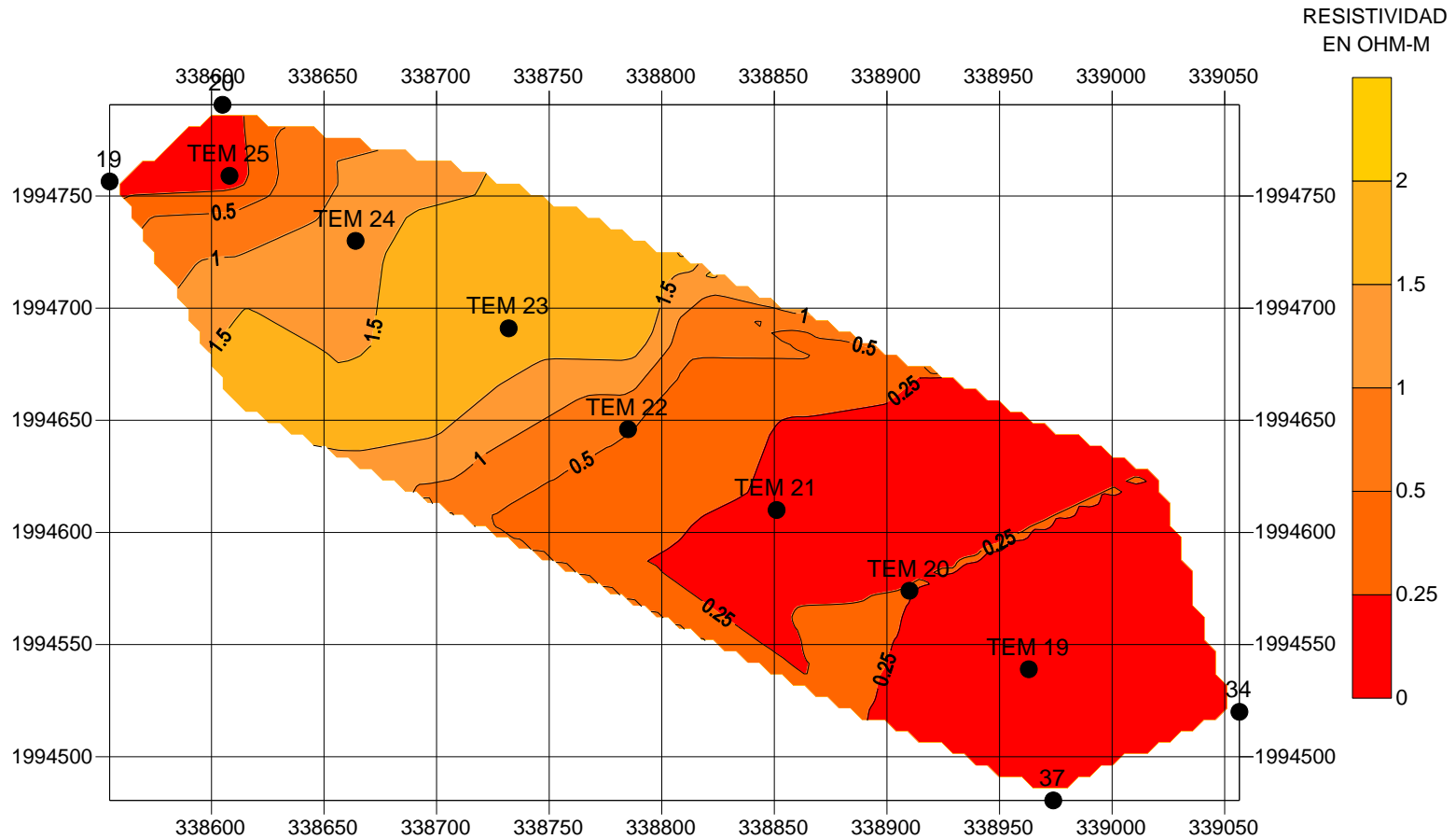
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 2 m DE PROFUNDIDAD BASURERO LAS MATAS COATZA



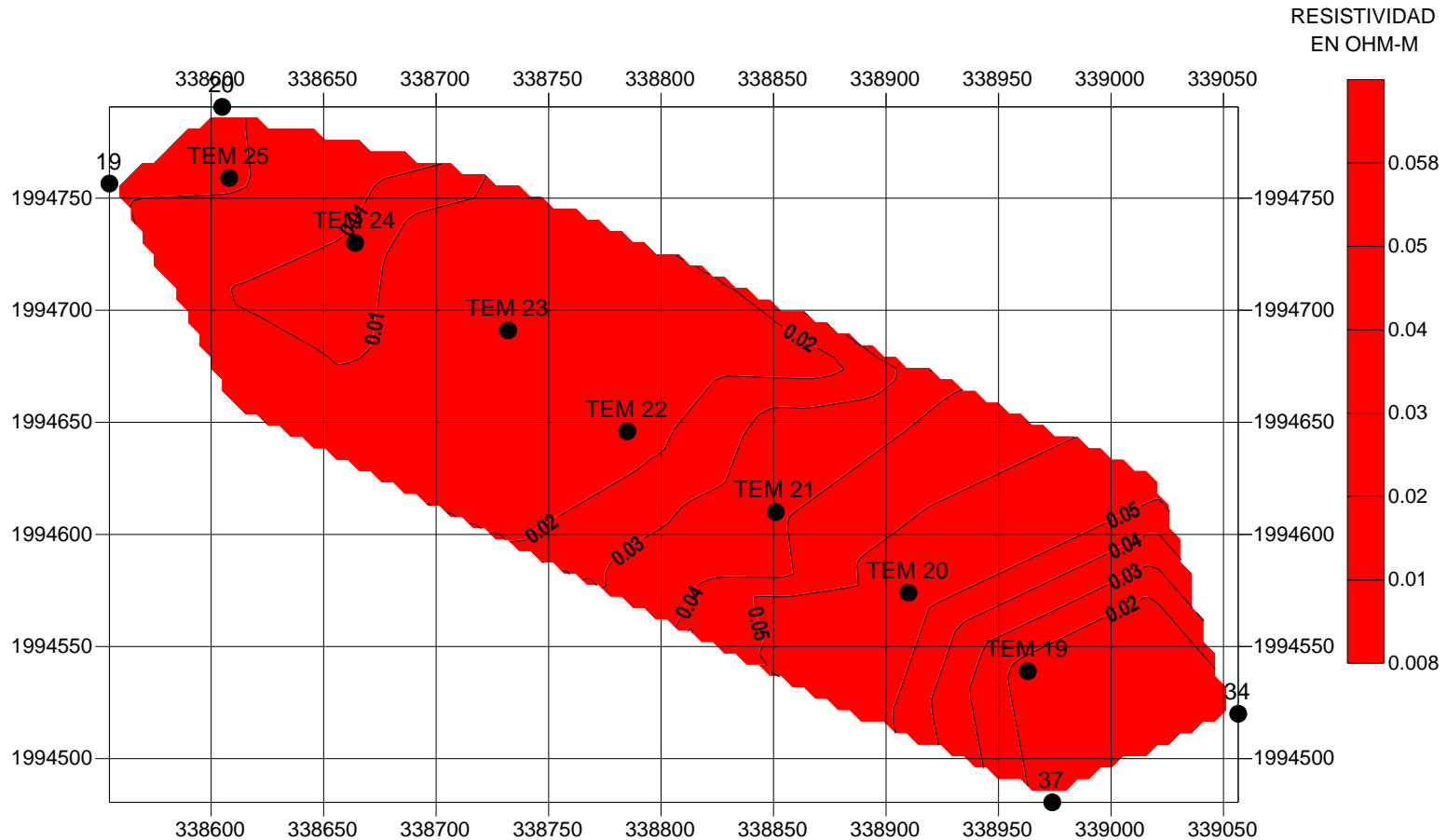
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 5 m DE PROFUNDIDAD BASURERO LAS MATAS COATZA



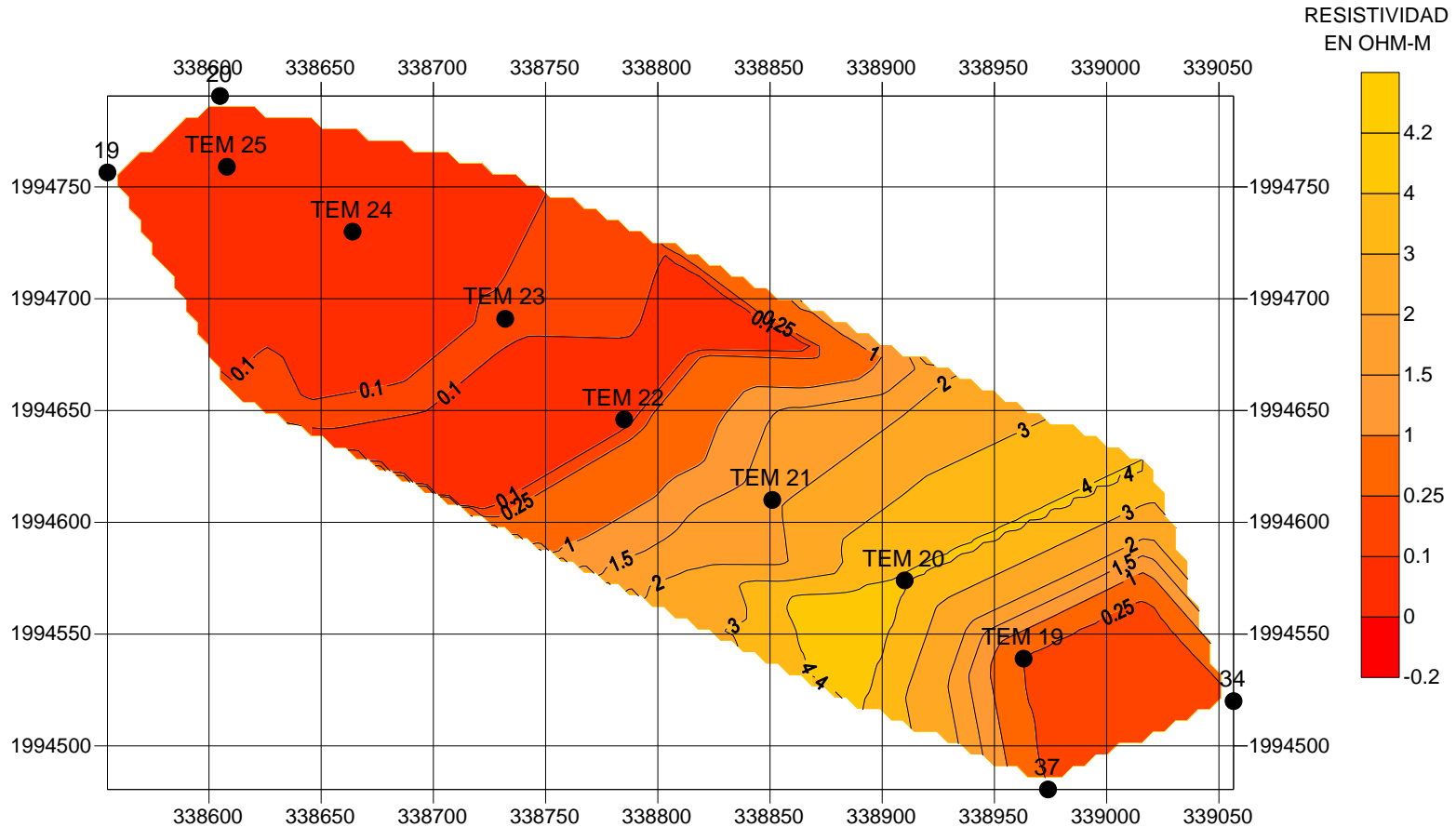
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 10 m DE PROFUNDIDAD BASURERO LAS MATAS COATZA



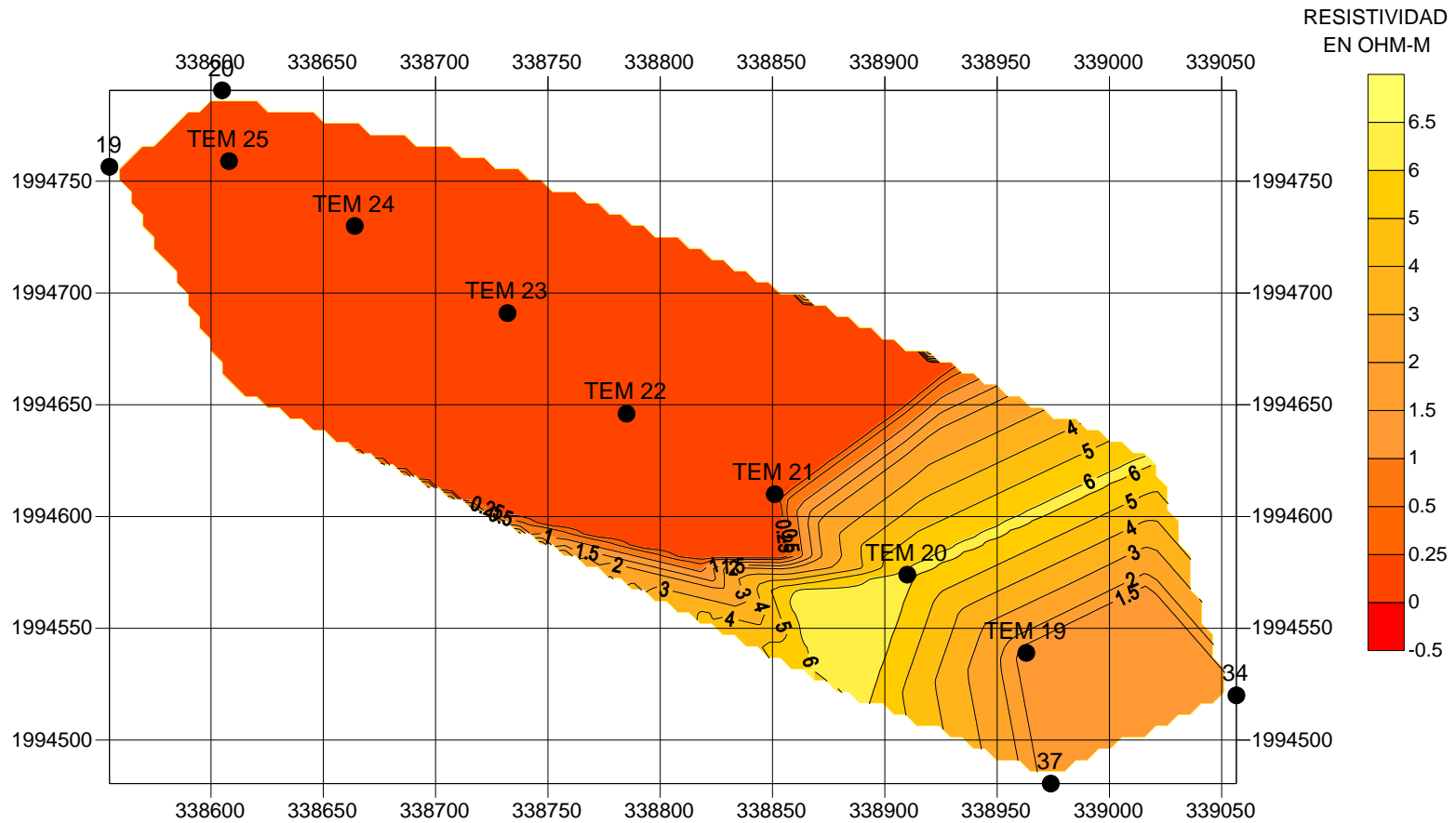
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



SECCIÓN HORIZONTAL A 15 m DE PROFUNDIDAD BASURERO LAS MATAS COATZA





Arquitectura del Medio Ambiente

C O N S U L T O R E S A M B I E N T A L E S

MODELOS DE INVERSIÓN

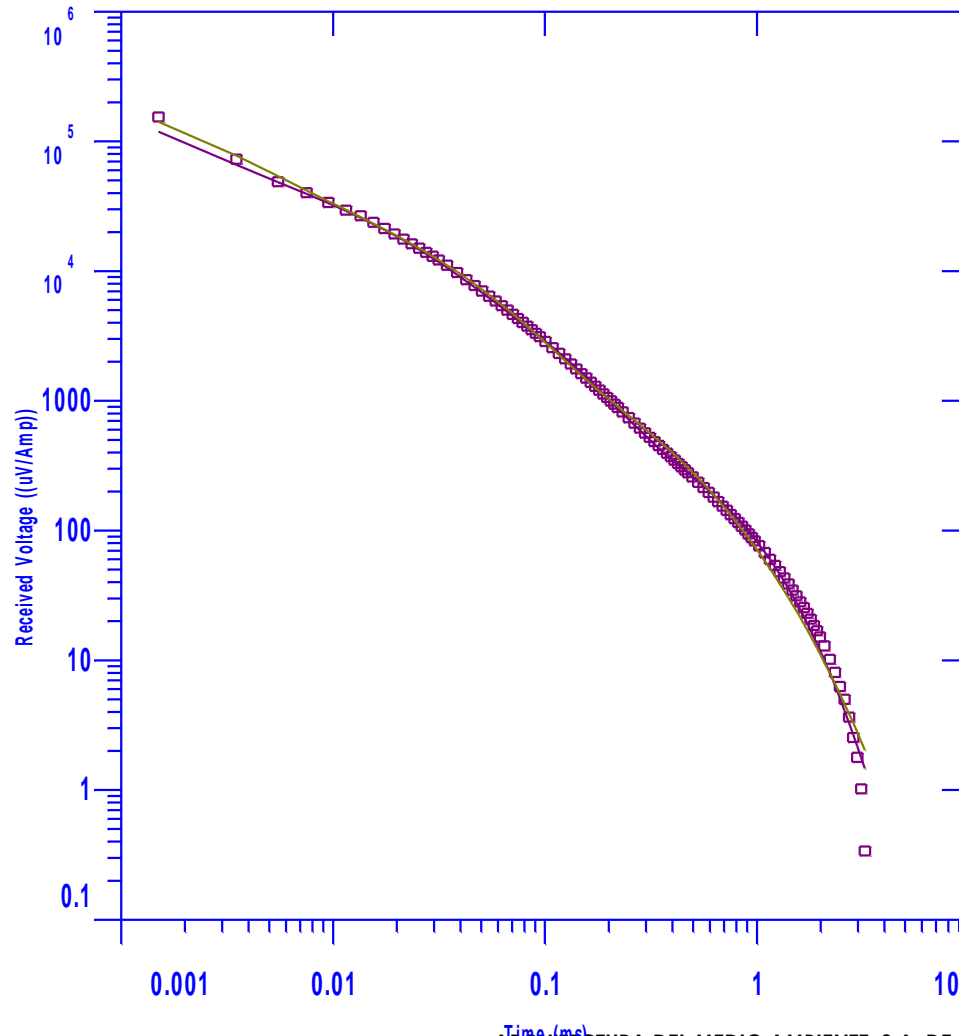
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

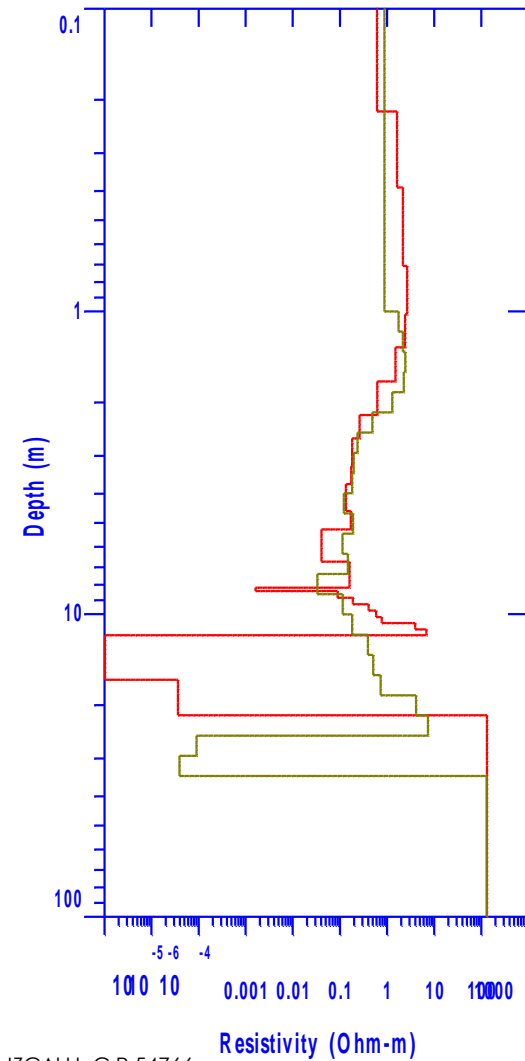
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 1 Minatitlán

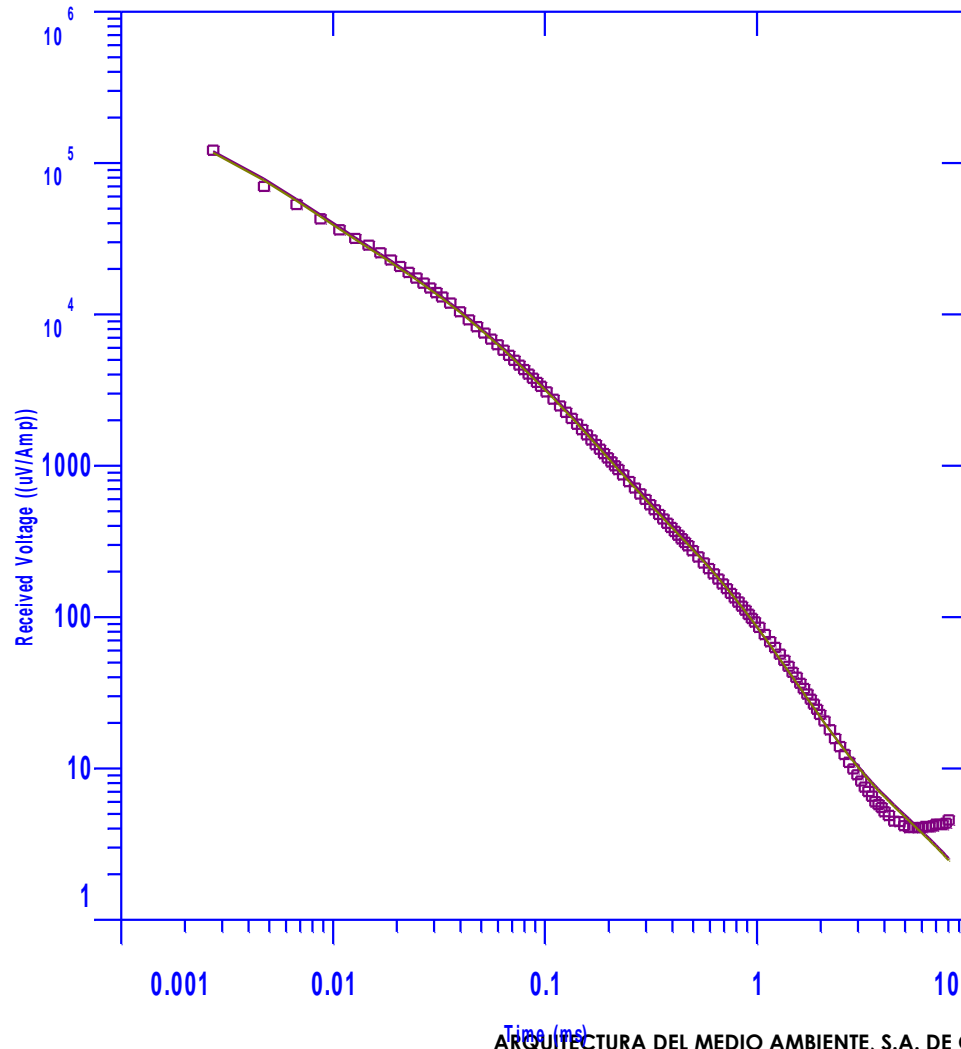


GPMA, SC

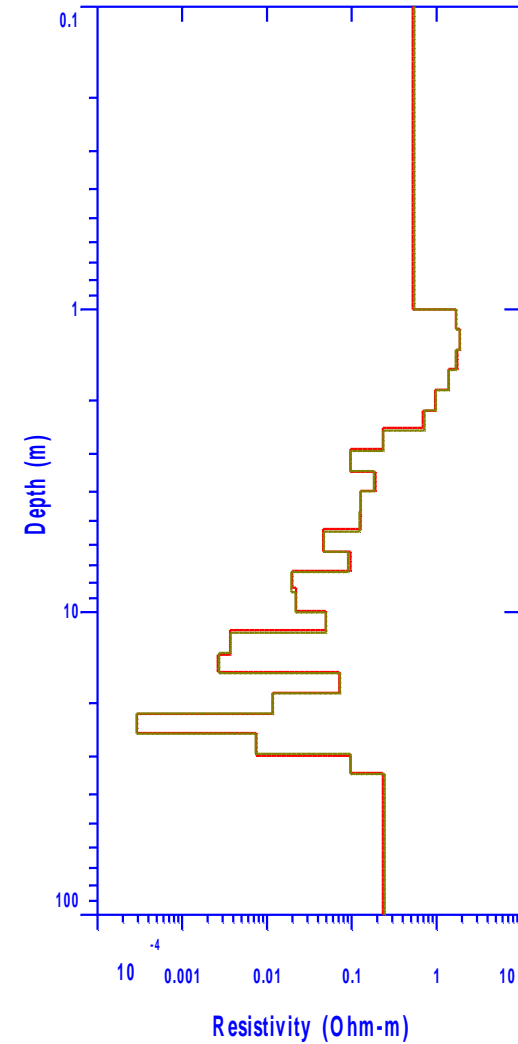




TEM 2 Minatitlán

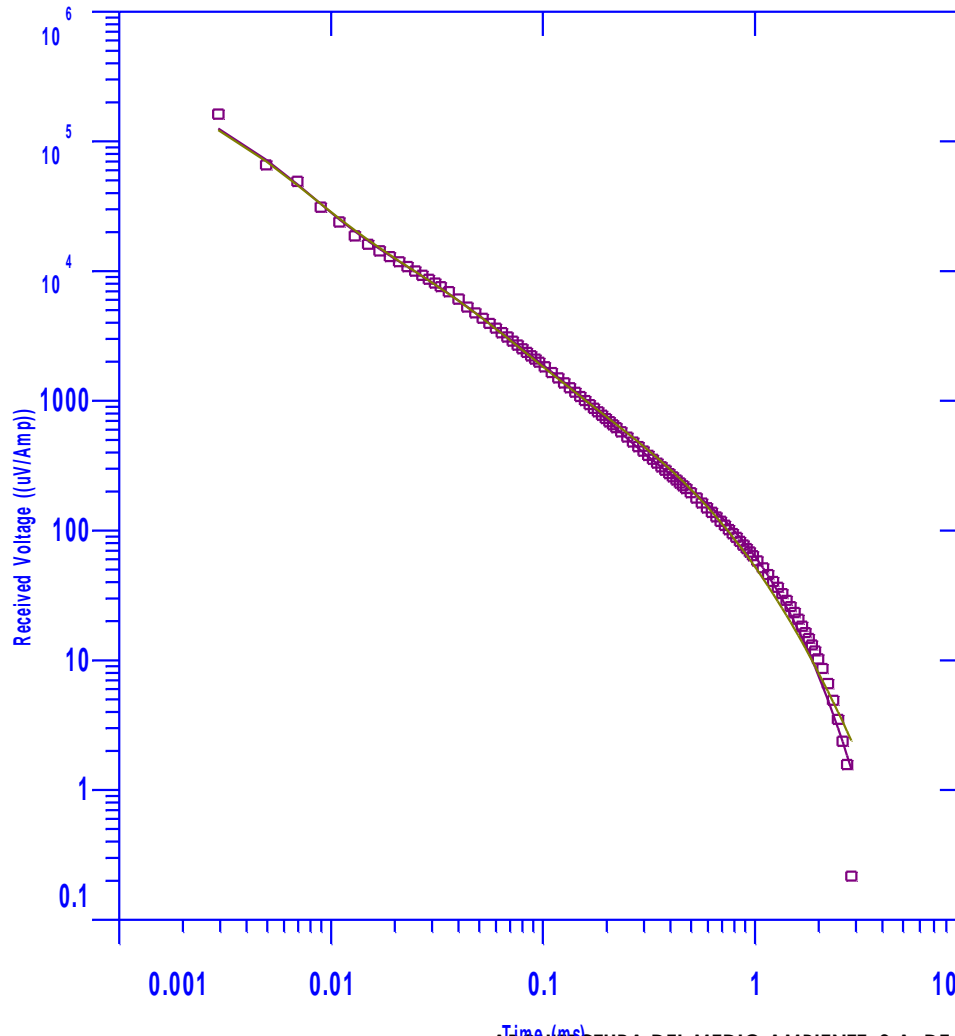


GPMA, SC

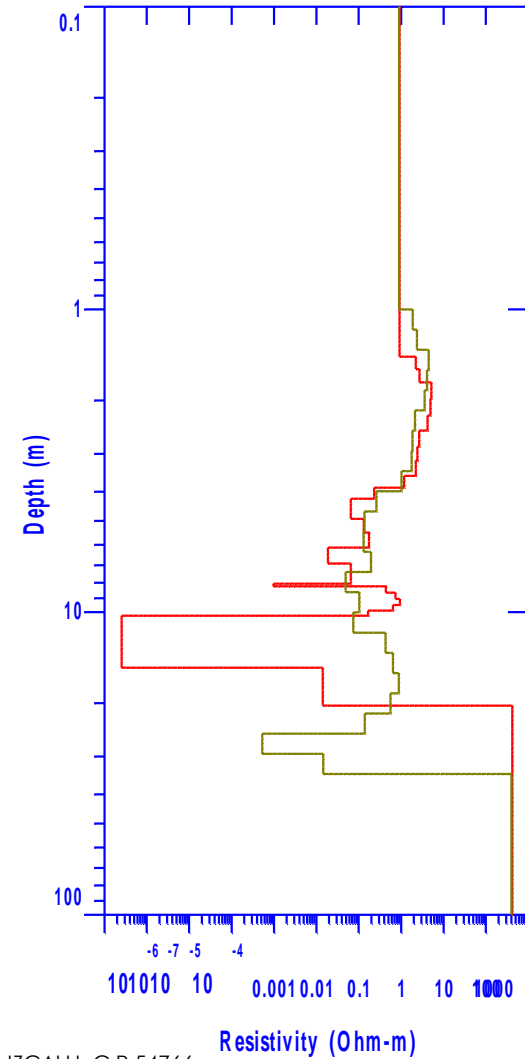




TEM 3 Minatitlán



GPMA, SC



Time (ms)

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

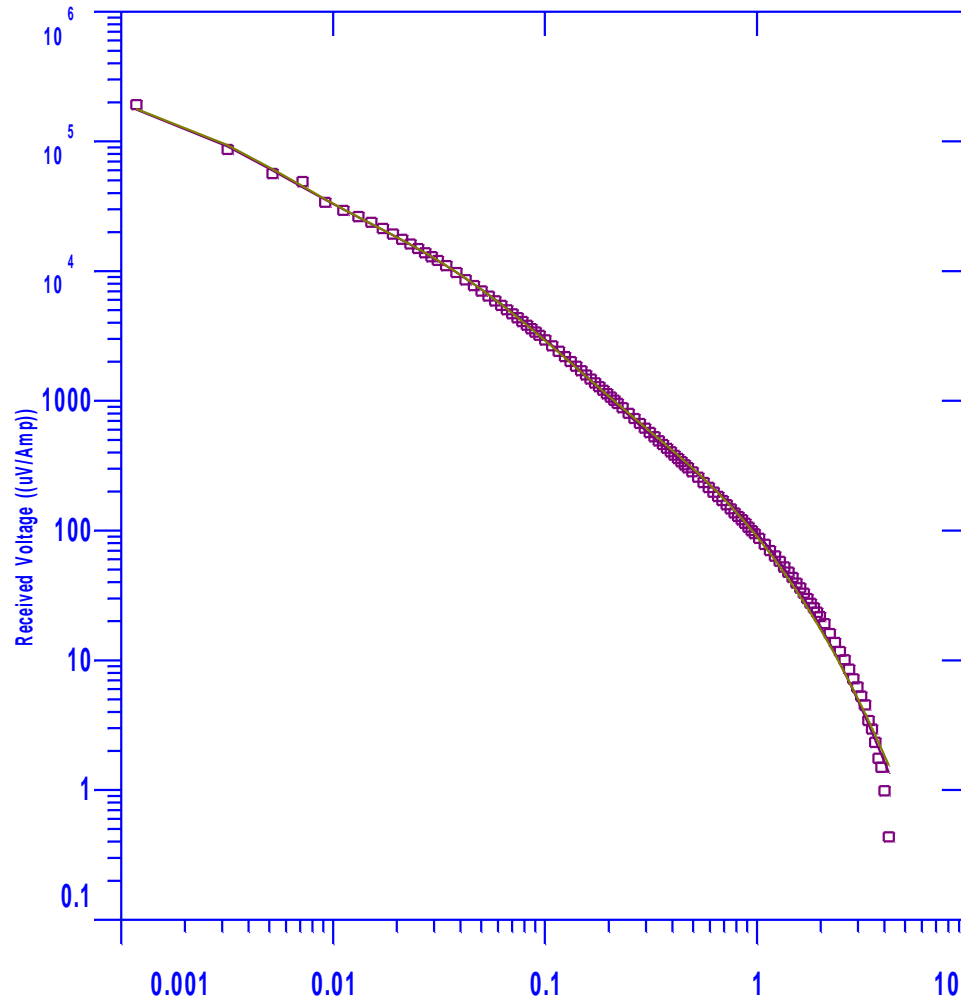
BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com

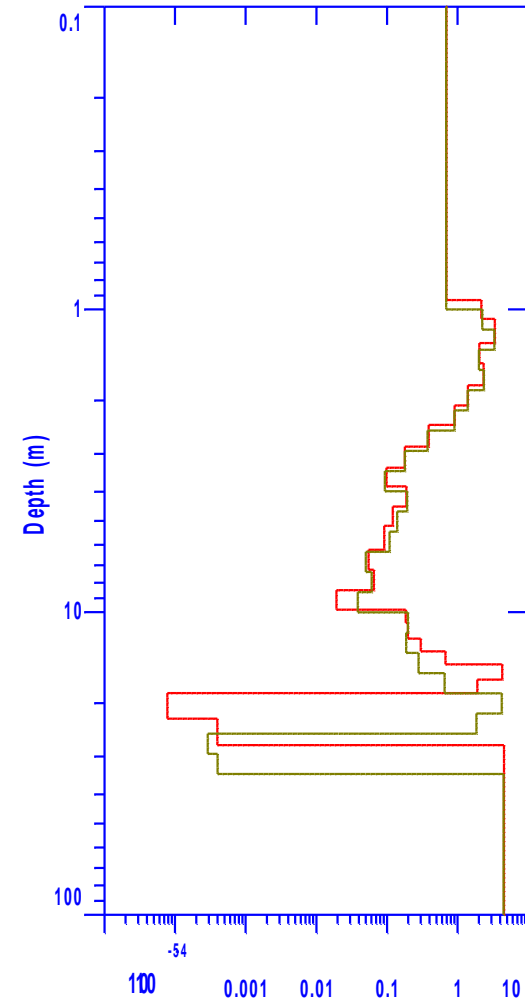
Resistivity (Ohm-m)



TEM 4 Minatitlán



GPMA, SC



Time (ms)

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

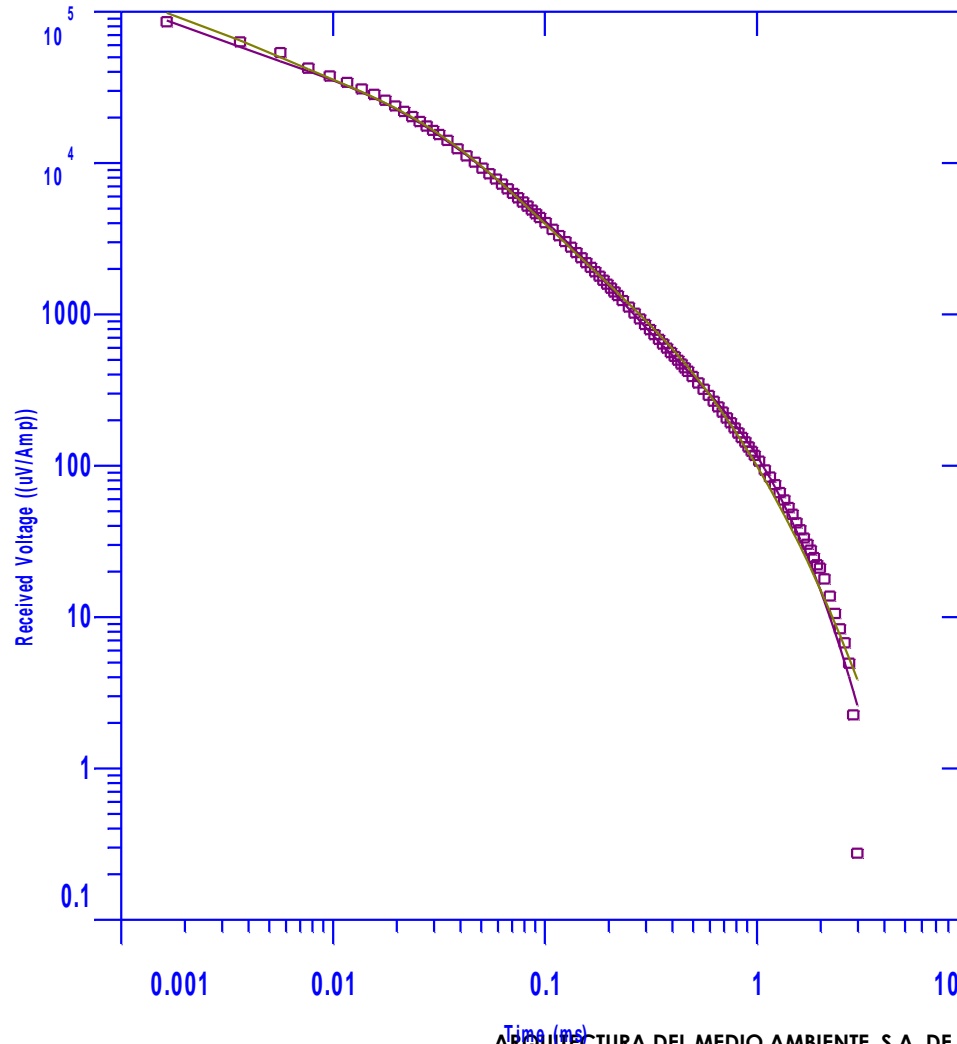
BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com

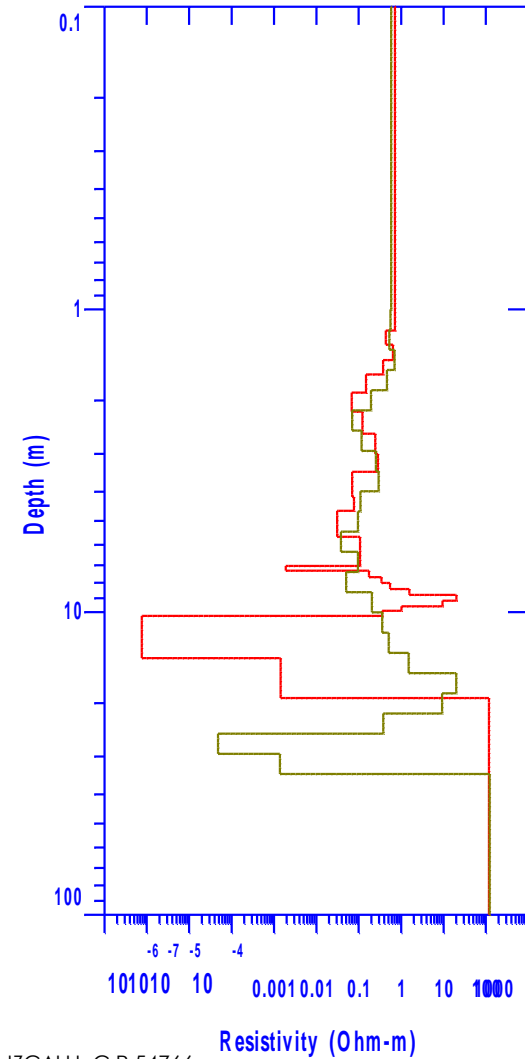
Resistivity (Ohm-m)



TEM 5 Minatitlán

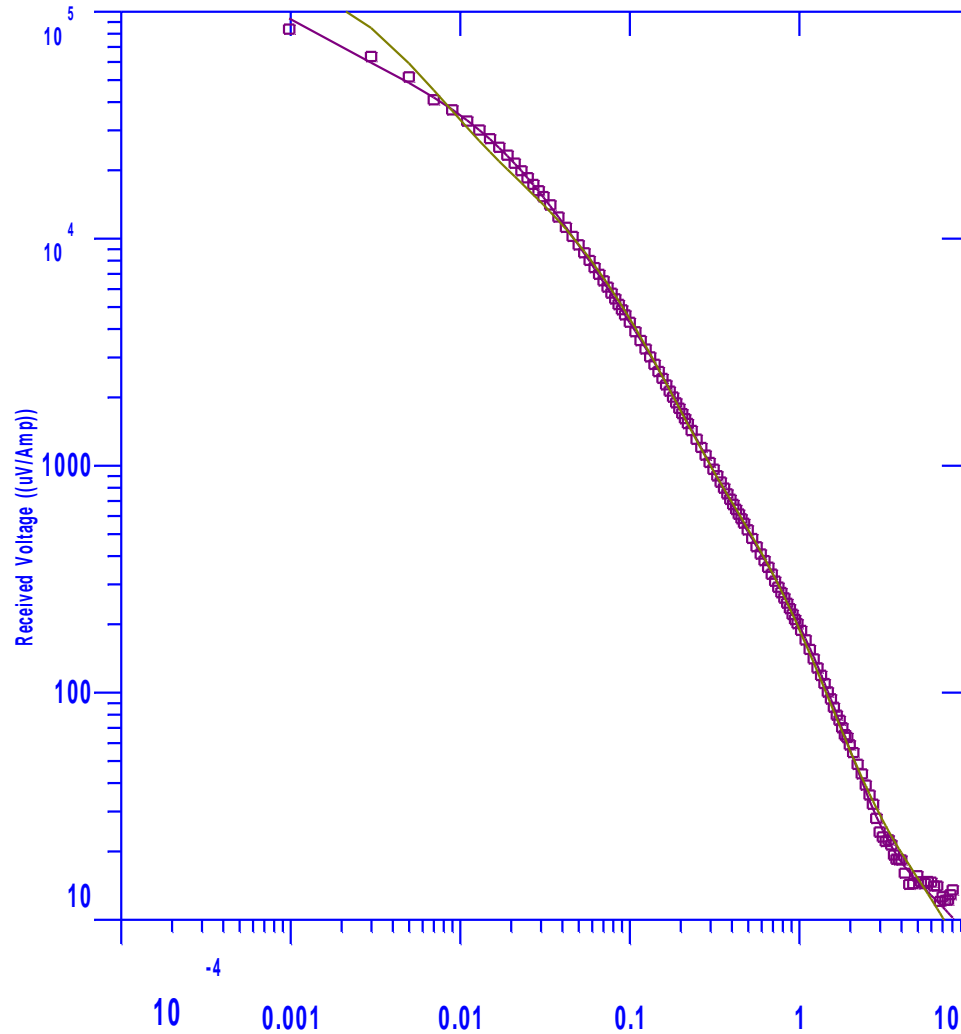


GPMA, SC

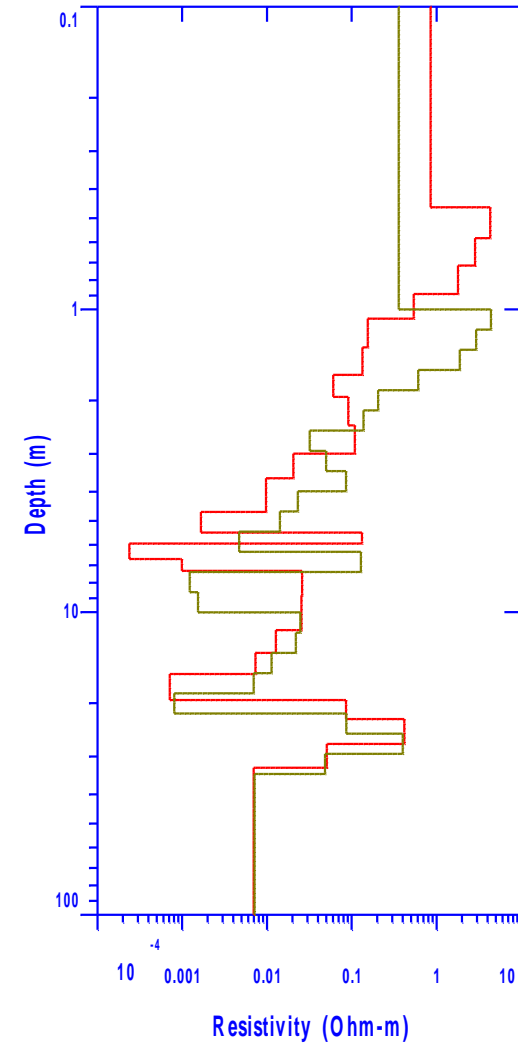




TEM 6 Basurero Las Matas

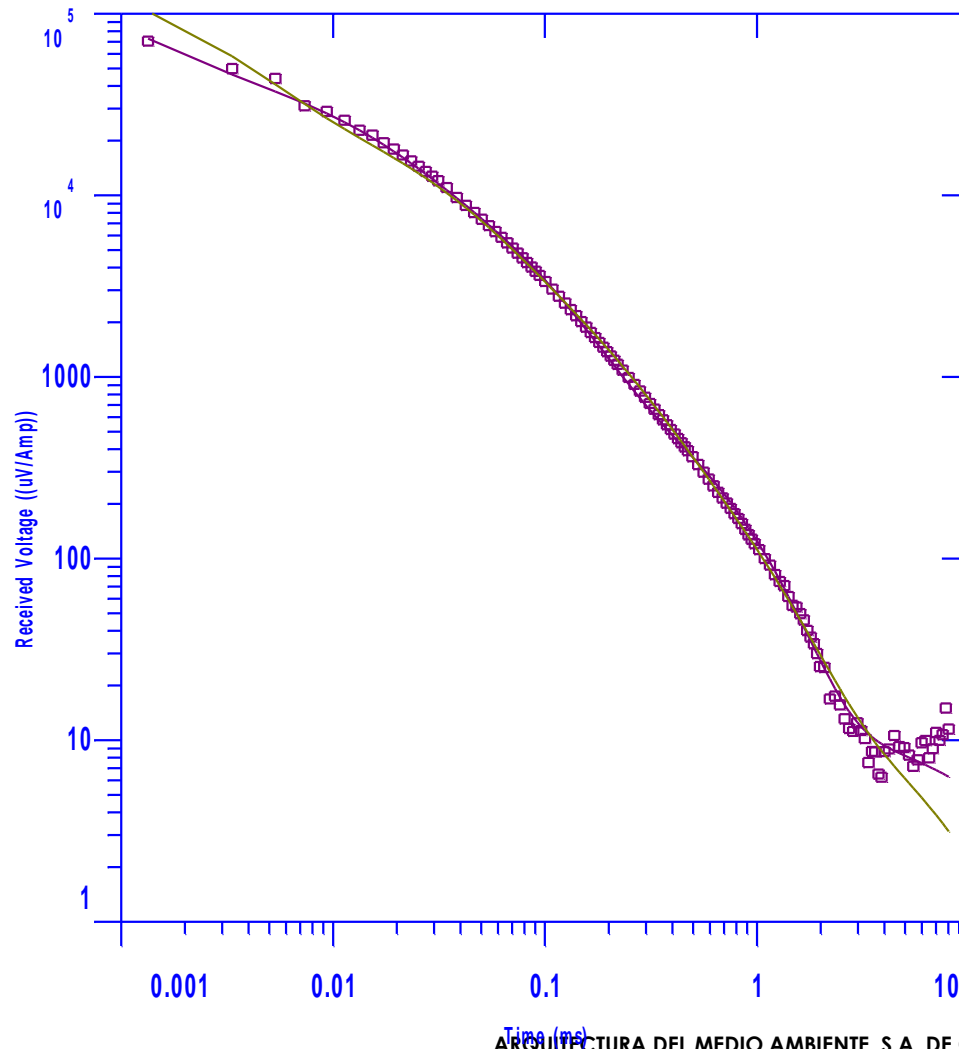


GPMA, SC

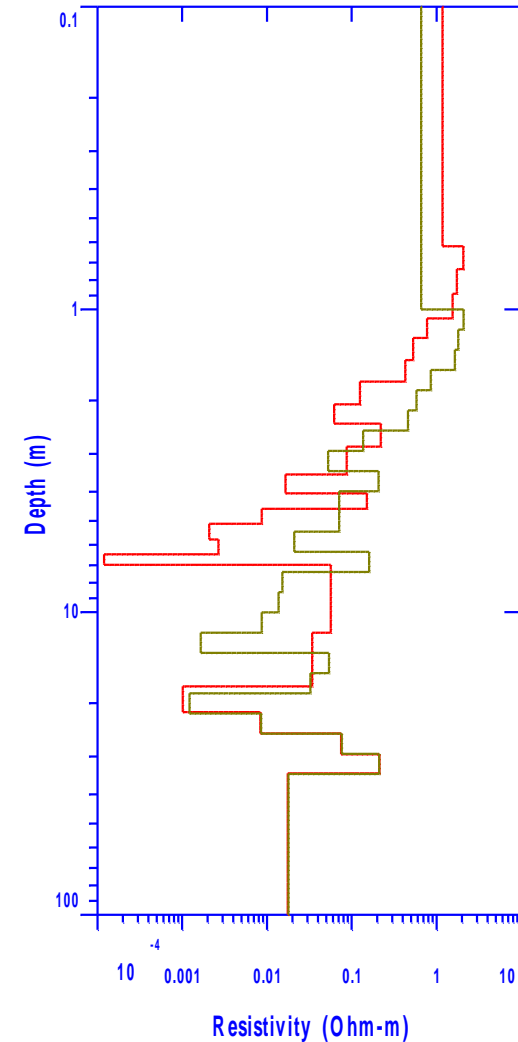




TEM 7 Basurero Las Matas

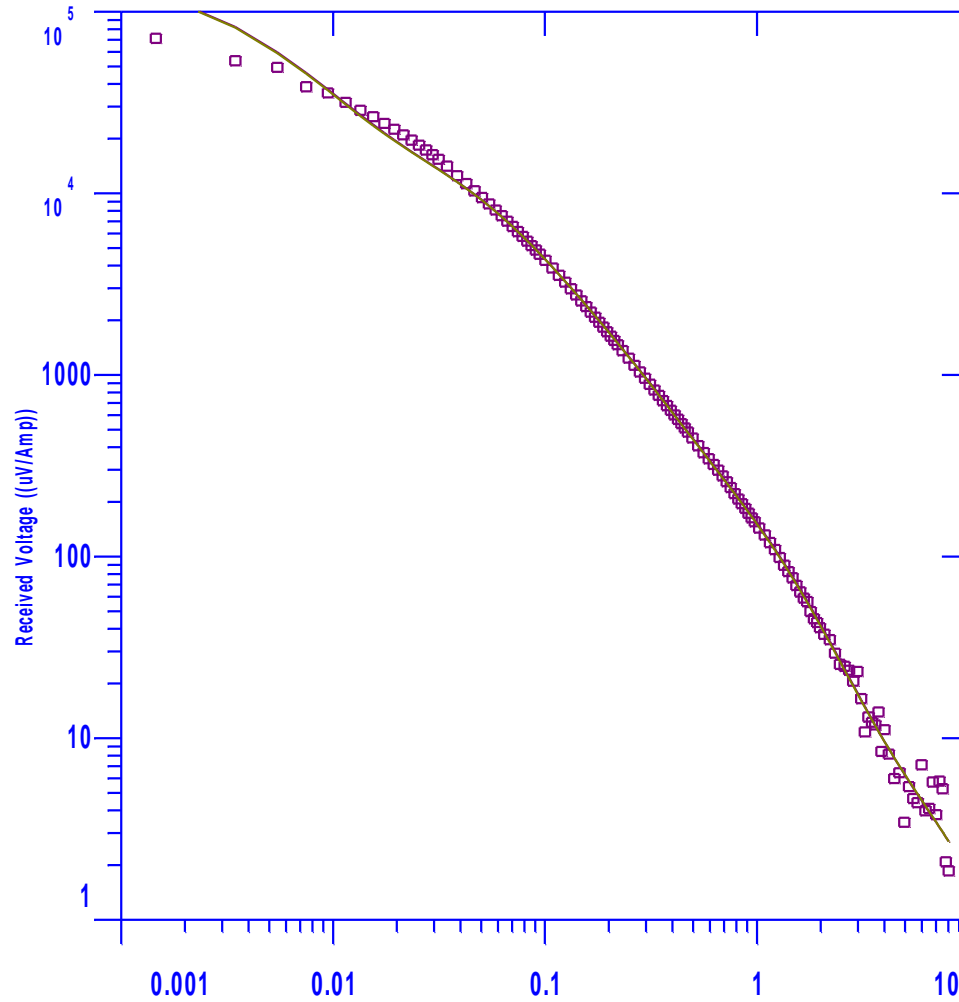


GPMA,SC

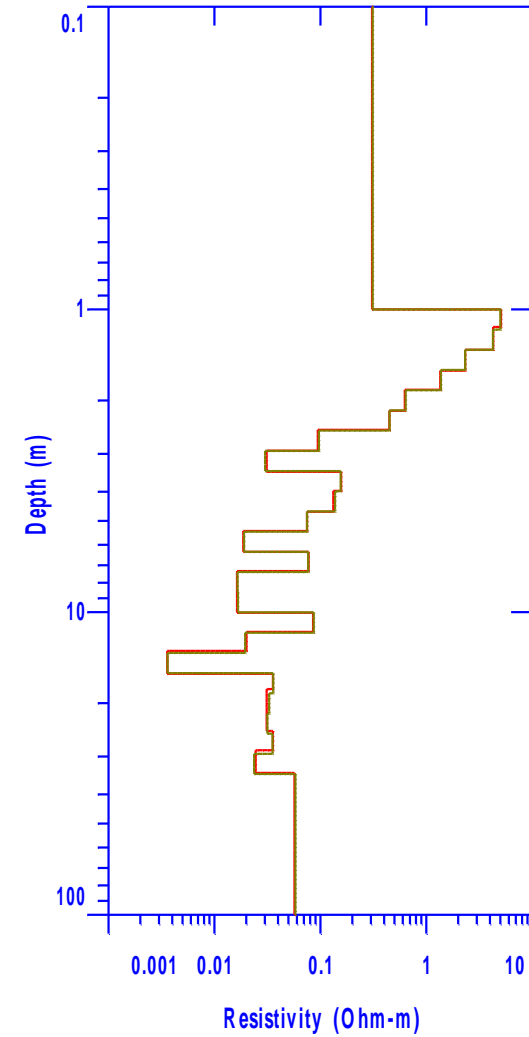




TEM 8 Basurero Las Matas



GPMA,SC



Time (ms)

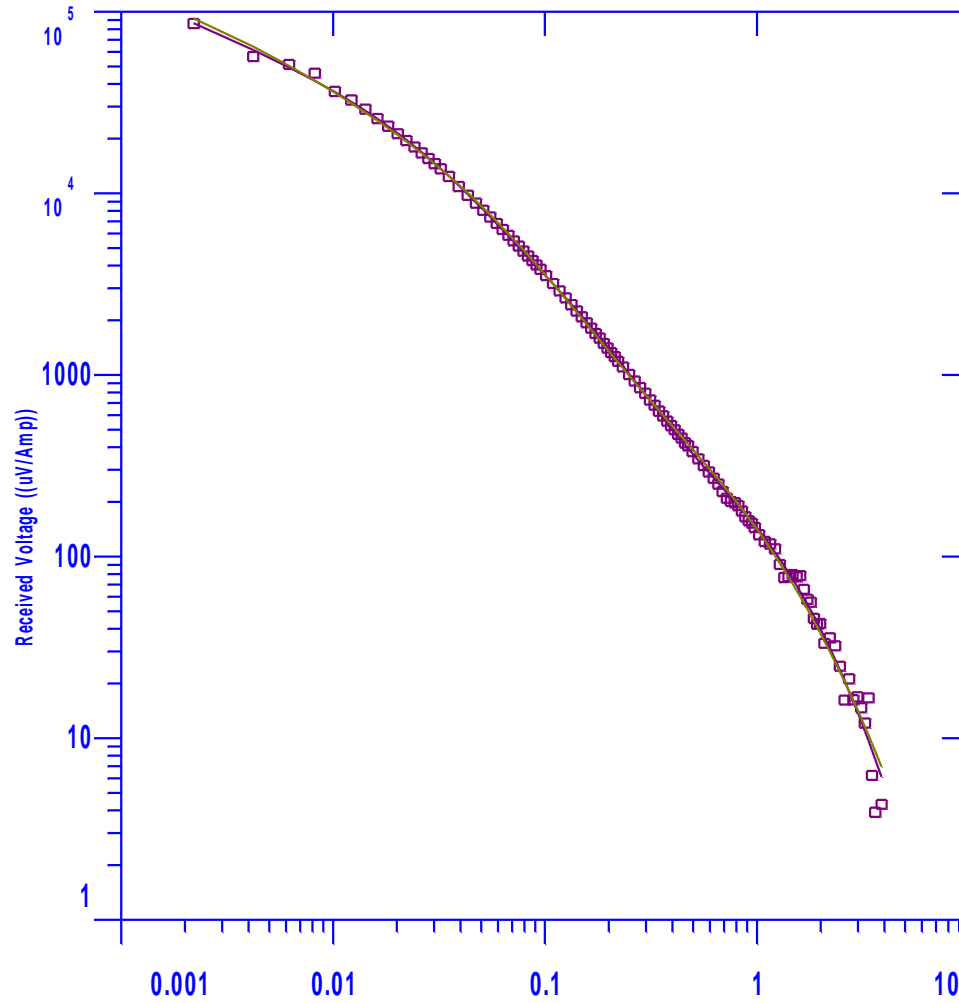
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

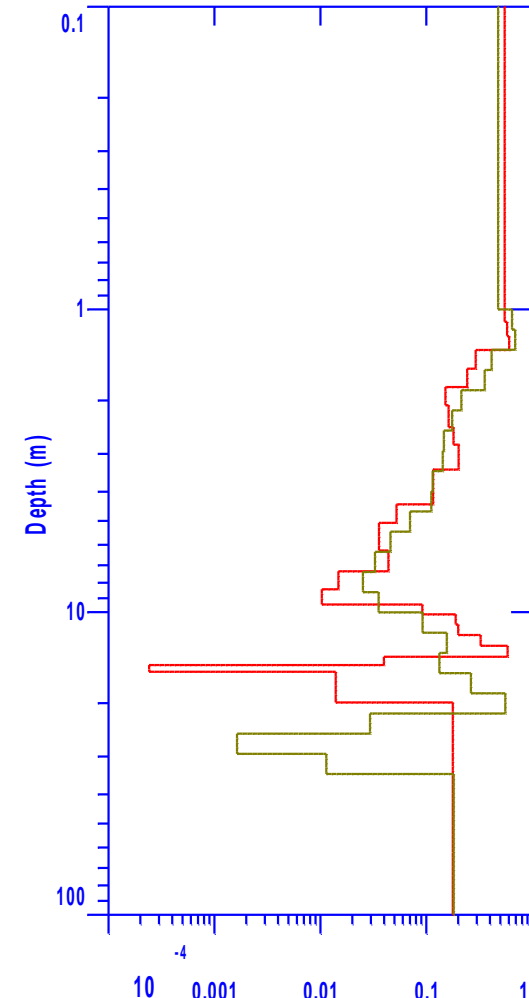
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 9 Basurero Las Matas



GPMA, SC



Time (ms)

ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

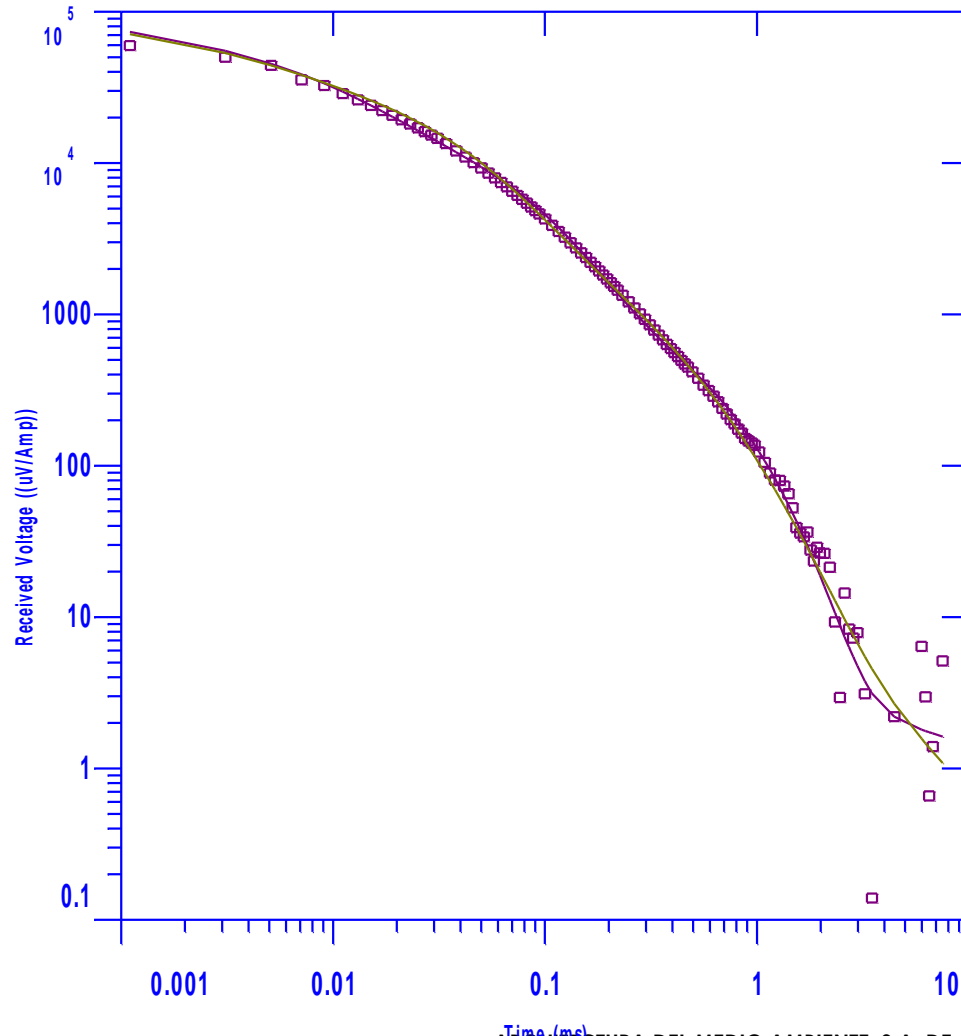
BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com

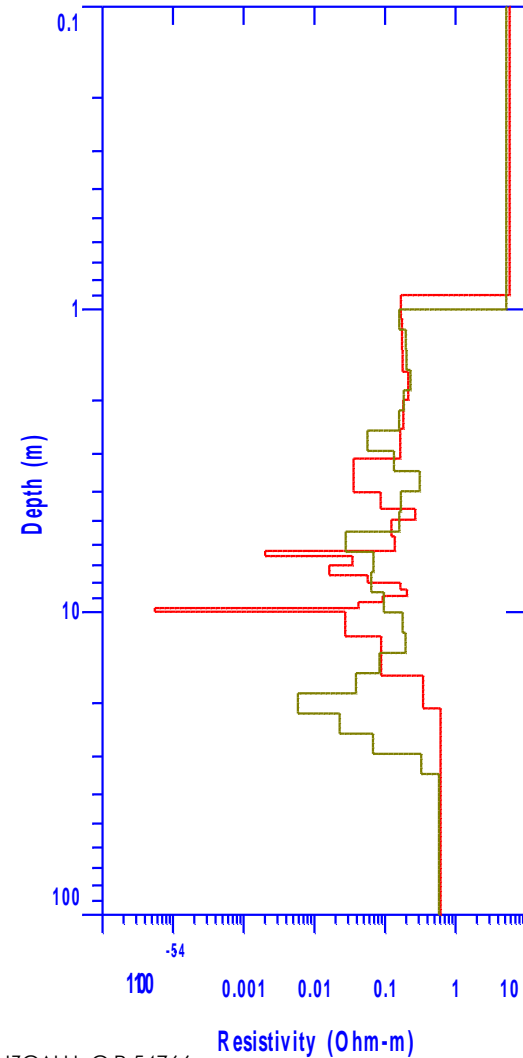
Resistivity (Ohm-m)



TEM 10 Basurero Las Mata

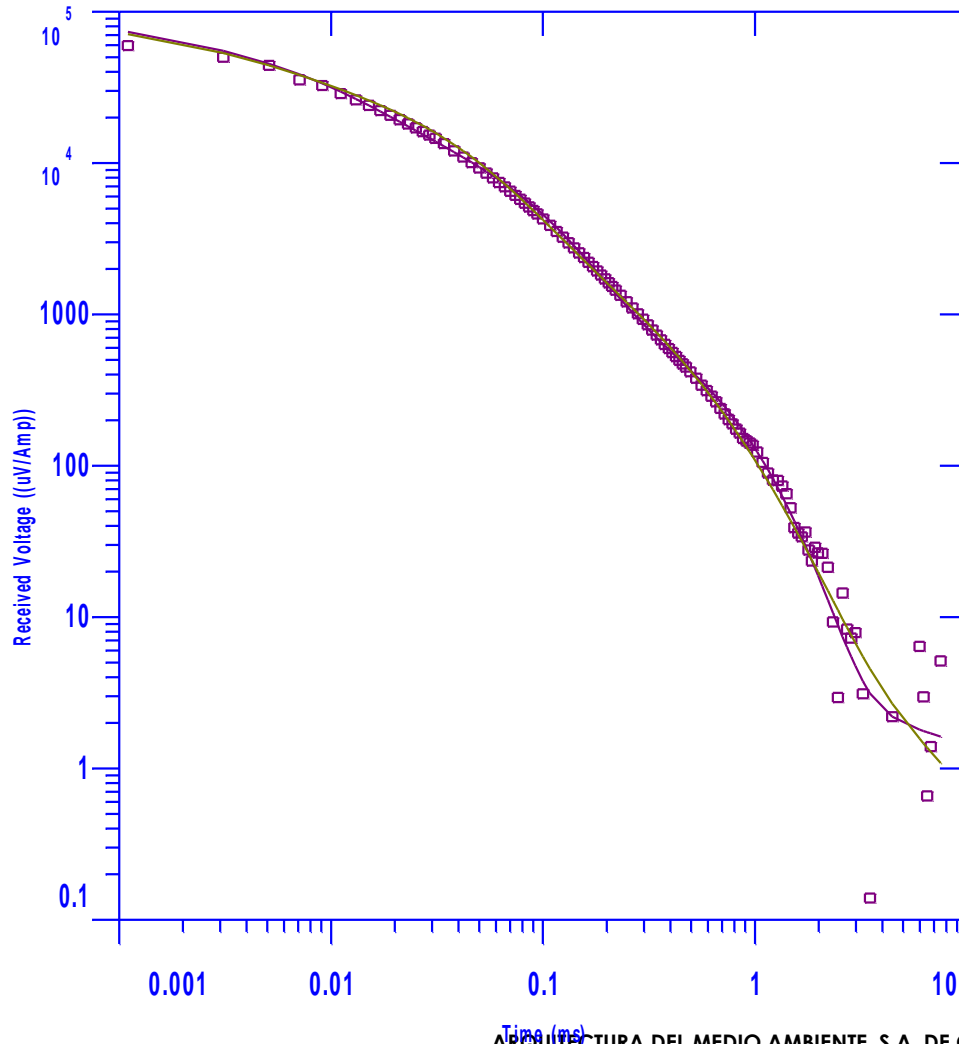


GPMA,SC

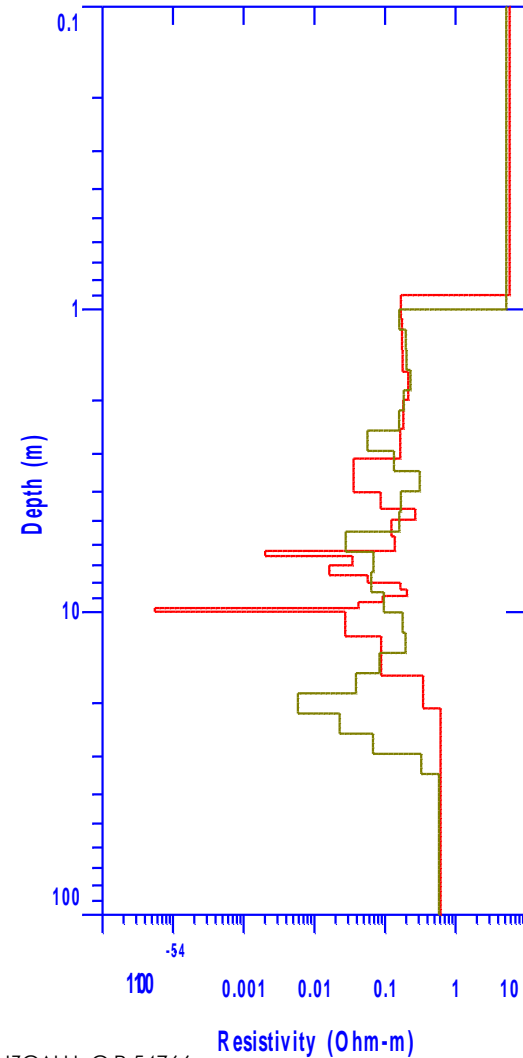




TEM 10 Basurero Las Mata

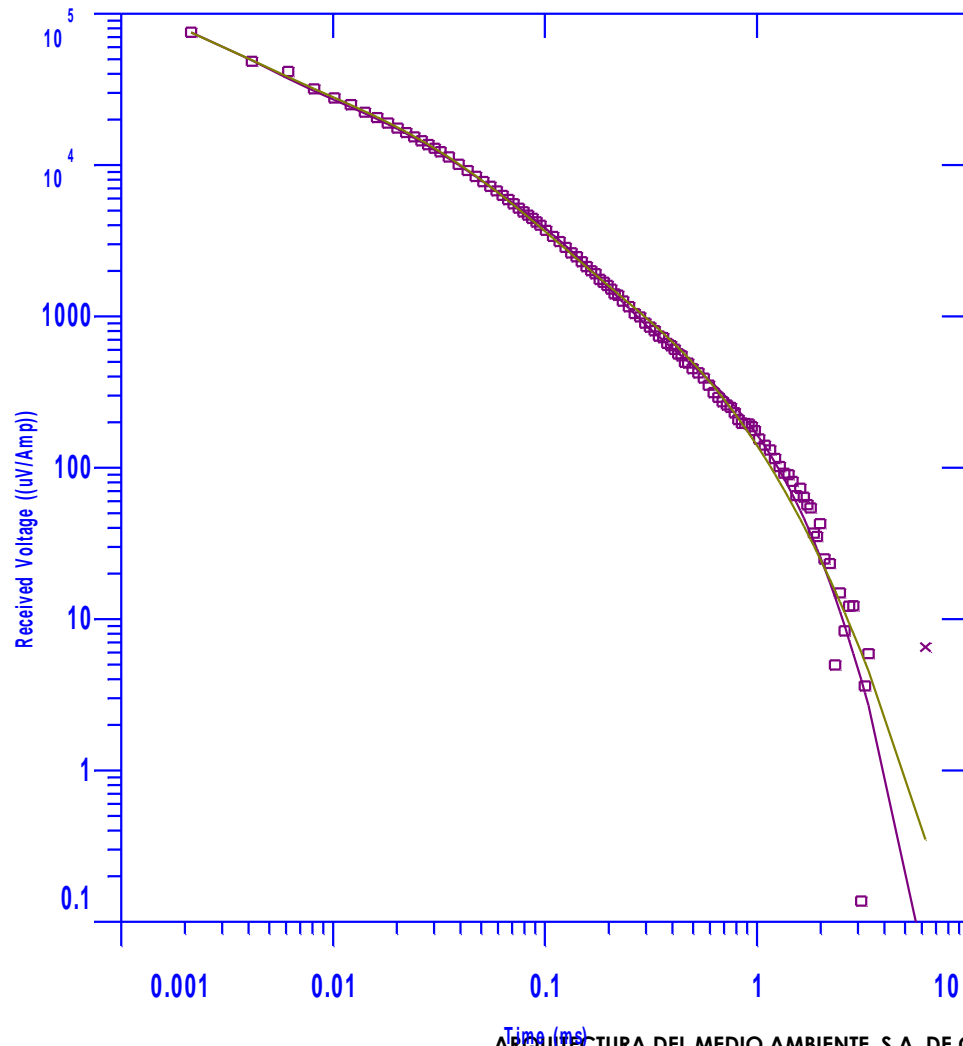


GPMA,SC

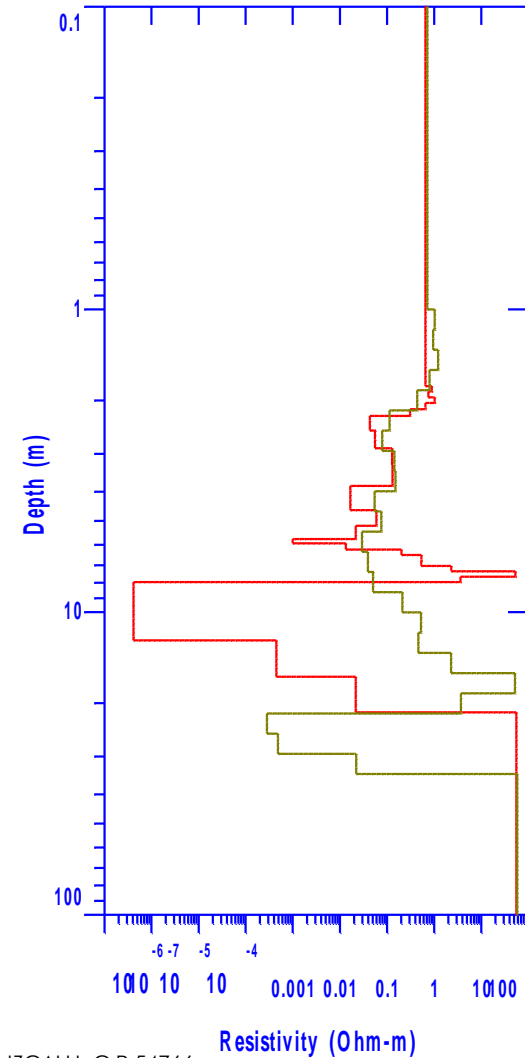




TEM 12 Basurero Las Mata

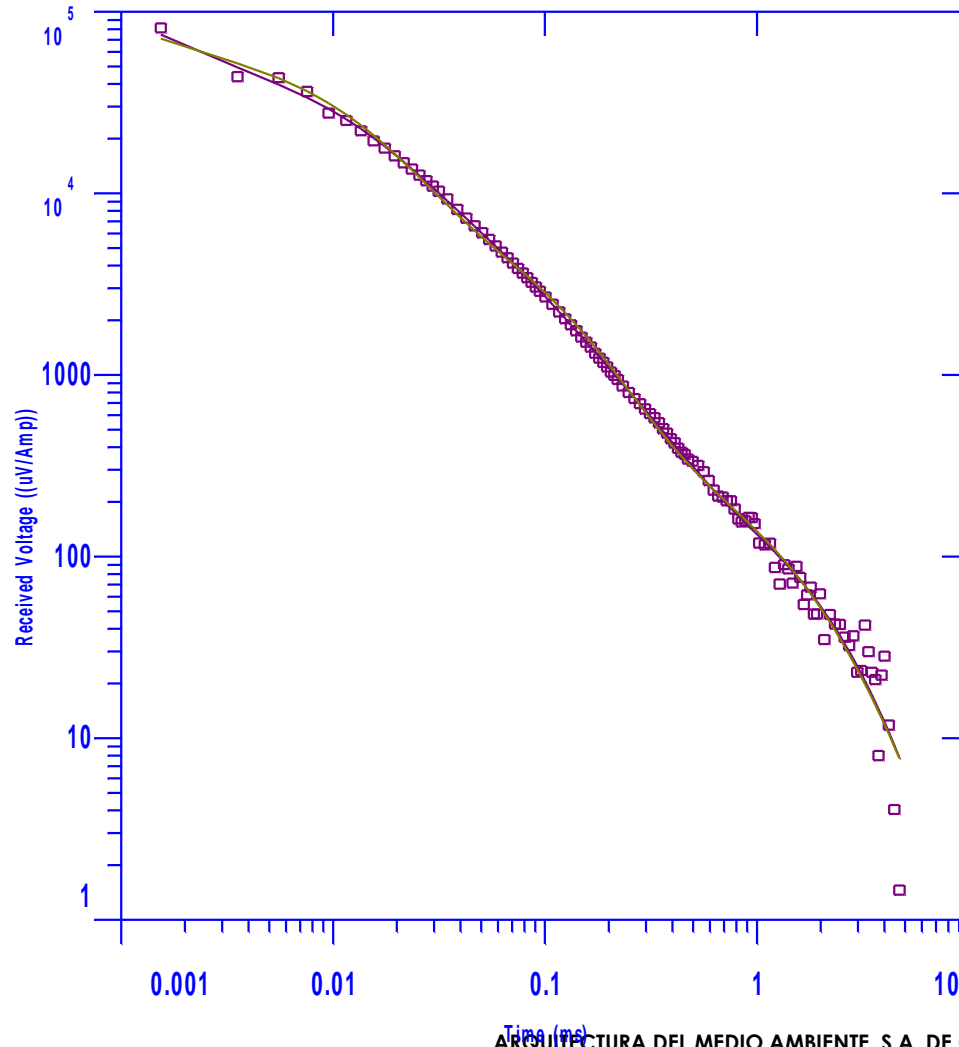


GPMA,SC

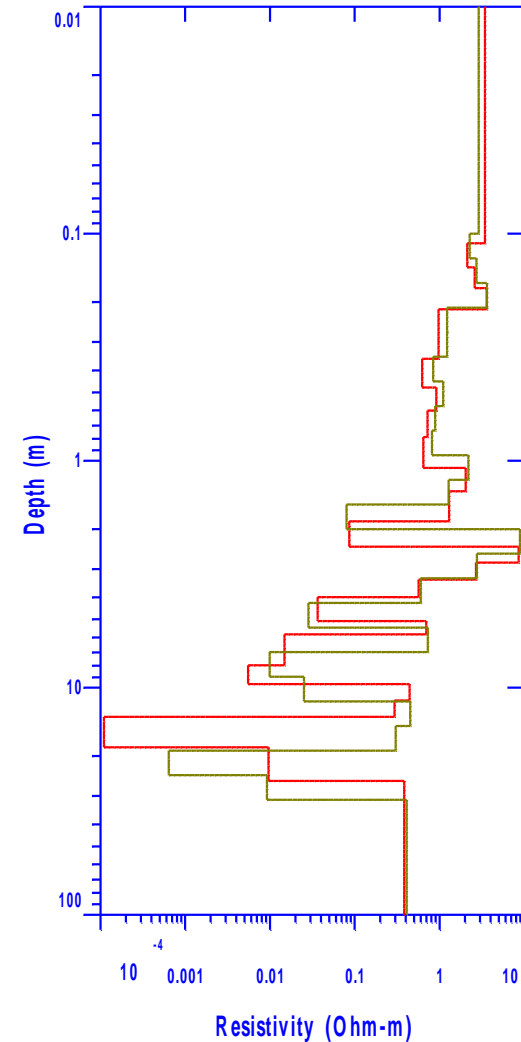




TEM 13 Basurero Las Mata

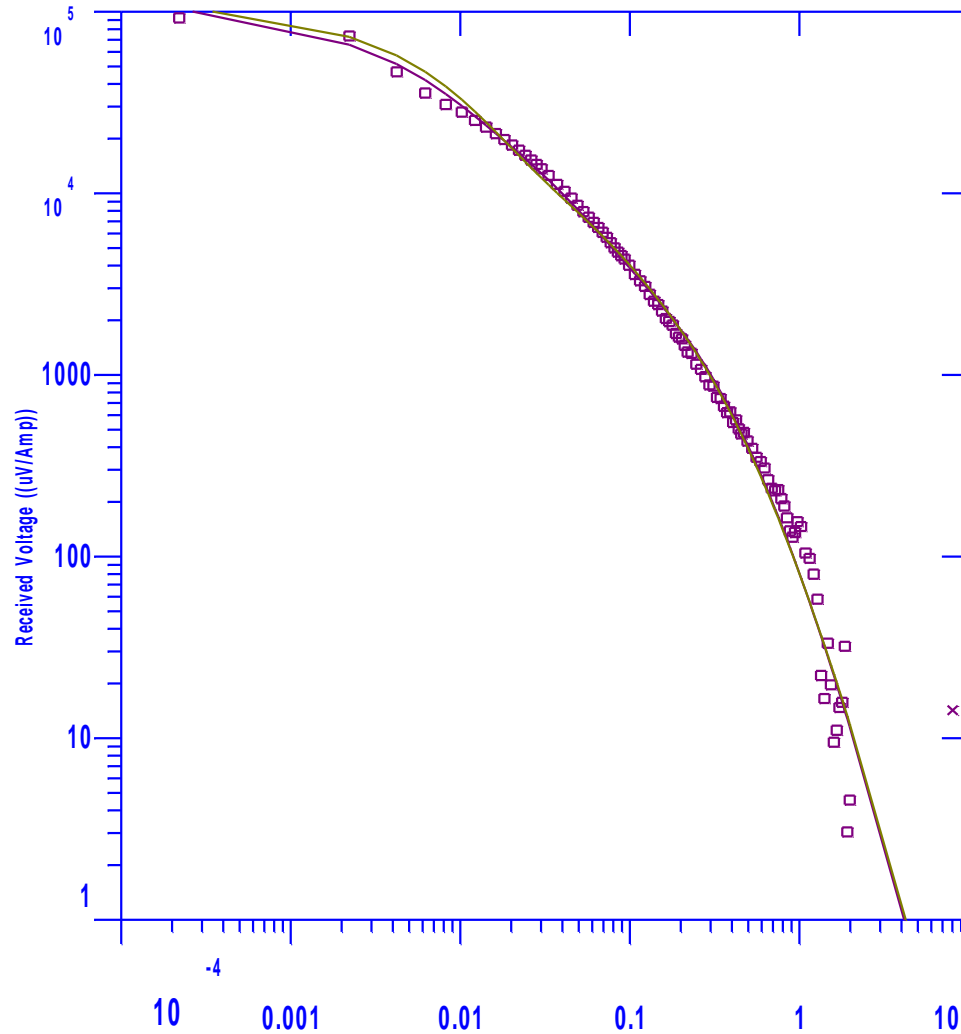


GPMA, SC

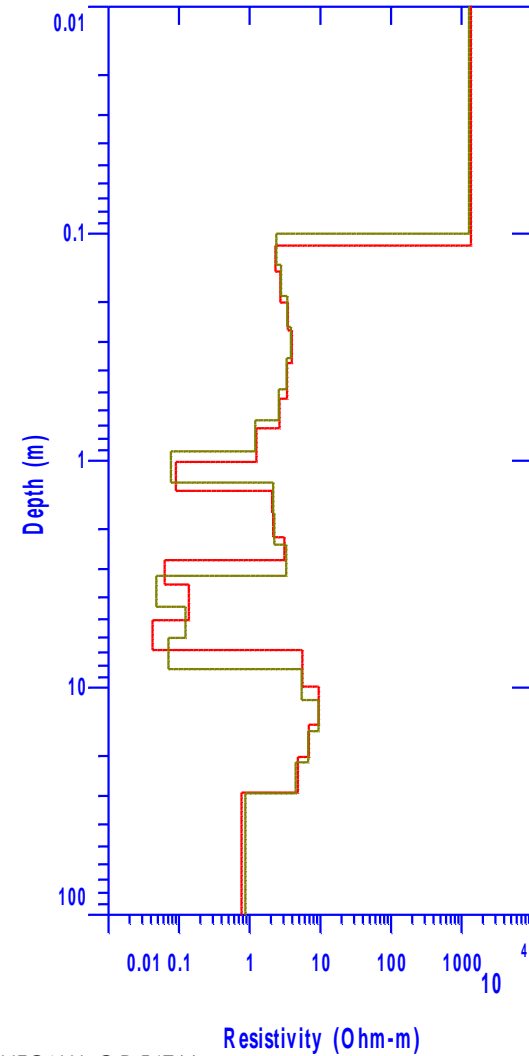




TEM 14 Basurero Las Mata

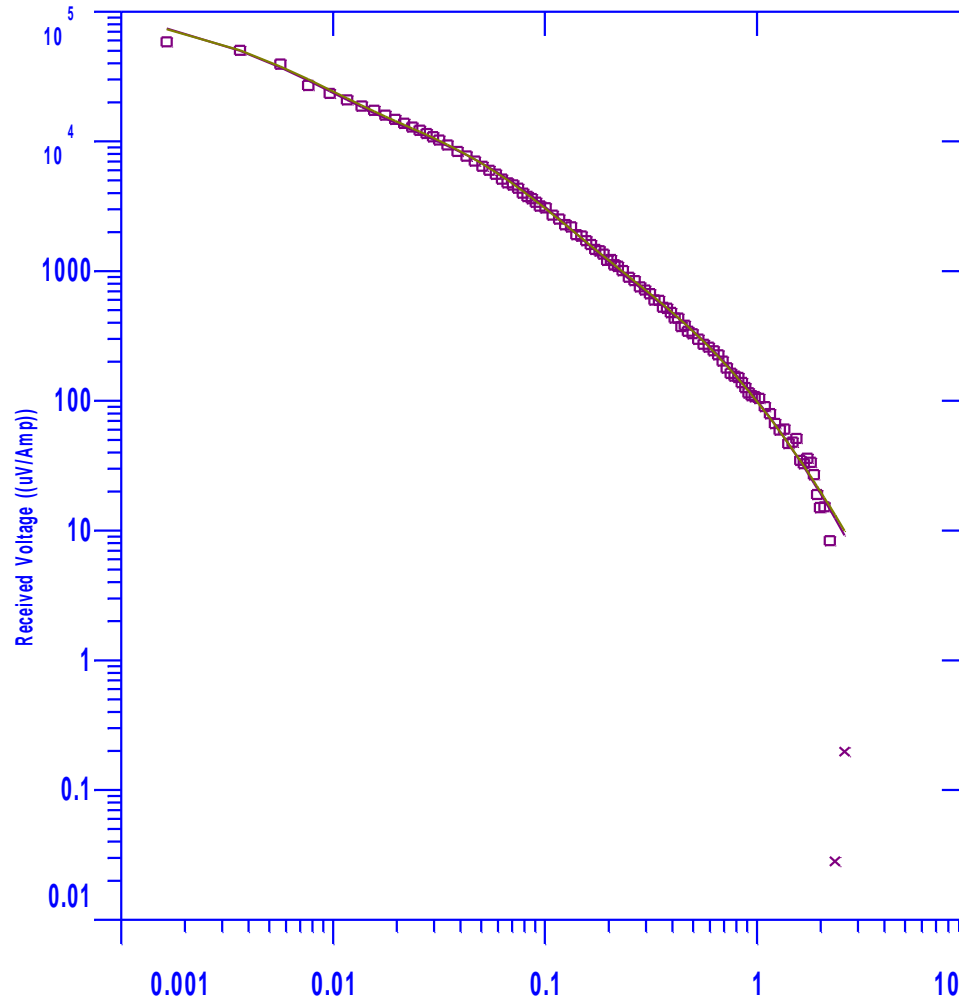


GPMA, SC

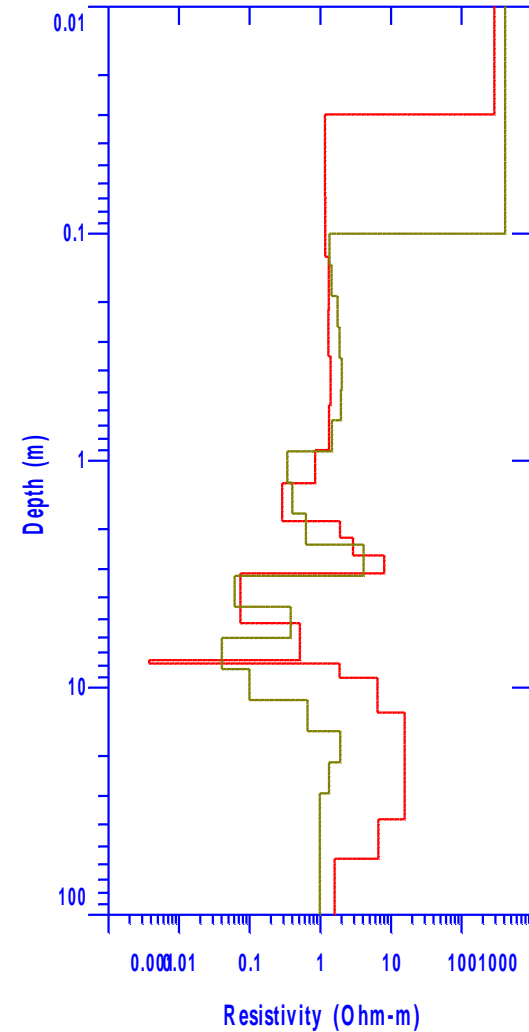




TEM 16 Basurero Las Mata



GPMA,SC



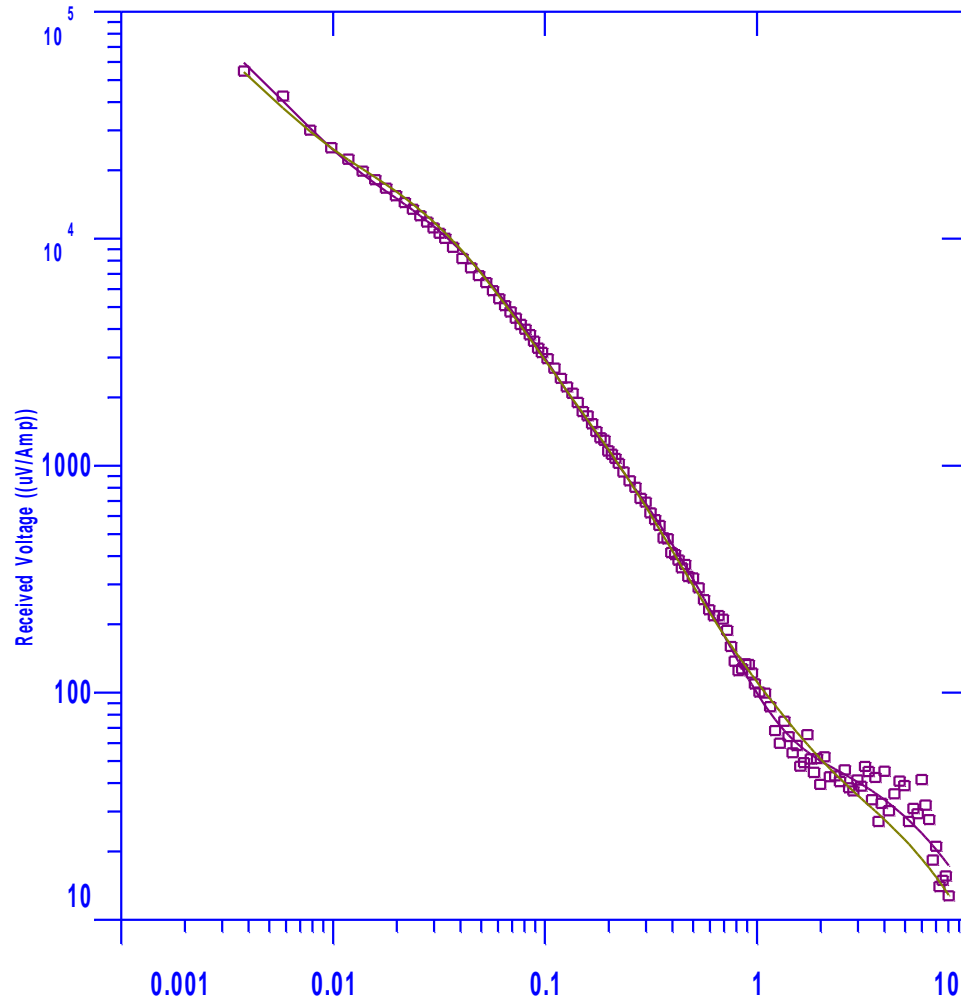
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

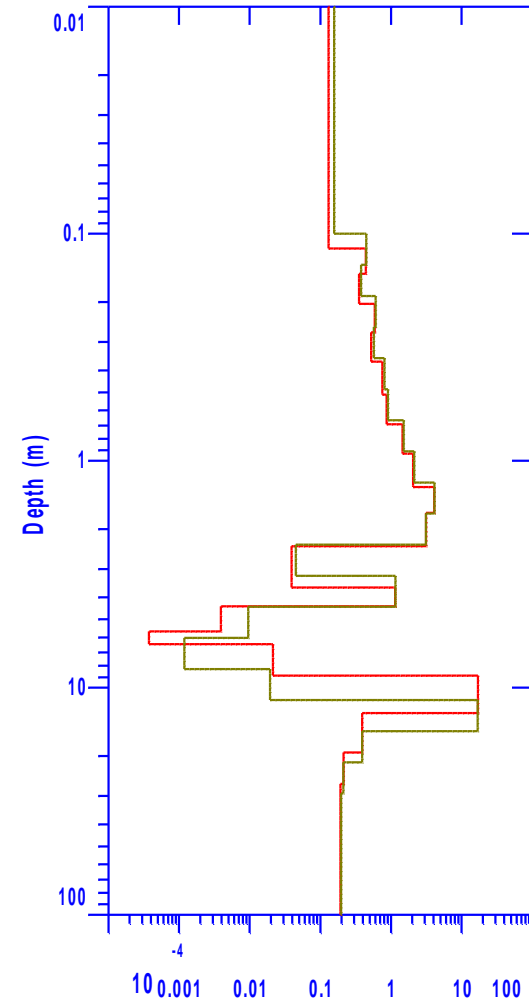
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 17 Basurero Las Mata



GPMA,SC



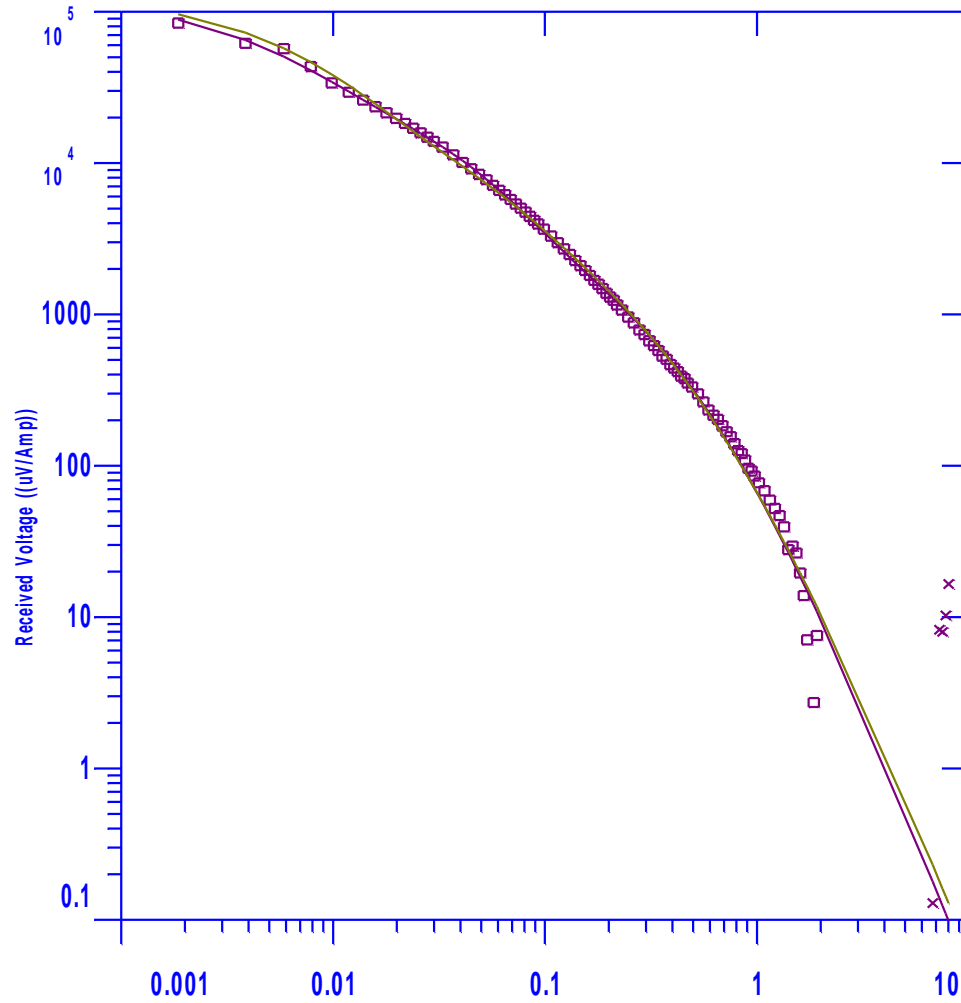
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

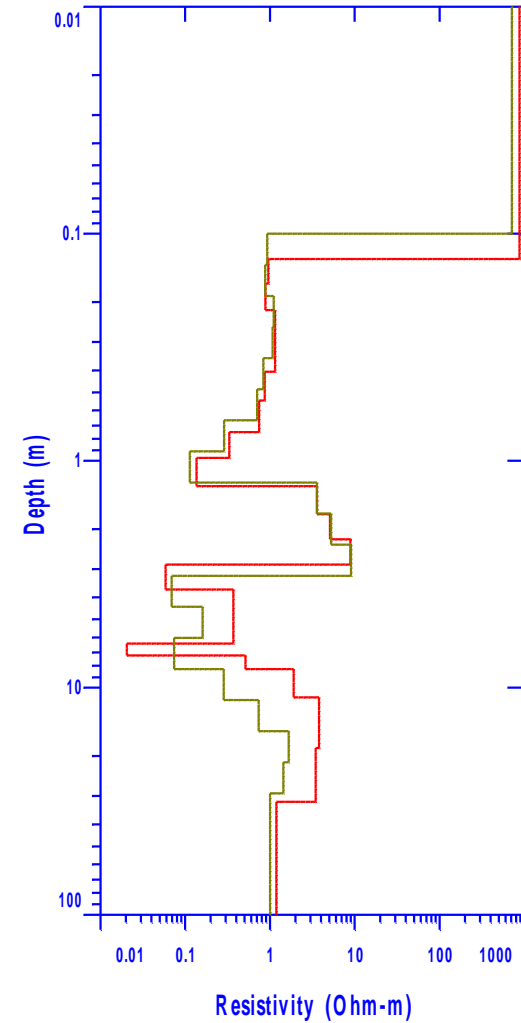
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 18 Basurero Las Mata



GPMA, SC



Time (ms)

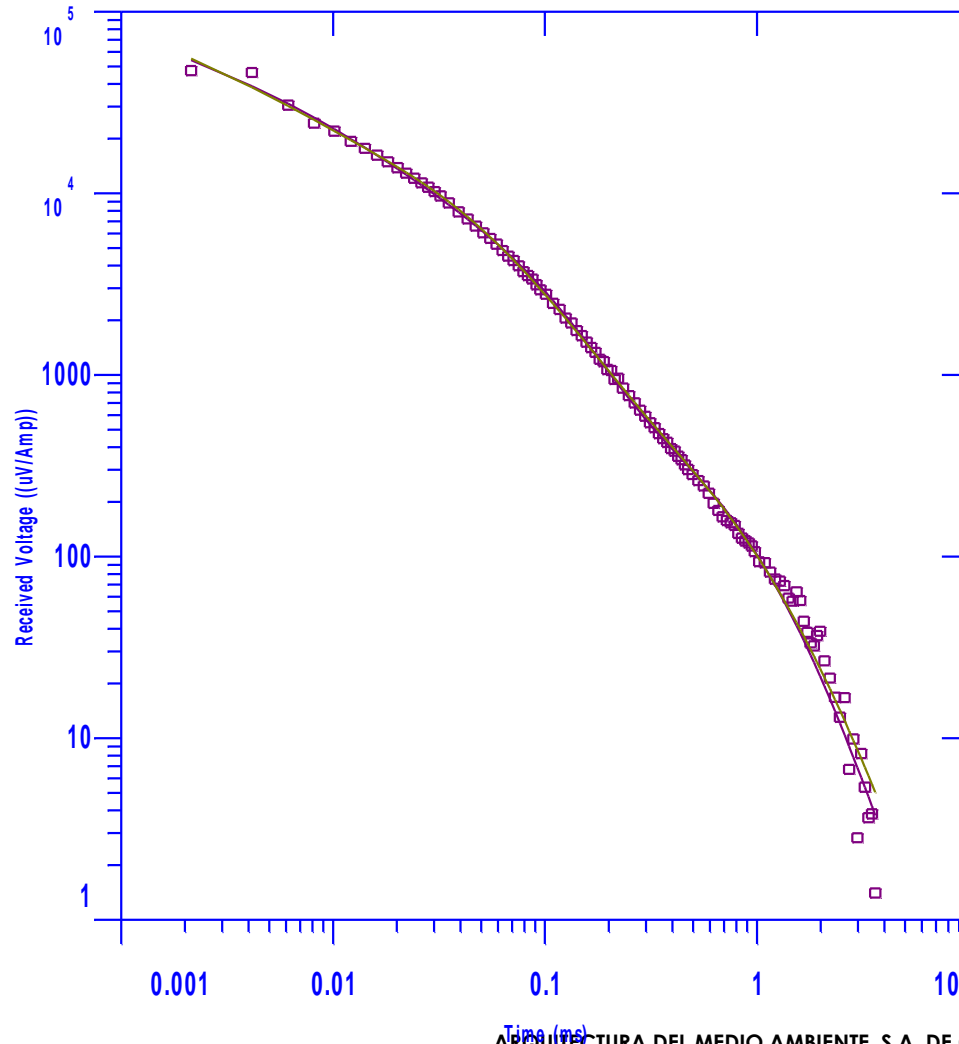
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

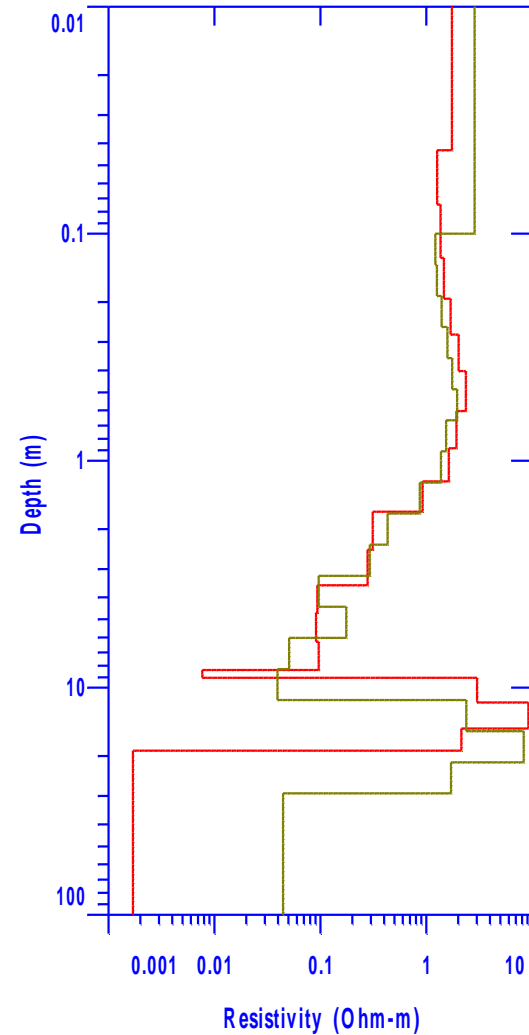
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 20 Basurero Las Mata

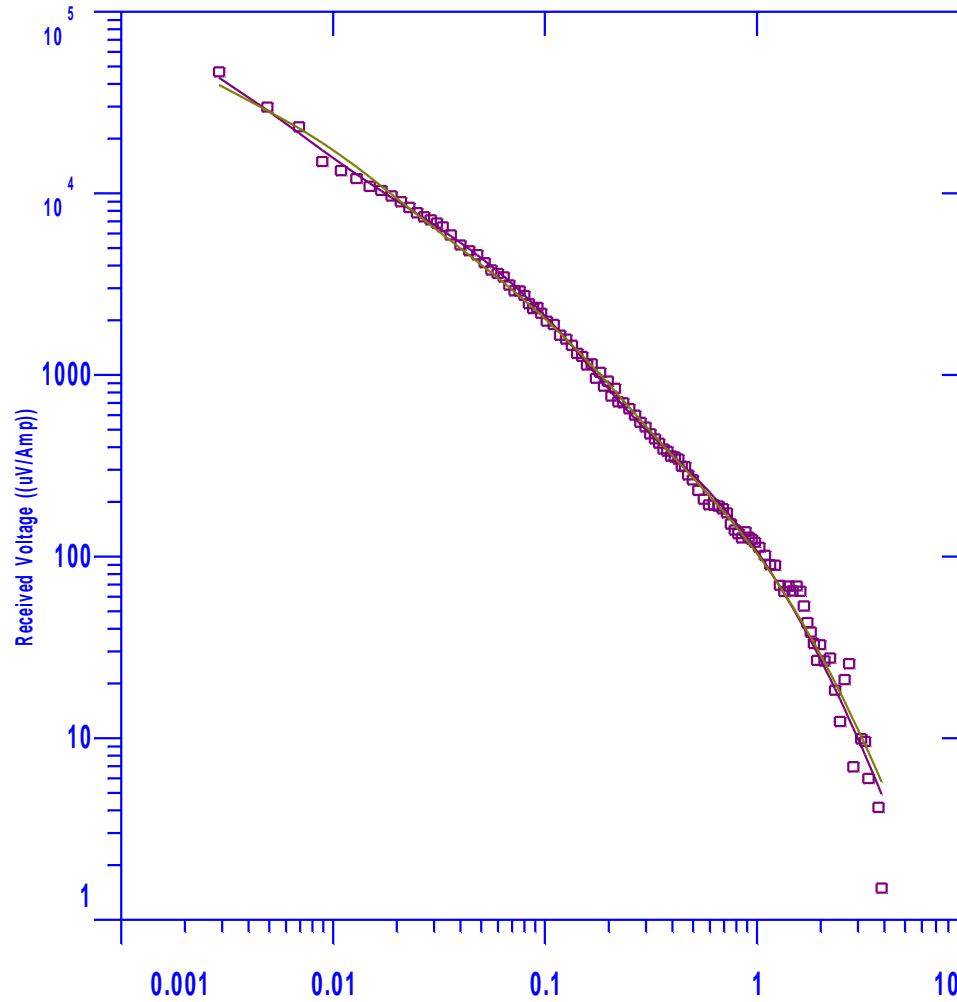


GPMA,SC

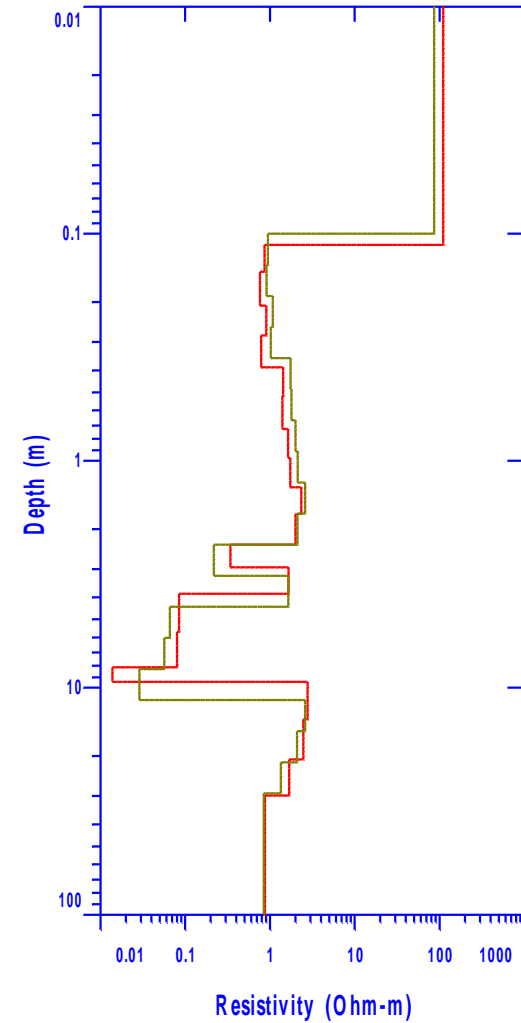




TEM 21 Basurero Las Mata



GPMA, SC



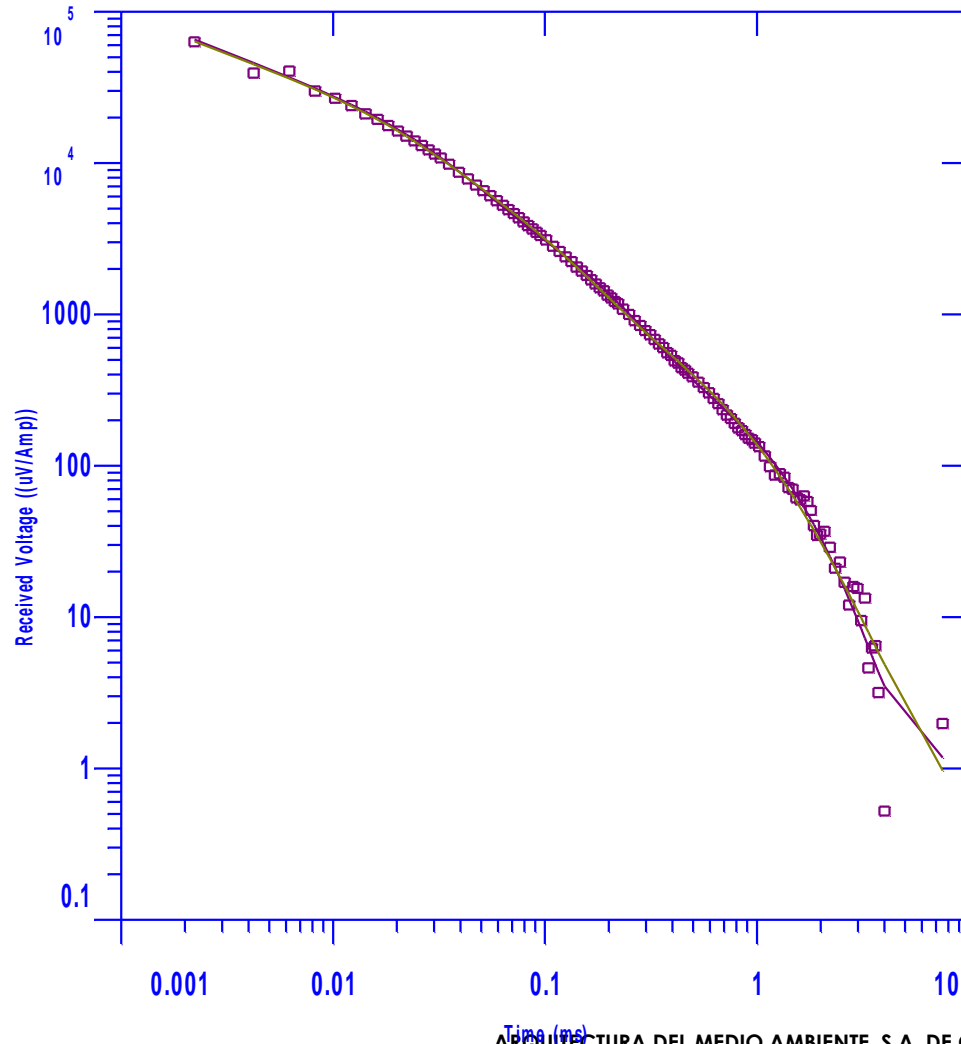
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTILAN IZCALLI, C.P.54766

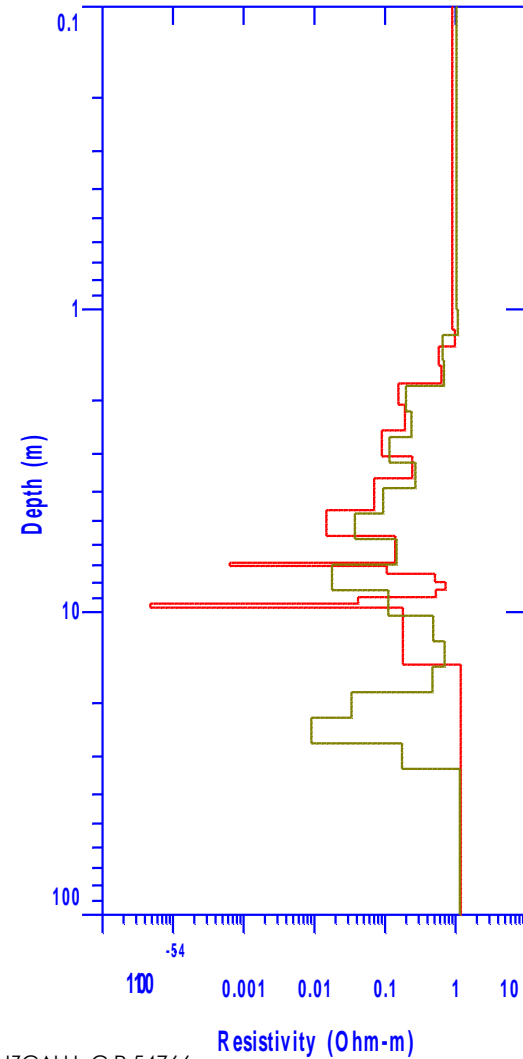
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 1b Basurero Coatza

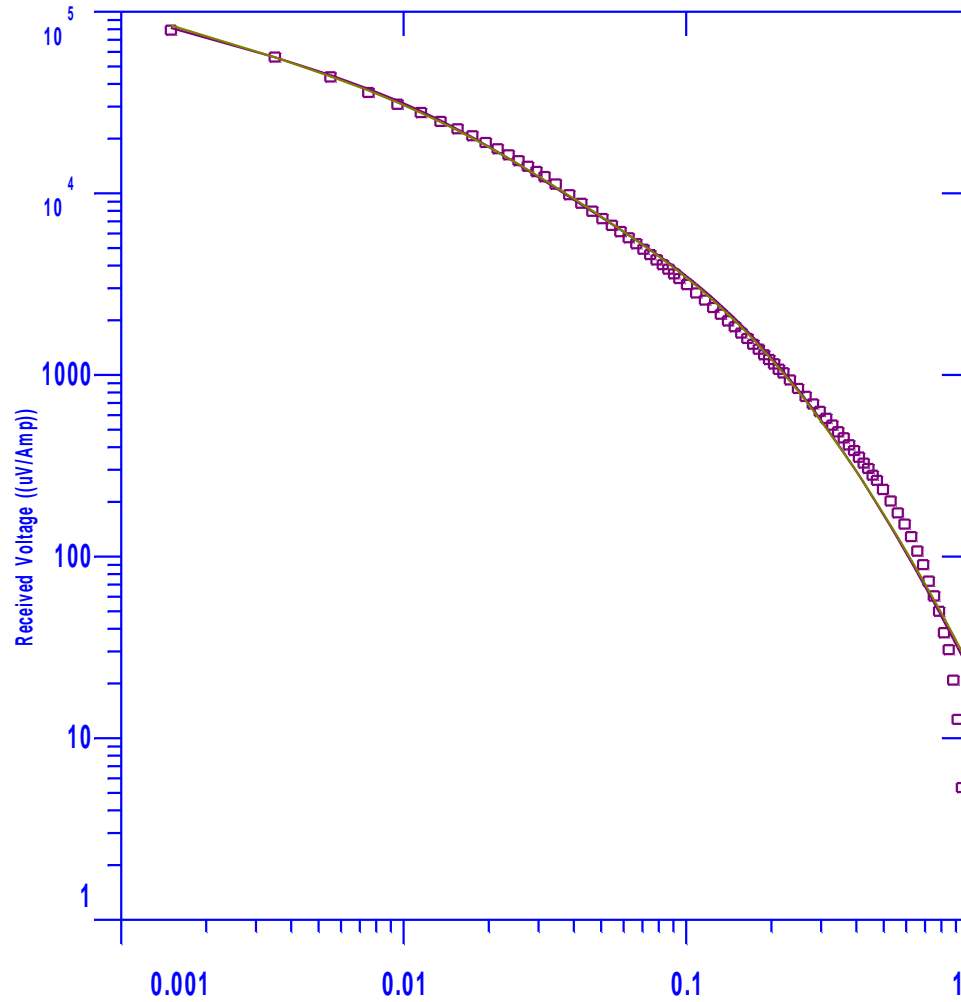


GPMA,SC

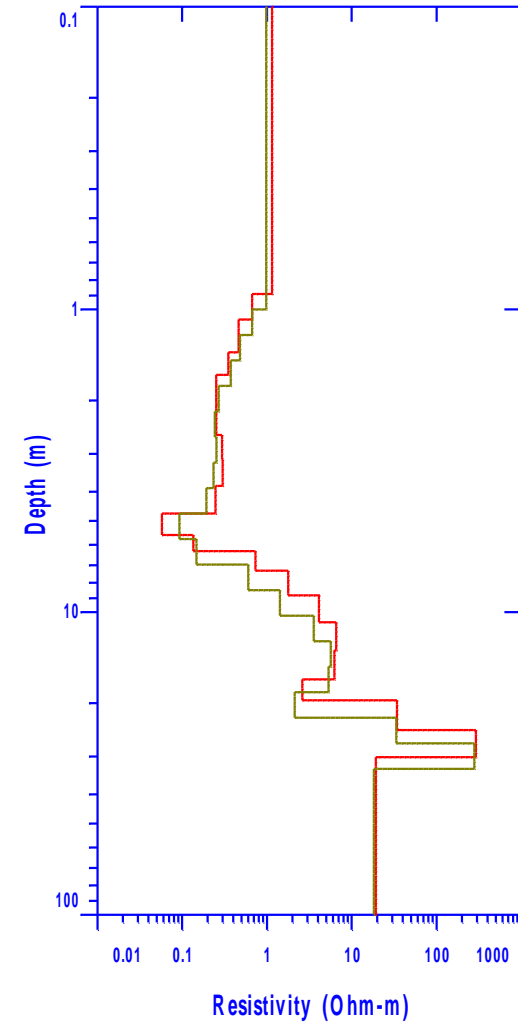




TEM 2b Basurero Coatza



GPMA,SC



Time (ms)

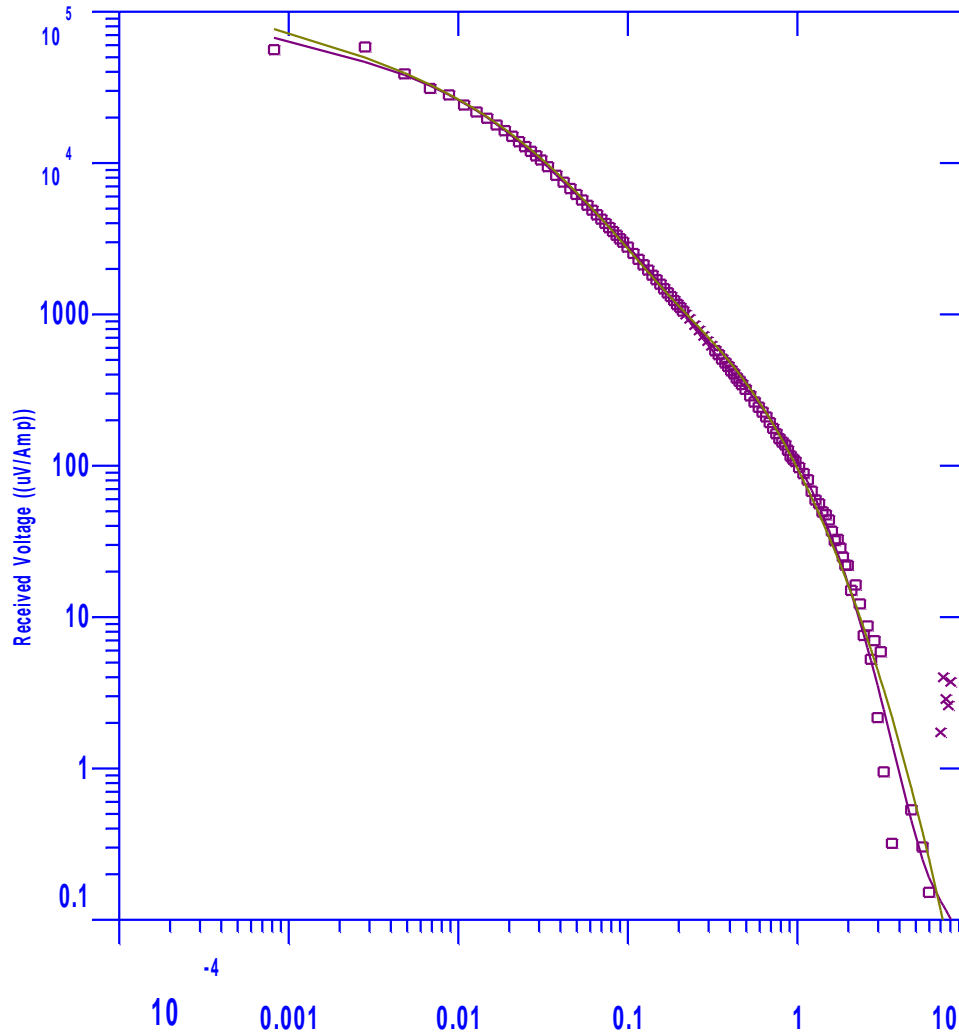
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

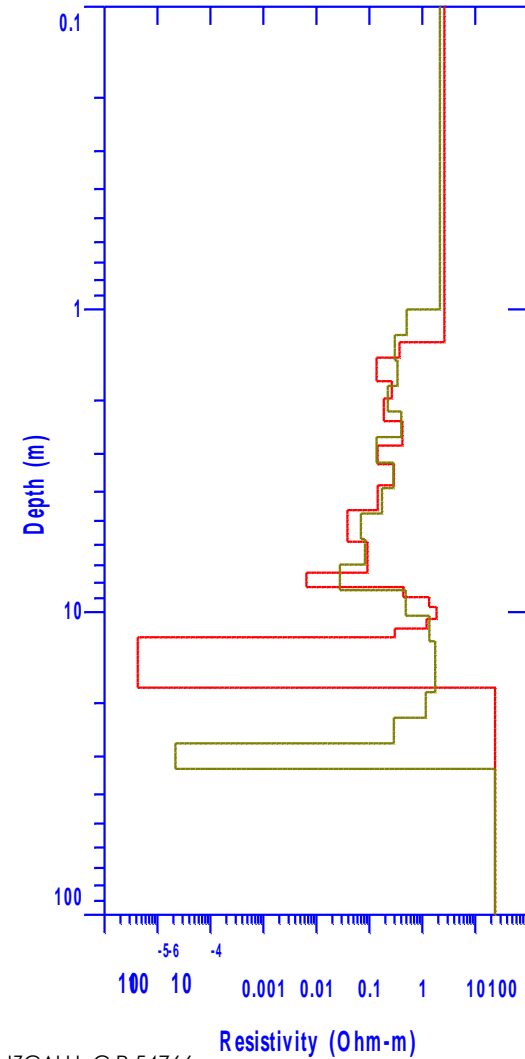
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com



TEM 3b Basurero Coatza

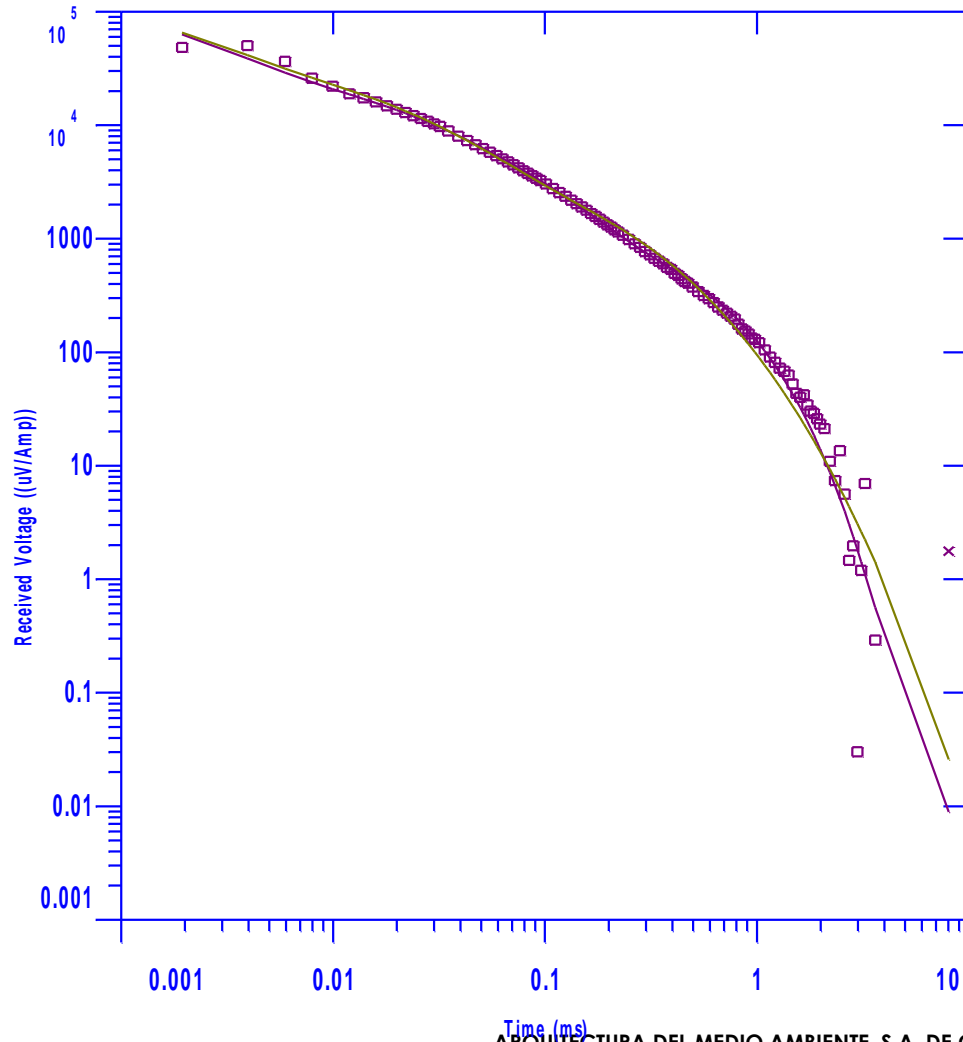


GPMA,SC

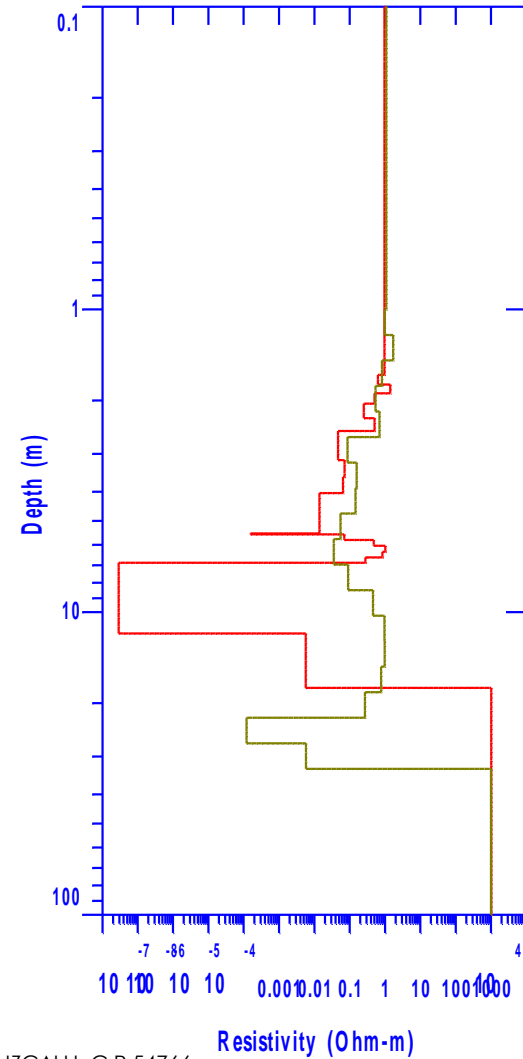




TEM 4b Basurero Coatza

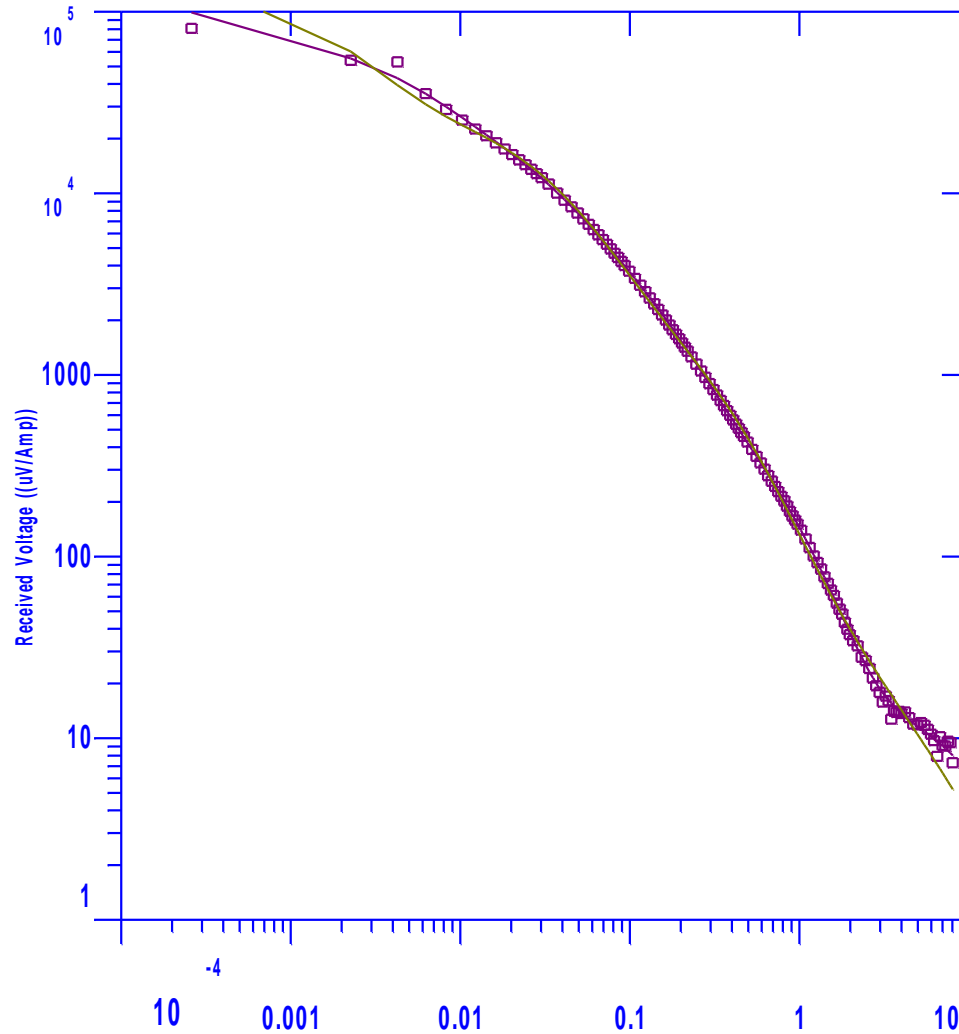


GPMA,SC

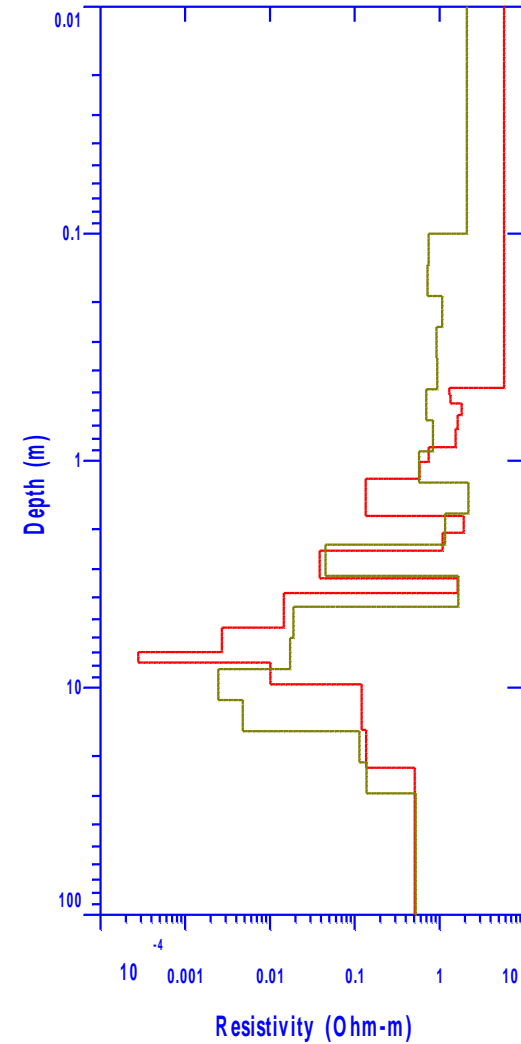




TEM 5b Basurero Coatza

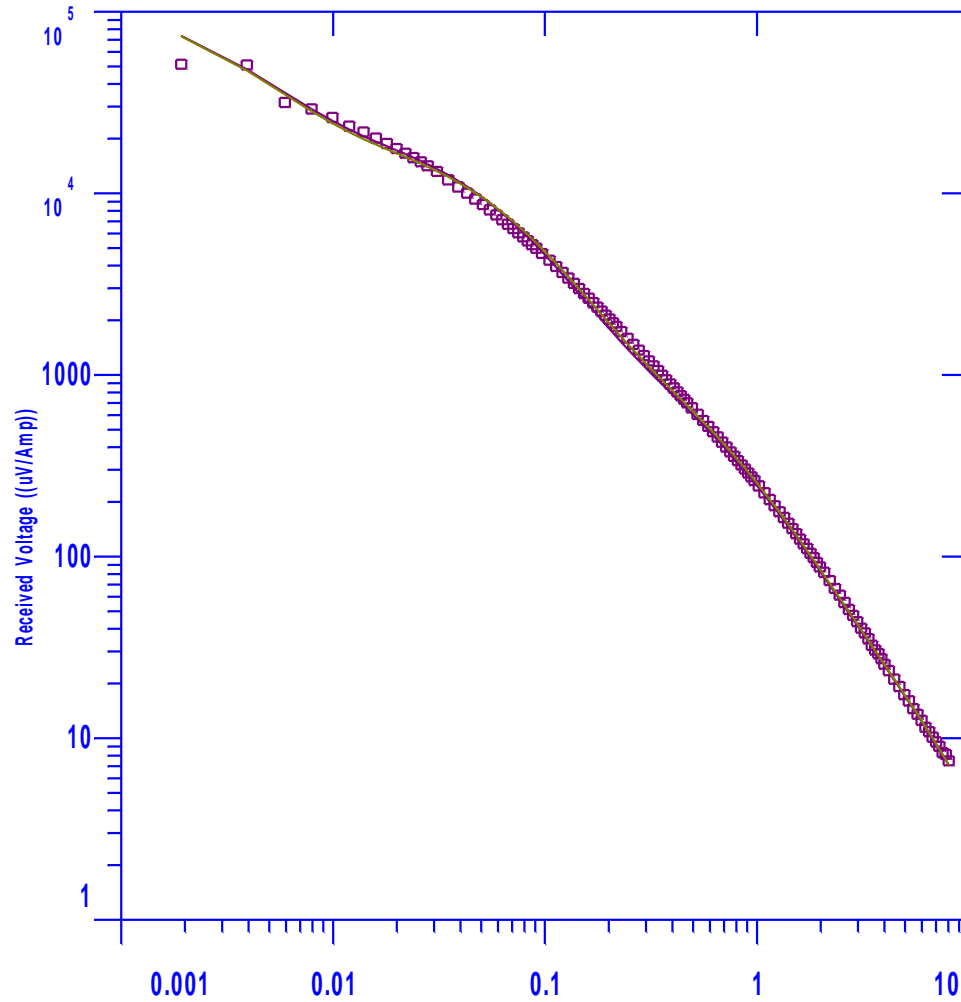


GPMA, SC

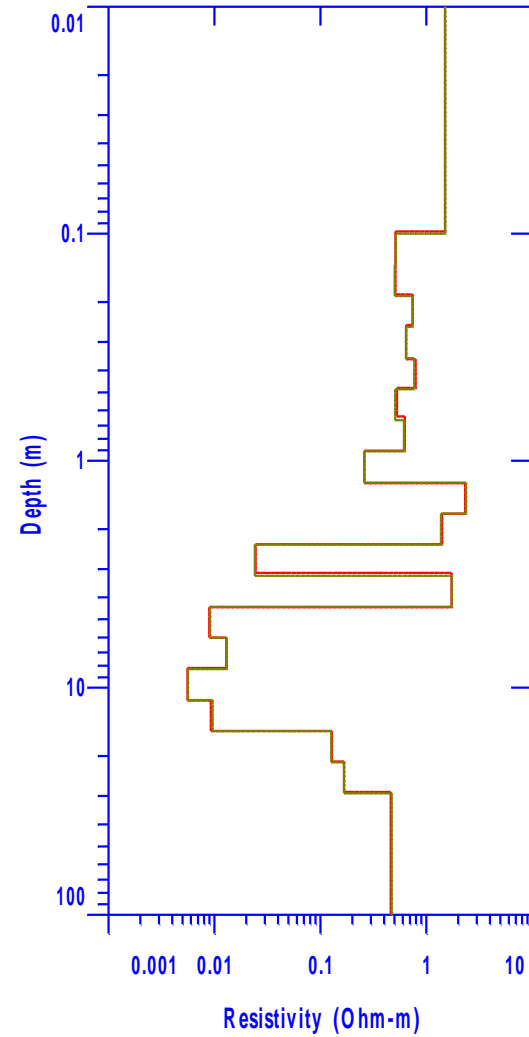




TEM 6b Basurero Coatza



GPMA,SC



Time (ms)

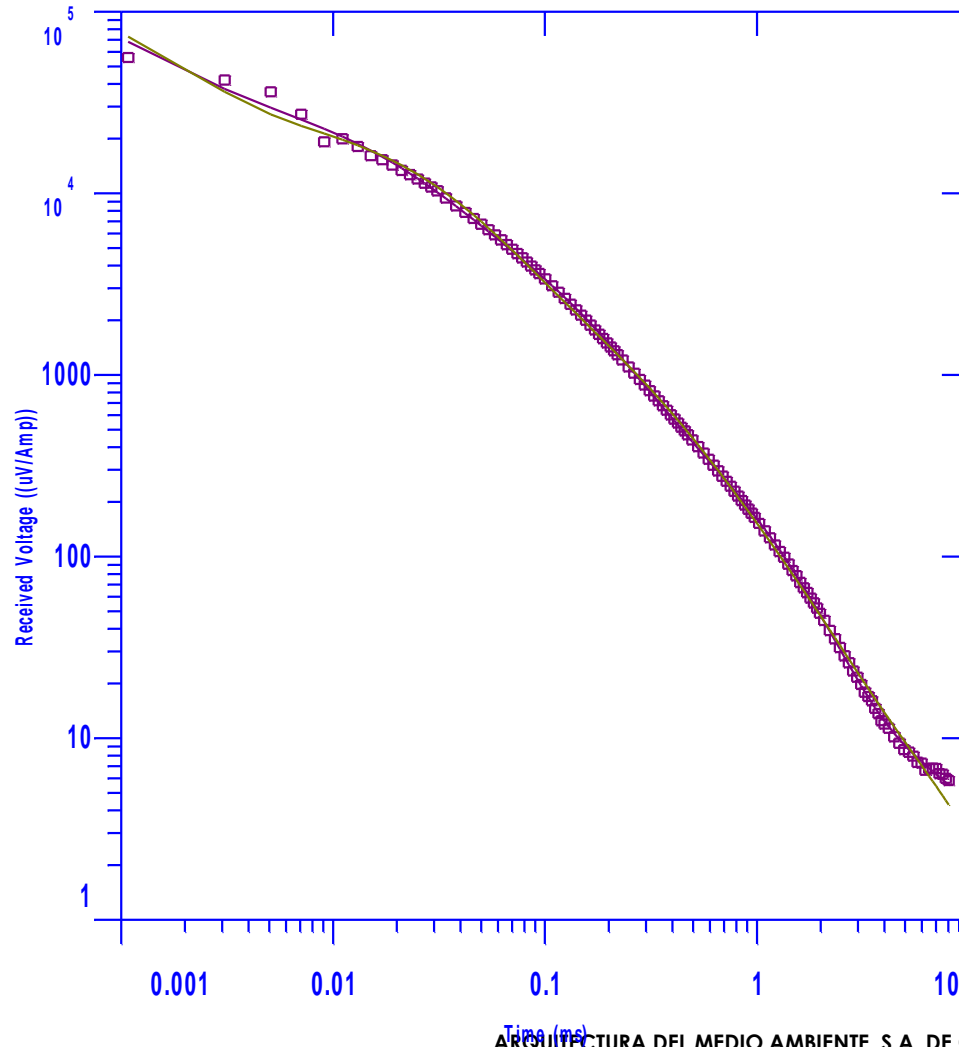
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE, S.A. DE C.V.

BOSQUES DE SAN GERMAIN No. 29, COL. BOSQUES DEL LAGO, CUAUTITLAN IZCALLI, C.P.54766

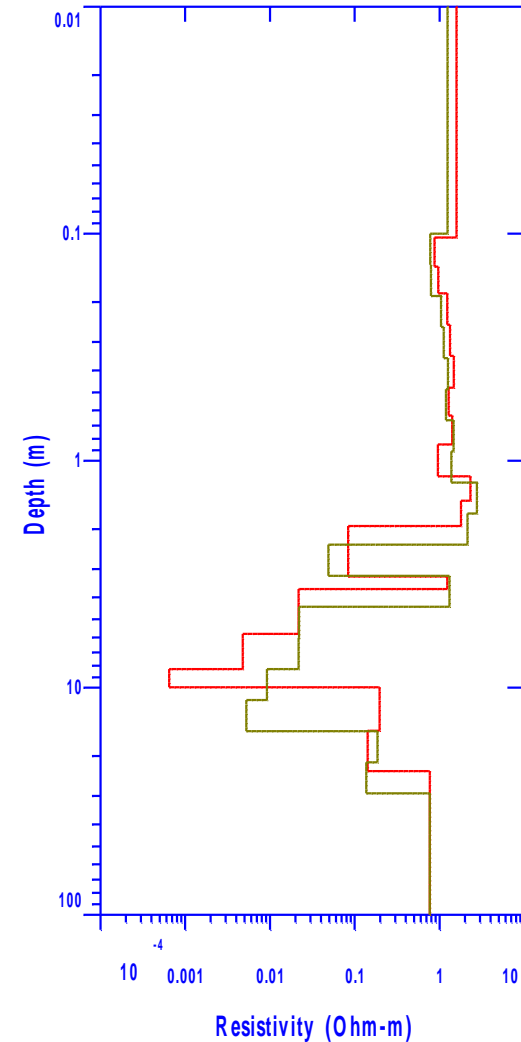
TEL.: (55) 5365-7149 5365-7153 E-mail amamontano@gmail.com

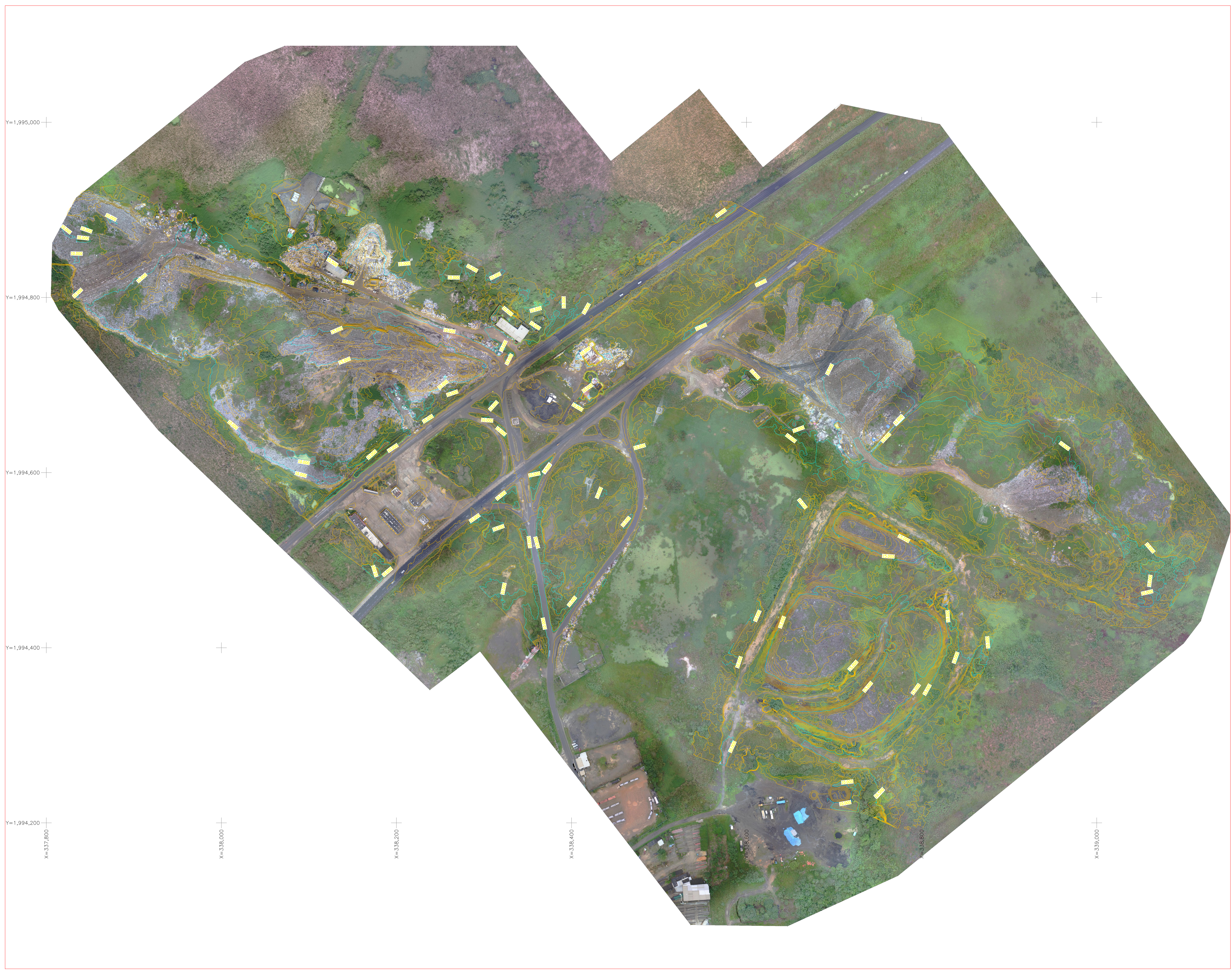


TEM 7b Basurero Coatza

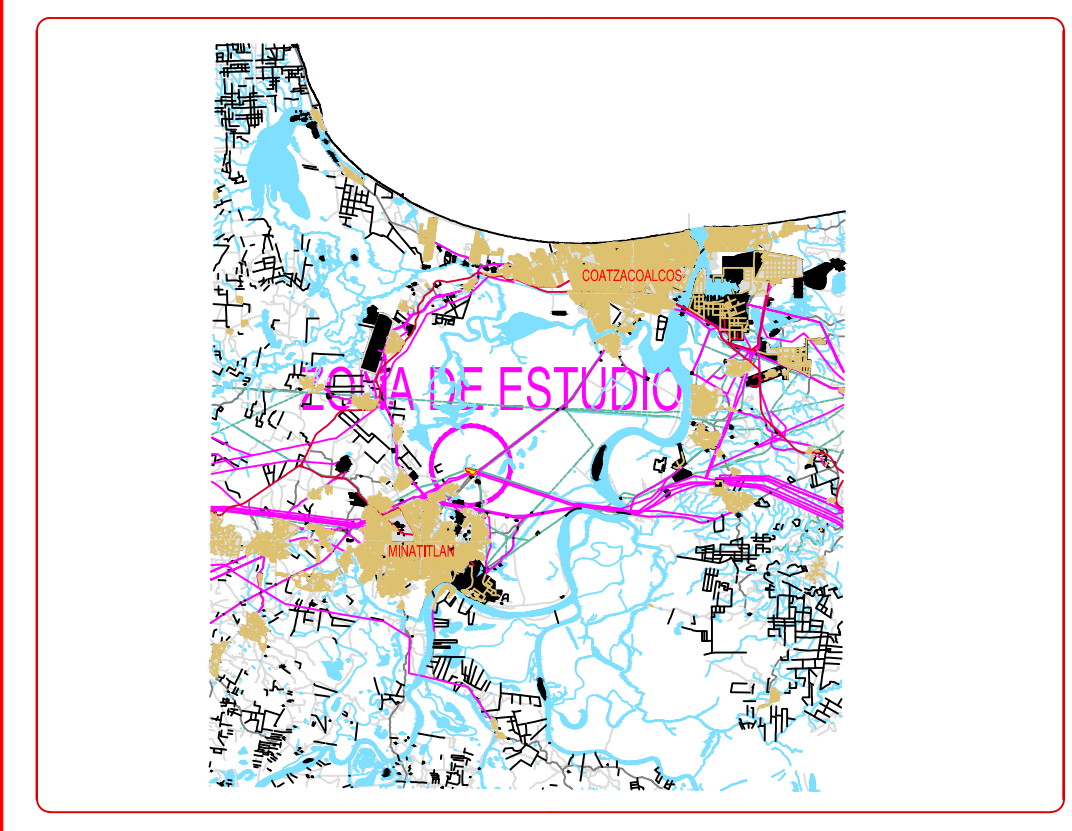


GPMA,SC

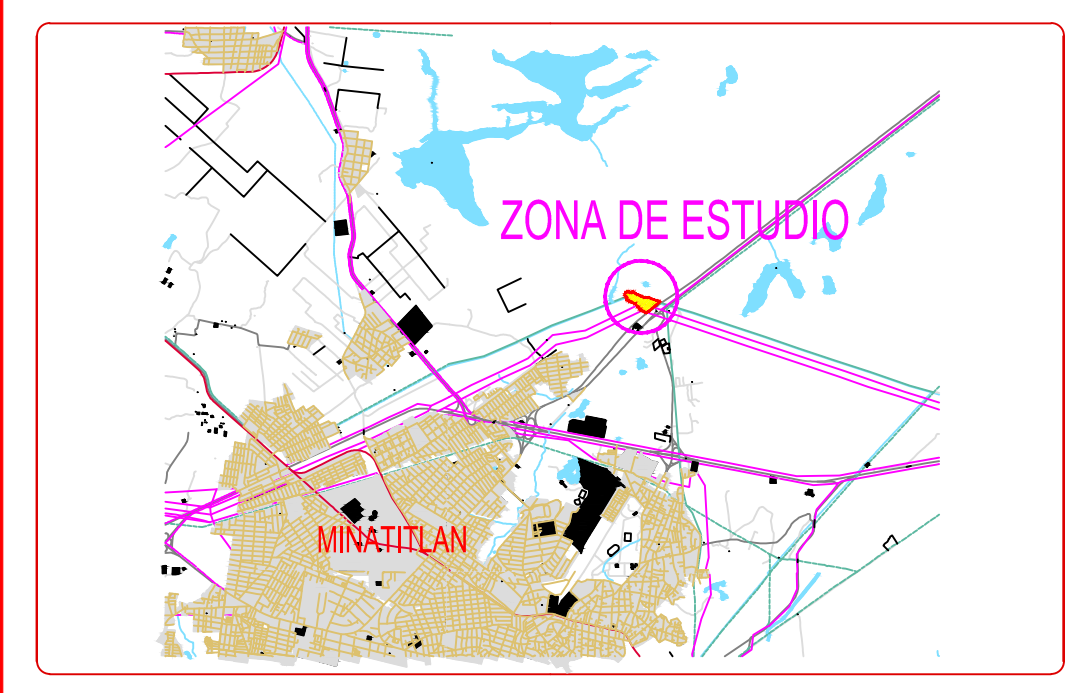




CROQUIS DE LOCALIZACION GENERAL



CROQUIS DE LOCALIZACION PARTICULAR



SIMBOLOGIA

	TORRE DE ALTA TENSION		BANCO DE NIVEL
	CONSTRUCCIONES		CABETA TELEFONICA
	CURVA DE NIVEL		WELLERIA
	GUARANTEN		REJILLA PLUVIAL
	TUBERIA		REGISTRO DE GAS
	CAMINO		POSTE DE LINEA DE GAS
	POSTE DE FORMA OPTICA		POSTE DE LINEA DE ALTA TENSION
	POZO DE AGUA		REGISTRO DE AGUA
	REGISTRO DE ENERGIA ELECTRICA		REGISTRO DE LINEA TELEFONICA
	VERTICE GPS		REGISTRO DE GAS
	POSTE DE ENERGIA ELECTRICA		TRANSFORMADOR
	POSTE DE TELEFONO		LAMPARA
	WELLER		

NOTAS

EL ORIGEN DE COORDENADAS SON LOS VERTICES GPS1 Y GPS2, CUYAS COORDENADAS REFERIDAS AL MARCO ITRF 2008 EPOCA 2010 SON

LATITUD 18°02'54.93278"	LATITUD 18°02'55.9873"
GPS1 LONGITUD 94°38'39.40327"	GPS2 LONGITUD 94°38'44.58612"
ELEVACION 9370 m	ELEVACION 9353 m
COORDENADAS UTM	COORDENADAS UTM
GPS1 E 338289.732	GPS2 E 338285.672
N 1994632.406	N 1994591.211
COORDENADAS TOPOGRAFICAS	COORDENADAS TOPOGRAFICAS
GPS1 E 338289.732	GPS2 E 338282.589
N 1994632.406	N 1994589.582

PROYECTO: **MINATITLAN**

UBICACION: **MINATITLAN, ESTADO DE VERACRUZ**

PLANO: **PLANO TOPOGRAFICO**

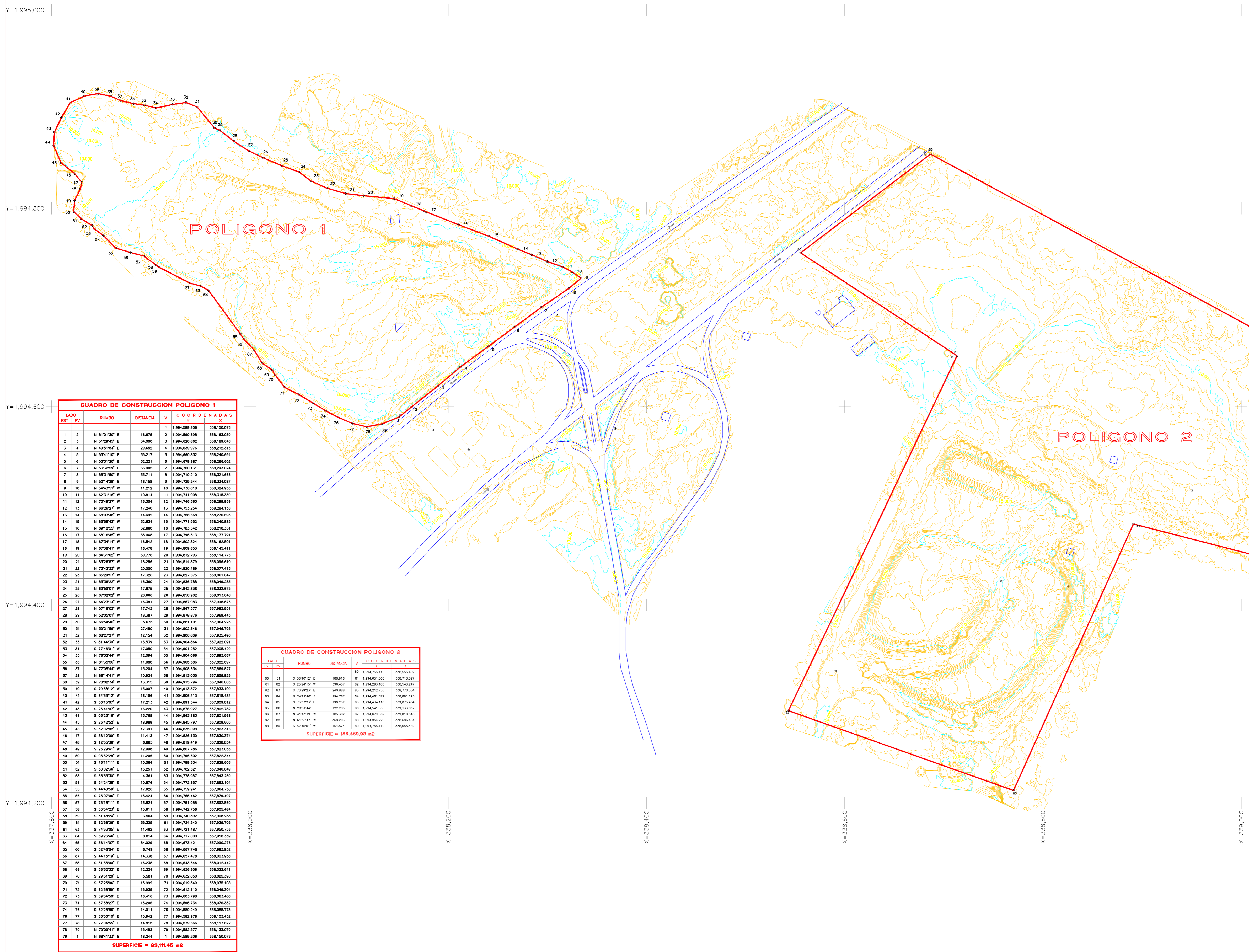
PROPIETARIO: **-**

No. DE PLANO: **1** CLAVE DEL PLANO: **TP - 1**

ESCALA: **1:2000** LEVANTO: **VBT**

ACOTACIONES: **METROS** DIBUJO: **FBT**

FECHA: **DIC 2018** REVISO: **FBT**

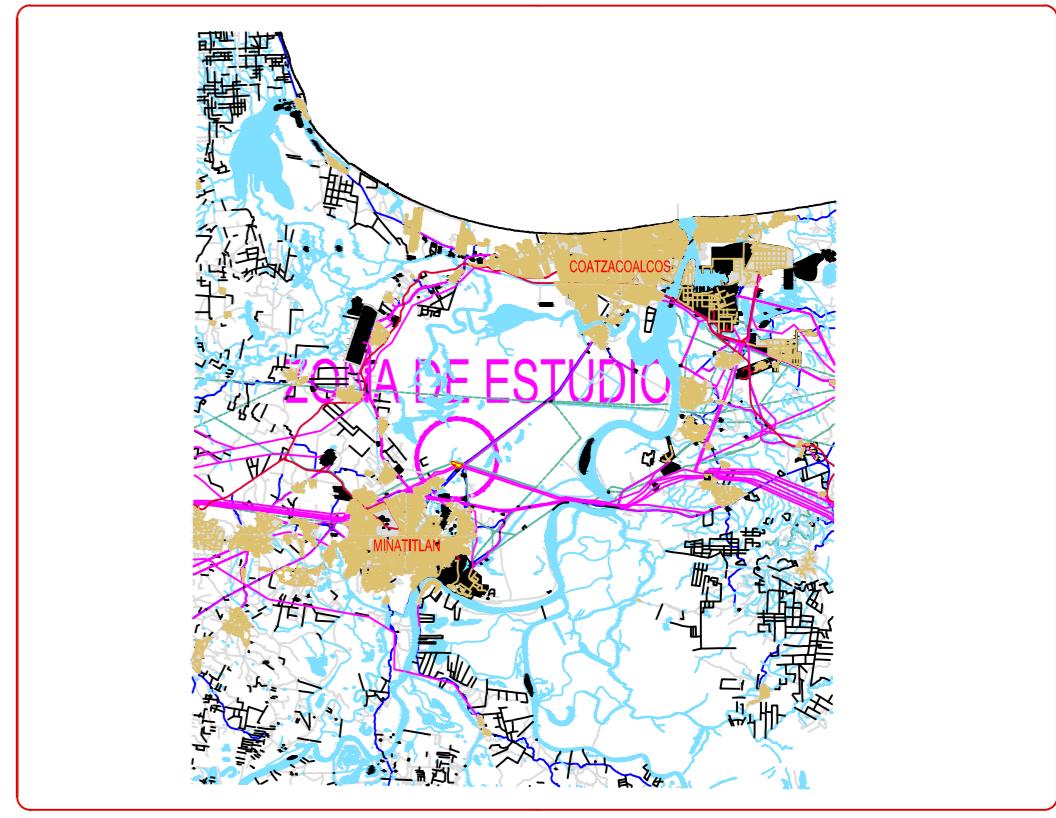


LADO	PTV	RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S
1	2	N 97°01'30" E	16.875	2	1,994,589.206 338,150.078
2	3	N 57°29'45" E	34.000	3	1,994,599.895 338,163.539
3	4	N 49°51'54" E	29.652	4	1,994,630.976 338,212.316
4	5	N 53°41'10" E	35.217	5	1,994,660.832 338,246.894
5	6	N 53°31'20" E	35.221	6	1,994,679.987 338,266.602
6	7	N 52°52'50" E	33.905	7	1,994,705.131 338,283.874
7	8	N 50°31'50" E	33.711	8	1,994,719.210 338,321.666
8	9	N 50°14'20" E	16.158	9	1,994,729.544 338,324.987
9	10	N 54°43'57" W	11.212	10	1,994,726.819 338,354.833
10	11	N 62°31'18" W	10.814	11	1,994,741.008 338,315.339
11	12	N 70°49'27" W	16.304	12	1,994,746.363 338,299.839
12	13	N 69°28'27" W	17.240	13	1,994,753.254 338,284.136
13	14	N 69°02'46" W	14.452	14	1,994,758.669 338,276.863
14	15	N 69°58'43" W	32.634	15	1,994,771.952 338,246.885
15	16	N 69°12'20" W	32.860	16	1,994,783.542 338,210.351
16	17	N 69°18'40" W	30.548	17	1,994,786.513 338,177.791
17	18	N 67°38'14" W	16.542	18	1,994,802.824 338,162.201
18	19	N 67°38'41" W	18.478	19	1,994,809.883 338,145.411
19	20	N 64°31'02" W	30.776	20	1,994,812.793 338,114.776
20	21	N 62°52'57" W	18.266	21	1,994,819.879 338,088.610
21	22	N 72°42'33" W	20.000	22	1,994,805.489 338,077.413
22	23	N 69°29'57" W	17.328	23	1,994,827.875 338,061.847
23	24	N 57°58'22" W	15.360	24	1,994,836.789 338,046.782
24	25	N 69°59'57" W	17.875	25	1,994,842.838 338,032.875
25	26	N 67°02'02" W	20.666	26	1,994,850.902 338,015.648
26	27	N 64°23'14" W	16.381	27	1,994,857.983 337,998.876
27	28	N 57°49'07" W	13.743	28	1,994,867.577 337,985.891
28	29	N 52°05'01" W	16.367	29	1,994,878.876 337,969.445
29	30	N 69°54'46" W	5.875	30	1,994,881.101 337,964.225
30	31	N 39°12'50" W	27.480	31	1,994,902.346 337,946.795
31	32	N 69°22'27" W	13.154	32	1,994,904.809 337,945.460
32	33	S 81°44'03" W	13.539	33	1,994,904.864 337,922.081
33	34	S 77°40'11" W	17.050	34	1,994,901.292 337,905.429
34	35	N 70°24'44" W	10.824	35	1,994,913.035 337,889.859
35	36	N 81°30'56" W	11.088	36	1,994,905.686 337,882.697
36	37	N 77°02'44" W	13.204	37	1,994,908.834 337,869.827
37	38	N 69°14'41" W	10.824	38	1,994,913.035 337,860.859
38	39	N 79°02'56" W	13.315	39	1,994,915.794 337,860.803
39	40	S 79°58'12" W	13.907	40	1,994,913.372 337,853.109
40	41	S 64°32'12" W	16.196	41	1,994,908.413 337,818.464
41	42	S 57°49'07" W	13.213	42	1,994,891.544 337,802.872
42	43	S 20°41'07" W	16.220	43	1,994,876.927 337,802.782
43	44	S 03°23'16" W	13.768	44	1,994,863.183 337,819.688
44	45	S 27°42'25" E	16.989	45	1,994,845.797 337,869.805
45	46	S 02°02'02" E	13.201	46	1,994,835.086 337,863.314
46	47	S 38°12'00" E	11.413	47	1,994,828.130 337,830.374
47	48	S 12°50'30" E	6.880	48	1,994,819.419 337,828.824
48	49	S 29°24'11" E	12.966	49	1,994,807.789 337,823.269
49	50	S 07°52'30" W	11.206	50	1,994,795.002 337,822.544
50	51	S 46°11'11" E	10.064	51	1,994,789.834 337,829.808
51	52	S 09°20'30" E	13.251	52	1,994,782.821 337,840.849
52	53	S 33°23'25" E	4.361	53	1,994,778.987 337,842.238
53	54	S 54°24'50" E	10.876	54	1,994,772.857 337,852.104
54	55	S 44°48'59" E	17.828	55	1,994,759.841 337,864.738
55	56	S 73°01'00" E	15.424	56	1,994,735.462 337,879.477
56	57	S 79°11'11" E	13.824	57	1,994,751.955 337,882.869
57	58	S 53°54'23" E	15.611	58	1,994,742.758 337,905.484
58	59	S 51°48'24" E	3.504	59	1,994,740.592 337,908.328
59	60	S 62°58'10" E	36.328	60	1,994,724.540 337,920.766
60	61	S 74°33'05" E	11.462	61	1,994,721.487 337,956.753
61	62	S 59°23'46" E	8.814	62	1,994,717.000 337,958.339
62	63	S 36°16'00" E	54.029	63	1,994,673.421 337,965.276
63	64	S 32°44'54" E	5.748	64	1,994,667.748 337,963.532
64	65	S 44°15'19" E	14.338	65	1,994,657.478 338,003.838
65	66	S 31°30'00" E	16.238	66	1,994,643.646 338,012.442
66	67	S 50°29'25" E	10.224	67	1,994,638.868 338,022.441
67	68	S 29°31'20" E	5.581	68	1,994,632.000 338,025.380
68	69	S 37°20'00" E	15.992	69	1,994,619.349 338,035.108
69	70	S 42°59'50" E	15.835	70	1,994,612.110 338,046.204
70	71	S 59°39'00" E	16.416	71	1,994,603.789 338,054.440
71	72	S 57°58'27" E	15.206	72	1,994,595.734 338,076.352
72	73	S 62°29'50" E	14.014	73	1,994,589.249 338,088.775
73	74	S 69°07'10" E	15.842	74	1,994,582.878 338,103.432
74	75	S 77°04'50" E	14.815	75	1,994,579.666 338,111.872
75	76	S 79°09'41" E	15.483	76	1,994,582.577 338,133.079
76	77	N 69°41'33" E	18.244	77	1,994,589.206 338,150.078

LADO	PTV	RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S
80	81	S 56°40'12" E	188.918	81	1,994,795.110 338,505.482
81	82	S 29°54'10" W	206.457	82	1,994,293.186 338,543.247
82	83	S 79°52'17" E	240.888	83	1,994,912.736 338,750.304
83	84	N 24°12'46" E	234.767	84	1,994,941.572 338,891.195
84	85	S 79°32'27" E	190.253	85	1,994,944.116 338,919.544
85	86	N 28°51'44" E	122.885	86	1,994,941.555 338,132.857
86	87	N 41°42'19" W	185.302	87	1,994,679.862 338,010.516
87	88	N 61°39'47" W	368.203	88	1,994,854.126 338,088.864
88	89	S 52°40'07" W	164.514	89	1,994,795.110 338,505.482

SUPERFICIE = 188,459.93 m2

CROQUIS DE LOCALIZACION GENERAL



CROQUIS DE LOCALIZACION PARTICULAR



SIMBOLOGIA

- TORRE DE ALTA TENSION
- BANCO DE NIVEL
- CONSTRUCCIONES
- CASITA TELEFONICA
- CURVA DE NIVEL
- COLADERA
- TUBERIA
- CAMINO
- POSTE DE FIBRA OPTICA
- POSTE DE GAS
- POSTO DE VISITA
- REGISTRO DE ENERGIA ELECTRICA
- REGISTRO DE AGUA
- POSTE DE ENERGIA ELECTRICA
- REGISTRO DE LINEA TELEFONICA
- VERTICE GPS
- REGISTRO DE GAS
- POSTE DE ENERGIA ELECTRICA
- APARATOS
- POSTE DE TELEFONO
- LAMPARA
- ARBOL

NOTAS

EL ORIGEN DE COORDENADAS SON LOS VERTICES GPS1 Y GPS2.
 CUYAS COORDENADAS REFERIDAS AL MARCO ITRF 2008 EPOCA 2010 SON

LATITUD 18°02'04.53273"	LATITUD 18°02'05.98971"
LONGITUD 94°31'39.40377"	LONGITUD 94°31'44.38612"
ELEVACION 9.079 m	ELEVACION 9.053 m

COORDENADAS UTM
 GPS1 E 338309.732 N 1994692.406

COORDENADAS UTM
 GPS2 E 338151.672 N 1994591.211

COORDENADAS TOPOGRAFICAS
 GPS1 E 338309.732 N 1994692.406

COORDENADAS TOPOGRAFICAS
 GPS2 E 338151.500 N 1994589.902

PROYECTO: **RELLENO SANITARIO LAS MATAS**

UBICACION: **MINATITLAN, ESTADO DE VERACRUZ**

PLANO: **PLANO TOPOGRAFICO**

PROPIETARIO: -

No. DE PLANO: - CLAVE DEL PLANO: **TP - 1**

ESCALA: **1:2000**

LEVANTO: **VBT**

ACOTACIONES: **METROS**

DIBUJO: **FBT**

FECHA: **DIC 2018**

REVISO: **FBT**