

PROYECTO FINAL DE MÁSTER

Aplicación de la técnica no destructiva del georradar, a la detección de la actividad de la termita en madera aserrada *Pinus pinaster* Ait. de uso estructural

TUTORA:

Isabel Rodríguez Abad

ALUMNO:

Joan Santamaría Carracedo



INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRRDAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3. NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS

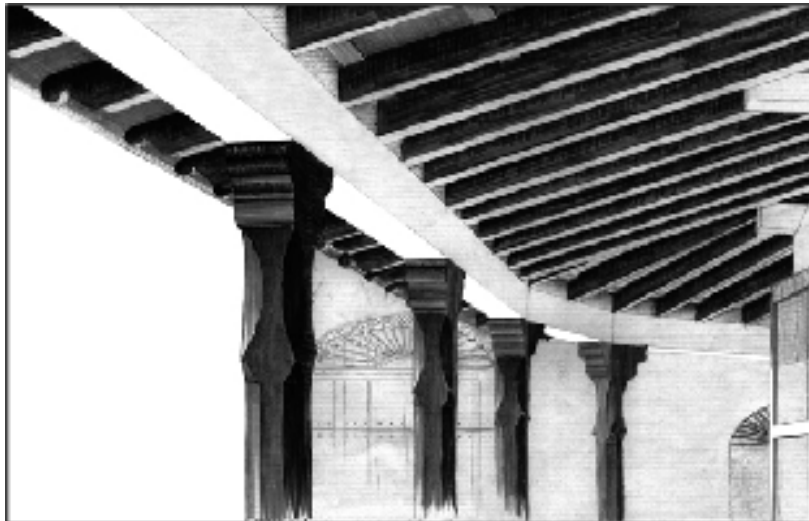


LA MADERA EN LA ARQUITECTURA

ORIGEN de la ARQUITECTURA
Protagonismo indiscutible



ESTRUCTURA HORIZONTAL



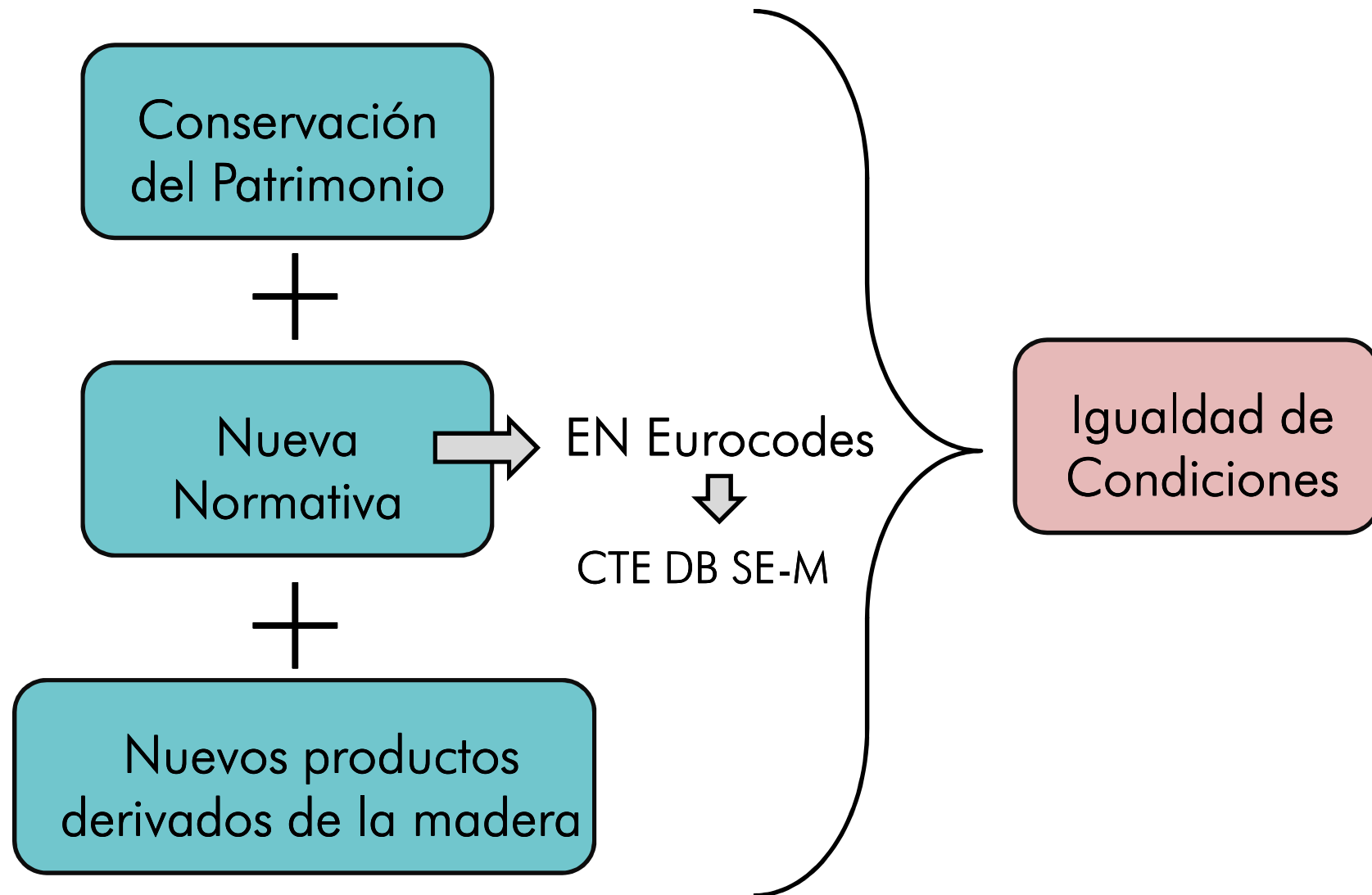
S XVIII: Cae en desuso





LA MADERA EN LA ARQUITECTURA

Recuperación del valor histórico de la madera

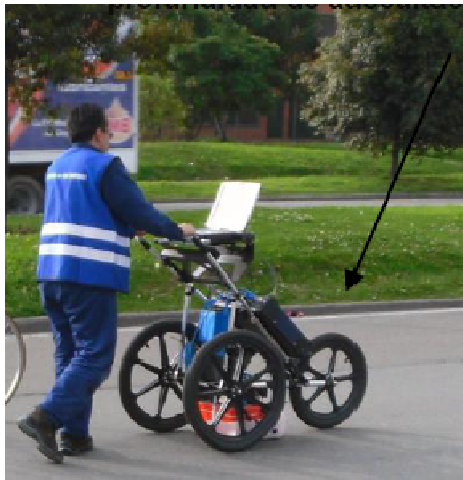




GEORADAR EN EDIFICACIÓN

Primeros Usos

- Geología: estudio del subsuelo



Usos posteriores

- Ingeniería Civil
- Arqueología

Uso en edificación

- Caracterización de materiales
- Conservación de patrimonio





OBJETIVOS

1. Profundizar en el conocimiento de las termitas y de qué forma actúan y afectan a la madera estructural.
2. Recopilar y comparar cuales son las técnicas que en la actualidad nos ayudan a la detección de termitas, acotación de infestaciones, control de plagas y exterminio.
3. Conocer el fundamento teórico y de aplicación del georradar y evaluar por medio de ensayos de laboratorio qué capacidad presenta para determinar la afección o no de termitas.
4. Establecer los procedimientos más adecuados para la toma de registros por medio de georradar, así como el post-procesado de los mismos.



OBJETIVO 1: La termita y su acción

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRRDAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3 NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

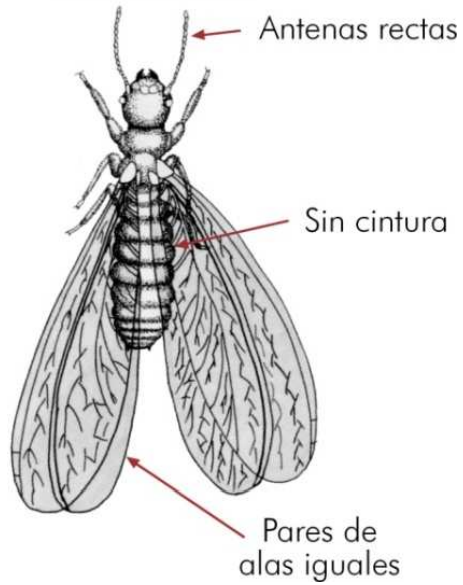
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS



LA TERMITA Y SU ACCIÓN

Termita Alada



Especies presentes en España



Cryptotermes Brevis



Kaloterme flavicollis

Daños típicos



Reticulitermes Banyulensis



Reticulitermes Grasei



OBJETIVO 2: Técnicas de prevención, detección, control y exterminio

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRRADAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3 NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

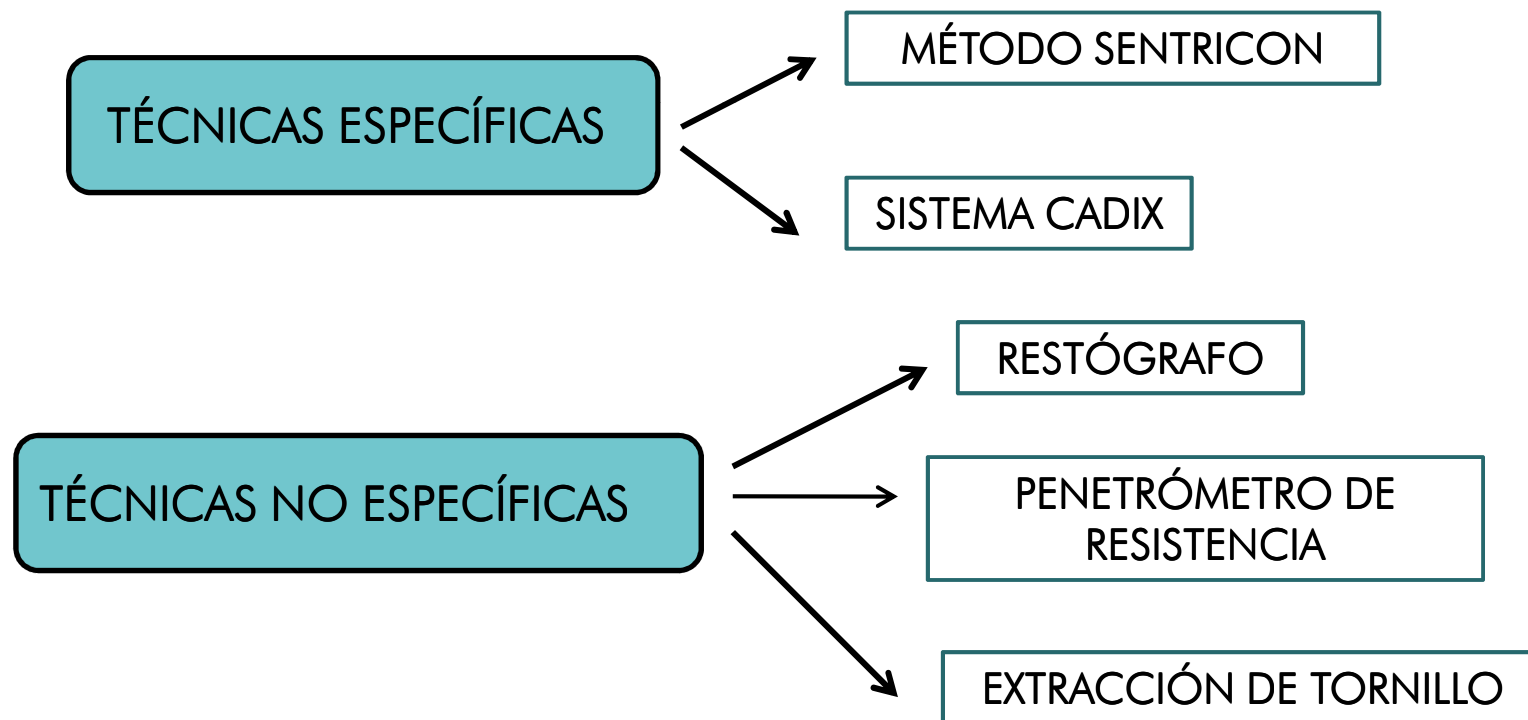
10. ANEXOS



OBJETIVO 2: Técnicas de prevención, detección, control y exterminio

La mejor prevención es aquella que se realiza mientras se construye el edificio

- TÉCNICAS DESTRUCTIVAS O SEMIDESTRUCTIVAS





OBJETIVO 2: Técnicas de prevención, detección, control y exterminio

SISTEMA CADIX



a)



b)



(a) Instalación del sensor.
(b) Sensor CADIX®

(a) Registro del cajeadado
(b) Cebo de celulosa del sensor infestado de termitas



a)

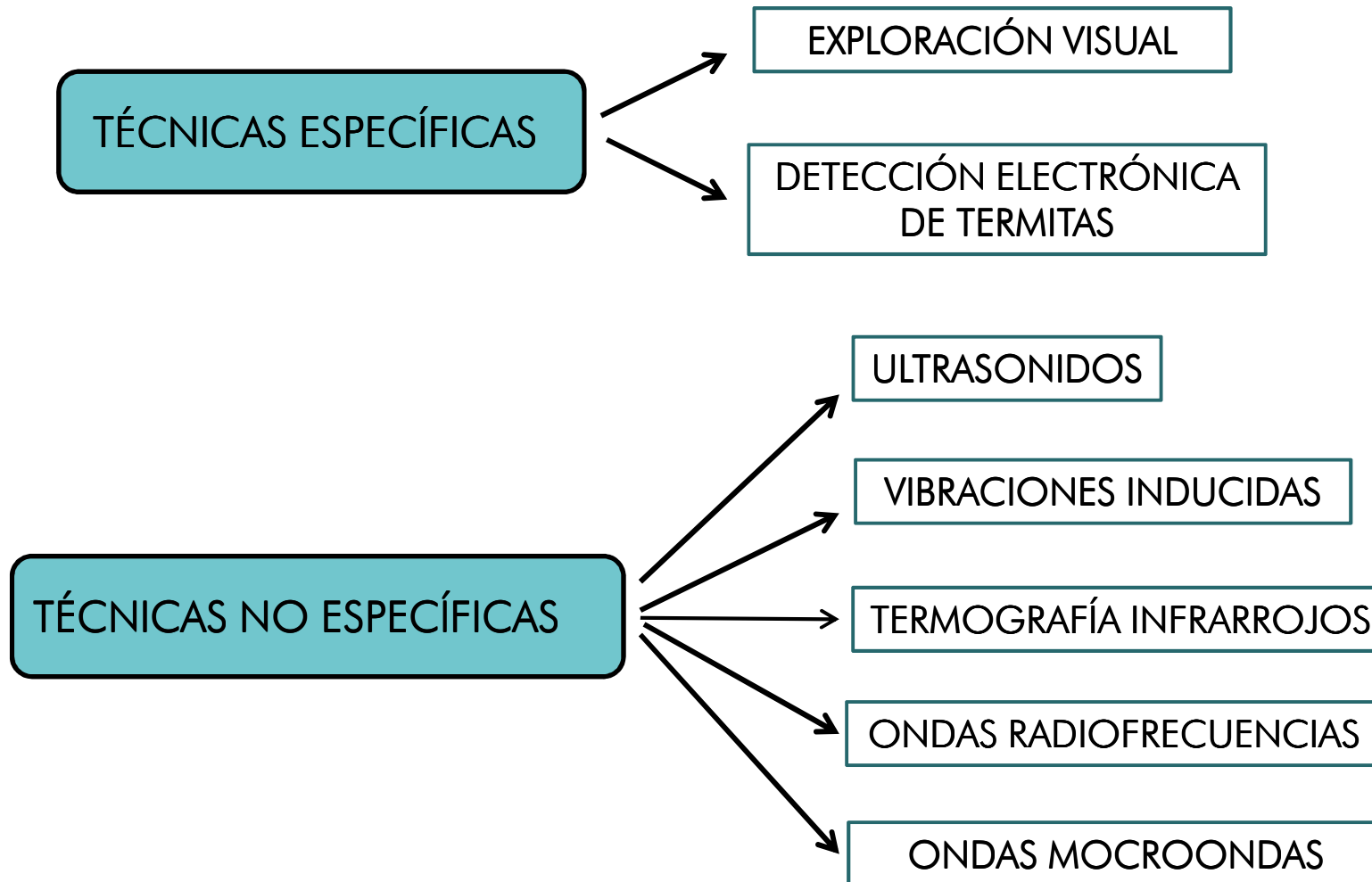


b)



OBJETIVO 2: Técnicas de prevención, detección, control y exterminio

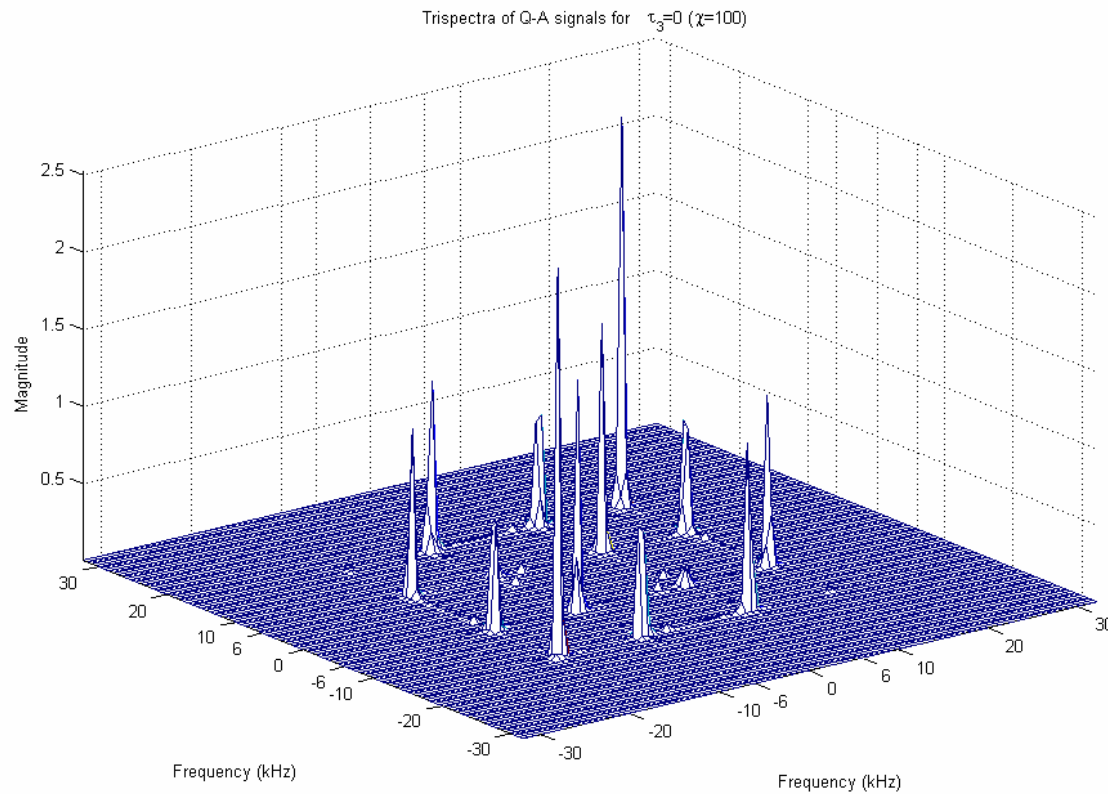
- TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS





OBJETIVO 2: Técnicas de prevención, detección, control y exterminio

DETECCIÓN ELECTRÓNICA DE TERMITAS



Análisis espectral de
señales acústicas

Método en fase de
prueba

Diagrama del espectro tridimensional con los picos característicos que indican la presencia de plagas



OBJETIVO 3: Fundamentos teóricos y aplicación del georradar

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRADAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3. NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

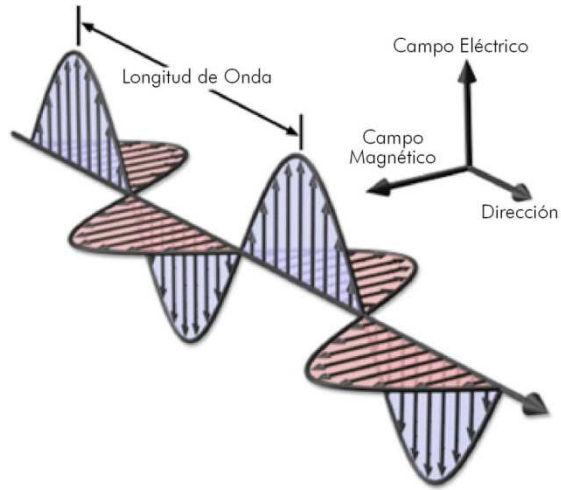
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS

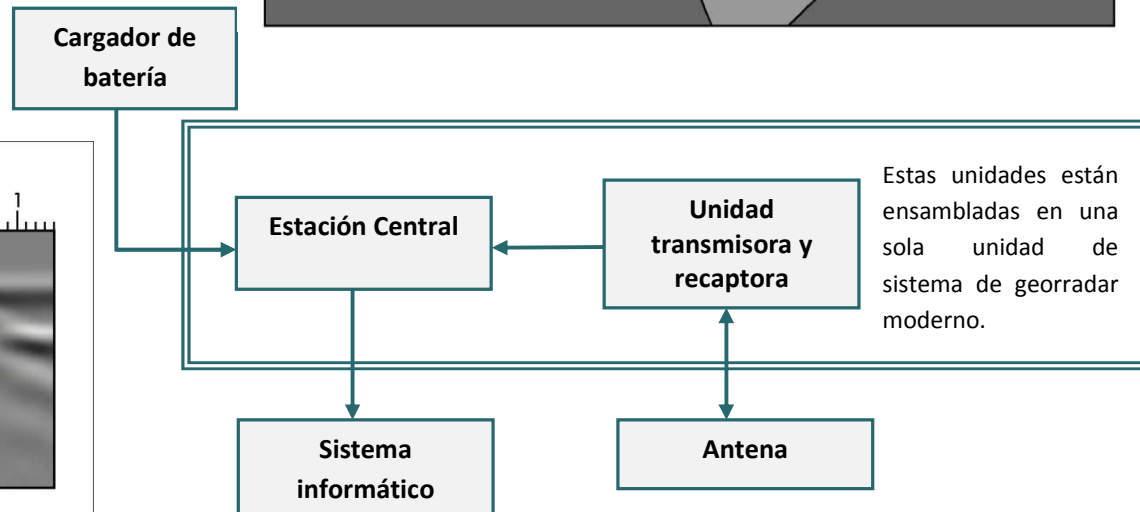
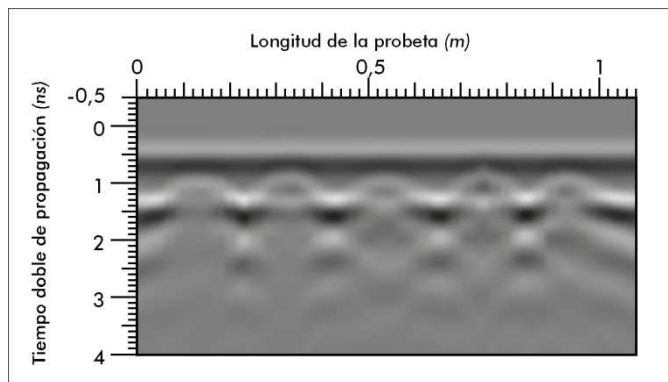
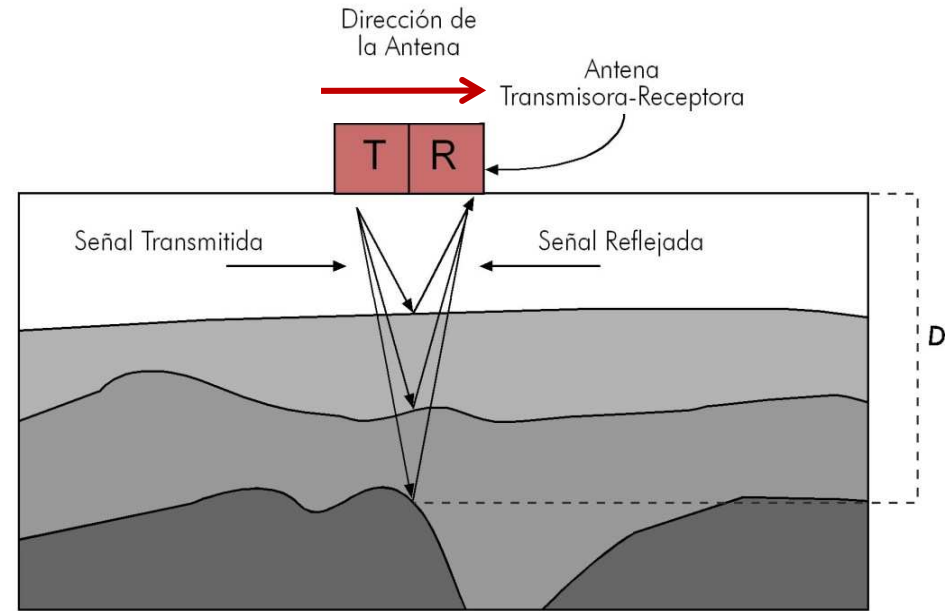


OBJETIVO 3: Fundamentos teóricos y aplicación del georradar

PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS



PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL MEDIO OBJETO DE ESTUDIO

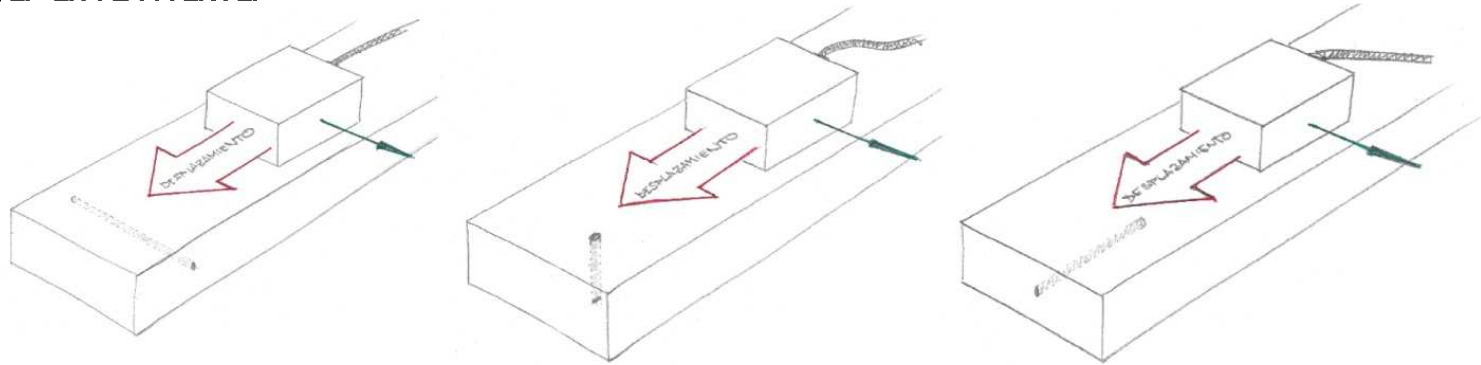




OBJETIVO 3: Fundamentos teóricos y aplicación del georradar

FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR:

1.- Dirección de propagación del campo eléctrico con respecto al eje de la anomalía



2.- Tamaño mínimo de la anomalía que podemos detectar

3.- Resolución horizontal

4.- Resolución vertical

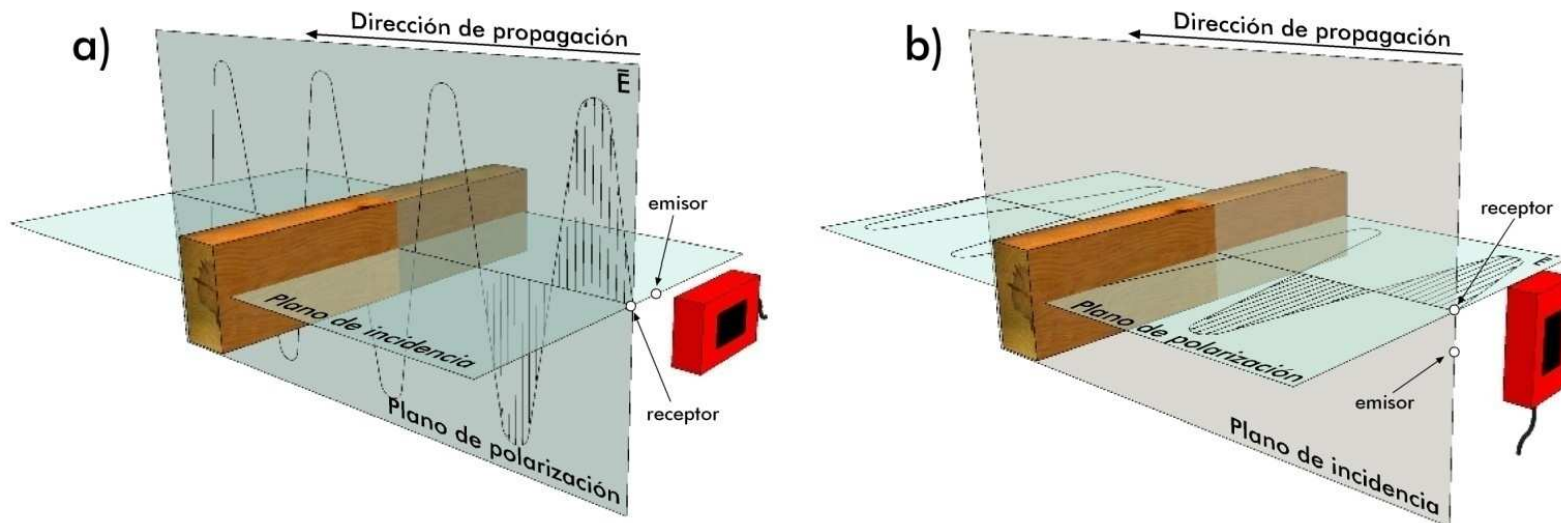
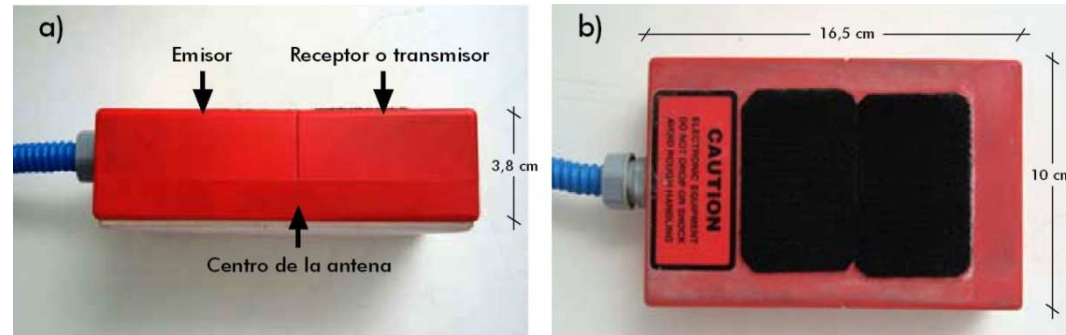
5.- Alteración



OBJETIVO 3: Fundamentos teóricos y aplicación del georradar

ANTENA:

El diseño de la antena determina la polarización del campo eléctrico.



a) Polarización perpendicular del campo eléctrico que oscila perpendicular a las fibras y **b)** paralela a las mismas.



OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRRADAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3 NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS



OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

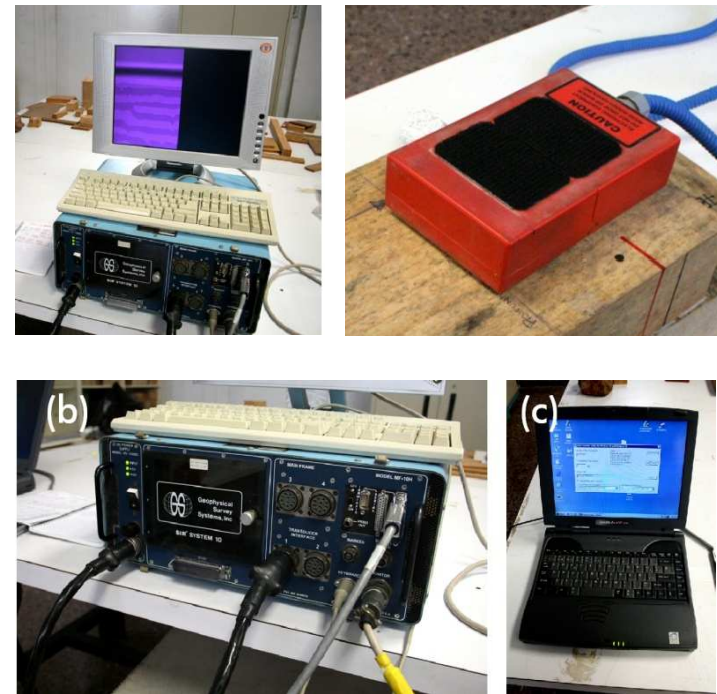
MADERA

Pinus pinaster Ait.



GEORRADAR

GSSI SIR-10H





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

Registro estático



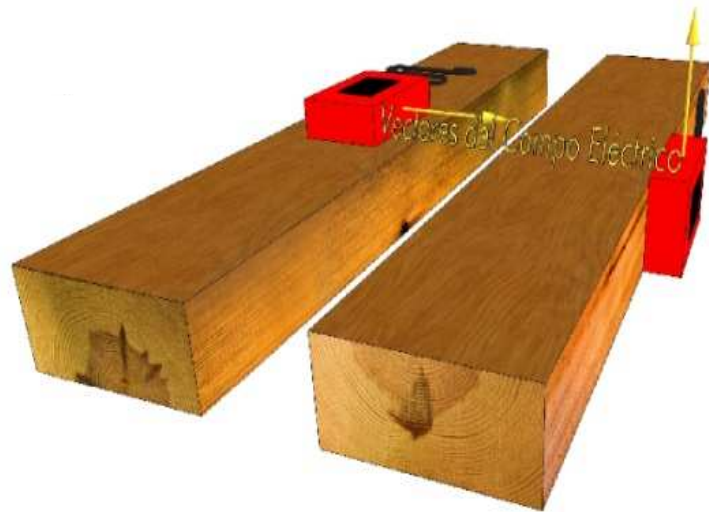
Registro dinámico



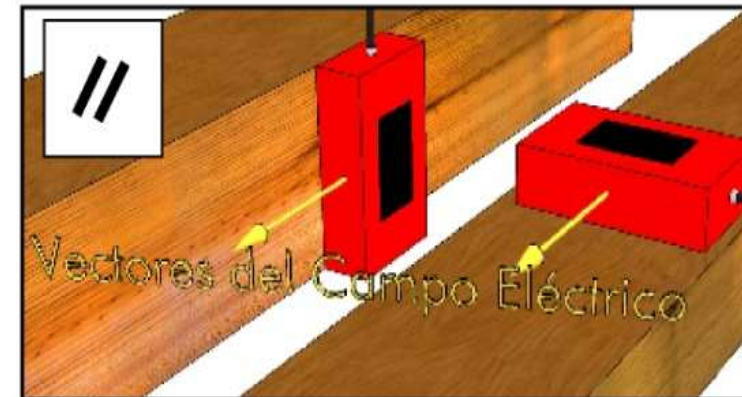


OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

Campo eléctrico perpendicular a las fibras



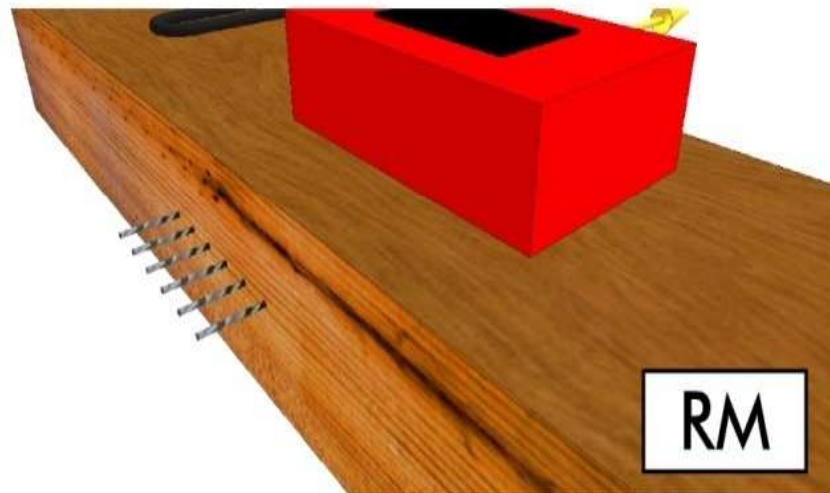
Campo eléctrico paralelo a las fibras



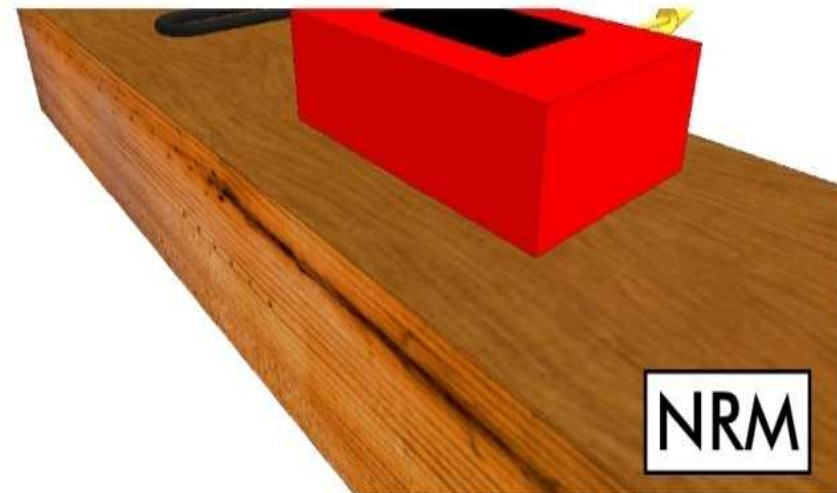


OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

Con reflector metálico

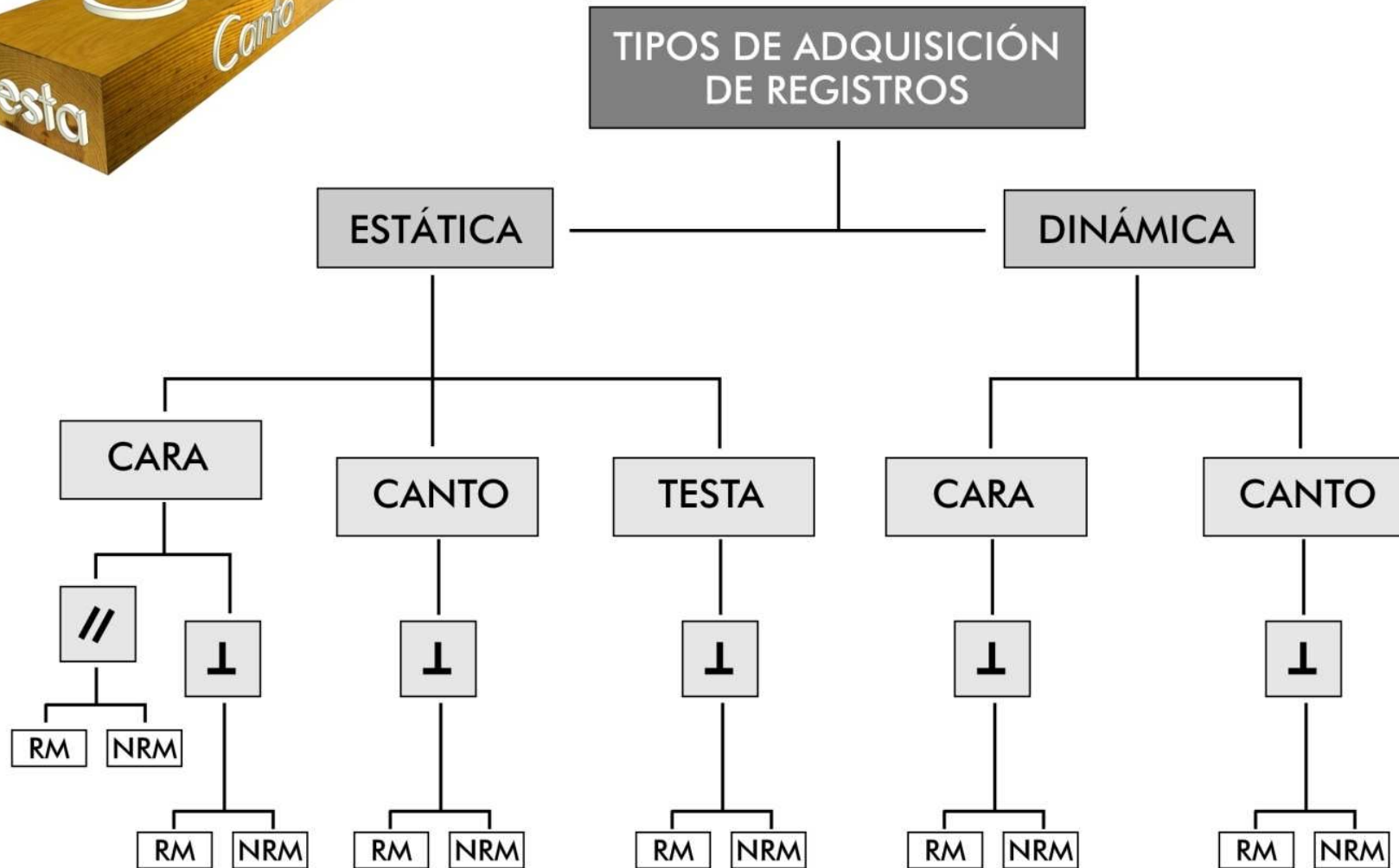


Sin reflector metálico





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

REGISTRO Nº:

FECHA:

CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE REGISTRO

TIPO REGISTRO

ESTÁTICO
DINAMICO

REGISTRO EN

CARA
CANTO
TESTA

DIRECCION DEL VECTOR DEL CAMPO ELÉCTRICO

// A LA DIRECCIÓN DE LAS FIBRAS

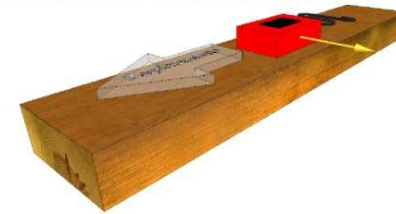
⊥ A LA DIRECCIÓN DE LAS FIBRAS

RADIAL
TANGENCIAL
MIXTO

REFLECTOR METÁLICO

CON REFLECTOR METÁLICO
SIN REFLECTOR METÁLICO
MIXTO (SÓLO REGISTROS DINÁMICOS)

TIPO DE ADQUISICIÓN



DINÁMICA/CARA/PERPENDICULAR

CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS DEL GEORRADAR

IGUAL A MEDICIÓN Nº:

RESOLUCIÓN ANTENA: GHz

DIMENSIONES ANTENA: cm

MODELO ESTACIÓN: GSSI SIR 10-H

RUTA ARCHIVO: 10/18/2010

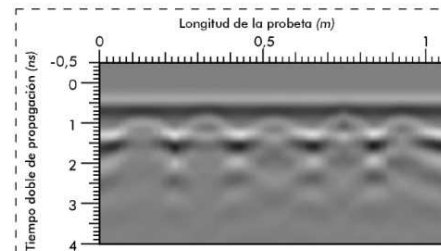
RANGO: ns

GANANCIA: NO SI

PTOS

POSICIÓN:

RADARGRAMA



Radargrama obtenido del registro 18, habiendo realizado 5 perforaciones, todas ellas rellenas de material de alto contraste dieléctrico.

DATOS DE LA MADERA ANALIZADA

IGUAL A MEDICIÓN Nº:

DATOS DEL LOTE:

ESPECIE: *Pinus pinaster* Ait.

CLASE RESISTENTE: C18

C. HUMEDAD: 12%

TEMPERATURA: 25°C

DATOS DE LA MUESTRA:



Ancho cm

Alto cm

Largo cm



OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

	Madera	<i>Pinus pinaster</i> Ait
ϵ'	2 - 8	2 - 4
v (cm/ns)	21,2 - 10,6	16- 21

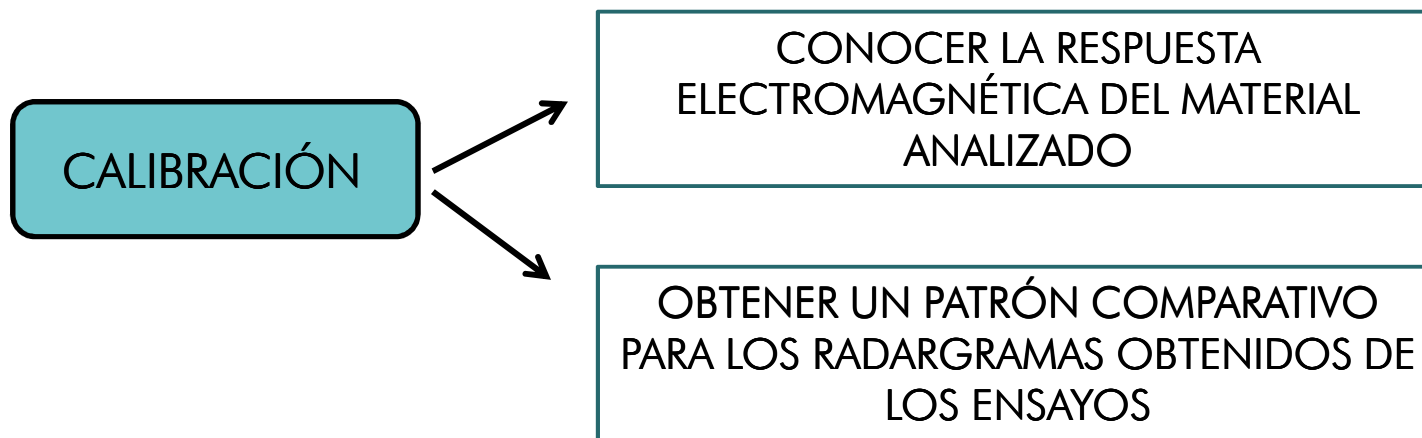
	CRITERIO 1: Primera zona de Fresnel					CRITERIO 2: Conyers y Goodman				
	f (GHz)	ϵ'	v (cm/ns)	λ (cm)	$Rh = \frac{d1}{2}$	f (GHz)	ϵ'	v (cm/ns)	λ (cm)	$Rh = ra$
Madera Normal	1,6	2,00	10,60	6,63	9,03	1,6	2,00	10,60	6,63	1,66
		8,00	21,20	13,25	14,39		8,00	21,20	13,25	3,31
	2,6	2,00	10,60	4,08	6,71	2,6	2,00	10,60	4,08	1,02
		8,00	21,20	8,15	10,33		8,00	21,20	8,15	2,04
Pinus Pinaster Ait	1,6	2,00	16,00	10,00	11,83	1,6	2,00	16,00	10,00	2,50
		4,00	21,00	13,13	14,29		4,00	21,00	13,13	3,28
	2,6	2,00	16,00	6,15	8,62	2,6	2,00	16,00	6,15	1,54
		4,00	21,00	8,08	10,26		4,00	21,00	8,08	2,02

x = 10,00



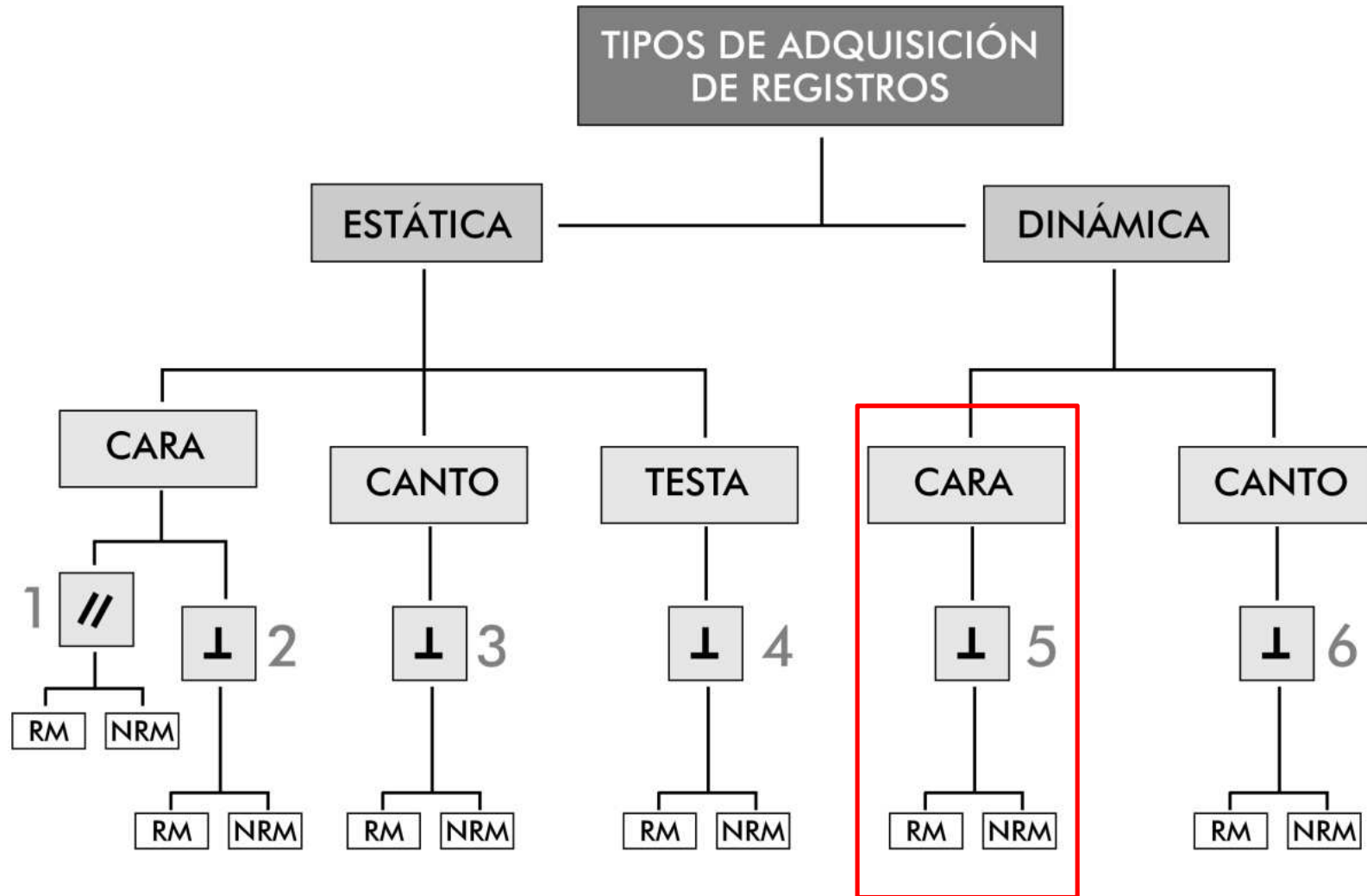
OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

para las distintas antenas utilizadas en el trabajo			
Antena 1,6 (GHz)	Criterio 1 ($\lambda/2$)	Rango global Madera	[6,62- 3,3] cm
		<i>Pinus pinaster</i> Ait.	[5- 6,55] cm
	Criterio 2 ($\lambda/4$)	Rango global Madera	[6,62- 3,3] cm
		<i>Pinus pinaster</i> Ait.	[5- 6,55] cm
Antena 2,6 (GHz)	Criterio 1 ($\lambda/2$)	Rango global Madera	[4,1- 2,1] cm
		<i>Pinus pinaster</i> Ait.	[3,1- 4,1] cm
	Criterio 2 ($\lambda/4$)	Rango global Madera	[2,1- 1,1] cm
		<i>Pinus pinaster</i> Ait.	[1,53- 2,01] cm



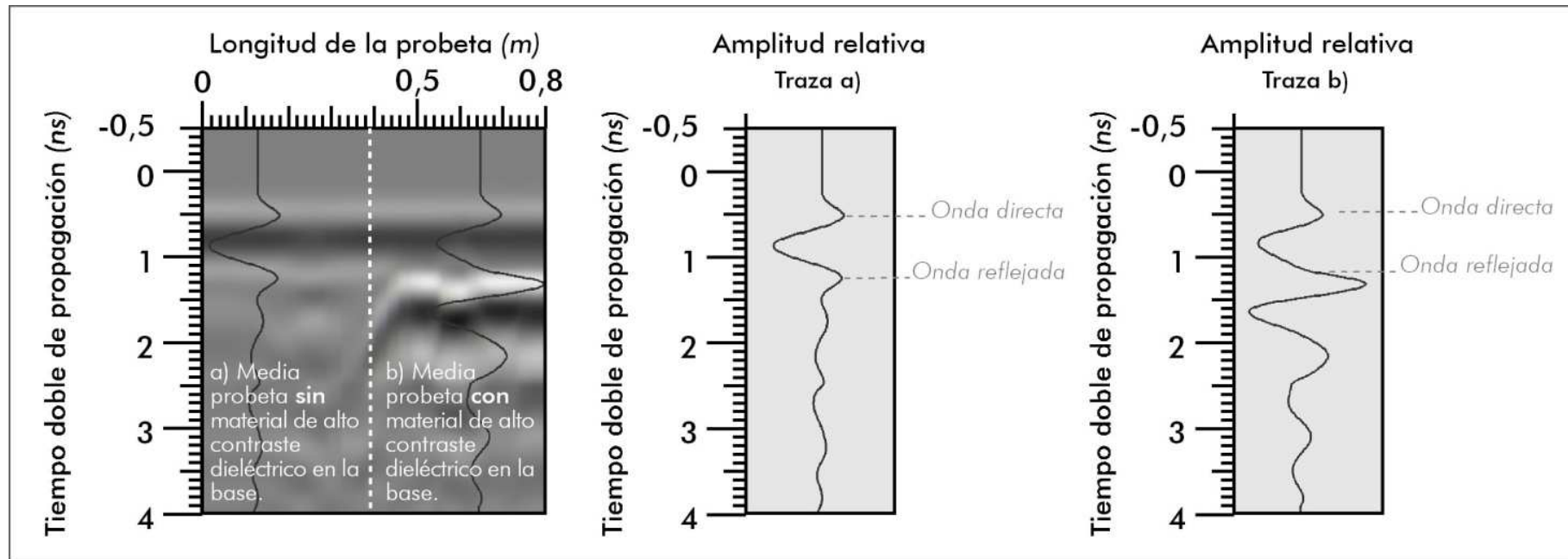
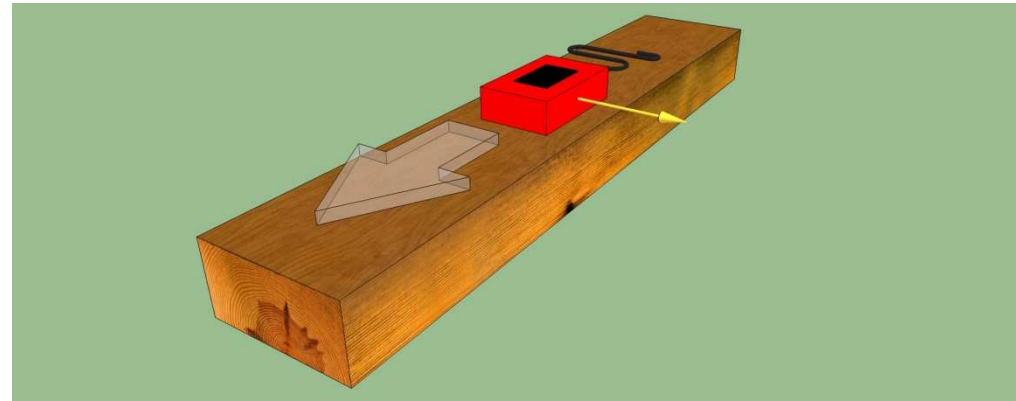


OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos



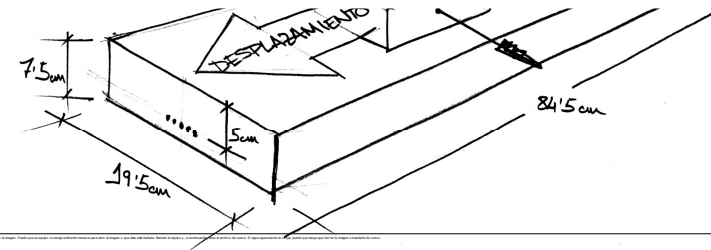
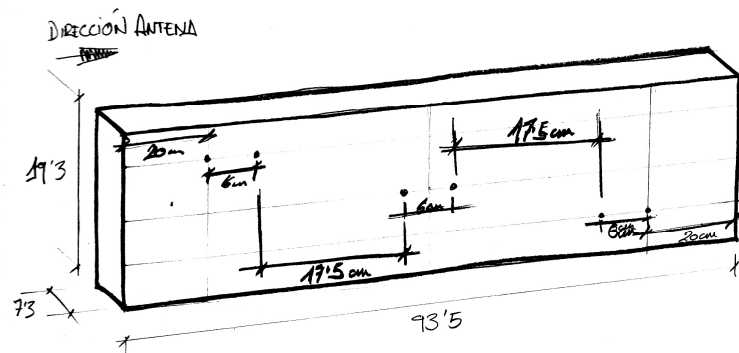
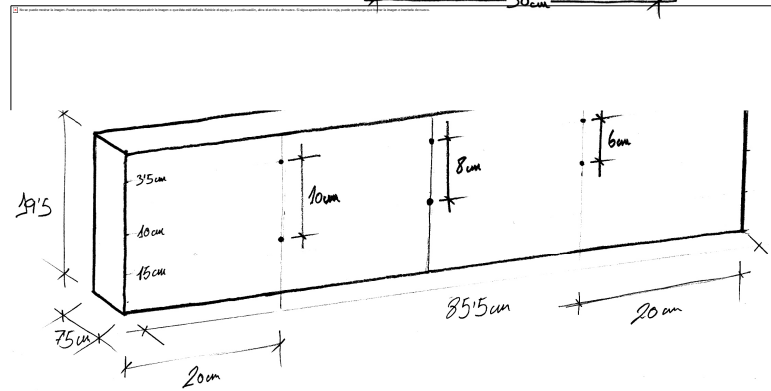
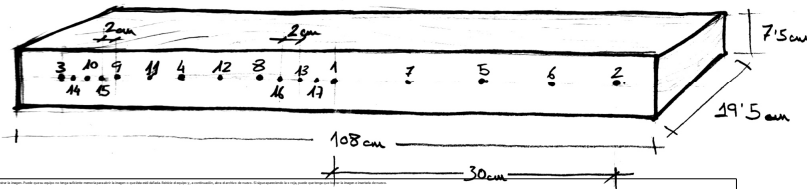
4. Registro dinámico con la antena en cara y el vector director del campo eléctrico perpendicular a las fibras de la madera.



OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

17 ENSAYOS REALIZADOS

400 TOMAS DE REGISTROS





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

Ensayo N°: **4**

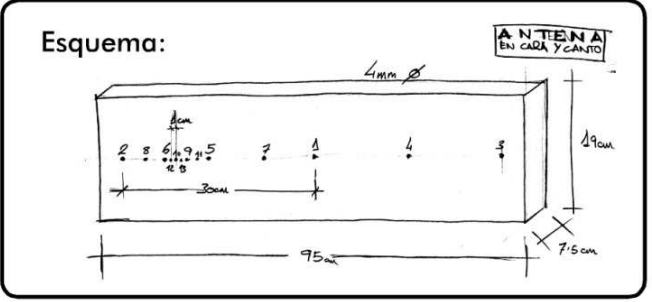
Fecha: **22/10/2010**

N° Registros: **27**

Tipo de registros:

Dinámico:

Estático:



Dimensiones Probeta:

Ancho **19** cm

Alto **7,5** cm

Largo **95** cm

Perforación de: **4** mm

Antena: 1600MHz 2600MHz

Dirección de la anomalía:

En cara: <input checked="" type="checkbox"/>	En cara: <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caso 1 <input type="checkbox"/>	Caso 2 <input checked="" type="checkbox"/>	Caso3 <input type="checkbox"/>
En canto: <input type="checkbox"/>	En canto: <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caso 1 <input checked="" type="checkbox"/>	Caso 2 <input type="checkbox"/>	Caso3 <input type="checkbox"/>
En testa: <input type="checkbox"/>	En testa: <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caso 1 <input type="checkbox"/>	Caso 2 <input type="checkbox"/>	Caso3 <input type="checkbox"/>

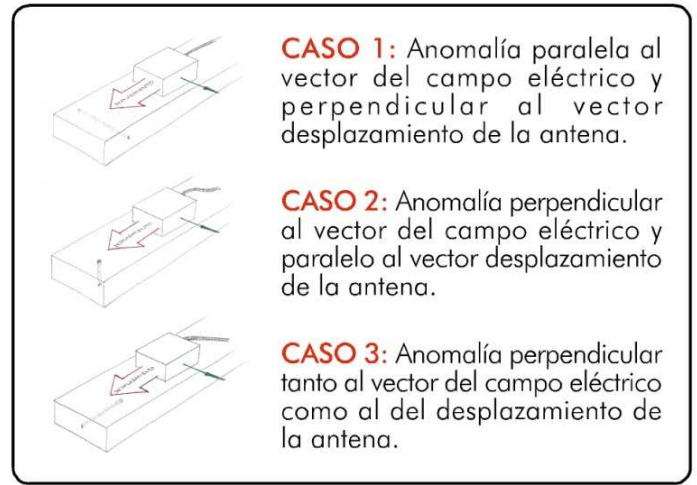
Observaciones:

ANTENA EN CARA: *se ven los 7 individualmente. desaparece los demás con las ondas de RH*

ANTENA EN CANTO: *solo se ven los 9 tienen metal.*

	RM	NRM
5 perforac.	38	39
7 perforac	42	43
9 perforac	46	47

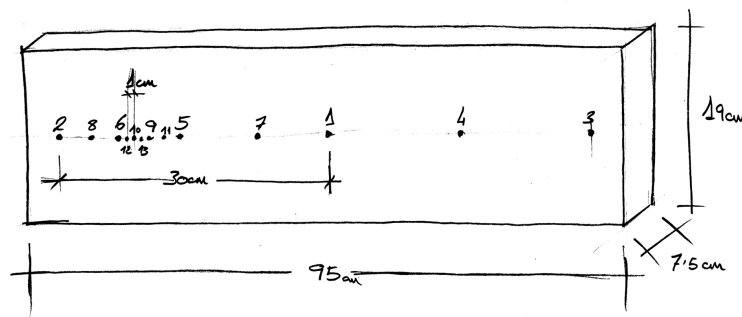
Lo no se distinguen individualmente.





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesamiento de datos

Factor condicionante	Casos	Descripción	Ensayos
1. Dirección de propagación del campo con respecto al eje de la anomalía	Caso 1		1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17
	Caso 2		1, 2, 3, 4, 5 y 6
	Caso 3		7, 8 y 9

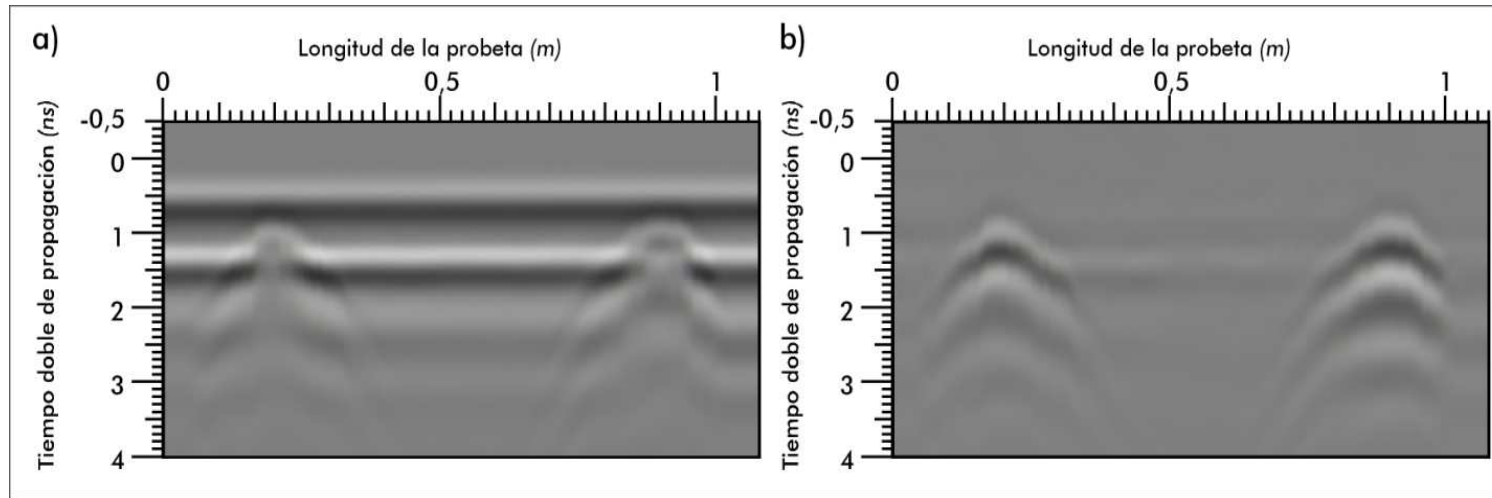


ENSAYO N° 4



OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesamiento de datos

PROCESADO: FILTRO BACKGROUND



PROCESADO: FUNCIÓN DE GANANCIA





OBJETIVO 4: Adquisición de registros y procesado de datos

PROCESADO: NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA





INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRRADAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3. NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

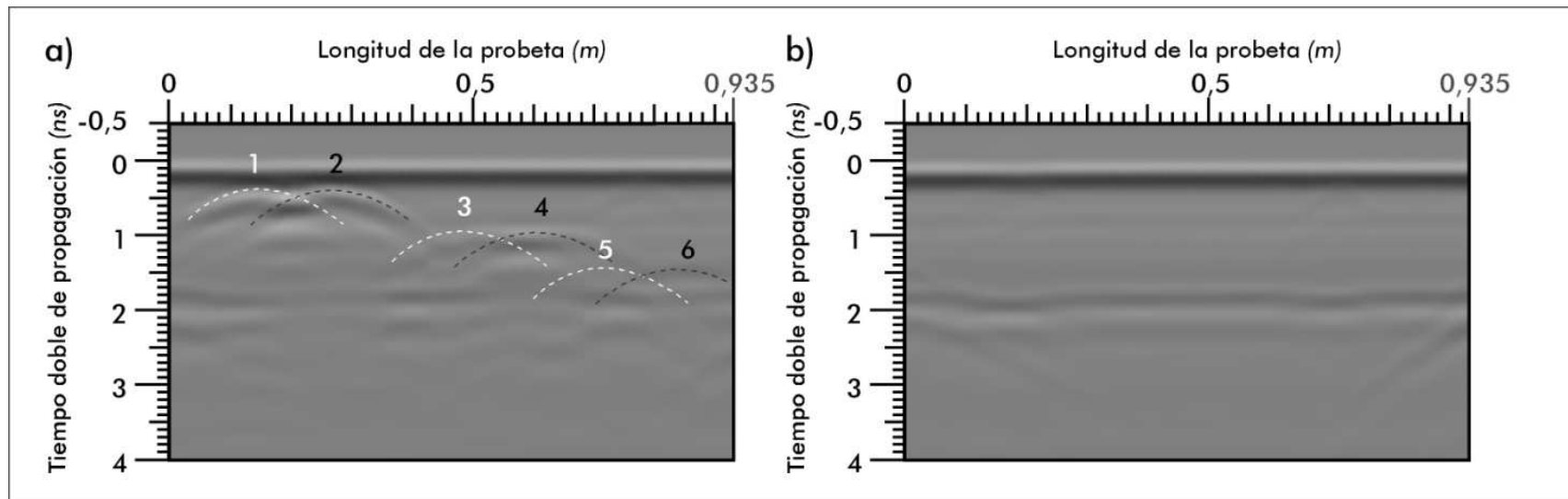
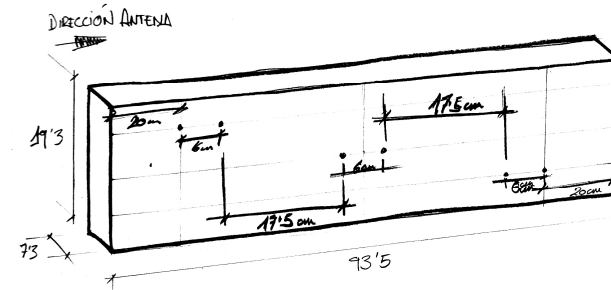
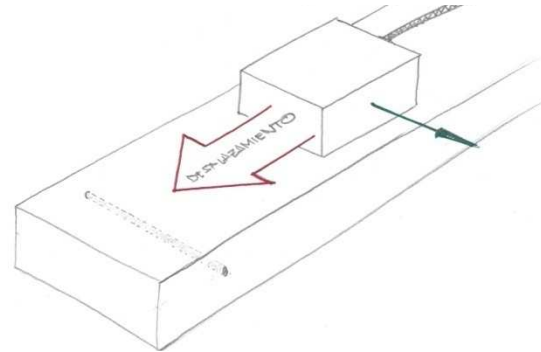
10. ANEXOS



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA

CASO 1



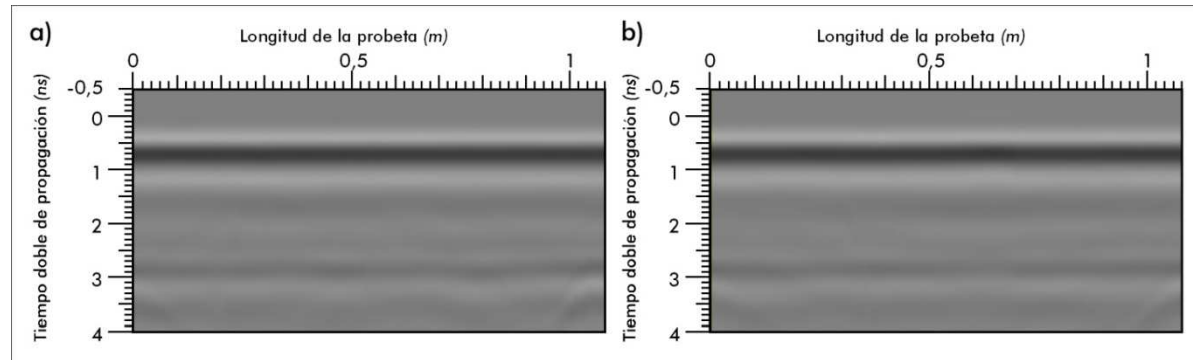
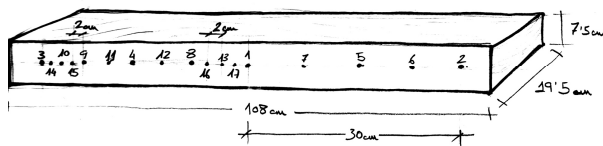
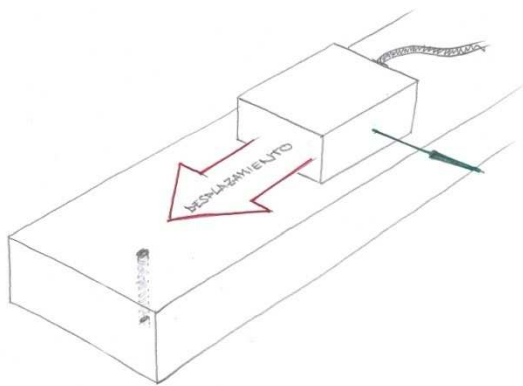
a) Radargrama 21A del ensayo 15. b) Radargrama 22A del ensayo 15



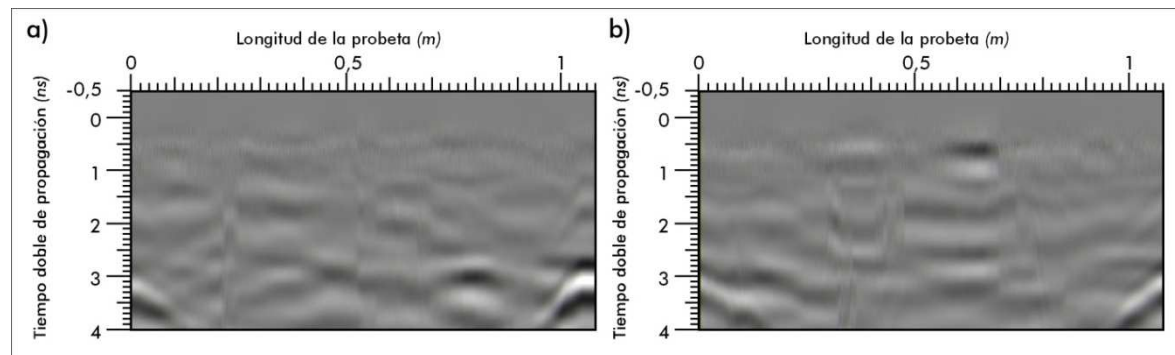
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA

CASO 2



a) Radargrama 20, ensayo 1. b) Radargrama 21, ensayo 1.



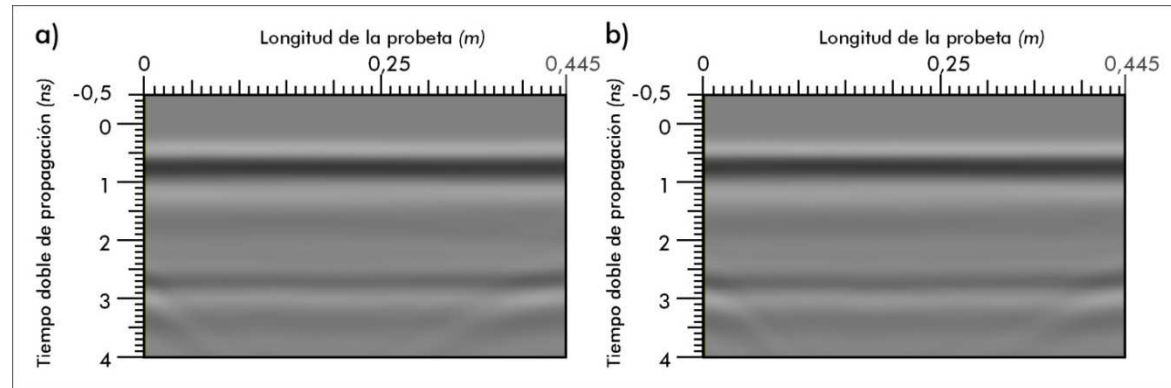
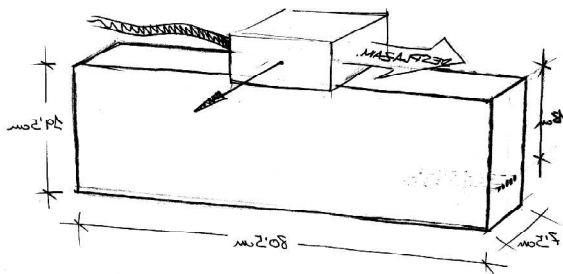
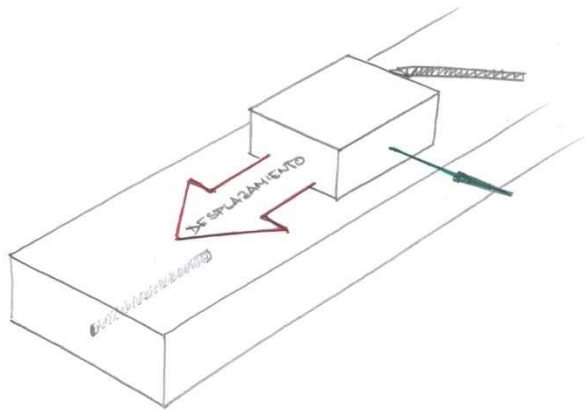
Izquierda: File 20-BC-GAIN. Derecha: File 21-BC-GAIN.



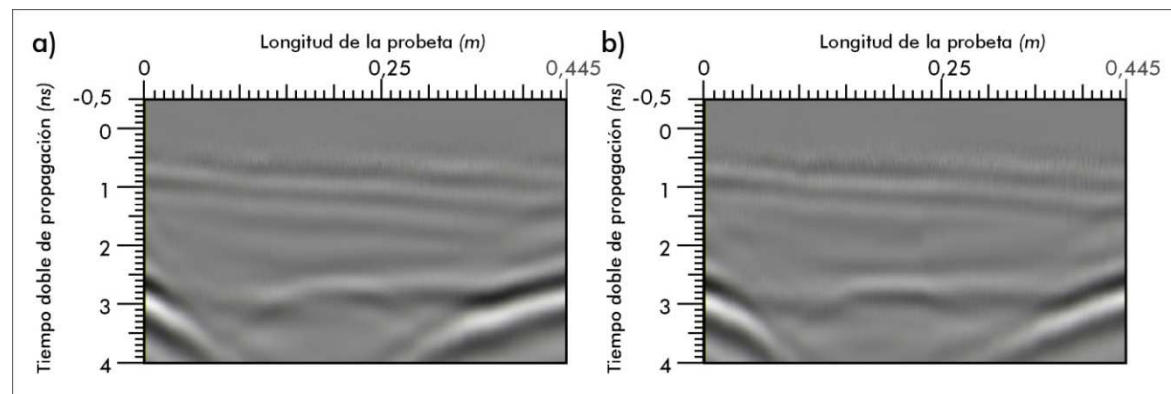
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA

CASO 3



a) Radargrama 11 ensayo 8. b) Radargrama 12 ensayo 8



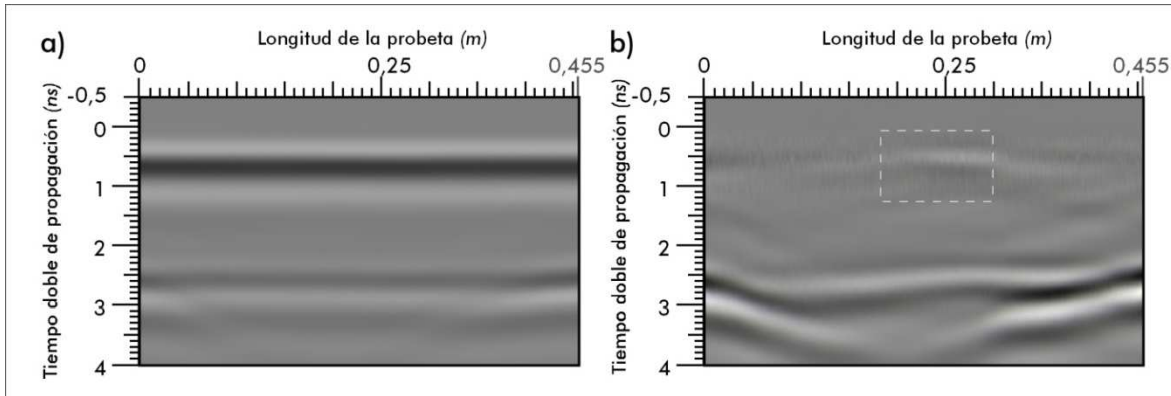
a) Radargrama 11-BC-GAIN, ensayo 8. b) Radargrama 12-BC-GAIN, ensayo 8



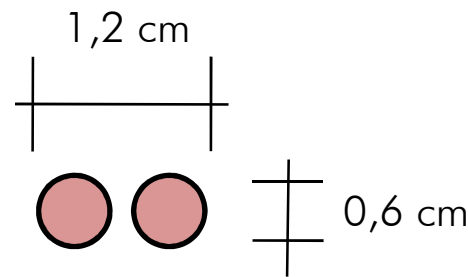
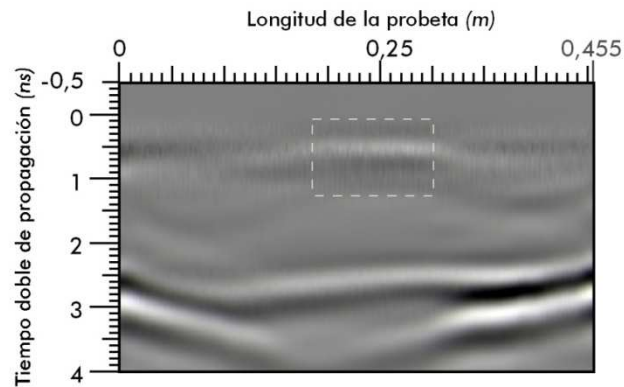
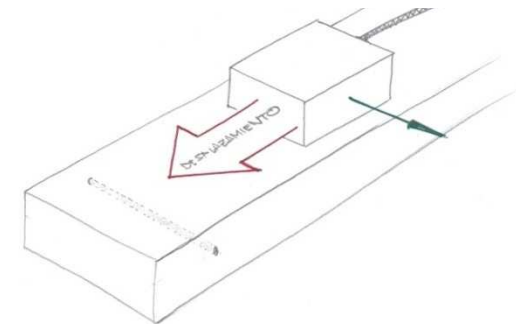
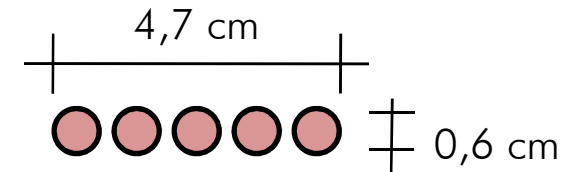
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 2. TAMAÑO MÍNIMO DETECTABLE

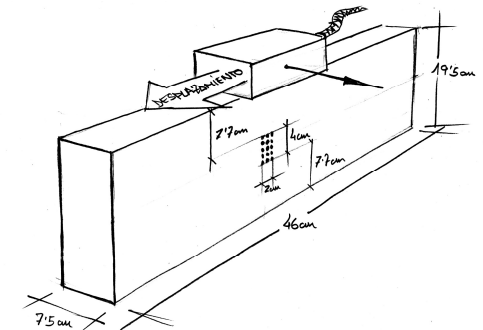
CASO 1. Antena 1,6 GHz



a) Radargrama 39, ensayo 13. b) Radargrama 39-BC-GAIN, ensayo 13



Radargrama 33-BC-GAIN, ensayo 13

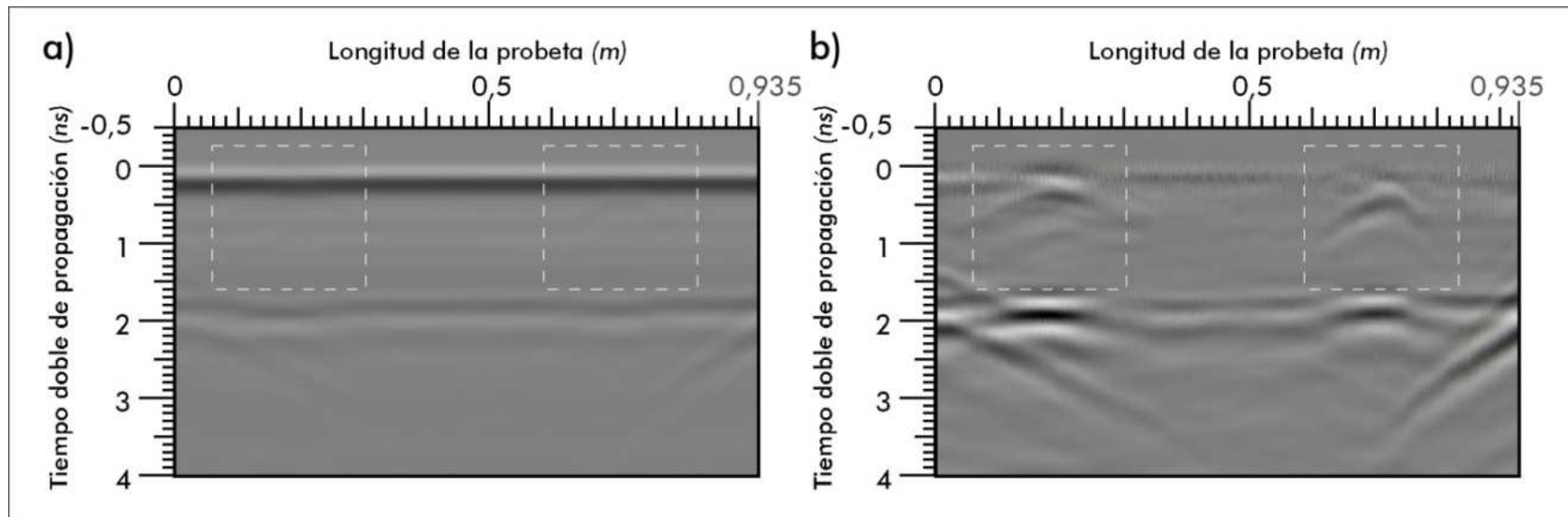
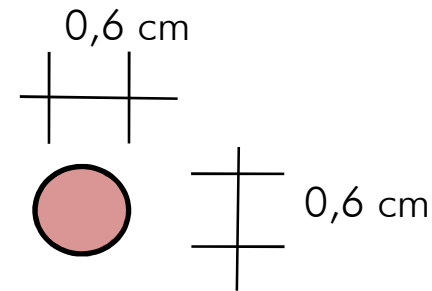
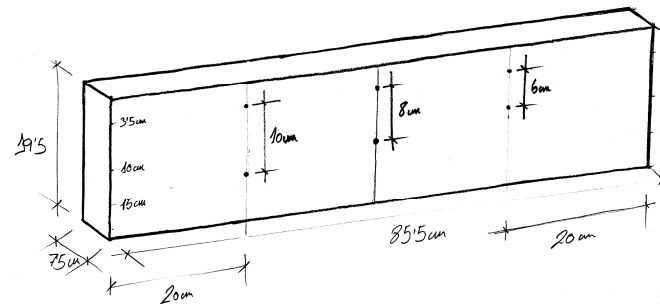




INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 2. TAMAÑO MÍNIMO DETECTABLE

CASO 1. Antena 2,6 GHz



a) Radargrama 22A, ensayo 16. b) Radargrama 22A-BC-GAIN, ensayo 16

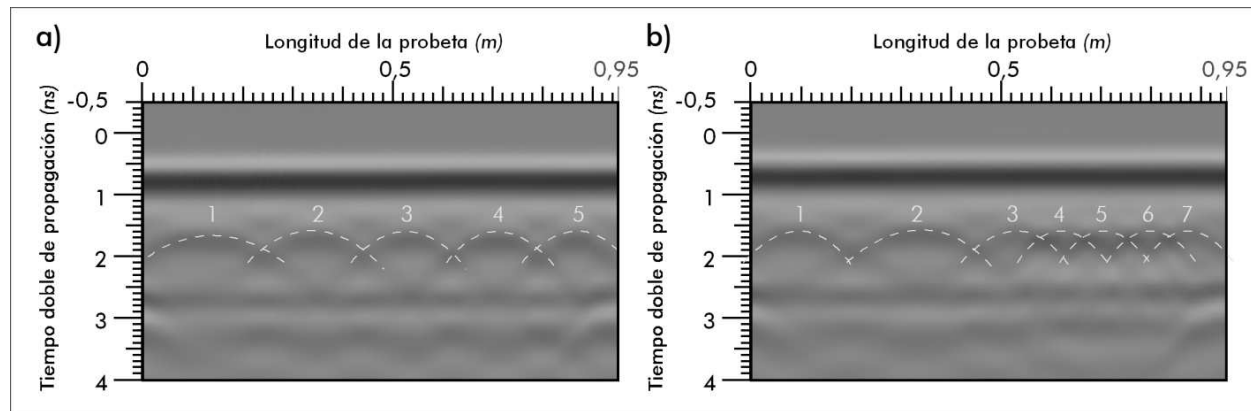
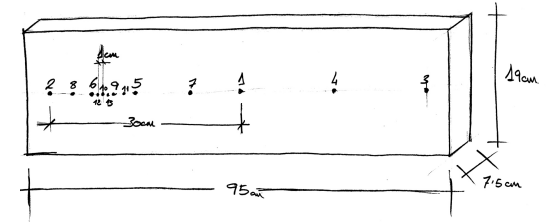


INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL

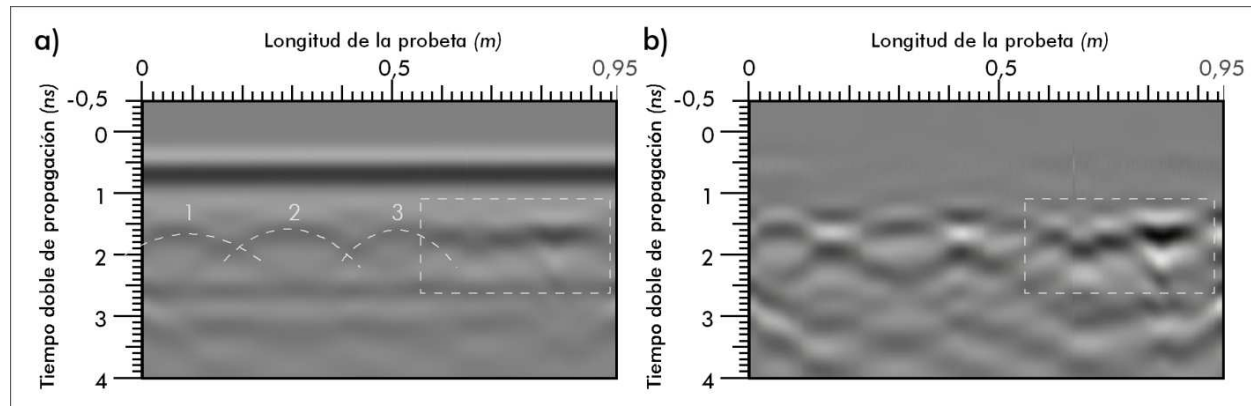
CASO 1. Antena 1,6 GHz

$7,5 \text{ cm} \geq Rh > 3,75 \text{ cm}$



a) Radargrama 38, ensayo 4. b) Radargrama 42, ensayo 4

Distancia entre perforaciones = 7,5 cm



a) Radargrama 46, ensayo 4. b) Radargrama 46-BC-GAIN, ensayo 4

Distancia entre perforaciones = 3,75 cm



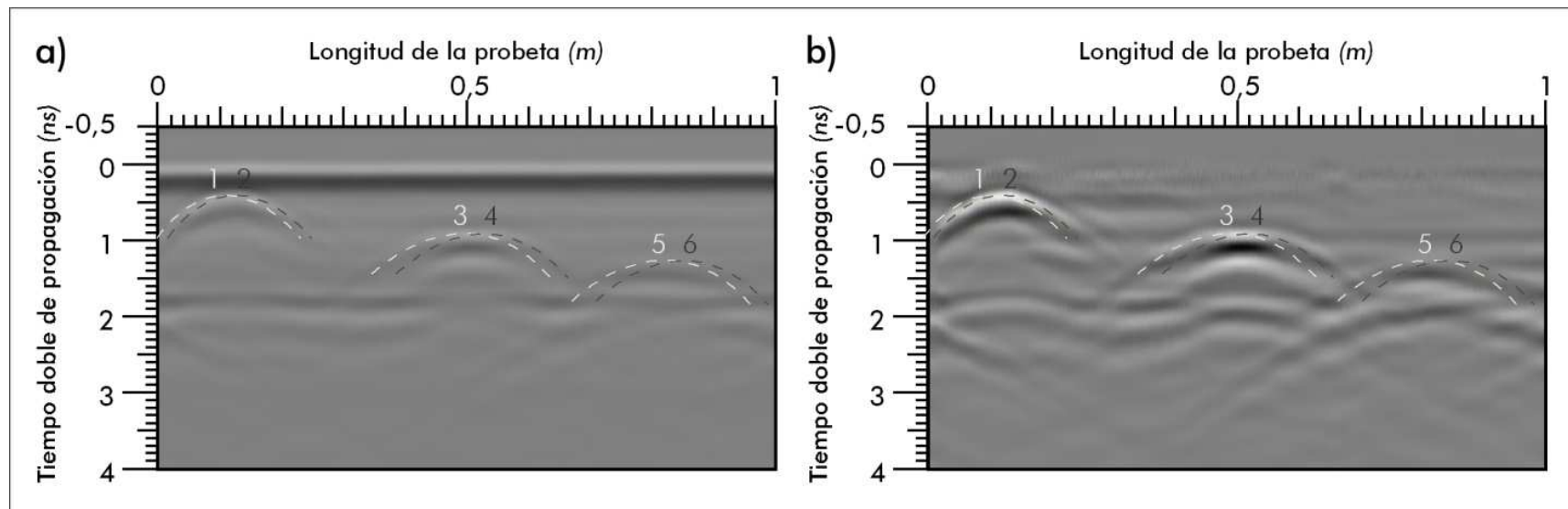
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL

CASO 1. Antena 2,6 GHz

$$5 \text{ cm} \geq R_h$$

Distancia entre perforaciones = 5 cm



a) Radargrama 26A, ensayo 17. b) Radargrama 26A-BC-GAIN, ensayo 17

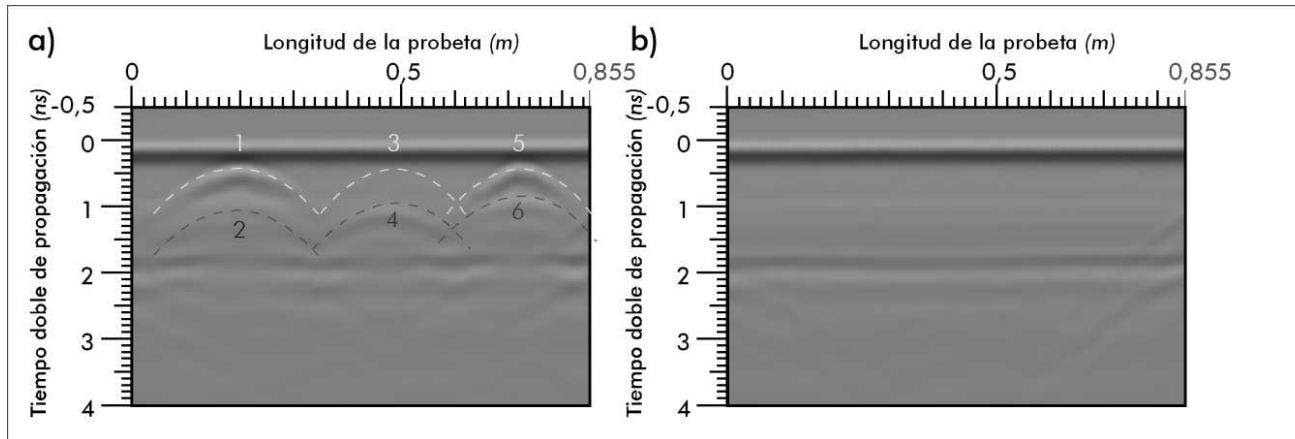


INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 4. RESOLUCIÓN VERTICAL

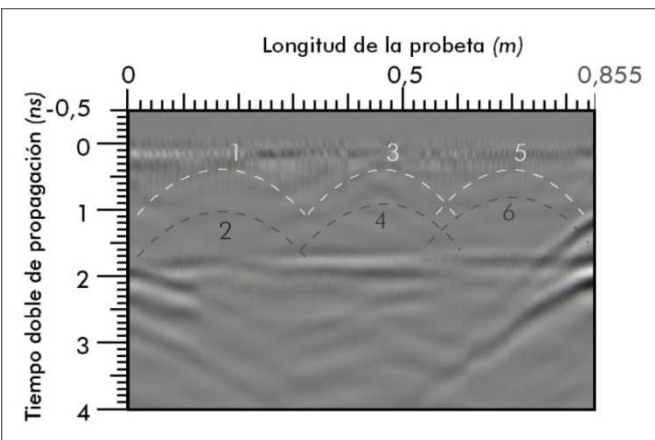
CASO 1. Antena 2,6 GHz

$$R_v \leq 6 \text{ cm}$$

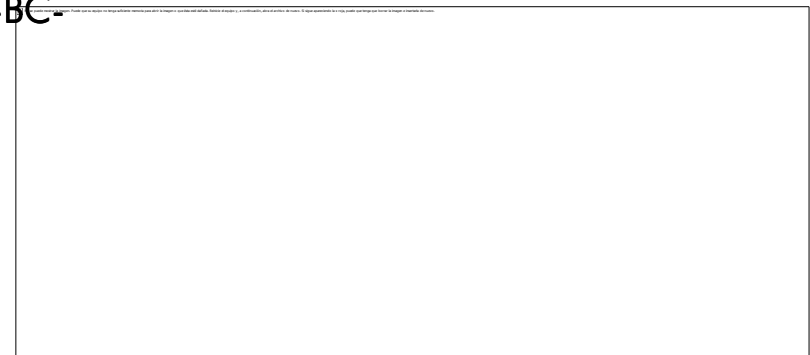


a) Radargrama 23A, ensayo 16. b) Radargrama 24A, ensayo 16.

Distancia mínima entre perforaciones = 6 cm



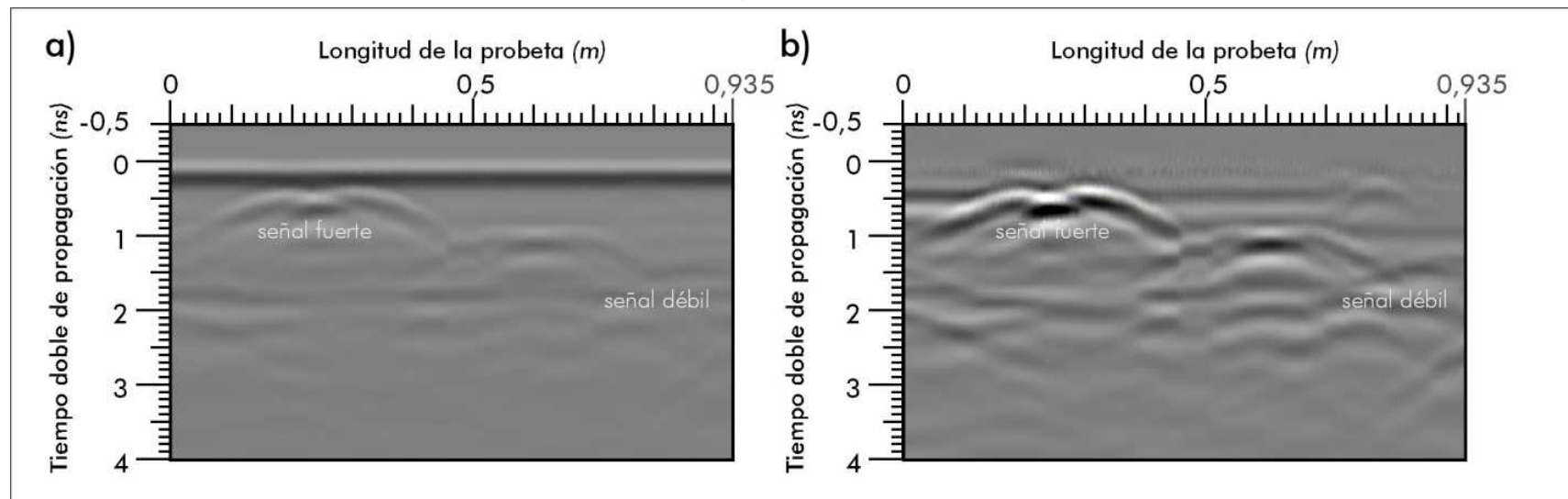
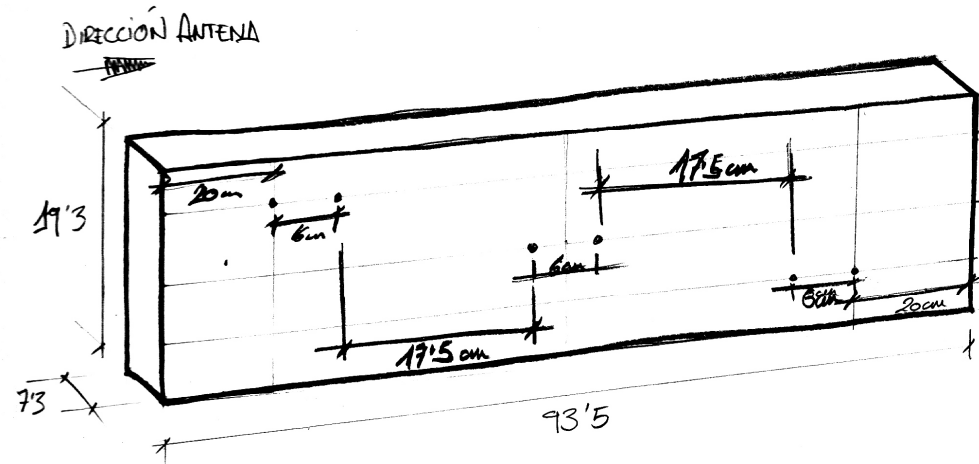
Radargrama 24A-BC-GAIN, ensayo 16





INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Factor Condicionante 5. ATENUACIÓN



a) Radargrama 21A, ensayo 15. b) Radargrama 21A-BC-GAIN, ensayo 15



CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL PFM

2. LA TERMITA, SU ACCIÓN Y MÉTODOS DE DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL

- 2.1. LA TERMITA
- 2.2. TÉCNICAS DE INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y CONTROL DE TÉRMITAS.

3. TEORÍA DEL GEORRADAR

- 3.1. FUNDAMENTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMPLEADAS POR GEORRADAR.
- 3.2. PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL GEORRADAR.
- 3.3. PARÁMETROS DE LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
- 3.4. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN DEL GEORRADAR
- 3.5. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR
- 3.6. ANTENAS.
- 3.7. RADARGRAMAS.
- 3.8. PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LA MADERA

4. RESOLUCIÓN DEL GEORRADAR

- 4.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN
- 4.2. RESOLUCIÓN VERTICAL
- 4.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL
- 4.4. ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN

5. PROGRAMA EXPERIMENTAL

- 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS Y DE LOS ENSAYOS
- 5.2. GEORRADAR USADO EN ESTE ESTUDIO
- 5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN
- 5.4. LÍMITES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESOLUCIÓN PARA EL CASO DE ESTUDIO.
- 5.5. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.
- 5.6. MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE REGISTROS. DESCRIPCIÓN Y FICHAS RESUMEN.

6. PROCESADO DE REGISTROS.

- 6.1. FILTRO BACKGROUND O QUITAR EL FONDO.
- 6.2. GANANCIA.
- 6.3. NORMALIZACIÓN DE LA DISTANCIA.

7. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- 7.1. DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DEL CAMPO CON RESPECTO AL EJE DE LA ANOMALÍA.
- 7.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA SUPERFICIE AFECTADA PARA QUE SE PRODUZCA ANOMALÍA SIGNIFICATIVA.
- 7.3. RESOLUCIÓN HORIZONTAL.
- 7.4. RESOLUCIÓN VERTICAL.
- 7.5. ATENUACIÓN.

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS



CONCLUSIONES

- El georradar resulta una **herramienta de apoyo de detección de termitas eficaz**, ya que sirve para confirmar o completar en ocasiones la información que se desprende de la aplicación de otros métodos o técnicas que en la mayoría de casos son más inmediatos, rudimentarios y agresivos con el medio estudiado.
- Tras la calibración del equipo para la detección de las anomalías producidas por las termitas, podemos afirmar que **resulta idónea la antena de 2,6 GHz**.
- Para completar este trabajo en **futuras líneas de investigación** deberían contemplarse **dos aspectos fundamentales**:
 - Realización de más ensayos concluyentes incluyendo la **utilización de antenas con una frecuencia central superior a 2,6 GHz**.
 - Debería contemplarse el **estudio in situ de elementos constructivos infectados de termita**, para poder comparar los resultados con los obtenidos en el laboratorio y valorar también la comodidad de la técnica para su aplicación en obra.



CONCLUSIONES



Ensayos de calibración



Ensayos con georadar.



GRACIAS POR SU
ATENCIÓN