

FACULTAD DE INGENIERA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**Seguimiento Instrumental Geotécnico para controlar
riesgos en la construcción de túneles tipo escudo del
tramo UNEFA - Bello Campo del Proyecto Línea 5, Metro
de Caracas.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR Br. Andrés Eloy Guarache Acuña

Br. Paolo Di Teodoro Ruzza

PROFESOR GUIA Ing. Sergio Rodríguez Rojas

FECHA Junio de 2013

AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración del presente trabajo tuvimos la dicha de contar con la ayuda de un gran número de profesionales que, con una excelente disposición facilitaron nuestras tareas para lograr los objetivos propuestos. Queremos hacer un reconocimiento muy especial al personal de la C.A. Metro de Caracas, quienes con paciencia y dedicación nos orientaron en todas las áreas que fueron necesarias estudiar para la realización de la investigación. Especialmente a nuestro tutor Ing. Sergio Rodríguez Rojas por su constante disposición a ayudarnos y guiarnos en este largo proceso. Además debemos agradecer, dentro de este equipo de trabajo, la ayuda del Ing. Johan Pérez, Ing. Dagoberto Duno, Ing. Mirka Farfán, Ing. Gilberto Gutiérrez, Ing. Andrea Contreras, TSU. César Garban y de otras empresas afines a TSU. Wilfredo Astudillo y TSU. Antonio Moreno. Debemos además, reconocer la ayuda proporcionada por los Ingenieros pertenecientes a la Comunidad Ucabista Roque García y Ricardo Rivas. También queremos agradecer especialmente la valiosa ayuda del Maestro Dr. Roberto Centeno quien voluntariamente accedió a guiarnos en la elaboración del trabajo escrito.

Por último pero no menos importante, queremos agradecer a nuestros amigos cercanos y en especial a nuestros padres y hermanos quienes estuvieron presentes desde el inicio de nuestra aventura universitaria hasta su culminación con la entrega del presente Trabajo Especial de Grado, brindando incondicionalmente su apoyo moral y económico.

Para todas nuestras sinceras palabras de agradecimiento.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. EL PROBLEMA.	4
1.1. Planteamiento del problema.	4
1.2 Justificación del problema.	5
1.3. Alcance y limitaciones.	5
1.4. Objetivo general.	6
1.5. Objetivos específicos.	6
1.6. Antecedentes.	6
CAPITULO 2. MARCO TEORICO.	8
2.1. Instrumentación geotécnica.	8
2.1.1. Beneficios y justificación.	8
2.1.1.1. Beneficios antes de la construcción de la obra.	9
2.1.1.2. Beneficios durante la construcción de la obra.	9
2.1.1.3. Beneficios después de culminar la obra.	10
2.1.1.4. Método Observacional de Peck (1969).	10
2.1.2. Planificación y ejecución de programas de monitoreo de campo.	11
2.1.2.1. Definición de las condiciones del proyecto.	11
4.1.2.2. Predicción de mecanismos que controlan el comportamiento.	11
2.1.2.3. Definir las preguntas geotécnicas que necesitan ser respondidas.	11
2.1.2.4. Definición del objetivo de la instrumentación.	11
2.1.2.5. Predicción de cambios de magnitudes.	12
2.1.2.6. Establecer niveles de advertencia y crear planes de remediación.	12
4.1.2.7. Parámetros monitoreados y selección de los instrumentos.	13
2.1.2.8. Selección de la ubicación de los instrumentos.	14
2.1.2.9. Planificación previa a la instalación.	15
2.1.2.10. Plan de instalación.	15
2.1.2.11. Planes posteriores a la instalación de los instrumentos y equipos.	16
2.1.3. Reseña histórica de la instrumentación geotécnica.	17
2.2. Descripción de la Fase I del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.	18
2.3. Construcción de túneles escudos en suelos.	20
2.3.1. Máquinas perforadoras de túneles tipo escudo (<i>TBM</i> , " <i>Tunnel Boring Machine</i> ")... 20	
2.3.1.1. Clasificación.	21
2.3.1.2. Características de las <i>TBM con escudo de presión de tierras balanceada (EPBs, Earth Pressure Balance Shields)</i>	22
2.3.1.2.1. Modos de operación.	26
2.3.1.2.2. Tratamiento del terreno.	27
2.3.2. Características del terreno.	28
2.3.2.1. Parámetros de excavación de las <i>TBM-EPBs S430 y S431</i>	30

2.3.3. Asentamientos superficiales.....	31
2.4. Túneles mineros (NATM, "New Austrian Tunnel Method").....	34
 CAPITULO 3. MARCO METODOLOGICO PARA EL SEGUIMIENTO	
INSTRUMENTAL GEOTECNICO APLICADO EN EL TRAMO DE TUNELES	
GEMELOS COMPRENDIDO ENTRE LA ESTACION CHUAO Y LA	
ESTACION BELLO CAMPO DE LA LINEA 5 DEL METRO DE CARACAS... 39	
3.1. Proceso de instalación de la instrumentación.	39
3.1.1. Actividades previas.....	39
3.1.2. Ejecución.....	39
3.1.3. Tiempo de ejecución.....	39
3.1.4. Equipos utilizados para la instalación.....	39
3.1.5. Mecanismos de resarcimiento y restitución.....	39
3.2. Distribución de los instrumentos.	40
3.3. Proceso de obtención, presentación e interpretación de las lecturas de	
instrumentación. (Dunnicliff, 1993).....	42
3.3.1. Obtención de las lecturas de instrumentación.....	42
3.3.1.1. Lecturas iniciales.....	43
3.3.1.2. Frecuencia de la toma de lecturas.....	43
3.3.2. Presentación de las lecturas de instrumentación.....	44
3.3.3. Interpretación de las lecturas de instrumentación.....	44
3.3.4. Posibles errores en las mediciones.....	45
3.4. Instrumentación utilizada en el tramo de túneles gemelos comprendido entre la	
estación Chuao y la estación Bello Campo de la Línea 5 del Metro de Caracas.	45
3.4.1. Nivelación de precisión con nivel y placa plano paralela (NPPP).....	47
3.4.1.1. Tipos de Instrumentación utilizados para la nivelación de precisión con nivel placa plano	
paralela en el tramo Chuao - Bello Campo de la Línea 5 del Metro de Caracas.....	47
3.4.1.2. Procedimiento utilizado para la nivelación con precisión con NPPP.....	52
3.4.2. Medición de niveles freáticos.....	53
3.4.3. Mediciones de convergencia.....	55
3.4.3.1. Implementación de la instrumentación utilizada para la medición de convergencia en	
túneles gemelos.....	55
3.4.3.2. Equipo utilizado para medir convergencias.....	56
3.4.3.3. Procedimiento para la toma de mediciones.....	57
 CAPITULO 4. RESULTADOS.....	58
4.1. Nivelación de precisión con nivel y plano placa paralela (NPPP).....	58
4.1.1. Nivelación de secciones.....	58
4.1.2. Nivelación en edificaciones.....	119
4.2. Niveles freáticos.....	136
4.3. Convergencias.....	139

CAPITULO 5. DISCUSION DE RESULTADOS.....	156
5.1. Nivelación de precisión con NPPP.....	156
5.1.1. Nivelación de secciones con puntos superficiales y tasómetros.	158
5.1.2. Nivelación de edificaciones con pernos de asentamiento.	161
5.2. Mediciones de convergencia.	164
5.3. Control de niveles freáticos.....	166
CAPITULO 6. CONCLUSIONES.	169
BIBLIOGRAFIA.....	171
ANEXOS	173

INDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1.1.: Alineamiento Fase I Proyecto Línea 5 C.A. Metro de Caracas.....</i>	<i>4</i>
<i>FIGURA 2.1.2.11.: Organigrama esquemático de actuaciones en una instrumentación.</i>	<i>17</i>
<i>FIGURA 2.2.a.: Foso UNEFA con túneles gemelos dirección Bello Campo.....</i>	<i>19</i>
<i>Fuente: Autores.....</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 2.2.b.: Fosos UNEFA. Proyecto Línea 5 de la C.A. Metro de Caracas. Fuente Metro de Caracas.</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 2.2.c.: Túnel gemelo UNEFA-Chuao, revestido con los anillos prefabricados.....</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA 2.3.1.2.a.: Esquema de balance de presiones de tierras en la cámara presurizada.</i>	<i>22</i>
<i>FIGURA 2.3.1.2.b.: Cabeza de corte con protección anti-abrasiva de la TBM-EPBs utilizada en el Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.....</i>	<i>23</i>
<i>FIGURA 2.3.1.2.c.: TBM-EPBs Proyecto Línea 5 Metro de Caracas.....</i>	<i>24</i>
<i>FIGURA 2.3.1.2.d.: Banda transportadora descargando el material al contenedor.....</i>	<i>24</i>
<i>FIGURA 2.3.1.2.e.: Gatos hidráulicos TBM-EPBs del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.....</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 2.3.2.: Correlación del tipo de suelo con los términos utilizados en la construcción de túneles.....</i>	<i>29</i>
<i>FIGURA 2.3.3.a.: Asientos finales tras el paso del primer y segundo túnel gemelo.</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA 2.3.3.b.: Pérdida de volumen producido por los dos túneles sin considerar la interacción entre ambos.</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA 2.3.3.c.: Pérdida de volumen de los túneles gemelos considerando la interacción entre ambos.....</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA 2.3.3.d.: Zona de influencia en edificaciones.....</i>	<i>34</i>
<i>FIGURA 2.4.a.: Esquema de estación típica del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.</i>	<i>35</i>
<i>FIGURA 2.4.b.: Esquema túnel minero (NATM) del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.....</i>	<i>36</i>
<i>FIGURA 2.4.c.: Túnel minero, cuerpo de la estación Bello Campo.....</i>	<i>37</i>
<i>FIGURA 2.4.d.: Túnel minero de conexión en Bello Campo. Revestimiento final.</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA 2.4.e.: Concreto proyectado (Shotcrete), avance estación Bello Campo.....</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA 3.2.a.: Sección tipo "A".....</i>	<i>40</i>
<i>FIGURA 3.2.b.: Sección tipo "B".....</i>	<i>41</i>
<i>FIGURA 3.2.c.: Sección tipo "C".....</i>	<i>41</i>
<i>FIGURA 3.2.d.: Sección tipo "D".....</i>	<i>42</i>
<i>FIGURA 3.3.1.2.: Frecuencia de toma de lecturas.....</i>	<i>44</i>
<i>FIGURA 3.4.1.1.a.: Esquema de instalación de una placa de asentamiento.....</i>	<i>48</i>

<i>FIGURA 3.4.1.1.b.: Protección superficial de una placa de asentamiento.</i>	48
<i>FIGURA 3.4.1.1.c.: Esquema de instalación de un tasómetro. S/ESC.</i>	49
<i>FIGURA 3.4.1.1.d.: Esquema de instalación de un pino o perno de asentamiento. S/ESC.</i>	50
<i>FIGURAS 3.4.1.1.e.: Plano de planta del tramo Chuao - Bello Campo, con las secciones instrumentales instaladas y sus progresivas. S/ESC.</i>	51
<i>FIGURA 3.4.1.2.: Nivel topográfico con plano placa paralela.</i>	52
<i>FIGURA 3.4.2.: Esquema de instalación de un piezómetro.</i>	54
<i>FIGURA 3.4.3.1.a.: Anillos de acero prefabricados.</i>	55
<i>FIGURA 3.4.3.1.b.: Distribución de los anillos en la sección del túnel.</i>	56
<i>FIGURA 3.4.3.2.a.: Cinta extensométrica modelo 1610, precisión ± 0.1 milímetros.</i>	56
<i>Fuente: (Geokon)</i>	56
<i>FIGURA 3.4.3.2.b.: Cinta extensométrica. Luz indicadora de lectura correcta.</i>	57
<i>FIGURA 4.1.1.a.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+490 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	58
<i>FIGURA 4.1.1.b.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+515 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	62
<i>FIGURA 4.1.1.c.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+540 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	64
<i>FIGURA 4.1.1.d.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+565 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	67
<i>FIGURA 4.1.1.e.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+600 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	69
<i>FIGURA 4.1.1.f.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+640 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	71
<i>FIGURA 4.1.1.g.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+690 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	75
<i>FIGURA 4.1.1.h.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+715 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	79
<i>FIGURA 4.1.1.i.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+740 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	82
<i>FIGURA 4.1.1.j.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+790 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	87
<i>FIGURA 4.1.1.k.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+815 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	90
<i>FIGURA 4.1.1.l.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+840 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	93
<i>FIGURA 4.1.1.ll.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+865 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	96
<i>FIGURA 4.1.1.m.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+890 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	99
<i>FIGURA 4.1.1.n.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+915 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	104
<i>FIGURA 4.1.1.ñ.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+940 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	106

<i>FIGURA 4.1.1.o.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+965 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	111
<i>FIGURA 4.1.1.p.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+990 del alineamiento Proyecto Línea 5.</i>	114
<i>FIGURA 4.1.2.a.: Ubicación de los pernos de asentamiento de la caseta de vigilancia de la Base Aérea La Carlota. Proyecto Línea 5.</i>	119
<i>FIGURA 4.1.2.b.: Ubicación de los pernos de asentamiento en el Centro Comercial Sambil. Proyecto Línea 5.</i>	122
<i>FIGURA 4.1.2.c.: Ubicación de los pernos de asentamiento en el Liceo Gustavo Herrera. Proyecto Línea 5.</i>	131
<i>FIGURA 4.2.: Ubicación de los medidores piezométricos del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.</i>	136
<i>FIGURA 5.1.2.: Ubicación de los instrumentos de nivelación en el Complejo Gustavo Herrera.</i>	162
<i>FIGURA 5.3.: Perfil geológico del Tramo Chuao - Bello Campo.</i>	165
<i>FIGURA 5.4.a.: Producto SikaFix HH.</i>	168
<i>FIGURA 5.4.b.: Válvulas utilizadas en las inyecciones de espuma.</i>	168

INDICE DE TABLAS

<i>TABLA 3.4.: Distribución de la Instrumentación en el alineamiento.</i>	46
<i>TABLA 4.1.1.a.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431.</i>	59
<i>TABLA 4.1.1.b.: Lecturas de los dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S431.</i>	60
<i>TABLA 4.1.1.c.: Lecturas de los tres puntos superficiales (P1, P2 y P3) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	63
<i>TABLA 4.1.1.d.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	65
<i>TABLA 4.1.1.e.: Lecturas de los tres puntos superficiales (P1, P2 y P3) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	68
<i>TABLA 4.1.1.f.: Lecturas de los dos puntos superficiales disponibles (P2 y P3) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	70
<i>TABLA 4.1.1.g.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	72
<i>TABLA 4.1.1.h.: Lecturas de los dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	73
<i>TABLA 4.1.1.i.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	76
<i>TABLA 4.1.1.j.: Lecturas de los dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	77
<i>TABLA 4.1.1.k.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	80
<i>TABLA 4.1.1.l.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	83
<i>TABLA 4.1.1.m.: Lecturas de los dos puntos superficiales (P5 y P6) y dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	85
<i>TABLA 4.1.1.n.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.</i>	88

TABLA 4.1.1.ñ.: Lecturas de los tasómetros (T2 y T4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	91
TABLA 4.1.1.o.: Lecturas de los puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	94
TABLA 4.1.1.p.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	97
TABLA 4.1.1.q.: Lecturas de los puntos superficiales (P1, P2, P3, P4 y P5) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	100
TABLA 4.1.1.r.: Lecturas de los tasómetros (T2 y T4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	102
TABLA 4.1.1.s.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431.	105
TABLA 4.1.1.t.: Lecturas de los puntos superficiales (P1, P2, P3, P4 y P5) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	107
TABLA 4.1.1.u.: Lecturas de los tasómetros (T2 y T4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	109
TABLA 4.1.1.v.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	112
TABLA 4.1.1.w.: Lecturas de los puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	115
TABLA 4.1.1.x.: Lecturas del tasómetro (T1) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	117
TABLA 4.1.2.a.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	120
TABLA 4.1.2.b.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	123
TABLA 4.1.2.c.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P7, P8, P9, P10, P11 y P12) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	125
TABLA 4.1.2.d.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P13, P14, P15, P16, P17 y P18) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	127
TABLA 4.1.2.e.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P19, P20, P21, P22, P23 y P24) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	129
TABLA 4.1.2.f.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P1, P2, P3, P4 y P5) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	132
TABLA 4.1.2.g.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P6, P7, P8, P9 y P10) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	134
TABLA 4.2.a.: Lecturas de los piezómetros (PZ6, PZ7, PZ9 y PZ10) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	137
TABLA 4.3.a.: Lecturas de convergencias en el anillo 66 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	140
TABLA 4.3.b.: Lecturas de convergencias en el anillo 174 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	142
TABLA 4.3.c.: Lecturas de convergencias en el anillo 274 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	144
TABLA 4.3.d.: Lecturas de convergencias en el anillo 595 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	146
TABLA 4.3.e.: Lecturas de convergencias en el anillo 65 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	148
TABLA 4.3.f.: Lecturas de convergencias en el anillo 178 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	150

TABLA 4.3.g.: Lecturas de convergencias en el anillo 278 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	152
TABLA 4.3.h.: Lecturas de convergencias en el anillo 603 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.	154
TABLA 5.1.: Paso de las tuneladoras por las distintas secciones instrumentales.	156
TABLA 5.1.1.a.: Niveles de referencia de asentamientos en Túneles Gemelos. Nivel I.	158
TABLA 5.1.1.b.: Niveles de referencia de asentamientos en Túneles Gemelos. Nivel II.	159
TABLA 5.1.1.c.: Medidas a ser adoptadas luego de que se alcancen los niveles de advertencia.	160
TABLA 5.1.2.a.: Niveles de referencia para edificaciones afectadas por la Línea 5 del Metro de Caracas. Medidas a ser adoptadas.	161
TABLA 5.3.a.: Niveles de referencia para convergencia en los túneles TBM del tramo UNEFA - Bello Campo del Metro de Caracas.	164
TABLA 5.4.a.: Comparación niveles freáticos medidos con aquellos indicados en los parámetros de las tuneladoras.	166
TABLA 5.4.b.: Aumento de presión recomendada por cada metro que aumenta el nivel freático, para la cámara de excavación e inyecciones de mortero.	167

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 4.1.1.a.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S431.	60
GRAFICA 4.1.1.b.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431.	61
GRAFICA 4.1.1.c.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	63
GRAFICA 4.1.1.d.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	66
GRAFICA 4.1.1.e.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	68
GRAFICA 4.1.1.f.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	70
GRAFICA 4.1.1.g.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	73
GRAFICA 4.1.1.h.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	74
GRAFICA 4.1.1.i.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	77
GRAFICA 4.1.1.j.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	78
GRAFICA 4.1.1.k.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	81
GRAFICA 4.1.1.l.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	84

GRAFICA 4.1.1.m.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	86
GRAFICA 4.1.1.n.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	89
GRAFICA 4.1.1.ñ.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	92
GRAFICA 4.1.1.o.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	95
GRAFICA 4.1.1.p.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	98
GRAFICA 4.1.1.q.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	101
GRAFICA 4.1.1.r.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.	103
GRAFICA 4.1.1.s.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431.	105
GRAFICA 4.1.1.t.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	108
GRAFICA 4.1.1.u.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	110
GRAFICA 4.1.1.v.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	113
GRAFICA 4.1.1.w.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	116
GRAFICA 4.1.1.x.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	118
GRAFICA 4.1.2.a.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	121
GRAFICA 4.1.2.b.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	124
GRAFICA 4.1.2.c.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	126
GRAFICA 4.1.2.d.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	128
GRAFICA 4.1.2.e.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	130
GRAFICA 4.1.2.f.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	133
GRAFICA 4.1.2.g.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.	135
GRAFICA 4.2.a.: Variación de los niveles freáticos tras el paso de las tuneladoras S430 y S431.	138
GRAFICA 4.3.a.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.	141
GRAFICA 4.3.b.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.	143
GRAFICA 4.3.c.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.	145
GRAFICA 4.3.d.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.	147

RESUMEN

El presente Trabajo Especial de Grado se basa en la caracterización del seguimiento instrumental geotécnico aplicado en el tramo Chuao - Bello Campo del proyecto Línea 5 del Metro de Caracas, durante la excavación de los Túneles Gemelos mediante el uso de máquinas perforadoras de túneles con escudo de presión de tierra balanceada (*TBM-EPBs*, *Tunnel Boring Machine - Earth Pressure Balance Shields*). Las tuneladoras con frente balanceado ejecutan un método seguro y moderno de perforación, manteniendo estables los frentes de excavación de los túneles.

En primer lugar, se expone la importancia de la implementación de un proceso instrumental en obras de gran magnitud, como lo es la del Proyecto Línea 5. Seguidamente se procede a realizar un análisis descriptivo de los métodos constructivos aprobados actualmente por la C.A. Metro de Caracas para la construcción de los túneles que conforman todo este gran proyecto, los cuales son básicamente el método minero y el método *TBM-EPBs*.

El método minero se utiliza principalmente para la construcción de los cuerpos de estación pero además es adoptado en la actualidad para la construcción fosos de acceso y de ventilación, y estaciones cambiavías. En cuanto a la excavación con las máquinas *TBM-EPBs*, utilizada para la construcción de los túneles gemelos, se explica con detalle todo el proceso que estas realizan desde que comienzan a perforar en el macizo hasta que se deja ver el túnel terminado y estable tras su paso. Se describen las limitaciones de las máquinas, su funcionamiento y comportamiento durante las excavaciones.

Se hace una descripción de los fundamentos teóricos que acompañan la excavación de túneles mediante la utilización de estos métodos, como lo son las pérdidas de material durante la excavación, los asentamientos superficiales y las presiones sobre el revestimiento. Además se hace énfasis en la importancia de factores como la caracterización de la geología del alineamiento en este tipo de procesos constructivos, no solo para predecir los cambios que se pudieran generar en el macizo sino para la selección del tipo de máquina perforadora a implementar.

Seguidamente se describe la metodología implementada en el proceso de instrumentación geotécnica para mitigar riesgos tanto en el proyecto en ejecución como en obras preexistentes que puedan ser afectadas. Dentro de este proceso se destaca la implementación de puntos superficiales para la observación de asentamientos superficiales, tasómetros para asentamientos a mayores profundidades y pernos de nivelación en edificaciones, todos estos anteriores leídos con el nivel de precisión y placa plano paralela. Adicionalmente, se controlan los niveles freáticos con piezómetros y convergencias con la cinta extensométrica.

INTRODUCCION

El presente Trabajo Especial de Grado fue realizado bajo la supervisión y autorización de la C.A. Metro de Caracas. Se pretende caracterizar la instrumentación geotécnica utilizada para mitigar riesgos durante la construcción de los túneles gemelos del tramo UNEFA - Bello Campo de la Fase I del Proyecto Línea 5 (PL5), con máquinas perforadoras de túneles con escudo de presión de tierra balanceada (*TBM-EPBs*, "*Tunnel Boring Machine - Earth Pressure Balance Shields*"). La Fase I del PL5 va desde la estación Zona Rental hasta Miranda II.

La instrumentación geotécnica es el proceso más utilizado para evaluar el comportamiento del macizo durante la construcción de túneles. Tal proceso contempla un monitoreo de campo, que tiene como finalidad principal el registro de cambios en las variables de interés lo cual es de suma importancia para descubrir situaciones irregulares en el avance de la obra que pudieran afectar su seguridad.

La motivación fundamental para la realización del presente trabajo es señalar la importancia de contar con un plan de instrumentación en proyectos de esta magnitud, impacto social e importancia nacional, teniendo en cuenta que durante la excavación de túneles en áreas urbanas existe el riesgo de generar afectaciones a las edificaciones preexistentes y causar una potencial situación de emergencia.

Los daños en la superficie afectan las edificaciones, y vías de comunicación (calles, avenidas y autopistas); en el subsuelo afecta los servicios públicos y dentro del túnel se pueden generar colapsos e inundaciones que no solo ocasionarían pérdidas materiales sino que además, pondría en riesgo la vida de los trabajadores.

Todo riesgo de esta naturaleza se puede mitigar mediante el control de los asentamientos o levantamientos que sufre el terreno durante el paso de la *TBM-EPBs* y de las deformaciones que sufre el revestimiento de los túneles, originadas por las presiones que son ejercidas sobre él. Dichos controles se pueden realizar con procesos constantes de monitoreo de campo y la implementación de planes de seguridad preestablecidos para las distintas situaciones que pudiesen presentarse.

El monitoreo de los asentamientos se logra con las mediciones de puntos superficiales, tasómetros y pernos de nivelación con el uso del nivel de precisión con placa plano paralela. Las deformaciones del revestimiento son controladas mediante las mediciones de convergencia realizadas con la cinta extensométrica. En esta actividad es importante que las personas encargadas del proceso instrumental estén en pleno conocimiento de los valores límites aceptables que garanticen la integridad de la obra, y así alertar a los entes competentes, que a su vez tomarán medidas al momento que se obtengan mediciones anómalas.

Dentro de los métodos constructivos utilizados en la Fase I del Proyecto Línea 5, adicional al utilizado para la construcción de los túneles escudos, se cuenta con el Método minero que actualmente se utiliza solo para la excavación de los fosos de acceso y ventilación, y los cuerpos de las estaciones del alineamiento. De tal manera, otra motivación relevante del trabajo es la importancia del análisis de ambos métodos constructivos para entender las diferencias existentes a la hora de su empleo en los proyectos actuales del Metro de Caracas.

El factor principal que influyó en la realización del presente Trabajo Especial de Grado es lo novedoso del tema en cuanto a Tesis de Grado en la Universidad Católica Andrés Bello, que no sólo tiene aplicación ventajosa en la ejecución de obras subterráneas sino también en la construcción de puentes, fundaciones, entre otros.

El presente trabajo de grado se organiza de la siguiente manera:

1. EL PROBLEMA: se describe el planteamiento del problema, su justificación, los objetivos generales y específicos, el alcance y las limitaciones, y los antecedentes de trabajos de esta misma categoría.

2. MARCO TEORICO: se describe la instrumentación geotécnica, su implementación y ventajas. Se detallan los métodos constructivos empleados en las obras de la C.A. Metro de Caracas, haciendo énfasis en la construcción de los túneles gemelos con las tuneladoras *TBM-EPBs*. Adicionalmente se documentan los fundamentos teóricos que inciden en la excavación de túneles de este tipo.

3. MARCO METODOLOGICO: se especifican los instrumentos utilizados, la instalación de los mismos, la toma de mediciones, frecuencia de lecturas y todo lo que comprende el proceso integral de instrumentación en el tramo de túneles en estudio.

4. RESULTADOS: se reportan todas las mediciones realizadas en el tramo de túneles gemelos de Chuao a Bello Campo, referentes a puntos superficiales, tasómetros, pernos de nivelación en edificaciones, niveles freáticos y convergencias.

5. DISCUSION DE RESULTADOS: a raíz de los resultados obtenidos se procede al análisis e interpretación de los mismos, haciendo énfasis particular en su comparación con los niveles de referencia correspondientes, según las memorias de cálculo proporcionadas por la contratista "*Construtora Norberto Odebrecht S.A.*" (CNO) a la C.A. Metro de Caracas. Se explican y justifican las medidas tomadas a partir de los valores anómalos obtenidos. Se emiten juicios de ventaja y desventajas del proceso constructivo en cuestión.

6. CONCLUSIONES: se plasman las conclusiones alcanzadas en el trabajo a partir de los resultados y la discusión realizada.

CAPITULO 1. EL PROBLEMA.

1.1. Planteamiento del problema.

Durante la ejecución de cualquier obra subterránea, y en particular cuando se ven involucradas zonas urbanas densamente pobladas, existe el riesgo de afectar las edificaciones y servicios existentes en el área de trabajo. Dichas afectaciones están relacionadas con el proceso de excavación del túnel que altera el estado natural de las partículas del suelo o roca provocando deformaciones debido al natural reacomodo de las mismas. Los daños pueden ser desde estéticos, como grietas superficiales, hasta daños funcionales que pueden causar el colapso, tanto de estructuras preexistentes como de los túneles en construcción. En todos los casos se pone en riesgo la integridad de los ciudadanos comunes y de los trabajadores de la obra.

El alineamiento de la Fase I de la Línea 5 atraviesa zonas densamente pobladas en la ciudad de Caracas (Ver ANEXO-1 y FIGURA 1.1.). Dado todo este riesgo anteriormente expuesto, existe la opción de implementar programas de instrumentación geotécnica, que ayuden a detectar con antelación las condiciones anómalas que pudiesen ocasionar los problemas señalados anteriormente.



FIGURA 1.1.: Alineamiento Fase I Proyecto Línea 5 C.A. Metro de Caracas.

Fuente: (Odebrecht, Presentación tuneladoras Línea 5)

1.2 Justificación del problema.

La instrumentación geotécnica permite registrar cambios en las variables relacionadas con los movimientos que se producen en el macizo durante la construcción de los túneles. Dichas variables se empiezan a registrar antes de que se inicie el proceso de excavación y se continúan reportando aún después de la finalización de la obra, estando estos plazos a consideración de los especialistas.

Los valores admisibles para las deformaciones en el macizo están reportados en memorias de cálculo, que a su vez fueron calculadas en base al tipo de suelo donde se realizarían las excavaciones. Cuando un parámetro supera los valores límites se procede a ejecutar medidas preventivas para evitar daños importantes. Estos daños se traducen en pérdidas materiales de alto costo monetario, e inclusive en situaciones críticas que se podrían traducir en pérdidas humanas. Este proceso de monitoreo es muy costoso, ya que implica gastos en equipos, mantenimiento, calibración, operación, entre otros; pero se justifica, sin duda alguna en obras de gran magnitud e impacto social como es la del Proyecto Línea 5 (PL5) del Metro de Caracas. La ejecución de dicho proyecto está siendo desarrollado sobre rigurosas bases de confiabilidad, a fin de hacerlo sustentable con la menor participación subsidiaria del Estado, logrando una inversión para el bienestar de la sociedad.

1.3. Alcance y limitaciones.

Los alcances de la investigación son los siguientes:

- Se pretende el estudio y la caracterización de la instrumentación geotécnica aplicada en el tramo UNEFA - Bello Campo del PL5 Fase I de la C.A. Metro de Caracas, actualmente en construcción.
- Se documentarán y analizarán casos específicos de detección de valores no admisibles de movimiento de masas de suelo durante la construcción de los túneles gemelos, en el tramo seleccionado.
- Se recopilará la información correspondiente a mediciones de tasómetros, puntos superficiales, pernos de nivelación en edificaciones, convergencias y niveles freáticos en el tramo Chuao - Bello Campo, comprendido entre las progresivas 23+490 - 23+990 de la Fase I del Proyecto Línea 5 (Ver ANEXO-1 y ANEXO-2).
- A raíz de las lecturas obtenidas, se realizará un análisis comparativo con los valores aceptables según las memorias de cálculo suministradas por la "Construtora Norberto Odebrecht S.A." (CNO) y aprobadas por la C.A. Metro de Caracas.
- Se estudiarán las medidas a ser empleadas en caso de lecturas anómalas transmitidas por el proceso de instrumentación.

Dentro de las limitaciones se tiene lo siguiente:

- No se estudiará la instrumentación aplicada en el resto de los tramos que conforman el proyecto Línea 5 del Metro de Caracas en actual ejecución, debido al factor tiempo.
- No se caracterizará la instrumentación aplicada en la construcción de las estaciones, fosos de acceso y de ventilación, que se realizan con el método minero debido a factores de complejidad y tiempo.
- Las mediciones que se analizarán referente a puntos superficiales, tasómetros, pernos de nivelación, convergencias y niveles freáticos estarán limitadas al tramo Chuao - Bello Campo.
- No se realizará un estudio estructural profundo de los daños ocasionados a las edificaciones durante la construcción de los túneles gemelos.

1.4. Objetivo general.

Caracterización de la Instrumentación Geotécnica utilizada para mitigar riesgos en obras existentes, tras el avance de los túneles escudo del tramo Foso UNEFA - Estación Bello Campo del Proyecto Línea 5 Metro de Caracas.

1.5. Objetivos específicos.

- Describir los métodos de construcción de túneles gemelos con la ayuda de Máquinas Tuneladoras con escudo de frente balanceado (*TBM-EPBs*) y de los túneles mineros (*NATM*).
- Registrar e interpretar lecturas de instrumentación superficial y en edificaciones.
- Registrar e interpretar lecturas de convergencias en túneles tipo escudo.
- Estudiar los incidentes detectados por la instrumentación geotécnica a lo largo de la construcción de los túneles gemelos del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.
- Realizar un análisis comparativo de los resultados arrojados por la instrumentación geotécnica utilizada en la construcción de túneles gemelos (*TBM*) y de los túneles mineros (*NATM*).
- Comparar los valores obtenidos mediante la instrumentación con los parámetros de referencia establecidos en las memorias de cálculo del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas para la toma de decisiones durante la construcción de la obra ante cambios significativos en los resultados.

1.6. Antecedentes.

Los trabajos e investigaciones realizados anteriormente referentes a la instrumentación geotécnica aplicada en las obras del Metro de Caracas, que sirvieron de referencia para la ejecución del presente trabajo especial de grado son los siguientes:

- Tulio G., Chacón C. (1986). *"Instrumentación Geotécnica en Túneles Gemelos"*. Trabajo Especial de Grado presentado ante la Escuela de Ingeniería Civil de la

Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Civil. Tutor: Ing. Centeno Werner, Roberto. El trabajo de grado presenta toda una metodología para el seguimiento del proceso de excavación de Túneles Gemelos con máquinas perforadoras tipo *TBM* de frente abierto en áreas urbanas, dentro del tramo Chacaito-Dos Caminos de la Línea Propatria - Palo Verde del Metro de Caracas.

- Centeno P., Francisco; Pulido S., Salvador; y Brescia G. Daniel. (2004). *"Seguimiento Instrumental Geotécnico de la construcción de los Túneles Gemelos (TBM-EPBs), Túneles Mineros (NATM) y 4 estaciones de la Línea 4 del Metro de Caracas (Tramos Plaza Venezuela - Plaza Italia - Capuchinos)"*. XVIII Seminario Venezolano de Geotecnia, Noviembre 2004, Caracas, Venezuela. El artículo expone las experiencias recolectadas del monitoreo Instrumental Geotécnico realizado durante la excavación de los túneles gemelos con máquinas tipo *TBM-EPBs* y de los túneles mineros mediante el Método *NATM*, del tramo del Metro de Caracas que va desde Plaza Venezuela a Capuchinos y adicionalmente de las estaciones Teatros, Nuevo Circo, Parque Central y Zona Rental.
- Brescia, Daniel y Pereira, Eduardo. (2002). *"Instrumentación para el control del Avance del Túnel Minero ubicado en el Tramo Plaza Italia-Capuchinos de la Línea 4 del Metro de Caracas"*. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela. Tutor: Ing. Centeno P., Francisco. El trabajo de grado se basa en la Instrumentación Geotécnica para el control de deformaciones durante las fases constructivas de los túneles mineros de la Línea 4 del Metro de Caracas.

CAPITULO 2. MARCO TEORICO.

2.1. Instrumentación geotécnica.

Según confirman Dunnicliff (1993), Brescia y Pereira (2002), y Centeno et al (2004), existen dos tipos de mediciones instrumentales. La primera es aquella que se utiliza para la determinación en sitio de las propiedades del suelo o roca. La segunda, que interesa al presente trabajo de grado, comprende el monitoreo del rendimiento de una obra durante su construcción u operación.

El proceso de realizar una instrumentación geotécnica consiste en un monitoreo de campo donde se colocan elementos de medición, destinados a registrar variables que son afectadas por cambios en las condiciones reales del sitio de trabajo. Dichos cambios pueden generar daños en las estructuras existentes y futuras; por ello las variables se someten a posterior comparación con parámetros aceptables preestablecidos, y así con todo esto garantizar el avance seguro de la obra.

La utilización de la instrumentación geotécnica comprende una serie de procesos ingenieriles que abarcan desde la definición de los objetivos hasta la interpretación de la información recopilada. Más allá de la selección del instrumento adecuado, el éxito del programa de monitoreo depende de la correcta ejecución de cada proceso y manejo de los instrumentos por parte del personal encargado. Debe existir una fusión entre las cualidades de medición del instrumento y las capacidades de manipulación de los mismo. El personal encargado debe ser paciente, perseverante, tener experiencia en los fundamentos de ingeniería geotécnica y mecánica, habilidades en el ámbito eléctrico.

En el caso de las excavaciones subterráneas (Metro), la instrumentación juega un papel fundamental porque tiene como finalidad controlar las deformaciones y esfuerzos que se van produciendo durante la construcción de los túneles. Esto permite observar el grado de afectación que tiene este tipo de obra sobre el entorno existente y comprobar las hipótesis de cálculo establecidas durante la fase de diseño.

2.1.1. Beneficios y justificación.

Según lo indican Brescia y Pereira (2002), la instrumentación de campo es muy costosa, porque requiere una gran inversión en la adquisición de equipos, instalación, medición, mantenimiento, reparación, calibración, sustitución, almacenamiento, análisis e interpretación de la información. Por tanto, la justificación económica de un plan de monitoreo de campo se considera en aquellos casos en donde su presencia involucre un ahorro mayor contra los posibles gastos de remediación (pérdidas humanas y materiales) que puedan originarse.

Pero una instrumentación no sólo se justifica en cuanto al ahorro de costos en una obra, sino también para evaluar el correcto diseño de la misma, que corresponde a la fase previa de la ejecución.

Por ello, es importante resaltar los beneficios de la instrumentación geotécnica en todo el proceso de construcción de una obra, por eso a continuación se describen los mismos en sus tres fases: antes, durante y después de la construcción.

2.1.1.1. Beneficios antes de la construcción de la obra.

Antes de la ejecución de una obra, la instrumentación es de gran utilidad para definir las condiciones iniciales de la misma y así proceder al diseño con la información disponible. Las condiciones de esfuerzo y deformaciones in situ (medidas con instrumentos) permiten un diseño racional de los túneles y ayudan a predecir movimientos en las excavaciones.

Adicionalmente, se puede agregar el análisis de encuestas antes de ejecutar la obra sobre las condiciones iniciales de las estructuras y elevación del terreno que pudieran verse afectadas.

2.1.1.2. Beneficios durante la construcción de la obra.

La instrumentación durante la construcción de una obra se utiliza fundamentalmente para garantizar:

- La seguridad de la obra, que es lo esencial en todo proyecto. Permite el seguimiento de las variables consideradas y alerta cuando los límites son superados, en posible presencia de daños en la construcción. De esta forma se evitan colapsos estructurales que son los causantes de catástrofes.
- Control de los procesos constructivos que en su mayoría son afectados por las incertidumbres, errores de diseño o sobre diseños. La instrumentación con ayuda del método observacional puede ayudar a reconocer un diseño inadecuado, lo que puede resultar en disminución de la seguridad de la obra y aumento de costo respectivamente.
- Complementa y mejora observaciones visuales de las condiciones de campo y sus variaciones.
- Provee protección legal, donde se crea un enlace entre la construcción y las condiciones iniciales de las edificaciones y propiedades. Es muy importante en las obras subterráneas realizar una inspección previa de las edificaciones aledañas para evitar que se le culpe al constructor por daños ajenos.
- Mejora las relaciones públicas en situaciones donde la comunidad o factores políticos - sociales pueden ocasionar el retraso de la obra. En estos casos es apropiado realizar una extensa instrumentación, más compleja de lo que se necesite técnicamente. Todo esto para garantizar públicamente la seguridad y minimizar las adversidades. Este hecho ocasiona un incremento de los costos de instrumentación,

pero garantiza un ahorro mayor en cuanto a efectos de inflación causado por los retrasos de la obra.

- Colabora al avance tecnológico, ya que el comportamiento de las estructuras aporta aprendizajes. De esto nacen muchos avances y nuevas teorías en la ingeniería geotécnica. Siempre se busca incrementar los conocimientos en el tema instrumental.

2.1.1.3. Beneficios después de culminar la obra.

El uso de las observaciones visuales y de la instrumentación es la manera más rápida y eficiente de garantizar la seguridad de una estructura en el transcurso del tiempo. Se busca controlar la evolución de las tensiones y deformaciones como prevención ante posibles fallas o roturas. Los ingenieros tienen la obligación de construir estructuras seguras y evitar pérdidas humanas por fallas en la seguridad de la obra, todo esto se garantiza con el monitoreo constante de por vida.

Por ejemplo, dentro de los túneles del Metro de Caracas constantemente se están midiendo convergencias para prevenir alguna falla en el revestimiento dado por presiones de tierras que nacen luego de varios años. Lo mismo sucede con las presiones hidrostáticas, que se miden constantemente con piezómetros para evitar inundaciones.

2.1.1.4. Método Observacional de Peck (1969).

El autor Dunnicliff (1993), describe que el Método Observacional de Peck se utiliza para reducir los excesivos costos de construcción ocasionados por diseños conservadores.

La aplicación del método consiste en lo siguiente:

- a) Exploración suficiente para establecer al menos la naturaleza general, forma y propiedades de los depósitos, pero sin entrar necesariamente al detalle.
- b) Estimación de las condiciones probables y de las desviaciones más desfavorables que se pueden concebir de esas condiciones. En esta estimación la geología tiene un rol más importante.
- c) Establecimiento del diseño basado en hipótesis de trabajo del comportamiento anticipado bajo las condiciones de trabajo más probables.
- d) Selección de los aspectos que serán observados a medida que la construcción proceda y cálculos de sus valores anticipados sobre la base de las hipótesis de trabajo.
- e) Cálculo de los mismos aspectos bajo las condiciones más desfavorables compatibles con los datos disponibles sobre las condiciones del subsuelo.
- f) Selección anticipada de las acciones a tomar o de la modificación del diseño para las desviaciones predecibles de las observaciones realizadas en comparación a las pronosticadas sobre la base de las hipótesis de trabajo.

g) Medición de los aspectos que serán observados y evaluación de las condiciones reales.

h) Modificación del diseño para ajustarse a las condiciones reales.

2.1.2. Planificación y ejecución de programas de monitoreo de campo.

Dunnicliff (1993), y Chacón (1986) confirman que una instrumentación geotécnica es efectiva si se planifica adecuadamente. La tarea de una planificación de un programa de monitoreo debe ser un proceso ingenieril lógico y comprensivo, que debe establecer las pautas del proyecto, procedimiento de ejecución, y las medidas a tomar según las eventualidades que se presenten. Todo el personal encargado de la planificación del programa de monitoreo deber ser capaz de trabajar en equipo con el personal de proyecto.

Los paso a seguir para la planificación antes mencionada son los siguientes:

2.1.2.1. Definición de las condiciones del proyecto.

Incluye tipo de proyecto, plan de ejecución del mismo, propiedades de los materiales presentes, ubicación de los niveles freáticos, estado de otras edificaciones aledañas, condiciones ambientales y método constructivo. Es importante definir si el programa de instrumentación será realizado por la misma proyectista, porque en caso contrario la empresa encargada deberá familiarizarse a la perfección con las condiciones del proyecto.

4.1.2.2. Predicción de mecanismos que controlan el comportamiento.

Se refiere a las medidas o acciones que se pueden realizar para controlar el comportamiento de los factores que pueden alterar la correcta y segura ejecución de la obra.

2.1.2.3. Definir las preguntas geotécnicas que necesitan ser respondidas.

Según Peck (1969) "Cada instrumento instalado en un proyecto es seleccionado y colocado para responder una pregunta específica". Si no existen preguntas, significa que el instrumento no tiene un propósito y por ello no se justifica un programa de monitoreo.

2.1.2.4. Definición del objetivo de la instrumentación.

Dunnicliff (1993), y Chacón (1986), confirman que una instrumentación no se justifica si no hay razones válidas que puedan defenderse para su implementación. En esta fase se acude a los beneficios de la instrumentación ya nombrados previamente y corresponde al primer paso más importante. Todas las acciones que se tomen encaminan al logro de los objetivos.

Es de inmenso valor la experiencia disponible sobre el proyecto, con el fin de evaluar y predecir cómo se comporta el terreno en cuestión.

Según Peck (1984) "Son muchos los usos legítimos de la instrumentación, y son vitales las preguntas que pueden responder los instrumentos y las observaciones, así que no deberíamos arriesgarnos a desacreditar sus resultados mediante su uso indebido e innecesario".

2.1.2.5. Predicción de cambios de magnitudes.

Las predicciones en cambios de magnitudes son necesarias para la selección del rango y sensibilidad del instrumento. El rango corresponde a los valores comprendidos dentro de los límites (superior o inferior) y la sensibilidad está relacionada con la precisión o mejor dicho el margen de error.

La estimación de los valores máximos posibles influye en la selección del rango del instrumento. A su vez la estimación de los valores mínimos posibles influye en la selección de la sensibilidad del instrumento. Una sensibilidad alta tiene que ver con mediciones delicadas y circunstancias muy frágiles donde los cambios de las variables son muy pequeños pero determinantes.

Los valores numéricos que arrojan los instrumentos se refieren básicamente a rangos de cambios medidos, no a magnitudes absolutas (usualmente variaciones en milímetros).

2.1.2.6. Establecer niveles de advertencia y crear planes de remediación.

Con el proceso de instrumentación y el método observacional descrito previamente es posible la determinación de los niveles de advertencia, donde se especifican las acciones a tomar para cada caso de cambio de magnitud.

Existe un concepto de grado de advertencia, por ejemplo si se expresa con colores, el *verde* representa que todo está correcto, *amarillo* donde es necesario estar alerta, tomar medidas preventivas y aumentar el número de mediciones, por último *rojo* indica el momento de tomar medidas de remediación. Para efecto de este estudio es importante determinar como nivel de advertencia el asentamiento diferencial aceptable para una fundación de una edificación.

Cada Nivel de Advertencia requiere un plan de actuación. Usualmente cada plan de actuación está asegurado con el trabajo y materiales necesarios para las respectivas reparaciones, considerando el mínimo retraso posible de la obra. Es posible que el personal encargado de la instrumentación de la obra tenga la autoridad según previo contrato de ejecutar las labores de reparación. En este caso es importante la comunicación entre la proyectista y el constructor para que los planes de reparación sean discutidos en cualquier momento.

4.1.2.7. Parámetros monitoreados y selección de los instrumentos.

Dunnicliff (1993), señala que es primordial identificar los parámetros más significantes. Variaciones en los parámetros son resultado de causas y efectos.

Lo principal en la selección de un instrumento es considerar la confiabilidad del mismo. Los tipos de instrumentos se pueden clasificar de acuerdo a la simplicidad y confiabilidad en orden decreciente de la siguiente manera: Ópticos, Mecánicos, Hidráulicos, Neumáticos y Eléctricos.

El costo económico de un instrumento nunca es una buena razón para ser seleccionado, ya que a largo plazo no suele resultar económicamente viable.

La confiabilidad de un instrumento depende en gran parte del grado de dependencia entre el instrumento y las características de la zona donde están instalados. Es importante establecer puntos fijos de medición que están sujetos a cualquier variable de la zona y que sus alteraciones no representen significativas para el proyecto (*Bench Mark*), así se puede establecer la confiabilidad del instrumento. Es recomendable medir bastantes puntos hasta obtener aquellos mas confiables.

Adicionalmente, los instrumentos deben tener buen record histórico y máxima durabilidad en los ambientes donde se requiere su instalación. Muchos de los instrumentos geotécnicos disponibles no son los suficientemente resistente y bien diseñados para ciertos ambientes. La selección de un instrumento no probado anteriormente requiere proceder con una parte experimental para garantizar el máximo respaldo.

La selección del instrumento se ve influenciada en los tiempos de despacho del mismo y el tiempo disponible para su instalación.

Factor fundamental en la selección es la buena conformidad, mínima interferencia en la construcción y mínima dificultad en el acceso para la instalación y toma de lecturas. Muchos instrumentos deben ser calibrados luego de que se hayan instalados, otros deben ser calibrados periódicamente antes de su utilizzo. En la mayoría de los casos los instrumentos son influenciados por las condiciones y características de la zona donde se está ejecutando la obra. Para descubrir dicha influencia se deben realizar bastantes mediciones en varios puntos para obtener información confiable, ya que una simple medición puede que no sea suficiente para obtener las condiciones del sitio de trabajo.

Los factores del entorno que influyen en los instrumentos son los siguientes:

- Grandes deformaciones que generan cambio de forma.
- Altas presiones en sólidos y líquidos.
- Corrosión, química (agua del suelo, aditivos del concreto, bacterias) y electrolítica (electrólisis entre materiales diferentes).

- Temperaturas extremas.
- Golpes, mala manipulación durante el transporte.
- Vandalismo y destrucción a causa de equipos de construcción.
- Suciedad, polvo, barro, lluvia, precipitaciones químicas.
- Alta humedad o agua estancada.
- Fuentes de poder erradas (instrumentos eléctricos).
- Pérdida de acceso a los instrumentos cuando son cubiertos por concreto, suelo, roca, entre otros.

Según Brescia y Pereira (2002), cada variable medible mediante el uso de la instrumentación geotécnica cuenta con su método específico de medición y éste a su vez cuenta con su instrumento propio. A continuación nombramos los instrumentos de medición más utilizados en la Ingeniería Civil para el control de afectaciones a edificaciones preexistentes y futuras en la realización de obras:

- Puntos de control topográfico para registrar movimientos superficiales.
- Inclínómetros para registrar movimientos horizontales a diferente profundidad.
- Extensómetros para registrar desplazamientos entre dos puntos.
- Celdas de carga para medir esfuerzos actuando sobre una superficie.
- Celdas de deformación para determinar las deformaciones en un sentido del suelo.
- Pozos de observación y diversas variedades de piezómetros para registrar niveles piezométricos subterráneos.
- Placas de rotación para registrar inclinaciones de estructuras.
- Acelerógrafos para registrar vibraciones y frecuencias del terreno o estructuras.
- Pluviómetros para registrar la cantidad de lluvia en un área.
- Contadores de vehículos para registrar el tráfico por una vía.
- Medidores de flujo.
- Termómetros.
- Barómetros.
- Fotografías, filmaciones.

2.1.2.8. Selección de la ubicación de los instrumentos.

Dunnicliff (1993) y Chacón (1986) señalan que el método de los elementos finitos es útil para localizar ubicaciones críticas donde es preferible la colocación de los instrumentos. La selección de la ubicación comprende lo siguiente:

- Zonas apropiadas son aquellas donde se presentan cambios importantes y debilidades estructurales, particularmente aquellas con bastantes cargas (edificaciones) y grandes presiones intersticiales del suelo.
- La selección se realiza por zonas, normalmente con secciones transversales.
- Es importante considerar las zonas con cambios geológicos proveniente de los estudios y cambios en los procedimientos constructivos.

- La escogencia de la ubicación, en el caso de los túneles gemelos depende del ritmo con el cual avanza el escudo y la presencia de servicios públicos que permitan la colocación del instrumento. Se busca evitar el daño de cualquier instalación.
- En las áreas críticas se pueden incrementar las mediciones sin excluir zonas donde los valores permanecerán constantes.
- Se consideran una sección primaria instrumentada y una secundaria. Usualmente existen por lo menos dos secciones primarias que proporcionan información del rendimiento. La sección secundaria sirve para indicar comportamientos comparativos y contempla instrumentos muy sencillos que pueden ser instalados también en las secciones primarias.
- Cuando se selecciona la ubicación es importante considerar la vida útil del instrumento, y seleccionar cantidades adicionales para reemplazar las unidades que resulten no operativas.
- La ubicación de los instrumentos usualmente debe estar mostrada en los planos de los contratos para evitar cambios de posicionamiento e información.

2.1.2.9. Planificación previa a la instalación.

Se deben registrar los factores que pueden influenciar las mediciones. Dunnicliff (1993) resalta que es importante recurrir a las observaciones visuales y registrar los detalles del progreso de la obra en una hoja de reporte en cuanto a posibles comportamientos no usuales que afecten las variables medibles por los equipos. Las observaciones visuales, para el presente caso también es importante para saber si el instrumento está funcionando correctamente.

En los túneles es posible realizar la observación visual en cambios de comportamiento del revestimiento, donde es posible reconocer deformaciones del terreno que influyen en el túnel.

Se deben establecer los procedimientos para la correcta lectura de las variables. Para lograr esto es importante la consistente examinación de los valores, repitiendo varias veces las mismas medidas. Vale la pena tomar varias mediciones del mismo punto entre lapsos cortos de tiempo para obtener una mejor comprobación.

Es importante preparar un presupuesto tentativo antes de la ejecución del programa e instalación de los equipos, para garantizar los fondos suficientes para todo el proceso y evitar recortes que puedan interrumpir el monitoreo.

2.1.2.10. Plan de instalación.

Luego de ser aprobado el presupuesto tentativo se procede a redactar las especificaciones de instrumentos y equipos, para conocer los factores y proceso de calibración.

Posteriormente, utilizando el manual suministrado por el fabricante y teniendo los conocimientos específicos de las condiciones geotécnicas, se procede a redactar el

procedimiento paso por paso de instalación, detallando los materiales y herramientas requeridos, y preparando una hoja de registro de factores que puedan influenciar las mediciones.

El plan de instalación debe ser programado junto al constructor para garantizar la protección de los instrumentos. Es importante realizar un cronograma de instalación consistente con el de la construcción.

La instalación debe realizarse según el avance de la obra para tener mediciones antes y después de su ejecución y así evaluar la influencia del proceso constructivo en el desarrollo de movimientos o asentamientos.

2.1.2.11. Planes posteriores a la instalación de los instrumentos y equipos.

Se procede a realizar un plan de calibración y mantenimiento regular de los instrumentos y un plan de recolección, proceso, presentación, interpretación, reporte, e implementación de la información. Esta planificación es importante para tener preparado un plan de acción en caso de ocurrir daños.

Seguidamente se realiza el contrato de monitoreo de campo con el contratista y se definen los servicios que deben cumplir, donde se incluye la instalación, calibración y mantenimiento regular, proceso, presentación, interpretación y reporte de las mediciones. En esta fase es importante la disposición del personal calificado y estimar los tiempos de instalación, medición y proceso de los datos, con el fin de tomar medidas preventivas de ocurrir retrasos y errores al acumularse la información.

Finalmente se prepara el presupuesto definitivo con todo el programa completo.



FIGURA 2.1.2.11.: Organigrama esquemático de actuaciones en una instrumentación.

Fuente: (Brescia & Pereira, 2002)

2.1.3. Reseña histórica de la instrumentación geotécnica.

Dunnicliff (1993) confirma que los primeros instrumentos aparecieron en los años mil novecientos treinta a cuarenta. Hasta los años noventa no tuvieron gran evolución, predominando simples instrumentos mecánicos e hidráulicos. Dichos instrumentos tuvieron sus beneficios para la prevención de daños y sus fallas, hasta que el avance tecnológico empezó a tener fuerte influencia en el mundo de la ingeniería. Se inventaron nuevos instrumentos mucho más complejos y seguros adoptando componentes eléctricos y neumáticos. Las fallas cometidas con estos últimos instrumentos innovadores al contrario de aquellos que fueron pioneros, se atribuyen a su inapropiada utilización por parte del personal encargado.

En efecto las imperfecciones en los programas de instrumentación de hoy en día son resultado de problemas por parte del operador y no por defecto de fábrica de los instrumentos.

Por ello es de fundamental importancia desarrollar un adecuado nivel de entendimiento del instrumento seleccionado para garantizar la calidad del trabajo.

La Instrumentación Geotécnica continua en avance y conforme pasa el tiempo habrá menos razones para su decrecimiento. En el mundo de la geotecnia y construcción siempre va a haber incertidumbre por ello la instrumentación siempre será una herramienta útil, ya que es el único mecanismo que puede verificar todo resultado teóricos en campo.

Ya en la actualidad existen equipos muy sofisticados, automatizados y computarizados que permiten el monitoreo constante inclusive a distancia, ya no es necesario estar presentes en campo de forma periódica. Este hecho posibilita el no tener que realizar observaciones visuales como también reducir el personal de operación de los equipos.

Otro factor importante en el avance de la instrumentación es el costo, que ha tendido a disminuir y ser accesible para los constructores.

Adicionalmente, dentro de las innovaciones se está implementando la instrumentación para la verificaciones en campo de nuevos métodos constructivos que están en pleno desarrollo.

2.2. Descripción de la Fase I del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.

La Fase I del Proyecto Línea 5 de la C.A. Metro de Caracas comprende la construcción de una línea subterránea desde la estación Zona Rental hasta Miranda II (Ver **ANEXO-1**). La longitud aproximada de todo el trayecto es de 7.5 kilómetros y posee cinco estaciones, las cuales son: Bello Monte, Las Mercedes, Chuao, Bello Campo y Miranda II. Todas las estaciones poseen túneles de ventilación y salidas de emergencia.

La construcción de túneles implica ejecutar una estructura (túnel) en el interior de formaciones naturales de terreno. El éxito en la construcción de dicho túnel se debe a los métodos de trabajo que mantengan la estabilidad general del entorno afectado.

En la actualidad existen dos métodos de excavación de túneles, empleados por la C.A. Metro de Caracas. El primer método es el minero, que se utiliza principalmente para la construcción de los sistemas destinados a los cuerpos de las estaciones, los fosos de acceso, túneles de ventilación y salidas de emergencia. El segundo método consiste en un sistema de excavación con la utilización de máquinas perforadoras o tuneladoras, conocidas por las siglas en inglés *TBM* ("*Tunnel Boring Machine*"), que son aquellas que hacen la mayoría del trabajo del alineamiento, perforando todo el trayecto entre estaciones y dando origen a los túneles gemelos tipo escudo (dos túneles paralelos).

Las secciones de los túneles mineros varían entre 80 y 400 metros cuadrados, la de los túneles tipo escudo son de 27 metros cuadrados.



FIGURA 2.2.a.: Foso UNEFA con túneles gemelos dirección Bello Campo.

Fuente: Autores



FIGURA 2.2.b.: Fosos UNEFA. Proyecto Línea 5 de la C.A. Metro de Caracas.

Fuente: (Odebrecht & C.A. Metro de Caracas, Metodología constructiva túneles mineros (NATM), 2010)



FIGURA 2.2.c: Túnel gemelo UNEFA-Chuao, revestido con los anillos prefabricados.

Fuente: Autores

2.3. Construcción de túneles escudos en suelos.

El éxito de la construcción de túneles en el terreno caraqueño se logra analizando lo siguiente:

- Máquinas perforadoras de la túneles tipo escudo (*TBM*, "*Tunnel Boring Machine*").
- Características del terreno.
- Asentamientos superficiales.

2.3.1. Máquinas perforadoras de túneles tipo escudo (*TBM*, "*Tunnel Boring Machine*").

Según describe Perri (2011), el origen de las máquinas perforadoras de Túneles se remota a los años mil ochocientos, claramente con dispositivos muy escasos en tecnología que solo facilitaban en parte el trabajo de los mineros, durante la construcción de los túneles. A mediados de los años mil ochocientos nacen las *TBM* (*Tunnel Boring Machine*) con frente abierto y con frente cerrado tipo Escudo, y fueron utilizadas en la excavación de los túneles del Metro de Londres. Sucesivamente se busca controlar la estabilidad del frente del túnel en las excavaciones por debajo del nivel freático y así empiezan a surgir aquellas tipo escudo con frente de aire comprimido que eran de gran ayuda en situaciones difíciles e incorporaban tecnologías neumáticas. La evolución de las *TBM* fue progresiva, incorporando cada vez más medios mecánicos en substitución

de aquellos manuales y semi-manuales, hasta convertirse en lo que son hoy en día con ruedas integradas y con la ventaja de ser manipuladas a distancia.

La dificultad de excavación siempre ha sido en los suelos blandos relativamente estables, con alto nivel freático. Para estos casos se empleaban las máquinas perforadoras de frente abierto, hasta que por motivos de seguridad se adoptaron soluciones con frente presurizado mediante lodos bentónicos o Escudos de Lodos (*Slurry Shields*). Entre finales de los años ochenta y principios de los noventa nacen las *TBM* con Escudos de Presión de Tierra Balanceada (*EPBs*, *Earth Pressure Balance*) que resolvía muchos de los problemas relacionados al uso de frente presurizado con lodos bentónicos y otras prácticas.

Los fabricantes más importantes a nivel mundial de máquinas tuneladoras tipo *TBM* en la actualidad, son: "*Robbins*", "*Wirth*", "*Herrenknecht*", "*Hitachi Ltd.*", "*Kawasaki Heavy Industries*", "*Okomura*", "*NFM Technologies*" y "*LOVAT Inc*". La fabricación de estos equipos, demanda 9 a 12 meses, después de las pruebas y ajustes, son desmontados para su traslado y montaje en el lugar de operación, donde realizará la excavación. La característica fundamental de las tuneladoras tipo *TBM* es que realizan la excavación del túnel a sección completa y de forma circular, como confirma Giraldo (2010).

La heterogeneidad del terreno al atravesar (roca dura, roca blanda o suelo), las limitadas dimensiones y accesibilidad al frente de trabajo, y las posibles afecciones (roturas, filtraciones) que puede ocasionar en edificaciones colindantes, afecta al procedimiento de excavación.

Por todo ello, no puede existir un solo tipo de tuneladora que solucione todos los problemas. Las máquinas excavadoras deben adaptarse al tipo de suelo, y así nace una extensa clasificación:

2.3.1.1. Clasificación.

La empresa alemana pionera en tecnologías subterráneas, "*Herrenknecht*" clasifica las *TBM* más conocidas de la siguiente manera:

- ***TBM* con Simple Escudo:** Es ideal para la excavación de rocas duras, fragmentadas y otros suelos estables, libres de agua.
- ***TBM* con mordazas ("*Gripper*"):** Trabaja en suelo rocoso sólido con frente abierto. Posee un dispositivo que permite anclarse a la roca permitiendo el avance durante la excavación. Permite rápida estabilización del suelo que se haya excavado.
- ***TBM* con Doble Escudo:** Es la *TBM* más sofisticada. Combina la tecnología de una tuneladora de simple escudo y una con mordaza. Se utiliza para la excavación de tramos largos y estables de roca. Trabaja con frente abierto durante la excavación. Permite la instalación de segmentos de concreto (dovelas) paralelamente a la excavación.

- **TBM escudo Mixto:** Se utiliza en excavaciones que no se pueden realizar con un solo tipo de máquina. Trabaja bajo presión atmosférica, ya que en la cámara de excavación se utiliza un cojín de aire para mantener la presión. En general se emplean en suelos que están por debajo de ríos, lagos o mares, principalmente con baja cohesión, como arenas o lodos, ya que puede controlar con seguridad presiones hidrostáticas mayores a quince bares en suelos heterogéneos, siempre y cuando el diámetro de excavación sea muy grande. Se requiere bentonita para estabilizar los frentes de excavación. El revestimiento del túnel es reforzado con anillos de concreto armado.
- **TBM-EPBs:** Son las utilizadas en las excavación de los túneles gemelos del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas. Fueron adquiridas para el presente proyecto dos tuneladoras (430 y 431) de la firma Alemana "*Herrenknecht*".

2.3.1.2. Características de las TBM con escudo de presión de tierras balanceada (EPBs, *Eath Pressure Balance Shields*).

Estas maquinas son las más utilizadas en la actualidad para obras urbanas. Como confirma Perri (2011) gracias al escudo de presión de tierras balanceada (EPBs, *Earth Pressure Balance Shields*) se estabiliza el frente de excavación con la contrapresión transmitida por parte de la tierra ya excavada. Se establece un equilibrio entre el empuje del terreno más las presiones hidrostáticas y la presión del material excavado. Previo a este último proceso todo el material es acondicionado con espumas especiales y mezclado en el mismo frente de la excavación (en la cabeza de corte) en una cámara de presión, desde la cual se va extrayendo por medio de un tornillo sin fin solo en la misma cantidad que se excava, manteniendo dentro de la cámara de tierra un volumen prácticamente constante. Cualquier desbalance en el frente de los volúmenes de material puede provocar una repentina y brusca caída de presión, ocasionando la parada de la máquina.

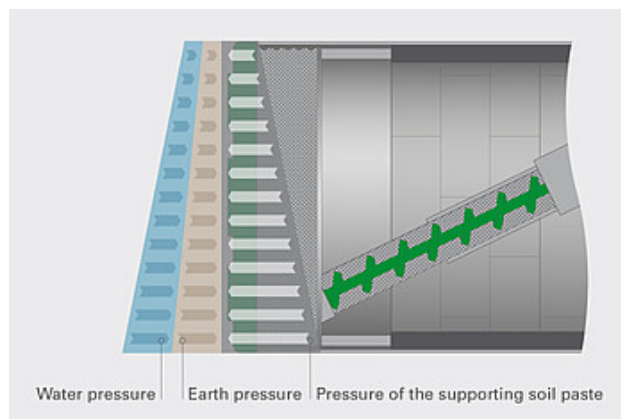


FIGURA 2.3.1.2.a.: Esquema de balance de presiones de tierras en la cámara presurizada.

Fuente: (Herrenknecht)

El escudo de presión de tierra balanceada esta compuesto por tres partes fundamentales, diferentes y articuladas entre si. Dichas partes son la cabeza de corte o rueda de corte o escudo frontal, el escudo intermedio y el escudo de cola.

La cabeza de corte esta soportada por un cuerpo motorizado en el escudo, esta incorpora cuchillas para excavar en suelos, y cortadores de disco para perforar material rocoso u otros obstáculos que puedan existir a lo largo del alineamiento.

El material excavado luego de haber pasado por las cuchillas entra a la cámara de excavación que mezcla el material bajo presión con unas aspas. En este proceso se obtiene un material homogéneo para mantener la presión constante dentro de la cámara. Sucesivamente el material viene extraído de la cámara por un tornillo sinfín y se descarga a presión atmosférica en una banda transportadora que a su vez transporta el suelo acondicionado a lo largo del tren de apoyo de la *TBM* dentro de contenedores especiales.



FIGURA 2.3.1.2.b.: Cabeza de corte con protección anti-abrasiva de la *TBM-EPBs* utilizada en el Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.

Fuente: C.A. Metro de Caracas



FIGURA 2.3.1.2.c.: *TBM-EPBs* Proyecto Línea 5 Metro de Caracas.

Fuente: C.A. Metro de Caracas



FIGURA 2.3.1.2.d.: Banda transportadora descargando el material al contenedor.

Fuente: (Perri, 2011)

El escudo frontal y el intermedio están conectados por una articulación que facilita el movimiento de la máquina en curva y es manipulada por el operador. En el escudo intermedio están colocados los gatos hidráulicos que proporcionan el empuje de la máquina para excavar y avanzar. Los gatos hidráulicos empujan los bordes de las dovelas del revestimiento anular.



FIGURA 2.3.1.2.e.: Gatos hidráulicos *TBM-EPBs* del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.

Fuente: Autores

Al final del recorrido, aun bajo la protección del escudo de cola se ejecuta el montaje de los anillos prefabricados de concreto, que tienen como finalidad revestir el túnel y evitar derrumbes. Como describe Chamorro (2005) las maquinas están envueltas por un cilindro metálico que sostiene el terreno tras la excavación y permite colocar el sostenimiento en su interior (anillos de dovelas en concreto reforzado de alta resistencia).

Los anillos son colocados con el sistema de empuje de los gatos hidráulicos que ejercen presión sobre su sección transversal. Estos gatos compuestos por cilindros de propulsión siempre permanecen en contacto con el ultimo anillo para evitar que el escudo no retroceda por la presión de tierra remanente.

Las *EPBs* que se están utilizando en el Proyecto Línea 5 tienen la capacidad de montar treinta anillos por día. Las dovelas que conforman los anillos son prefabricadas en la planta de la *Rinconada* y son bastante frágiles por su alta resistencia a pesar que están reforzados en acero. Son universales con 22 centímetros de espesor aproximado y poseen forma tipo arco para que el conjunto de ellas formen el anillo del túnel.

El control de las presiones durante el ensamblaje de los anillos, inclusive en el frente, minimiza la relajación de tensiones en el material por delante de la tuneladora, de esta forma se facilita el control de los asentamientos que se generan alrededor del túnel y hasta la superficie.

En la cámara de tierra se colocan varios sensores para controlar las presiones en toda circunstancia. Si la presión dentro de la cámara es mayor a la estipulada a raíz de la

disminución del ritmo de extracción del material, dentro de ella se genera una compresión adicional y el terreno frente al escudo provocaría elevaciones del terreno. Si en cambio la presión disminuye por debajo del mínimo aceptado causado por un aumento de velocidad en la extracción del material, se crearía un desequilibrio entre el suelo del frente y el de la cámara, perdiendo presión y provocando pérdidas de velocidad y frenado de la tuneladora con asentamientos indeseables en la superficie del terreno. Para regular las presiones de tierra durante el avance se debe cambiar la velocidad del tornillo sin fin.

La excavación en suelos con alto contenido de arcillas de alta plasticidad generan problemas de adherencia a las partes metálicas de la rueda de corte tapando las aberturas e impidiendo el paso normal del material del frente a la cámara de excavación.

2.3.1.2.1. Modos de operación.

Los modos de operación de las tuneladoras son del tipo cerrado, de transición y abierto.

El **modo cerrado**, que ya es cuando la máquina trabaja con el frente balanceado (*EPBs*), tiene como propósito asegurar una condición de excavación estable y minimizar los asentamientos superficiales, en particular cuando se tiene presencia de suelos inestables con alto nivel freático y riesgo de sobre excavación en el frente, por ejemplo rellenos, aluviones o suelo residual. Este modo se logra cuando presión de la cámara de excavación está totalmente equilibrada con las presiones del terreno y las hidrostáticas, es decir en el punto donde dicha cámara está llena de material y bajo presión. Es necesario para este proceso que la permeabilidad del material sea baja, en caso contrario se debe acondicionar el suelo con aditivos que le dan mayor plasticidad.

El **modo de transición** (frente mixto) contempla una tuneladora que opera con cámara de excavación cerrada pero no presurizada. El modo se aplica cuando existen frentes estables y se excluya el riesgo de sobre excavación. La presión del frente de excavación para este caso no debe ser mayor a 1.0 Bares en la clave del túnel. El objetivo principal es controlar flujos moderados en el frente y permite el cambio rápido a modo cerrado para cuando exista el riesgo repentino de frentes inestables. En este caso también debe haber un equilibrio de presiones y se debe acondicionar el suelo cuando la permeabilidad del mismo no es la adecuada.

El **modo abierto** es recomendado cuando el frente de excavación es completamente estable y el nivel freático no causas problemas operacionales. Se utiliza principalmente cuando el frente de excavación está compuesto por roca para evitar desgaste en las ruedas de corte por sobrecargas. Estos últimos problemas son típicos en frentes de excavación mixtos (suelo y roca). En el Proyecto Línea 5 ha sido descartado la operación a frente abierto por la incertidumbre de presencias de aguas subterráneas a lo largo del trayecto. En este modo la máquina trabaja como si fuera de frente abierto.

2.3.1.2.2. Tratamiento del terreno.

Antes de iniciar la excavación el terreno necesita ser tratado para su fácil extracción a través del tornillo sin-fin de la *TBM-EPBs*. No realizar los tratamiento de suelo descritos implica bajos rendimientos de avance de la máquina y atascos en la cabeza de corte que pueden parar la máquina generando altos costos de mantenimiento y obligando a los operadores a trabajar manualmente dentro de la cámara. Esto implica un riesgo para la vida de los trabajadores.

Al momento de alguna inspección en el frente de excavación, los obreros deben pasar previamente por la cámara hiperbárica que se encuentra dentro de la tuneladora. Esto permite que el trabajador se nivele con la presión que exista en el área frontal de la máquina.

Dichos tratamientos pueden ser inyecciones de espuma o polímeros por orificio en la cabeza de corte de la tuneladora. En presencia de suelos poco cohesivos o elevadas cantidades de agua, antes de iniciar la excavación con las *TBM-EPBs*, estos deben ser tratados con aditivos especiales, llamados polímeros, ya que las espumas no son suficientes. El efecto que hacen los polímeros es transformar la masa líquida, aumentando su viscosidad, en un cuerpo plástico. En las obras del Metro de Caracas es muy común utilizar espuma, ya que reduce la fricción del suelo, facilita su manejabilidad y descarga en el tornillo sinfin y aumenta su plasticidad para mantener el equilibrio de presiones dentro de la cámara y el frente.

Adicionalmente, se acude a las inyecciones de mortero ("*grout*") que se utilizan a lo largo del escudo *EPBs* como medida preventiva y consiste en aplicar una mezcla de agua, cemento y arena entre el espacio ("*gap*") que queda entre el trasdós de las dovelas y el terreno excavado.

Este proceso tiene como finalidad controlar la subsidencia (asentamientos verticales predominantes) generada por la descompresión del terreno durante la excavación y prevenir sobre excavaciones.

La cola del escudo es la zona donde se generan mayores asentamiento por la presencia de los espacios anulares. Se inyectan el producto a una presión de 1.50 bares a 2.50 bares para evitar que se devuelva al escudo. De esta manera se dispone de un sistema cerrado que controla pérdidas de material.

Existen dificultades de inyección de mortero cuando la tuneladora opera en modo abierto en roca ya que es complicado controlar la presión y el volumen colocado. Es muy importante controlar este proceso ya que puede haber el riesgo que las mezcla de mortero fluya a lo largo del escudo cuando se inyecta a presión. Esto sucede porque la presión a la cual se inyecta es menor a la del escudo.

También puede ocurrir lavado del mortero si existen flujos de agua muy elevados, que lleva a infiltraciones dentro del túnel. Este problema es relevante en los casos donde el espacio anular es grande y el mortero empleado posee baja viscosidad.

Ambos problemas, desplazamiento por presión o por lavado provocan el posible anclaje de la *TBM* por el fraguado del mortero alrededor del escudo.

Adicionalmente se utilizan otro tipo de inyecciones para controlar el suelo, como son:

- Inyección de grasa para el sellado del escudo, garantizando su impermeabilidad y estanqueidad del túnel.
- Inyección de bentonita entre el escudo y el terreno para la provisional estabilización del terreno, solo en situaciones críticas.

2.3.2. Características del terreno.

Es de suma importancia realizar un estudio geológico antes de llevar a cabo la obra ingenieril subterránea para contar con la información necesaria sobre el tipo de suelo que se debe trabajar y adicionalmente tanto, para la selección del método constructivo, como del tipo de tuneladora requerida para la construcción de los túneles gemelos.

En el caso del presente estudio, es importante resaltar que el suelo de Caracas es heterogéneo, encontrándose en él las formaciones de Las Mercedes y Las Brisas además de depósitos de sedimentos, gravas, arenas gravosas, arenas arcillosas y limos. Los espesores de los estratos de suelo o rocas y las condiciones hidrológicas cambian considerablemente. Se tienen niveles freáticos muy altos que se traducen en riesgo de infiltraciones de agua en el frente de excavación.

*"En la zona en donde se localiza la estructura de la UNEFA (progresiva 23+080) la litología existente corresponde a un **Frente Mixto**, lo que significa que existe una transición del macizo rocoso (esquisto calcáreo cuarzo grafitoso) con diferentes grados de meteorización a depósitos de suelos aluvionales formados por arenas limosas con grava, por lo cual se considera una **Sección Crítica**, para el paso de las tuneladoras en el tramo correspondiente.*

*En el resto del alineamiento (Ver **ANEXO-1** y **ANEXO-3**) tenemos **suelos de tipo aluvial** (Estructura C.C.C.T hasta el frente de obra Miranda II), que se encuentran entre las progresivas: 23+400 hasta la 25+240, y la progresiva: 22+833); y varía entre arena limosa con gravas, arenas limosas y arena limosa con gravas y lentes de arcillas. Son suelos de tipo heterogéneo de alta porosidad, cohesivos o pocos cohesivos". (Odebrecht & C.A. Metro de Caracas, Plan de contingencia edificaciones linderas Tramo UNEFA-Bello Campo-Miranda II, 2012).*

A partir del material suministrado por la C.A. Metro de Caracas se presenta a continuación la información extraída del perfil geológico del tramo en estudio (Ver **ANEXO-3**). El tramo Chuao - Bello Campo objeto del presente trabajo, posee una presencia de suelo tipo aluvial que comprende arena limosa con gravas, arenas limosas y arena limosa con gravas y lentes de arcillas.

La características del suelo en este caso son más desfavorables que en roca, ya que existe un alto riesgo de asentamientos que provoque derrumbes dentro del túnel excavado.

A continuación se refleja una tabla que indica la estabilidad del frente de trabajo en función del tipo de material a ser excavado:

CORRELACION DEL TIPO DE SUELO CON LOS TERMINOS UTILIZADOS EN LA CONTRUCCION DE TUNELES											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1.Grava con Peñones								XXX			XXX
2.Arenas							XXX	XXX		XXX	XXX
3.Limos		XXX					XXX		XXX	XXX	XXX
4.Arcillas	XXX	XXX	XXX		XXX	XXX			XXX		XXX
5.Grava en matriz Arcillosa	XXX	XXX	XXX	XXX							XXX
6.Grava en matriz Limosa							XXX			XXX	XXX
7.Arena Arcillosa	XXX	XXX	XXX	XXX							XXX
8.Arena Limosa							XXX			XXX	XXX
9.Arenas y Gravas cementadas	XXX	XXX									XXX
10.Suelo orgánico											
Términos Prácticos en la construcción de túneles A=Duro F=Expansivo K=Peñones B=Firme G=Cohesivo susceptible a escurrimiento C=Desmoronamiento Lento H=Susceptible a corrimiento D=Desmoronamiento Rápido I= Fluido E= Deformable J= Muy deformable											

FIGURA 2.3.2.: Correlación del tipo de suelo con los términos utilizados en la construcción de túneles.

Fuente: (Brescia & Pereira, 2002)

La empresa "mtc" (*Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co. KG, Alemania*) realizó un análisis de las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeologías que caracterizan el frente de los túneles gemelos a lo largo de todo el alineamiento del Proyecto Línea 5. Dicha empresa es la responsable de analizar la información disponible y suministrarla al fabricante de las tuneladoras, para su posterior construcción. La máquina perforadora, una vez fabricada, es entrega al cliente C.A. Metro de Caracas con sus parámetro de excavación, que son indispensables para la correcta operación de la misma.

2.3.2.1. Parámetros de excavación de las *TBM-EPBs* S430 y S431.

Los parámetros de excavación por anillos de las dos tuneladoras (Ver **ANEXO-4**), elaborados por la empresa alemana "*mtc*", indican por progresiva y número de anillo lo siguiente:

POSICIÓN		PRESIONES TIERRAS EN CÁMARA			INTERVENCIONES AIRE COMPRIMIDO		INYECCIÓN DE MORTERO		NIVEL FREÁTICO**	ESPUMAS***		EDIFICIOS	
Núm.	Progresiva	MODO*	PRESIÓN Sensor 1 (ver NOTA)	PRESIÓN Sensor 2 y 5 (ver NOTA)	Presión sensores 1, 2 y 5 (ver NOTA)		PRESIÓN MORTERO MÍN. (ver NOTA)	VOL. MORTERO	N.F. SOBRE CLAVE	FIR	FER	Encina	Cerca
avance	frente				Rebaje Mitad	Rebaje Completo							
[-]	[km]	[-]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[m3]	[m]	[%]	[-]		

- Modo de operación recomendado para las tuneladoras S430 y S431.
- La presión de tierra que debe tener la cámara de excavación en bares. En este caso si disminuye la presión se recomienda intervenir en la cámara con estabilización del frente mediante cake de bentonita.
- Las intervenciones de aire comprimido necesarias en bares, para mantener bajo control la entrada de agua por el frente de excavación.
- Las presiones y volumen de inyecciones de mortero ("*grout*") que se requieren para la estabilización del terreno excavado (bares, metros cúbicos), y el relleno del espacio anular.
- El nivel freáticos sobre la clave del túnel admitido durante la excavación en cada intervalo de anillos.
- El porcentaje de espuma necesaria para mezclar el material excavado y obtener el lodo dentro de la cámara de excavación para, de esta forma, extraerlo por el tornillo sin fin.
- Los edificios ubicados en el área de afectación del proceso constructivo.

Los parámetros mencionados deben ser ajustados a medida que se comprueben las características del terreno excavado, ya que el macizo caraqueño por su heterogeneidad genera cierta incertidumbre.

Si las lecturas piezométricas manifiestan un nivel de agua mayor al indicado en la tabla, se deben aumentar las presiones en la cámara y de inyección de mortero en 0,1 bar por cada metro que aumenta el nivel freático (tanto en avance como en intervenciones en aire comprimido). (KG, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co., 2010).

2.3.3. Asentamientos superficiales.

Centeno et al (2004), confirma que al realizar una obra subterránea se induce a una alteración en el estado tensional del suelo excavado, lo que genera movimientos en zonas relativamente próximas con el fin de buscar el equilibrio del terreno. Estas alteraciones han sido medidas dando como resultado asientos que van desde pocos milímetros hasta varios decímetros y pueden llegar a extenderse hasta una distancia del eje del túnel de diez (10) veces el diámetro del mismo.

Estos asientos verticales, producidos en superficie, constituyen el fenómeno denominado subsidencia.

Dichas deformaciones tienen un carácter radial hacia el centro del túnel que pueden llegar a causar daños considerables a estructuras circunvecinas si llegasen a sobrepasar los límites permisibles. No debe dejar de tomarse en cuenta la importancia de los movimientos en el interior del terreno que pueden ocasionar daños a cimentaciones profundas. Aunque los asentamientos sean los movimientos más nombrados, deben considerarse también los movimientos horizontales, que pueden ser aún más dañinos.

Las deformaciones finales son función de un gran número de variables, como la geometría del problema, homogeneidad del terreno, presencia de agua, proceso constructivo, deformabilidad relativa entibación-terreno y su evolución en el tiempo, los huecos entre terreno y sostenimiento, el tiempo que transcurre hasta que se realizan las inyecciones del mortero o grasa necesaria para llenar el vacío de 7 a 9 cm de espesor entre las dovelas y el terreno excavado.

Durante la Excavación de túneles gemelos con *TBM*, los asentamientos están asociados, según lo que afirma Chamorro (2005), a los siguientes mecanismos:

- Deformación del suelo en el frente debido a la relajación de tensiones. Es un aspecto a considerar cuando la *TBM* trabaja en modo abierto, si esta es de frente balanceado los efectos suelen despreciarse si y solo si se controla adecuadamente la presión en el frente. Los problemas de este tipo se producen en particular cuando se perforan suelos arenosos (no cohesivos) con presencia de agua (elevado nivel freático), como es el caso de la mayoría del trayecto de la Línea 5. En este caso la estabilidad del frente de excavación se complica cuando la carga piezométrica en la cámara presurizada y llena de suelo es inferior a la carga piezométrica del suelo, lo que genera fuerzas de filtración que empujan hacia el escudo de la tuneladora. Chamorro (2005) señala que en zonas urbanas las consecuencias de un colapso de un túnel pudiera ser catastrófico, por lo que es de suma importancia la estabilidad del frente de excavación antes de colocar el sostenimiento.
- Sobre excavación producida por la cabeza de corte del escudo, que se relaciona fundamentalmente a la geometría de la tuneladora y problemas de guiado. Genera pérdidas de material o mayor volumen excavado. Por ello es importante contar con

un buen sistema de monitoreo del alineamiento dentro de los túneles gemelos, mediante equipos GPS o estaciones totales.

- Presencia del espacio ("gap") anular entre las dovelas y el terreno excavado, por ello se realizan inyecciones de mortero.
- Deformación del revestimiento del túnel, luego de haberse colocado. Son provocadas por las presiones del macizo y las presiones hidrostáticas que se ejercen sobre el sostenimiento del túnel, causando su convergencia y posible colapso.
- La consolidación del suelo.

Según confirma Carmona (1986), es importante resaltar que el terreno sufre una primera deformación tras el paso de la primera *TBM*, tomando una sección como referencia. La segunda máquina suele pasar posteriormente luego de estabilizar el primer túnel por esa misma sección para evitar asentamientos elevados.

De igual manera existe una interacción entre ambos túneles gemelos que si la distancia entre las claves de ellos es muy reducida se pueden originar problemas catastróficos y derrumbes. Esto sucede porque al pasar la segunda tuneladora se generan deformaciones adicionales a las que hubiesen ocurrido si la excavación del segundo túnel se hubiese realizado fuera de la zona de influencia del primero. Para este caso desfavorable la zona de terreno disminuye entre ambos túneles y se genera un asentamiento máximo entre ambos y pérdidas de material excavado.

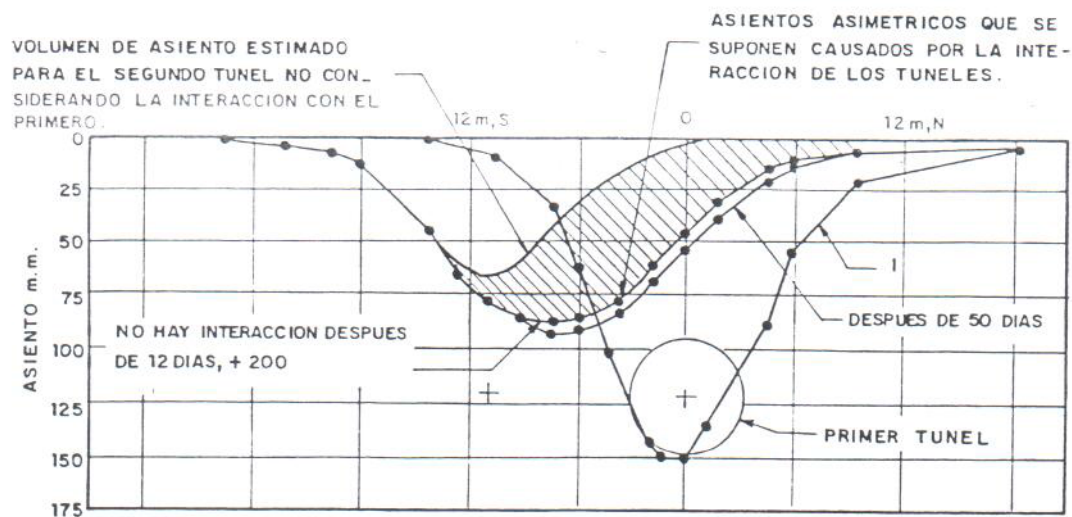


FIGURA 2.3.3.a.: Asientos finales tras el paso del primer y segundo túnel gemelo.

Fuente: (Chacon Carmona, 1986)

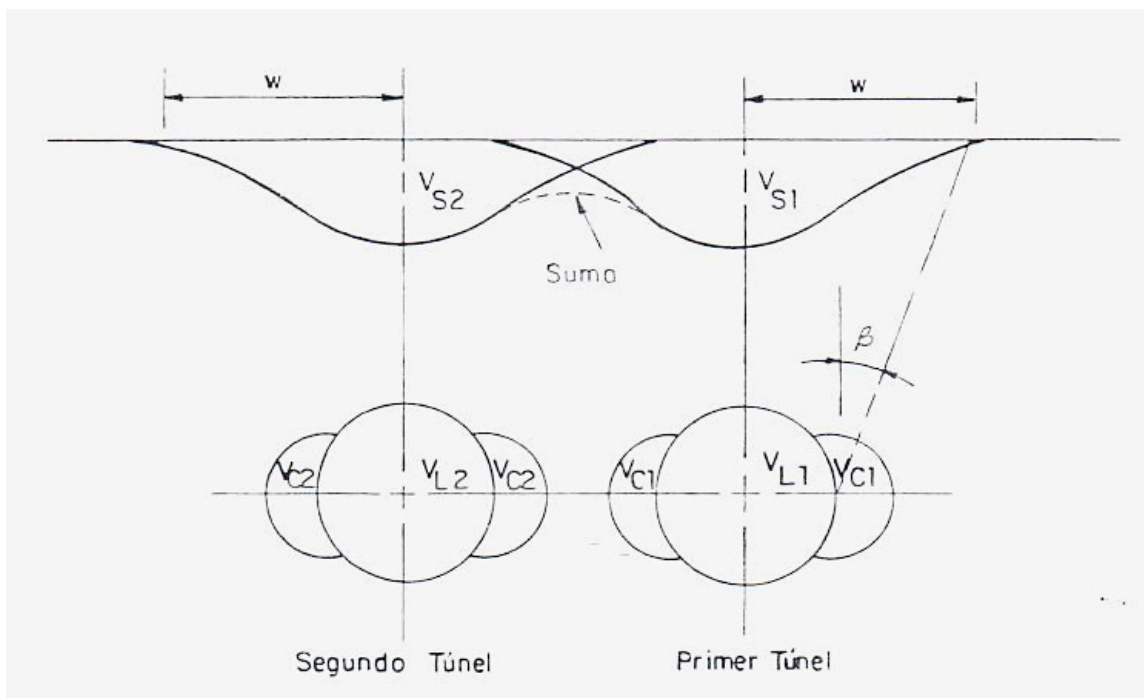


FIGURA 2.3.3.b.: Pérdida de volumen producido por los dos túneles sin considerar la interacción entre ambos.

Fuente: (Chacon Carmona, 1986)

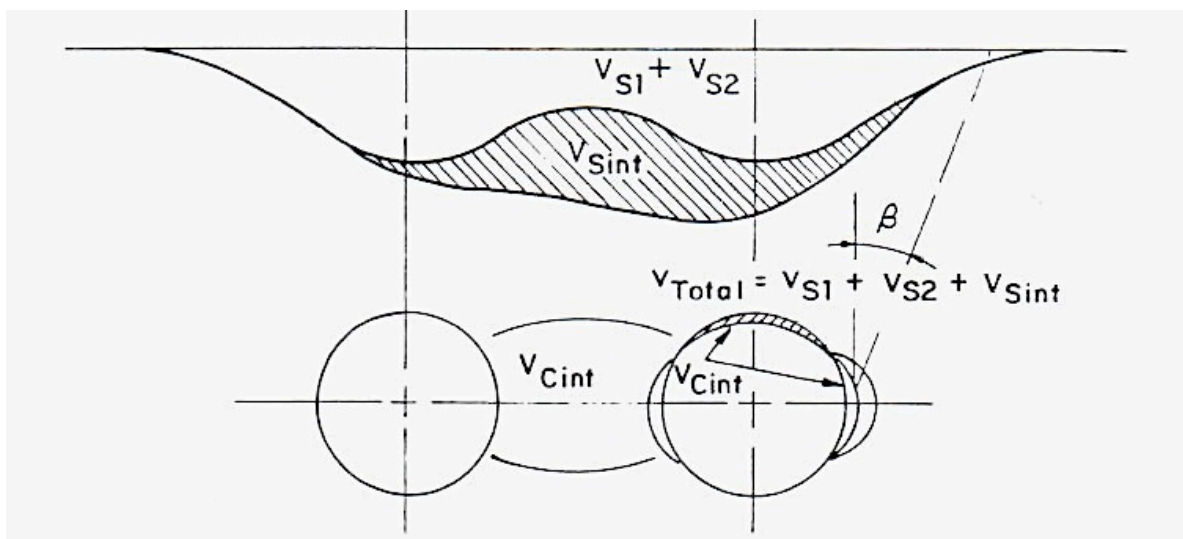


FIGURA 2.3.3.c.: Pérdida de volumen de los túneles gemelos considerando la interacción entre ambos.

Fuente: (Chacon Carmona, 1986)

La zona de influencia, según lo confirma Pérez et al (2012), del paso de las *TBM* se delimita considerando cincuenta metros por delante de la excavación, cien metros por detrás de la excavación y en superficie, donde afecta a las edificaciones, se basa en abatir la profundidad máxima de excavación en proporción uno a uno (1/1).

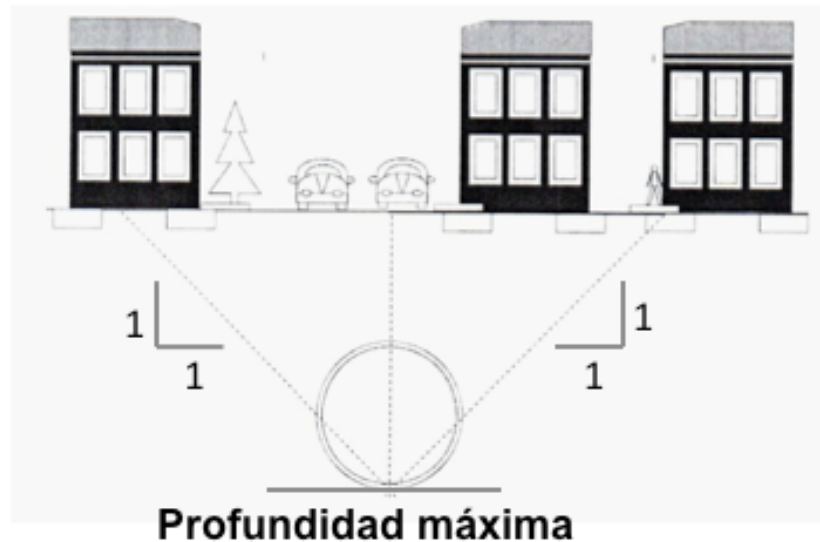


FIGURA 2.3.3.d.: Zona de influencia en edificaciones.

Fuente: (Pérez , Gutierrez, & De La Hoz, Especificaciones de servicios para instrumentación geotécnica de obras de túneles, 2012)

2.4. Túneles mineros (*NATM*, "New Austrian Tunnel Method")

El método remota a los años cincuenta y sesenta y fue desarrollado por Ladislau Rabcewicz. El nombre minero se le da porque se empezó a utilizar para la construcción de túneles de minas de carbón.

El nuevo método austriaco consiste en la excavación del terreno en varias fases y se procede con la colocación de una estructura de soporte conformadas por perfiles de acero longitudinal llamados "*costillas*" y aplicación de concreto proyectado ("*shotcrete*"). Es muy importante la colocación instantánea del "*shotcrete*" para mantener la calidad del subsuelo y garantizar la estabilidad del túnel. (Brescia & Pereira, 2002).

El método minero debido a su gran versatilidad constructiva, permitiendo variaciones de tamaño, forma y condiciones ejecutivas en espacios limitados de obra, se opta para la construcción de las estaciones y fosos de acceso del Metro de Caracas.

Adicionalmente el método logra minimizar interferencias en las obras existentes en la superficie tales como sistemas viales, y subterráneas tales como redes y servicios públicos, que a su vez influyen en la población y en sus actividades cotidianas.

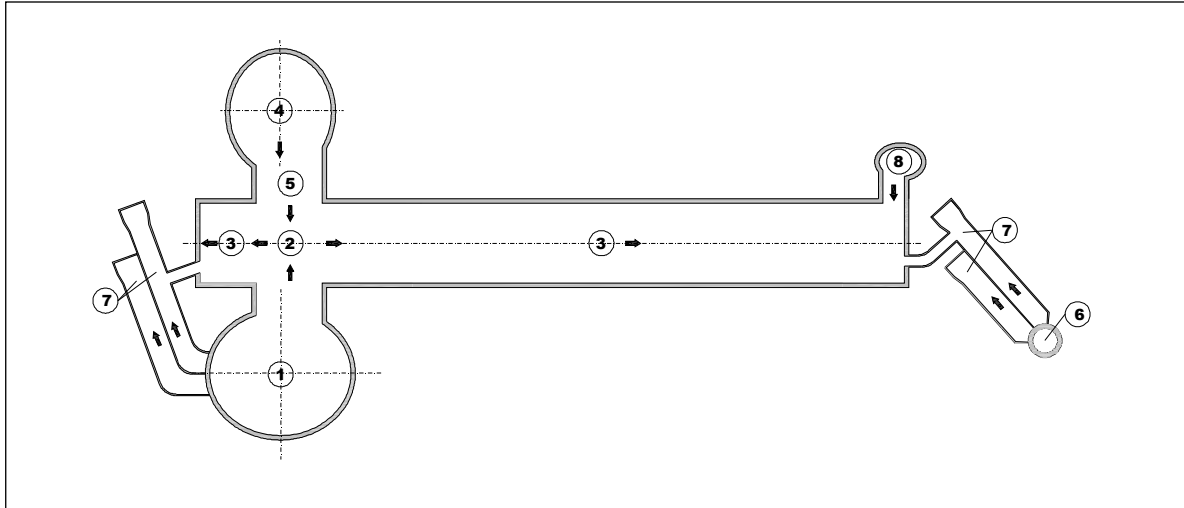


FIGURA 2.4.a.: Esquema de estación típica del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.

Fuente: (Odebrecht & C.A. Metro de Caracas, Metodología constructiva túneles mineros (NATM), 2010)

En la **FIGURA 2.4.a.** se indica lo siguiente:

- "1" y "4" corresponden a los fosos de acceso que corresponden a la entrada de la estación.
- "2" y "5" son túneles de conexión, para conectar los fosos "1" y "2" con el cuerpo de la estación.
- "3" corresponde al cuerpo de la estación que se construye a partir de los dos fosos de acceso (1 y 4).
- "1", "2", "3" y "4", son las excavaciones principales para la estación.
- "6" y "8" corresponden a salidas de emergencia.
- "7" es el túnel de ventilación que conecta ambas salidas de emergencia (6 y 8).

La excavación del túnel se realiza en dos fases; la primera consiste en una excavación superior y en la segunda se retira el terreno que quede debajo hasta la cota del túnel. A continuación se describe el proceso constructivo de los túneles mineros tal como es utilizado en el Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.

La primera fase de la construcción es la excavación de un foso de acceso y un túnel de conexión. Desde esta última excavación se inicia la preparación del túnel

minero. La cota del túnel de conexión será donde se iniciará la perforación del piloto (Ver **FIGURA 2.4.b.** (Parte 1)).

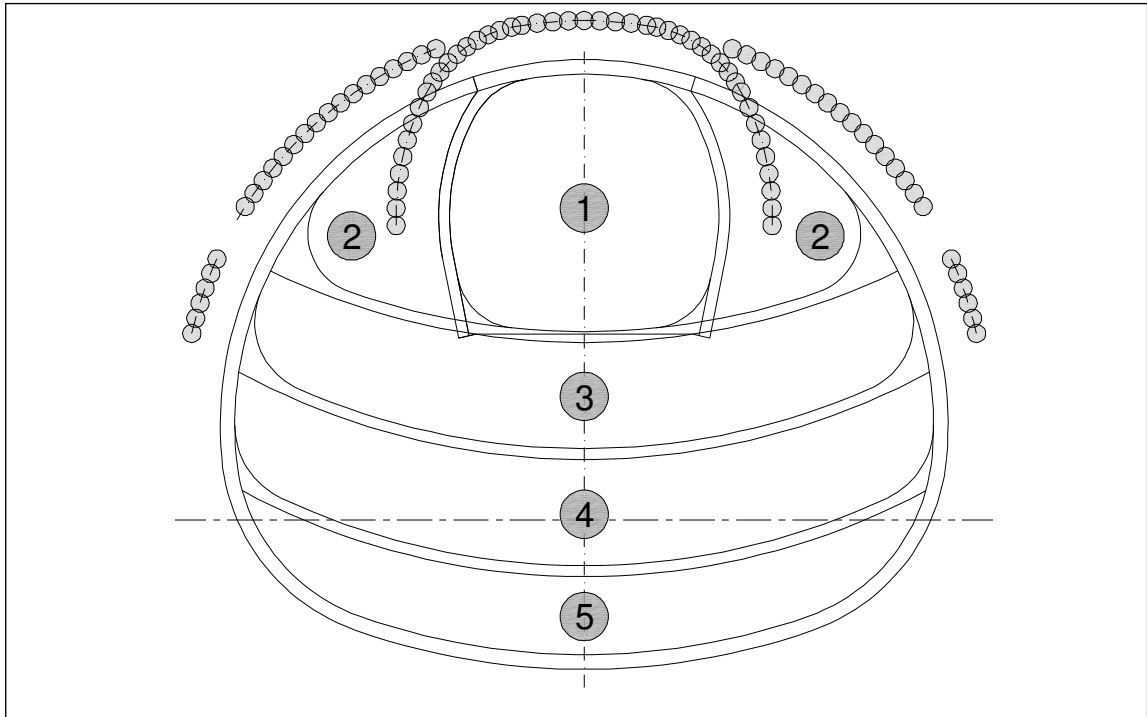


FIGURA 2.4.b.: Esquema túnel minero (NATM) del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas.

Fuente: (Odebrecht & C.A. Metro de Caracas, Metodología constructiva túneles mineros (NATM), 2010)

Antes de iniciar la excavación del túnel piloto es importante realizar tratamiento en el macizo que delimita el contorno a ser excavado, especialmente si este está conformado por suelos blandos, con inyecciones de "*Jet-Grouting-CCP*" y drenajes mediante pozos de abatimiento de nivel freático.

La tecnología "*Jet-Grouting-CCP*" consiste en proyectar el medio a tratar a través de inyecciones a presión elevadas (250-350 Kg/cm²) una mezcla estabilizante de (lechada agua-cemento), para lograr la consolidación del terreno. Con este proceso el macizo logra obtener propiedades mecánicas elevadas y de esta forma se logra la protección lateral y del techo de los túneles, limitando posibles asentamientos causantes de daños estructurales superficiales y subterráneos.. El término "*CCP*" (*Chemical Churning Pile*) corresponde a las columnas de suelo cemento que se forman de abajo hacia arriba luego de la inyección de lechada debido al chorro a presión. (Brescia & Pereira, 2002).

Luego del proceso de estabilización previa del macizo se procede a la excavación y revestimiento provisional del túnel piloto central, aplicando concreto proyectado para mantener su estabilización. El revestimiento provisional consiste en la colocación de

costillas en celosías y arcos invertidos. El diámetro del túnel piloto puede variar desde 0,60 a 0,80 metros.

Posteriormente, se procede con la segunda fase constructiva, ejecutando el ensanchamiento del túnel piloto y excavando las bóvedas (Ver **FIGURA 2.4.a.** (Parte 2)). Una vez concluida la excavación de la bóveda se remueven las paredes del túnel piloto y se estabiliza el frente con un clavetaje frontal, pared de concreto proyectado, malla electrosoldada y se completa el arco invertido en todo al ancho de la sección transversal.

La fase siguiente corresponde a la tercera, donde se excavan y estabilizan los rebajos (Ver **FIGURA 2.4.a.** (Parte 3, 4 y 5)), luego de haber concluido la bóveda.

Finalmente, la última fase corresponde a la estabilización del túnel luego de haber concluido las varias excavaciones. Se coloca un revestimiento primario que contempla una impermeabilización con manto de PVC y posteriormente se coloca la armadura en perfiles de acero para ejecutar el revestimiento final con concreto vaciado en sitio.



FIGURA 2.4.c.: Túnel minero, cuerpo de la estación Bello Campo.

Fuente: Autores



FIGURA 2.4.d.: Túnel minero de conexión en Bello Campo. Revestimiento final.

Fuente: Autores

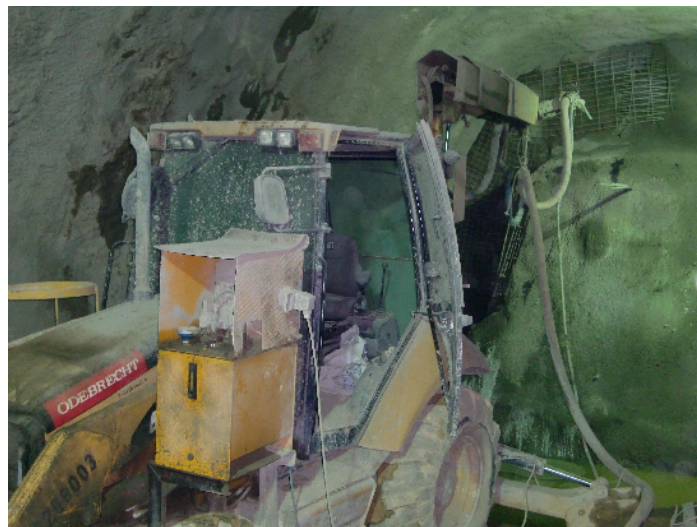


FIGURA 2.4.e.: Concreto proyectado (*Shotcrete*), avance estación Bello Campo.

Fuente: Autores

CAPITULO 3. MARCO METODOLOGICO PARA EL SEGUIMIENTO INSTRUMENTAL GEOTECNICO APLICADO EN EL TRAMO DE TUNELES GEMELOS COMPRENDIDO ENTRE LA ESTACION CHUAO Y LA ESTACION BELLO CAMPO DE LA LINEA 5 DEL METRO DE CARACAS.

3.1. Proceso de instalación de la instrumentación.

Según el plan de Instrumentación establecido por la proyectista y aprobado por la C.A. Metro de Caracas, el proceso se realiza de la siguiente manera:

3.1.1. Actividades previas.

Se establece un período de solicitud de permisos de los entes pertinentes para liberar las zonas de trabajo descartando la afectación de los servicios de la zona y coordinar una instalación efectiva en el menor tiempo posible y menor impacto.

3.1.2. Ejecución.

Liberadas las áreas se procede a instalar los equipos de poca profundidad (<15metros) en la vía pública en jornadas de 5 horas de lunes a viernes de 6:00am. a 11:00am. para mitigar el impacto en el tráfico, logrando realizar la actividad en horas laborables de todos los servicios públicos para tener buenos tiempos de respuestas en caso de impactos durante la actividad, para instalar los equipos de mayor profundidad (>15metros) se coordinan áreas que pueden permanecer tomadas durante 3 días sin afectar tráfico vehicular ni peatonal.

3.1.3. Tiempo de ejecución.

Total de instrumentos profundos: 25 (2 meses)

Total de instrumentos superficiales: 154 (1 mes)

3.1.4. Equipos utilizados para la instalación.

- Equipo perforador
- Camión plataforma
- Equipo moto-bomba
- Piscina del lodo de perforación

3.1.5. Mecanismos de resarcimiento y restitución.

En cada uno de los puntos a perforar serán restituidos los acabados originales de las áreas en idénticas condiciones a las que fueron entregadas antes de los trabajos (sea restitución de la superficie de concreto, capa asfáltica o capa vegetal), siendo

responsabilidad de la subcontratista, a la que adjudiquen los trabajos, el fiel cumplimiento de las condiciones antes descritas.

3.2. Distribución de los instrumentos.

El tramo de excavación por tuneladora con frente balanceado estudiado en este trabajo, desde la Estación Chuao a la Estación Bello Campo, consta de 18 secciones comprendidas entre las progresivas $23 + 490$ hasta la $23 + 990$. Se puede acotar que la separación entre las secciones no es constante. Las secciones se clasifican en A, B, C y D según estén compuestas:

Secciones tipo "A":

Consta de 5 puntos superficiales y 2 tasómetros dispuestos como se muestra en la **FIGURA 3.2.a.**

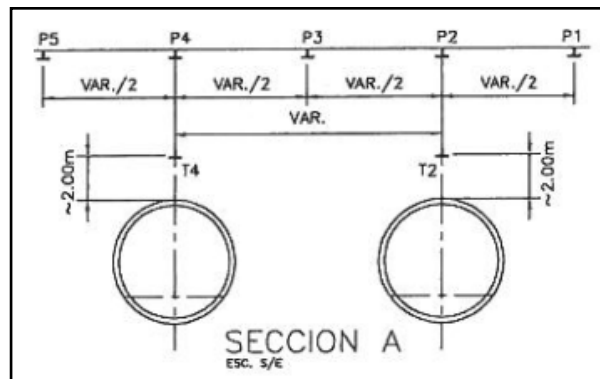


FIGURA 3.2.a.: Sección tipo "A".

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

Secciones tipo "B":

Consta de 3 puntos superficiales dispuestos como se muestra en la **FIGURA 3.2.b**.

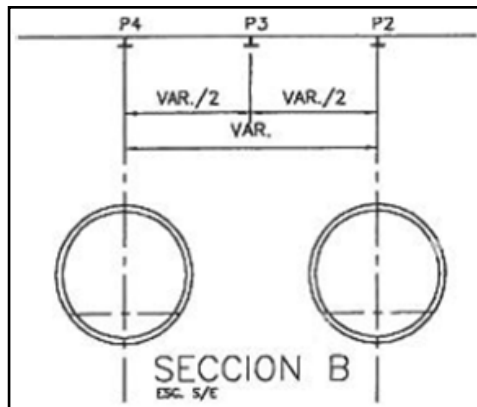


FIGURA 3.2.b: Sección tipo "B".

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

Secciones tipo "C":

Consta de 2 puntos superficiales y 2 tasómetros dispuestos como se muestra en la **FIGURA 3.2.c**. Este tipo de secciones está prevista para zonas donde interesan informaciones más localizadas sobre el comportamiento del macizo. El empleo de esta sección será definido por instrucciones de campo.

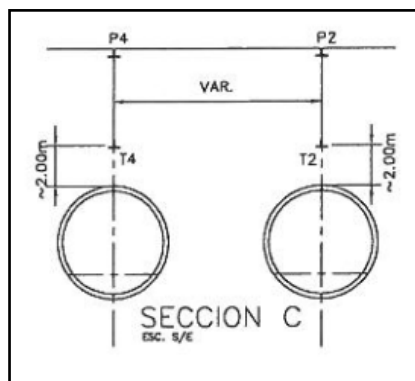


FIGURA 3.2.c: Sección tipo "C".

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

Secciones tipo "D":

Esta sección consta sólo de medidores de convergencia dentro del túnel colocados como se muestra en la **FIGURA 3.2.d.** y debe ser instalada cada 100 anillos colocados.

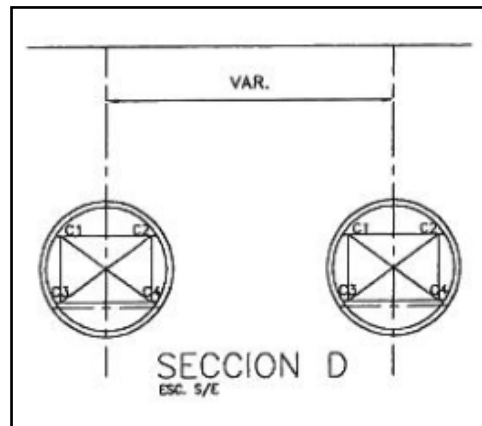


FIGURA 3.2.d.: Sección tipo "D".

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

3.3. Proceso de obtención, presentación e interpretación de las lecturas de instrumentación. (Dunnicliff, 1993).

3.3.1. Obtención de las lecturas de instrumentación.

La responsabilidad de la recolección de los datos de instrumentación debe ser establecida en la etapa de proyecto y, preferiblemente, debe recaer sobre la proyectista o sobre especialistas contratados por la misma. Estos especialistas son, regularmente, técnicos o ayudantes de ingenieros bajo la supervisión de un ingeniero geotécnico. Deben ser personas con cualidades como confiabilidad, habilidades mecánicas, eléctricas y computacionales, detallistas, experiencia en geotecnia y un alto grado de motivación.

En caso de que las lecturas se realicen manualmente (nuestro caso), estas podrán ser plasmadas ya sea en un libro o en planillas prediseñadas por los especialistas para cada proyecto e instrumento específico. Estas planillas contienen las lecturas hechas anteriormente para así poder ser comparadas y realizar las observaciones pertinentes. Los especialistas recomiendan el uso de planillas prediseñadas para evitar que en caso de daño o pérdida de las mismas sea menos grave que si se perdiera un libro de lecturas.

Las planillas de recolección de datos deben contener nombre y tipo de la instrumentación, espacios para fecha, hora, nombre del observador, unidades de lectura, número de instrumento, lecturas, observaciones, entre otras cosas a consideración del especialista.

3.3.1.1. Lecturas iniciales.

La mayoría de las lecturas de instrumentación son referenciales a una lectura inicial y las conclusiones propuestas por los ingenieros están basadas en las diferencias de las lecturas que se realizan con la tomada inicialmente.

Algunos instrumentos, necesitan algunos días para estabilizarse luego de realizada su instalación. Es por ello, que la instrumentación debe ser instalada con el mayor tiempo de anticipación posible antes de que sean afectados por el proceso constructivo. Después de asegurar la estabilidad de los mismos, se procede a realizar las lecturas iniciales. Normalmente se deben realizar dos lecturas inmediatamente después de la instalación, esto como parte de la prueba de aceptación, luego se realizarán lecturas diarias hasta obtener un valor estable.

3.3.1.2. Frecuencia de la toma de lecturas.

La frecuencia de la toma de lecturas está directamente relacionada con el tipo de obra que se esté ejecutando, la rata de variación de las variables medibles y con los requerimientos para la interpretación de los datos. Una alta cantidad de lecturas sobrecarga la capacidad del proceso de interpretación, mientras que una escasez de lecturas puede traer graves consecuencias tales como el no conocimiento de un determinado evento y la tardía actuación ante el mismo.

Cuando una construcción comienza y se determina la localización de la instrumentación las lecturas se deben comenzar a tomar inmediatamente con el intervalo considerado por los especialistas. Es recomendable disminuir el intervalo de tiempo entre lecturas cuando ocurran lluvias severas y aumentarlo cuando el área de construcción se aleje del instrumento o se culmine la obra.

El proceso de toma de lecturas necesita ser dividido en dos categorías: la que depende de la construcción y la que depende del tiempo. Un cronograma preliminar de toma de lecturas debe ser desarrollado durante la etapa de diseño en base al personal y la accesibilidad disponible. Este cronograma preliminar debe asumir una frecuencia de lectura máxima, es decir, la más favorable, para que una vez que el proceso constructivo comience las frecuencias puedan ser optimizadas con mayor criterio.

La frecuencia de la toma de lecturas en las secciones estructurales viene dada por un patrón establecido previamente por la Contratista Constructora. A continuación se presenta una figura ilustrativa de dicho patrón:

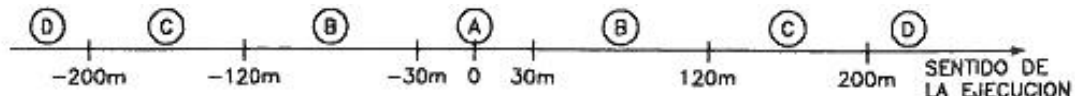


FIGURA 3.3.1.2.: Frecuencia de toma de lecturas.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

El patrón representado en la figura anterior, indica que en las secciones del tramo A, donde se incluye el frente de excavación, se deben realizar lecturas dos veces por día. En las secciones comprendidas en el tramo B, a una distancia de entre 30 - 120 metros del frente de excavación se deben realizar lecturas una vez por día. Las contenidas en el tramo C, a una distancia de entre 120 - 200 metros del frente de excavación, se realizarán lecturas tres veces por semana y, por último, las secciones ubicadas a más de 200 metros de distancia del frente, aquellas comprendidas en el tramo D, se deberá tomar una lectura por mes.

Como observación, se acota que se podrán definir frecuencias de lecturas diferentes de las estipuladas en función de los resultados que se vayan obteniendo.

3.3.2. Presentación de las lecturas de instrumentación.

El primer objetivo de la presentación de las lecturas de instrumentación es proveer una manera rápida de detectar cambios en las lecturas que requieran acciones inmediatas. El segundo objetivo es resumir y presentar los datos de manera de mostrar tendencias para compararlas con los comportamientos esperados.

3.3.3. Interpretación de las lecturas de instrumentación.

Los pasos de la primera etapa de interpretación de las lecturas son básicamente dos: la muestra de los resultados en campo y el examen que se realiza correctamente en la oficina que es donde se detectan los cambios que pueden requerir alguna acción a tomar. Posteriormente se realizan análisis más exhaustivos en los cuales se relacionan los resultados con otros factores y se estudia la diferencia de la tendencia con relación al comportamiento esperado.

Cuando se da el caso en el que la primera lectura no parece razonable, existe la posibilidad de rechazar la misma y realizar una nueva. Sin embargo, todos los datos son reales y pueden darnos importantes mensajes.

Luego de que se haya realizado el análisis completo de todos los datos obtenidos se debe presentar un informe al personal responsable.

3.3.4. Posibles errores en las mediciones.

Según lo establecido por Brescia y Pereira (2002), a la hora de la toma de lecturas se pueden presentar dos tipos de errores: sistemáticos y aleatorios. Los sistemáticos son aquellos que serán inevitables en la realización de mediciones con ciertos instrumentos, generalmente se trata de predecir la ocurrencia de este tipo de errores. Estos errores pueden ser considerados en los análisis de los datos y ser incluidos en la incertidumbre de dicho análisis.

Los errores aleatorios son más difíciles de erradicar porque pueden ocurrir o no, y su magnitud también puede variar. Algunos errores frecuentes de este tipo son los que se indican a continuación:

- Intercambio de los datos de la medición de dos o más instrumentos: Ocurre durante el registro de los datos si las planillas no están bien diseñadas, o si los instrumentos no están bien identificados en campo.
- Errores de tipo: Generalmente ocurre con los números, cuando se golpea una tecla adyacente a la del número que se quería escribir, o por inversión de dígitos en la escritura manual.
- Lecturas erróneas: Si la persona encargada de las lecturas pierde la concentración por un momento y transcribe de manera equívoca la lectura.
- Desconocimiento: por parte del operario, de aspectos técnicos del equipo de medición.

La única manera de mitigar los errores aleatorios es mediante una revisión con criterio profesional especializado. Así se podrían detectar valores anormales y en ocasiones identificar la causa de los mismos.

También están los tipos de errores humanos fortuitos, como los siguientes:

- Medición incorrecta de instrumentos: Si para ahorrar tiempo se acelera la medición, no se calibra el equipo, se impide que se estabilicen los parámetros, o se resta precisión, es un error adrede.
- Invención de lecturas: Incluye la medición de un instrumento “desde la oficina”, y se caracteriza por la “copia” de lecturas anteriores con pequeñas variaciones.

3.4. Instrumentación utilizada en el tramo de túneles gemelos comprendido entre la estación Chuao y la estación Bello Campo de la Línea 5 del Metro de Caracas.

El sistema de instrumentación geotécnica que se adoptó antes de la excavación de los túneles gemelos de cada tramo de la Línea 5 del Metro de Caracas está basado en los estudios de suelos y de las características de las obras, realizados por la proyectista.

La Fase I del Proyecto Línea 5 del metro de Caracas posee un proyecto de instrumentación distribuido de la siguiente manera (Ver **ANEXO-2**):

FASE I Proyecto Línea 5 - Metro de Caracas	
Ubicación de Instrumento (Ins.)	Nº de Ins.
Macizo	1500
Edificaciones linderas	2000
Interior de Túneles Escudo	300

TABLA 3.4.: Distribución de la Instrumentación en el alineamiento.

Fuente: Autores

Estas instalaciones de instrumentos geotécnicos son necesarias para garantizar que los asentamientos ocurridos estén conformes con las memorias de cálculo correspondientes y con esto mitigar riesgos durante las excavaciones. Adicionalmente se requiere la obtención de un catastro de edificaciones circunvecinas a las obras, cuyo estado de conservación a su vez también ha sido previamente evaluado.

Considerando la magnitud de la obra y la zona urbana densamente poblada el plan de instrumentación consiste en los siguientes procesos de medición:

3.4.1. Nivelación de precisión con nivel y placa plano paralela (NPPP):

Dentro de este grupo se encuentran las mediciones para la determinación de asentamientos de los puntos superficiales, tasómetros y pernos para medir asentamientos o pernos fijos colocados en las edificaciones aledañas. Estas mediciones se realizan sea para la construcción de túneles escudos con máquinas tuneladoras (*TBM*) y túneles mineros.

3.4.2. Mediciones de los niveles freáticos: durante la construcción de túneles tipo escudo y túneles mineros.

3.4.3. Mediciones de convergencia: en las costillas de los túneles mineros, y durante la colocación de los anillos de concreto prefabricado en los túneles escudo.

3.4.4. Mediciones de desplazamientos horizontales: con inclinómetros, únicamente en los fosos y en los túneles mineros.

Para el presente Trabajo Especial de Grado se reflejarán las lecturas de la instrumentación desde la progresiva 23+490 a la 23+990, correspondiente al tramo denominado "*VP03*" que va desde Chuao a Bello Campo (excluyendo los cuerpos de sus estaciones construido con tuneladoras con escudo de frente balanceado (*TBM-EPBs*)).

A continuación se describe con mayor detalle el plan de instrumentación correspondiente a cada procedimiento de medición ya mencionado:

3.4.1. Nivelación de precisión con nivel y placa plano paralela (NPPP).

Consiste en la medición de las variaciones de cota (metros sobre el nivel del mar, msnm) y posicionamiento (progresiva) de los puntos instrumentados, tomando como origen de referencia un punto ubicado estratégicamente que no sufrirá variaciones durante la excavación de los túneles y llamado "*Bench Mark*" (*BM*), del cual se conoce con exactitud sus coordenadas. Los puntos o pernos de medición colocados en las estructuras, también se conocen como pernos para medir asentamientos o pernos fijos.

Este proceso es usado, en su mayoría, en excavaciones ubicadas en áreas urbanas y nos permite llevar un control de los asentamientos y/o levantamientos que se producen en la superficie (puntos o marcos superficiales), a mayores profundidades (tasómetros) y en las fundaciones de los edificios (pernos fijos).

3.4.1.1. Tipos de Instrumentación utilizados para la nivelación de precisión con nivel placa plano paralela en el tramo Chuao - Bello Campo de la Línea 5 del Metro de Caracas.

A continuación se describen los instrumentos instalados a lo largo del tramo en estudio y edificaciones. (Pérez, 2002):

Puntos o Marcos Superficiales: Estos dispositivos son utilizados para la medición de asentamientos superficiales. Están constituidos por una chapa cuadrada de acero de 200 milímetros (mm.). de lado, con espesor de 10 milímetros, con un tubo galvanizado de diámetro 3/4 pulgadas y largo en torno a 30 centímetros (cm.) soldado de topo en su centro. La otra extremidad está acabada con una costilla esférica de latón o dispositivo equivalente para apoyo de la mira (Ver **FIGURA 3.4.1.1.a.**).

Las placas están instaladas en pozos rasos, cuadrados, con 30cm. de lado y profundidad de 50cm. En los casos donde la colocación es sobre pavimento con espesor a 40cm., estas dimensiones son aumentadas proporcionalmente. La placa es ser colocada en el pozo y enterrado 20cm. con el propio material excavado, compactado cuidadosamente. El relleno del pozo está ser completado con suelo desbastado.

El acabado de la instalación se realiza con concreto rellenando el espacio en torno del tubo PVC de 150mm. de diámetro, o la caja donde fuere necesario.

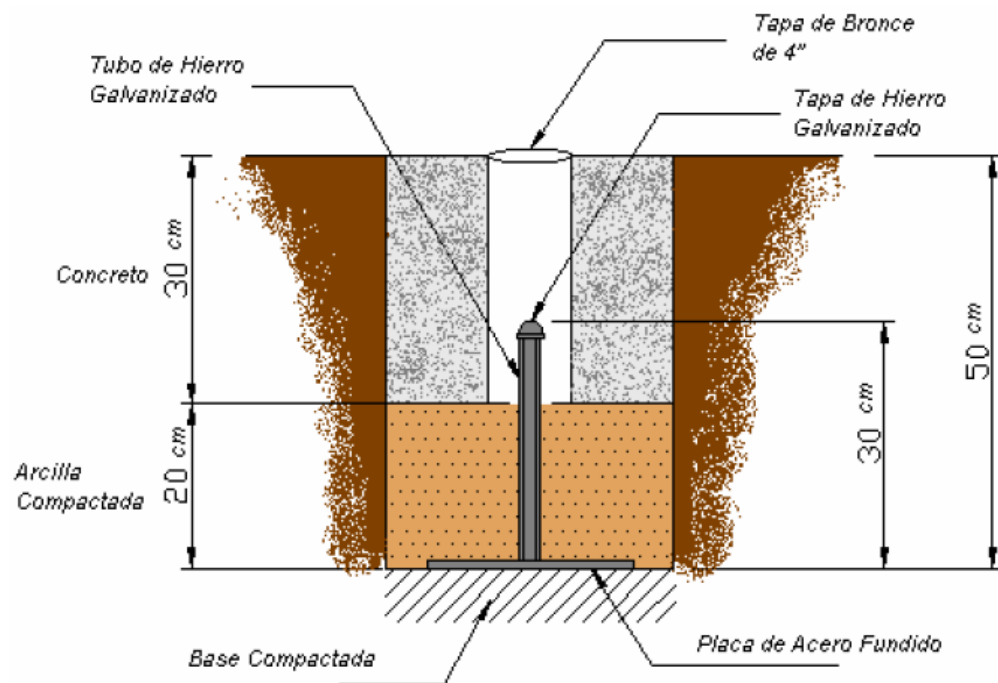


FIGURA 3.4.1.1.a.: Esquema de instalación de una placa de asentamiento.

Fuente: (Guillen, C.A. Metro de Caracas, & Odebrecht)



FIGURA 3.4.1.1.b.: Protección superficial de una placa de asentamiento.

Fuente: Autores

Tasómetros: Estos dispositivos son utilizados para la medición de asentamientos a mayor profundidad, en las cercanías de los túneles. Tal como es el caso de los puntos superficiales, también se utilizan en ambos métodos constructivos *TBM* y minero.

Los asentamientos son transmitidos a la superficie por un asta metálica constituida por un tubo de acero galvanizado de 1 pulgada (Ver **FIGURA 3.4.1.1.c.**). Estas astas tienen agujeros en el trecho de 50cm. junto a la punta. El restante del tubo, roscado en segmentos, está cubierto se encuentra protegido con una capa grafitada anti-corrosiva. En el fondo del agujero, el asta se encuentra clavada 25cm. y anclada en la posición, con aproximadamente 1,5 litros de lechada (con factor A/C = 0.5) vertida por su interior. La extremidad superior del asta interna debe disponer de una costilla esférica de latón o dispositivo similar para apoyo de la mira.

El agujero para instalación es ejecutado con equipos y técnicas de perforación usuales para sondas a percusión o rotativa, en el diámetro 2 pulgadas (") y media. Los primeros 3 metros son ejecutados con taladro rotativo.

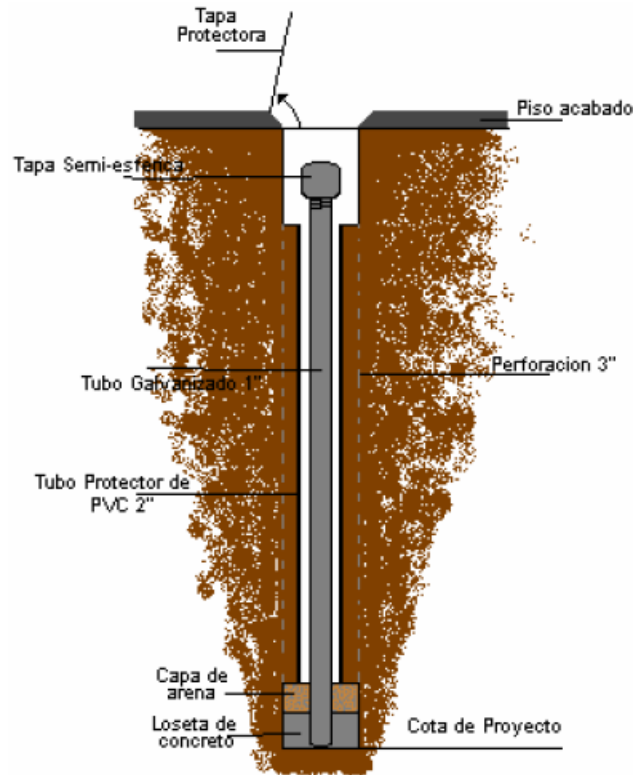


FIGURA 3.4.1.1.c.: Esquema de instalación de un tasómetro.

Fuente: (Guillen, C.A. Metro de Caracas, & Odebrecht)

Pernos para medir asentamientos o pernos fijos: Estos dispositivos se utilizan para la medición de asentamientos en estructuras y edificaciones de concreto, de albañilería o metálicas.

Los pernos fijos son constituidos por un soquete de latón de 30mm. de largo y diámetro interno de 1/2", soldado a un perno de acero 1/2" de diámetro y 80mm de largo. Están instalados en la horizontal en un agujero de 32mm. de diámetro, a una altura ideal de 60cm.

Según Pérez (2012) el perno está instalado con la tapa de protección de latón, en un agujero de 12cm. de profundidad, ejecutado en la estructura a ser instrumentada con broca o buril. El dispositivo se encuentra totalmente embutido en el acabado de la pieza, sin resalto aparente.

Para la realización de la lectura se acopla un perno prolongador de 12cm. de largo (Ver **FIGURA 3.4.1.1.d.**), dotado de apoyo esférico para mira. Para aplicaciones específicas, podría ser utilizado un encaje rápido para cinta graduada de acero.

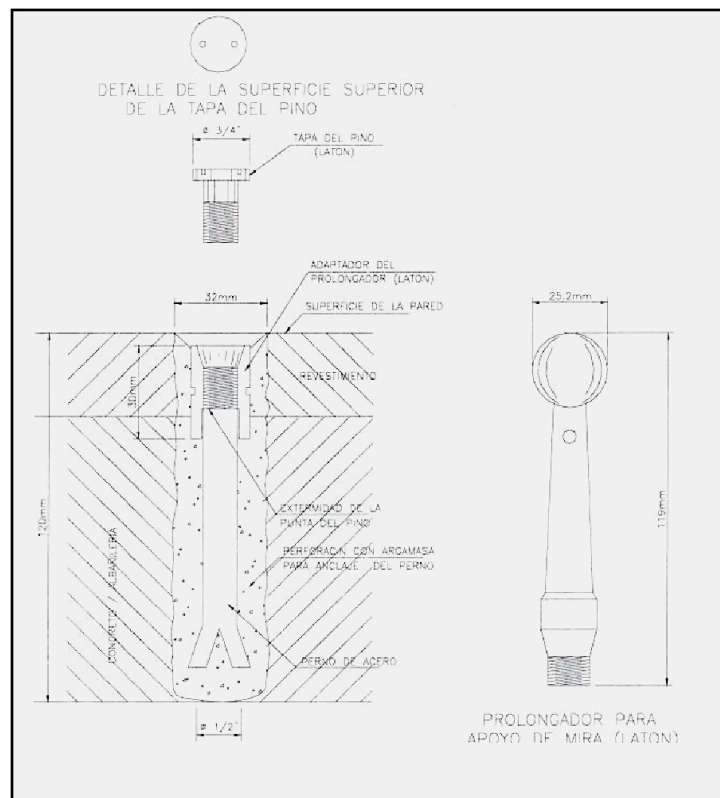
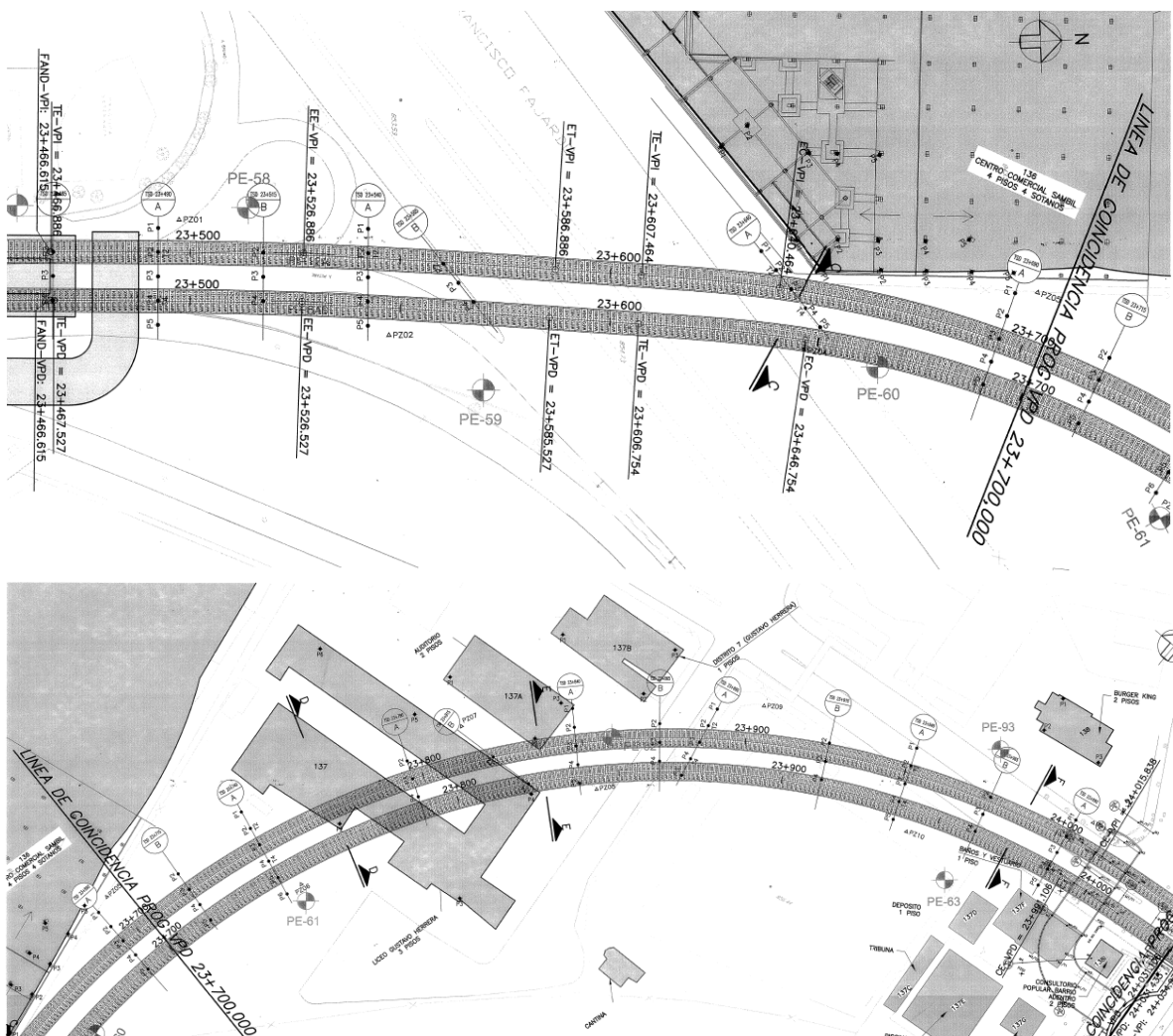


FIGURA 3.4.1.1.d.: Esquema de instalación de un pino o perno de asentamiento. S/ESC.

Fuente: (Guillen, C.A. Metro de Caracas, & Odebrecht)

Bench Mark: Estos dispositivos, simplemente, son puntos de cota fija que se colocan fuera del área de influencia de las excavaciones y son utilizados como referencia. La localización de los agujeros para "Bench Mark" (BM) podrá ser optimizada en el local, manteniéndose fuera de la influencia de las excavaciones y actividades de la obra.

Se encuentran colocados en terreno firme (SPT >50) y a una profundidad no menor de 6 metros para evitar deformaciones causadas por agentes externos. Se encuentran protegidos por un tapón de acero roscado.



FIGURAS 3.4.1.1.e.: Plano de planta del tramo Chuao - Bello Campo, con las secciones instrumentales instaladas y sus progresivas. S/ESC.

Fuente: ANEXO-2

3.4.1.2. Procedimiento utilizado para la nivelación con precisión con NPPP.

1. Se partirá de un punto de inicio denominado *BM*, el cual tiene una cota conocida.
2. Esta lectura inicial se denomina cota de ojo
3. Luego se pasa la mira por todos los puntos de interés.
4. Con el uso del nivel complementado con el plano paralelo se tomarán las lecturas de cada punto.

Para el procedimiento de toma de lecturas se utiliza un nivel topográfico complementado con la placa plano paralela (Ver **FIGURA 3.4.1.2.**).

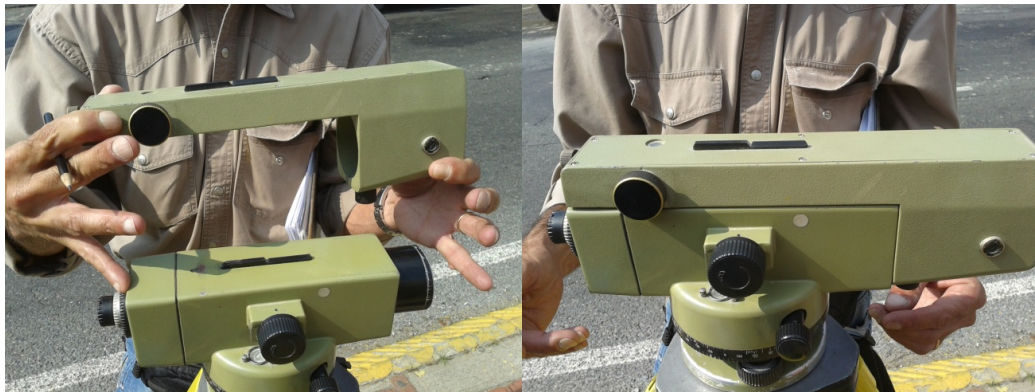


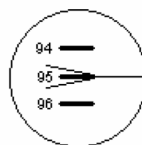
FIGURA 3.4.1.2.: Nivel topográfico con plano placa paralela.

Fuente: Autores

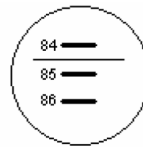
La mira utilizada para la lecturas es una mira invar. Esta lleva su nombra gracias al metal del cual está compuesta, el Invar. Esta es una aleación de hierro (64%) y níquel (36%) con muy poco carbono y algo de cromo. Posee un coeficiente de dilatación muy pequeño, por ello, es muy común su uso para la elaboración de instrumentos para medir longitudes en topografía.

Procedimiento para la toma de lectura

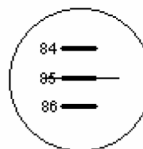
- Se centrara el hilo medio o las diagonales colimando el tornillo de tal forma, que las diagonales queden tangentes a la horizontal; definiendo los dígitos enteros de la lectura. Ej. 95, _ _ _



- En la parte superior izquierda del nivel, se colimara hasta centrar la línea horizontal o hilo medio, luego se pasara a leer los dígitos que coincidan con la línea horizontal. Ej. 95, 845



- Se repetirá el paso anterior para tener dos lecturas y a partir de ellos sacar un promedio.



3.4.2. Medición de niveles freáticos.

Los niveles freáticos son medidos, a lo largo del tramo de túneles gemelos mediante el uso de instrumentos llamados piezómetros. En el caso de la construcción de la Línea 5 es de suma importancia el control de dichos niveles debido a la cercanía de la obra al Río Guaire y otros cauces. Al tener estos niveles se puede regular de forma eficiente la presión del frente de excavación y de las inyecciones de mortero ("*grout*") en los anillos instalados.

A continuación se describe el instrumento antes nombrado:

Piezómetros: Constan de un tubo de PVC o hierro galvanizado con diámetro mínimo de 1.5 a 2" instalados en agujeros, previamente abiertos, de 4" de diámetro. Estos agujeros suelen ser ejecutados por circulación de agua limpia.

Los tubos poseen perforaciones de 1/2" de diámetro cada 4cm. Sobre el tubo se encuentra una maya protectora de nylon de 0.6mm. y en la parte inferior del tubo se ubica un tubo cerrado de 0.5 a 1.0m. de largo, para la sedimentación de las partículas finas que penetren las aberturas y para facilitar la limpieza interna.

El espacio entre el tubo y la pared del agujero, se encuentra relleno con material filtrante. La composición granulométrica de este material es seleccionada según el uso de los criterios de filtros de Terzaghi, utilizándose las curvas granulométricas de los extractos definidos por el sondeo existente.

Arriba del material filtrante se ubica una capa de entre 30 y 50cm. de arena fina, arriba de ella una cobertura de bentonita granular de por lo menos 2.0m. Este último material forma un sello impermeable alrededor del tubo. Encima de todo lo nombrado anteriormente se enrasa el entorno del tubo con arcilla compactada.

Las bocas de los piezómetros se encuentran equipadas y protegidas con una válvula de y una tapa de rosca. Además, para protección contra accidentes y usos indebidos, cada piezómetro debe ser protegido con una caja metálica a nivel de la calle, resistente al tráfico pesado y debidamente cerrada (Ver **FIGURA 3.4.2.**).

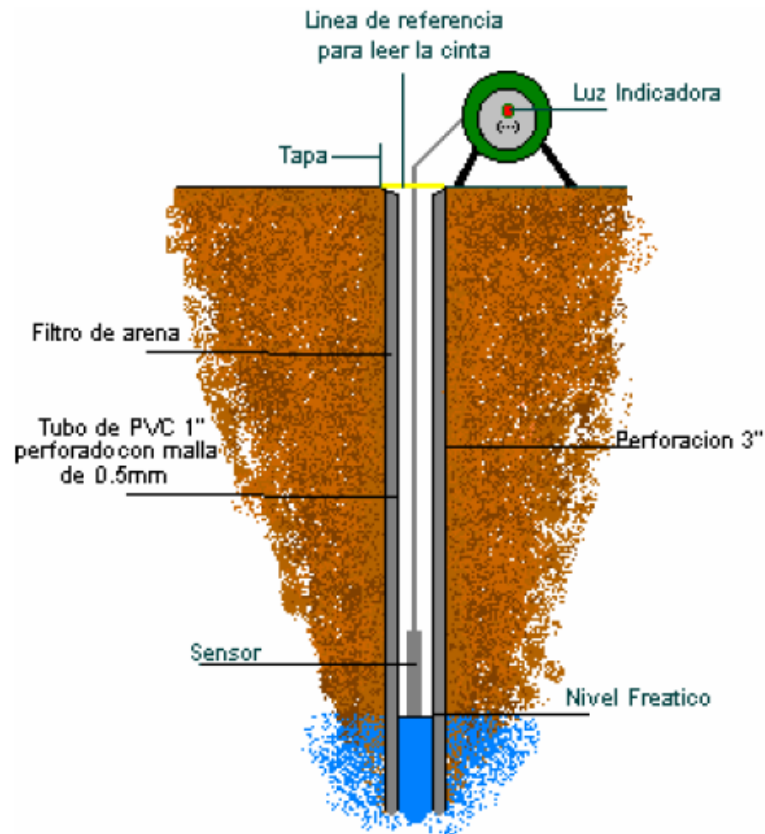


FIGURA 3.4.2.: Esquema de instalación de un piezómetro.

Fuente: (Guillen, C.A. Metro de Caracas, & Odebrecht)

3.4.3. Mediciones de convergencia.

La convergencia es causada por las presiones del suelo que rodea a la estructura, las cuales generan solicitaciones sobre el revestimiento del túnel que en ocasiones pueden generar el cerramiento de la excavación poniendo en peligro el desarrollo de la obra y la vida de quienes en ella laboran.

Las presiones más considerables que sufren las dovelas son aquellas transmitidas por el macizo apenas colocada la misma, lo que sugeriría que se debería instrumentar siempre el frente de excavación para monitorear estas importantes deformaciones, pero a causa de procedimiento constructivo se hace muy difícil la instrumentación de estos elementos de soporte. De aquí que se deban instrumentar costillas que se encuentren a una distancia prudente de frente de avance teniendo así como resultado un control de la estabilización del macizo sobre el elemento estructural lo que trae como consecuencia lecturas de deformaciones de un orden menor a las que se pudiesen haber obtenido en el frente de excavación (Brescia, 2002).

3.4.3.1. Implementación de la instrumentación utilizada para la medición de convergencia en túneles gemelos.

La instrumentación utilizada para la medición de convergencia en túneles consta de un conjunto de "anillos" de acero prefabricados (Ver **FIGURA 3.4.3.1.a.**) dispuestos en el contorno de cada túnel (Ver **FIGURA 3.4.3.1.b.**). Dichos anillos son usados para la fijación del equipo de medición (cinta extensométrica).

Las lecturas son realizadas con resolución de 0.01 milímetros precisión de 0.1 milímetros. Los procedimientos de calibración y corrección son realizados como mínimo al inicio y al final de los turnos de trabajo o cambio de operador, usándose la media para corrección de las lecturas.



FIGURA 3.4.3.1.a.: Anillos de acero prefabricados.

Fuente: Autor



FIGURA 3.4.3.1.b.: Distribución de los anillos en la sección del túnel.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

3.4.3.2. Equipo utilizado para medir convergencias.

El instrumento utilizado para la toma de las medidas de convergencia, es una cinta extensométrica de la casa "Geokon" (Ver **FIGURA 3.4.3.2.a.**). Este aparato está diseñado para medir distancias relativas entre dos puntos.

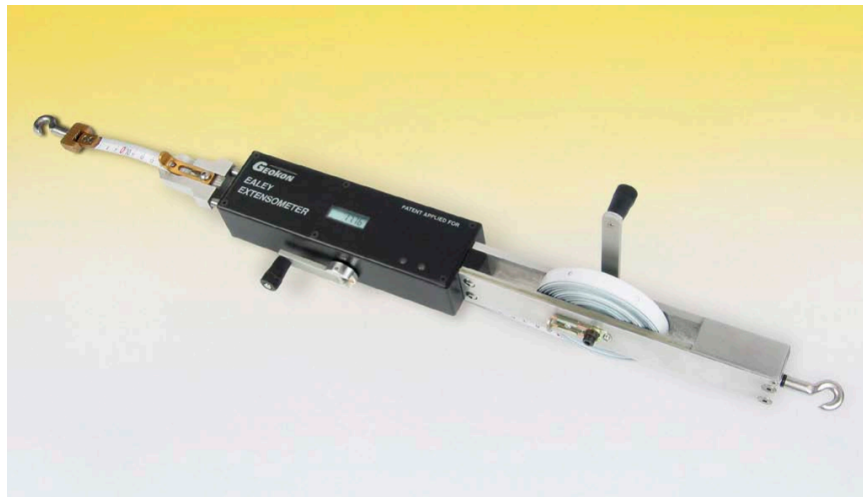


FIGURA 3.4.3.2.a.: Cinta extensométrica modelo 1610, precisión ± 0.1 milímetros.

Fuente: (Geokon)

Este aparato consiste esencialmente de una cinta de acero inoxidable con agujeros en intervalos regulares con un gancho al final de la cinta y otro en el extremo posterior del aparato. Un pin en el extremo interno del aparato está diseñado para que se enganche en uno de los agujeros de la cinta y así poder dar la tensión correcta para medir.

La cinta extensométrica lograra la tensión adecuada mediante la rotación de una manija y la ayuda de un dispositivo de tensión electrónico, hasta que la luz indicadora de color verde encienda (Ver **FIGURA 3.4.3.2.b.**) en ese momento el micrómetro digital dará una lectura correcta.



FIGURA 3.4.3.2.b.: Cinta extensométrica. Luz indicadora de lectura correcta.

Fuente: Autores

3.4.3.3. Procedimiento para la toma de mediciones.

1. Fijar el gancho de la cinta a uno de los anillos.
2. Colocar el pin en el agujero de la cinta correspondiente a la distancia.
3. Fijar el gancho posterior del equipo al anillo opuesto.
4. Mediante la manija rotatoria lograr la tensión adecuada, la cual viene dada al encenderse la luz verde del equipo.

observaciones:

- Si se enciende la luz roja, debe repetirse el proceso de tensión.
- El lado donde se coloque el indicador debe ser el mismo para todas las mediciones en ese anillo, para evitar distorsiones en las lecturas.

CAPITULO 4. RESULTADOS.

4.1. Nivelación de precisión con nivel y plano placa paralela (NPPP).

A continuación se presentan las lecturas del proceso de nivelación obtenidas mediante la instrumentación empleada en la Fase I del Proyecto Línea 5. Estas lecturas fueron proporcionadas por el personal de la C.A. Metro de Caracas.

4.1.1. Nivelación de secciones.

SEC: 23+490

Puntos superficiales y tasómetros

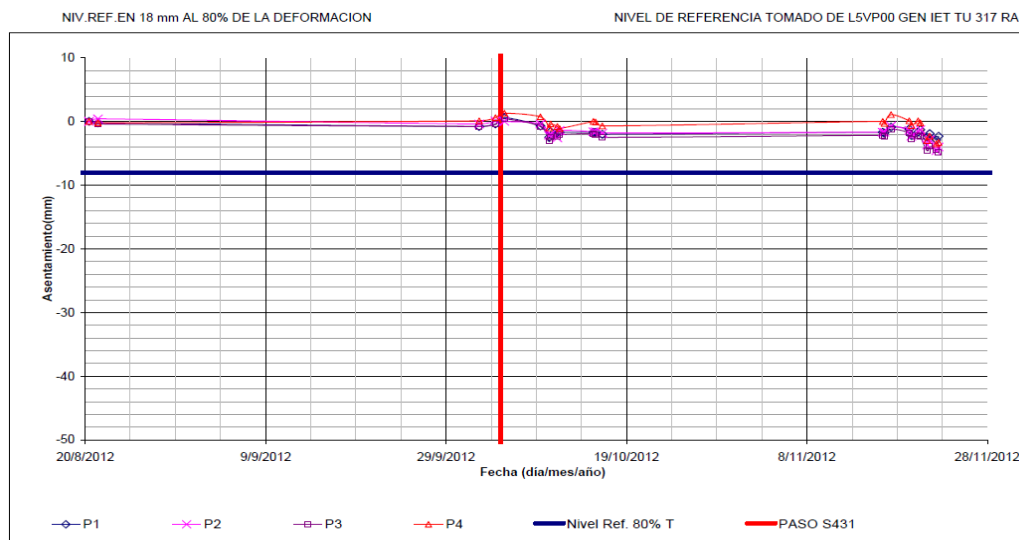


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	20/8/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	5/10/2012	PASO S431

FIGURA 4.1.1.a.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+490 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P1					P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	20-08-12	10:00	0,0	852,5474	1	20-08-12	10:00	0,0	852,7995	1	20-08-12	10:00	0,0	852,6915	1	20-08-12	10:00	0,0	852,9012
2	21-08-12	10:00	-0,2	852,5472	2	21-08-12	10:00	0,4	852,7999	2	21-08-12	10:00	-0,4	852,6911	2	21-08-12	10:00	-0,2	852,9010
3	02-10-12	16:00	-0,8	852,5466	3	02-10-12	16:00	-0,4	852,7991	3	02-10-12	16:00	-0,4	852,6907	3	02-10-12	16:00	0,1	852,9013
4	04-10-12	11:00	-0,4	852,5470	4	04-10-12	11:00	0,1	852,7996	4	04-10-12	11:00	0,3	852,6910	4	04-10-12	11:00	0,6	852,9018
5	05-10-12	11:00	0,6	852,5480	5	05-10-12	11:00	0,0	852,7995	5	05-10-12	11:00	0,9	852,6919	5	05-10-12	11:00	1,3	852,9025
6	09-10-12	11:00	-0,7	852,5467	6	09-10-12	11:00	-0,4	852,7991	6	09-10-12	11:00	-1,2	852,6907	6	09-10-12	11:00	0,7	852,9019
7	10-10-12	10:00	-2,5	852,5449	7	10-10-12	10:00	-2,2	852,7973	7	10-10-12	10:00	-2,3	852,6884	7	10-10-12	10:00	-1,0	852,9002
8	10-10-12	14:00	-1,6	852,5458	8	10-10-12	14:00	-2,0	852,7975	8	10-10-12	14:00	0,6	852,6890	8	10-10-12	14:00	-0,4	852,9008
9	11-10-12	8:00	-1,8	852,5456	9	11-10-12	8:00	-2,6	852,7969	9	11-10-12	8:00	0,2	852,6892	9	11-10-12	8:00	-0,8	852,9004
10	11-10-12	14:00	-1,7	852,5457	10	11-10-12	14:00	-1,4	852,7981	10	11-10-12	14:00	0,2	852,6894	10	11-10-12	14:00	-1,1	852,9001
11	15-10-12	8:00	-1,7	852,5457	11	15-10-12	8:00	-1,6	852,7979	11	15-10-12	8:00	0,2	852,6896	11	15-10-12	8:00	0,0	852,9012
12	15-10-12	14:00	-1,7	852,5457	12	15-10-12	14:00	-1,6	852,7979	12	15-10-12	14:00	-0,2	852,6894	12	15-10-12	14:00	-0,1	852,9011
13	16-10-12	8:00	-2,0	852,5454	13	16-10-12	8:00	-1,8	852,7977	13	16-10-12	8:00	-0,4	852,6890	13	16-10-12	8:00	-0,7	852,9005
14	16-11-12	10:00	-1,7	852,5457	14	16-11-12	10:00	-1,7	852,7978	14	16-11-12	10:00	0,3	852,6893	14	16-11-12	10:00	0,0	852,9012
15	16-11-12	14:00	-1,8	852,5456	15	16-11-12	14:00	-1,7	852,7978	15	16-11-12	14:00	-0,1	852,6892	15	16-11-12	14:00	-0,3	852,9009
16	17-11-12	8:00	-0,9	852,5465	16	17-11-12	8:00	-0,7	852,7988	16	17-11-12	8:00	1,1	852,6903	16	17-11-12	8:00	1,1	852,9023
17	19-11-12	8:00	-1,2	852,5462	17	19-11-12	8:00	-1,4	852,7981	17	19-11-12	8:00	-0,6	852,6897	17	19-11-12	8:00	0,1	852,9013
18	19-11-12	14:00	-2,2	852,5452	18	19-11-12	14:00	-2,3	852,7972	18	19-11-12	14:00	-1,0	852,6887	18	19-11-12	14:00	-0,6	852,9006
19	20-11-12	8:00	-1,7	852,5457	19	20-11-12	8:00	-1,6	852,7979	19	20-11-12	8:00	0,6	852,6893	19	20-11-12	8:00	0,1	852,9013
20	20-11-12	14:00	-1,3	852,5461	20	20-11-12	14:00	-1,3	852,7982	20	20-11-12	14:00	-0,2	852,6891	20	20-11-12	14:00	-0,2	852,9010
21	21-11-12	8:00	-2,5	852,5449	21	21-11-12	8:00	-3,7	852,7958	21	21-11-12	8:00	-2,2	852,6869	21	21-11-12	8:00	-3,0	852,8982
22	21-11-12	14:00	-1,9	852,5455	22	21-11-12	14:00	-2,9	852,7966	22	21-11-12	14:00	0,7	852,6876	22	21-11-12	14:00	-2,3	852,8989
23	22-11-12	8:00	-2,9	852,5445	23	22-11-12	8:00	-4,6	852,7949	23	22-11-12	8:00	-0,6	852,6870	23	22-11-12	8:00	-3,5	852,8977
24	22-11-12	14:00	-2,3	852,5451	24	22-11-12	14:00	-4,0	852,7955	24	22-11-12	14:00	-0,4	852,6866	24	22-11-12	14:00	-3,3	852,8979

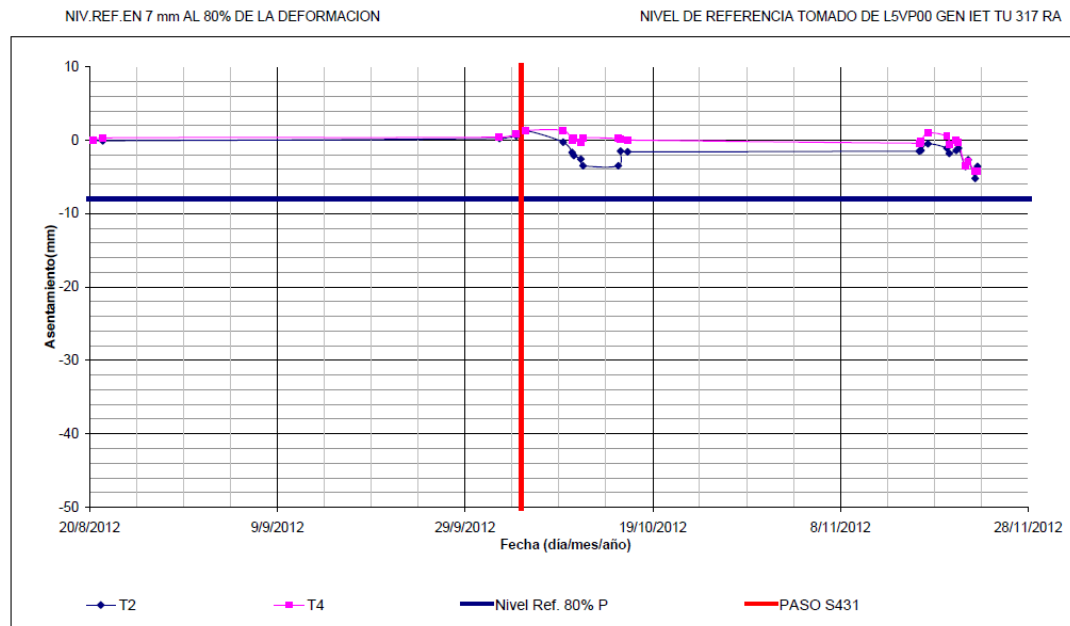
TABLA 4.1.1.a.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431.



GRAFICA 4.1.1.a.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S431.

T2					T4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	20-08-12	10:00	0,0	852,7797	1	20-08-12	10:00	0,0	852,7762
2	21-08-12	10:00	-0,1	852,7796	2	21-08-12	10:00	0,3	852,7765
3	02-10-12	16:00	0,2	852,7799	3	02-10-12	16:00	0,4	852,7766
4	04-10-12	11:00	0,6	852,7803	4	04-10-12	11:00	0,8	852,7777
5	05-10-12	11:00	1,3	852,7810	5	05-10-12	11:00	1,3	852,7775
6	09-10-12	11:00	-0,3	852,7794	6	09-10-12	11:00	1,3	852,7775
7	10-10-12	10:00	-1,7	852,7780	7	10-10-12	10:00	-0,1	852,7761
8	10-10-12	14:00	-2,1	852,7776	8	10-10-12	14:00	0,3	852,7765
9	11-10-12	8:00	-2,6	852,7771	9	11-10-12	8:00	-0,3	852,7759
10	11-10-12	14:00	-3,5	852,7762	10	11-10-12	14:00	0,3	852,7765
11	15-10-12	8:00	-3,5	852,7762	11	15-10-12	8:00	0,2	852,7764
12	15-10-12	14:00	-1,5	852,7782	12	15-10-12	14:00	0,1	852,7763
13	16-10-12	8:00	-1,6	852,7781	13	16-10-12	8:00	0,0	852,7762
14	16-11-12	10:00	-1,5	852,7782	14	16-11-12	10:00	-0,4	852,7758
15	16-11-12	14:00	-1,4	852,7783	15	16-11-12	14:00	-0,2	852,7776
16	17-11-12	8:00	-0,5	852,7792	16	17-11-12	8:00	1,0	852,7772
17	19-11-12	8:00	-1,1	852,7786	17	19-11-12	8:00	0,5	852,7767
18	19-11-12	14:00	-1,8	852,7779	18	19-11-12	14:00	-0,6	852,7756
19	20-11-12	8:00	-1,4	852,7783	19	20-11-12	8:00	-0,1	852,7761
20	20-11-12	14:00	-1,1	852,7786	20	20-11-12	14:00	-0,3	852,7759
21	21-11-12	8:00	-3,6	852,7761	21	21-11-12	8:00	-3,6	852,7726
22	21-11-12	14:00	-2,7	852,7770	22	21-11-12	14:00	-3,0	852,7732
23	22-11-12	8:00	-5,2	852,7745	23	22-11-12	8:00	-4,3	852,7719
24	22-11-12	14:00	-3,6	852,7761	24	22-11-12	14:00	-4,3	852,7719

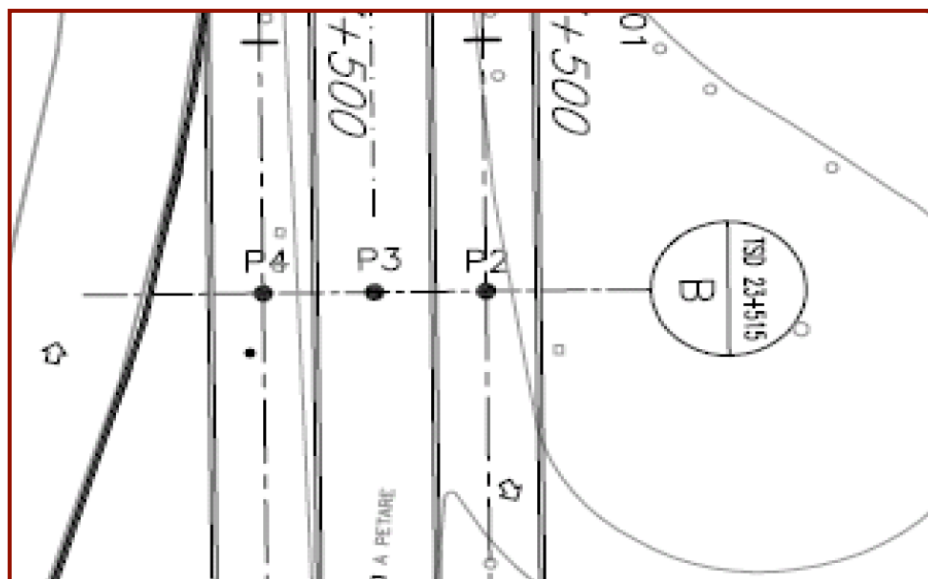
TABLA 4.1.1.b.: Lecturas de los dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S431.



GRAFICA 4.1.1.b.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431.

SEC: 23+515

Puntos superficiales

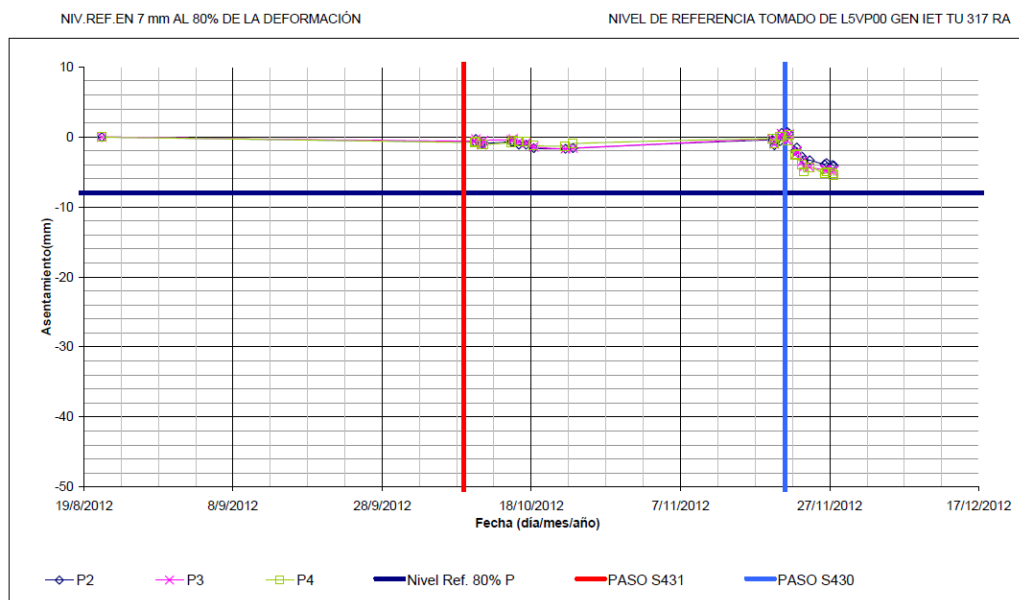


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	20/8/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	9/10/2012	PASO S431
3	21/11/2012	PASOS430

FIGURA 4.1.1.b.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+515 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	21-08-12	10:00	0,0	853,2996	1	21-08-12	10:00	0,0	853,2688	1	21-08-12	10:00	0,0	853,4848
2	10-10-12	10:00	-0,7	853,2989	2	10-10-12	10:00	-0,6	853,2682	2	10-10-12	10:00	-0,8	853,4840
3	10-10-12	14:00	-0,3	853,2993	3	10-10-12	14:00	-0,3	853,2685	3	10-10-12	14:00	-0,7	853,4841
4	11-10-12	8:00	-0,9	853,2987	4	11-10-12	8:00	-1,1	853,2677	4	11-10-12	8:00	-1,1	853,4837
5	11-10-12	14:00	-0,9	853,2987	5	11-10-12	14:00	-0,5	853,2683	5	11-10-12	14:00	-1,1	853,4837
6	15-10-12	8:00	-0,7	853,2989	6	15-10-12	8:00	-0,4	853,2684	6	15-10-12	8:00	-0,8	853,4840
7	15-10-12	14:00	-0,7	853,2989	7	15-10-12	14:00	-0,3	853,2685	7	15-10-12	14:00	-0,5	853,4843
8	16-10-12	8:00	-1,1	853,2985	8	16-10-12	8:00	-0,7	853,2681	8	16-10-12	8:00	-0,7	853,4841
9	17-10-12	8:00	-1,1	853,2985	9	17-10-12	8:00	-0,8	853,268	9	17-10-12	8:00	-0,7	853,4841
10	18-10-12	8:00	-1,6	853,2980	10	18-10-12	8:00	-1,4	853,2674	10	18-10-12	8:00	-1,2	853,4836
11	22-10-12	14:00	-1,7	853,2979	11	22-10-12	14:00	-1,7	853,2671	11	22-10-12	14:00	-1,3	853,4835
12	23-10-12	14:00	-1,6	853,2980	12	23-10-12	14:00	-1,6	853,2672	12	23-10-12	14:00	-0,9	853,4839
13	19-11-12	8:00	-0,4	853,2992	13	19-11-12	8:00	-0,3	853,2685	13	19-11-12	8:00	-0,3	853,4845
14	19-11-12	14:00	-1,2	853,2984	14	19-11-12	14:00	-1,0	853,2678	14	19-11-12	14:00	-1,0	853,4838
15	20-11-12	8:00	-0,6	853,2990	15	20-11-12	8:00	-0,1	853,2687	15	20-11-12	8:00	0,0	853,4848
16	20-11-12	14:00	0,6	853,3002	16	20-11-12	14:00	0,5	853,2693	16	20-11-12	14:00	0,0	853,4848
17	21-11-12	8:00	0,7	853,3003	17	21-11-12	8:00	-0,5	853,2683	17	21-11-12	8:00	-0,5	853,4843
18	21-11-12	14:00	0,5	853,3001	18	21-11-12	14:00	0,4	853,2692	18	21-11-12	14:00	0,3	853,4851
19	22-11-12	8:00	-2,0	853,2976	19	22-11-12	8:00	-2,5	853,2663	19	22-11-12	8:00	-2,6	853,4822
20	22-11-12	14:00	-1,5	853,2981	20	22-11-12	14:00	-2,0	853,2668	20	22-11-12	14:00	-2,5	853,4823
21	23-11-12	8:00	-2,8	853,2968	21	23-11-12	8:00	-3,5	853,2653	21	23-11-12	8:00	-3,9	853,4809
22	23-11-12	14:00	-3,3	853,2963	22	23-11-12	14:00	-4,2	853,2646	22	23-11-12	14:00	-5,0	853,4798
23	24-11-12	8:00	-3,3	853,2963	23	24-11-12	8:00	-4,3	853,2645	23	24-11-12	8:00	-4,3	853,4805
24	26-11-12	8:00	-3,9	853,2957	24	26-11-12	8:00	-4,7	853,2641	24	26-11-12	8:00	-5,2	853,4796
25	26-11-12	14:00	-3,7	853,2959	25	26-11-12	14:00	-4,7	853,2641	25	26-11-12	14:00	-5,0	853,4798
26	27-11-12	8:00	-4,0	853,2956	26	27-11-12	8:00	-4,9	853,2639	26	27-11-12	8:00	-5,2	853,4796
27	27-11-12	14:00	-4,1	853,2955	27	27-11-12	14:00	-4,8	853,264	27	27-11-12	14:00	-5,5	853,4793

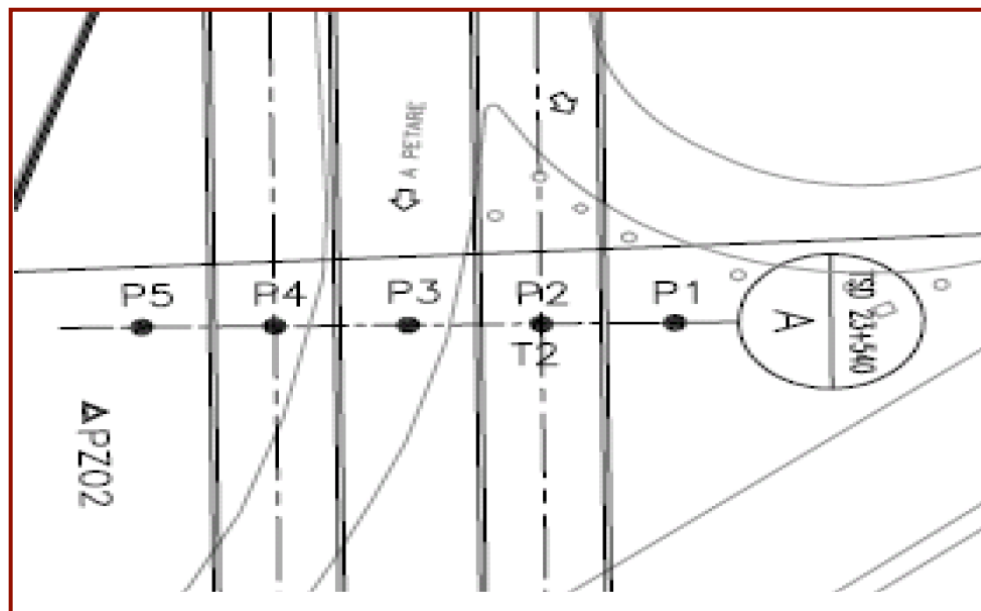
TABLA 4.1.1.c.: Lecturas de los tres puntos superficiales (P1, P2 y P3) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.c.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+540

Puntos superficiales

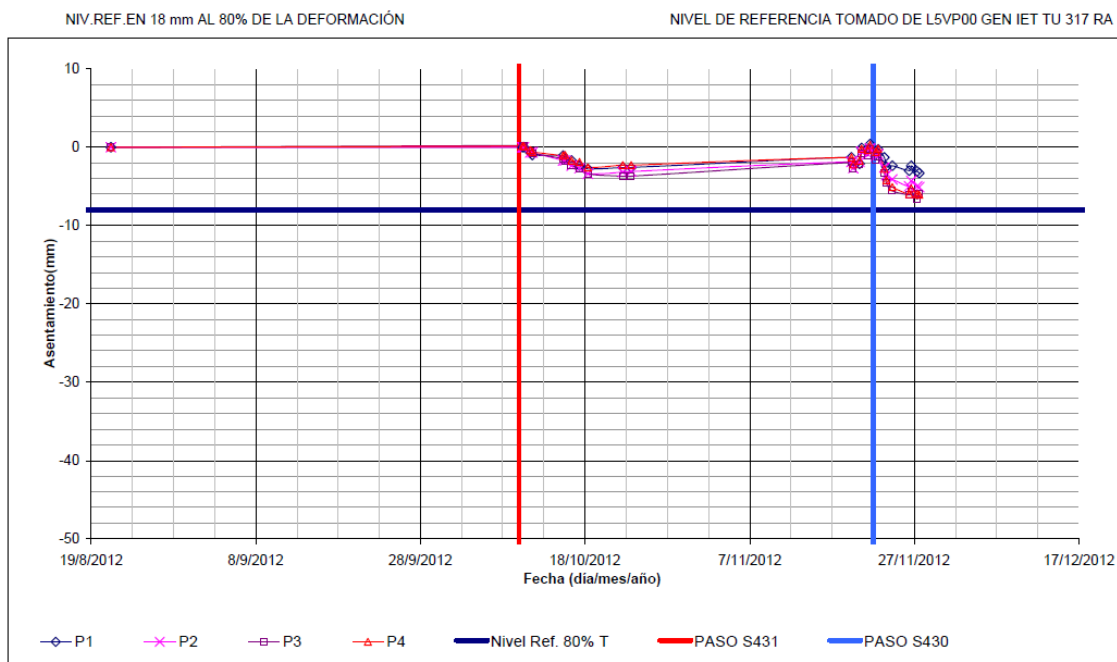


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	21/8/2012	Los valores iniciales de la instrumentación
2	10/10/2012	PASO S431
3	22/11/2012	PASO S430

FIGURA 4.1.1.c.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+540 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P1					P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	21-08-12	10:00	0,0	854,0761	1	21-08-12	10:00	0,0	854,1111	1	21-08-12	10:00	0,0	853,6769	1	21-08-12	10:00	0,0	853,9407
2	10-10-12	10:00	0,0	854,0761	2	10-10-12	10:00	0,0	854,1111	2	10-10-12	10:00	0,2	853,6771	2	10-10-12	10:00	0,1	853,9408
3	10-10-12	14:00	0,0	854,0761	3	10-10-12	14:00	0,0	854,1111	3	10-10-12	14:00	0,0	853,6771	3	10-10-12	14:00	0,1	853,9408
4	11-10-12	8:00	-0,7	854,0754	4	11-10-12	8:00	-0,7	854,1104	4	11-10-12	8:00	-0,8	853,6763	4	11-10-12	8:00	-0,4	853,9403
5	11-10-12	14:00	-1,0	854,0751	5	11-10-12	14:00	-0,7	854,1104	5	11-10-12	14:00	-0,2	853,6761	5	11-10-12	14:00	-0,6	853,9401
6	15-10-12	8:00	-1,1	854,0750	6	15-10-12	8:00	-1,7	854,1094	6	15-10-12	8:00	-0,7	853,6754	6	15-10-12	8:00	-1,1	853,9396
7	15-10-12	14:00	-1,5	854,0746	7	15-10-12	14:00	-1,7	854,1094	7	15-10-12	14:00	-0,3	853,6751	7	15-10-12	14:00	-1,0	853,9397
8	16-10-12	8:00	-1,7	854,0744	8	16-10-12	8:00	-2,4	854,1087	8	16-10-12	8:00	-0,5	853,6746	8	16-10-12	8:00	-1,7	853,9390
9	17-10-12	8:00	-2,4	854,0737	9	17-10-12	8:00	-2,7	854,1084	9	17-10-12	8:00	-0,4	853,6742	9	17-10-12	8:00	-1,9	853,9388
10	18-10-12	8:00	-2,8	854,0733	10	18-10-12	8:00	-3,4	854,1077	10	18-10-12	8:00	-0,7	853,6735	10	18-10-12	8:00	-2,6	853,9381
11	22-10-12	14:00	-2,6	854,0735	11	22-10-12	14:00	-3,2	854,1079	11	22-10-12	14:00	-0,3	853,6732	11	22-10-12	14:00	-2,3	853,9384
12	23-10-12	14:00	-2,6	854,0735	12	23-10-12	14:00	-3,1	854,1080	12	23-10-12	14:00	0,0	853,6732	12	23-10-12	14:00	-2,3	853,9384
13	19-11-12	8:00	-1,3	854,0748	13	19-11-12	8:00	-1,9	854,1092	13	19-11-12	8:00	1,7	853,6749	13	19-11-12	8:00	-1,3	853,9394
14	19-11-12	14:00	-2,2	854,0739	14	19-11-12	14:00	-2,7	854,1084	14	19-11-12	14:00	-0,7	853,6742	14	19-11-12	14:00	-2,2	853,9385
15	20-11-12	8:00	-2,1	854,0740	15	20-11-12	8:00	-1,9	854,1092	15	20-11-12	8:00	0,5	853,6747	15	20-11-12	8:00	-1,7	853,9390
16	20-11-12	14:00	-0,1	854,0760	16	20-11-12	14:00	-0,6	854,1105	16	20-11-12	14:00	1,4	853,6761	16	20-11-12	14:00	-0,2	853,9405
17	21-11-12	8:00	-0,2	854,0759	17	21-11-12	8:00	-0,9	854,1102	17	21-11-12	8:00	-0,3	853,6758	17	21-11-12	8:00	-0,4	853,9403
18	21-11-12	14:00	0,4	854,0765	18	21-11-12	14:00	-0,2	854,1109	18	21-11-12	14:00	0,8	853,6766	18	21-11-12	14:00	0,3	853,9410
19	22-11-12	8:00	-0,5	854,0756	19	22-11-12	8:00	-1,1	854,1100	19	22-11-12	8:00	-1,3	853,6753	19	22-11-12	8:00	-0,6	853,9401
20	22-11-12	14:00	-0,3	854,0758	20	22-11-12	14:00	-0,9	854,1102	20	22-11-12	14:00	0,4	853,6757	20	22-11-12	14:00	-0,2	853,9405
21	23-11-12	8:00	-1,3	854,0748	21	23-11-12	8:00	-2,6	854,1085	21	23-11-12	8:00	-2,1	853,6736	21	23-11-12	8:00	-2,8	853,9379
22	23-11-12	14:00	-2,5	854,0736	22	23-11-12	14:00	-3,6	854,1075	22	23-11-12	14:00	-1,3	853,6723	22	23-11-12	14:00	-4,2	853,9365
23	24-11-12	8:00	-2,4	854,0737	23	24-11-12	8:00	-4,1	854,1070	23	24-11-12	8:00	-1,0	853,6713	23	24-11-12	8:00	-5,1	853,9356
24	26-11-12	8:00	-3,0	854,0731	24	26-11-12	8:00	-5,0	854,1061	24	26-11-12	8:00	-0,5	853,6708	24	26-11-12	8:00	-6,0	853,9347
25	26-11-12	14:00	-2,4	854,0737	25	26-11-12	14:00	-4,3	854,1068	25	26-11-12	14:00	0,4	853,6712	25	26-11-12	14:00	-5,3	853,9354
26	27-11-12	8:00	-3,1	854,0730	26	27-11-12	8:00	-5,0	854,1061	26	27-11-12	8:00	-0,9	853,6703	26	27-11-12	8:00	-6,0	853,9347
27	27-11-12	14:00	-3,3	854,0728	27	27-11-12	14:00	-5,1	854,1060	27	27-11-12	14:00	0,6	853,6709	27	27-11-12	14:00	-6,1	853,9346

TABLA 4.1.1.d.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.d.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

Puntos superficiales

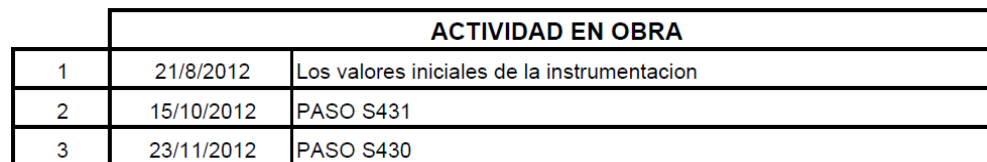
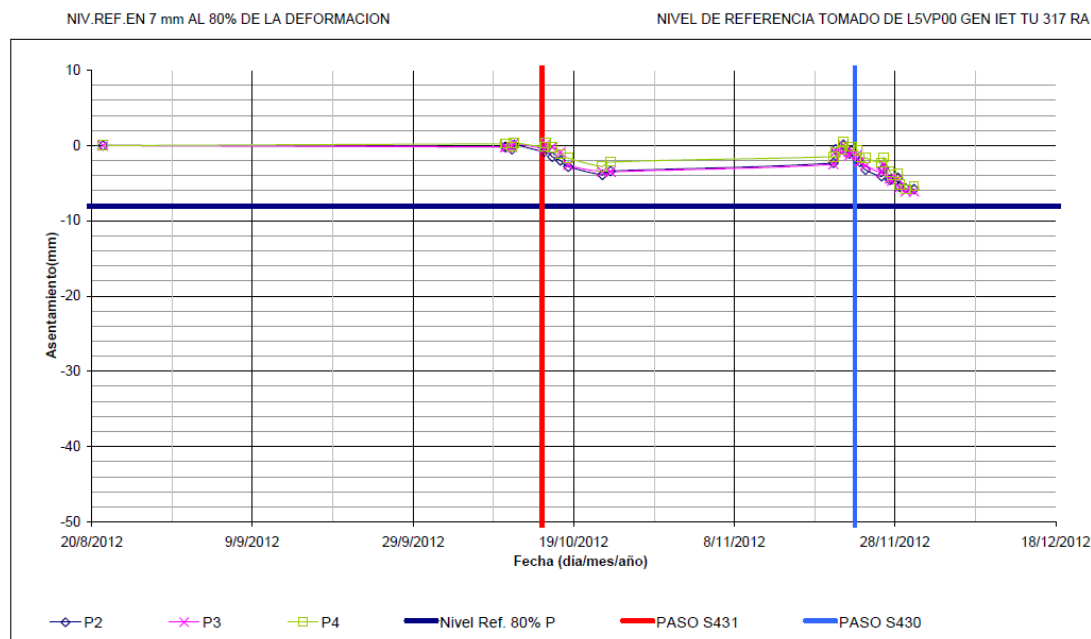


FIGURA 4.1.1.d.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+565 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	21-08-12	10:00	0,0	853,7285	1	21-08-12	10:00	0,0	853,8266	1	21-08-12	10:00	0,0	853,8837
2	10-10-12	10:00	-0,2	853,7283	2	10-10-12	10:00	-0,2	853,8264	2	10-10-12	10:00	0,2	853,8839
3	10-10-12	14:00	-0,2	853,7283	3	10-10-12	14:00	-0,2	853,8264	3	10-10-12	14:00	0,2	853,8839
4	11-10-12	8:00	-0,5	853,7280	4	11-10-12	8:00	-0,2	853,8264	4	11-10-12	8:00	-0,2	853,8835
5	11-10-12	14:00	0,1	853,7286	5	11-10-12	14:00	0,3	853,8269	5	11-10-12	14:00	0,3	853,8840
6	15-10-12	8:00	-0,8	853,7277	6	15-10-12	8:00	-0,4	853,8262	6	15-10-12	8:00	-0,2	853,8835
7	15-10-12	14:00	-0,4	853,7281	7	15-10-12	14:00	0,2	853,8268	7	15-10-12	14:00	0,3	853,8840
8	16-10-12	8:00	-1,5	853,7270	8	16-10-12	8:00	-0,2	853,8264	8	16-10-12	8:00	-0,3	853,8834
9	17-10-12	8:00	-2,0	853,7265	9	17-10-12	8:00	-0,9	853,8257	9	17-10-12	8:00	-1,2	853,8825
10	18-10-12	8:00	-2,8	853,7257	10	18-10-12	8:00	-2,6	853,824	10	18-10-12	8:00	-1,7	853,8820
11	22-10-12	14:00	-3,9	853,7246	11	22-10-12	14:00	-3,5	853,8231	11	22-10-12	14:00	-2,8	853,8809
12	23-10-12	14:00	-3,4	853,7251	12	23-10-12	14:00	-3,5	853,8231	12	23-10-12	14:00	-2,2	853,8815
13	20-11-12	8:00	-2,3	853,7262	13	20-11-12	8:00	-2,5	853,8241	13	20-11-12	8:00	-1,5	853,8822
14	20-11-12	14:00	-0,5	853,7280	14	20-11-12	14:00	-0,8	853,8258	14	20-11-12	14:00	-1,0	853,8827
15	21-11-12	8:00	-0,5	853,7280	15	21-11-12	8:00	-1,0	853,8256	15	21-11-12	8:00	-0,6	853,8831
16	21-11-12	14:00	0,1	853,7286	16	21-11-12	14:00	0,0	853,8266	16	21-11-12	14:00	0,5	853,8842
17	22-11-12	8:00	-1,1	853,7274	17	22-11-12	8:00	-1,3	853,8253	17	22-11-12	8:00	-0,2	853,8835
18	22-11-12	14:00	-0,7	853,7278	18	22-11-12	14:00	-0,7	853,8259	18	22-11-12	14:00	-0,2	853,8835
19	23-11-12	8:00	-1,8	853,7267	19	23-11-12	8:00	-1,2	853,8254	19	23-11-12	8:00	-0,7	853,8830
20	23-11-12	14:00	-2,2	853,7263	20	23-11-12	14:00	-2,2	853,8244	20	23-11-12	14:00	-1,6	853,8821
21	24-11-12	8:00	-3,2	853,7253	21	24-11-12	8:00	-2,7	853,8239	21	24-11-12	8:00	-1,7	853,8820
22	26-11-12	8:00	-4,1	853,7244	22	26-11-12	8:00	-3,6	853,823	22	26-11-12	8:00	-2,3	853,8814
23	26-11-12	14:00	-3,0	853,7255	23	26-11-12	14:00	-2,6	853,824	23	26-11-12	14:00	-1,6	853,8821
24	27-11-12	8:00	-4,6	853,7239	24	27-11-12	8:00	-4,4	853,8222	24	27-11-12	8:00	-3,5	853,8802
25	27-11-12	14:00	-4,5	853,7240	25	27-11-12	14:00	-4,7	853,8219	25	27-11-12	14:00	-3,9	853,8798
26	28-11-12	8:00	-4,3	853,7242	26	28-11-12	8:00	-4,4	853,8222	26	28-11-12	8:00	-3,7	853,8800
27	28-11-12	14:00	-5,5	853,7230	27	28-11-12	14:00	-5,6	853,821	27	28-11-12	14:00	-5,2	853,8785
28	29-11-12	8:00	-5,7	853,7228	28	29-11-12	8:00	-6,1	853,8205	28	29-11-12	8:00	-5,8	853,8779
29	30-11-12	8:00	-5,8	853,7227	29	30-11-12	8:00	-6,1	853,8205	29	30-11-12	8:00	-5,4	853,8783

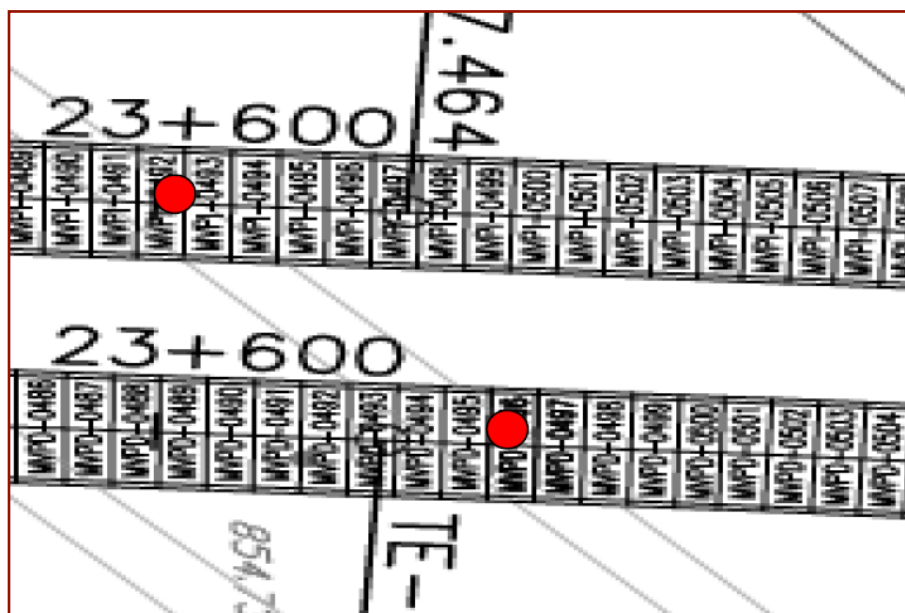
TABLA 4.1.1.e.: Lecturas de los tres puntos superficiales (P1, P2 y P3) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.e.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+600

Puntos superficiales

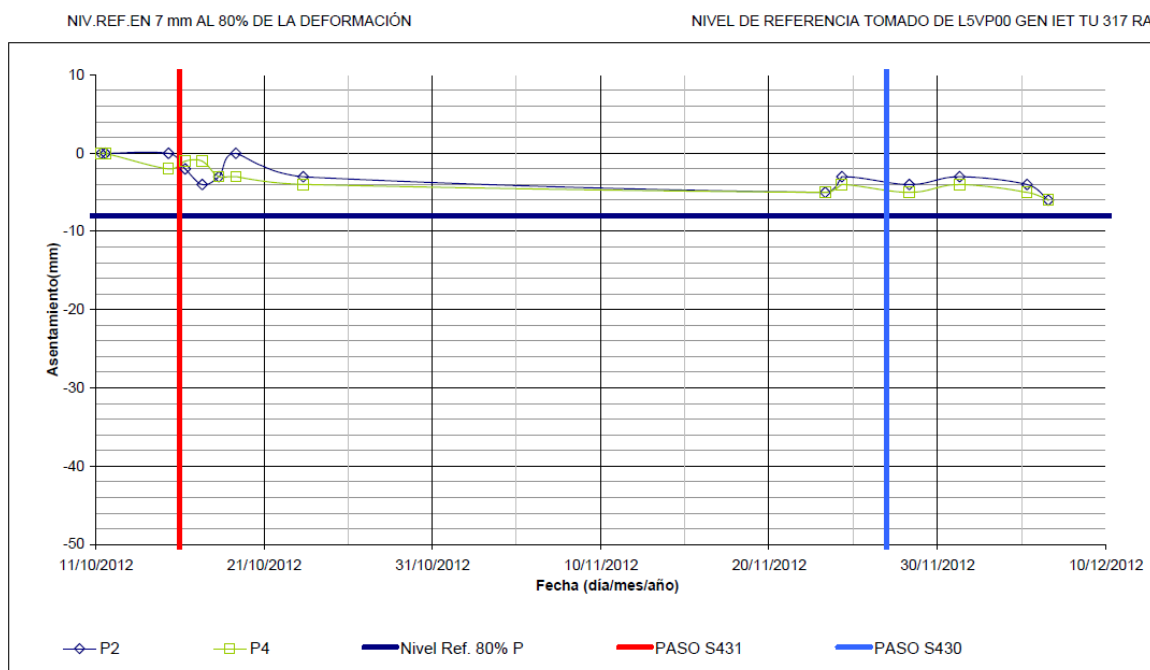


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	11/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	16/10/2012	PASO S431
3	27/10/2012	PASO S430

FIGURA 4.1.1.e.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+600 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	11-10-12	8:00	0,0	855,3930	1					1	11-10-12	8:00	0,0	855,4870
2	11-10-12	14:00	0,0	855,3930	2					2	11-10-12	14:00	0,0	855,4870
3	15-10-12	8:00	0,0	855,3930	3					3	15-10-12	8:00	-2,0	855,4850
4	16-10-12	8:00	-2,0	855,3910	4					4	16-10-12	8:00	-1,0	855,4860
5	17-10-12	8:00	-4,0	855,3890	5					5	17-10-12	8:00	-1,0	855,4860
6	18-10-12	8:00	-3,0	855,3900	6					6	18-10-12	8:00	-3,0	855,4840
7	19-10-12	8:00	0,0	855,3930	7					7	19-10-12	8:00	-3,0	855,4840
8	23-10-12	8:00	-3,0	855,3900	8					8	23-10-12	8:00	-4,0	855,4830
9	23-11-12	8:00	-5,0	855,3880	9					9	23-11-12	8:00	-5,0	855,4820
10	24-11-12	8:00	-3,0	855,3900	10					10	24-11-12	8:00	-4,0	855,4830
11	28-11-12	8:00	-4,0	855,3890	11					11	28-11-12	8:00	-5,0	855,4820
12	01-12-12	8:00	-3,0	855,3900	12					12	01-12-12	8:00	-4,0	855,4830
13	05-12-12	8:00	-4,0	855,3890	13					13	05-12-12	8:00	-5,0	855,4820
14	06-12-12	14:00	-6,0	855,3870	14					14	06-12-12	14:00	-6,0	855,4810

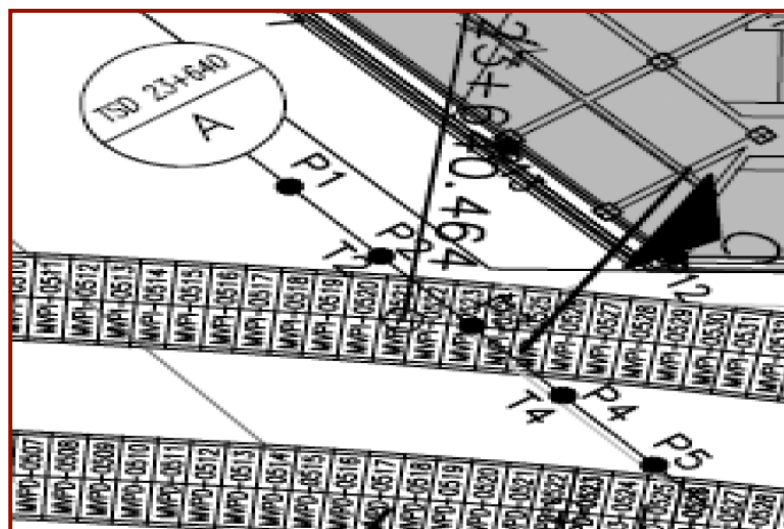
TABLA 4.1.1.f.: Lecturas de los dos puntos superficiales disponibles (P2 y P3) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.f.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+640

Puntos superficiales y tasómetros

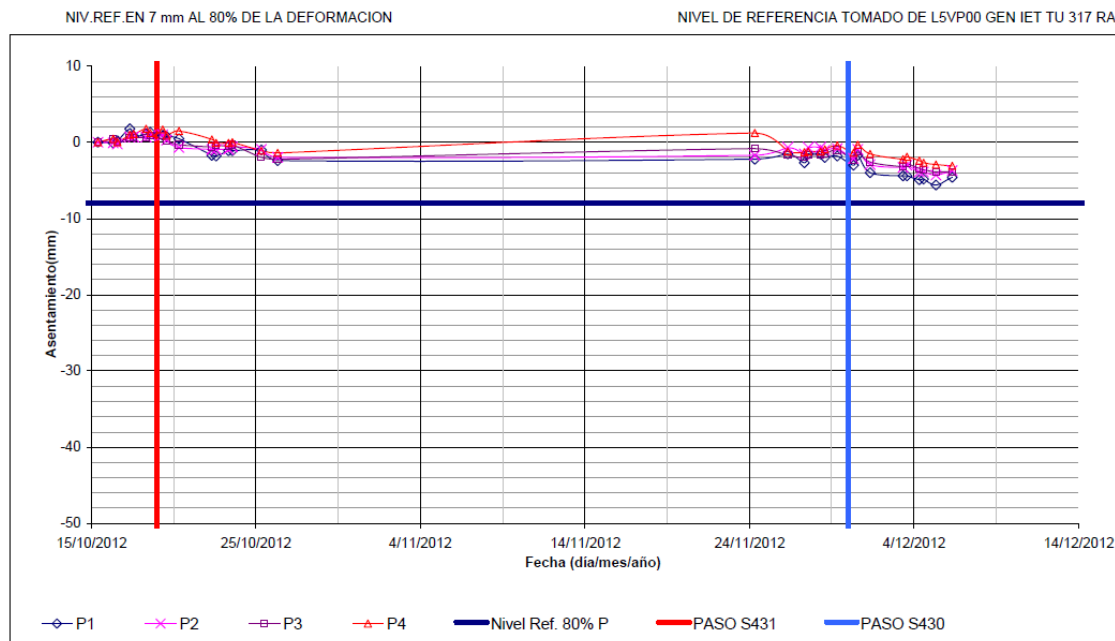


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	15/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentación
2	19/10/2012	PASO S431
3	30/11/2012	PASO S430

FIGURA 4.1.1.f.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+640 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P1					P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	15-10-12	10:00	0,0	854,3395	1	15-10-12	10:00	0,0	854,3130	1	15-10-12	10:00	0,0	854,3012	1	15-10-12	10:00	0,0	854,3013
2	16-10-12	8:00	-0,1	854,3394	2	16-10-12	8:00	-0,1	854,3129	2	16-10-12	8:00	0,4	854,3016	2	16-10-12	8:00	0,5	854,3018
3	16-10-12	14:00	0,2	854,3397	3	16-10-12	14:00	-0,2	854,3128	3	16-10-12	14:00	0,1	854,3013	3	16-10-12	14:00	0,0	854,3013
4	17-10-12	8:00	1,8	854,3413	4	17-10-12	8:00	0,7	854,3137	4	17-10-12	8:00	0,6	854,3018	4	17-10-12	8:00	1,0	854,3023
5	17-10-12	14:00	0,8	854,3403	5	17-10-12	14:00	0,7	854,3137	5	17-10-12	14:00	0,6	854,3018	5	17-10-12	14:00	1,1	854,3024
6	18-10-12	8:00	1,1	854,3406	6	18-10-12	8:00	0,7	854,3137	6	18-10-12	8:00	0,6	854,3018	6	18-10-12	8:00	1,8	854,3031
7	18-10-12	14:00	1,3	854,3408	7	18-10-12	14:00	0,9	854,3139	7	18-10-12	14:00	0,9	854,3021	7	18-10-12	14:00	1,2	854,3025
8	19-10-12	8:00	0,9	854,3404	8	19-10-12	8:00	1,0	854,3140	8	19-10-12	8:00	0,9	854,3021	8	19-10-12	8:00	1,7	854,3030
9	19-10-12	14:00	0,8	854,3403	9	19-10-12	14:00	0,3	854,3133	9	19-10-12	14:00	0,2	854,3014	9	19-10-12	14:00	0,9	854,3022
10	20-10-12	8:00	0,5	854,3400	10	20-10-12	8:00	-0,7	854,3123	10	20-10-12	8:00	-0,3	854,3009	10	20-10-12	8:00	1,5	854,3028
11	22-10-12	8:00	-1,7	854,3378	11	22-10-12	8:00	-0,9	854,3121	11	22-10-12	8:00	-0,6	854,3006	11	22-10-12	8:00	0,4	854,3017
12	22-10-12	14:00	-1,8	854,3377	12	22-10-12	14:00	-0,9	854,3121	12	22-10-12	14:00	-0,4	854,3008	12	22-10-12	14:00	-0,1	854,3012
13	23-10-12	8:00	-1,1	854,3384	13	23-10-12	8:00	-0,9	854,3121	13	23-10-12	8:00	-0,5	854,3007	13	23-10-12	8:00	-0,1	854,3012
14	23-10-12	14:00	-1,1	854,3384	14	23-10-12	14:00	-0,6	854,3124	14	23-10-12	14:00	-0,3	854,3009	14	23-10-12	14:00	0,0	854,3013
15	25-10-12	8:00	-1,0	854,3385	15	25-10-12	8:00	-0,9	854,3121	15	25-10-12	8:00	-2,0	854,2992	15	25-10-12	8:00	-1,1	854,3002
16	26-10-12	8:00	-2,4	854,3371	16	26-10-12	8:00	-2,0	854,3110	16	26-10-12	8:00	-2,2	854,2990	16	26-10-12	8:00	-1,4	854,2999
17	24-11-12	8:00	-2,2	854,3373	17	24-11-12	8:00	-1,7	854,3113	17	24-11-12	8:00	-0,8	854,3004	17	24-11-12	8:00	1,2	854,3025
18	26-11-12	8:00	-1,5	854,3380	18	26-11-12	8:00	-0,7	854,3123	18	26-11-12	8:00	-1,7	854,2995	18	26-11-12	8:00	-1,2	854,3001
19	27-11-12	8:00	-2,7	854,3368	19	27-11-12	8:00	-1,5	854,3115	19	27-11-12	8:00	-2,0	854,2992	19	27-11-12	8:00	-1,3	854,3000
20	27-11-12	14:00	-1,5	854,3380	20	27-11-12	14:00	-0,7	854,3123	20	27-11-12	14:00	-1,7	854,2995	20	27-11-12	14:00	-1,2	854,3001
21	28-11-12	8:00	-1,5	854,3380	21	28-11-12	8:00	-0,7	854,3123	21	28-11-12	8:00	-1,7	854,2995	21	28-11-12	8:00	-1,2	854,3001
22	28-11-12	14:00	-2,0	854,3375	22	28-11-12	14:00	-1,0	854,3120	22	28-11-12	14:00	-1,5	854,2997	22	28-11-12	14:00	-0,9	854,3004
23	29-11-12	8:00	-1,8	854,3377	23	29-11-12	8:00	-0,8	854,3122	23	29-11-12	8:00	-1,0	854,3002	23	29-11-12	8:00	-0,4	854,3009
24	30-11-12	8:00	-3,0	854,3365	24	30-11-12	8:00	-2,1	854,3109	24	30-11-12	8:00	-2,3	854,2989	24	30-11-12	8:00	-1,4	854,2999
25	30-11-12	14:00	-1,7	854,3378	25	30-11-12	14:00	-0,9	854,3121	25	30-11-12	14:00	-1,3	854,2999	25	30-11-12	14:00	-0,3	854,3010
26	01-12-12	8:00	-4,0	854,3355	26	01-12-12	8:00	-2,9	854,3101	26	01-12-12	8:00	-2,6	854,2986	26	01-12-12	8:00	-1,5	854,2998
27	03-12-12	8:00	-4,4	854,3351	27	03-12-12	8:00	-3,3	854,3097	27	03-12-12	8:00	-3,2	854,2980	27	03-12-12	8:00	-2,2	854,2991
28	03-12-12	14:00	-4,4	854,3351	28	03-12-12	14:00	-3,0	854,3100	28	03-12-12	14:00	-2,8	854,2984	28	03-12-12	14:00	-1,9	854,2994
29	04-12-12	8:00	-4,9	854,3346	29	04-12-12	8:00	-3,9	854,3091	29	04-12-12	8:00	-3,4	854,2978	29	04-12-12	8:00	-2,4	854,2989
30	04-12-12	14:00	-4,8	854,3347	30	04-12-12	14:00	-3,9	854,3091	30	04-12-12	14:00	-3,6	854,2976	30	04-12-12	14:00	-2,7	854,2986
31	05-12-12	8:00	-5,6	854,3339	31	05-12-12	8:00	-4,3	854,3087	31	05-12-12	8:00	-3,9	854,2973	31	05-12-12	8:00	-2,9	854,2984
32	06-12-12	8:00	-4,6	854,3349	32	06-12-12	8:00	-3,7	854,3093	32	06-12-12	8:00	-3,9	854,2973	32	06-12-12	8:00	-3,1	854,2982

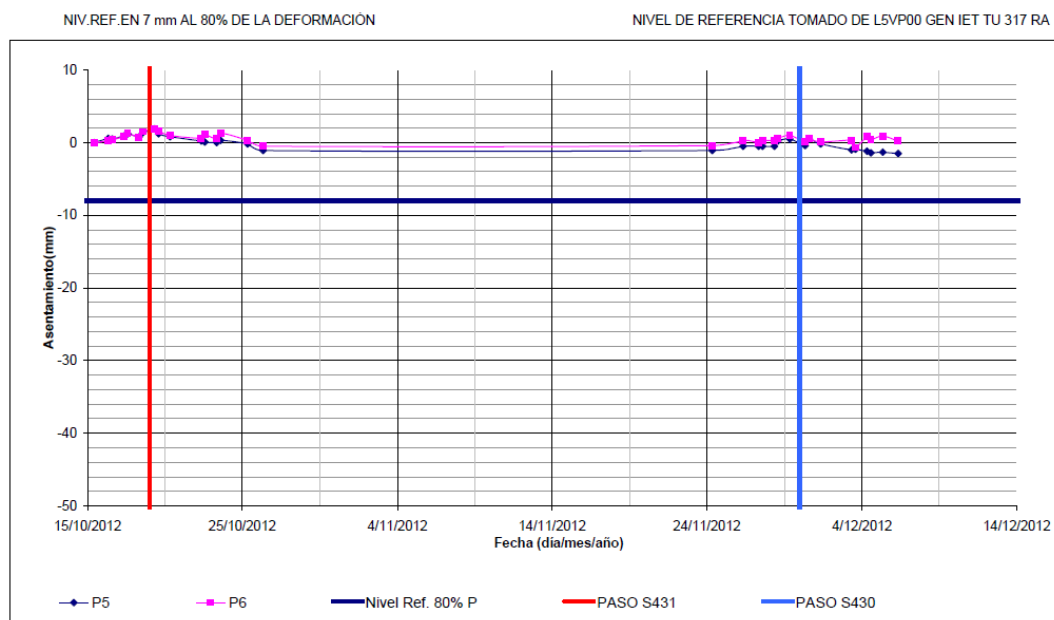
TABLA 4.1.1.g.: Lecturas de los cuatro puntos superficiales (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.g.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

P5					P6				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	15-10-12	10:00	0,0	854.3209	1	15-10-12	10:00	0,0	854.3049
2	16-10-12	8:00	0,6	854.3215	2	16-10-12	8:00	0,2	854.3051
3	16-10-12	14:00	0,5	854.3214	3	16-10-12	14:00	0,4	854.3053
4	17-10-12	8:00	0,9	854.3218	4	17-10-12	8:00	0,8	854.3057
5	17-10-12	14:00	1,2	854.3221	5	17-10-12	14:00	1,3	854.3062
6	18-10-12	8:00	0,8	854.3217	6	18-10-12	8:00	0,7	854.3056
7	18-10-12	14:00	1,4	854.3223	7	18-10-12	14:00	1,5	854.3064
8	19-10-12	8:00	1,9	854.3228	8	19-10-12	8:00	1,9	854.3068
9	19-10-12	14:00	1,2	854.3221	9	19-10-12	14:00	1,6	854.3065
10	20-10-12	8:00	0,8	854.3217	10	20-10-12	8:00	1,0	854.3059
11	22-10-12	8:00	0,2	854.3211	11	22-10-12	8:00	0,6	854.3055
12	22-10-12	14:00	0,1	854.3210	12	22-10-12	14:00	1,1	854.306
13	23-10-12	8:00	0,0	854.3209	13	23-10-12	8:00	0,5	854.3054
14	23-10-12	14:00	0,3	854.3212	14	23-10-12	14:00	1,3	854.3062
15	25-10-12	8:00	-0,2	854.3207	15	25-10-12	8:00	0,3	854.3052
16	26-10-12	8:00	-1,1	854.3198	16	26-10-12	8:00	-0,5	854.3044
17	24-11-12	8:00	-1,1	854.3198	17	24-11-12	8:00	-0,4	854.3045
18	26-11-12	8:00	-0,5	854.3204	18	26-11-12	8:00	0,3	854.3052
19	27-11-12	8:00	-0,5	854.3204	19	27-11-12	8:00	0,0	854.3049
20	27-11-12	14:00	-0,5	854.3204	20	27-11-12	14:00	0,3	854.3052
21	28-11-12	8:00	-0,5	854.3204	21	28-11-12	8:00	0,3	854.3052
22	28-11-12	14:00	0,2	854.3211	22	28-11-12	14:00	0,6	854.3055
23	29-11-12	8:00	0,5	854.3214	23	29-11-12	8:00	1,0	854.3059
24	30-11-12	8:00	-0,4	854.3205	24	30-11-12	8:00	0,1	854.305
25	30-11-12	14:00	0,5	854.3214	25	30-11-12	14:00	0,5	854.3054
26	01-12-12	8:00	-0,2	854.3207	26	01-12-12	8:00	0,1	854.305
27	03-12-12	8:00	-1,0	854.3199	27	03-12-12	8:00	0,3	854.3052
28	03-12-12	14:00	-0,9	854.3200	28	03-12-12	14:00	-0,7	854.3042
29	04-12-12	8:00	-1,2	854.3197	29	04-12-12	8:00	0,8	854.3057
30	04-12-12	14:00	-1,4	854.3195	30	04-12-12	14:00	0,4	854.3053
31	05-12-12	8:00	-1,3	854.3196	31	05-12-12	8:00	0,9	854.3058
32	06-12-12	8:00	-1,5	854.3194	32	06-12-12	8:00	0,2	854.3051

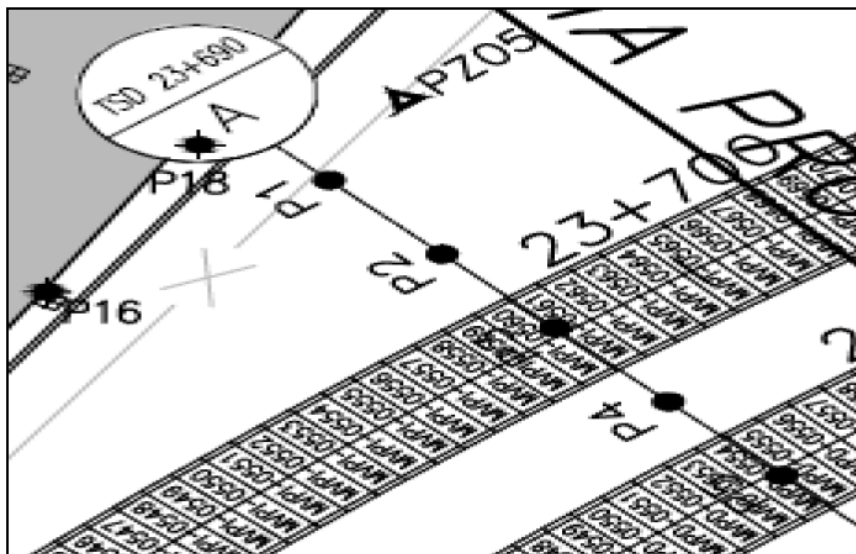
TABLA 4.1.1.h.: Lecturas de los dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.h.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+690

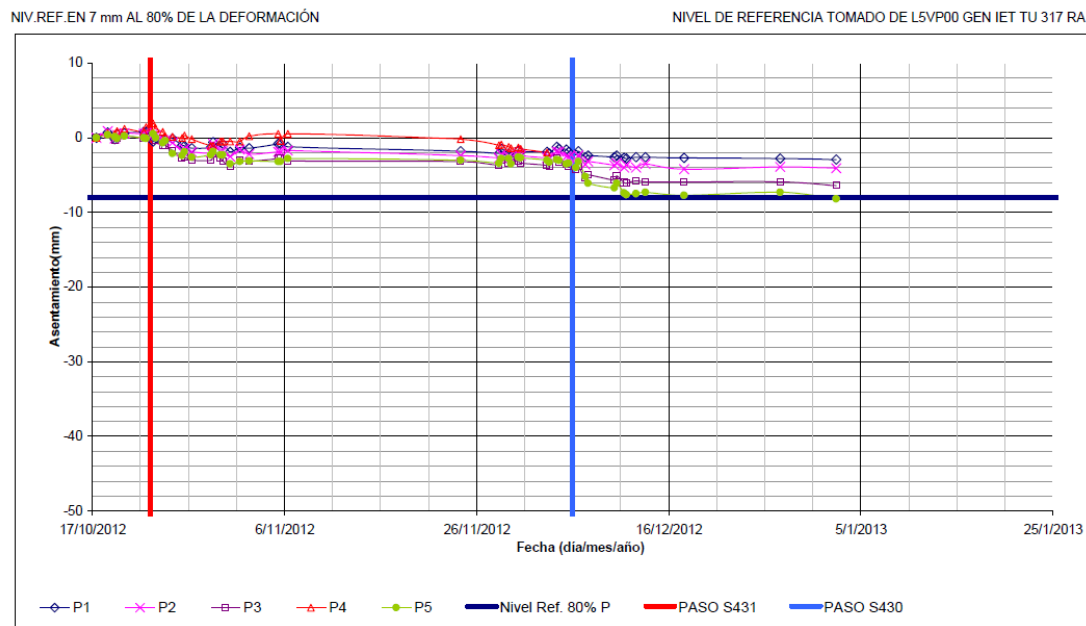
Puntos superficiales y tasómetros



ACTIVIDAD EN OBRA		
1	17/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	23/10/2012	PASO S431
3	6/12/2012	PASO S430

FIGURA 4.1.1.g.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+690 del alineamiento Proyecto Línea 5.

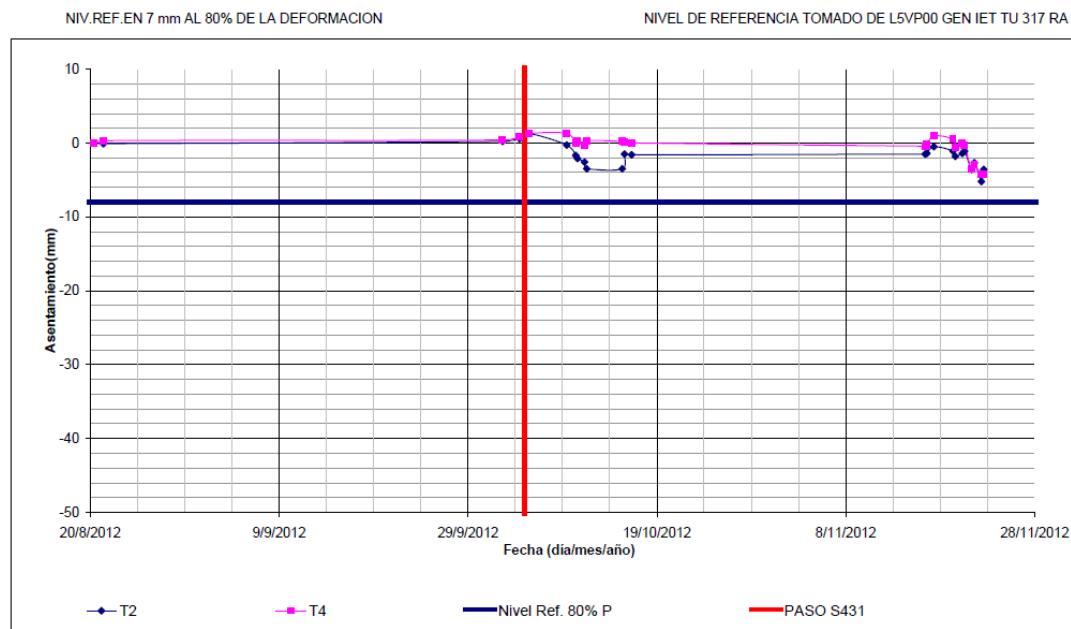
P1	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P2	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P3	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P4	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P5	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	17-10-12	10:00	0,0	857,7672	1	17-10-12	10:00	0,0	857,6954	1	17-10-12	10:00	0,0	857,7800	1	17-10-12	10:00	0,0	857,6276	1	17-10-12	10:00	0,00	857,6962					
2	18-10-12	14:00	0,7	857,7679	2	18-10-12	14:00	0,9	857,6963	2	18-10-12	14:00	0,3	857,7803	2	18-10-12	14:00	0,5	857,6281	2	18-10-12	14:00	0,40	857,6966					
3	19-10-12	8:00	-0,2	857,7670	3	19-10-12	8:00	-0,1	857,6953	3	19-10-12	8:00	-0,4	857,7796	3	19-10-12	8:00	0,2	857,6278	3	19-10-12	8:00	0,10	857,6963					
4	19-10-12	14:00	0,5	857,7677	4	19-10-12	14:00	0,4	857,6958	4	19-10-12	14:00	-0,1	857,7799	4	19-10-12	14:00	0,1	857,6277	4	19-10-12	14:00	-0,10	857,6961					
5	20-10-12	8:00	0,6	857,7678	5	20-10-12	8:00	0,6	857,6960	5	20-10-12	8:00	0,3	857,7803	5	20-10-12	8:00	0,4	857,6280	5	20-10-12	8:00	0,20	857,6964					
6	22-10-12	8:00	0,8	857,7680	6	22-10-12	8:00	0,5	857,6959	6	22-10-12	8:00	-0,1	857,7799	6	22-10-12	8:00	0,1	857,6277	6	22-10-12	8:00	0,00	857,6962					
7	22-10-12	14:00	0,8	857,7680	7	22-10-12	14:00	0,6	857,6960	7	22-10-12	14:00	0,0	857,7800	7	22-10-12	14:00	-0,1	857,6275	7	22-10-12	14:00	-0,10	857,6961					
8	23-10-12	8:00	-0,5	857,7667	8	23-10-12	8:00	0,5	857,6959	8	23-10-12	8:00	0,1	857,7801	8	23-10-12	8:00	0,3	857,6279	8	23-10-12	8:00	0,50	857,6967					
9	23-10-12	14:00	0,0	857,7672	9	23-10-12	14:00	0,3	857,6957	9	23-10-12	14:00	-0,4	857,7796	9	23-10-12	14:00	-0,1	857,6275	9	23-10-12	14:00	0,00	857,6962					
10	24-10-12	8:00	-0,3	857,7669	10	24-10-12	8:00	-0,3	857,6951	10	24-10-12	8:00	-1,0	857,7790	10	24-10-12	8:00	-1,0	857,6266	10	24-10-12	8:00	-0,70	857,6955					
11	24-10-12	14:00	-0,3	857,7669	11	24-10-12	14:00	-0,4	857,6950	11	24-10-12	14:00	-1,0	857,7790	11	24-10-12	14:00	-0,7	857,6269	11	24-10-12	14:00	-0,40	857,6958					
12	25-10-12	8:00	-0,1	857,7671	12	25-10-12	8:00	-0,7	857,6947	12	25-10-12	8:00	-1,7	857,7783	12	25-10-12	8:00	-2,1	857,6255	12	25-10-12	8:00	-2,10	857,6941					
13	26-10-12	8:00	-1,0	857,7662	13	26-10-12	8:00	-1,8	857,6936	13	26-10-12	8:00	-2,7	857,7773	13	26-10-12	8:00	-2,9	857,6247	13	26-10-12	8:00	-2,40	857,6938					
14	26-10-12	14:00	-1,1	857,7661	14	26-10-12	14:00	-1,5	857,6939	14	26-10-12	14:00	-2,6	857,7774	14	26-10-12	14:00	-2,3	857,6253	14	26-10-12	14:00	-1,90	857,6943					
15	27-10-12	8:00	-1,4	857,7658	15	27-10-12	8:00	-1,9	857,6935	15	27-10-12	8:00	-3,0	857,7770	15	27-10-12	8:00	-3,0	857,6246	15	27-10-12	8:00	-2,80	857,6936					
16	28-10-12	8:00	-1,3	857,7659	16	28-10-12	8:00	-2,0	857,6934	16	28-10-12	8:00	-3,0	857,7770	16	28-10-12	8:00	-2,8	857,6248	16	28-10-12	8:00	-2,30	857,6939					
17	29-10-12	14:00	-0,6	857,7666	17	29-10-12	14:00	-0,8	857,6946	17	29-10-12	14:00	-2,2	857,7778	17	29-10-12	14:00	-2,4	857,6252	17	29-10-12	14:00	-1,90	857,6943					
18	30-10-12	8:00	-1,2	857,7660	18	30-10-12	8:00	-1,8	857,6936	18	30-10-12	8:00	-2,8	857,7772	18	30-10-12	8:00	-3,2	857,6244	18	30-10-12	8:00	-2,30	857,6939					
19	30-10-12	14:00	-0,8	857,7664	19	30-10-12	14:00	-1,8	857,6936	19	30-10-12	14:00	-3,1	857,7769	19	30-10-12	14:00	-2,6	857,6250	19	30-10-12	14:00	-2,30	857,6939					
20	31-10-12	8:00	-1,9	857,7653	20	31-10-12	8:00	-2,5	857,6929	20	31-10-12	8:00	-3,8	857,7762	20	31-10-12	8:00	-3,9	857,6237	20	31-10-12	8:00	-3,50	857,6927					
21	01-11-12	8:00	-1,3	857,7659	21	01-11-12	8:00	-1,6	857,6938	21	01-11-12	8:00	-3,0	857,7770	21	01-11-12	8:00	-3,1	857,6245	21	01-11-12	8:00	-3,20	857,6930					
22	02-11-12	8:00	-1,4	857,7658	22	02-11-12	8:00	-2,2	857,6932	22	02-11-12	8:00	-3,2	857,7768	22	02-11-12	8:00	-3,5	857,6241	22	02-11-12	8:00	-3,10	857,6931					
23	05-11-12	8:00	-0,8	857,7664	23	05-11-12	8:00	-1,9	857,6935	23	05-11-12	8:00	-2,8	857,7772	23	05-11-12	8:00	-3,5	857,6241	23	05-11-12	8:00	-3,20	857,6930					
24	05-11-12	14:00	-0,8	857,7664	24	05-11-12	14:00	-1,9	857,6935	24	05-11-12	14:00	-2,8	857,7772	24	05-11-12	14:00	-3,5	857,6241	24	05-11-12	14:00	-3,20	857,6930					
25	06-11-12	8:00	-1,2	857,7660	25	06-11-12	8:00	-1,7	857,6937	25	06-11-12	8:00	-3,1	857,7769	25	06-11-12	8:00	-3,2	857,6244	25	06-11-12	8:00	-2,80	857,6934					
26	24-11-12	8:00	-1,8	857,7654	26	24-11-12	8:00	-2,4	857,6930	26	24-11-12	8:00	-3,2	857,7768	26	24-11-12	8:00	-3,4	857,6242	26	24-11-12	8:00	-3,00	857,6932					
27	28-11-12	8:00	-2,1	857,7651	27	28-11-12	8:00	-2,7	857,6927	27	28-11-12	8:00	-3,7	857,7763	27	28-11-12	8:00	-4,0	857,6236	27	28-11-12	8:00	-3,40	857,6928					
28	28-11-12	14:00	-1,5	857,7657	28	28-11-12	14:00	-2,2	857,6932	28	28-11-12	14:00	-3,0	857,7770	28	28-11-12	14:00	-3,3	857,6243	28	28-11-12	14:00	-2,80	857,6934					
29	29-11-12	8:00	-2,1	857,7651	29	29-11-12	8:00	-2,5	857,6929	29	29-11-12	8:00	-3,4	857,7766	29	29-11-12	8:00	-3,4	857,6242	29	29-11-12	8:00	-2,80	857,6934					
30	29-11-12	14:00	-2,5	857,7647	30	29-11-12	14:00	-2,7	857,6927	30	29-11-12	14:00	-3,0	857,7770	30	29-11-12	14:00	-4,0	857,6236	30	29-11-12	14:00	-3,50	857,6927					
31	30-11-12	8:00	-1,7	857,7655	31	30-11-12	8:00	-2,2	857,6932	31	30-11-12	8:00	-3,2	857,7768	31	30-11-12	8:00	-3,2	857,6244	31	30-11-12	8:00	-2,60	857,6936					
32	30-11-12	14:00	-1,9	857,7653	32	30-11-12	14:00	-2,4	857,6930	32	30-11-12	14:00	-3,4	857,7766	32	30-11-12	14:00	-3,3	857,6243	32	30-11-12	14:00	-2,70	857,6935					
33	03-12-12	8:00	-1,9	857,7653	33	03-12-12	8:00	-2,7	857,6927	33	03-12-12	8:00	-3,7	857,7763	33	03-12-12	8:00	-3,3	857,6243	33	03-12-12	8:00	-3,00	857,6932					
34	03-12-12	14:00	-2,1	857,7651	34	03-12-12	14:00	-2,6	857,6928	34	03-12-12	14:00	-3,8	857,7762	34	03-12-12	14:00	-3,8	857,6238	34	03-12-12	14:00	-3,30	857,6929					
35	04-12-12	8:00	-1,2	857,7660	35	04-12-12	8:00	-1,9	857,6935	35	04-12-12	8:00	-2,8	857,7772	35	04-12-12	8:00	-3,0	857,6246	35	04-12-12	8:00	-2,90	857,6933					
36	04-12-12	14:00	-1,5	857,7657	36	04-12-12	14:00	-1,9	857,6935	36	04-12-12	14:00	-3,3	857,7767	36	04-12-12	14:00	-3,4	857,6242	36	04-12-12	14:00	-3,00	857,6932					
37	05-12-12	8:00	-1,6	857,7656	37	05-12-12	8:00	-2,5	857,6929	37	05-12-12	8:00	-3,6	857,7764	37	05-12-12	8:00	-3,8	857,6238	37	05-12-12	8:00	-3,50	857,6927					
38	05-12-12	14:00	-1,9	857,7653	38	05-12-12	14:00	-2,6	857,6928	38	05-12-12	14:00	-3,8	857,7762	38	05-12-12	14:00	-4,0	857,6236	38	05-12-12	14:00	-3,40	857,6928					
39	06-12-12	8:00	-2,3	857,7649	39	06-12-12	8:00	-2,9	857,6925	39	06-12-12	8:00	-4,2	857,7758	39	06-12-12	8:00	-4,4	857,6232	39	06-12-12	8:00	-4,00	857,6922					
40	06-12-12	14:00	-1,8	857,7654	40	06-12-12	14:00	-2,4	857,6930	40	06-12-12	14:00	-3,9	857,7761	40	06-12-12	14:00	-3,9	857,6237	40	06-12-12	14:00	-3,20	857,6930					
41	07-12-12	8:00	-2,6	857,7646	41	07-12-12	8:00	-3,6	857,6918	41	07-12-12	8:00	-5,4	857,7746	41	07-12-12	8:00	-6,1	857,6215	41	07-12-12	8:00	-5,20	857,6910					
42	07-12-12	14:00	-2,4	857,7648	42	07-12-12	14:00	-3,2	857,6922	42	07-12-12	14:00	-5,0	857,7750	42	07-12-12	14:00	-5,9	857,6217	42	07-12-12	14:00	-6,10	857,6901					
43	10-12-12	8:00	-2,6	857,7646	43	10-12-12	8:00	-3,7	857,6917	43	10-12-12	8:00	-5,7	857,7743	43	10-12-12	8:00	-6,8	857,6210	43	10-12-12	8:00	-6,70	857,6895					
44	10-12-12	14:00	-2,4	857,7648	44	10-12-12	14:00	-3,4	857,6920	44	10-12-12	14:00	-5,1	857,7749	44	10-12-12	14:00	-5,9	857,6217	44	10-12-12	14:00	-6,10	857,6901					
45	11-12-12	8:00	-2,7	857,7645	45	11-12-12	8:00	-4,0	857,6914	45	11-12-12	8:00	-6,0	857,7740	45	11-12-12	8:00	-7,3	857,6203	45	11-12-12	8:00	-7,40	857,6888					
46	11-12-12	14:00	-2,8	857,7644	46	11-12-12	14:00	-3,7	857,6917	46	11-12-12	14:00	-6,1	857,7739	46	11-12-12	14:00	-7,2	857,6204	46	11-12-12	14:00	-7,60	857,6886					
47	12-12-12	8:00	-2,6	857,7646	47	12-12-12	14:00	-4,0	857,6																				



GRAFICA 4.1.1.i.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

T2					T4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	20-08-12	10:00	0,0	852,7797	1	20-08-12	10:00	0,0	852,7762
2	21-08-12	10:00	-0,1	852,7796	2	21-08-12	10:00	0,3	852,7765
3	02-10-12	16:00	0,2	852,7799	3	02-10-12	16:00	0,4	852,7766
4	04-10-12	11:00	0,6	852,7803	4	04-10-12	11:00	0,8	852,777
5	05-10-12	11:00	1,3	852,7810	5	05-10-12	11:00	1,3	852,7775
6	09-10-12	11:00	-0,3	852,7794	6	09-10-12	11:00	1,3	852,7775
7	10-10-12	10:00	-1,7	852,7780	7	10-10-12	10:00	-0,1	852,7761
8	10-10-12	14:00	-2,1	852,7776	8	10-10-12	14:00	0,3	852,7765
9	11-10-12	8:00	-2,6	852,7771	9	11-10-12	8:00	-0,3	852,7759
10	11-10-12	14:00	-3,5	852,7762	10	11-10-12	14:00	0,3	852,7765
11	15-10-12	8:00	-3,5	852,7762	11	15-10-12	8:00	0,2	852,7764
12	15-10-12	14:00	-1,5	852,7782	12	15-10-12	14:00	0,1	852,7763
13	16-10-12	8:00	-1,6	852,7781	13	16-10-12	8:00	0,0	852,7762
14	16-11-12	10:00	-1,5	852,7782	14	16-11-12	10:00	-0,4	852,7758
15	16-11-12	14:00	-1,4	852,7783	15	16-11-12	14:00	-0,2	852,776
16	17-11-12	8:00	-0,5	852,7792	16	17-11-12	8:00	1,0	852,7772
17	19-11-12	8:00	-1,1	852,7786	17	19-11-12	8:00	0,5	852,7767
18	19-11-12	14:00	-1,8	852,7779	18	19-11-12	14:00	-0,6	852,7756
19	20-11-12	8:00	-1,4	852,7783	19	20-11-12	8:00	-0,1	852,7761
20	20-11-12	14:00	-1,1	852,7786	20	20-11-12	14:00	-0,3	852,7759
21	21-11-12	8:00	-3,6	852,7761	21	21-11-12	8:00	-3,6	852,7726
22	21-11-12	14:00	-2,7	852,7770	22	21-11-12	14:00	-3,0	852,7732
23	22-11-12	8:00	-5,2	852,7745	23	22-11-12	8:00	-4,3	852,7719
24	22-11-12	14:00	-3,6	852,7761	24	22-11-12	14:00	-4,3	852,7719

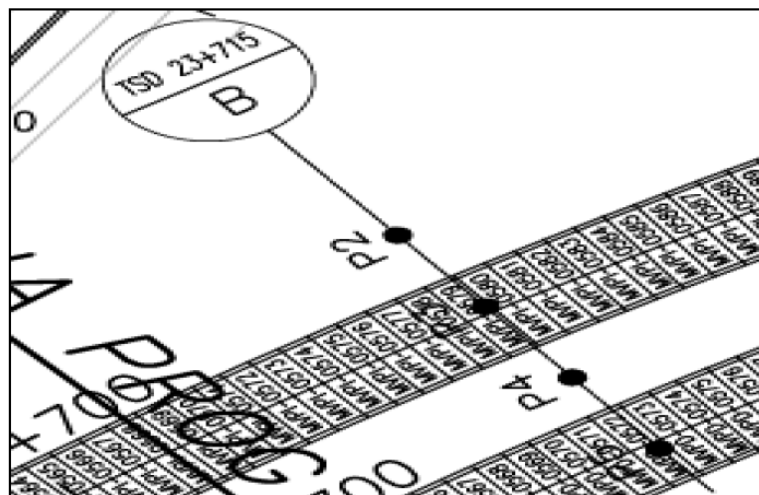
TABLA 4.1.1.j.: Lecturas de los dos tasómetros (T1 y T2) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.j.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+715

Puntos superficiales



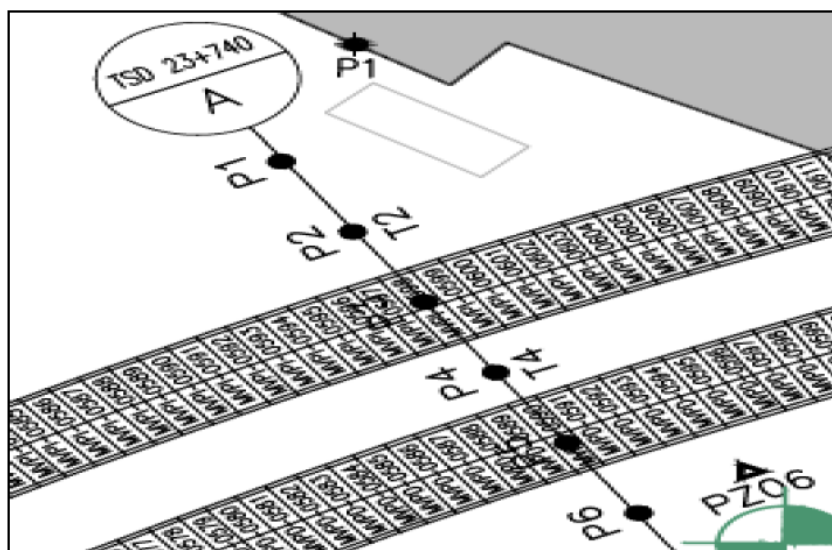
ACTIVIDAD EN OBRA		
1	17/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	26/10/2012	PASO S431
3	11/12/2012	PASO S430

FIGURA 4.1.1.h.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+715 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	De	P3	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	De	P4	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	De	P5	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	De
	1	17-10-12	8:00	0,0	857,0597		1	17-10-12	8:00	0,0	857,9193		1	17-10-12	8:00	0,0	857,8475		1	17-10-12	8:00	0,0	857,8642
	2	18-10-12	14:00	0,3	857,0600		2	18-10-12	14:00	0,2	857,9195		2	18-10-12	14:00	-0,1	857,8474		2	18-10-12	14:00	-0,9	857,8633
	3	19-10-12	8:00	-0,9	857,0588		3	19-10-12	8:00	-1,0	857,9183		3	19-10-12	8:00	-0,8	857,8467		3	19-10-12	8:00	-1,4	857,8628
	4	19-10-12	14:00	0,0	857,0597		4	19-10-12	14:00	-0,3	857,919		4	19-10-12	14:00	-0,6	857,8469		4	19-10-12	14:00	-1,3	857,8629
	5	20-10-12	8:00	0,2	857,0599		5	20-10-12	8:00	-0,3	857,919		5	20-10-12	8:00	-0,4	857,8471		5	20-10-12	8:00	-1,2	857,8630
	6	22-10-12	8:00	0,1	857,0598		6	22-10-12	8:00	-0,3	857,919		6	22-10-12	8:00	-0,7	857,8468		6	22-10-12	8:00	-1,8	857,8624
	7	22-10-12	14:00	0,1	857,0598		7	22-10-12	14:00	-0,5	857,9188		7	22-10-12	14:00	-0,9	857,8466		7	22-10-12	14:00	-2,2	857,8620
	8	23-10-12	8:00	-0,1	857,0596		8	23-10-12	8:00	-0,2	857,9191		8	23-10-12	8:00	-0,1	857,8474		8	23-10-12	8:00	-1,5	857,8627
	9	23-10-12	14:00	-0,2	857,0595		9	23-10-12	14:00	-0,6	857,9187		9	23-10-12	14:00	-0,7	857,8468		9	23-10-12	14:00	-2,5	857,8617
	10	24-10-12	8:00	-0,2	857,0595		10	24-10-12	8:00	-0,7	857,9186		10	24-10-12	8:00	-0,7	857,8468		10	24-10-12	8:00	-2,4	857,8618
	11	24-10-12	14:00	-0,1	857,0596		11	24-10-12	14:00	-0,4	857,9189		11	24-10-12	14:00	-0,3	857,8472		11	24-10-12	14:00	-2,3	857,8619
	12	25-10-12	8:00	-0,1	857,0596		12	25-10-12	8:00	-0,8	857,9185		12	25-10-12	8:00	-1,4	857,8461		12	25-10-12	8:00	-3,6	857,8606
	13	26-10-12	8:00	-1,1	857,0586		13	26-10-12	8:00	-2,1	857,9172		13	26-10-12	8:00	-2,0	857,8455		13	26-10-12	8:00	-4,1	857,8601
	14	26-10-12	14:00	-0,9	857,0588		14	26-10-12	14:00	-1,5	857,9178		14	26-10-12	14:00	-1,2	857,8463		14	26-10-12	14:00	-3,9	857,8603
	15	27-10-12	8:00	-1,7	857,0580		15	27-10-12	8:00	-3,0	857,9163		15	27-10-12	8:00	-2,7	857,8448		15	27-10-12	8:00	-4,1	857,8601
	16	29-10-12	8:00	-2,0	857,0577		16	29-10-12	8:00	-3,0	857,9163		16	29-10-12	8:00	-2,7	857,8448		16	29-10-12	8:00	-5,2	857,8590
	17	29-10-12	14:00	-0,8	857,0589		17	29-10-12	14:00	-1,8	857,9175		17	29-10-12	14:00	-1,3	857,8462		17	29-10-12	14:00	-3,9	857,8603
	18	30-10-12	8:00	-1,9	857,0578		18	30-10-12	8:00	-3,6	857,9157		18	30-10-12	8:00	-3,5	857,8440		18	30-10-12	8:00	-5,3	857,8589
	19	30-10-12	14:00	-1,5	857,0582		19	30-10-12	14:00	-3,1	857,9162		19	30-10-12	14:00	-2,8	857,8447		19	30-10-12	14:00	-5,3	857,8589
	20	31-10-12	8:00	-3,0	857,0567		20	31-10-12	8:00	-4,2	857,9151		20	31-10-12	8:00	-4,4	857,8431		20	31-10-12	8:00	-7,0	857,8572
	21	01-11-12	8:00	-2,2	857,0575		21	01-11-12	8:00	-3,6	857,9157		21	01-11-12	8:00	-3,5	857,8440		21	01-11-12	8:00	-6,2	857,8580
	22	02-11-12	8:00	-2,2	857,0575		22	02-11-12	8:00	-3,6	857,9157		22	02-11-12	8:00	-3,8	857,8437		22	02-11-12	8:00	-6,3	857,8579
	23	03-11-12	8:00	-2,6	857,0571		23	03-11-12	8:00	-3,8	857,9155		23	03-11-12	8:00	-3,7	857,8438		23	03-11-12	8:00	-6,6	857,8576
	24	05-11-12	8:00	-2,2	857,0575		24	05-11-12	8:00	-3,8	857,9155		24	05-11-12	8:00	-4,1	857,8434		24	05-11-12	8:00	-6,9	857,8573
	25	05-11-12	14:00	-1,7	857,0580		25	05-11-12	14:00	-3,2	857,9161		25	05-11-12	14:00	-3,2	857,8443		25	05-11-12	14:00	-5,9	857,8583
	26	06-11-12	8:00	-2,2	857,0575		26	06-11-12	8:00	-3,4	857,9159		26	06-11-12	8:00	-3,6	857,8439		26	06-11-12	8:00	-6,7	857,8575
	27	06-11-12	14:00	-1,8	857,0579		27	06-11-12	14:00	-3,3	857,916		27	06-11-12	14:00	-3,4	857,8441		27	06-11-12	14:00	-6,3	857,8579
	28	07-11-12	8:00	-2,1	857,0576		28	07-11-12	8:00	-3,7	857,9156		28	07-11-12	8:00	-3,8	857,8437		28	07-11-12	8:00	-6,6	857,8576
	29	07-11-12	14:00	-1,9	857,0578		29	07-11-12	14:00	-3,3	857,916		29	07-11-12	14:00	-3,3	857,8442		29	07-11-12	14:00	-6,4	857,8578
	30	08-11-12	8:00	-2,0	857,0577		30	08-11-12	8:00	-3,3	857,916		30	08-11-12	8:00	-3,3	857,8442		30	08-11-12	8:00	-6,3	857,8579
	31	08-11-12	14:00	-2,7	857,0570		31	08-11-12	14:00	-3,9	857,9154		31	08-11-12	14:00	-3,8	857,8437		31	08-11-12	14:00	-6,7	857,8575
	32	09-11-12	14:00	-2,6	857,0571		32	09-11-12	14:00	-4,4	857,9149		32	09-11-12	14:00	-4,2	857,8433		32	09-11-12	14:00	-7,2	857,8570
	33	12-11-12	8:00	-2,7	857,0570		33	12-11-12	8:00	-4,3	857,915		33	12-11-12	8:00	-4,8	857,8427		33	12-11-12	8:00	-7,6	857,8566
	34	24-11-12	8:00	-2,6	857,0571		34	24-11-12	8:00	-4,3	857,915		34	24-11-12	8:00	-4,0	857,8435		34	24-11-12	8:00	-6,9	857,8573
	35	29-11-12	8:00	-2,8	857,0569		35	29-11-12	8:00	-4,1	857,9152		35	29-11-12	8:00	-4,1	857,8434		35	29-11-12	8:00	-6,7	857,8575
	36	29-11-12	14:00	-3,3	857,0564		36	29-11-12	14:00	-4,4	857,9149		36	29-11-12	14:00	-3,6	857,8439		36	29-11-12	14:00	-7,2	857,8570
	37	30-11-12	8:00	-2,7	857,0570		37	30-11-12	8:00	-3,9	857,9154		37	30-11-12	8:00	-3,9	857,8436		37	30-11-12	8:00	-6,7	857,8575
	38	30-11-12	14:00	-2,9	857,0568		38	30-11-12	14:00	-3,9	857,9154		38	30-11-12	14:00	-3,7	857,8438		38	30-11-12	14:00	-6,7	857,8575
	39	03-12-12	8:00	-3,1	857,0566		39	03-12-12	8:00	-4,2	857,9151		39	03-12-12	8:00	-4,0	857,8435		39	03-12-12	8:00	-6,9	857,8573
	40	03-12-12	14:00	-3,3	857,0564		40	03-12-12	14:00	-4,5	857,9148		40	03-12-12	14:00	-4,5	857,8430		40	03-12-12	14:00	-7,4	857,8568
	41	04-12-12	14:00	-2,7	857,0570		41	04-12-12	14:00	-4,2	857,9151		41	04-12-12	14:00	-4,1	857,8434		41	04-12-12	14:00	-7,1	857,8571
	42	05-12-12	8:00	-2,8	857,0569		42	05-12-12	8:00	-4,4	857,9149		42	05-12-12	8:00	-4,5	857,8430		42	05-12-12	8:00	-7,3	857,8569
	43	05-12-12	14:00	-2,7	857,0570		43	05-12-12	14:00	-4,3	857,915		43	05-12-12	14:00	-4,3	857,8432		43	05-12-12	14:00	-7,3	857,8569
	44	06-12-12	8:00	-2,6	857,0571		44	06-12-12	8:00	-4,2	857,9151		44	06-12-12	8:00	-3,9	857,8436		44	06-12-12	8:00	-6,9	857,8573
	45	06-12-12	14:00	-2,4	857,0573		45	06-12-12	14:00	-3,8	857,9155		45	06-12-12	14:00	-3,8	857,8437		45	06-12-12	14:00	-6,7	857,8575
	46	07-12-12	8:00	-3,1	857,0566		46	07-12-12	8:00	-4,9	857,9144		46	07-12-12	8:00	-5,0	857,8425		46	07-12-12	8:00	-7,7	857,8565
	47	07-12-12	14:00	-4,0	857,0557		47	07-12-12	14:00	-4,6	857,9147		47	07-12-12	14:00	-4,8	857,8427		47	07-12-12	14:00	-7,8	857,8564
	48	10-12-12	8:00	-3,7	857,0560		48	10-12-12	8:00	-5,7	857,9136		48	10-12-12	8:00	-6,3	857,8412		48	10-12-12	8:00	-9,3	857,8549
	49	10-12-12	14:00	-3,0	857,0567		49	10-12-12	14:00	-4,7	857,9146		49	10-12-12	14:00	-5,1	857,8424		49	10-12-12	14:00	-8,1	857,8561
	50	11-12-12	8:00	-4,1	857,0556		50	11-12-12	8:00	-6,7	857,9126		50	11-12-12	8:00	-7,6	857,8399		50	11-12-12	8:00	-10,6	857,8536
	51	11-12-12	14:00	-4,1	857,0556		51	11-12-12	14:00	-6,6	857,9127		51	11-12-12	14:00	-7,8	857,8397		51	11-12-12	14:00	-10,8	857,8534
	52	12-12-12	14:00	-4,4	857,0553		52	12-12-12	14:00	-7,3	857,912		52	12-12-12	14:00	-8,3	857,8392		52	12-12-12	14:00	-10,7	857,8535
	53	13-12-12	14:00	-3,9	857,0558		53	13-12-12	14:00	-6,7	857,9126		53	13-12-12	14:00	-7,5	857,8400		53	13-12-12	14:00	-11,2	857,8530
	54	17-12-12	14:00	-4,4	857,0553		54	17-12-12	14:00	-7,5	857,9118		54	17-12-12	14:00	-8,6	857,8399		54	17-12-12	14:00	-	

SEC: 23+740

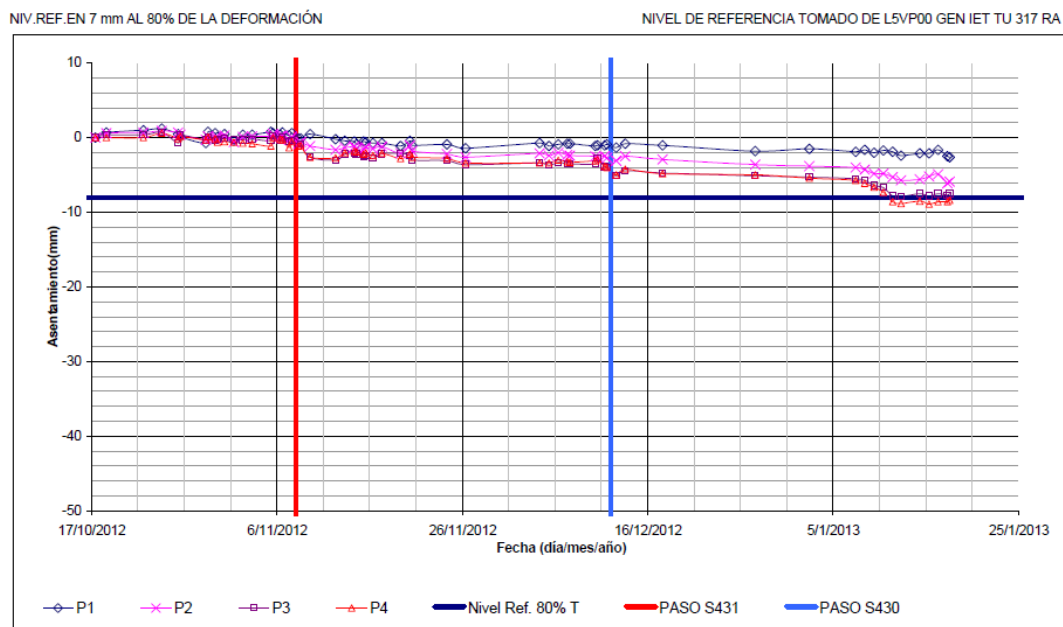
Puntos superficiales y tasómetros



ACTIVIDAD EN OBRA		
1	17/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	8/11/2012	PASO S431
3	12/12/2012	PASO S430

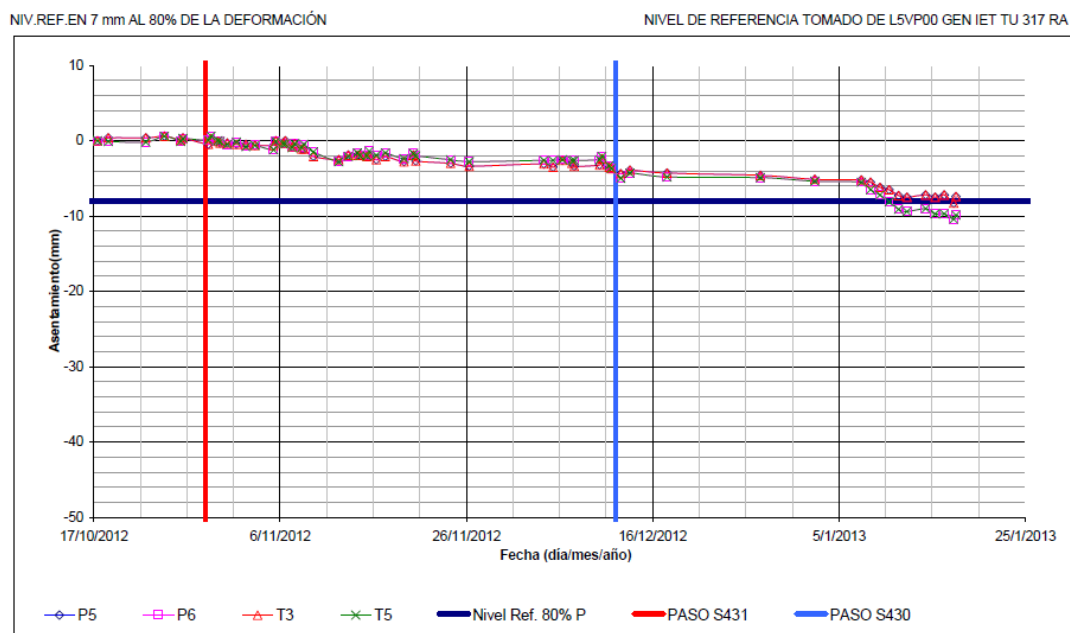
FIGURA 4.1.1.i.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+740 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P1	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P2	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P3	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P4	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	
	1	17-10-12	10:00	0,0	858,0866		1	17-10-12	10:00	0,0	857,9711		1	17-10-12	10:00	0,0	857,9756		1	17-10-12	10:00	0,0	858,0084	
	2	18-10-12	14:00	0,7	858,0873		2	18-10-12	14:00	0,6	857,9717		2	18-10-12	14:00	0,4	857,9760		2	18-10-12	14:00	0,0	858,0084	
	3	22-10-12	14:00	1,0	858,0876		3	22-10-12	14:00	0,7	857,9718		3	22-10-12	14:00	0,4	857,9760		3	22-10-12	14:00	0,0	858,0084	
	4	24-10-12	14:00	1,2	858,0878		4	24-10-12	14:00	0,9	857,9720		4	24-10-12	14:00	0,7	857,9763		4	24-10-12	14:00	0,6	858,0090	
	5	26-10-12	8:00	0,5	858,0871		5	26-10-12	8:00	0,7	857,9718		5	26-10-12	8:00	-0,7	857,9749		5	26-10-12	8:00	-0,1	858,0083	
	6	26-10-12	14:00	0,1	858,0867		6	26-10-12	14:00	0,4	857,9715		6	26-10-12	14:00	0,3	857,9759		6	26-10-12	14:00	0,2	858,0086	
	7	29-10-12	8:00	-0,7	858,0859		7	29-10-12	8:00	-0,3	857,9708		7	29-10-12	8:00	-0,3	857,9753		7	29-10-12	8:00	-0,3	858,0081	
	8	29-10-12	14:00	0,8	858,0874		8	29-10-12	14:00	0,2	857,9713		8	29-10-12	14:00	0,1	857,9757		8	29-10-12	14:00	0,1	858,0085	
	9	30-10-12	8:00	0,6	858,0872		9	30-10-12	8:00	0,0	857,9711		9	30-10-12	8:00	-0,4	857,9752		9	30-10-12	8:00	-0,1	858,0083	
	10	30-10-12	14:00	0,1	858,0867		10	30-10-12	14:00	0,0	857,9711		10	30-10-12	14:00	-0,2	857,9754		10	30-10-12	14:00	-0,6	858,0078	
	11	31-10-12	8:00	0,5	858,0871		11	31-10-12	8:00	0,3	857,9714		11	31-10-12	8:00	-0,1	857,9755		11	31-10-12	8:00	-0,5	858,0079	
	12	01-11-12	8:00	-0,4	858,0862		12	01-11-12	8:00	-0,6	857,9705		12	01-11-12	8:00	-0,3	857,9753		12	01-11-12	8:00	-0,6	858,0078	
	13	02-11-12	8:00	0,4	858,0870		13	02-11-12	8:00	0,1	857,9712		13	02-11-12	8:00	-0,3	857,9753		13	02-11-12	8:00	-0,7	858,0077	
	14	03-11-12	8:00	0,4	858,0870		14	03-11-12	8:00	0,2	857,9713		14	03-11-12	8:00	-0,2	857,9754		14	03-11-12	8:00	-0,8	858,0076	
	15	05-11-12	8:00	0,8	858,0874		15	05-11-12	8:00	0,2	857,9713		15	05-11-12	8:00	-0,4	857,9752		15	05-11-12	8:00	-1,1	858,0073	
	16	05-11-12	14:00	0,6	858,0872		16	05-11-12	14:00	0,5	857,9716		16	05-11-12	14:00	0,2	857,9758		16	05-11-12	14:00	0,0	858,0084	
	17	06-11-12	8:00	0,4	858,0870		17	06-11-12	8:00	0,2	857,9713		17	06-11-12	8:00	-0,3	857,9753		17	06-11-12	8:00	-0,2	858,0082	
	18	06-11-12	14:00	0,7	858,0873		18	06-11-12	14:00	0,3	857,9714		18	06-11-12	14:00	0,0	857,9756		18	06-11-12	14:00	-0,3	858,0081	
	19	07-11-12	8:00	0,3	858,0869		19	07-11-12	8:00	-0,3	857,9708		19	07-11-12	8:00	-0,6	857,9750		19	07-11-12	8:00	-1,3	858,0071	
	20	07-11-12	14:00	0,6	858,0872		20	07-11-12	14:00	0,1	857,9712		20	07-11-12	14:00	-0,4	857,9752		20	07-11-12	14:00	-0,5	858,0079	
	21	08-11-12	8:00	-0,1	858,0865		21	08-11-12	8:00	-0,8	857,9703		21	08-11-12	8:00	-1,2	857,9744		21	08-11-12	8:00	-1,1	858,0073	
	22	08-11-12	14:00	-0,1	858,0865		22	08-11-12	14:00	-0,6	857,9705		22	08-11-12	14:00	-0,8	857,9748		22	08-11-12	14:00	-1,0	858,0074	
	23	09-11-12	14:00	0,5	858,0871		23	09-11-12	14:00	-1,1	857,9700		23	09-11-12	14:00	-2,6	857,9730		23	09-11-12	14:00	-2,6	858,0058	
	24	12-11-12	8:00	-0,2	858,0864		24	12-11-12	8:00	-1,6	857,9695		24	12-11-12	8:00	-3,0	857,9726		24	12-11-12	8:00	-2,7	858,0057	
	25	13-11-12	8:00	-0,4	858,0862		25	13-11-12	8:00	-1,3	857,9698		25	13-11-12	8:00	-2,2	857,9734		25	13-11-12	8:00	-2,0	858,0064	
	26	14-11-12	8:00	-0,5	858,0861		26	14-11-12	8:00	-1,2	857,9699		26	14-11-12	8:00	-2,1	857,9735		26	14-11-12	8:00	-1,8	858,0066	
	27	14-11-12	14:00	-0,9	858,0857		27	14-11-12	14:00	-1,4	857,9697		27	14-11-12	14:00	-2,2	857,9734		27	14-11-12	14:00	-1,9	858,0065	
	28	15-11-12	8:00	-0,5	858,0861		28	15-11-12	8:00	-1,5	857,9696		28	15-11-12	8:00	-2,6	857,9730		28	15-11-12	8:00	-2,2	858,0062	
	29	15-11-12	14:00	-0,6	858,0860		29	15-11-12	14:00	-1,3	857,9698		29	15-11-12	14:00	-2,4	857,9732		29	15-11-12	14:00	-2,0	858,0064	
	30	16-11-12	8:00	-0,7	858,0859		30	16-11-12	8:00	-1,5	857,9696		30	16-11-12	8:00	-2,8	857,9728		30	16-11-12	8:00	-2,4	858,0060	
	31	17-11-12	8:00	-0,7	858,0859		31	17-11-12	8:00	-1,2	857,9699		31	17-11-12	8:00	-2,2	857,9734		31	17-11-12	8:00	-2,1	858,0063	
	32	19-11-12	8:00	-1,1	858,0855		32	19-11-12	8:00	-2,1	857,9690		32	19-11-12	8:00	-2,1	857,9735		32	19-11-12	8:00	-2,8	858,0056	
	33	20-11-12	8:00	-0,4	858,0862		33	20-11-12	8:00	-1,0	857,9701		33	20-11-12	8:00	-2,4	857,9732		33	20-11-12	8:00	-2,2	858,0062	
	34	20-11-12	14:00	-1,0	858,0856		34	20-11-12	14:00	-1,8	857,9693		34	20-11-12	14:00	-3,0	857,9726		34	20-11-12	14:00	-2,6	858,0058	
	35	24-11-12	8:00	-0,9	858,0857		35	24-11-12	8:00	-2,2	857,9689		35	24-11-12	8:00	-3,1	857,9725		35	24-11-12	8:00	-2,8	858,0056	
	36	26-11-12	8:00	-1,4	858,0852		36	26-11-12	8:00	-2,6	857,9685		36	26-11-12	8:00	-3,6	857,9720		36	26-11-12	8:00	-3,4	858,0050	
	37	04-12-12	8:00	-0,7	858,0859		37	04-12-12	8:00	-2,1	857,9690		37	04-12-12	8:00	-3,4	857,9722		37	04-12-12	8:00	-3,4	858,0050	
	38	05-12-12	8:00	-1,1	858,0855		38	05-12-12	8:00	-2,4	857,9687		38	05-12-12	8:00	-3,7	857,9719		38	05-12-12	8:00	-3,4	858,0050	
	39	06-12-12	8:00	-0,9	858,0857		39	06-12-12	8:00	-2,0	857,9691		39	06-12-12	8:00	-3,3	857,9723		39	06-12-12	8:00	-3,0	858,0054	
	40	07-12-12	8:00	-0,8	858,0858		40	07-12-12	8:00	-2,3	857,9688		40	07-12-12	8:00	-3,5	857,9721		40	07-12-12	8:00	-3,2	858,0052	
	41	07-12-12	14:00	-0,8	858,0858		41	07-12-12	14:00	-2,4	857,9687		41	07-12-12	14:00	-3,5	857,9721		41	07-12-12	14:00	-3,3	858,0051	
	42	10-12-12	8:00	-1,1	858,0855		42	10-12-12	8:00	-2,5	857,9686		42	10-12-12	8:00	-3,5	857,9721		42	10-12-12	8:00	-3,1	858,0053	
	43	10-12-12	14:00	-1,0	858,0856		43	10-12-12	14:00	-2,6	857,9685		43	10-12-12	14:00	-2,8	857,9728		43	10-12-12	14:00	-2,9	858,0055	
	44	11-12-12	8:00	-1,0	858,0856		44	11-12-12	8:00	-2,5	857,9686		44	11-12-12	8:00	-3,9	857,9717		44	11-12-12	8:00	-3,8	858,0046	
	45	11-12-12	14:00	-0,9	858,0857		45	11-12-12	14:00	-2,7	857,9684		45	11-12-12	14:00	-4,0	857,9716		45	11-12-12	14:00	-4,0	858,0044	
	46	12-12-12	14:00	-1,3	858,0853		46	12-12-12	14:00	-3,1	857,9680		46	12-12-12	14:00	-5,1	857,9705		46	12-12-12	14:00	-5,0	858,0034	
	47	13-12-12	14:00	-0,8	858,0858		47	13-12-12	14:00	-2,5	857,9686		47	13-12-12	14:00	-4,4	857,9712		47	13-12-12	14:00	-4,2	858,0042	
	48	17-12-12	14:00	-1,0	858,0856		48	17-12-12	14:00	-2,9	857,9682		48	17-12-12	14:00	-4,7	857,9709		48	17-12-12	14:00	-4,8	858,0036	
	49	27-12-12	14:00	-1,8	858,0848		49	27-12-12	14:00	-3,6	857,9675		49	27-12-12	14:00	-5,1	857,9705		49	27-12-12	14:00	-5,0	858,0034	
	50	02-01-13	10:00	-1,5	858,0851		50	02-01-13	10:00	-3,8	857,9673		50	02-01-13	10:00	-5,3	857,9703		50	02-01-13	10:00	-5,4	858,0030	
	51	07-01-13	10:00	-1,9	858,0847		51	07-01-13	10:00	-4,0	857,9671		51	07-01-13	10:00	-5,5	857,9701		51	07-01-13	10:00	-5,7	858,0027	
	52	08-01-13	10:00	-1,6	858,0850		52	08-01-13	10:00	-4,3	857,9668		52	08-01-13	10:00	-5,7	857,9699		52	08-01-13	10:00	-6,1	858,0023	
	53	09-01-13	10:00	-2,0	858,0846		53	09-01-13	10:00	-4,8	857,9663		53	09-01-13	10:00	-6,4	857,9692		53	09-01-13	10:00	-6,6	85	



GRAFICA 4.1.1.1.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

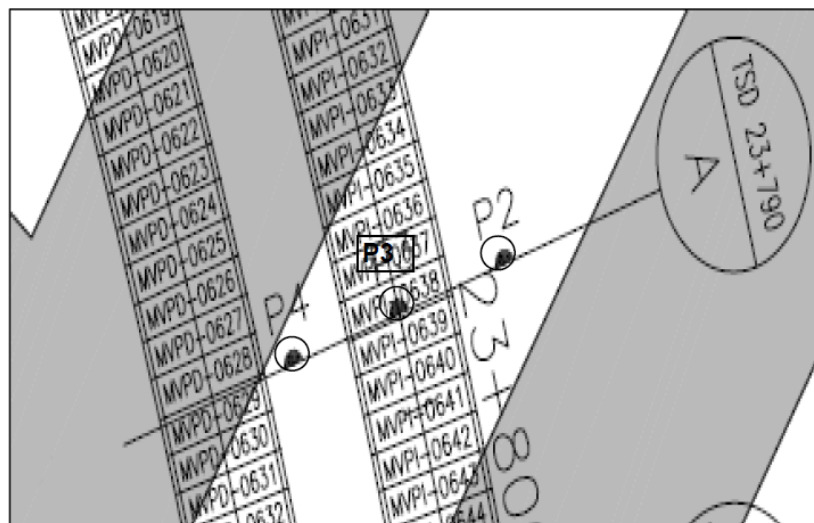
P5					P6					T3					T5				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	17-10-12	10:00	0,0	857,9837	1	17-10-12	10:00	0,0	857,8643	1	17-10-12	10:00	0,0	858,1104	1	17-10-12	10:00	0,0	857,7561
2	18-10-12	14:00	0,0	857,9837	2	18-10-12	14:00	0,0	857,8643	2	18-10-12	14:00	0,4	858,1108	2	18-10-12	14:00	-0,1	857,7560
3	22-10-12	14:00	0,0	857,9837	3	22-10-12	14:00	0,0	857,8643	3	22-10-12	14:00	0,4	858,1108	3	22-10-12	14:00	-0,2	857,7559
4	24-10-12	14:00	0,7	857,9844	4	24-10-12	14:00	0,6	857,8649	4	24-10-12	14:00	0,6	858,1110	4	24-10-12	14:00	0,6	857,7567
5	26-10-12	8:00	0,0	857,9837	5	26-10-12	8:00	0,1	857,8644	5	26-10-12	8:00	0,1	858,1105	5	26-10-12	8:00	-0,1	857,7560
6	26-10-12	14:00	0,4	857,9841	6	26-10-12	14:00	0,6	857,8649	6	26-10-12	14:00	0,4	858,1108	6	26-10-12	14:00	0,3	857,7564
7	29-10-12	8:00	1,1	857,9848	7	29-10-12	8:00	0,4	857,8647	7	29-10-12	8:00	-0,5	858,1099	7	29-10-12	8:00	0,1	857,7562
8	29-10-12	14:00	0,6	857,9843	8	29-10-12	14:00	0,9	857,8652	8	29-10-12	14:00	0,3	858,1107	8	29-10-12	14:00	0,6	857,7567
9	30-10-12	8:00	-0,2	857,9835	9	30-10-12	8:00	0,3	857,8646	9	30-10-12	8:00	-0,1	858,1103	9	30-10-12	8:00	0,0	857,7561
10	30-10-12	14:00	-1,2	857,9825	10	30-10-12	14:00	0,0	857,8643	10	30-10-12	14:00	-0,3	858,1101	10	30-10-12	14:00	-0,1	857,7560
11	31-10-12	8:00	-0,5	857,9832	11	31-10-12	8:00	-0,3	857,864	11	31-10-12	8:00	-0,3	858,1101	11	31-10-12	8:00	-0,5	857,7566
12	01-11-12	8:00	-0,2	857,9835	12	01-11-12	8:00	0,1	857,8644	12	01-11-12	8:00	-0,5	858,1099	12	01-11-12	8:00	-0,2	857,7569
13	02-11-12	8:00	-0,7	857,9830	13	02-11-12	8:00	-0,4	857,8639	13	02-11-12	8:00	-0,5	858,1099	13	02-11-12	8:00	-0,8	857,7553
14	03-11-12	8:00	-0,6	857,9831	14	03-11-12	8:00	0,0	857,8643	14	03-11-12	8:00	-0,6	858,1098	14	03-11-12	8:00	-0,6	857,7555
15	05-11-12	8:00	-1,2	857,9825	15	05-11-12	8:00	-0,7	857,8636	15	05-11-12	8:00	-0,6	858,1098	15	05-11-12	8:00	-1,2	857,7549
16	05-11-12	14:00	-0,2	857,9835	16	05-11-12	14:00	0,1	857,8644	16	05-11-12	14:00	0,0	858,1104	16	05-11-12	14:00	-0,1	857,7560
17	06-11-12	8:00	-0,4	857,9833	17	06-11-12	8:00	-0,2	857,8641	17	06-11-12	8:00	-0,3	858,1101	17	06-11-12	8:00	-0,4	857,7557
18	06-11-12	14:00	-0,3	857,9834	18	06-11-12	14:00	-0,1	857,8642	18	06-11-12	14:00	0,0	858,1104	18	06-11-12	14:00	-0,4	857,7557
19	07-11-12	8:00	-0,8	857,9829	19	07-11-12	8:00	-0,5	857,8638	19	07-11-12	8:00	-0,8	858,1096	19	07-11-12	8:00	-0,9	857,7552
20	07-11-12	14:00	-0,2	857,9835	20	07-11-12	14:00	0,1	857,8644	20	07-11-12	14:00	-0,4	858,1100	20	07-11-12	14:00	-0,4	857,7557
21	08-11-12	8:00	-0,6	857,9831	21	08-11-12	8:00	-0,1	857,8642	21	08-11-12	8:00	-1,1	858,1093	21	08-11-12	8:00	-0,9	857,7552
22	08-11-12	14:00	-0,3	857,9834	22	08-11-12	14:00	0,2	857,8645	22	08-11-12	14:00	-1,1	858,1093	22	08-11-12	14:00	-0,5	857,7556
23	09-11-12	14:00	-2,1	857,9816	23	09-11-12	14:00	-1,4	857,8629	23	09-11-12	14:00	-2,1	858,1083	23	09-11-12	14:00	-1,5	857,7548
24	12-11-12	8:00	-2,5	857,9812	24	12-11-12	8:00	-1,6	857,8627	24	12-11-12	8:00	-2,5	858,1079	24	12-11-12	8:00	-2,8	857,7533
25	13-11-12	8:00	-1,7	857,9820	25	13-11-12	8:00	-0,7	857,8636	25	13-11-12	8:00	-1,9	858,1085	25	13-11-12	8:00	-2,1	857,7540
26	14-11-12	8:00	-1,4	857,9823	26	14-11-12	8:00	-0,7	857,8636	26	14-11-12	8:00	-1,9	858,1085	26	14-11-12	8:00	-1,6	857,7545
27	14-11-12	14:00	-1,6	857,9821	27	14-11-12	14:00	-0,7	857,8636	27	14-11-12	14:00	-1,9	858,1085	27	14-11-12	14:00	-2,0	857,7541
28	15-11-12	8:00	-1,8	857,9819	28	15-11-12	8:00	-0,9	857,8634	28	15-11-12	8:00	-2,1	858,1083	28	15-11-12	8:00	-2,0	857,7541
29	15-11-12	14:00	-1,3	857,9824	29	15-11-12	14:00	-0,6	857,8637	29	15-11-12	14:00	-2,0	858,1084	29	15-11-12	14:00	-1,4	857,7547
30	16-11-12	8:00	-1,9	857,9818	30	16-11-12	8:00	-1,1	857,8632	30	16-11-12	8:00	-2,5	858,1079	30	16-11-12	8:00	-1,9	857,7542
31	17-11-12	8:00	-1,2	857,9825	31	17-11-12	8:00	-0,8	857,8635	31	17-11-12	8:00	-2,1	858,1083	31	17-11-12	8:00	-1,6	857,7545
32	19-11-12	8:00	-2,2	857,9815	32	19-11-12	8:00	-1,2	857,8631	32	19-11-12	8:00	-2,8	858,1076	32	19-11-12	8:00	-2,4	857,7537
33	20-11-12	8:00	-1,4	857,9823	33	20-11-12	8:00	-0,7	857,8636	33	20-11-12	8:00	-1,9	858,1085	33	20-11-12	8:00	-1,7	857,7544
34	20-11-12	14:00	-1,8	857,9819	34	20-11-12	14:00	-1,0	857,8633	34	20-11-12	14:00	-2,7	858,1077	34	20-11-12	14:00	-2,0	857,7541
35	24-11-12	8:00	-2,4	857,9813	35	24-11-12	8:00	-1,3	857,863	35	24-11-12	8:00	-3,0	858,1074	35	24-11-12	8:00	-2,5	857,7536
36	26-11-12	8:00	-2,7	857,9810	36	26-11-12	8:00	-1,4	857,8629	36	26-11-12	8:00	-3,4	858,1070	36	26-11-12	8:00	-2,8	857,7533
37	04-12-12	8:00	-2,8	857,9809	37	04-12-12	8:00	-1,6	857,8627	37	04-12-12	8:00	-3,1	858,1073	37	04-12-12	8:00	-2,6	857,7535
38	05-12-12	8:00	-2,8	857,9809	38	05-12-12	8:00	-1,6	857,8627	38	05-12-12	8:00	-3,5	858,1069	38	05-12-12	8:00	-2,6	857,7535
39	06-12-12	8:00	-2,3	857,9814	39	06-12-12	8:00	-1,3	857,863	39	06-12-12	8:00	-2,6	858,1078	39	06-12-12	8:00	-2,5	857,7536
40	07-12-12	8:00	-2,4	857,9813	40	07-12-12	8:00	-1,5	857,8628	40	07-12-12	8:00	-3,0	858,1074	40	07-12-12	8:00	-2,6	857,7535
41	07-12-12	14:00	-2,6	857,9811	41	07-12-12	14:00	-1,5	857,8628	41	07-12-12	14:00	-3,4	858,1070	41	07-12-12	14:00	-2,6	857,7535
42	10-12-12	8:00	-2,5	857,9812	42	10-12-12	8:00	-1,6	857,8627	42	10-12-12	8:00	-3,2	858,1072	42	10-12-12	8:00	-2,5	857,7536
43	10-12-12	14:00	-2,2	857,9815	43	10-12-12	14:00	-1,3	857,863	43	10-12-12	14:00	-2,4	858,1080	43	10-12-12	14:00	-2,1	857,7540
44	11-12-12	8:00	-3,2	857,9805	44	11-12-12	8:00	-1,9	857,8624	44	11-12-12	8:00	-3,5	858,1069	44	11-12-12	8:00	-3,3	857,7528
45	11-12-12	14:00	-3,5	857,9802	45	11-12-12	14:00	-2,4	857,8619	45	11-12-12	14:00	-3,7	858,1067	45	11-12-12	14:00	-3,7	857,7524
46	12-12-12	14:00	-4,5	857,9792	46	12-12-12	14:00	-3,1	857,8612	46	12-12-12	14:00	-4,4	858,1060	46	12-12-12	14:00	-5,0	857,7511
47	13-12-12	14:00	-3,5	857,9802	47	13-12-12	14:00	-2,4	857,8619	47	13-12-12	14:00	-3,9	858,1065	47	13-12-12	14:00	-4,3	857,7518
48	17-12-12	14:00	-4,1	857,9796	48	17-12-12	14:00	-3,0	857,8613	48	17-12-12	14:00	-4,3	858,1061	48	17-12-12	14:00	-4,8	857,7513
49	27-12-12	14:00	-4,4	857,9793	49	27-12-12	14:00	-3,1	857,8612	49	27-12-12	14:00	-4,6	858,1058	49	27-12-12	14:00	-4,9	857,7512
50	02-01-13	10:00	-4,9	857,9788	50	02-01-13	10:00	-3,1	857,8612	50	02-01-13	10:00	-5,1	858,1053	50	02-01-13	10:00	-5,4	857,7507
51	07-01-13	10:00	-5,1	857,9786	51	07-01-13	10:00	-3,5	857,8608	51	07-01-13	10:00	-5,2	858,1052	51	07-01-13	10:00	-5,5	857,7506
52	08-01-13	10:00	-5,5	857,9782	52	08-01-13	10:00	-3,8	857,8605	52	08-01-13	10:00	-5,5	858,1049	52	08-01-13	10:00	-6,5	857,7496
53	09-01-13	10:00	-6,0	857,9777	53	09-01-13	10:00	-4,4	857,8599	53	09-01-13	10:00	-6,2	858,1042	53	09-01-13	10:00	-7,2	857,7489
54	10-01-13	10:00	-6,7	857,9770	54	10-01-13	10:00	-5,6	857,8587	54	10-01-13	10:00	-6,5	858,1039	54	10-01-13	10:00	-8,1	857,7480
55	1																		



GRAFICA 4.1.1.m.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+790

Puntos superficiales

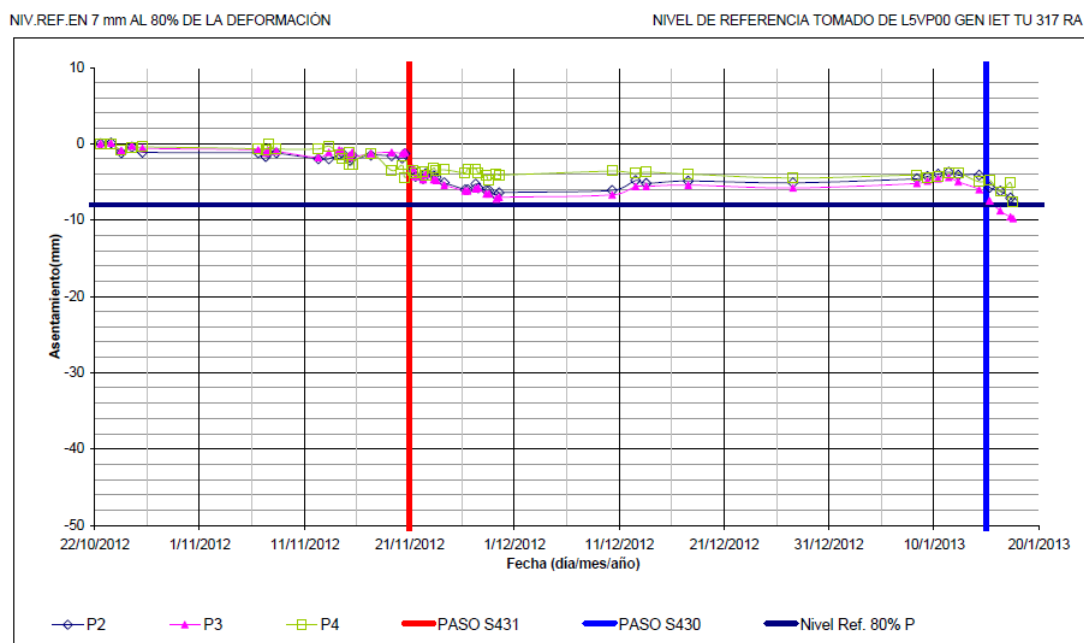


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	22/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	21/11/2012	PASO S431
3	15/1/2013	PASO S430

FIGURA 4.1.1.j.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+790 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación A acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación A acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación A acumulada	Dato
1	22-10-12	13:30	0,0	859,0484	1	22-10-12	13:30	0,0	859,073	1	22-10-12	13:30	0,0	859,0383
2	23-10-12	13:30	0,1	859,0485	2	23-10-12	13:30	0,1	859,0731	2	23-10-12	13:30	0,0	859,0383
3	24-10-12	13:30	-1,2	859,0472	3	24-10-12	13:30	-0,9	859,0721	3	24-10-12	13:30	-1,3	859,0370
4	25-10-12	13:30	-0,4	859,0480	4	25-10-12	13:30	-0,3	859,0727	4	25-10-12	13:30	-0,6	859,0377
5	26-10-12	13:30	-1,1	859,0473	5	26-10-12	13:30	-0,6	859,0724	5	26-10-12	13:30	-1,2	859,0371
6	06-11-12	14:00	-1,2	859,0472	6	06-11-12	14:00	-0,8	859,0722	6	06-11-12	14:00	-1,7	859,0366
7	07-11-12	8:00	-1,7	859,0467	7	07-11-12	8:00	-1,2	859,0718	7	07-11-12	8:00	-2,2	859,0361
8	07-11-12	14:00	-1,2	859,0472	8	07-11-12	14:00	-0,9	859,0721	8	07-11-12	14:00	-1,8	859,0365
9	08-11-12	8:00	-1,2	859,0472	9	08-11-12	8:00	-1,0	859,072	9	08-11-12	8:00	-2,0	859,0363
10	12-11-12	8:00	-2,0	859,0464	10	12-11-12	8:00	-1,8	859,0712	10	12-11-12	8:00	-2,6	859,0357
11	13-11-12	8:00	-2,0	859,0464	11	13-11-12	8:00	-1,1	859,0719	11	13-11-12	8:00	-2,2	859,0361
12	14-11-12	8:00	-1,4	859,0470	12	14-11-12	8:00	-0,8	859,0722	12	14-11-12	8:00	-1,9	859,0364
13	14-11-12	14:00	-1,2	859,0472	13	14-11-12	14:00	-1,0	859,072	13	14-11-12	14:00	-1,9	859,0364
14	15-11-12	8:00	-1,8	859,0466	14	15-11-12	8:00	-1,5	859,0715	14	15-11-12	8:00	-2,4	859,0359
15	15-11-12	14:00	-1,5	859,0469	15	15-11-12	14:00	-1,1	859,0719	15	15-11-12	14:00	-2,1	859,0362
16	15-11-12	8:00	-2,2	859,0462	16	15-11-12	8:00	-1,8	859,0712	16	15-11-12	8:00	-2,7	859,0356
17	17-11-12	8:00	-1,5	859,0469	17	17-11-12	8:00	-1,3	859,0717	17	17-11-12	8:00	-2,4	859,0359
18	19-11-12	8:00	-1,6	859,0468	18	19-11-12	8:00	-1,1	859,0719	18	19-11-12	8:00	-2,2	859,0361
19	20-11-12	8:00	-1,9	859,0465	19	20-11-12	8:00	-1,3	859,0717	19	20-11-12	8:00	-2,6	859,0357
20	20-11-12	14:00	-1,3	859,0471	20	20-11-12	14:00	-1,1	859,0719	20	20-11-12	14:00	-2,1	859,0362
21	21-11-12	8:00	-3,5	859,0449	21	21-11-12	8:00	-3,2	859,0698	21	21-11-12	8:00	-4,3	859,0340
22	21-11-12	14:00	-4,3	859,0441	22	21-11-12	14:00	-4,3	859,0687	22	21-11-12	14:00	-5,1	859,0332
23	22-11-12	8:00	-4,6	859,0438	23	22-11-12	8:00	-4,7	859,0683	23	22-11-12	8:00	-5,4	859,0329
24	22-11-12	14:00	-3,9	859,0445	24	22-11-12	14:00	-4,0	859,069	24	22-11-12	14:00	-4,6	859,0337
25	23-11-12	8:00	-4,2	859,0442	25	23-11-12	8:00	-4,7	859,0683	25	23-11-12	8:00	-5,2	859,0331
26	23-11-12	14:00	-4,4	859,0440	26	23-11-12	14:00	-4,8	859,0682	26	23-11-12	14:00	-5,4	859,0329
27	24-11-12	8:00	-5,1	859,0433	27	24-11-12	8:00	-5,4	859,0676	27	24-11-12	8:00	-6,0	859,0323
28	26-11-12	8:00	-6,0	859,0424	28	26-11-12	8:00	-6,2	859,0668	28	26-11-12	8:00	-7,0	859,0313
29	26-11-12	14:00	-6,0	859,0424	29	26-11-12	14:00	-6,2	859,0668	29	26-11-12	14:00	-7,0	859,0313
30	27-11-12	8:00	-5,3	859,0431	30	27-11-12	8:00	-5,9	859,0671	30	27-11-12	8:00	-6,3	859,0320
31	27-11-12	14:00	-5,8	859,0426	31	27-11-12	14:00	-5,8	859,0672	31	27-11-12	14:00	-6,5	859,0318
32	28-11-12	8:00	-6,1	859,0423	32	28-11-12	8:00	-6,6	859,0664	32	28-11-12	8:00	-7,1	859,0312
33	28-11-12	14:00	-6,1	859,0423	33	28-11-12	14:00	-6,6	859,0664	33	28-11-12	14:00	-7,1	859,0312
34	29-11-12	8:00	-6,8	859,0416	34	29-11-12	8:00	-7,2	859,0658	34	29-11-12	8:00	-7,8	859,0305
35	29-11-12	14:00	-6,4	859,0420	35	29-11-12	14:00	-7,0	859,066	35	29-11-12	14:00	-7,4	859,0309
36	10-12-12	8:00	-6,1	859,0423	36	10-12-12	8:00	-6,7	859,0663	36	10-12-12	8:00	-7,3	859,0310
37	12-12-12	14:00	-4,8	859,0436	37	12-12-12	14:00	-5,6	859,0674	37	12-12-12	14:00	-5,8	859,0325
38	13-12-12	14:00	-5,2	859,0432	38	13-12-12	14:00	-5,6	859,0674	38	13-12-12	14:00	-6,1	859,0322
39	17-12-12	14:00	-4,9	859,0435	39	17-12-12	14:00	-5,4	859,0676	39	17-12-12	14:00	-5,5	859,0328
40	27-12-12	14:00	-5,1	859,0433	40	27-12-12	14:00	-5,8	859,0672	40	27-12-12	14:00	-6,3	859,0320
41	08-01-13	10:00	-4,6	859,0438	41	08-01-13	10:00	-5,2	859,0678	41	08-01-13	10:00	-5,8	859,0325
42	09-01-13	10:00	-4,3	859,0441	42	09-01-13	10:00	-4,9	859,0681	42	09-01-13	10:00	-5,0	859,0333
43	10-01-13	10:00	-4,0	859,0444	43	10-01-13	10:00	-4,6	859,0684	43	10-01-13	10:00	-4,8	859,0335
44	11-01-13	10:00	-3,7	859,0447	44	11-01-13	10:00	-4,4	859,0686	44	11-01-13	10:00	-4,5	859,0338
45	12-01-13	8:00	-4,1	859,0443	45	12-01-13	8:00	-5,0	859,068	45	12-01-13	8:00	-5,3	859,0330
46	14-01-13	8:00	-4,1	859,0443	46	14-01-13	8:00	-6,0	859,067	46	14-01-13	8:00	-6,6	859,0317
47	15-01-13	8:00	-5,7	859,0427	47	15-01-13	8:00	-7,5	859,0655	47	15-01-13	8:00	-8,2	859,0301
48	16-01-13	8:00	-6,2	859,0422	48	16-01-13	8:00	-8,8	859,0642	48	16-01-13	8:00	-8,9	859,0294
49	17-01-13	8:00	-7,1	859,0413	49	17-01-13	8:00	-9,6	859,0634	49	17-01-13	8:00	-10,6	859,0277
50	17-01-13	14:00	-7,6	859,0408	50	17-01-13	14:00	-9,8	859,0632	50	17-01-13	14:00	-11,2	859,0271

TABLA 4.1.1.n.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.n.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+815

Puntos superficiales

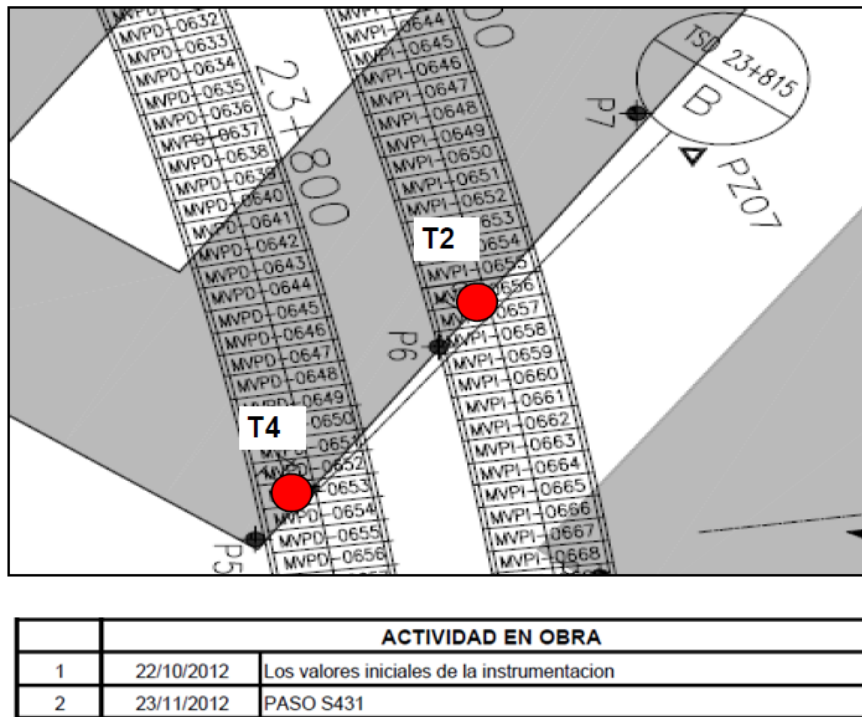
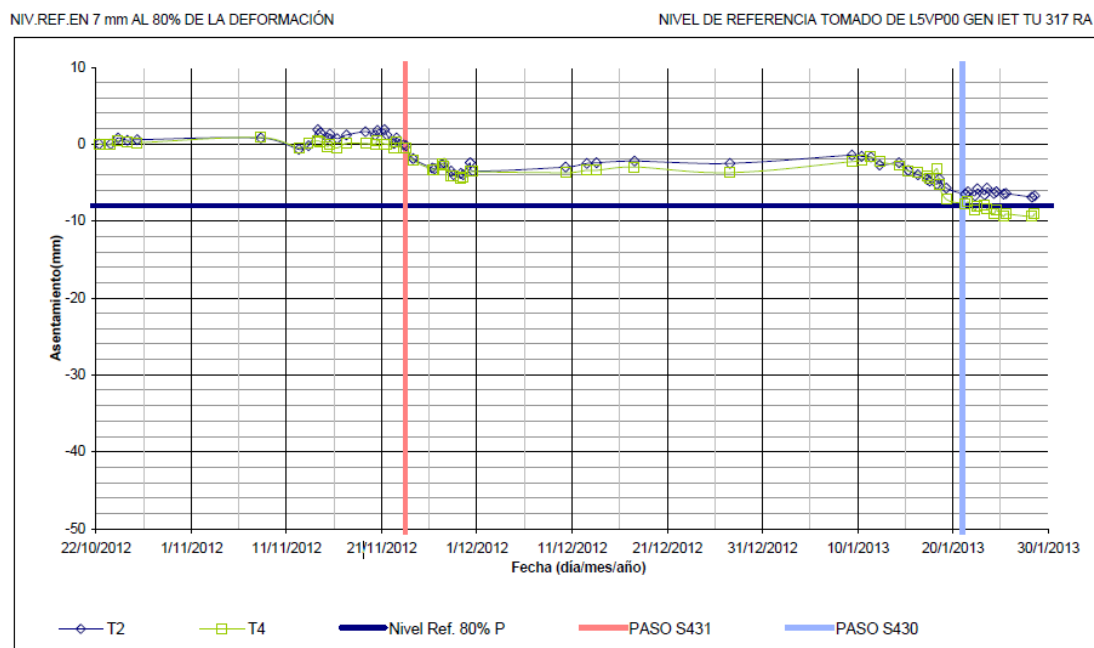


FIGURA 4.1.1.k.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+815 del alineamiento Proyecto Línea 5.

T2					T4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	22-10-12	8:00	0,0	859,0077	1	22-10-12	8:00	0,0	859,0855
2	23-10-12	14:00	0,0	859,0077	2	23-10-12	14:00	-0,1	859,0854
3	24-10-12	8:00	0,8	859,0085	3	24-10-12	8:00	0,5	859,086
4	25-10-12	8:00	0,5	859,0082	4	25-10-12	8:00	0,3	859,0858
5	26-10-12	8:00	0,6	859,0083	5	26-10-12	8:00	0,2	859,0857
6	08-11-12	8:00	0,8	859,0085	6	08-11-12	8:00	0,9	859,0864
7	12-11-12	8:00	-0,7	859,0070	7	12-11-12	8:00	-0,5	859,085
8	13-11-12	8:00	-0,2	859,0075	8	13-11-12	8:00	0,2	859,0857
9	14-11-12	8:00	1,9	859,0096	9	14-11-12	8:00	0,4	859,0859
10	14-11-12	14:00	1,5	859,0092	10	14-11-12	14:00	0,3	859,0858
11	15-11-12	8:00	0,8	859,0085	11	15-11-12	8:00	-0,3	859,0852
12	15-11-12	14:00	1,3	859,0090	12	15-11-12	14:00	-0,1	859,0854
13	16-11-12	8:00	0,7	859,0084	13	16-11-12	8:00	-0,5	859,085
14	17-11-12	8:00	1,2	859,0089	14	17-11-12	8:00	0,1	859,0856
15	19-11-12	8:00	1,6	859,0093	15	19-11-12	8:00	0,1	859,0856
16	20-11-12	8:00	1,2	859,0089	16	20-11-12	8:00	0,0	859,0855
17	20-11-12	14:00	1,8	859,0095	17	20-11-12	14:00	0,5	859,086
18	21-11-12	8:00	1,9	859,0096	18	21-11-12	8:00	0,0	859,0855
19	21-11-12	14:00	1,2	859,0089	19	21-11-12	14:00	0,0	859,0855
20	22-11-12	8:00	0,1	859,0078	20	22-11-12	8:00	-0,5	859,085
21	22-11-12	14:00	0,8	859,0085	21	22-11-12	14:00	0,3	859,0858
22	23-11-12	8:00	-0,1	859,0076	22	23-11-12	8:00	-0,6	859,0849
23	23-11-12	14:00	-0,2	859,0075	23	23-11-12	14:00	-0,6	859,0849
24	24-11-12	8:00	-1,9	859,0058	24	24-11-12	8:00	-2,1	859,0834
25	26-11-12	8:00	-3,1	859,0046	25	26-11-12	8:00	-3,3	859,0822
26	26-11-12	14:00	-3,2	859,0045	26	26-11-12	14:00	-3,3	859,0822
27	27-11-12	8:00	-2,6	859,0051	27	27-11-12	8:00	-2,5	859,083
28	27-11-12	14:00	-2,5	859,0052	28	27-11-12	14:00	-2,8	859,0827
29	28-11-12	8:00	-3,5	859,0042	29	28-11-12	8:00	-4,1	859,0814
30	28-11-12	14:00	-4,0	859,0037	30	28-11-12	14:00	-4,1	859,0814
31	29-11-12	8:00	-3,8	859,0039	31	29-11-12	8:00	-4,4	859,0811
32	29-11-12	14:00	-4,0	859,0037	32	29-11-12	14:00	-4,3	859,0812
33	30-11-12	8:00	-2,4	859,0053	33	30-11-12	8:00	-3,6	859,0819
34	30-11-12	14:00	-3,5	859,0042	34	30-11-12	14:00	-3,6	859,0819
35	10-12-12	8:00	-3,0	859,0047	35	10-12-12	8:00	-3,7	859,0818
36	12-12-12	14:00	-2,5	859,0052	36	12-12-12	14:00	-3,4	859,0821
37	13-12-12	14:00	-2,4	859,0053	37	13-12-12	14:00	-3,4	859,0821
38	17-12-12	14:00	-2,2	859,0055	38	17-12-12	14:00	-3,0	859,0825
39	27-12-12	14:00	-2,5	859,0052	39	27-12-12	14:00	-3,7	859,0818
40	09-01-13	10:00	-1,4	859,0063	40	09-01-13	10:00	-2,3	859,0832
41	10-01-13	10:00	-1,6	859,0061	41	10-01-13	10:00	-2,1	859,0834
42	11-01-13	10:00	-1,7	859,0060	42	11-01-13	10:00	-1,7	859,0838
43	12-01-13	8:00	-2,7	859,0050	43	12-01-13	8:00	-2,3	859,0832
44	14-01-13	8:00	-2,4	859,0053	44	14-01-13	8:00	-2,8	859,0827
45	15-01-13	8:00	-3,4	859,0043	45	15-01-13	8:00	-3,5	859,082
46	16-01-13	8:00	-4,0	859,0037	46	16-01-13	8:00	-3,7	859,0818
47	17-01-13	8:00	-4,6	859,0031	47	17-01-13	8:00	-4,1	859,0814
48	17-01-13	14:00	-4,8	859,0029	48	17-01-13	14:00	-4,5	859,081
49	18-01-13	8:00	-5,2	859,0025	49	18-01-13	8:00	-3,2	859,0823
50	18-01-13	14:00	-4,5	859,0032	50	18-01-13	14:00	-5,3	859,0802
51	19-01-13	8:00	-5,7	859,0020	51	19-01-13	8:00	-7,2	859,0783
52	21-01-13	8:00	-6,5	859,0012	52	21-01-13	8:00	-7,7	859,0778
53	21-01-13	14:00	-6,2	859,0015	53	21-01-13	14:00	-7,5	859,078
54	22-01-13	8:00	-6,7	859,0010	54	22-01-13	8:00	-8,6	859,0769
55	22-01-13	14:00	-5,8	859,0019	55	22-01-13	14:00	-8,1	859,0774
56	23-01-13	8:00	-6,6	859,0011	56	23-01-13	8:00	-7,9	859,0776
57	23-01-13	14:00	-5,7	859,0020	57	23-01-13	14:00	-8,4	859,0771
58	24-01-13	8:00	-6,4	859,0013	58	24-01-13	8:00	-9,1	859,0764
59	24-01-13	14:00	-6,2	859,0015	59	24-01-13	14:00	-8,6	859,0769
60	25-01-13	8:00	-6,5	859,0012	60	25-01-13	8:00	-9,4	859,0761
61	25-01-13	14:00	-6,4	859,0013	61	25-01-13	14:00	-9,1	859,0764
62	28-01-13	8:00	-6,9	859,0008	62	28-01-13	8:00	-9,4	859,0761
63	28-01-13	14:00	-6,7	859,0010	63	28-01-13	14:00	-9,0	859,0765

TABLA 4.1.1.ñ.: Lecturas de los tasómetros (T2 y T4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.ñ.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+840

Puntos superficiales

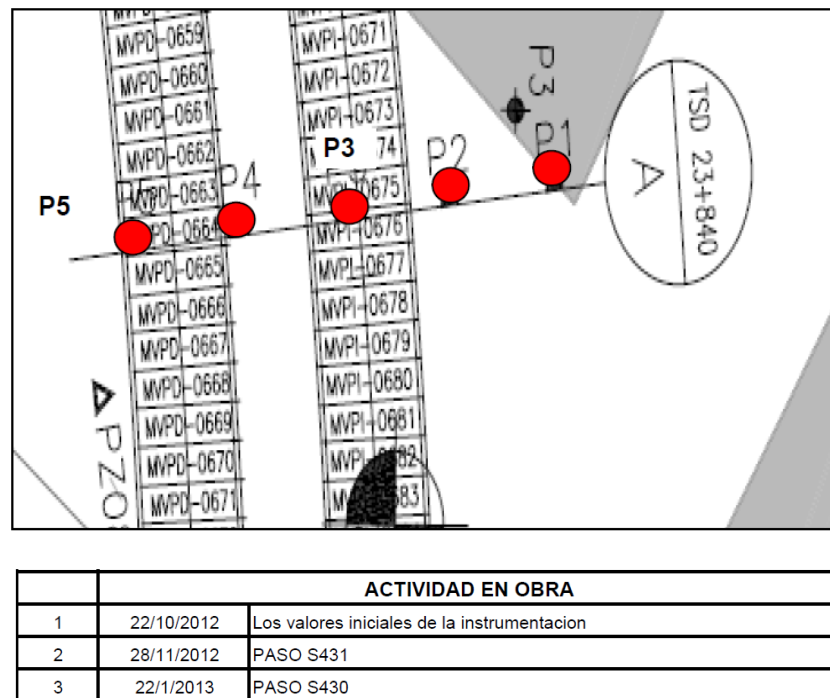
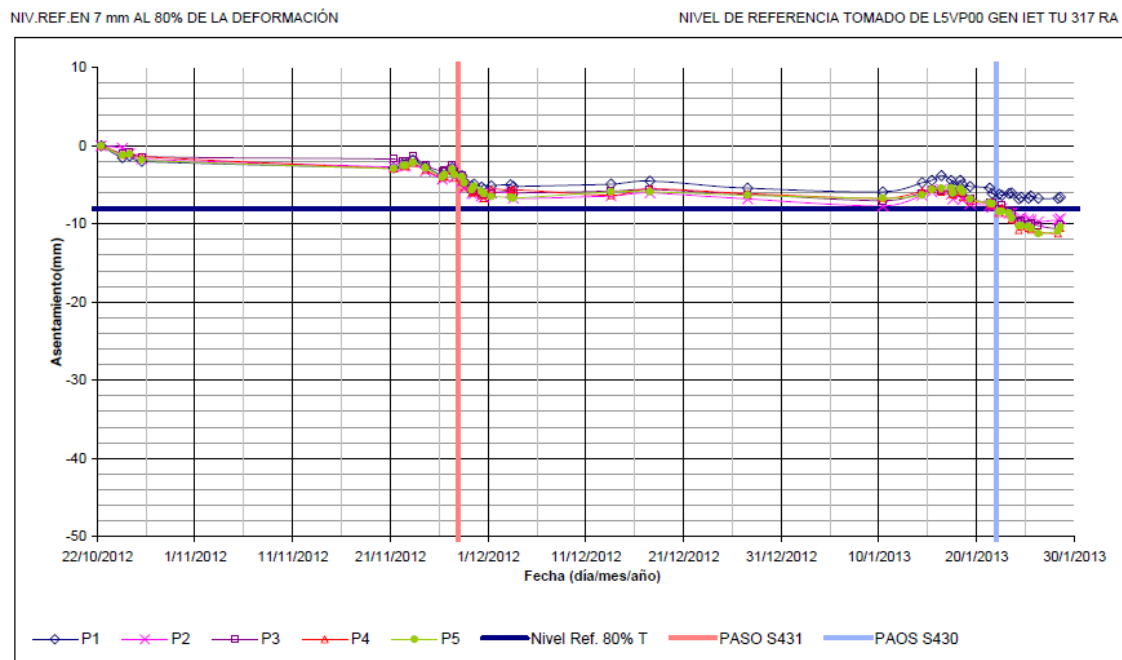


FIGURA 4.1.1.1.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+840 del alineamiento Proyecto Línea 5.

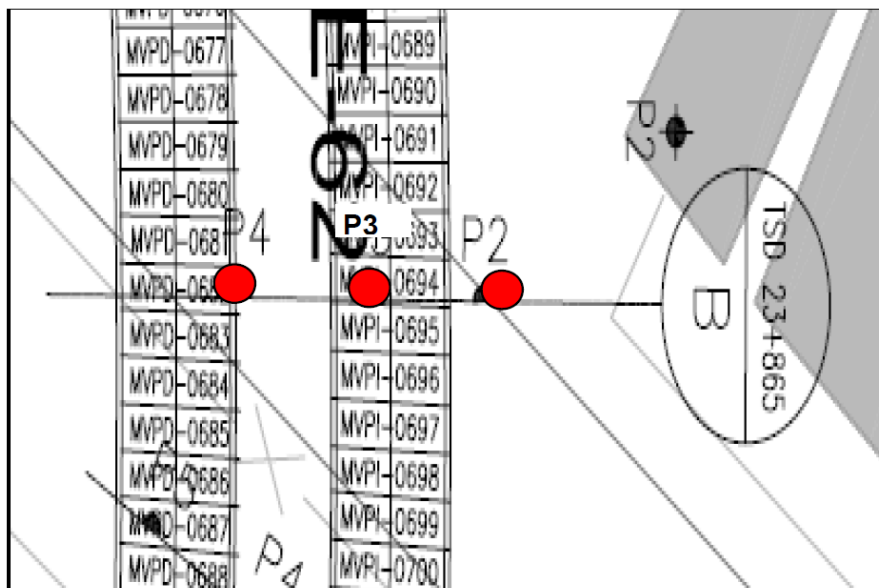
P1	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P2	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P3	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P4	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P5	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	22-10-12	10:00	0,0	860,5017	1	22-10-12	10:00	0,0	860,2313	1	22-10-12	10:00	0,0	860,1531	1	22-10-12	10:00	0,0	860,0591	1	22-10-12	10:00	0,0	860,0593	1	22-10-12	10:00	0,0	860,0593
2	24-10-12	14:00	-1,5	860,5002	2	24-10-12	14:00	-0,3	860,2310	2	24-10-12	14:00	-1,0	860,1521	2	24-10-12	14:00	-1,1	860,0580	2	24-10-12	14:00	-1,2	860,0581	2	24-10-12	14:00	-1,2	860,0581
3	25-10-12	8:00	-1,3	860,5004	3	25-10-12	8:00	-1,0	860,2303	3	25-10-12	8:00	-0,8	860,1523	3	25-10-12	8:00	-0,9	860,0582	3	25-10-12	8:00	-1,1	860,0582	3	25-10-12	8:00	-1,1	860,0582
4	26-10-12	14:00	-2,0	860,4997	4	26-10-12	14:00	-1,7	860,2296	4	26-10-12	14:00	-1,4	860,1517	4	26-10-12	14:00	-1,4	860,0577	4	26-10-12	14:00	-1,8	860,0575	4	26-10-12	14:00	-1,8	860,0575
5	21-11-12	8:00	-2,8	860,4989	5	21-11-12	8:00	-2,7	860,2286	5	21-11-12	8:00	-1,7	860,1514	5	21-11-12	8:00	-2,9	860,0562	5	21-11-12	8:00	-2,9	860,0564	5	21-11-12	8:00	-2,9	860,0564
6	22-11-12	8:00	-2,4	860,4993	6	22-11-12	8:00	-2,6	860,2287	6	22-11-12	8:00	-1,9	860,1512	6	22-11-12	8:00	-2,6	860,0565	6	22-11-12	8:00	-2,5	860,0568	6	22-11-12	8:00	-2,5	860,0568
7	22-11-12	14:00	-2,4	860,4993	7	22-11-12	14:00	-2,6	860,2287	7	22-11-12	14:00	-1,9	860,1512	7	22-11-12	14:00	-2,6	860,0565	7	22-11-12	14:00	-2,5	860,0568	7	22-11-12	14:00	-2,5	860,0568
8	23-11-12	8:00	-1,8	860,4999	8	23-11-12	8:00	-2,1	860,2292	8	23-11-12	8:00	-1,3	860,1518	8	23-11-12	8:00	-2,2	860,0569	8	23-11-12	8:00	-2,1	860,0572	8	23-11-12	8:00	-2,1	860,0572
9	24-11-12	14:00	-2,7	860,4990	9	24-11-12	14:00	-3,2	860,2281	9	24-11-12	14:00	-2,5	860,1506	9	24-11-12	14:00	-3,1	860,0560	9	24-11-12	14:00	-2,8	860,0565	9	24-11-12	14:00	-2,8	860,0565
10	26-11-12	8:00	-3,8	860,4979	10	26-11-12	8:00	-4,3	860,2270	10	26-11-12	8:00	-3,3	860,1498	10	26-11-12	8:00	-4,1	860,0550	10	26-11-12	8:00	-4,0	860,0553	10	26-11-12	8:00	-4,0	860,0553
11	26-11-12	14:00	-3,3	860,4984	11	26-11-12	14:00	-4,0	860,2273	11	26-11-12	14:00	-3,1	860,1500	11	26-11-12	14:00	-3,9	860,0552	11	26-11-12	14:00	-3,7	860,0556	11	26-11-12	14:00	-3,7	860,0556
12	27-11-12	8:00	-2,8	860,4989	12	27-11-12	8:00	-3,1	860,2282	12	27-11-12	8:00	-2,5	860,1506	12	27-11-12	8:00	-3,1	860,0560	12	27-11-12	8:00	-3,0	860,0563	12	27-11-12	8:00	-3,0	860,0563
13	27-11-12	14:00	-3,6	860,4981	13	27-11-12	14:00	-4,0	860,2273	13	27-11-12	14:00	-3,3	860,1498	13	27-11-12	14:00	-4,1	860,0550	13	27-11-12	14:00	-3,7	860,0556	13	27-11-12	14:00	-3,7	860,0556
14	28-11-12	8:00	-3,8	860,4979	14	28-11-12	8:00	-4,5	860,2268	14	28-11-12	8:00	-3,8	860,1493	14	28-11-12	8:00	-4,5	860,0546	14	28-11-12	8:00	-4,0	860,0553	14	28-11-12	8:00	-4,0	860,0553
15	28-11-12	14:00	-4,6	860,4971	15	28-11-12	14:00	-5,4	860,2259	15	28-11-12	14:00	-4,7	860,1484	15	28-11-12	14:00	-5,3	860,0538	15	28-11-12	14:00	-4,7	860,0548	15	28-11-12	14:00	-4,7	860,0548
16	29-11-12	8:00	-5,1	860,4968	16	29-11-12	8:00	-6,1	860,2252	16	29-11-12	8:00	-5,6	860,1475	16	29-11-12	8:00	-6,0	860,0531	16	29-11-12	8:00	-5,6	860,0537	16	29-11-12	8:00	-5,6	860,0537
17	29-11-12	14:00	-4,9	860,4968	17	29-11-12	14:00	-6,1	860,2252	17	29-11-12	14:00	-5,6	860,1473	17	29-11-12	14:00	-5,9	860,0532	17	29-11-12	14:00	-5,2	860,0541	17	29-11-12	14:00	-5,2	860,0541
18	30-11-12	8:00	-5,3	860,4964	18	30-11-12	8:00	-6,4	860,2249	18	30-11-12	8:00	-6,0	860,1471	18	30-11-12	8:00	-6,3	860,0528	18	30-11-12	8:00	-5,8	860,0535	18	30-11-12	8:00	-5,8	860,0535
19	30-11-12	14:00	-5,6	860,4961	19	30-11-12	14:00	-6,6	860,2247	19	30-11-12	14:00	-6,2	860,1469	19	30-11-12	14:00	-6,7	860,0524	19	30-11-12	14:00	-6,1	860,0532	19	30-11-12	14:00	-6,1	860,0532
20	01-12-12	8:00	-5,1	860,4966	20	01-12-12	8:00	-6,0	860,2253	20	01-12-12	8:00	-5,0	860,1471	20	01-12-12	8:00	-5,6	860,0535	20	01-12-12	8:00	-6,5	860,0528	20	01-12-12	8:00	-6,5	860,0528
21	03-12-12	8:00	-5,0	860,4967	21	03-12-12	8:00	-6,0	860,2253	21	03-12-12	8:00	-5,8	860,1473	21	03-12-12	8:00	-5,7	860,0534	21	03-12-12	8:00	-6,6	860,0527	21	03-12-12	8:00	-6,6	860,0527
22	03-12-12	14:00	-5,2	860,4965	22	03-12-12	14:00	-6,7	860,2246	22	03-12-12	14:00	-6,0	860,1471	22	03-12-12	14:00	-5,6	860,0535	22	03-12-12	14:00	-6,7	860,0526	22	03-12-12	14:00	-6,7	860,0526
23	13-12-12	14:00	-4,9	860,4968	23	13-12-12	14:00	-6,4	860,2249	23	13-12-12	14:00	-5,8	860,1473	23	13-12-12	14:00	-6,3	860,0526	23	13-12-12	14:00	-5,9	860,0534	23	13-12-12	14:00	-5,9	860,0534
24	17-12-12	14:00	-4,5	860,4972	24	17-12-12	14:00	-6,0	860,2253	24	17-12-12	14:00	-5,6	860,1475	24	17-12-12	14:00	-5,5	860,0536	24	17-12-12	14:00	-5,9	860,0534	24	17-12-12	14:00	-5,9	860,0534
25	27-12-12	14:00	-5,4	860,4963	25	27-12-12	14:00	-6,8	860,2245	25	27-12-12	14:00	-6,2	860,1469	25	27-12-12	14:00	-6,1	860,0530	25	27-12-12	14:00	-6,3	860,0530	25	27-12-12	14:00	-6,3	860,0530
26	10-01-13	10:00	-5,9	860,4958	26	10-01-13	10:00	-7,7	860,2236	26	10-01-13	10:00	-7,0	860,1461	26	10-01-13	10:00	-6,7	860,0524	26	10-01-13	10:00	-6,7	860,0526	26	10-01-13	10:00	-6,7	860,0526
27	14-01-13	10:00	-4,7	860,4970	27	14-01-13	10:00	-6,3	860,2250	27	14-01-13	10:00	-6,0	860,1471	27	14-01-13	10:00	-5,8	860,0533	27	14-01-13	10:00	-6,3	860,0530	27	14-01-13	10:00	-6,3	860,0530
28	15-01-13	10:00	-4,4	860,4973	28	15-01-13	10:00	-5,9	860,2254	28	15-01-13	10:00	-5,6	860,1475	28	15-01-13	10:00	-5,5	860,0536	28	15-01-13	10:00	-5,6	860,0537	28	15-01-13	10:00	-5,6	860,0537
29	16-01-13	10:00	-3,8	860,4979	29	16-01-13	10:00	-5,6	860,2257	29	16-01-13	10:00	-5,7	860,1474	29	16-01-13	10:00	-5,9	860,0532	29	16-01-13	10:00	-5,4	860,0539	29	16-01-13	10:00	-5,4	860,0539
30	17-01-13	10:00	-4,4	860,4973	30	17-01-13	10:00	-6,2	860,2251	30	17-01-13	10:00	-5,8	860,1473	30	17-01-13	10:00	-5,7	860,0534	30	17-01-13	10:00	-5,4	860,0539	30	17-01-13	10:00	-5,4	860,0539
31	17-01-13	14:00	-5,1	860,4966	31	17-01-13	14:00	-6,8	860,2245	31	17-01-13	14:00	-6,0	860,1471	31	17-01-13	14:00	-6,2	860,0529	31	17-01-13	14:00	-6,0	860,0533	31	17-01-13	14:00	-6,0	860,0533
32	18-01-13	8:00	-4,4	860,4973	32	18-01-13	8:00	-6,2	860,2251	32	18-01-13	8:00	-5,6	860,1475	32	18-01-13	8:00	-5,9	860,0532	32	18-01-13	8:00	-5,5	860,0538	32	18-01-13	8:00	-5,5	860,0538
33	18-01-13	14:00	-5,0	860,4967	33	18-01-13	14:00	-6,9	860,2244	33	18-01-13	14:00	-6,1	860,1470	33	18-01-13	14:00	-6,6	860,0525	33	18-01-13	14:00	-5,9	860,0534	33	18-01-13	14:00	-5,9	860,0534
34	19-01-13	8:00	-5,2	860,4956	34	19-01-13	8:00	-7,4	860,2239	34	19-01-13	8:00	-6,8	860,1463	34	19-01-13	8:00	-7,1	860,0520	34	19-01-13	8:00	-6,8	860,0525	34	19-01-13	8:00	-6,8	860,0525
35	21-01-13	8:00	-5,4	860,4963	35	21-01-13	8:00	-7,6	860,2237	35	21-01-13	8:00	-7,3	860,1458	35	21-01-13	8:00	-7,3	860,0518	35	21-01-13	8:00	-7,3	860,0520	35	21-01-13	8:00	-7,3	860,0520
36	21-01-13	14:00	-6,1	860,4956	36	21-01-13	14:00	-7,9	860,2234	36	21-01-13	14:00	-7,3	860,1458	36	21-01-13	14:00	-7,6	860,0515	36	21-01-13	14:00	-7,4	860,0519	36	21-01-13	14:00	-7,4	860,0519
37	22-01-13	8:00	-6,2	860,4955	37	22-01-13	8:00	-8,4	860,2229	37	22-01-13	8:00	-8,1	860,1450	37	22-01-13	8:00	-8,6	860,0505	37	22-01-13	8:00	-8,4	860,0509	37	22-01-13	8:00	-8,4	860,0509
38	22-01-13	14:00	-6,3	860,4954	38	22-01-13	14:00	-8,0	860,2233	38	22-01-13	14:00	-7,6	860,1455	38	22-01-13	14:00	-7,9	860,0512	38	22-01-13	14:00	-8,4	860,0509	38	22-01-13	14:00	-8,4	860,0509
39	23-01-13	8:00	-6,1	860,4956	39	23-01-13	8:00	-8,6	860,2227	39	23-01-13	8:00	-8,3	860,1448	39	23-01-13	8:00	-8,6	860,0505	39	23-01-13	8:00	-8,6	860,0507					



GRAFICA 4.1.1.o.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+865

Puntos superficiales

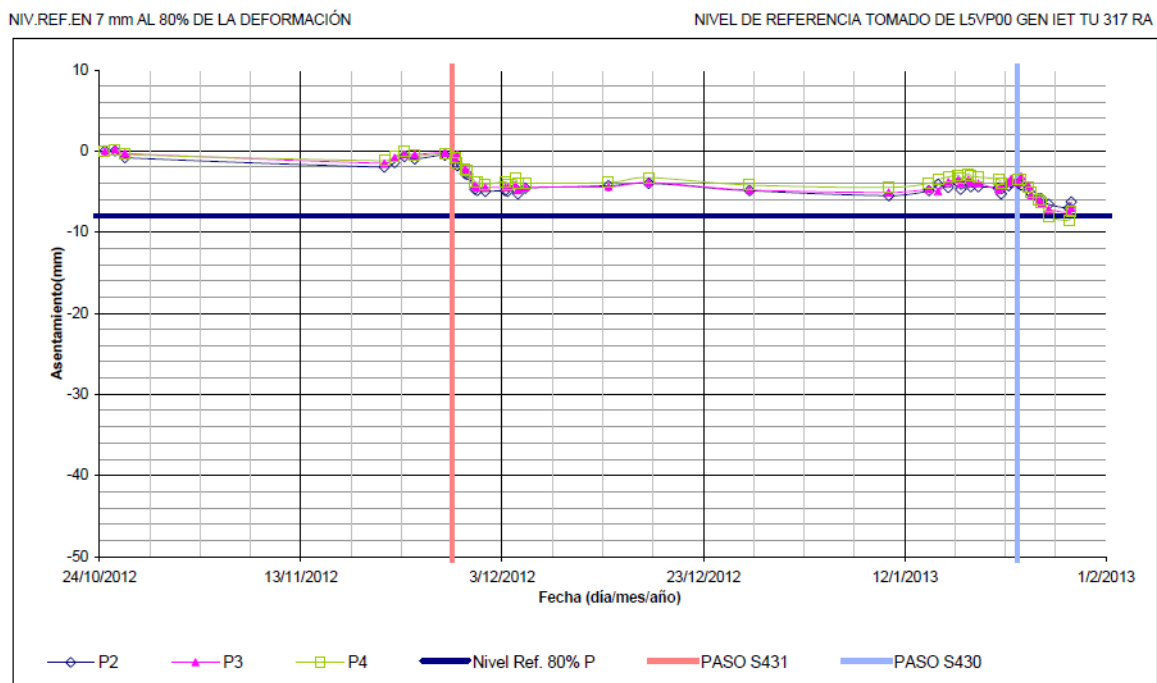


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	22/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	28/11/2012	PASO S431
3	23/1/2013	PASO S430

FIGURA 4.1.1.II.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+865 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	24-10-12	13:30	0,0	859,4329	1	24-10-12	13:30	0,0	859,331	1	24-10-12	13:30	0,0	859,1315
2	25-10-12	13:30	0,0	859,4329	2	25-10-12	13:30	0,2	859,3312	2	25-10-12	13:30	0,2	859,1317
3	26-10-12	13:30	-0,8	859,4321	3	26-10-12	13:30	-0,3	859,3307	3	26-10-12	13:30	-0,4	859,1311
4	21-11-12	8:00	-2,0	859,4309	4	21-11-12	8:00	-1,5	859,3295	4	21-11-12	8:00	-1,2	859,1303
5	22-11-12	8:00	-1,4	859,4315	5	22-11-12	8:00	-0,8	859,3302	5	22-11-12	8:00	-0,7	859,1308
6	23-11-12	8:00	-0,7	859,4322	6	23-11-12	8:00	-0,4	859,3306	6	23-11-12	8:00	-0,1	859,1314
7	24-11-12	8:00	-1,0	859,4319	7	24-11-12	8:00	-0,4	859,3306	7	24-11-12	8:00	-0,6	859,1309
8	27-11-12	8:00	-0,5	859,4324	8	27-11-12	8:00	-0,2	859,3308	8	27-11-12	8:00	-0,3	859,1312
9	28-11-12	8:00	-1,4	859,4315	9	28-11-12	8:00	-0,8	859,3302	9	28-11-12	8:00	-0,9	859,1306
10	28-11-12	14:00	-1,8	859,4311	10	28-11-12	14:00	-0,4	859,3306	10	28-11-12	14:00	-1,4	859,1301
11	29-11-12	8:00	-2,8	859,4301	11	29-11-12	8:00	-2,2	859,3288	11	29-11-12	8:00	-2,2	859,1293
12	29-11-12	14:00	-2,9	859,4300	12	29-11-12	14:00	-2,6	859,3284	12	29-11-12	14:00	-2,4	859,1291
13	30-11-12	8:00	-4,7	859,4282	13	30-11-12	8:00	-4,3	859,3267	13	30-11-12	8:00	-3,8	859,1277
14	30-11-12	14:00	-4,9	859,4280	14	30-11-12	14:00	-4,5	859,3265	14	30-11-12	14:00	-3,9	859,1276
15	01-12-12	8:00	-5,0	859,4279	15	01-12-12	8:00	-4,5	859,3265	15	01-12-12	8:00	-4,1	859,1274
16	03-12-12	8:00	-4,9	859,4280	16	03-12-12	8:00	-4,5	859,3265	16	03-12-12	8:00	-3,8	859,1277
17	03-12-12	14:00	-5,0	859,4279	17	03-12-12	14:00	-4,5	859,3265	17	03-12-12	14:00	-4,2	859,1273
18	04-12-12	8:00	-4,6	859,4283	18	04-12-12	8:00	-4,2	859,3268	18	04-12-12	8:00	-3,4	859,1281
19	04-12-12	14:00	-5,3	859,4276	19	04-12-12	14:00	-4,8	859,3262	19	04-12-12	14:00	-4,0	859,1275
20	05-12-12	8:00	-4,6	859,4283	20	05-12-12	8:00	-4,5	859,3265	20	05-12-12	8:00	-4,0	859,1275
21	13-12-12	14:00	-4,3	859,4286	21	13-12-12	14:00	-4,4	859,3266	21	13-12-12	14:00	-3,9	859,1276
22	17-12-12	14:00	-4,0	859,4289	22	17-12-12	14:00	-3,9	859,3271	22	17-12-12	14:00	-3,3	859,1282
23	27-12-12	14:00	-4,9	859,4280	23	27-12-12	14:00	-4,8	859,3262	23	27-12-12	14:00	-4,2	859,1273
24	10-01-13	10:00	-5,5	859,4274	24	10-01-13	10:00	-5,1	859,3259	24	10-01-13	10:00	-4,5	859,1270
25	14-01-13	10:00	-4,9	859,4280	25	14-01-13	10:00	-4,7	859,3263	25	14-01-13	10:00	-4,0	859,1275
24	10-01-13	10:00	-5,5	859,4274	24	10-01-13	10:00	-5,1	859,3259	24	10-01-13	10:00	-4,5	859,1270
25	14-01-13	10:00	-4,9	859,4280	25	14-01-13	10:00	-4,7	859,3263	25	14-01-13	10:00	-4,0	859,1275
26	15-01-13	8:00	-4,1	859,4288	26	15-01-13	8:00	-5,0	859,326	26	15-01-13	8:00	-3,5	859,1280
27	16-01-13	8:00	-4,5	859,4284	27	16-01-13	8:00	-3,8	859,3272	27	16-01-13	8:00	-3,2	859,1283
28	17-01-13	8:00	-3,9	859,4290	28	17-01-13	8:00	-3,6	859,3274	28	17-01-13	8:00	-3,0	859,1285
29	17-01-13	14:00	-4,7	859,4282	29	17-01-13	14:00	-4,0	859,327	29	17-01-13	14:00	-3,4	859,1281
30	18-01-13	8:00	-3,9	859,4290	30	18-01-13	8:00	-3,5	859,3275	30	18-01-13	8:00	-2,8	859,1287
31	18-01-13	14:00	-4,4	859,4285	31	18-01-13	14:00	-3,9	859,3271	31	18-01-13	14:00	-3,1	859,1284
32	19-01-13	8:00	-4,4	859,4285	32	19-01-13	8:00	-4,0	859,327	32	19-01-13	8:00	-3,2	859,1283
33	21-01-13	8:00	-4,6	859,4283	33	21-01-13	8:00	-4,7	859,3263	33	21-01-13	8:00	-3,5	859,1280
34	21-01-13	14:00	-5,3	859,4276	34	21-01-13	14:00	-4,4	859,3266	34	21-01-13	14:00	-4,0	859,1275
35	22-01-13	8:00	-4,3	859,4286	35	22-01-13	8:00	-3,8	859,3272	35	22-01-13	8:00		Obst.
36	22-01-13	14:00	-3,9	859,4290	36	22-01-13	14:00	-3,4	859,3276	36	22-01-13	14:00		Obst.
37	23-01-13	8:00	-4,0	859,4289	37	23-01-13	8:00	-3,9	859,3271	37	23-01-13	8:00	-3,5	859,1280
38	23-01-13	14:00	-4,2	859,4287	38	23-01-13	14:00	-3,1	859,3279	38	23-01-13	14:00	-3,5	859,1280
39	24-01-13	8:00	-4,9	859,4280	39	24-01-13	8:00	-4,3	859,3267	39	24-01-13	8:00	-4,5	859,1270
40	24-01-13	14:00	-5,3	859,4276	40	24-01-13	14:00	-5,4	859,3256	40	24-01-13	14:00	-5,1	859,1264
41	25-01-13	8:00	-5,9	859,4270	41	25-01-13	8:00	-6,0	859,325	41	25-01-13	8:00	-6,1	859,1254
42	25-01-13	14:00	-5,9	859,4270	42	25-01-13	14:00	-6,5	859,3245	42	25-01-13	14:00	-6,4	859,1251
43	26-01-13	8:00	-6,6	859,4263	43	26-01-13	8:00	-7,2	859,3238	43	26-01-13	8:00	-8,1	859,1234
44	28-01-13	8:00	-7,0	859,4259	44	28-01-13	8:00	-7,6	859,3234	44	28-01-13	8:00	-8,5	859,1230
45	28-01-13	14:00	-6,3	859,4266	45	28-01-13	14:00	-7,0	859,324	45	28-01-13	14:00	-7,5	859,1240

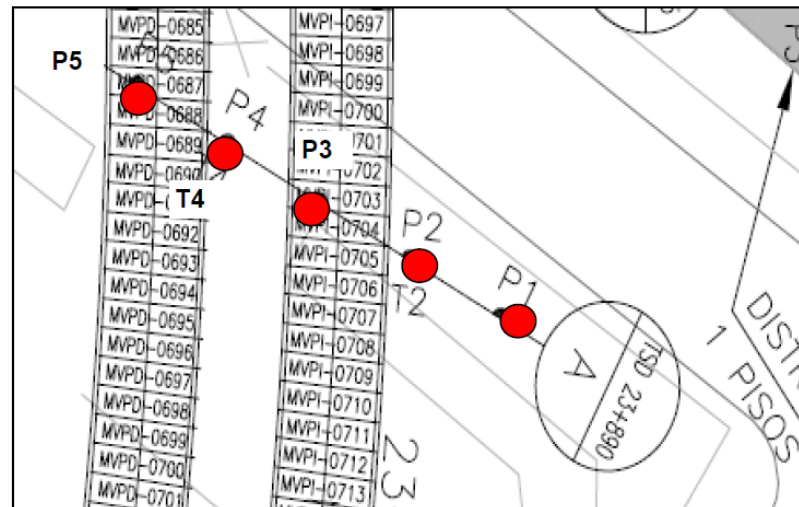
TABLA 4.1.1.p.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.p.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+890

Puntos superficiales y tasómetros

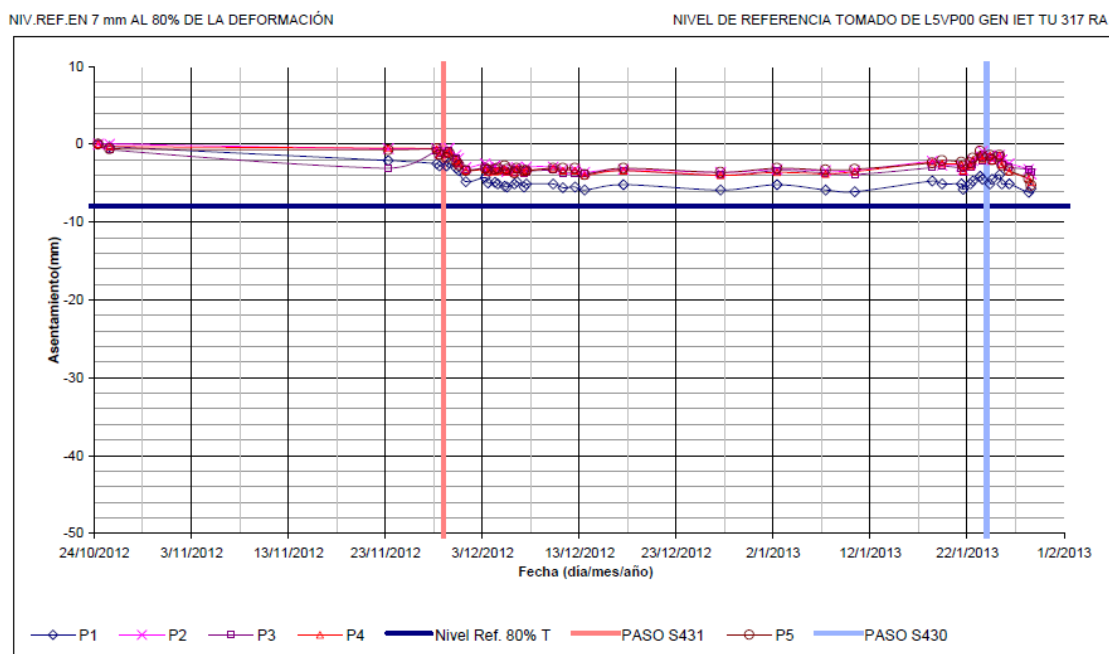


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	24/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	29/11/2012	PASO S431
3	24/1/2013	PASO S430

FIGURA 4.1.1.m.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+890 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P1					P2					P3					P4					P5				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deformación Acumulada	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deformación Acumulada	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deformación Acumulada	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deformación Acumulada	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deformación Acumulada
1	24-10-12	10:00	0,0	857,7701	1	24-10-12	10:00	0,0	857,3075	1	24-10-12	10:00	0,0	857,1900	1	24-10-12	10:00	0,0	857,1745	1	24-10-12	10:00	0,0	857,0164
2	25-10-12	14:00	-0,3	857,7698	2	25-10-12	14:00	0,0	857,3075	2	25-10-12	14:00	-0,7	857,1893	2	25-10-12	14:00	-0,3	857,1742	2	25-10-12	14:00	-0,6	857,0158
3	23-11-12	8:00	-2,1	857,7680	3	23-11-12	8:00	-0,6	857,3069	3	23-11-12	8:00	-3,1	857,1869	3	23-11-12	8:00	-0,5	857,1740	3	23-11-12	8:00	-0,7	857,0157
4	28-11-12	8:00	-2,5	857,7676	4	28-11-12	8:00	-0,6	857,3069	4	28-11-12	8:00	-0,8	857,1892	4	28-11-12	8:00	-0,6	857,1739	4	28-11-12	8:00	-0,6	857,0158
5	28-11-12	14:00	-2,8	857,7673	5	28-11-12	14:00	-1,1	857,3064	5	28-11-12	14:00	-1,2	857,1888	5	28-11-12	14:00	-1,4	857,1731	5	28-11-12	14:00	-1,3	857,0151
6	29-11-12	8:00	-2,8	857,7673	6	29-11-12	8:00	-1,0	857,3065	6	29-11-12	8:00	-1,2	857,1888	6	29-11-12	8:00	-1,2	857,1733	6	29-11-12	8:00	-1,7	857,0147
7	29-11-12	14:00	-2,4	857,7677	7	29-11-12	14:00	-0,5	857,3070	7	29-11-12	14:00	-0,8	857,1892	7	29-11-12	14:00	-0,9	857,1736	7	29-11-12	14:00	-1,1	857,0153
8	30-11-12	8:00	-3,1	857,7670	8	30-11-12	8:00	-1,4	857,3061	8	30-11-12	8:00	-1,8	857,1882	8	30-11-12	8:00	-2,1	857,1724	8	30-11-12	8:00	-2,2	857,0142
9	30-11-12	14:00	-3,4	857,7667	9	30-11-12	14:00	-1,8	857,3057	9	30-11-12	14:00	-2,4	857,1876	9	30-11-12	14:00	-2,5	857,1720	9	30-11-12	14:00	-2,7	857,0137
10	01-12-12	8:00	-4,8	857,7653	10	01-12-12	8:00	-3,0	857,3045	10	01-12-12	8:00	-3,3	857,1867	10	01-12-12	8:00	-3,4	857,1711	10	01-12-12	8:00	-3,4	857,0130
11	03-12-12	8:00	-4,3	857,7658	11	03-12-12	8:00	-2,5	857,3050	11	03-12-12	8:00	-3,1	857,1869	11	03-12-12	8:00	-3,2	857,1713	11	03-12-12	8:00	-3,1	857,0133
12	03-12-12	14:00	-5,0	857,7651	12	03-12-12	14:00	-3,0	857,3045	12	03-12-12	14:00	-3,5	857,1865	12	03-12-12	14:00	-3,6	857,1709	12	03-12-12	14:00	-3,3	857,0131
13	04-12-12	8:00	-4,9	857,7652	13	04-12-12	8:00	-2,8	857,3047	13	04-12-12	8:00	-3,4	857,1866	13	04-12-12	8:00	-3,5	857,1710	13	04-12-12	8:00	-3,2	857,0132
14	04-12-12	14:00	-5,1	857,7650	14	04-12-12	14:00	-3,3	857,3042	14	04-12-12	14:00	-3,4	857,1866	14	04-12-12	14:00	-3,4	857,1711	14	04-12-12	14:00	-3,1	857,0133
15	05-12-12	8:00	-5,4	857,7647	15	05-12-12	8:00	-3,1	857,3044	15	05-12-12	8:00	-3,4	857,1866	15	05-12-12	8:00	-3,2	857,1713	15	05-12-12	8:00	-2,8	857,0136
16	05-12-12	14:00	-5,5	857,7646	16	05-12-12	14:00	-3,5	857,3040	16	05-12-12	14:00	-3,6	857,1864	16	05-12-12	14:00	-3,5	857,1710	16	05-12-12	14:00	-3,2	857,0132
17	06-12-12	8:00	-5,1	857,7650	17	06-12-12	8:00	-3,1	857,3044	17	06-12-12	8:00	-3,5	857,1865	17	06-12-12	8:00	-3,7	857,1709	17	06-12-12	8:00	-3,7	857,0127
18	06-12-12	14:00	-4,8	857,7653	18	06-12-12	14:00	-3,0	857,3045	18	06-12-12	14:00	-3,5	857,1867	18	06-12-12	14:00	-3,1	857,1714	18	06-12-12	14:00	-3,1	857,0133
19	07-12-12	8:00	-5,5	857,7646	19	07-12-12	8:00	-3,3	857,3042	19	07-12-12	8:00	-3,8	857,1862	19	07-12-12	8:00	-3,6	857,1709	19	07-12-12	8:00	-3,4	857,0130
20	07-12-12	14:00	-5,1	857,7650	20	07-12-12	14:00	-2,9	857,3046	20	07-12-12	14:00	-3,5	857,1865	20	07-12-12	14:00	-3,4	857,1711	20	07-12-12	14:00	-3,4	857,0130
21	10-12-12	8:00	-5,1	857,7650	21	10-12-12	8:00	-2,9	857,3046	21	10-12-12	8:00	-3,3	857,1867	21	10-12-12	8:00	-3,1	857,1714	21	10-12-12	8:00	-3,1	857,0133
22	11-12-12	8:00	-5,6	857,7645	22	11-12-12	8:00	-3,2	857,3043	22	11-12-12	8:00	-3,7	857,1863	22	11-12-12	8:00	-3,4	857,1711	22	11-12-12	8:00	-3,1	857,0133
23	12-12-12	14:00	-5,5	857,7646	23	12-12-12	14:00	-3,2	857,3043	23	12-12-12	14:00	-3,7	857,1863	23	12-12-12	14:00	-3,4	857,1711	23	12-12-12	14:00	-3,1	857,0133
24	13-12-12	14:00	-5,9	857,7642	24	13-12-12	14:00	-3,6	857,3039	24	13-12-12	14:00	-3,8	857,1862	24	13-12-12	14:00	-4,0	857,1705	24	13-12-12	14:00	-3,9	857,0125
25	17-12-12	14:00	-5,2	857,7649	25	17-12-12	14:00	-3,2	857,3043	25	17-12-12	14:00	-3,4	857,1866	25	17-12-12	14:00	-3,4	857,1711	25	17-12-12	14:00	-3,1	857,0133
26	27-12-12	14:00	-5,9	857,7642	26	27-12-12	14:00	-3,6	857,3039	26	27-12-12	14:00	-4,0	857,1860	26	27-12-12	14:00	-4,0	857,1705	26	27-12-12	14:00	-3,6	857,0128
27	02-01-13	10:00	-5,2	857,7649	27	02-01-13	10:00	-3,2	857,3043	27	02-01-13	10:00	-3,4	857,1866	27	02-01-13	10:00	-3,6	857,1709	27	02-01-13	10:00	-3,1	857,0133
28	07-01-13	10:00	-5,9	857,7642	28	07-01-13	10:00	-3,4	857,3041	28	07-01-13	10:00	-3,7	857,1863	28	07-01-13	10:00	-3,8	857,1707	28	07-01-13	10:00	-3,3	857,0131
29	10-01-13	10:00	-6,1	857,7640	29	10-01-13	10:00	-3,4	857,3041	29	10-01-13	10:00	-3,9	857,1861	29	10-01-13	10:00	-3,5	857,1710	29	10-01-13	10:00	-3,2	857,0132
30	18-01-13	10:00	-4,7	857,7654	30	18-01-13	10:00	-2,2	857,3053	30	18-01-13	10:00	-3,0	857,1870	30	18-01-13	10:00	-2,3	857,1722	30	18-01-13	10:00	-2,4	857,0140
31	19-01-13	10:00	-5,1	857,7650	31	19-01-13	10:00	-2,7	857,3048	31	19-01-13	10:00	-2,8	857,1872	31	19-01-13	10:00	-2,5	857,1720	31	19-01-13	10:00	-2,1	857,0143
32	21-01-13	10:00	-5,1	857,7650	32	21-01-13	10:00	-2,8	857,3047	32	21-01-13	10:00	-3,1	857,1869	32	21-01-13	10:00	-2,6	857,1719	32	21-01-13	10:00	-2,3	857,0141
33	21-01-13	14:00	-5,8	857,7643	33	21-01-13	14:00	-3,3	857,3042	33	21-01-13	14:00	-3,5	857,1865	33	21-01-13	14:00	-3,4	857,1711	33	21-01-13	14:00	-2,8	857,0136
34	22-01-13	8:00	-5,1	857,7650	34	22-01-13	8:00	-2,6	857,3049	34	22-01-13	8:00	-3,0	857,1870	34	22-01-13	8:00	-2,8	857,1717	34	22-01-13	8:00	-2,4	857,0140
35	22-01-13	14:00	-4,7	857,7654	35	22-01-13	14:00	-2,1	857,3054	35	22-01-13	14:00	-2,6	857,1874	35	22-01-13	14:00	-3,0	857,1725	35	22-01-13	14:00	-1,8	857,0146
36	23-01-13	8:00	-4,1	857,7660	36	23-01-13	8:00	-1,5	857,3060	36	23-01-13	8:00	-1,7	857,1883	36	23-01-13	8:00	-1,5	857,1730	36	23-01-13	8:00	-0,9	857,0155
37	23-01-13	14:00	-4,5	857,7656	37	23-01-13	14:00	-0,9	857,3066	37	23-01-13	14:00	-2,1	857,1879	37	23-01-13	14:00	-1,9	857,1726	37	23-01-13	14:00	-1,6	857,0148
38	24-01-13	8:00	-5,1	857,7650	38	24-01-13	8:00	-1,5	857,3060	38	24-01-13	8:00	-1,7	857,1883	38	24-01-13	8:00	-1,4	857,1731	38	24-01-13	8:00	-1,4	857,0150
39	24-01-13	14:00	-4,5	857,7656	39	24-01-13	14:00	-2,0	857,3055	39	24-01-13	14:00	-2,2	857,1878	39	24-01-13	14:00	-2,1	857,1724	39	24-01-13	14:00	-2,0	857,0144
40	25-01-13	8:00	-3,9	857,7662	40	25-01-13	8:00	-1,4	857,3061	40	25-01-13	8:00	-1,5	857,1885	40	25-01-13	8:00	-1,4	857,1731	40	25-01-13	8:00	-1,4	857,0150
41	25-01-13	14:00	-5,1	857,7650	41	25-01-13	14:00	-2,0	857,3055	41	25-01-13	14:00	-2,6	857,1874	41	25-01-13	14:00	-2,6	857,1719	41	25-01-13	14:00	-2,7	857,0137
42	26-01-13	8:00	-5,1	857,7650	42	26-01-13	8:00	-2,5	857,3050	42	26-01-13	8:00	-3,0	857,1870	42	26-01-13	8:00	-3,5	857,1710	42	26-01-13	8:00	-3,4	857,0130
43	28-01-13	8:00	-6,2	857,7639	43	28-01-13	8:00	-3,2	857,3043	43	28-01-13	8:00	-3,2	857,1868	43	28-01-13	8:00	-4,4	857,1701	43	28-01-13	8:00	-4,4	857,0120
44	28-01-13	14:00	-5,7	857,7644	44	28-01-13	14:00	-3,8	857,3037	44	28-01-13	14:00	-3,6	857,1864	44	28-01-13	14:00	-4,9	857,1696	44	28-01-13	14:00	-5,3	857,0111

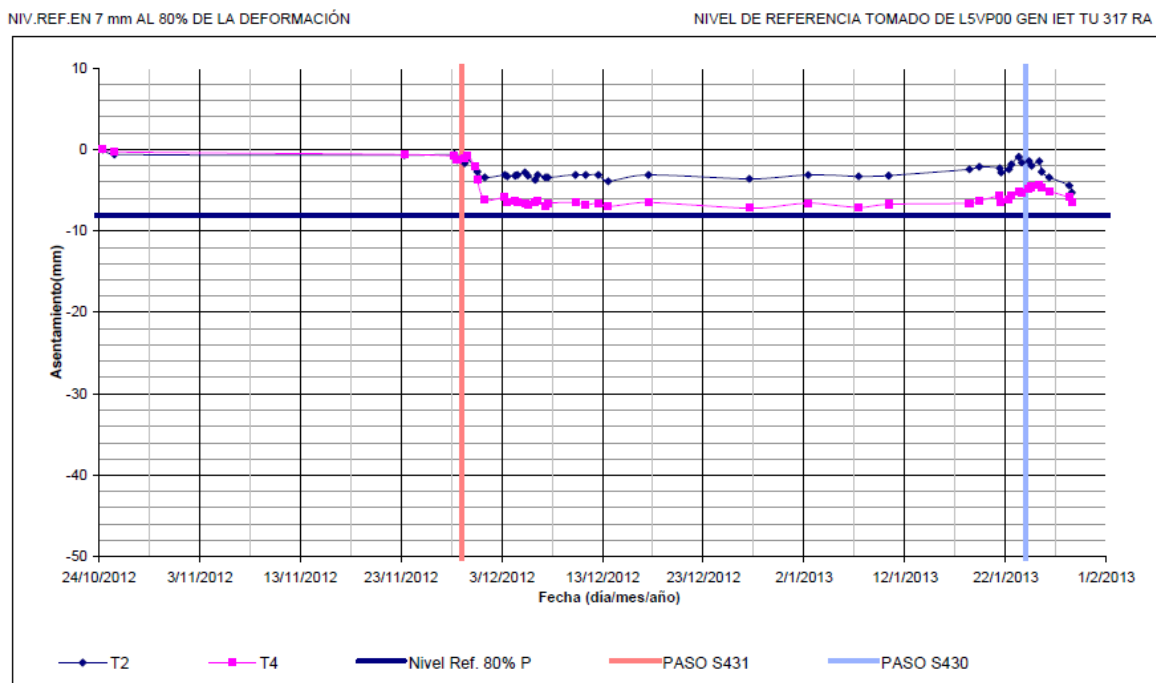
TABLA 4.1.1.q.: Lecturas de los puntos superficiales (P1, P2, P3 , P4 y P5) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.q.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

T2					T4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	24-10-12	10:00	0,0	857,2476	1	24-10-12	10:00	0,0	857,0039
2	25-10-12	14:00	-0,3	857,2473	2	25-10-12	14:00	-0,5	857,0034
3	23-11-12	8:00	-0,6	857,2470	3	23-11-12	8:00	-0,7	857,0032
4	28-11-12	8:00	-0,8	857,2468	4	28-11-12	8:00	-0,2	857,0037
5	28-11-12	14:00	-1,2	857,2464	5	28-11-12	14:00	-1,2	857,0027
6	29-11-12	8:00	-1,1	857,2465	6	29-11-12	8:00	-1,3	857,0026
7	29-11-12	14:00	-0,7	857,2469	7	29-11-12	14:00	-1,0	857,0029
8	30-11-12	8:00	-2,1	857,2455	8	30-11-12	8:00	-2,5	857,0014
9	30-11-12	14:00	-3,7	857,2439	9	30-11-12	14:00	-3,4	857,0005
10	01-12-12	8:00	-6,1	857,2415	10	01-12-12	8:00	-4,5	856,9994
11	03-12-12	8:00	-5,9	857,2417	11	03-12-12	8:00	-4,4	856,9995
12	03-12-12	14:00	-6,4	857,2412	12	03-12-12	14:00	-4,8	856,9991
13	04-12-12	8:00	-6,3	857,2413	13	04-12-12	8:00	-4,7	856,9992
14	04-12-12	14:00	-6,5	857,2411	14	04-12-12	14:00	-4,6	856,9993
15	05-12-12	8:00	-6,6	857,2410	15	05-12-12	8:00	-4,4	856,9995
16	05-12-12	14:00	-6,8	857,2408	16	05-12-12	14:00	-4,7	856,9992
17	06-12-12	8:00	-6,5	857,2411	17	06-12-12	8:00	-4,8	856,9991
18	06-12-12	14:00	-6,3	857,2413	18	06-12-12	14:00	-4,4	856,9995
19	07-12-12	8:00	-6,9	857,2407	19	07-12-12	8:00	-4,9	856,9990
20	07-12-12	14:00	-6,6	857,2410	20	07-12-12	14:00	-4,6	856,9993
21	10-12-12	8:00	-6,5	857,2411	21	10-12-12	8:00	-4,4	856,9995
22	11-12-12	8:00	-6,8	857,2408	22	11-12-12	8:00	-4,7	856,9992
23	12-12-12	14:00	-6,6	857,2410	23	12-12-12	14:00	-4,5	856,9994
24	13-12-12	14:00	-7,0	857,2406	24	13-12-12	14:00	-5,0	856,9989
25	17-12-12	14:00	-6,5	857,2411	25	17-12-12	14:00	-4,5	856,9994
26	27-12-12	14:00	-7,2	857,2404	26	27-12-12	14:00	-5,3	856,9986
27	02-01-13	10:00	-6,6	857,2410	27	02-01-13	10:00	-4,9	856,9990
28	07-01-13	10:00	-7,1	857,2405	28	07-01-13	10:00	-4,8	856,9991
29	10-01-13	10:00	-6,7	857,2409	29	10-01-13	10:00	-4,9	856,9990
30	18-01-13	10:00	-6,6	857,2410	30	18-01-13	10:00	-3,8	857,0001
31	19-01-13	10:00	-6,3	857,2413	31	19-01-13	10:00	-3,6	857,0003
32	21-01-13	10:00	-5,7	857,2419	32	21-01-13	10:00	-3,8	857,0001
33	21-01-13	14:00	-6,4	857,2412	33	21-01-13	14:00	-4,6	856,9993
34	22-01-13	8:00	-6,1	857,2415	34	22-01-13	8:00	-3,2	857,0007
35	22-01-13	14:00	-5,6	857,2420	35	22-01-13	14:00	-3,1	857,0008
36	23-01-13	8:00	-5,1	857,2425	36	23-01-13	8:00	-2,5	857,0014
37	23-01-13	14:00	-5,3	857,2423	37	23-01-13	14:00	-3,0	857,0009
38	24-01-13	8:00	-4,9	857,2427	38	24-01-13	8:00	-2,5	857,0014
39	24-01-13	14:00	-4,6	857,2430	39	24-01-13	14:00	-3,0	857,0009
40	25-01-13	8:00	-4,3	857,2433	40	25-01-13	8:00	-2,6	857,0013
41	25-01-13	14:00	-4,7	857,2429	41	25-01-13	14:00	-3,8	857,0001
42	26-01-13	8:00	-5,1	857,2425	42	26-01-13	8:00	-4,4	856,9995
43	28-01-13	8:00	-5,9	857,2417	43	28-01-13	8:00	-5,2	856,9987
44	28-01-13	14:00	-6,5	857,2411	44	28-01-13	14:00	-6,4	856,9975

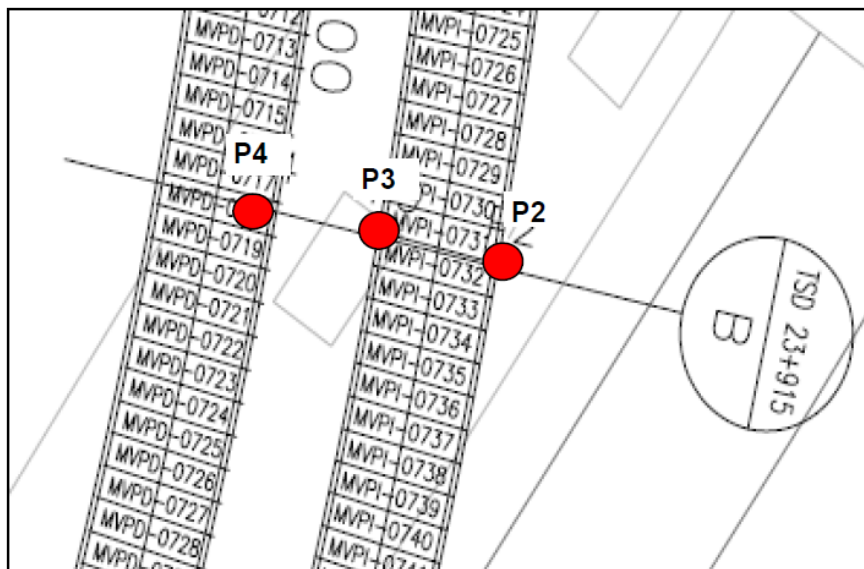
TABLA 4.1.1.r.: Lecturas de los tasómetros (T2 y T4) tras el paso de la tuneladora S430 y S431.



GRAFICA 4.1.1.r.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S430 y S431.

SEC: 23+915

Puntos superficiales

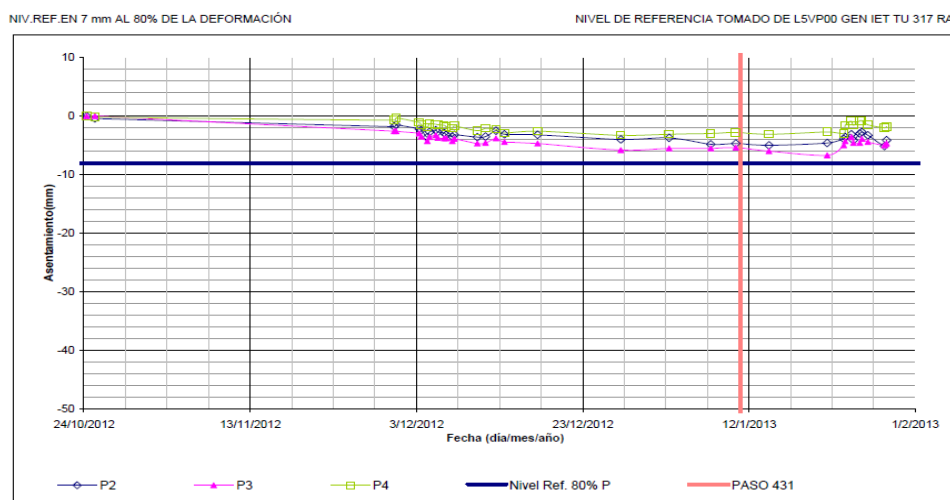


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	24/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion

FIGURA 4.1.1.n.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+915 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	24-10-12	8:00	0,0	859,5631	1	24-10-12	8:00	0,0	858,8227	1	24-10-12	8:00	0,0	857,1590
2	25-10-12	8:00	-0,4	859,5627	2	25-10-12	8:00	0,0	858,8227	2	25-10-12	8:00	-0,2	857,1588
3	30-11-12	8:00	-1,8	859,5613	3	30-11-12	8:00	-2,6	858,8201	3	30-11-12	8:00	-0,7	857,1583
4	30-11-12	14:00	-1,5	859,5616	4	30-11-12	14:00	-2,6	858,8201	4	30-11-12	14:00	-0,3	857,1587
5	03-12-12	8:00	-2,2	859,5609	5	03-12-12	8:00	-3,0	858,8197	5	03-12-12	8:00	-1,1	857,1579
6	03-12-12	14:00	-2,4	859,5607	6	03-12-12	14:00	-3,5	858,8192	6	03-12-12	14:00	-1,5	857,1575
7	04-12-12	8:00	-3,6	859,5595	7	04-12-12	8:00	-4,3	858,8184	7	04-12-12	8:00	-1,9	857,1571
8	04-12-12	14:00	-2,7	859,5604	8	04-12-12	14:00	-3,6	858,8191	8	04-12-12	14:00	-1,3	857,1577
9	05-12-12	8:00	-2,4	859,5607	9	05-12-12	8:00	-3,3	858,8194	9	05-12-12	8:00	-1,4	857,1576
10	05-12-12	14:00	-2,7	859,5604	10	05-12-12	14:00	-3,7	858,819	10	05-12-12	14:00	-1,5	857,1575
11	06-12-12	8:00	-2,9	859,5602	11	06-12-12	8:00	-3,8	858,8189	11	06-12-12	8:00	-1,6	857,1574
12	06-12-12	14:00	-3,2	859,5599	12	06-12-12	14:00	-3,8	858,8189	12	06-12-12	14:00	-1,8	857,1572
13	07-12-12	8:00	-3,5	859,5596	13	07-12-12	8:00	-4,3	858,8184	13	07-12-12	8:00	-2,1	857,1569
14	07-12-12	14:00	-3,2	859,5599	14	07-12-12	14:00	-3,9	858,8188	14	07-12-12	14:00	-1,7	857,1573
15	10-12-12	8:00	-3,6	859,5595	15	10-12-12	8:00	-4,7	858,818	15	10-12-12	8:00	-2,5	857,1565
16	11-12-12	8:00	-3,5	859,5596	16	11-12-12	8:00	-4,6	858,8181	16	11-12-12	8:00	-2,1	857,1569
17	12-12-12	14:00	-2,5	859,5606	17	12-12-12	14:00	-3,8	858,8189	17	12-12-12	14:00	-2,3	857,1567
18	13-12-12	14:00	-3,1	859,5600	18	13-12-12	14:00	-4,4	858,8183	18	13-12-12	14:00	-2,9	857,1561
19	17-12-12	14:00	-3,2	859,5599	19	17-12-12	14:00	-4,7	858,818	19	17-12-12	14:00	-2,6	857,1564
20	27-12-12	14:00	-4,0	859,5591	20	27-12-12	14:00	-5,8	858,8169	20	27-12-12	14:00	-3,3	857,1557
21	02-01-13	10:00	-3,7	859,5594	21	02-01-13	10:00	-5,5	858,8172	21	02-01-13	10:00	-3,1	857,1559
22	07-01-13	10:00	-4,8	859,5583	22	07-01-13	10:00	-5,5	858,8172	22	07-01-13	10:00	-3,0	857,1560
23	10-01-13	10:00	-4,7	859,5584	23	10-01-13	10:00	-5,4	858,8173	23	10-01-13	10:00	-2,8	857,1562
24	14-01-13	10:00	-5,0	859,5581	24	14-01-13	10:00	-6,0	858,8167	24	14-01-13	10:00	-3,1	857,1559
25	21-01-13	10:00	-4,6	859,5585	25	21-01-13	10:00	-6,7	858,816	25	21-01-13	10:00	-2,7	857,1563
26	23-01-13	10:00	-3,9	859,5592	26	23-01-13	10:00	-5,0	858,8177	26	23-01-13	10:00	-3,0	857,1560
27	23-01-13	14:00	-3,6	859,5595	27	23-01-13	14:00	-4,3	858,8184	27	23-01-13	14:00	-1,6	857,1574
28	24-01-13	8:00	-3,1	859,5600	28	24-01-13	8:00	-3,6	858,8191	28	24-01-13	8:00	-0,9	857,1581
29	24-01-13	14:00	-4,1	859,5590	29	24-01-13	14:00	-4,6	858,8181	29	24-01-13	14:00	-1,6	857,1574
30	25-01-13	8:00	-3,0	859,5601	30	25-01-13	8:00	-4,6	858,8181	30	25-01-13	8:00	-0,8	857,1582
31	25-01-13	14:00	-2,7	859,5604	31	25-01-13	14:00	-3,9	858,8188	31	25-01-13	14:00	-0,8	857,1582
32	26-01-13	8:00	-3,3	859,5598	32	26-01-13	8:00	-4,4	858,8183	32	26-01-13	8:00	-1,5	857,1575
33	28-01-13	8:00	-5,1	859,5580	33	28-01-13	8:00	-5,0	858,8177	33	28-01-13	8:00	-2,0	857,1570
34	28-01-13	14:00	-4,1	859,5590	34	28-01-13	14:00	-4,7	858,818	34	28-01-13	14:00	-1,8	857,1572

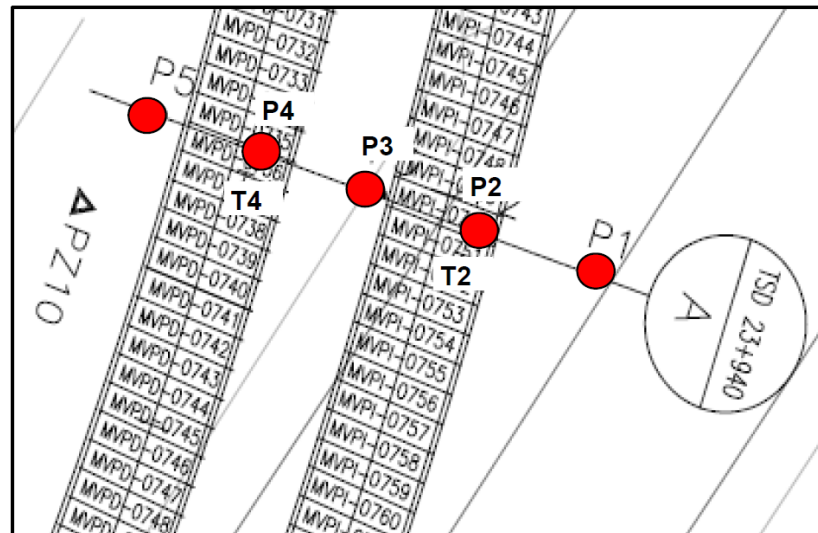
TABLA 4.1.1.s.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431.



GRAFICA 4.1.1.s.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431.

SEC: 23+940

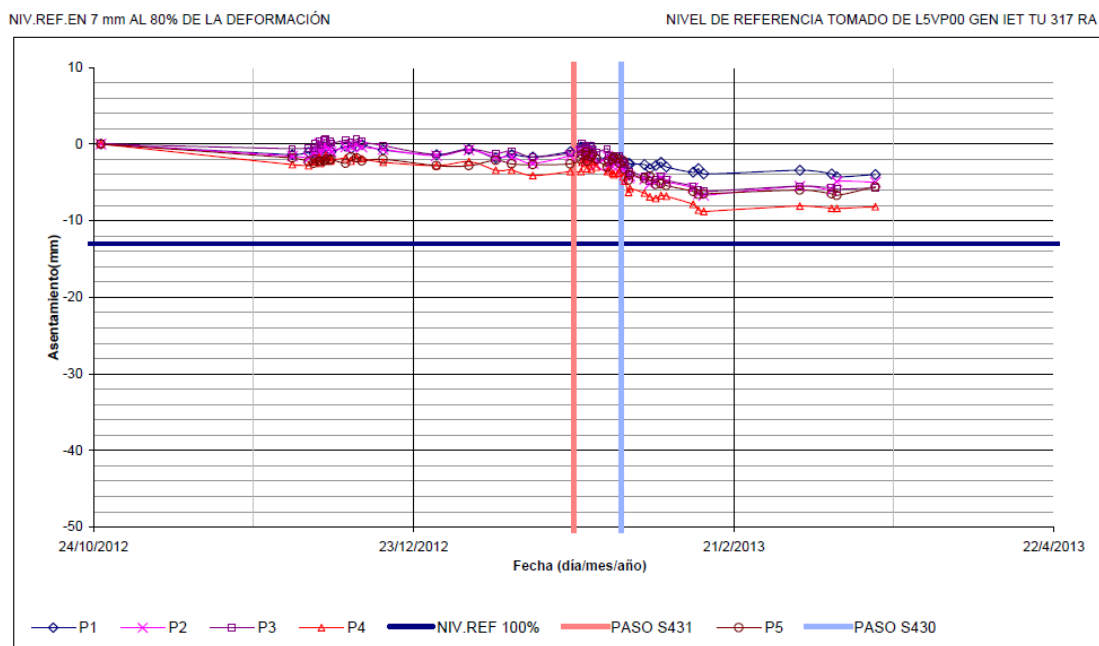
Puntos superficiales y tasómetros



ACTIVIDAD EN OBRA		
1	25/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	22/1/2013	PASO S431
3	31/1/2013	PASO S430

FIGURA 4.1.1.ñ.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+940 del alineamiento Proyecto Línea 5.

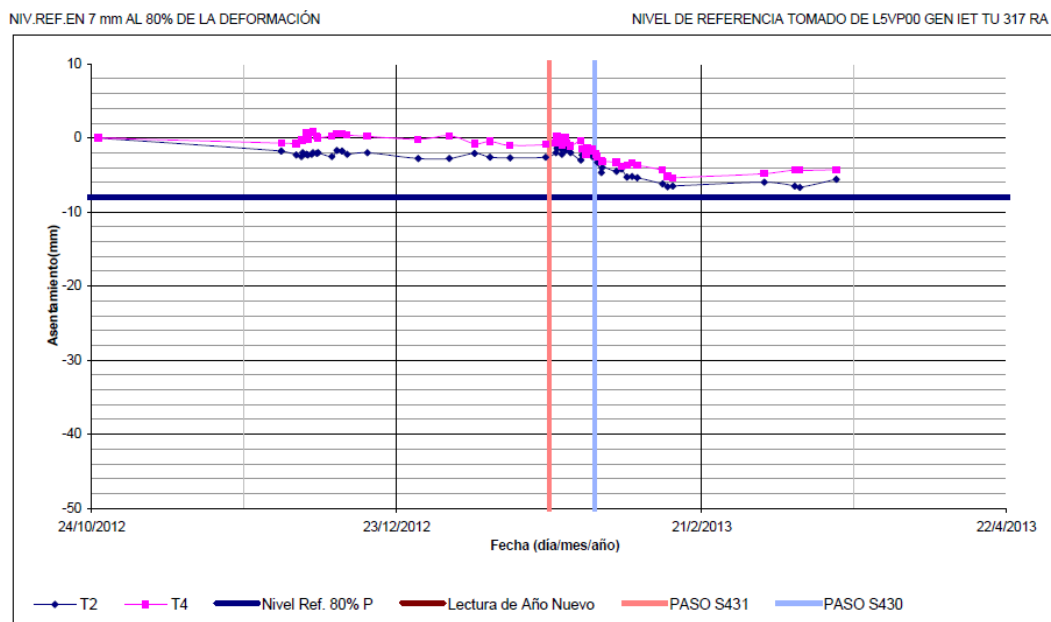
P1	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P2	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P3	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P4	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	P5	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	25-10-12	10:00	0,0	859,8392	1	25-10-12	10:00	0,0	859,8565	1	25-10-12	10:00	0,0	859,8065	1	25-10-12	10:00	0,0	859,2316	1	25-10-12	10:00	0,0	857,8140					
2	30-11-12	8:00	-1,4	859,8378	2	30-11-12	8:00	-1,6	859,8539	2	30-11-12	8:00	-0,6	859,8059	2	30-11-12	8:00	-2,7	859,2289	2	30-11-12	8:00	-1,8	857,8122					
3	03-12-12	8:00	-1,1	859,8381	3	03-12-12	8:00	-1,8	859,8537	3	03-12-12	8:00	-0,5	859,8060	3	03-12-12	8:00	-2,8	859,2288	3	03-12-12	8:00	-2,3	857,8117					
4	04-12-12	8:00	-1,2	859,8380	4	04-12-12	8:00	-1,3	859,8542	4	04-12-12	8:00	-0,5	859,8060	4	04-12-12	8:00	-2,3	859,2293	4	04-12-12	8:00	-2,5	857,8115					
5	04-12-12	14:00	-1,0	859,8382	5	04-12-12	14:00	-1,1	859,8544	5	04-12-12	14:00	0,0	859,8065	5	04-12-12	14:00	-2,2	859,2294	5	04-12-12	14:00	-2,0	857,8120					
6	05-12-12	8:00	-1,1	859,8381	6	05-12-12	8:00	0,1	859,8556	6	05-12-12	8:00	0,3	859,8068	6	05-12-12	8:00	-1,7	859,2299	6	05-12-12	8:00	-2,2	857,8118					
7	05-12-12	14:00	-0,6	859,8386	7	05-12-12	14:00	-1,2	859,8543	7	05-12-12	14:00	-0,2	859,8063	7	05-12-12	14:00	-2,5	859,2291	7	05-12-12	14:00	-2,3	857,8117					
8	06-12-12	8:00	-0,5	859,8387	8	06-12-12	8:00	-0,2	859,8553	8	06-12-12	8:00	0,5	859,8070	8	06-12-12	8:00	-2,1	859,2295	8	06-12-12	8:00	-2,2	857,8118					
9	06-12-12	14:00	-0,4	859,8388	9	06-12-12	14:00	-0,2	859,8553	9	06-12-12	14:00	0,6	859,8071	9	06-12-12	14:00	-1,5	859,2301	9	06-12-12	14:00	-2,0	857,8120					
10	07-12-12	8:00	-0,7	859,8385	10	07-12-12	8:00	-0,6	859,8549	10	07-12-12	8:00	0,3	859,8068	10	07-12-12	8:00	-2,2	859,2294	10	07-12-12	8:00	-2,1	857,8119					
11	07-12-12	14:00	-1,0	859,8382	11	07-12-12	14:00	-1,0	859,8545	11	07-12-12	14:00	0,1	859,8066	11	07-12-12	14:00	-2,1	859,2295	11	07-12-12	14:00	-2,0	857,8120					
12	10-12-12	8:00	-0,3	859,8389	12	10-12-12	8:00	-0,4	859,8551	12	10-12-12	8:00	0,5	859,8070	12	10-12-12	8:00	-1,8	859,2298	12	10-12-12	8:00	-2,5	857,8115					
13	11-12-12	8:00	-0,6	859,8386	13	11-12-12	8:00	-0,3	859,8552	13	11-12-12	8:00	0,2	859,8067	13	11-12-12	8:00	-2,2	859,2294	13	11-12-12	8:00	-1,7	857,8123					
14	12-12-12	8:00	-0,3	859,8389	14	12-12-12	8:00	-0,1	859,8554	14	12-12-12	8:00	0,6	859,8071	14	12-12-12	8:00	-1,8	859,2298	14	12-12-12	8:00	-1,8	857,8122					
15	13-12-12	8:00	-0,1	859,8391	15	13-12-12	8:00	-0,4	859,8551	15	13-12-12	8:00	0,3	859,8068	15	13-12-12	8:00	-1,9	859,2297	15	13-12-12	8:00	-2,2	857,8118					
16	17-12-12	8:00	-0,8	859,8384	16	17-12-12	8:00	-0,7	859,8548	16	17-12-12	8:00	-0,2	859,8063	16	17-12-12	8:00	-2,4	859,2292	16	17-12-12	8:00	-2,0	857,8120					
17	27-12-12	8:00	-1,4	859,8378	17	27-12-12	8:00	-1,5	859,8540	17	27-12-12	8:00	-1,4	859,8051	17	27-12-12	8:00	-2,8	859,2286	17	27-12-12	8:00	-2,8	857,8112					
18	02-01-13	10:00	-0,7	859,8385	18	02-01-13	10:00	-0,8	859,8547	18	02-01-13	10:00	-0,7	859,8058	18	02-01-13	10:00	-2,3	859,2293	18	02-01-13	10:00	-2,8	857,8112					
19	07-01-13	10:00	-1,8	859,8374	19	07-01-13	10:00	-1,7	859,8538	19	07-01-13	10:00	-1,2	859,8053	19	07-01-13	10:00	-3,4	859,2282	19	07-01-13	10:00	-2,1	857,8119					
20	10-01-13	10:00	-1,4	859,8378	20	10-01-13	10:00	-1,7	859,8538	20	10-01-13	10:00	-0,9	859,8056	20	10-01-13	10:00	-3,4	859,2282	20	10-01-13	10:00	-2,6	857,8114					
21	14-01-13	10:00	-1,7	859,8375	21	14-01-13	10:00	-2,5	859,8530	21	14-01-13	10:00	-1,7	859,8048	21	14-01-13	10:00	-4,1	859,2275	21	14-01-13	10:00	-2,7	857,8113					
22	21-01-13	10:00	-1,0	859,8382	22	21-01-13	10:00	-1,5	859,8540	22	21-01-13	10:00	-1,2	859,8053	22	21-01-13	10:00	-3,6	859,2280	22	21-01-13	10:00	-2,6	857,8114					
23	23-01-13	10:00	-0,4	859,8388	23	23-01-13	10:00	-1,0	859,8545	23	23-01-13	10:00	-0,7	859,8058	23	23-01-13	10:00	-3,6	859,2280	23	23-01-13	10:00	-2,0	857,8120					
24	23-01-13	14:00	-0,5	859,8387	24	23-01-13	14:00	-1,1	859,8544	24	23-01-13	14:00	0,0	859,8065	24	23-01-13	14:00	-2,4	859,2282	24	23-01-13	14:00	-1,4	857,8126					
25	24-01-13	8:00	-0,9	859,8383	25	24-01-13	8:00	-1,5	859,8540	25	24-01-13	8:00	-0,2	859,8063	25	24-01-13	8:00	-2,5	859,2291	25	24-01-13	8:00	-1,1	857,8129					
26	24-01-13	10:00	-0,4	859,8388	26	24-01-13	10:00	-1,1	859,8544	26	24-01-13	10:00	-0,5	859,8060	26	24-01-13	10:00	-1,9	859,2297	26	24-01-13	10:00	-1,5	857,8125					
27	24-01-13	14:00	-1,7	859,8375	27	24-01-13	14:00	-2,2	859,8533	27	24-01-13	14:00	-1,2	859,8053	27	24-01-13	14:00	-3,2	859,2284	27	24-01-13	14:00	-2,2	857,8118					
28	25-01-13	8:00	-0,4	859,8388	28	25-01-13	8:00	-1,3	859,8542	28	25-01-13	8:00	-0,2	859,8063	28	25-01-13	8:00	-3,3	859,2283	28	25-01-13	8:00	-1,7	857,8123					
29	25-01-13	14:00	-1,1	859,8381	29	25-01-13	14:00	-1,7	859,8538	29	25-01-13	14:00	-0,7	859,8058	29	25-01-13	14:00	-2,3	859,2293	29	25-01-13	14:00	-1,4	857,8126					
30	26-01-13	8:00	-1,8	859,8374	30	26-01-13	8:00	-2,7	859,8528	30	26-01-13	8:00	-1,1	859,8054	30	26-01-13	8:00	-3,0	859,2286	30	26-01-13	8:00	-2,0	857,8120					
31	28-01-13	8:00	-2,0	859,8372	31	28-01-13	8:00	-1,6	859,8539	31	28-01-13	8:00	-0,6	859,8059	31	28-01-13	8:00	-3,6	859,2280	31	28-01-13	8:00	-3,0	857,8110					
32	28-01-13	14:00	-2,1	859,8371	32	28-01-13	14:00	-2,8	859,8527	32	28-01-13	14:00	-1,6	859,8049	32	28-01-13	14:00	-3,4	859,2282	32	28-01-13	14:00	-2,3	857,8117					
33	29-01-13	8:00	-2,1	859,8371	33	29-01-13	8:00	-2,9	859,8526	33	29-01-13	8:00	-1,8	859,8047	33	29-01-13	8:00	-3,8	859,2278	33	29-01-13	8:00	-2,0	857,8120					
34	29-01-13	14:00	-1,8	859,8374	34	29-01-13	14:00	-2,5	859,8530	34	29-01-13	14:00	-1,5	859,8050	34	29-01-13	14:00	-4,0	859,2276	34	29-01-13	14:00	-1,7	857,8123					
35	30-01-13	8:00	-2,3	859,8369	35	30-01-13	8:00	-2,2	859,8533	35	30-01-13	8:00	-1,9	859,8046	35	30-01-13	8:00	-3,8	859,2278	35	30-01-13	8:00	-2,0	857,8120					
36	30-01-13	14:00	-1,9	859,8373	36	30-01-13	14:00	-2,8	859,8527	36	30-01-13	14:00	-1,6	859,8049	36	30-01-13	14:00	-3,6	859,2280	36	30-01-13	14:00	-2,5	857,8115					
37	31-01-13	8:00	-2,2	859,8370	37	31-01-13	8:00	-3,2	859,8523	37	31-01-13	8:00	-2,5	859,8040	37	31-01-13	8:00	-4,3	859,2273	37	31-01-13	8:00	-2,2	857,8118					
38	31-01-13	14:00	-2,6	859,8366	38	31-01-13	14:00	-3,7	859,8518	38	31-01-13	14:00	-2,7	859,8038	38	31-01-13	14:00	-4,8	859,2268	38	31-01-13	14:00	-3,3	857,8107					
39	01-02-13	8:00	-2,5	859,8367	39	01-02-13	8:00	-4,4	859,8511	39	01-02-13	8:00	-3,9	859,8026	39	01-02-13	8:00	-6,3	859,2253	39	01-02-13	8:00	-4,7	857,8093					
40	01-02-13	14:00	-2,6	859,8366	40	01-02-13	14:00	-4,2	859,8513	40	01-02-13	14:00	-3,6	859,8029	40	01-02-13	14:00	-5,8	859,2258	40	01-02-13	14:00	-4,0	857,8100					
41	04-02-13	8:00	-2,7	859,8365	41	04-02-13	8:00	-4,6	859,8509	41	04-02-13	8:00	-4,3	859,8022	41	04-02-13	8:00	-6,4	859,2252	41	04-02-13	8:00	-4,5	857,8095					
42	05-02-13	8:00	-3,2	859,8360	42	05-02-13	8:00	-5,2	859,8503	42	05-02-13	8:00	-4,8	859,8017	42	05-02-13	8:00	-6,9	859,2247	42	05-02-13	8:00	-4,2	857,8098					
43	06-02-13	10:00	-2,8	859,8364	43	06-02-13	10:00	-4,9	859,8506	43	06-02-13	10:00	-4,6	859,8019	43	06-02-13	10:00	-7,1	859,2245	43	06-02-13	10:00	-5,3	857,8087					
44	07-02-13	10:00	-2,4	859,8368	44	07-02-13	10:00	-4,4	859,8511	44	07-02-13	10:00	-4,2	859,8023	44	07-02-13	10:00	-6,7	859,2249	44	07-02-13	10:00	-5,2	857,8088					
45	08-02-13	10:00	-3,0	859,8362	45	08-02-13	10:00	-4,9	859,8506	45	08-02-13	10:00	-4,7	859,8018	45	08-02-13	10:00	-6,8	859,2248	45	08-02-13	10:00	-5,4	857,8086					
46	13-02-13	10:00	-3,7	859,8355	46	13-02-13	10:00	-5,7	859,8498	46	13-02-13	10:00	-5,5	859,8010	46	13-02-13	10:00	-7,9	859,2237	46	13-02-13	10:00	-6,2	857,8078					
47	14-02-13	10:00	-3,2	859,8360	47	14-02-13	10:00	-6,5	859,8490	47	14-02-13</																		



GRAFICA 4.1.1.t.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

T2					T4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	25-10-12	10:00	0,0	859,5947	1	25-10-12	10:00	0,0	859,1135
2	30-11-12	8:00	-0,7	859,5940	2	30-11-12	8:00	-0,4	859,1131
3	03-12-12	8:00	-0,8	859,5939	3	03-12-12	8:00	0,0	859,1135
4	04-12-12	8:00	-0,3	859,5944	4	04-12-12	8:00	0,2	859,1137
5	04-12-12	14:00	-0,3	859,5944	5	04-12-12	14:00	0,4	859,1139
6	05-12-12	8:00	0,7	859,5954	6	05-12-12	8:00	0,7	859,1142
7	05-12-12	14:00	-0,2	859,5945	7	05-12-12	14:00	0,0	859,1135
8	06-12-12	8:00	0,7	859,5954	8	06-12-12	8:00	0,4	859,1139
9	06-12-12	14:00	0,8	859,5955	9	06-12-12	14:00	0,6	859,1141
10	07-12-12	8:00	0,2	859,5949	10	07-12-12	8:00	-0,4	859,1131
11	07-12-12	14:00	0,0	859,5947	11	07-12-12	14:00	-0,3	859,1132
12	10-12-12	8:00	0,3	859,5950	12	10-12-12	8:00	0,0	859,1135
13	11-12-12	8:00	0,5	859,5952	13	11-12-12	8:00	-0,3	859,1132
14	12-12-12	8:00	0,6	859,5953	14	12-12-12	8:00	0,1	859,1136
15	13-12-12	8:00	0,4	859,5951	15	13-12-12	8:00	-0,5	859,1130
16	17-12-12	8:00	0,2	859,5949	16	17-12-12	8:00	-1,0	859,1125
17	27-12-12	8:00	-0,2	859,5945	17	27-12-12	8:00	-1,2	859,1123
18	02-01-13	10:00	0,3	859,5950	18	02-01-13	10:00	-1,5	859,1120
19	07-01-13	10:00	-0,8	859,5939	19	07-01-13	10:00	-2,1	859,1114
20	10-01-13	10:00	-0,5	859,5942	20	10-01-13	10:00	-2,4	859,1111
21	14-01-13	10:00	-1,0	859,5937	21	14-01-13	10:00	-3,2	859,1103
22	21-01-13	10:00	-0,9	859,5938	22	21-01-13	10:00	-2,7	859,1108
23	23-01-13	10:00	-0,7	859,5940	23	23-01-13	10:00	-3,1	859,1104
24	23-01-13	14:00	0,3	859,5950	24	23-01-13	14:00	-3,5	859,1100
25	24-01-13	8:00	-0,2	859,5945	25	24-01-13	8:00	-3,4	859,1101
26	24-01-13	10:00	0,1	859,5948	26	24-01-13	10:00	-3,1	859,1104
27	24-01-13	14:00	-1,0	859,5937	27	24-01-13	14:00	-4,5	859,1090
28	25-01-13	8:00	0,0	859,5947	28	25-01-13	8:00	-4,8	859,1087
29	25-01-13	14:00	-0,7	859,5940	29	25-01-13	14:00	-3,8	859,1097
30	26-01-13	8:00	-1,1	859,5936	30	26-01-13	8:00	-4,5	859,1090
31	28-01-13	8:00	-0,4	859,5943	31	28-01-13	8:00	-5,5	859,1080
32	28-01-13	14:00	-1,5	859,5932	32	28-01-13	14:00	-5,2	859,1083
33	29-01-13	8:00	-2,3	859,5924	33	29-01-13	8:00	-5,8	859,1077
34	29-01-13	14:00	-1,3	859,5934	34	29-01-13	14:00	-5,5	859,1080
35	30-01-13	8:00	-1,8	859,5929	35	30-01-13	8:00	-5,9	859,1076
36	30-01-13	14:00	-1,5	859,5932	36	30-01-13	14:00	-4,7	859,1088
37	31-01-13	8:00	-2,2	859,5925	37	31-01-13	8:00	-5,7	859,1078
38	31-01-13	14:00	-2,5	859,5922	38	31-01-13	14:00	-7,5	859,1060
39	01-02-13	8:00	-3,1	859,5916	39	01-02-13	8:00	-9,0	859,1045
40	01-02-13	14:00	-3,2	859,5915	40	01-02-13	14:00	-8,9	859,1046
41	04-02-13	8:00	-3,3	859,5914	41	04-02-13	8:00	-9,6	859,1039
42	05-02-13	8:00	-3,8	859,5909	42	05-02-13	8:00	-9,9	859,1036
43	06-02-13	10:00	-3,7	859,5910	43	06-02-13	10:00	-9,8	859,1037
44	07-02-13	10:00	-3,4	859,5913	44	07-02-13	10:00	-10,7	859,1028
45	08-02-13	10:00	-3,7	859,5910	45	08-02-13	10:00	-11,0	859,1025
46	13-02-13	10:00	-4,4	859,5903	46	13-02-13	10:00	-11,3	859,1022
47	14-02-13	10:00	-5,2	859,5895	47	14-02-13	10:00	-10,9	859,1026
48	15-02-13	10:00	-5,4	859,5893	48	15-02-13	10:00	-11,6	859,1019
49	05-03-13	10:00	-4,8	859,5899	49	05-03-13	10:00	-12,8	859,1007
50	11-03-13	10:00	-4,3	859,5904	50	11-03-13	10:00	-15,3	859,0982
51	12-03-13	10:00	-4,4	859,5903	51	12-03-13	10:00	-15,4	859,0981
52	19-03-13	14:00	-4,3	859,5904	52	19-03-13	14:00	-15,1	859,0984

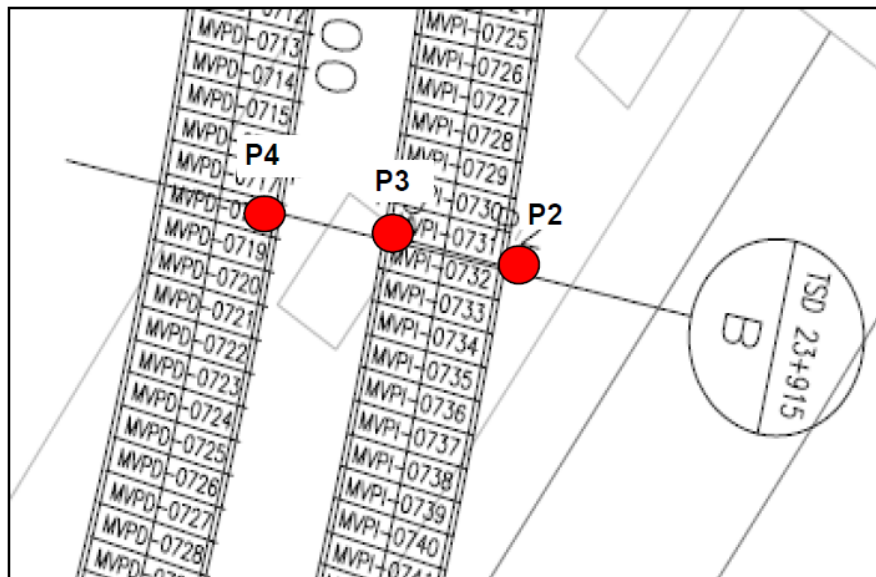
TABLA 4.1.1.u.: Lecturas de los tasómetros (T2 y T4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.1.u.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

SEC: 23+965

Puntos superficiales

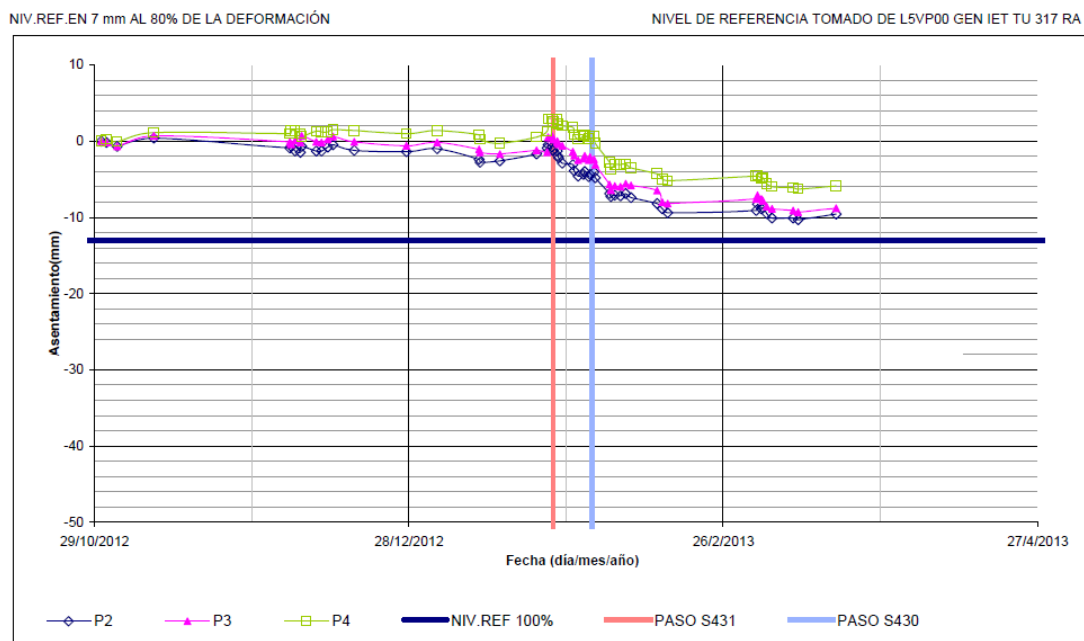


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	30/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	24/1/2013	PASO S431
3	1/2/2013	PASO S430

FIGURA 4.1.1.o.: Ubicación de la sección tipo "B" en la progresiva 23+965 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	30-10-12	8:00	0,0	859,5247	1	30-10-12	8:00	0,0	859,3775	1	30-10-12	8:00	0,0	859,5395
2	31-10-12	8:00	-0,2	859,5245	2	31-10-12	8:00	-0,2	859,3773	2	31-10-12	8:00	0,2	859,5397
3	02-11-12	8:00	-0,7	859,5240	3	02-11-12	8:00	-0,7	859,3768	3	02-11-12	8:00	-0,1	859,5394
4	09-11-12	8:00	0,4	859,5251	4	09-11-12	8:00	0,7	859,3782	4	09-11-12	8:00	1,1	859,5406
5	05-12-12	8:00	-0,9	859,5238	5	05-12-12	8:00	-0,1	859,3774	5	05-12-12	8:00	1,0	859,5405
6	05-12-12	14:00	-0,7	859,5240	6	05-12-12	14:00	-0,4	859,3771	6	05-12-12	14:00	1,4	859,5409
7	06-12-12	8:00	-1,3	859,5234	7	06-12-12	8:00	0,1	859,3776	7	06-12-12	8:00	1,4	859,5409
8	07-12-12	8:00	-1,5	859,5232	8	07-12-12	8:00	-0,2	859,3773	8	07-12-12	8:00	1,0	859,5405
9	07-12-12	14:00	-0,7	859,5240	9	07-12-12	14:00	0,7	859,3782	9	07-12-12	14:00	0,6	859,5401
10	10-12-12	8:00	-1,3	859,5234	10	10-12-12	8:00	-0,1	859,3774	10	10-12-12	8:00	1,3	859,5408
11	11-12-12	8:00	-1,3	859,5234	11	11-12-12	8:00	-0,2	859,3773	11	11-12-12	8:00	1,2	859,5407
12	12-12-12	14:00	-0,8	859,5239	12	12-12-12	14:00	0,2	859,3777	12	12-12-12	14:00	1,2	859,5407
13	13-12-12	14:00	-0,5	859,5242	13	13-12-12	14:00	0,6	859,3781	13	13-12-12	14:00	1,5	859,5410
14	17-12-12	14:00	-1,2	859,5235	14	17-12-12	14:00	-0,1	859,3774	14	17-12-12	14:00	1,4	859,5409
15	27-12-12	14:00	-1,4	859,5233	15	27-12-12	14:00	-0,6	859,3769	15	27-12-12	14:00	1,0	859,5405
16	02-01-13	10:00	-1,0	859,5237	16	02-01-13	10:00	-0,2	859,3773	16	02-01-13	10:00	1,4	859,5409
17	10-01-13	10:00	-2,4	859,5223	17	10-01-13	10:00	-1,1	859,3764	17	10-01-13	10:00	0,8	859,5403
18	10-01-13	14:00	-2,8	859,5219	18	10-01-13	14:00	-1,5	859,376	18	10-01-13	14:00	0,2	859,5397
19	14-01-13	10:00	-2,6	859,5221	19	14-01-13	10:00	-1,7	859,3758	19	14-01-13	10:00	-0,3	859,5392
20	21-01-13	10:00	-1,7	859,5230	20	21-01-13	10:00	-1,2	859,3763	20	21-01-13	10:00	0,5	859,5400
21	23-01-13	10:00	-0,9	859,5238	21	23-01-13	10:00	-1,5	859,376	21	23-01-13	10:00	1,3	859,5408
22	23-01-13	14:00	-0,5	859,5242	22	23-01-13	14:00	0,5	859,378	22	23-01-13	14:00	2,9	859,5424
23	24-01-13	8:00	-0,8	859,5239	23	24-01-13	8:00	0,7	859,3782	23	24-01-13	8:00	2,9	859,5424
24	24-01-13	10:00	-1,2	859,5235	24	24-01-13	10:00	0,5	859,378	24	24-01-13	10:00	2,9	859,5424
25	24-01-13	14:00	-1,2	859,5235	25	24-01-13	14:00	0,2	859,3777	25	24-01-13	14:00	2,5	859,5420
26	25-01-13	8:00	-1,3	859,5234	26	25-01-13	8:00	0,0	859,3775	26	25-01-13	8:00	2,8	859,5423
27	25-01-13	10:00	-1,9	859,5228	27	25-01-13	10:00	-0,2	859,3773	27	25-01-13	10:00	2,3	859,5418
28	25-01-13	14:00	-2,2	859,5225	28	25-01-13	14:00	-0,4	859,3771	28	25-01-13	14:00	2,2	859,5417
29	26-01-13	8:00	-2,9	859,5218	29	26-01-13	8:00	-0,6	859,3769	29	26-01-13	8:00	2,0	859,5415
30	28-01-13	8:00	-3,1	859,5216	30	28-01-13	8:00	-1,4	859,3761	30	28-01-13	8:00	1,8	859,5413
31	28-01-13	14:00	-3,9	859,5208	31	28-01-13	14:00	-1,9	859,3756	31	28-01-13	14:00	0,8	859,5403
32	29-01-13	8:00	-4,6	859,5201	32	29-01-13	8:00	-2,5	859,375	32	29-01-13	8:00	0,2	859,5397
33	30-01-13	8:00	-4,4	859,5203	33	30-01-13	8:00	-2,3	859,3752	33	30-01-13	8:00	0,7	859,5402
34	30-01-13	14:00	-4,0	859,5207	34	30-01-13	14:00	-1,9	859,3756	34	30-01-13	14:00	0,8	859,5403
35	31-01-13	8:00	-4,7	859,5200	35	31-01-13	8:00	-2,5	859,375	35	31-01-13	8:00	0,3	859,5398
36	31-01-13	14:00	-4,4	859,5203	36	31-01-13	14:00	-2,1	859,3754	36	31-01-13	14:00	0,6	859,5401
37	01-02-13	8:00	-4,1	859,5206	37	01-02-13	8:00	-2,4	859,3751	37	01-02-13	8:00	0,6	859,5401
38	01-02-13	14:00	-4,8	859,5199	38	01-02-13	14:00	-3,1	859,3744	38	01-02-13	14:00	-0,3	859,5392
39	04-02-13	8:00	-6,9	859,5178	39	04-02-13	8:00	-5,7	859,3718	39	04-02-13	8:00	-2,8	859,5367
40	04-02-13	14:00	-7,3	859,5174	40	04-02-13	14:00	-6,4	859,3711	40	04-02-13	14:00	-3,7	859,5358
41	05-02-13	8:00	-7,1	859,5176	41	05-02-13	8:00	-5,9	859,3716	41	05-02-13	8:00	-3,1	859,5364
42	06-02-13	10:00	-7,2	859,5175	42	06-02-13	10:00	-6,0	859,3715	42	06-02-13	10:00	-3,1	859,5364
43	07-02-13	10:00	-6,9	859,5178	43	07-02-13	10:00	-5,6	859,3719	43	07-02-13	10:00	-3,0	859,5365
44	08-02-13	10:00	-7,4	859,5173	44	08-02-13	10:00	-5,8	859,3717	44	08-02-13	10:00	-3,5	859,5360
45	13-02-13	10:00	-8,2	859,5165	45	13-02-13	10:00	-6,5	859,371	45	13-02-13	10:00	-4,3	859,5352
46	14-02-13	10:00	-8,9	859,5158	46	14-02-13	10:00	-8,0	859,3695	46	14-02-13	10:00	-5,0	859,5345
47	15-02-13	10:00	-9,4	859,5153	47	15-02-13	10:00	-8,2	859,3693	47	15-02-13	10:00	-5,2	859,5343
48	04-03-13	8:00	-9,1	859,5156	48	04-03-13	8:00	-7,6	859,3699	48	04-03-13	8:00	-4,6	859,5349
49	04-03-13	14:00	-8,3	859,5164	49	04-03-13	14:00	-7,1	859,3704	49	04-03-13	14:00	-4,5	859,5350
50	05-03-13	8:00	-8,9	859,5158	50	05-03-13	8:00	-7,6	859,3699	50	05-03-13	8:00	-4,9	859,5346
51	05-03-13	14:00	-8,7	859,5160	51	05-03-13	14:00	-7,8	859,3697	51	05-03-13	14:00	-4,8	859,5347
52	06-03-13	8:00	-9,5	859,5152	52	06-03-13	8:00	-8,6	859,3689	52	06-03-13	8:00	-5,6	859,5339
53	07-03-13	8:00	-10,1	859,5146	53	07-03-13	8:00	-8,9	859,3686	53	07-03-13	8:00	-6,0	859,5335
54	11-03-13	8:00	-10,1	859,5146	54	11-03-13	8:00	-9,1	859,3684	54	11-03-13	8:00	-6,1	859,5334
55	12-03-13	8:00	-10,3	859,5144	55	12-03-13	8:00	-9,3	859,3682	55	12-03-13	8:00	-6,3	859,5332
56	19-03-13	14:00	-9,6	859,5151	56	19-03-13	14:00	-8,8	859,3687	56	19-03-13	14:00	-5,9	859,5336

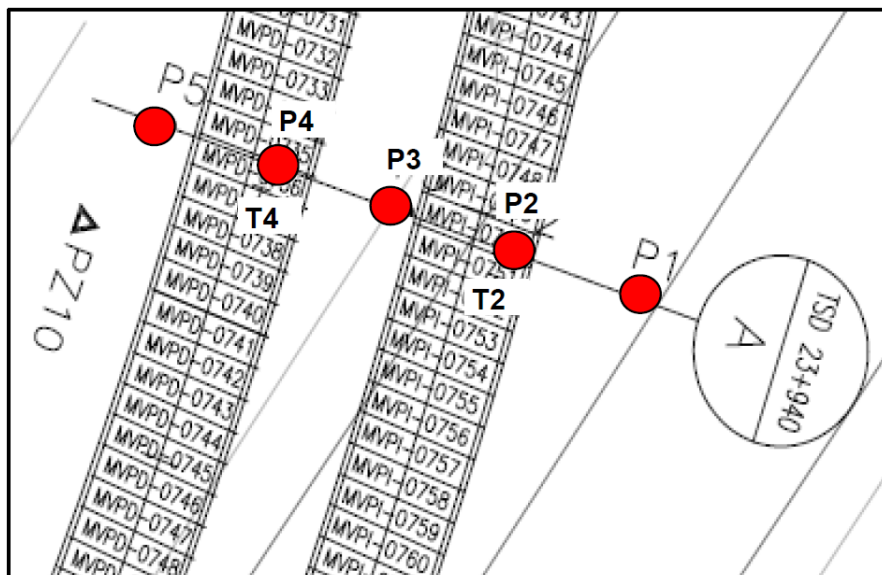
TABLA 4.1.1.v.: Lecturas de los puntos superficiales (P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.1.v.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

SEC: 23+990

Puntos superficiales y tasómetros

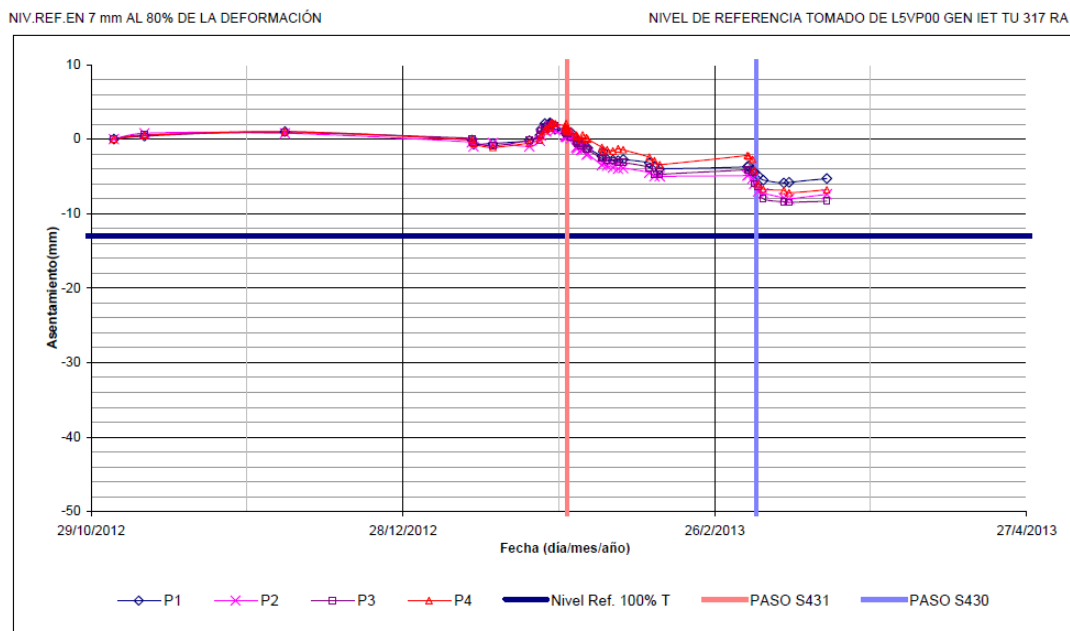


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	2/11/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	28/1/2013	PASO S431
3	6/3/2013	PASO S430

FIGURA 4.1.1.p.: Ubicación de la sección tipo "A" en la progresiva 23+990 del alineamiento Proyecto Línea 5.

P1					P2					P3					P4				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deo	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deo	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deo	Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Deo
1	02-11-12	10:00	0.0	859,1717	1	02-11-12	10:00	0.0	859,2100	1	02-11-12	10:00	0.0	859,2002	1	02-11-12	10:00	0.0	859,0416
2	08-11-12	8:00	0.4	859,1721	2	08-11-12	8:00	0.8	859,2108	2	08-11-12	8:00	0.6	859,2008	2	08-11-12	8:00	0.5	859,0421
3	05-12-12	8:00	1.0	859,1727	3	05-12-12	8:00	0.8	859,2108	3	05-12-12	8:00	0.9	859,2011	3	05-12-12	8:00	1.0	859,0426
4	10-01-13	8:00	-0.1	859,1716	4	10-01-13	8:00	-0.4	859,2096	4	10-01-13	8:00	0.1	859,2003	4	10-01-13	8:00	-0.1	859,0415
5	10-01-13	14:00	-0.7	859,1710	5	10-01-13	14:00	-1.0	859,2090	5	10-01-13	14:00	-0.4	859,1998	5	10-01-13	14:00	-0.6	859,0410
6	14-01-13	8:00	-0.6	859,1711	6	14-01-13	8:00	-0.5	859,2095	6	14-01-13	8:00	-0.9	859,1993	6	14-01-13	8:00	-1.1	859,0405
7	21-01-13	8:00	-0.2	859,1715	7	21-01-13	8:00	-1.0	859,2090	7	21-01-13	8:00	-0.1	859,2001	7	21-01-13	8:00	-0.5	859,0411
8	23-01-13	8:00	0.5	859,1722	8	23-01-13	8:00	-0.2	859,2098	8	23-01-13	8:00	0.6	859,2008	8	23-01-13	8:00	-0.1	859,0415
9	23-01-13	14:00	1.3	859,1730	9	23-01-13	14:00	0.5	859,2105	9	23-01-13	14:00	1.1	859,2013	9	23-01-13	14:00	0.4	859,0420
10	24-01-13	8:00	2.1	859,1738	10	24-01-13	8:00	1.2	859,2112	10	24-01-13	8:00	1.6	859,2018	10	24-01-13	8:00	1.1	859,0427
11	24-01-13	14:00	1.8	859,1735	11	24-01-13	14:00	1.0	859,2110	11	24-01-13	14:00	1.3	859,2015	11	24-01-13	14:00	1.4	859,0430
12	25-01-13	8:00	2.2	859,1739	12	25-01-13	8:00	1.5	859,2115	12	25-01-13	8:00	1.8	859,2020	12	25-01-13	8:00	1.7	859,0433
13	25-01-13	10:00	2.1	859,1738	13	25-01-13	10:00	1.7	859,2117	13	25-01-13	10:00	1.9	859,2021	13	25-01-13	10:00	1.5	859,0431
14	25-01-13	14:00	2.0	859,1737	14	25-01-13	14:00	1.6	859,2116	14	25-01-13	14:00	2.0	859,2022	14	25-01-13	14:00	2.2	859,0438
15	25-01-13	16:00	2.0	859,1737	15	25-01-13	16:00	1.6	859,2116	15	25-01-13	16:00	2.0	859,2022	15	25-01-13	16:00	2.2	859,0438
16	26-01-13	8:00	1.3	859,1730	16	26-01-13	8:00	1.2	859,2112	16	26-01-13	8:00	1.8	859,2020	16	26-01-13	8:00	2.1	859,0437
17	28-01-13	8:00	1.0	859,1727	17	28-01-13	8:00	0.4	859,2104	17	28-01-13	8:00	1.1	859,2013	17	28-01-13	8:00	1.7	859,0433
18	28-01-13	9:00	0.8	859,1725	18	28-01-13	9:00	0.4	859,2104	18	28-01-13	9:00	0.9	859,2011	18	28-01-13	9:00	1.5	859,0431
19	28-01-13	10:00	0.9	859,1726	19	28-01-13	10:00	0.3	859,2103	19	28-01-13	10:00	0.9	859,2011	19	28-01-13	10:00	2.1	859,0437
20	28-01-13	11:00	1.0	859,1727	20	28-01-13	11:00	0.5	859,2105	20	28-01-13	11:00	1.0	859,2012	20	28-01-13	11:00	1.4	859,0430
21	28-01-13	13:00	0.8	859,1725	21	28-01-13	13:00	0.4	859,2104	21	28-01-13	13:00	0.7	859,2009	21	28-01-13	13:00	1.1	859,0427
22	28-01-13	14:00	0.7	859,1724	22	28-01-13	14:00	0.3	859,2103	22	28-01-13	14:00	0.9	859,2011	22	28-01-13	14:00	1.3	859,0429
23	28-01-13	15:00	0.6	859,1723	23	28-01-13	15:00	0.4	859,2104	23	28-01-13	15:00	0.9	859,2011	23	28-01-13	15:00	1.5	859,0431
24	28-01-13	16:00	0.8	859,1725	24	28-01-13	16:00	0.4	859,2104	24	28-01-13	16:00	1.0	859,2012	24	28-01-13	16:00	1.2	859,0428
25	29-01-13	8:00	0.9	859,1726	25	29-01-13	8:00	0.1	859,2101	25	29-01-13	8:00	0.3	859,2005	25	29-01-13	8:00	1.0	859,0426
26	30-01-13	8:00	0.1	859,1718	26	30-01-13	8:00	-1.1	859,2089	26	30-01-13	8:00	-0.3	859,1999	26	30-01-13	8:00	0.6	859,0422
27	30-01-13	13:00	-0.2	859,1715	27	30-01-13	13:00	-1.3	859,2087	27	30-01-13	13:00	-0.4	859,1998	27	30-01-13	13:00	0.4	859,0420
28	30-01-13	15:00	-0.6	859,1711	28	30-01-13	15:00	-1.0	859,2090	28	30-01-13	15:00	-0.6	859,1996	28	30-01-13	15:00	0.3	859,0419
29	31-01-13	8:00	-0.8	859,1709	29	31-01-13	8:00	-1.4	859,2086	29	31-01-13	8:00	-0.9	859,1993	29	31-01-13	8:00	-0.1	859,0415
30	31-01-13	14:00	-0.9	859,1708	30	31-01-13	14:00	-1.4	859,2086	30	31-01-13	14:00	-0.7	859,1995	30	31-01-13	14:00	0.6	859,0422
31	01-02-13	8:00	-1.3	859,1704	31	01-02-13	8:00	-2.1	859,2079	31	01-02-13	8:00	-1.3	859,1989	31	01-02-13	8:00	0.2	859,0418
32	01-02-13	14:00	-1.2	859,1705	32	01-02-13	14:00	-2.0	859,2080	32	01-02-13	14:00	-1.4	859,1988	32	01-02-13	14:00	0.0	859,0416
33	04-02-13	8:00	-2.3	859,1694	33	04-02-13	8:00	-3.5	859,2065	33	04-02-13	8:00	-2.6	859,1976	33	04-02-13	8:00	-1.1	859,0405
34	04-02-13	14:00	-1.7	859,1700	34	04-02-13	14:00	-3.3	859,2067	34	04-02-13	14:00	-2.5	859,1977	34	04-02-13	14:00	-1.5	859,0401
35	05-02-13	8:00	-2.7	859,1690	35	05-02-13	8:00	-3.6	859,2064	35	05-02-13	8:00	-2.9	859,1973	35	05-02-13	8:00	-1.4	859,0402
36	06-02-13	10:00	-2.8	859,1689	36	06-02-13	10:00	-3.8	859,2062	36	06-02-13	10:00	-2.9	859,1973	36	06-02-13	10:00	-1.6	859,0400
37	07-02-13	10:00	-2.9	859,1688	37	07-02-13	10:00	-4.0	859,2060	37	07-02-13	10:00	-3.1	859,1971	37	07-02-13	10:00	-1.3	859,0403
38	08-02-13	10:00	-2.7	859,1690	38	08-02-13	10:00	-3.9	859,2061	38	08-02-13	10:00	-3.1	859,1971	38	08-02-13	10:00	-1.4	859,0402
39	13-02-13	10:00	-3.2	859,1685	39	13-02-13	10:00	-4.5	859,2055	39	13-02-13	10:00	-3.8	859,1964	39	13-02-13	10:00	-2.4	859,0392
40	14-02-13	10:00	-3.7	859,1680	40	14-02-13	10:00	-5.0	859,2050	40	14-02-13	10:00	-4.7	859,1955	40	14-02-13	10:00	-2.9	859,0387
41	15-02-13	10:00	-4.0	859,1677	41	15-02-13	10:00	-5.0	859,2050	41	15-02-13	10:00	-4.7	859,1955	41	15-02-13	10:00	-3.4	859,0382
42	04-03-13	8:00	-3.7	859,1680	42	04-03-13	8:00	-4.9	859,2051	42	04-03-13	8:00	-4.1	859,1961	42	04-03-13	8:00	-2.2	859,0394
43	04-03-13	14:00	-3.6	859,1681	43	04-03-13	14:00	-4.8	859,2052	43	04-03-13	14:00	-4.2	859,1960	43	04-03-13	14:00	-2.3	859,0393
44	05-03-13	8:00	-4.2	859,1675	44	05-03-13	8:00	-5.3	859,2047	44	05-03-13	8:00	-4.5	859,1957	44	05-03-13	8:00	-2.7	859,0389
45	05-03-13	14:00	-4.5	859,1672	45	05-03-13	14:00	-6.0	859,2040	45	05-03-13	14:00	-6.0	859,1942	45	05-03-13	14:00	-4.2	859,0374
46	06-03-13	8:00	-4.9	859,1668	46	06-03-13	8:00	-7.0	859,2030	46	06-03-13	8:00	-6.4	859,1938	46	06-03-13	8:00	-6.1	859,0355
47	07-03-13	8:00	-5.5	859,1662	47	07-03-13	8:00	-7.3	859,2027	47	07-03-13	8:00	-8.0	859,1922	47	07-03-13	8:00	-6.7	859,0349
48	11-03-13	8:00	-5.9	859,1658	48	11-03-13	8:00	-7.9	859,2021	48	11-03-13	8:00	-8.4	859,1918	48	11-03-13	8:00	-6.9	859,0347
49	12-03-13	8:00	-5.8	859,1659	49	12-03-13	8:00	-8.0	859,2020	49	12-03-13	8:00	-8.5	859,1917	49	12-03-13	8:00	-7.2	859,0344
50	19-03-13	14:00	-5.3	859,1664	50	19-03-13	14:00	-7.4	859,2026	50	19-03-13	14:00	-8.3	859,1919	50	19-03-13	14:00	-6.8	859,0348

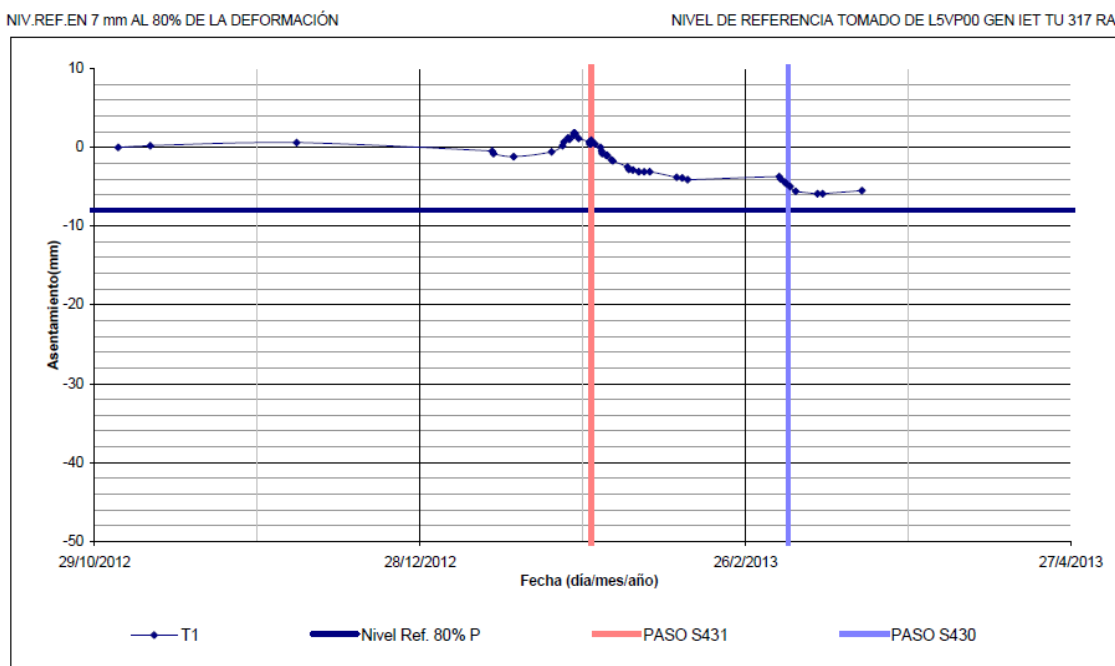
TABLA 4.1.1.w.: Lecturas de los puntos superficiales (P1,P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.1.w.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

T1				
Jornada	Fecha	Hora	Deformación Acumulada	Dato
1	02-11-12	10:00	0,0	857,1230
2	08-11-12	8:00	0,2	857,1232
3	05-12-12	8:00	0,6	857,1236
4	10-01-13	8:00	-0,5	857,1225
5	10-01-13	14:00	-0,8	857,1222
6	14-01-13	8:00	-1,2	857,1218
7	21-01-13	8:00	-0,6	857,1224
8	23-01-13	8:00	0,2	857,1232
9	23-01-13	14:00	0,7	857,1237
10	24-01-13	8:00	1,2	857,1242
11	24-01-13	14:00	1,0	857,1240
12	25-01-13	8:00	1,5	857,1245
13	25-01-13	10:00	1,8	857,1248
14	25-01-13	14:00	1,8	857,1248
15	25-01-13	16:00	1,7	857,1247
16	26-01-13	8:00	1,1	857,1241
17	28-01-13	8:00	0,7	857,1237
18	28-01-13	9:00	0,4	857,1234
19	28-01-13	10:00	0,6	857,1236
20	28-01-13	11:00	0,4	857,1234
21	28-01-13	13:00	0,6	857,1236
22	28-01-13	14:00	0,4	857,1234
23	28-01-13	15:00	0,7	857,1237
24	28-01-13	16:00	0,9	857,1239
25	29-01-13	8:00	0,4	857,1234
26	30-01-13	8:00	0,0	857,1230
27	30-01-13	13:00	-0,5	857,1225
28	30-01-13	15:00	-0,8	857,1222
29	31-01-13	8:00	-1,0	857,1220
30	31-01-13	14:00	-1,0	857,1220
31	01-02-13	8:00	-1,6	857,1214
32	01-02-13	14:00	-1,7	857,1213
33	04-02-13	8:00	-2,5	857,1205
34	04-02-13	14:00	-2,8	857,1202
35	05-02-13	8:00	-2,9	857,1201
36	06-02-13	10:00	-3,1	857,1199
37	07-02-13	10:00	-3,1	857,1199
38	08-02-13	10:00	-3,1	857,1199
39	13-02-13	10:00	-3,8	857,1192
40	14-02-13	10:00	-3,9	857,1191
41	15-02-13	10:00	-4,1	857,1189
42	04-03-13	8:00	-3,7	857,1193
43	04-03-13	14:00	-4,0	857,1190
44	05-03-13	8:00	-4,4	857,1186
45	05-03-13	14:00	-4,6	857,1184
46	06-03-13	8:00	-5,0	857,1180
47	07-03-13	8:00	-5,6	857,1174
48	11-03-13	8:00	-5,9	857,1171
49	12-03-13	8:00	-5,9	857,1171
50	19-03-13	14:00	-5,5	857,1175

TABLA 4.1.1.x.: Lecturas del tasómetro (T1) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

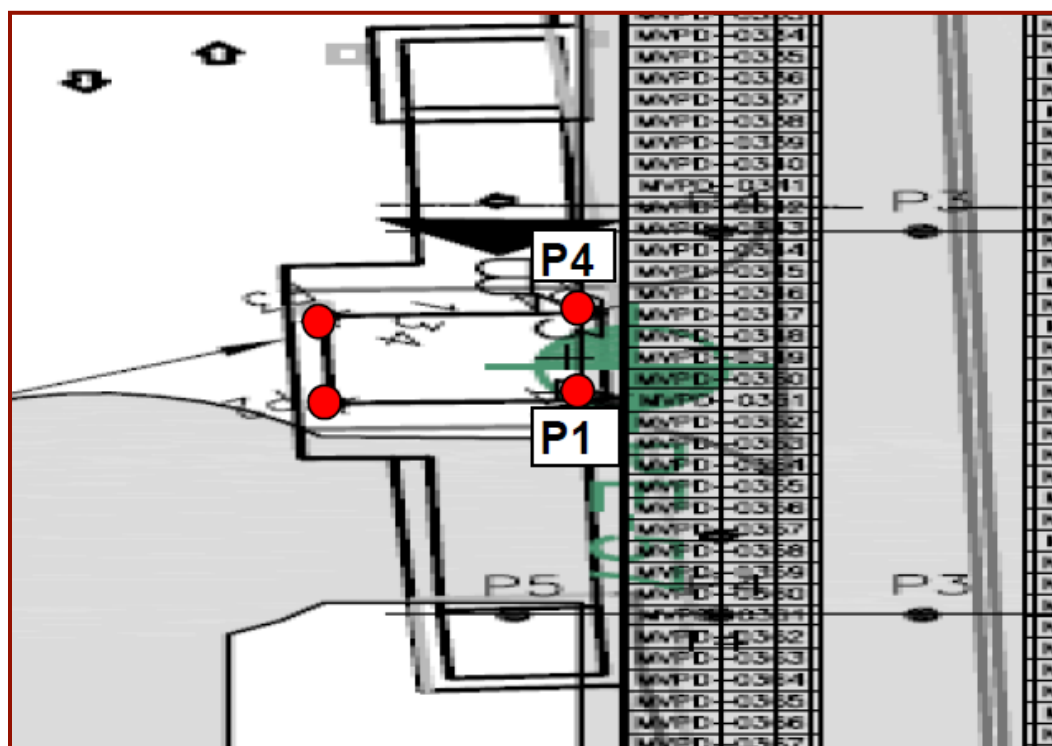


GRAFICA 4.1.1.x.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los puntos superficiales y tasómetros, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

4.1.2. Nivelación en edificaciones.

CASETA DE VIGILANCIA LA CARLOTA

Pernos de asentamiento

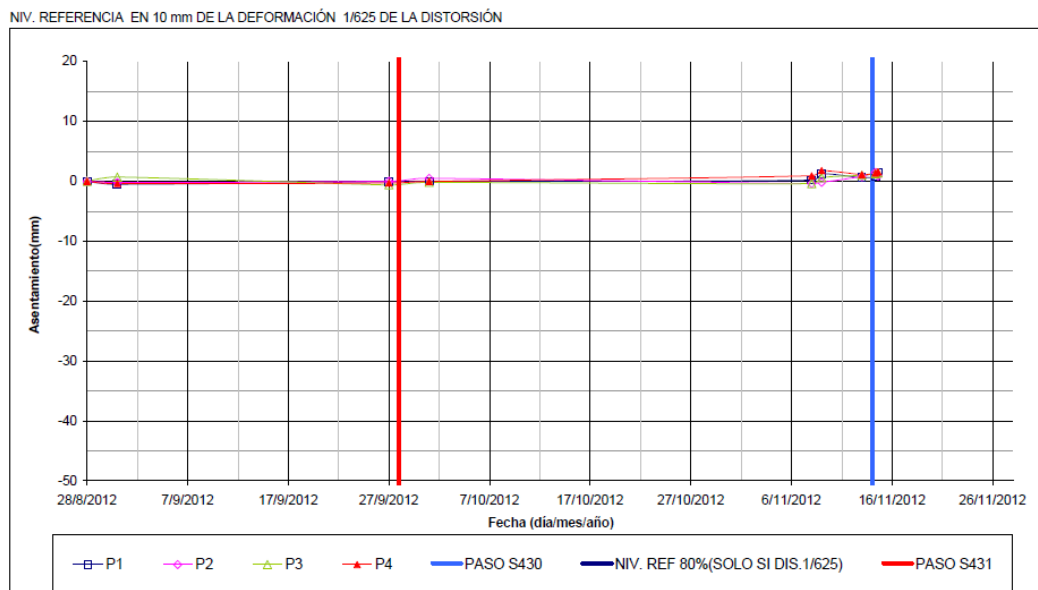


ACTIVIDAD EN OBRA		
1	28/8/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	14/11/2012	TOPA S430 REINICIO DE ACTIVIDAD

FIGURA 4.1.2.a.: Ubicación de los pernos de asentamiento de la caseta de vigilancia de la Base Aérea La Carlota. Proyecto Línea 5.

P1				P2				P3				P4			
F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO
1	28-08-12	0,0	850,9096	1	28-08-12	0,0	850,9305	1	28-08-12	0,0	850,4381	1	28-08-12	0,0	850,4059
2	31-08-12	-0,5	850,9091	2	31-08-12	-0,2	850,9303	2	31-08-12	0,7	850,4388	2	31-08-12	-0,4	850,4055
3	27-09-12	-0,1	850,9095	3	27-09-12	0,0	850,9305	3	27-09-12	-0,6	850,4375	3	27-09-12	-0,3	850,4056
4	01-10-12	0,0	850,9096	4	01-10-12	0,5	850,9310	4	01-10-12	-0,2	850,4379	4	01-10-12	0,0	850,4059
5	08-11-12	0,2	850,9098	5	08-11-12	-0,4	850,9301	5	08-11-12	-0,4	850,4377	5	08-11-12	0,9	850,4068
6	09-11-12	1,3	850,9109	6	09-11-12	-0,2	850,9303	6	09-11-12	0,6	850,4387	6	09-11-12	1,8	850,4077
7	13-11-12	0,6	850,9102	7	13-11-12	0,8	850,9313	7	13-11-12	1,0	850,4391	7	13-11-12	1,1	850,4070
8	14-11-12	0,8	850,9104	8	14-11-12	1,5	850,9320	8	14-11-12	1,3	850,4394	8	14-11-12	1,4	850,4073
9	14-11-12	1,5	850,9111	9	14-11-12	0,9	850,9314	9	14-11-12	1,4	850,4395	9	14-11-12	1,6	850,4075

TABLA 4.1.2.a.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P1, P2, P3 y P4) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.2.a.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

CENTRO COMERCIAL SAMBIL

Edificación N°136

Pernos de asentamiento

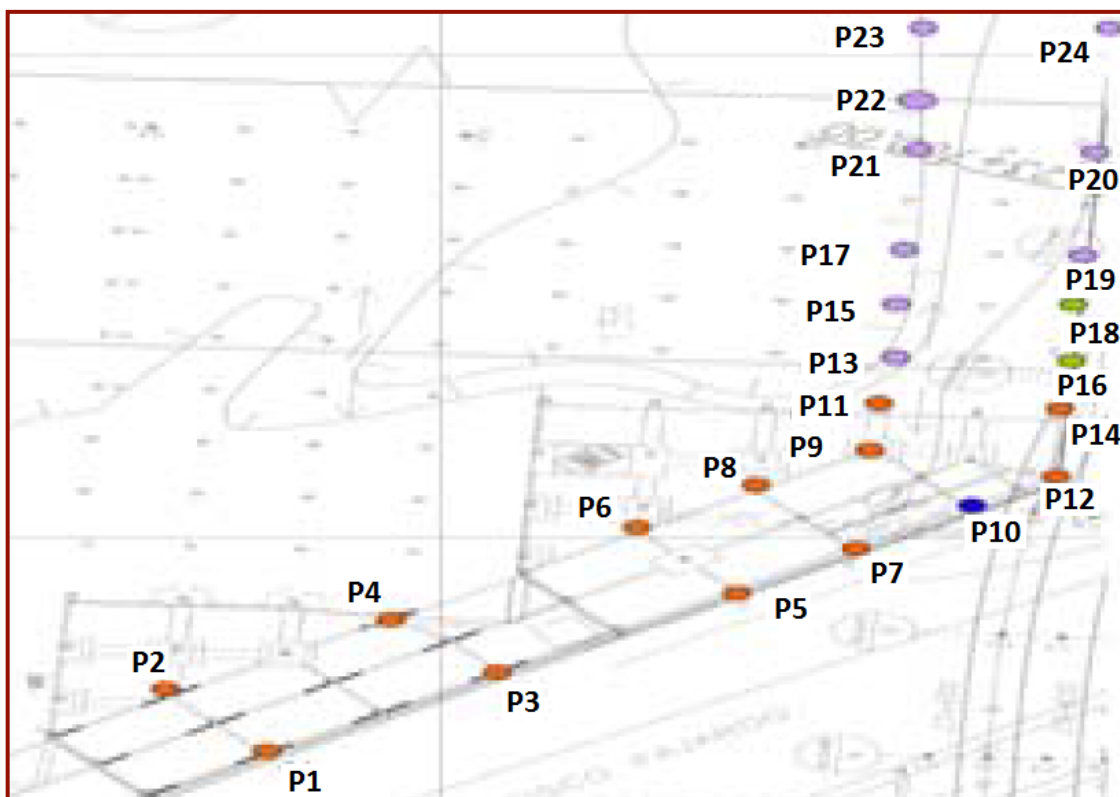
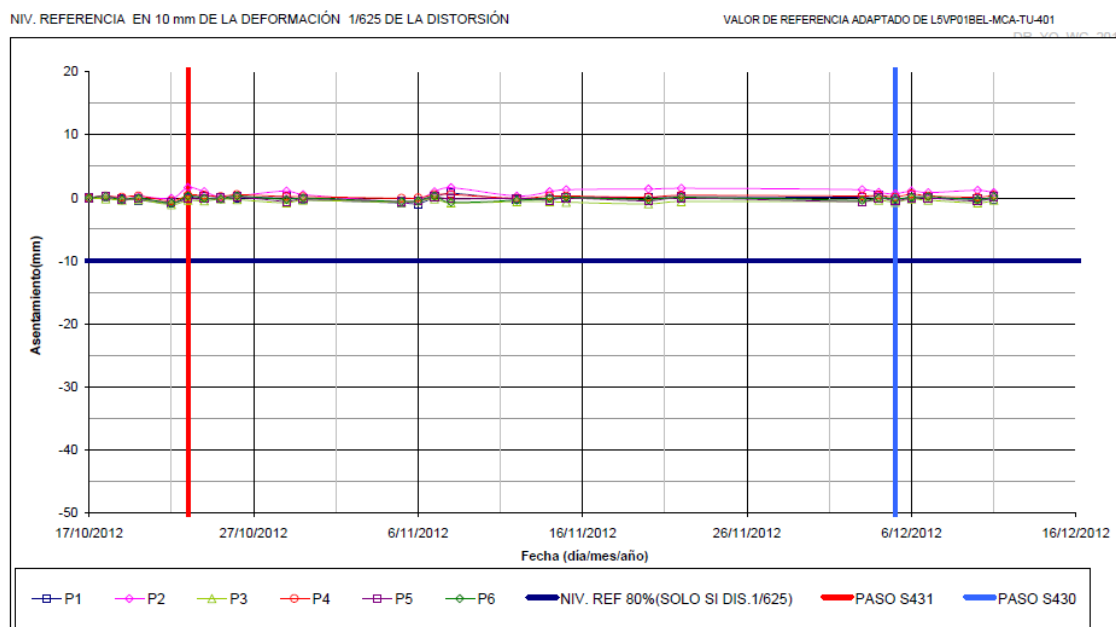


FIGURA 4.1.2.b.: Ubicación de los pernos de asentamiento en el Centro Comercial Sambil. Proyecto Línea 5.

P1				P2				P3				P4				P5				P6			
F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO
1	17-10-12	0,0	838,4483	1	17-10-12	0,0	838,4374	1	17-10-12	0,0	838,4624	1	17-10-12	0,0	838,5412	1	17-10-12	0,0	838,4550	1	17-10-12	0,0	838,4014
2	18-10-12	0,2	838,4485	2	18-10-12	0,2	838,4376	2	18-10-12	-0,2	838,4622	2	18-10-12	0,3	838,5415	2	18-10-12	0,3	838,4553	2	18-10-12	0,2	838,4016
3	19-10-12	-0,1	838,4482	3	19-10-12	-0,4	838,4370	3	19-10-12	-0,4	838,4620	3	19-10-12	0,1	838,5413	3	19-10-12	-0,3	838,4547	3	19-10-12	-0,3	838,4011
4	20-10-12	-0,4	838,4479	4	20-10-12	0,2	838,4376	4	20-10-12	-0,3	838,4621	4	20-10-12	0,3	838,5415	4	20-10-12	-0,2	838,4548	4	20-10-12	0,0	838,4014
5	22-10-12	-0,8	838,4475	5	22-10-12	-0,1	838,4373	5	22-10-12	-1,1	838,4613	5	22-10-12	-0,5	838,5407	5	22-10-12	-0,7	838,4543	5	22-10-12	-0,8	838,4006
6	23-10-12	0,0	838,4483	6	23-10-12	1,6	838,4390	6	23-10-12	-0,4	838,4620	6	23-10-12	0,4	838,5416	6	23-10-12	-0,2	838,4548	6	23-10-12	0,3	838,4017
7	24-10-12	0,3	838,4486	7	24-10-12	1,0	838,4384	7	24-10-12	-0,5	838,4619	7	24-10-12	0,4	838,5416	7	24-10-12	-0,2	838,4548	7	24-10-12	-0,1	838,4013
8	25-10-12	0,1	838,4484	8	25-10-12	0,1	838,4375	8	25-10-12	-0,2	838,4622	8	25-10-12	0,2	838,5414	8	25-10-12	0,0	838,4550	8	25-10-12	-0,2	838,4012
9	26-10-12	0,0	838,4483	9	26-10-12	0,3	838,4377	9	26-10-12	-0,3	838,4621	9	26-10-12	0,5	838,5417	9	26-10-12	0,2	838,4552	9	26-10-12	0,3	838,4017
10	29-10-12	0,2	838,4485	10	29-10-12	1,1	838,4385	10	29-10-12	-0,8	838,4616	10	29-10-12	0,2	838,5414	10	29-10-12	-0,6	838,4544	10	29-10-12	-0,3	838,4011
11	30-10-12	-0,3	838,4480	11	30-10-12	0,5	838,4379	11	30-10-12	-0,4	838,4620	11	30-10-12	0,2	838,5414	11	30-10-12	-0,2	838,4548	11	30-10-12	0,0	838,4014
12	05-11-12	-0,8	838,4475	12	05-11-12	-0,7	838,4367	12	05-11-12	-0,7	838,4617	12	05-11-12	-0,1	838,5411	12	05-11-12	-0,6	838,4544	12	05-11-12	-0,6	838,4008
13	06-11-12	-1,0	838,4473	13	06-11-12	-0,5	838,4369	13	06-11-12	-0,5	838,4619	13	06-11-12	0,0	838,5412	13	06-11-12	-0,5	838,4545	13	06-11-12	-0,5	838,4009
14	07-11-12	0,1	838,4484	14	07-11-12	1,0	838,4384	14	07-11-12	-0,2	838,4622	14	07-11-12	0,5	838,5417	14	07-11-12	0,2	838,4552	14	07-11-12	0,3	838,4017
15	08-11-12	0,7	838,4490	15	08-11-12	1,6	838,4390	15	08-11-12	-0,8	838,4616	15	08-11-12	0,5	838,5417	15	08-11-12	-0,2	838,4548	15	08-11-12	-0,7	838,4007
16	12-11-12	-0,3	838,4480	16	12-11-12	0,3	838,4377	16	12-11-12	-0,6	838,4618	16	12-11-12	-0,1	838,5411	16	12-11-12	-0,1	838,4549	16	12-11-12	-0,4	838,4010
17	14-11-12	-0,2	838,4481	17	14-11-12	1,0	838,4384	17	14-11-12	-0,6	838,4618	17	14-11-12	0,3	838,5415	17	14-11-12	-0,4	838,4546	17	14-11-12	-0,1	838,4013
18	15-11-12	0,1	838,4484	18	15-11-12	1,3	838,4387	18	15-11-12	-0,7	838,4617	18	15-11-12	0,3	838,5415	18	15-11-12	0,0	838,4550	18	15-11-12	0,1	838,4015
19	20-11-12	0,1	838,4484	19	20-11-12	1,4	838,4388	19	20-11-12	-1,0	838,4614	19	20-11-12	0,1	838,5413	19	20-11-12	-0,5	838,4545	19	20-11-12	-0,3	838,4011
20	22-11-12	0,2	838,4485	20	22-11-12	1,5	838,4389	20	22-11-12	-0,6	838,4618	20	22-11-12	0,4	838,5416	20	22-11-12	0,0	838,4550	20	22-11-12	0,1	838,4015
21	03-12-12	0,1	838,4484	21	03-12-12	1,3	838,4387	21	03-12-12	-0,6	838,4618	21	03-12-12	0,3	838,5415	21	03-12-12	-0,6	838,4544	21	03-12-12	-0,4	838,4010
22	04-12-12	0,4	838,4487	22	04-12-12	0,9	838,4383	22	04-12-12	-0,4	838,4620	22	04-12-12	0,4	838,5416	22	04-12-12	0,0	838,4550	22	04-12-12	0,0	838,4014
23	05-12-12	-0,3	838,4480	23	05-12-12	0,6	838,4380	23	05-12-12	-0,7	838,4617	23	05-12-12	0,1	838,5413	23	05-12-12	-0,5	838,4545	23	05-12-12	-0,2	838,4012
24	06-12-12	0,1	838,4484	24	06-12-12	1,1	838,4385	24	06-12-12	-0,2	838,4622	24	06-12-12	0,6	838,5418	24	06-12-12	0,0	838,4550	24	06-12-12	0,1	838,4015
25	07-12-12	-0,1	838,4482	25	07-12-12	0,8	838,4382	25	07-12-12	-0,4	838,4620	25	07-12-12	0,3	838,5415	25	07-12-12	0,0	838,4550	25	07-12-12	0,2	838,4016
26	10-12-12	-0,2	838,4481	26	10-12-12	1,2	838,4386	26	10-12-12	-0,8	838,4616	26	10-12-12	0,1	838,5413	26	10-12-12	-0,5	838,4545	26	10-12-12	-0,3	838,4011
27	11-12-12	-0,3	838,4480	27	11-12-12	0,8	838,4382	27	11-12-12	-0,4	838,4620	27	11-12-12	0,4	838,5416	27	11-12-12	0,2	838,4552	27	11-12-12	0,2	838,4016

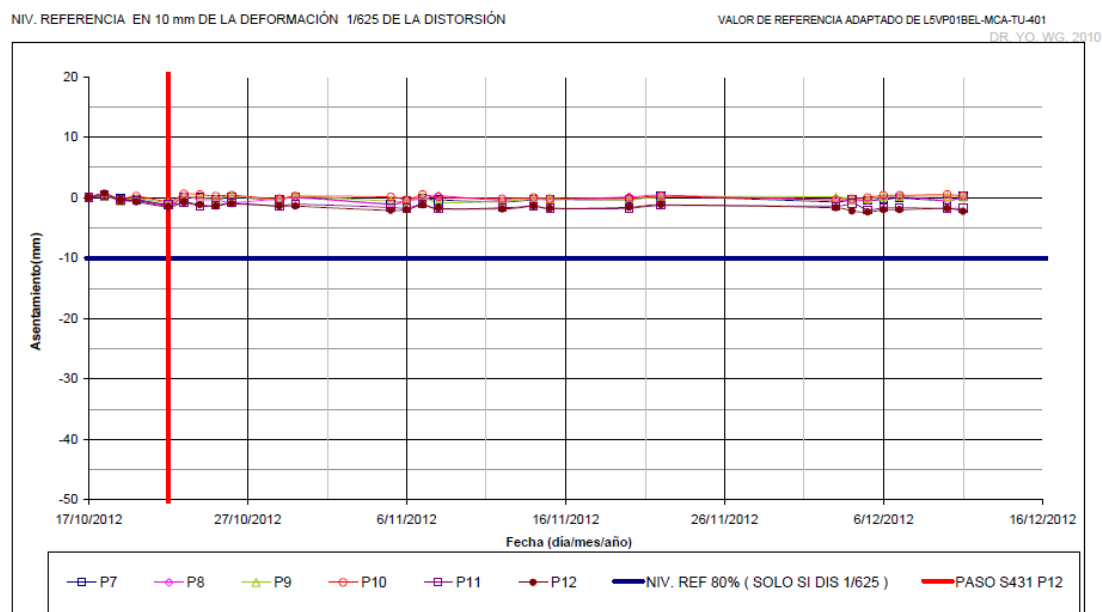
TABLA 4.1.2.b.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.2.b.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

P7				P8				P9				P10				P11				P12			
F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO
1	17-10-12	0,0	838,4323	1	17-10-12	0,0	838,4361	1	17-10-12	0,0	838,4560	1	17-10-12	0,0	838,4542	1	17-10-12	0,0	838,4679	1	17-10-12	0,0	838,4355
2	18-10-12	0,2	838,4325	2	18-10-12	0,3	838,4364	2	18-10-12	0,3	838,4563	2	18-10-12	0,3	838,4545	2	18-10-12	0,4	838,4683	2	18-10-12	0,7	838,4362
3	19-10-12	-0,2	838,4321	3	19-10-12	-0,4	838,4357	3	19-10-12	-0,6	838,4554	3	19-10-12	-0,4	838,4538	3	19-10-12	-0,4	838,4675	3	19-10-12	-0,4	838,4351
4	20-10-12	-0,3	838,4320	4	20-10-12	-0,5	838,4356	4	20-10-12	-0,1	838,4559	4	20-10-12	0,2	838,4544	4	20-10-12	-0,5	838,4674	4	20-10-12	-0,7	838,4348
5	22-10-12	-1,1	838,4312	5	22-10-12	-1,3	838,4348	5	22-10-12	-0,8	838,4552	5	22-10-12	-0,6	838,4536	5	22-10-12	-1,2	838,4667	5	22-10-12	-1,5	838,4340
6	23-10-12	0,0	838,4323	6	23-10-12	0,2	838,4363	6	23-10-12	0,2	838,4562	6	23-10-12	0,6	838,4548	6	23-10-12	-0,8	838,4671	6	23-10-12	-0,8	838,4347
7	24-10-12	0,0	838,4323	7	24-10-12	-0,4	838,4357	7	24-10-12	-0,1	838,4559	7	24-10-12	0,5	838,4547	7	24-10-12	-1,4	838,4665	7	24-10-12	-1,2	838,4343
8	25-10-12	-0,3	838,4320	8	25-10-12	-0,3	838,4358	8	25-10-12	-0,2	838,4558	8	25-10-12	0,2	838,4544	8	25-10-12	-1,3	838,4666	8	25-10-12	-1,4	838,4341
9	26-10-12	0,0	838,4323	9	26-10-12	-0,8	838,4353	9	26-10-12	0,3	838,4563	9	26-10-12	0,4	838,4546	9	26-10-12	-0,9	838,4670	9	26-10-12	-1,0	838,4345
10	29-10-12	-0,3	838,4320	10	29-10-12	-0,2	838,4359	10	29-10-12	-0,4	838,4556	10	29-10-12	-0,2	838,4540	10	29-10-12	-1,4	838,4665	10	29-10-12	-1,4	838,4341
11	30-10-12	0,1	838,4324	11	30-10-12	0,0	838,4361	11	30-10-12	0,2	838,4562	11	30-10-12	0,2	838,4544	11	30-10-12	-1,1	838,4668	11	30-10-12	-1,4	838,4341
12	05-11-12	-1,1	838,4312	12	05-11-12	-1,1	838,4350	12	05-11-12	-0,6	838,4554	12	05-11-12	0,1	838,4543	12	05-11-12	-1,6	838,4663	12	05-11-12	-2,1	838,4334
13	06-11-12	-0,5	838,4318	13	06-11-12	-0,6	838,4355	13	06-11-12	-0,6	838,4554	13	06-11-12	-0,4	838,4538	13	06-11-12	-1,8	838,4661	13	06-11-12	-2,0	838,4335
14	07-11-12	-0,1	838,4322	14	07-11-12	-0,2	838,4359	14	07-11-12	0,1	838,4561	14	07-11-12	0,5	838,4547	14	07-11-12	-1,1	838,4668	14	07-11-12	-1,2	838,4343
15	08-11-12	-0,4	838,4319	15	08-11-12	0,3	838,4364	15	08-11-12	-0,8	838,4552	15	08-11-12	0,1	838,4543	15	08-11-12	-1,9	838,4660	15	08-11-12	-1,8	838,4337
16	12-11-12	-0,7	838,4316	16	12-11-12	-0,5	838,4356	16	12-11-12	-0,6	838,4554	16	12-11-12	-0,2	838,4540	16	12-11-12	-1,7	838,4662	16	12-11-12	-1,9	838,4336
17	14-11-12	-0,3	838,4320	17	14-11-12	-0,2	838,4359	17	14-11-12	-0,2	838,4558	17	14-11-12	0,0	838,4542	17	14-11-12	-1,4	838,4665	17	14-11-12	-1,4	838,4341
18	15-11-12	-0,3	838,4320	18	15-11-12	-0,3	838,4358	18	15-11-12	-0,2	838,4558	18	15-11-12	-0,2	838,4540	18	15-11-12	-1,8	838,4661	18	15-11-12	-1,8	838,4337
19	20-11-12	-0,3	838,4320	19	20-11-12	0,1	838,4362	19	20-11-12	-0,4	838,4556	19	20-11-12	-0,1	838,4541	19	20-11-12	-1,8	838,4661	19	20-11-12	-1,6	838,4339
20	22-11-12	0,2	838,4325	20	22-11-12	0,4	838,4365	20	22-11-12	0,1	838,4561	20	22-11-12	0,2	838,4544	20	22-11-12	-1,3	838,4666	20	22-11-12	-1,2	838,4343
21	03-12-12	-0,7	838,4316	21	03-12-12	-0,4	838,4357	21	03-12-12	0,1	838,4561	21	03-12-12	-0,4	838,4538	21	03-12-12	-1,4	838,4665	21	03-12-12	-1,7	838,4338
22	04-12-12	-0,4	838,4319	22	04-12-12	-0,5	838,4356	22	04-12-12	-0,3	838,4557	22	04-12-12	-0,2	838,4540	22	04-12-12	-1,0	838,4669	22	04-12-12	-2,2	838,4333
23	05-12-12	-0,5	838,4318	23	05-12-12	-0,5	838,4356	23	05-12-12	-0,2	838,4558	23	05-12-12	0,0	838,4542	23	05-12-12	-2,0	838,4659	23	05-12-12	-2,4	838,4331
24	06-12-12	-0,3	838,4320	24	06-12-12	-0,1	838,4360	24	06-12-12	0,2	838,4562	24	06-12-12	0,4	838,4546	24	06-12-12	-1,7	838,4662	24	06-12-12	-2,0	838,4335
25	07-12-12	-0,1	838,4322	25	07-12-12	0,2	838,4363	25	07-12-12	0,2	838,4562	25	07-12-12	0,4	838,4546	25	07-12-12	-1,7	838,4662	25	07-12-12	-2,0	838,4335
26	10-12-12	-0,5	838,4318	26	10-12-12	-0,5	838,4356	26	10-12-12	0,2	838,4562	26	10-12-12	0,5	838,4547	26	10-12-12	-1,8	838,4661	26	10-12-12	-1,8	838,4337
27	11-12-12	0,2	838,4325	27	11-12-12	0,1	838,4362	27	11-12-12	0,1	838,4561	27	11-12-12	0,3	838,4545	27	11-12-12	-1,8	838,4661	27	11-12-12	-2,3	838,4332

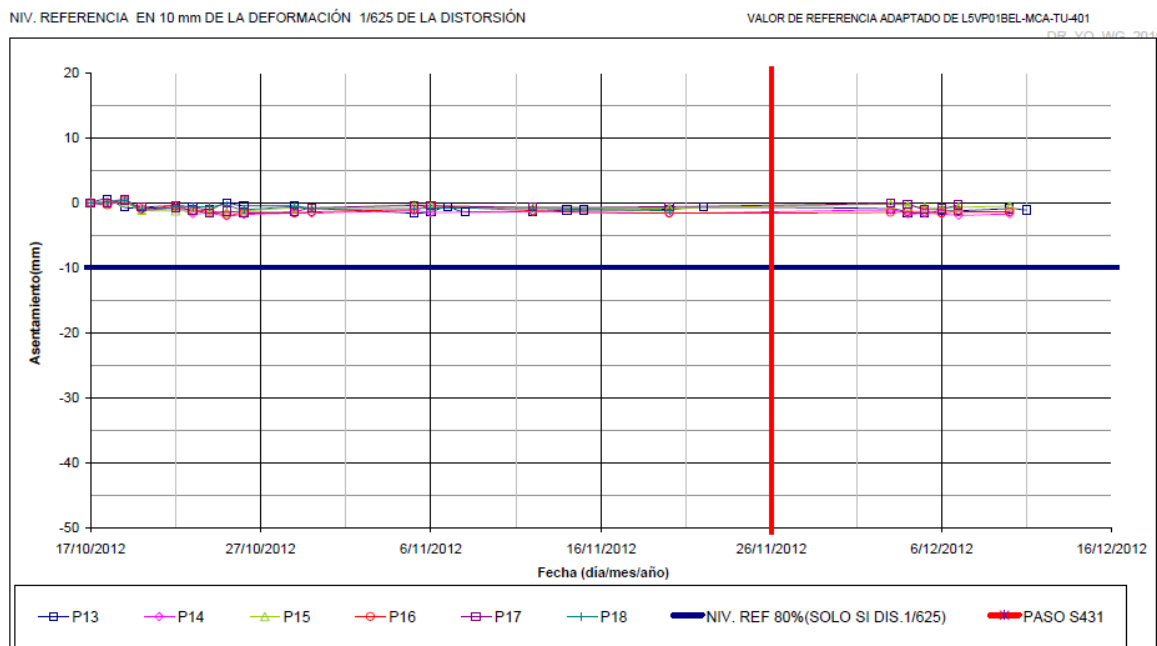
TABLA 4.1.2.c.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P7, P8, P9 , P10, P11 y P12) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.2.c.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

P13				P14				P15				P16				P17				P18			
F. Inl.		Obs:		F. Inl.		Obs:		F. Inl.		Obs:		F. Inl.		Obs:		F. Inl.		Obs:		F. Inl.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO
1	17-10-12	0,0	839,3742	1	17-10-12	0,0	843,0402	1	17-10-12	0,0	841,4730	1	17-10-12	0,0	844,4914	1	17-10-12	0,0	841,4471	1	17-10-12	0,0	841,5111
2	18-10-12	0,6	839,3748	2	18-10-12	0,1	843,0403	2	18-10-12	-0,1	841,4729	2	18-10-12	-0,3	844,4911	2	18-10-12	-0,1	841,4470	2	18-10-12	0,1	841,5112
3	19-10-12	-0,7	839,3735	3	19-10-12	0,3	843,0405	3	19-10-12	0,1	841,4731	3	19-10-12	0,4	844,4918	3	19-10-12	0,4	841,4475	3	19-10-12	0,4	841,5115
4	20-10-12	-0,7	839,3735	4	20-10-12	-1,1	843,0391	4	20-10-12	-1,1	841,4719	4	20-10-12	-0,9	844,4905	4	20-10-12	-0,7	841,4464	4	20-10-12	-1,0	841,5101
5	22-10-12	-0,4	839,3738	5	22-10-12	-0,9	843,0393	5	22-10-12	-1,2	841,4718	5	22-10-12	-0,5	844,4909	5	22-10-12	-0,8	841,4463	5	22-10-12	-0,7	841,5104
6	23-10-12	-0,7	839,3735	6	23-10-12	-1,7	843,0385	6	23-10-12	-1,2	841,4718	6	23-10-12	-1,3	844,4901	6	23-10-12	-1,1	841,4460	6	23-10-12	-0,6	841,5105
7	24-10-12	-1,0	839,3732	7	24-10-12	-1,6	843,0386	7	24-10-12	-1,3	841,4717	7	24-10-12	-1,1	844,4903	7	24-10-12	-1,6	841,4455	7	24-10-12	-0,6	841,5105
8	25-10-12	0,0	839,3742	8	25-10-12	-2,0	843,0382	8	25-10-12	-1,5	841,4715	8	25-10-12	-1,9	844,4895	8	25-10-12	-1,3	841,4458	8	25-10-12	-0,3	841,5108
9	26-10-12	-0,5	839,3737	9	26-10-12	-1,8	843,0384	9	26-10-12	-1,2	841,4718	9	26-10-12	-1,6	844,4898	9	26-10-12	-1,5	841,4456	9	26-10-12	-1,0	841,5101
10	29-10-12	-0,5	839,3737	10	29-10-12	-1,6	843,0386	10	29-10-12	-0,8	841,4722	10	29-10-12	-1,6	844,4898	10	29-10-12	-1,4	841,4457	10	29-10-12	-0,6	841,5105
11	30-10-12	-0,8	839,3734	11	30-10-12	-1,6	843,0386	11	30-10-12	-0,9	841,4721	11	30-10-12	-1,4	844,4900	11	30-10-12	-0,8	841,4463	11	30-10-12	-0,9	841,5102
12	05-11-12	-1,6	839,3726	12	05-11-12	-1,2	843,0390	12	05-11-12	-0,3	841,4727	12	05-11-12	-1,0	844,4904	12	05-11-12	-0,4	841,4467	12	05-11-12	-0,9	841,5102
13	06-11-12	-1,4	839,3728	13	06-11-12	-1,5	843,0387	13	06-11-12	-0,4	841,4726	13	06-11-12	-0,5	844,4909	13	06-11-12	-0,5	841,4466	13	06-11-12	-0,8	841,5103
14	07-11-12	-0,6	839,3736	14	12-11-12	-1,3	843,0389	14	12-11-12	-0,7	841,4723	14	12-11-12	-1,2	844,4902	14	12-11-12	-0,7	841,4464	14	12-11-12	-0,9	841,5102
15	08-11-12	-1,4	839,3728	15	20-11-12	-1,6	843,0386	15	20-11-12	-0,8	841,4722	15	20-11-12	-1,6	844,4898	15	20-11-12	-0,6	841,4465	15	20-11-12	-1,2	841,5099
16	12-11-12	-1,3	839,3729	16	03-12-12	-1,1	843,0391	16	03-12-12	-0,2	841,4728	16	03-12-12	-1,5	844,4899	16	03-12-12	-0,1	841,4470	16			OBST.
17	14-11-12	-1,1	839,3731	17	04-12-12	-1,7	843,0385	17	04-12-12	-0,5	841,4725	17	04-12-12	-1,4	844,4900	17	04-12-12	-0,2	841,4469	17			
18	15-11-12	-1,1	839,3731	18	05-12-12	-1,6	843,0386	18	05-12-12	-0,7	841,4723	18	05-12-12	-1,3	844,4901	18	05-12-12	-1,0	841,4461	18			
19	20-11-12	-1,0	839,3732	19	06-12-12	-1,7	843,0385	19	06-12-12	-0,8	841,4722	19	06-12-12	-1,6	844,4898	19	06-12-12	-0,9	841,4462	19			
20	22-11-12	-0,7	839,3735	20	07-12-12	-1,9	843,0383	20	07-12-12	-0,7	841,4723	20	07-12-12	-1,4	844,4900	20	07-12-12	-0,3	841,4468	20			
21	03-12-12	-0,9	839,3733	21	10-12-12	-1,7	843,0385	21	10-12-12	-0,5	841,4725	21	10-12-12	-1,4	844,4900	21			Obst.	21			
22	04-12-12	-1,5	839,3727	22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR	22				22			
23	05-12-12	-1,6	839,3726	23				23				23				23				23			
24	06-12-12	-1,2	839,3730	24				24				24				24				24			
25	07-12-12	-1,2	839,3730	25				25				25				25				25			
26	10-12-12	-0,9	839,3733	26				26				26				26				26			
27	11-12-12	-1,1	839,3731	27				27				27				27				27			

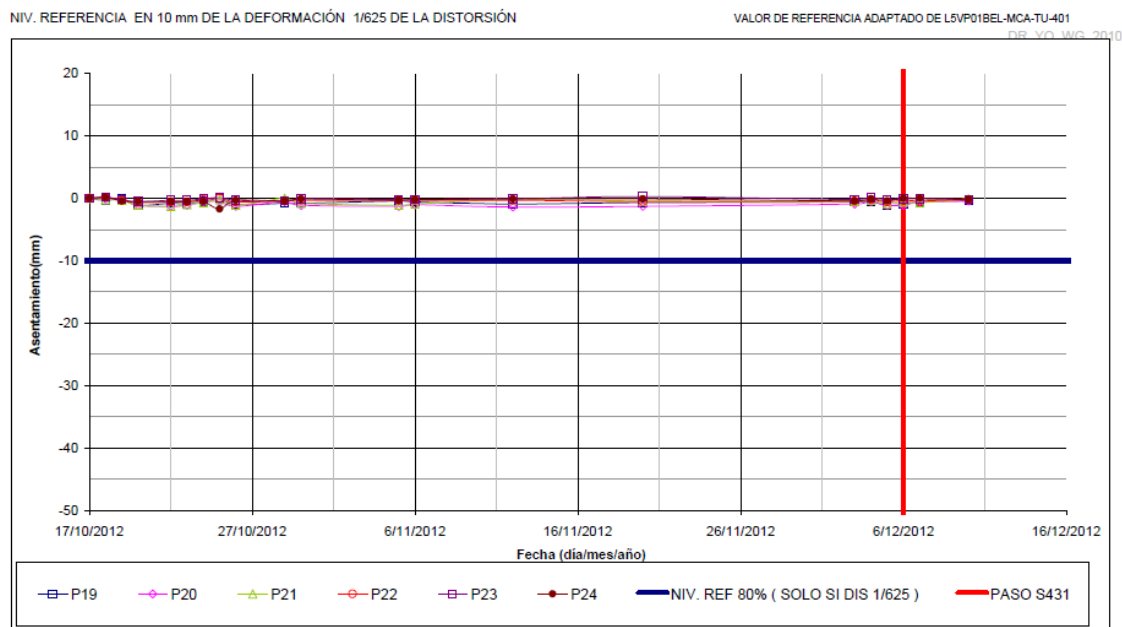
TABLA 4.1.2.d.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P13, P14, P15 , P16, P17 y P18) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.1.2.d.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

P19				P20				P21				P22				P23				P24			
F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO
1	17-10-12	0,0	841,4826	1	17-10-12	0,0	841,4885	1	17-10-12	0,0	841,5010	1	17-10-12	0,0	841,4623	1	17-10-12	0,0	841,4845	1	17-10-12	0,0	841,4885
2	18-10-12	-0,3	841,4823	2	18-10-12	-0,1	841,4798	2	18-10-12	-0,2	841,5008	2	18-10-12	0,2	841,4625	2	18-10-12	0,2	841,4847	2	18-10-12	0,2	841,4887
3	19-10-12	-0,1	841,4825	3	19-10-12	-0,2	841,4797	3	19-10-12	-0,3	841,5007	3	19-10-12	-0,3	841,4620	3	19-10-12	-0,2	841,4843	3	19-10-12	-0,4	841,4881
4	20-10-12	-1,1	841,4815	4	20-10-12	-1,1	841,4788	4	20-10-12	-1,1	841,4999	4	20-10-12	-0,7	841,4616	4	20-10-12	-0,5	841,4840	4	20-10-12	-0,5	841,4880
5	22-10-12	-0,8	841,4818	5	22-10-12	-1,3	841,4786	5	22-10-12	-1,3	841,4997	5	22-10-12	-0,6	841,4617	5	22-10-12	-0,3	841,4842	5	22-10-12	-0,5	841,4880
6	23-10-12	-0,9	841,4817	6	23-10-12	-1,1	841,4788	6	23-10-12	-1,0	841,5000	6	23-10-12	-0,6	841,4617	6	23-10-12	-0,3	841,4842	6	23-10-12	-0,5	841,4880
7	24-10-12	-0,5	841,4821	7	24-10-12	-0,6	841,4793	7	24-10-12	-0,7	841,5003	7	24-10-12	-0,2	841,4621	7	24-10-12	-0,1	841,4844	7	24-10-12	-0,5	841,4880
8	25-10-12	-0,1	841,4825	8	25-10-12	-0,5	841,4794	8	25-10-12	-0,2	841,5008	8	25-10-12	0,0	841,4623	8	25-10-12	0,1	841,4846	8	25-10-12	-1,7	841,4868
9	26-10-12	-1,0	841,4816	9	26-10-12	-1,3	841,4786	9	26-10-12	-1,1	841,4999	9	26-10-12	-0,6	841,4617	9	26-10-12	-0,3	841,4842	9	26-10-12	-0,3	841,4882
10	29-10-12	-0,8	841,4818	10	29-10-12	-0,5	841,4794	10	29-10-12	0,0	841,5010	10	29-10-12	-0,4	841,4619	10	29-10-12	-0,4	841,4841	10	29-10-12	-0,4	841,4881
11	30-10-12	-0,8	841,4818	11	30-10-12	-1,1	841,4788	11	30-10-12	-0,8	841,5002	11	30-10-12	-0,3	841,4620	11	30-10-12	-0,1	841,4844	11	30-10-12	-0,1	841,4884
12	05-11-12	-0,4	841,4822	12	05-11-12	-1,3	841,4786	12	05-11-12	-1,1	841,4999	12	05-11-12	-0,3	841,4620	12	05-11-12	-0,2	841,4843	12	05-11-12	-0,3	841,4882
13	06-11-12	-0,6	841,4820	13	06-11-12	-1,0	841,4789	13	06-11-12	-0,9	841,5001	13	06-11-12	-0,3	841,4620	13	06-11-12	-0,2	841,4843	13	06-11-12	-0,2	841,4883
14	12-11-12	-0,9	841,4817	14	12-11-12	-1,4	841,4785	14	12-11-12	-0,2	841,5008	14	12-11-12	-0,3	841,4620	14	12-11-12	-0,1	841,4844	14	12-11-12	-0,1	841,4884
15	20-11-12	-0,7	841,4819	15	20-11-12	-1,3	841,4786	15	20-11-12	-0,4	841,5006	15	20-11-12	-0,5	841,4618	15	20-11-12	0,3	841,4848	15	20-11-12	-0,1	841,4884
16	03-12-12	-0,6	841,4820	16	03-12-12	-0,9	841,4790	16	03-12-12	-0,5	841,5005	16	03-12-12	-0,4	841,4619	16	03-12-12	-0,2	841,4843	16	03-12-12	-0,4	841,4881
17	04-12-12	-0,5	841,4821	17	04-12-12	-0,5	841,4794	17	04-12-12	-0,3	841,5007	17	04-12-12	-0,2	841,4621	17	04-12-12	0,1	841,4846	17	04-12-12	-0,1	841,4884
18	05-12-12	-1,1	841,4815	18	05-12-12	-1,1	841,4788	18	05-12-12	-0,9	841,5001	18	05-12-12	-0,6	841,4617	18	05-12-12	-0,2	841,4843	18	05-12-12	-0,4	841,4881
19	06-12-12	-1,0	841,4816	19	06-12-12	-1,1	841,4788	19	06-12-12	-0,6	841,5004	19	06-12-12	-0,3	841,4620	19	06-12-12	-0,1	841,4844	19	06-12-12	0,0	841,4885
20	07-12-12	-0,5	841,4821	20	07-12-12	-0,6	841,4793	20	07-12-12	-0,7	841,5003	20	07-12-12	-0,4	841,4619	20	07-12-12	-0,1	841,4844	20	07-12-12	0,0	841,4885
21	10-12-12	-0,4	841,4822	21	10-12-12	-0,4	841,4795	21	10-12-12	-0,1	841,5009	21	10-12-12	-0,2	841,4621	21	10-12-12	-0,2	841,4843	21	10-12-12	-0,2	841,4883
22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR	22			SIN MEDIR

TABLA 4.1.2.e.: Lecturas de los pernos de asentamiento (P19, P20, P21 , P22, P23 y P24) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

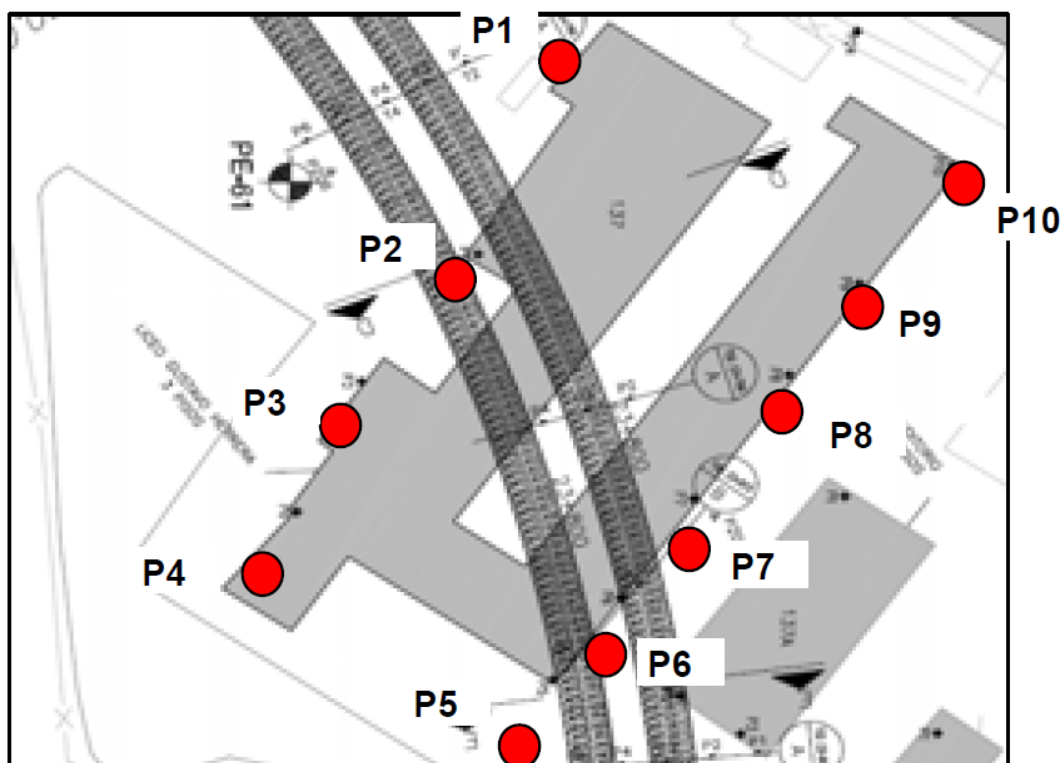


GRAFICA 4.1.2.e.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

LICEO GUSTAVO HERRERA

Edificación N°137

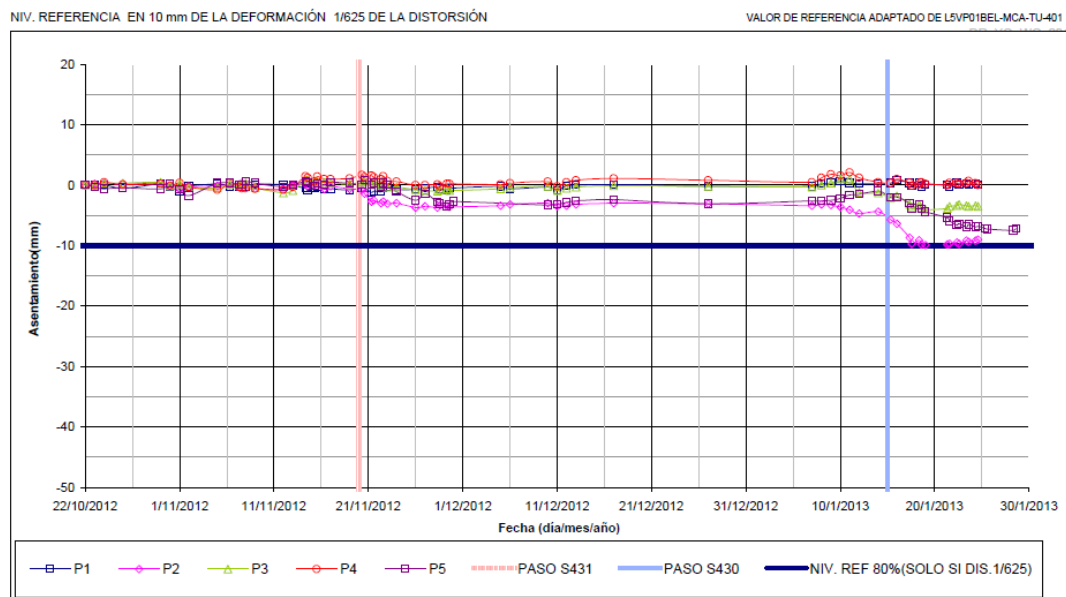
Pernos de asentamiento



ACTIVIDAD EN OBRA		
1	22/10/2012	Los valores iniciales de la instrumentacion
2	20/11/2012	PASO S431
3	15/1/2013	PASO S430

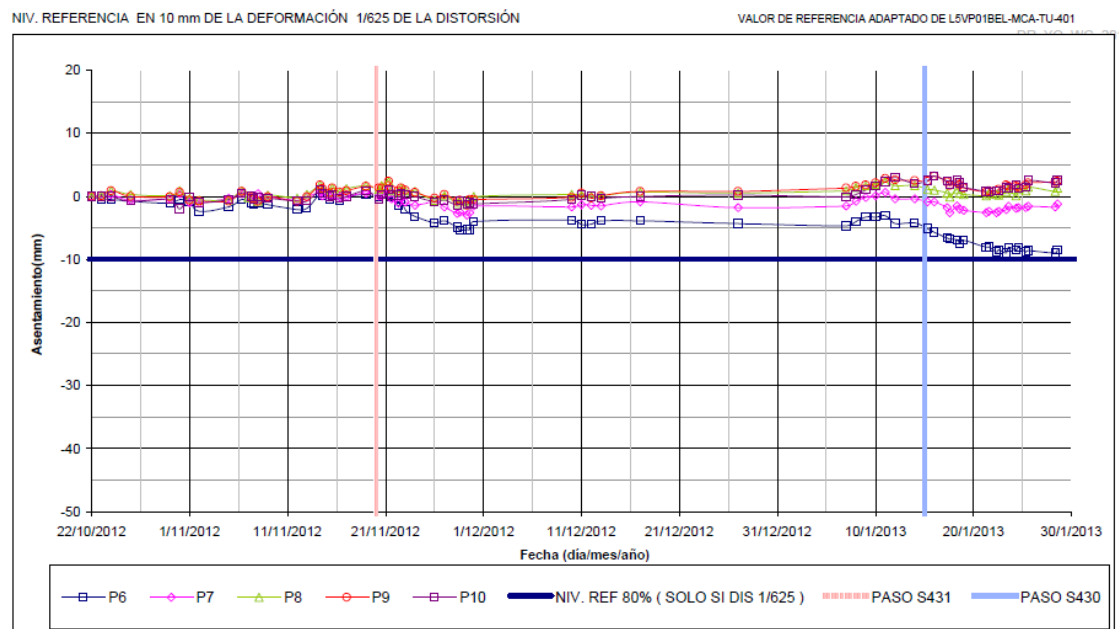
FIGURA 4.1.2.c.: Ubicación de los pernos de asentamiento en el Liceo Gustavo Herrera. Proyecto Línea 5.

P1				P2				P3				P4				P5			
F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DATO
1	22-10-12	0,0	859,4014	1	22-10-12	0,0	859,2007	1	22-10-12	0,0	859,3305	1	22-10-12	0,0	859,1033	1	22-10-12	0,0	859,4139
2	23-10-12	0,0	859,4014	2	23-10-12	0,2	859,2009	2	23-10-12	0,0	859,3305	2	23-10-12	0,0	859,1033	2	23-10-12	-0,3	859,4136
3	24-10-12	0,1	859,4015	3	24-10-12	0,3	859,2010	3	24-10-12	0,3	859,3308	3	24-10-12	0,5	859,1038	3	24-10-12	-0,6	859,4133
4	26-10-12	-0,5	859,4009	4	26-10-12	0,2	859,2009	4	26-10-12	0,3	859,3308	4	26-10-12	0,1	859,1034	4	26-10-12	-0,4	859,4135
5	30-10-12	0,2	859,4016	5	30-10-12	0,3	859,2010	5	30-10-12	0,5	859,3310	5	30-10-12	0,2	859,1035	5	30-10-12	-0,6	859,4133
6	31-10-12	-0,3	859,4011	6	31-10-12	-0,1	859,2006	6	31-10-12	-0,1	859,3304	6	31-10-12	-0,1	859,1032	6	31-10-12	0,2	859,4141
7	01-11-12	-1,0	859,4004	7	01-11-12	-0,7	859,2000	7	01-11-12	0,2	859,3307	7	01-11-12	0,4	859,1037	7	01-11-12	-0,7	859,4132
8	02-11-12	-0,2	859,4012	8	02-11-12	-0,3	859,2004	8	02-11-12	-0,4	859,3301	8	02-11-12	-0,3	859,1030	8	02-11-12	-1,7	859,4122
9	05-11-12	0,2	859,4016	9	05-11-12	-0,1	859,2006	9	05-11-12	-0,4	859,3301	9	05-11-12	-0,8	859,1025	9	05-11-12	0,3	859,4142
10	06-11-12	-0,2	859,4012	10	06-11-12	0,0	859,2007	10	06-11-12	0,2	859,3307	10	06-11-12	0,3	859,1036	10	06-11-12	0,3	859,4142
11	07-11-12	-0,3	859,4011	11	07-11-12	0,1	859,2008	11	07-11-12	0,0	859,3305	11	07-11-12	-0,3	859,1030	11	07-11-12	0,1	859,4140
12	07-11-12	-0,3	859,4011	12	07-11-12	0,3	859,2010	12	07-11-12	0,3	859,3308	12	07-11-12	-0,5	859,1028	12	07-11-12	0,1	859,4140
13	08-11-12	-0,3	859,4011	13	08-11-12	0,2	859,2009	13	08-11-12	0,4	859,3309	13	08-11-12	-0,5	859,1028	13	08-11-12	0,7	859,4146
14	09-11-12	0,1	859,4015	14	09-11-12	-0,5	859,2002	14	09-11-12	-0,4	859,3301	14	09-11-12	-0,6	859,1027	14	09-11-12	0,3	859,4142
15	12-11-12	0,1	859,4015	15	12-11-12	-0,7	859,2000	15	12-11-12	-1,3	859,3292	15	12-11-12	-0,8	859,1025	15	12-11-12	-0,3	859,4136
16	13-11-12	-0,1	859,4013	16	13-11-12	0,0	859,2007	16	13-11-12	-0,9	859,3296	16	13-11-12	-0,3	859,1030	16	13-11-12	0,1	859,4140
17	14-11-12	-0,5	859,4009	17	14-11-12	0,2	859,2009	17	14-11-12	0,8	859,3313	17	14-11-12	1,5	859,1048	17	14-11-12	0,6	859,4145
18	14-11-12	-0,9	859,4005	17	14-11-12	-0,1	859,2006	18	14-11-12	0,8	859,3313	17	14-11-12	1,2	859,1045	17	14-11-12	0,5	859,4144
18	15-11-12	-0,4	859,4010	18	15-11-12	0,1	859,2008	18	15-11-12	0,7	859,3312	18	15-11-12	0,6	859,1039	18	15-11-12	-0,1	859,4138
19	15-11-12	-0,3	859,4011	19	15-11-12	0,3	859,2010	19	15-11-12	0,7	859,3312	19	15-11-12	1,4	859,1047	19	15-11-12	0,2	859,4141
20	16-11-12	-0,7	859,4007	20	16-11-12	-0,6	859,2001	20	16-11-12	0,5	859,3310	20	16-11-12	1,0	859,1043	20	16-11-12	0,1	859,4140
21	17-11-12	-0,6	859,4008	21	17-11-12	-0,2	859,2005	21	17-11-12	0,4	859,3309	21	17-11-12	1,0	859,1043	21	17-11-12	0,5	859,4144
22	19-11-12	-0,8	859,4006	22	19-11-12	-0,6	859,2001	22	19-11-12	0,2	859,3307	22	19-11-12	1,1	859,1044	22	19-11-12	0,3	859,4142
23	20-11-12	-0,4	859,4010	23	20-11-12	-0,8	859,1999	23	20-11-12	0,5	859,3310	23	20-11-12	1,7	859,1050	23	20-11-12	0,0	859,4139
24	20-11-12	-0,5	859,4009	24	20-11-12	-1,4	859,1993	24	20-11-12	0,7	859,3312	24	20-11-12	1,3	859,1046	24	20-11-12	0,8	859,4147
25	21-11-12	-1,2	859,4002	25	21-11-12	-2,7	859,1980	25	21-11-12	0,1	859,3306	25	21-11-12	1,6	859,1049	25	21-11-12	0,1	859,4140
26	21-11-12	-1,0	859,4004	26	21-11-12	-2,5	859,1982	26	21-11-12	0,6	859,3311	26	21-11-12	1,3	859,1046	26	21-11-12	0,3	859,4142
27	22-11-12	-1,1	859,4003	27	22-11-12	-3,0	859,1977	27	22-11-12	0,0	859,3305	27	22-11-12	1,0	859,1043	27	22-11-12	-0,3	859,4136
28	22-11-12	-0,5	859,4009	28	22-11-12	-2,7	859,1980	28	22-11-12	0,7	859,3312	28	22-11-12	1,5	859,1048	28	22-11-12	0,4	859,4143
29	23-11-12	-0,3	859,4011	29	23-11-12	-3,1	859,1976	29	23-11-12	-0,3	859,3302	29	23-11-12	0,7	859,1040	29	23-11-12	0,0	859,4139
30	24-11-12	-0,8	859,4006	30	24-11-12	-3,0	859,1977	30	24-11-12	-0,3	859,3302	30	24-11-12	0,6	859,1039	30	24-11-12	-1,1	859,4128
31	26-11-12	-0,7	859,4007	31	26-11-12	-3,7	859,1970	31	26-11-12	-0,8	859,3297	31	26-11-12	0,0	859,1033	31	26-11-12	-2,5	859,4114
32	27-11-12	-0,5	859,4009	32	27-11-12	-3,5	859,1972	32	27-11-12	-0,9	859,3296	32	27-11-12	0,0	859,1033	32	27-11-12	-1,4	859,4125
33	28-11-12	-0,3	859,4011	33	28-11-12	-3,7	859,1970	33	28-11-12	-1,0	859,3295	33	28-11-12	0,1	859,1034	33	28-11-12	-2,8	859,4111
34	28-11-12	-0,6	859,4008	34	28-11-12	-3,3	859,1974	34	28-11-12	-0,8	859,3297	34	28-11-12	-0,2	859,1031	34	28-11-12	-3,1	859,4108
35	29-11-12	-0,8	859,4006	35	29-11-12	-3,5	859,1972	35	29-11-12	-0,6	859,3299	35	29-11-12	0,2	859,1035	35	29-11-12	-3,6	859,4103
36	29-11-12	-0,5	859,4009	36	29-11-12	-3,6	859,1971	36	29-11-12	-0,9	859,3296	36	29-11-12	0,2	859,1035	36	29-11-12	-3,2	859,4107
37	05-12-12	-0,2	859,4012	37	05-12-12	-3,4	859,1973	37	05-12-12	-0,6	859,3299	37	05-12-12	0,1	859,1034	37	30-11-12	-2,7	859,4112
38	06-12-12	-0,6	859,4008	38	06-12-12	-3,2	859,1975	38	06-12-12	-0,4	859,3301	38	06-12-12	0,3	859,1036	38	10-12-12	-3,3	859,4106
39	10-12-12	-0,3	859,4011	39	10-12-12	-3,0	859,1977	39	10-12-12	-0,2	859,3303	39	10-12-12	0,6	859,1039	39	11-12-12	-3,2	859,4107
40	11-12-12	-0,9	859,4005	40	11-12-12	-3,5	859,1972	40	11-12-12	-0,9	859,3296	40	11-12-12	-0,2	859,1031	40	12-12-12	-2,9	859,4110
41	12-12-12	-0,1	859,4013	41	12-12-12	-3,4	859,1973	41	12-12-12	-0,5	859,3300	41	12-12-12	0,5	859,1038	41	13-12-12	-2,6	859,4113
42	13-12-12	0,0	859,4014	42	13-12-12	-3,2	859,1975	42	13-12-12	-0,3	859,3302	42	13-12-12	0,8	859,1041	42	17-12-12	-2,4	859,4115
43	17-12-12	0,1	859,4015	43	17-12-12	-3,0	859,1977	43	17-12-12	-0,1	859,3304	43	17-12-12	1,1	859,1044	43	27-12-12	-3,1	859,4108
44	27-12-12	-0,2	859,4012	44	27-12-12	-3,1	859,1976	44	27-12-12	-0,2	859,3303	44	27-12-12	0,8	859,1041	44	07-01-13	-2,6	859,4113
45	07-01-13	-0,2	859,4012	45	07-01-13	-3,4	859,1973	45	07-01-13	-0,3	859,3302	45	07-01-13	0,5	859,1038	45	08-01-13	-2,6	859,4113
46	08-01-13	0,2	859,4016	46	08-01-13	-3,2	859,1975	46	08-01-13	0,0	859,3305	46	08-01-13	1,2	859,1045	46	09-01-13	-2,5	859,4114
47	09-01-13	0,3	859,4017	47	09-01-13	-3,3	859,1974	47	09-01-13	0,3	859,3308	47	09-01-13	1,8	859,1051	47	10-01-13	-2,2	859,4117
48	10-01-13	0,6	859,4020	48	10-01-13	-3,6	859,1971	48	10-01-13	1,0	859,3315	48	10-01-13	1,6	859,1049	48	11-01-13	-1,6	859,4123
49	11-01-13	0,4	859,4018	49	11-01-13	-4,1	859,1966	49	11-01-13	1,0	859,3315	49	11-01-13	2,1	859,1054	49	12-01-13	-1,5	859,4124
50	12-01-13	0,2	859,4016	50	12-01-13	-4,7	859,1960	50	12-01-13	-1,2	859,3333	50	12-01-13	1,2	859,1045	50	14-01-13	-1,0	859,4129
51	14-01-13	0,2	859,4016	51	14-01-13	-4,4	859,1963	51	14-01-13	-1,3	859,3292	51	14-01-13	0,5	859,1038	51	15-01-13	-2,0	859,4119
52	15-01-13	0,3	859,4017	52	15-01-13	-5,7	859,1950	52	15-01-13	-2,1	859,3284	52	15-01-13	0,3	859,1036	52	16-01-13	-2,0	859,4119
53	16-01-13	0,8	859,4022	53	16-01-13	-6,4	859,1943	53	16-01-13	-1,8	859,3287	53	16-01-13	1,0	859,1043	53	17-01-13	-3,0	859,4109
54	17-01-13	0,3	859,4017	54	17-01-13	-8,7	859,1920	54	17-01-13	-3,2	859,3273	54	17-01-13	0,4	859,1037	54	17-01-13	-3,9	859,4100
55	17-01-13	-0,1	859,4013	55	17-01-13	-9,7	859,1910	55	17-01-13	-3,6	859,3269	55	17-01-13	-0,1	859,1032	55	18-01-		



GRAFICA 4.1.2.f.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

P6				P7				P8				P9				P10			
F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:		F. Int.		Obs:	
F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin				F. Fin			
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DA TO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DA TO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DA TO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DA TO	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	DA TO
1	22-10-12	0,0	859,3415	1	22-10-12	0,0	859,3459	1	22-10-12	0,0	859,3047	1	22-10-12	0,0	859,3107	1	22-10-12	0,0	859,2980
2	23-10-12	-0,4	859,3411	2	23-10-12	-0,1	859,3458	2	23-10-12	0,1	859,3048	2	23-10-12	0,1	859,3108	2	23-10-12	0,0	859,2980
3	24-10-12	-0,5	859,3410	3	24-10-12	0,3	859,3462	3	24-10-12	0,9	859,3056	3	24-10-12	0,9	859,3116	3	24-10-12	0,0	859,2980
4	26-10-12	-0,8	859,3407	4	26-10-12	-0,6	859,3453	4	26-10-12	0,3	859,3050	4	26-10-12	0,0	859,3107	4	26-10-12	-0,8	859,2972
5	30-10-12	-1,1	859,3404	5	30-10-12	-0,4	859,3455	5	30-10-12	0,1	859,3048	5	30-10-12	-0,1	859,3106	5	30-10-12	-0,5	859,2975
6	31-10-12	-0,5	859,3410	6	31-10-12	0,4	859,3463	6	31-10-12	0,9	859,3056	6	31-10-12	0,7	859,3114	6	31-10-12	-2,0	859,2960
7	01-11-12	-0,9	859,3406	7	01-11-12	-1,0	859,3449	7	01-11-12	-0,4	859,3043	7	01-11-12	-0,6	859,3101	7	01-11-12	-0,1	859,2979
8	02-11-12	-2,4	859,3391	8	02-11-12	-1,1	859,3448	8	02-11-12	-0,6	859,3041	8	02-11-12	-0,8	859,3099	8	02-11-12	-1,0	859,2970
9	05-11-12	-1,7	859,3398	9	05-11-12	-0,3	859,3456	9	05-11-12	-0,5	859,3042	9	05-11-12	-0,8	859,3099	9	05-11-12	-0,5	859,2975
10	06-11-12	-0,5	859,3410	10	06-11-12	0,4	859,3463	10	06-11-12	0,9	859,3056	10	06-11-12	0,8	859,3115	10	06-11-12	0,5	859,2985
11	07-11-12	-1,0	859,3405	11	07-11-12	0,1	859,3460	11	07-11-12	-0,2	859,3045	11	07-11-12	-0,2	859,3105	11	07-11-12	0,0	859,2980
12	07-11-12	-1,2	859,3403	12	07-11-12	-0,5	859,3454	12	07-11-12	-0,2	859,3045	12	07-11-12	-0,4	859,3103	12	07-11-12	-0,4	859,2976
13	08-11-12	-1,0	859,3405	13	08-11-12	0,4	859,3463	13	08-11-12	-0,8	859,3039	13	08-11-12	-0,8	859,3099	13	08-11-12	-0,2	859,2978
14	09-11-12	-1,3	859,3402	14	09-11-12	0,0	859,3459	14	09-11-12	0,2	859,3049	14	09-11-12	-0,1	859,3106	14	09-11-12	-0,3	859,2977
15	12-11-12	-2,1	859,3394	15	12-11-12	-0,6	859,3453	15	12-11-12	-0,3	859,3044	15	12-11-12	-0,8	859,3099	15	12-11-12	-0,8	859,2972
16	13-11-12	-1,9	859,3396	16	13-11-12	-0,1	859,3458	16	13-11-12	0,3	859,3050	16	13-11-12	-0,1	859,3106	16	13-11-12	-0,8	859,2972
17	14-11-12	0,4	859,3419	17	14-11-12	0,6	859,3465	17	14-11-12	1,8	859,3065	17	14-11-12	1,8	859,3125	17	14-11-12	1,0	859,2990
18	14-11-12	0,2	859,3417	18	14-11-12	0,1	859,3460	18	14-11-12	1,3	859,3060	18	14-11-12	1,2	859,3119	18	14-11-12	0,5	859,2985
19	15-11-12	-0,5	859,3410	19	15-11-12	0,0	859,3459	19	15-11-12	0,7	859,3054	19	15-11-12	0,5	859,3112	19	15-11-12	0,0	859,2980
20	15-11-12	0,3	859,3418	20	15-11-12	0,0	859,3459	20	15-11-12	1,3	859,3060	20	15-11-12	1,3	859,3120	20	15-11-12	0,2	859,2982
21	16-11-12	-0,6	859,3409	21	16-11-12	-0,1	859,3458	21	16-11-12	0,6	859,3053	21	16-11-12	0,7	859,3114	21	16-11-12	-0,3	859,2977
22	17-11-12	-0,1	859,3414	22	17-11-12	0,0	859,3459	22	17-11-12	1,2	859,3059	22	17-11-12	0,9	859,3116	22	17-11-12	0,0	859,2980
23	19-11-12	0,3	859,3418	23	19-11-12	0,5	859,3464	23	19-11-12	1,7	859,3064	23	19-11-12	1,6	859,3123	23	19-11-12	0,9	859,2989
24	20-11-12	-0,1	859,3414	24	20-11-12	0,1	859,3460	24	20-11-12	1,1	859,3058	24	20-11-12	1,3	859,3120	24	20-11-12	-0,5	859,2975
25	20-11-12	0,5	859,3420	25	20-11-12	0,1	859,3460	25	20-11-12	1,7	859,3064	25	20-11-12	1,3	859,3120	25	20-11-12	0,3	859,2983
26	21-11-12	0,3	859,3418	26	21-11-12	1,1	859,3470	26	21-11-12	2,4	859,3071	26	21-11-12	2,4	859,3131	26	21-11-12	1,1	859,2991
27	21-11-12	-0,1	859,3414	27	21-11-12	-0,4	859,3455	27	21-11-12	0,9	859,3056	27	21-11-12	1,1	859,3118	27	21-11-12	0,2	859,2982
28	22-11-12	-1,5	859,3400	28	22-11-12	-1,1	859,3448	28	22-11-12	0,7	859,3054	28	22-11-12	0,9	859,3116	28	22-11-12	0,2	859,2982
29	22-11-12	-0,5	859,3410	29	22-11-12	-0,3	859,3456	29	22-11-12	1,3	859,3060	29	22-11-12	1,3	859,3120	29	22-11-12	0,5	859,2985
30	23-11-12	-2,1	859,3394	30	23-11-12	-0,9	859,3450	30	23-11-12	0,9	859,3056	30	23-11-12	1,0	859,3117	30	23-11-12	0,3	859,2983
31	24-11-12	-3,2	859,3383	31	24-11-12	-1,4	859,3445	31	24-11-12	0,8	859,3055	31	24-11-12	0,6	859,3113	31	24-11-12	0,0	859,2980
32	26-11-12	-4,2	859,3373	32	26-11-12	-0,9	859,3450	32	26-11-12	-0,6	859,3041	32	26-11-12	-0,3	859,3104	32	26-11-12	-0,9	859,2971
33	27-11-12	-3,9	859,3376	33	27-11-12	-1,7	859,3442	33	27-11-12	0,1	859,3048	33	27-11-12	0,3	859,3110	33	27-11-12	-0,6	859,2974
34	28-11-12	-4,9	859,3366	34	28-11-12	-2,7	859,3432	34	28-11-12	-1,1	859,3036	34	28-11-12	-0,8	859,3099	34	28-11-12	-1,4	859,2966
35	28-11-12	-5,4	859,3361	35	28-11-12	-2,5	859,3434	35	28-11-12	-0,7	859,3040	35	28-11-12	-0,6	859,3101	35	28-11-12	-0,8	859,2972
36	29-11-12	-5,3	859,3362	36	29-11-12	-3,0	859,3429	36	29-11-12	-1,3	859,3034	36	29-11-12	-1,4	859,3093	36	29-11-12	-1,3	859,2967
37	29-11-12	-5,3	859,3362	37	29-11-12	-2,6	859,3433	37	29-11-12	-0,7	859,3040	37	29-11-12	-0,5	859,3102	37	29-11-12	-1,0	859,2970
38	30-11-12	-4,0	859,3375	38	30-11-12	-1,5	859,3444	38	30-11-12	0,0	859,3047	38	30-11-12	-0,5	859,3102	38	30-11-12	-1,2	859,2968
39	10-12-12	-3,8	859,3377	39	10-12-12	-1,7	859,3442	39	10-12-12	0,3	859,3050	39	10-12-12	-0,2	859,3105	39	10-12-12	-0,5	859,2975
40	11-12-12	-4,5	859,3370	40	11-12-12	-1,3	859,3446	40	11-12-12	0,2	859,3049	40	11-12-12	0,5	859,3112	40	11-12-12	0,2	859,2982
41	12-12-12	-4,4	859,3371	41	12-12-12	-1,4	859,3445	41	12-12-12	0,0	859,3047	41	12-12-12	-0,3	859,3104	41	12-12-12	0,0	859,2980
42	13-12-12	-3,9	859,3376	42	13-12-12	-1,5	859,3444	42	13-12-12	0,1	859,3048	42	13-12-12	0,1	859,3108	42	13-12-12	-0,3	859,2977
43	17-12-12	-3,9	859,3376	43	17-12-12	-0,9	859,3450	43	17-12-12	0,7	859,3054	43	17-12-12	0,8	859,3115	43	17-12-12	0,0	859,2980
44	27-12-12	-4,3	859,3372	44	27-12-12	-1,8	859,3441	44	27-12-12	0,5	859,3052	44	27-12-12	0,8	859,3115	44	27-12-12	0,2	859,2982
45	07-01-13	-4,7	859,3368	45	07-01-13	-1,5	859,3444	45	07-01-13	0,9	859,3056	45	07-01-13	1,3	859,3120	45	07-01-13	-0,1	859,2979
46	08-01-13	-4,0	859,3375	46	08-01-13	-0,8	859,3451	46	08-01-13	1,4	859,3061	46	08-01-13	1,6	859,3123	46	08-01-13	0,3	859,2983
47	09-01-13	-3,3	859,3382	47	09-01-13	-0,2	859,3457	47	09-01-13	1,7	859,3064	47	09-01-13	1,8	859,3125	47	09-01-13	1,0	859,2990
48	10-01-13	-3,3	859,3382	48	10-01-13	0,1	859,3460	48	10-01-13	1,9	859,3066	48	10-01-13	2,1	859,3128	48	10-01-13	1,6	859,2996
49	11-01-13	-3,1	859,3384	49	11-01-13	0,6	859,3465	49	11-01-13	2,3	859,3070	49	11-01-13	2,8	859,3135	49	11-01-13	2,3	859,3003
50	12-01-13	-4,3	859,3372	50	12-01-13	-0,4	859,3455	50	12-01-13	1,7	859,3064	50	12-01-13	2,6	859,3133	50	12-01-13	3,0	859,3010
51	14-01-13	-4,2	859,3373	51	14-01-13	-0,4	859,3455	51	14-01-13	1,7	859,3064	51	14-01-13	2,5	859,3132	51	14-01-13	2,0	859,3000
52	15-01-13	-5,1	859,3364	52	15-01-13	-0,9	859,3450	52	15-01-13	1,1	859,3058	52	15-01-13	2,4	859,3131	52	15-01-13	2,5	859,3005
53	16-01-13	-5,7	859,3358	53	16-01-13	-0,9	859,3450	53	16-01-13	1,0	859,3057	53	16-01-13	3,2	859,3139	53	16-01-13	3,2	859,3012
54	17-01-13	-6,6	859,3349	54	17-01-13	-1,8	859,3441	54	17-01-13	0,5	859,3052	54	17-01-13	2,3	859,3130	54	17-01-13	2,4	859,3004
55	17-01-13	-6,8	859,3347	55	17-01-13	-2,6	859,3433	55	17-01-13	-0,1	859,3046	55	17-01-13	1,7	859,3124	55	17-01-13	1,8	859,2998
56	18-01-13	-6,9	859,3346	56	18-01-13	-1,5	859,3444	56	18-01-13	1,1	859,3058	56	18-01-13	2,2	859,3129	56	18-01-13	2,5	859,3

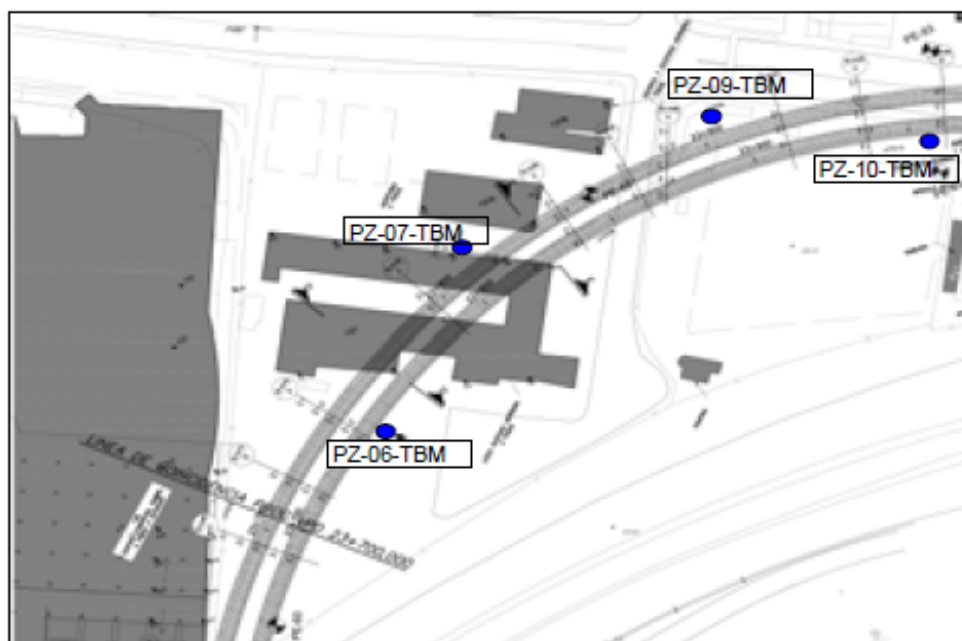


GRAFICA 4.1.2.g.: Asentamientos (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas de los pernos de nivelación, tras el paso de la tuneladora S431 y S430.

4.2. Niveles freáticos.

A continuación se presentan las lecturas del proceso de medición de niveles freáticos obtenidas mediante la instrumentación empleada en la Fase I del Proyecto Línea 5. Estas lecturas fueron proporcionadas por el personal de la C.A. Metro de Caracas.

UNEFA - Bello Campo

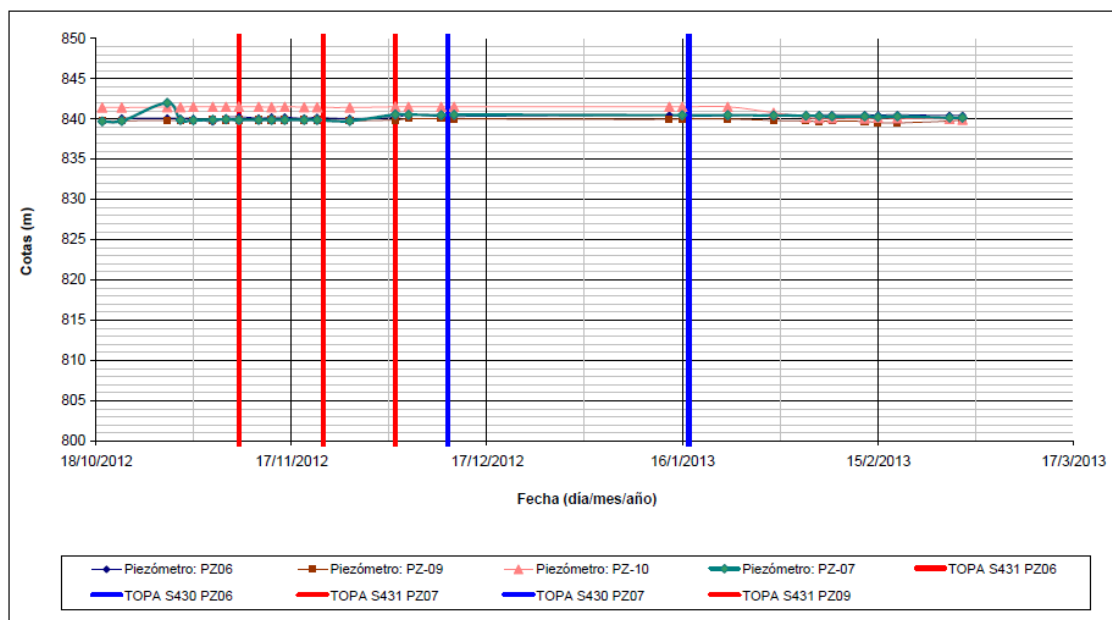


	ACTIVIDAD EN OBRA	
	ESTACION BELLO CAMPO	
1	9/11/2012	TOPA S431 PZ 06
2	22/11/2012	TOPA S431 PZ 07
3	3/12/2012	TOPA S431 PZ 09
4	11/12/2012	TOPA S430 PZ 06
5	17/1/2013	TOPA S430 PZ 07

FIGURA 4.2.: Ubicación de los medidores piezométricos del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

Piezómetro: PZ06				Piezómetro: PZ-09				Piezómetro: PZ-10				Piezómetro: PZ-07			
Coordenadas: N -				Coordenadas: N -				Coordenadas: N - 1528,327; E9395,285				Coordenadas: N -1503,922; E 9317,181			
Cota: 857,53				Cota: 856,51				Cota: 856,51				Cota: 858,144			
Jornada	Fecha	Profundidad (m)	Cota (m)	Jornada	Fecha	Profundidad (m)	Cota (m)	Jornada	Fecha	Profundidad (m)	Cota (m)	Jornada	Fecha	Profundidad (m)	Cota (m)
1	22-10-12	17,44	840,09	1	19-10-12	16,77	839,74	1	19-10-12	15,09	841,42	1	19-10-12	18,43	839,71
2	29-10-12	17,44	840,09	2	22-10-12	16,75	839,76	2	22-10-12	15,10	841,41	2	22-10-12	18,40	839,74
3	31-10-12	17,46	840,07	3	29-10-12	16,69	839,82	3	29-10-12	15,03	841,48	3	29-10-12	16,16	841,98
4	02-11-12	17,46	840,07	4	31-10-12	16,72	839,79	4	31-10-12	15,05	841,46	4	31-10-12	18,28	839,86
5	05-11-12	17,93	839,60	5	02-11-12	16,68	839,83	5	02-11-12	15,02	841,49	5	02-11-12	18,33	839,81
6	07-11-12	17,40	840,13	6	05-11-12	16,63	839,88	6	05-11-12	14,99	841,52	6	05-11-12	18,24	839,90
7	09-11-12	17,26	840,27	7	07-11-12	16,65	839,86	7	07-11-12	15,00	841,51	7	07-11-12	18,20	839,94
8	12-11-12	17,41	840,12	8	09-11-12	16,64	839,87	8	09-11-12	15,01	841,50	8	09-11-12	18,28	839,86
9	14-11-12	17,28	840,25	9	12-11-12	16,65	839,86	9	12-11-12	15,02	841,49	9	12-11-12	18,28	839,86
10	16-11-12	17,32	840,21	10	14-11-12	16,65	839,86	10	14-11-12	15,03	841,48	10	14-11-12	18,28	839,86
11	19-11-12	17,44	840,09	11	16-11-12	16,65	839,86	11	16-11-12	15,02	841,49	11	16-11-12	18,28	839,86
12	21-11-12	17,33	840,20	12	19-11-12	16,66	839,85	12	19-11-12	15,05	841,46	12	19-11-12	18,28	839,86
13	26-11-12	17,48	840,05	13	21-11-12	16,65	839,86	13	21-11-12	15,05	841,46	13	21-11-12	18,28	839,86
14	03-12-12	17,36	840,17	14	26-11-12	16,73	839,78	13	26-11-12	15,09	841,42	13	26-11-12	18,40	839,74
15	05-12-12	17,00	840,53	15	03-12-12	16,63	839,88	13	03-12-12	15,00	841,51	13	03-12-12	17,57	840,57
16	10-12-12	17,21	840,32	16	05-12-12	16,50	840,01	13	05-12-12	15,00	841,51	13	05-12-12	17,62	840,52
17	12-12-12	17,20	840,33	17	10-12-12	16,49	840,02	17	10-12-12	15,00	841,51	17	10-12-12	17,65	840,49
18	14-01-13	17,05	840,48	18	12-12-12	16,52	839,99	18	12-12-12	15,00	841,51	18	12-12-12	17,63	840,51
19	16-01-13	17,21	840,32	19	14-01-13	16,56	839,95	18	14-01-13	15,02	841,49	19	16-01-13	17,65	840,49
20	23-01-13	17,15	840,38	20	16-01-13	16,54	839,97	18	16-01-13	15,00	841,51	20	23-01-13	17,65	840,49
21	30-01-13	17,01	840,52	20	23-01-13	16,54	839,97	18	23-01-13	15,00	841,51	20	30-01-13	17,70	840,44
22	04-02-13	17,04	840,49	22	30-01-13	16,71	839,80	18	30-01-13	15,73	840,78	22	04-02-13	17,75	840,39
23	06-02-13	17,00	840,53	23	04-02-13	16,77	839,74	23	04-02-13	16,33	840,18	13	06-02-13	17,80	840,34
24	08-02-13	17,02	840,51	24	06-02-13	16,81	839,70	23	06-02-13	16,41	840,10	13	08-02-13	17,85	840,29
25	13-02-13	17,00	840,53	25	08-02-13	16,79	839,72	23	08-02-13	16,39	840,12	13	13-02-13	17,82	840,32
26	15-02-13	17,04	840,49	26	13-02-13	16,81	839,70	23	13-02-13	16,45	840,06	17	15-02-13	17,91	840,23
27	18-02-13	17,02	840,51	27	15-02-13	16,99	839,52	23	15-02-13	16,35	840,16	18	18-02-13	17,85	840,29
28	26-02-13	17,08	840,45	28	18-02-13	17,00	839,51	23	18-02-13	16,42	840,09	19	26-02-13	17,99	840,15
29	28-02-13	17,10	840,43	29	26-02-13	16,77	839,74	29	26-02-13	16,51	840,00	20	28-02-13	17,99	840,15
30				30	28-02-13	16,59	839,92	29	28-02-13	16,62	839,89	20			

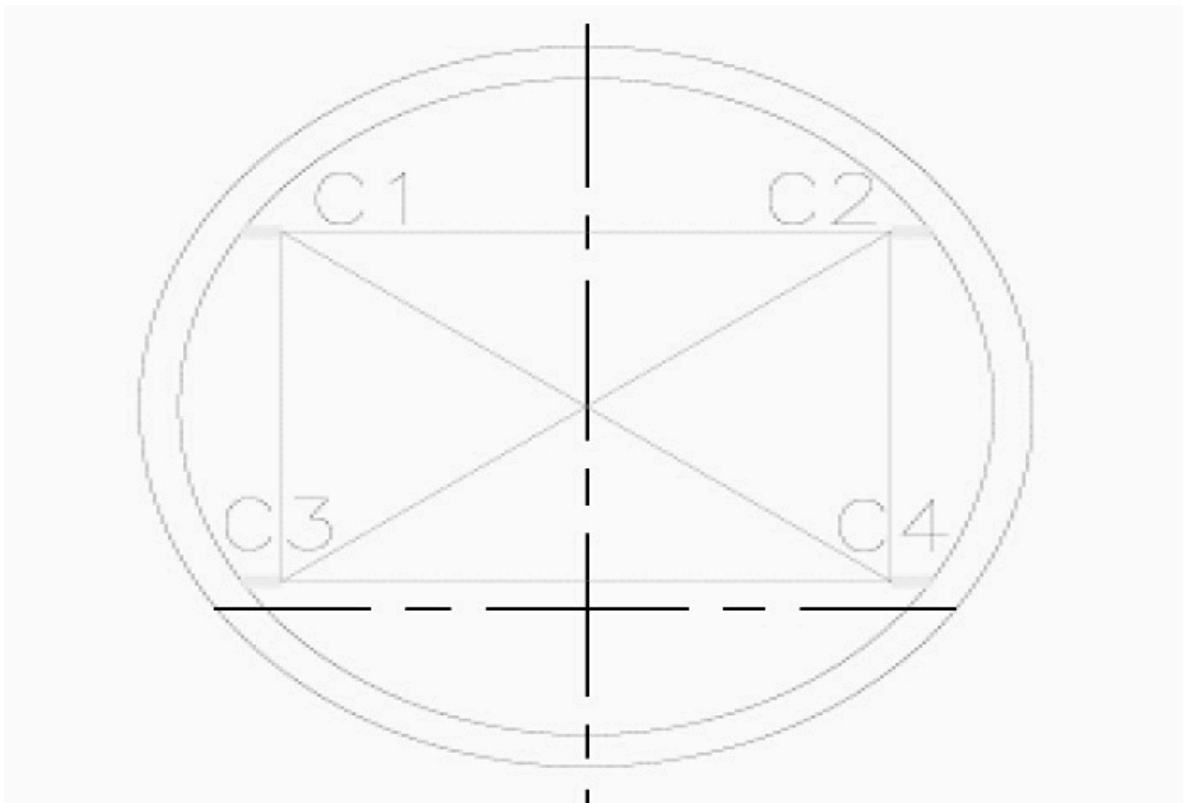
TABLA 4.2.a.: Lecturas de los piezómetros (PZ6, PZ7, PZ9 Y PZ10) tras el paso de la tuneladora S431 y S430.



GRAFICA 4.2.a.: Variación de los niveles freáticos tras el paso de las tuneladoras S430 y S431.

4.3. Convergencias.

A continuación se presentan las lecturas del proceso de medición de convergencia obtenidas mediante la instrumentación empleada en la Fase I del Proyecto Línea 5. Estas lecturas fueron proporcionadas por el personal de la C.A. Metro de Caracas.

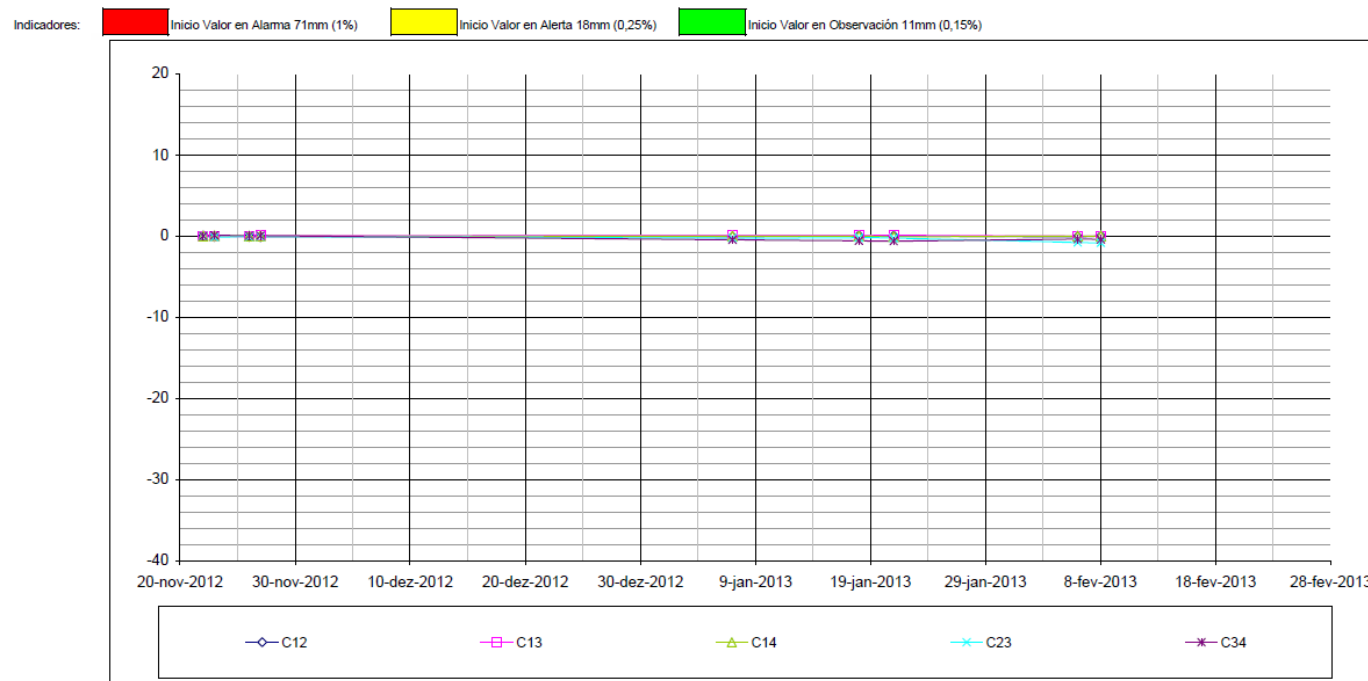


TUNELADORA S430.

Anillo 66.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	22/11/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0
2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	0,1	0,1	2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	0,1	0,1
3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0
4	27-11-12	-0,1	-0,1	4	27-11-12	0,1	0,1	4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	0,1	0,0
5	07-01-13	-0,1	0,0	5	07-01-13	0,1	0,0	5	07-01-13	0,0	0,0	5	07-01-13	-0,3	0,0	5	07-01-13	-0,5	0,0
6	18-01-13	0,1	0,0	6	18-01-13	0,1	0,0	6	18-01-13	0,0	0,0	6	18-01-13	-0,2	0,0	6	18-01-13	-0,6	0,0
7	21-01-13	0,0	0,0	7	21-01-13	0,1	0,0	7	21-01-13	-0,1	0,0	7	21-01-13	-0,3	0,0	7	21-01-13	-0,6	0,0
8	06-02-13	-0,1	0,0	8	06-02-13	0,0	0,0	8	06-02-13	0,0	0,0	8	06-02-13	-0,8	0,0	8	06-02-13	-0,4	0,0
9	08-02-13	0,0	0,0	9	08-02-13	0,0	0,0	9	08-02-13	0,0	0,0	9	08-02-13	-0,8	0,0	9	08-02-13	-0,4	0,0

TABLA 4.3.a.: Lecturas de convergencias en el anillo 66 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

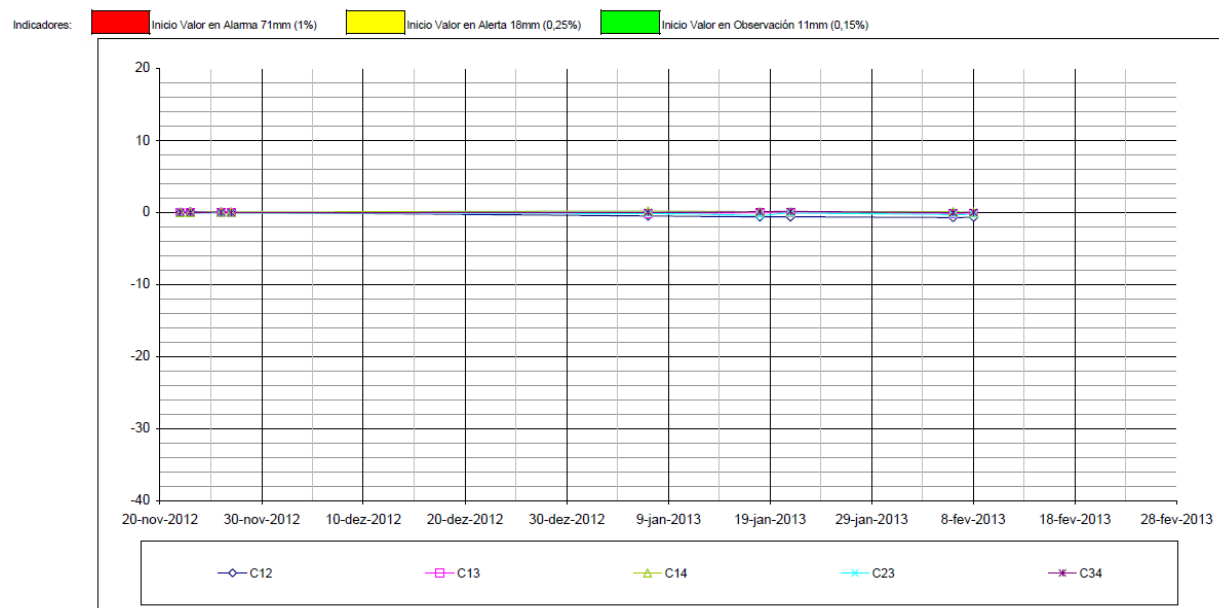


GRAFICA 4.3.a: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

Anillo 174.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	22/11/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0
2	23-11-12	0,1	0,1	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	0,0	0,0
3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0
4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	-0,1	0,0	4	27-11-12	-0,1	-0,1
5	07-01-13	-0,5	0,0	5	07-01-13	-0,2	0,0	5	07-01-13	0,2	0,0	5	07-01-13	-0,2	0,0	5	07-01-13	0,0	0,0
6	18-01-13	-0,6	0,0	6	18-01-13	-0,1	0,0	6	18-01-13	0,1	0,0	6	18-01-13	-0,4	0,0	6	18-01-13	0,1	0,0
7	21-01-13	-0,6	0,0	7	21-01-13	-0,1	0,0	7	21-01-13	0,1	0,0	7	21-01-13	-0,1	0,1	7	21-01-13	0,1	0,0
8	06-02-13	-0,7	0,0	8	06-02-13	-0,2	0,0	8	06-02-13	0,1	0,0	8	06-02-13	-0,3	0,0	8	06-02-13	0,0	0,0
9	08-02-13	-0,7	0,0	9	08-02-13	-0,1	0,0	9	08-02-13	0,0	-0,1	9	08-02-13	-0,3	0,0	9	08-02-13	0,0	0,0

TABLA 4.3.b.: Lecturas de convergencias en el anillo 174 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

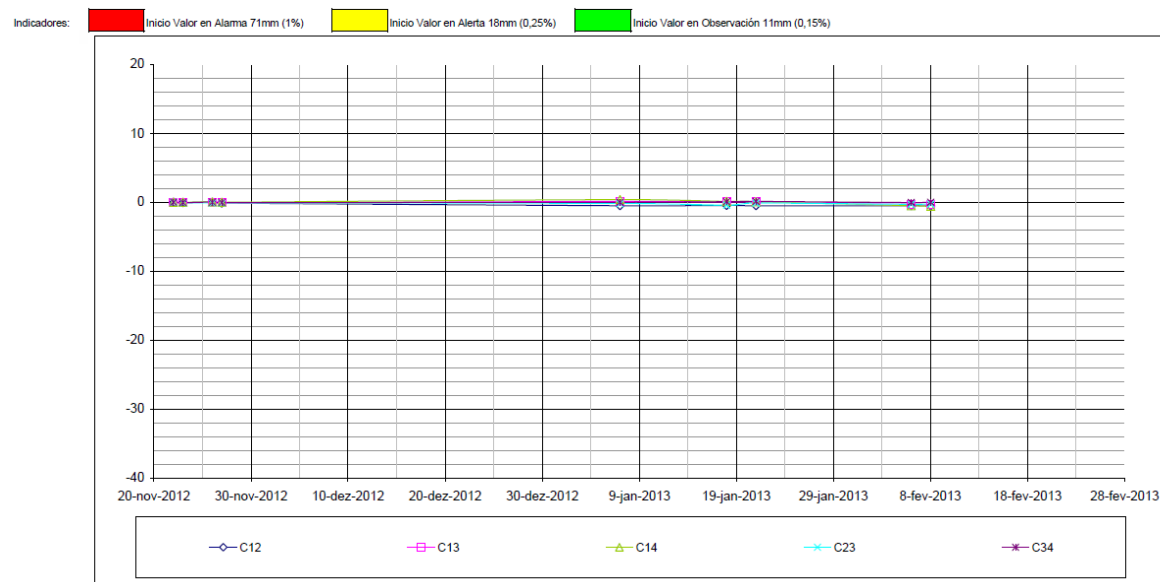


GRAFICA 4.3.b: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

Anillo 274.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	22/11/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0
2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	-0,1	-0,1
3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0
4	27-11-12	-0,1	-0,1	4	27-11-12	-0,1	-0,1	4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	-0,2	-0,1	4	27-11-12	-0,1	-0,1
5	07-01-13	-0,5	0,0	5	07-01-13	0,1	0,0	5	07-01-13	0,4	0,0	5	07-01-13	-0,1	0,0	5	07-01-13	0,1	0,0
6	18-01-13	-0,4	0,0	6	18-01-13	0,1	0,0	6	18-01-13	0,1	0,0	6	18-01-13	0,3	0,0	6	18-01-13	-0,1	0,0
7	21-01-13	-0,5	0,0	7	21-01-13	0,1	0,0	7	21-01-13	0,1	0,0	7	21-01-13	0,3	0,0	7	21-01-13	-0,1	0,0
8	06-02-13	-0,5	0,0	8	06-02-13	-0,3	0,0	8	06-02-13	-0,5	0,0	8	06-02-13	-0,4	0,0	8	06-02-13	-0,4	0,0
9	08-02-13	-0,5	0,0	9	08-02-13	-0,3	0,0	9	08-02-13	-0,6	-0,1	9	08-02-13	-0,3	0,1	9	08-02-13	-0,4	0,0

TABLA 4.3.c.: Lecturas de convergencias en el anillo 274 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

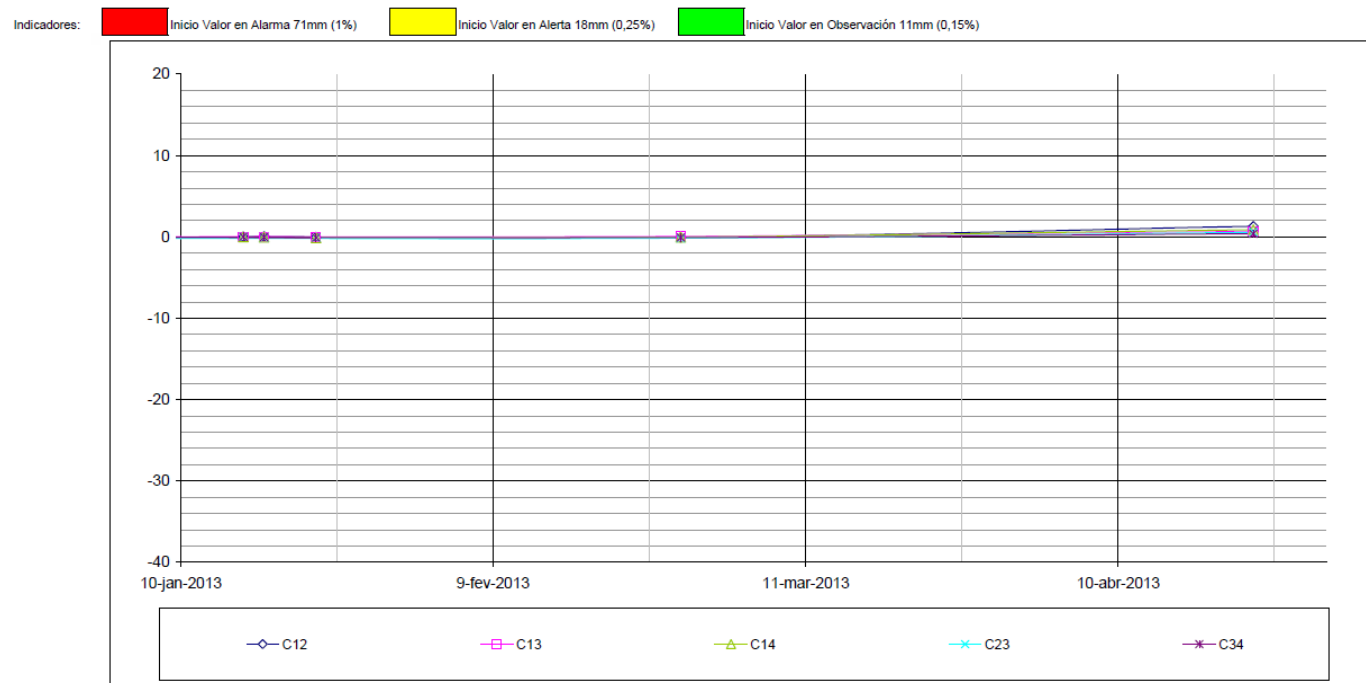


GRAFICA 4.3.c: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

Anillo 595.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	16/1/2013	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	16-01-13	0,0	0,0	1	16-01-13	0,0	0,0	1	16-01-13	0,0	0,0	1	16-01-13	0,0	0,0	1	16-01-13	0,0	0,0
2	18-01-13	0,0	0,0	2	18-01-13	0,0	0,0	2	18-01-13	0,0	0,0	2	18-01-13	0,0	0,0	2	18-01-13	0,0	0,0
3	23-01-13	0,0	0,0	3	23-01-13	-0,1	0,0	3	23-01-13	-0,1	0,0	3	23-01-13	-0,1	0,0	3	23-01-13	-0,1	0,0
4	08-01-13	0,0	0,0	4	08-01-13	0,0	0,0	4	08-01-13	-0,1	0,0	4	08-01-13	-0,1	0,0	4	08-01-13	-0,1	0,0
5	27-02-13	-0,1	0,0	5	27-02-13	0,1	0,0	5	27-02-13	0,0	0,0	5	27-02-13	-0,2	0,0	5	27-02-13	-0,1	0,0
6	23-04-13	1,3	0,0	6	23-04-13	0,7	0,0	6	23-04-13	0,9	0,0	6	23-04-13	0,5	0,0	6	23-04-13	0,4	0,0

TABLA 4.3.d.: Lecturas de convergencias en el anillo 595 (S430) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

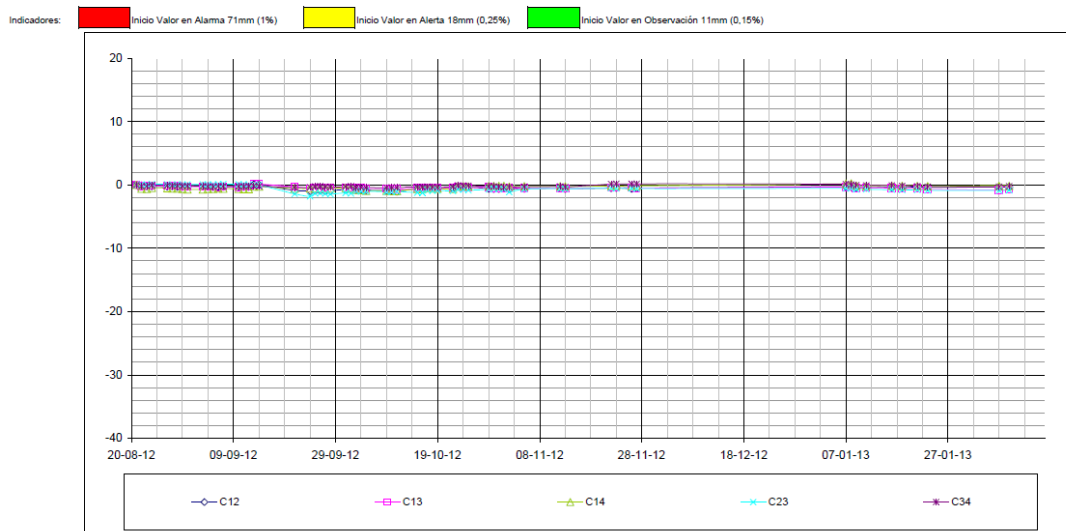


GRAFICA 4.3.d: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

TUNELADORA 431

Anillo 65.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	21/8/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin.				F. Fin.				F. Fin.											
Jomada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jomada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jomada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jomada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jomada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	21-08-12	0,0	0,0	1	21-08-12	0,0	0,0	1	21-08-12	0,0	0,0	1	21-08-12	0,0	0,0	1	21-08-12	0,0	0,0
2	22-08-12	-0,1	-0,1	2	22-08-12	-0,2	-0,2	2	22-08-12	-0,6	-0,6	2	22-08-12	0,0	0,0	2	22-08-12	-0,2	-0,2
3	23-08-12	-0,2	-0,1	3	23-08-12	-0,1	0,1	3	23-08-12	-0,6	0,0	3	23-08-12	0,0	0,0	3	23-08-12	-0,2	0,0
4	24-08-12	-0,2	0,0	4	24-08-12	-0,2	0,0	4	24-08-12	-0,5	0,2	4	24-08-12	0,1	0,1	4	24-08-12	0,0	0,2
5	27-08-12	-0,2	0,0	5	27-08-12	-0,1	0,0	5	27-08-12	-0,5	0,0	5	27-08-12	0,1	0,0	5	27-08-12	-0,1	0,0
6	28-08-12	-0,2	0,0	6	28-08-12	-0,1	0,0	6	28-08-12	-0,6	-0,1	6	28-08-12	0,0	-0,1	6	28-08-12	-0,1	-0,1
7	29-08-12	-0,3	-0,1	7	29-08-12	-0,1	0,0	7	29-08-12	-0,5	0,0	7	29-08-12	0,1	0,0	7	29-08-12	-0,1	0,0
8	30-08-12	-0,3	0,0	8	30-08-12	-0,2	-0,1	8	30-08-12	-0,6	-0,1	8	30-08-12	0,1	0,0	8	30-08-12	-0,2	-0,1
9	31-08-12	-0,3	0,0	9	31-08-12	-0,3	0,0	9	31-08-12	-0,7	-0,1	9	31-08-12	0,1	0,0	9	31-08-12	-0,2	0,0
10	03-09-12	-0,2	0,0	10	03-09-12	-0,3	0,0	10	03-09-12	-0,7	0,0	10	03-09-12	0,1	0,0	10	03-09-12	-0,2	0,0
11	04-09-12	-0,2	0,0	11	04-09-12	-0,3	0,0	11	04-09-12	-0,6	0,1	11	04-09-12	0,0	0,0	11	04-09-12	-0,3	0,0
12	05-09-12	-0,3	-0,1	12	05-09-12	-0,3	0,0	12	05-09-12	-0,6	0,0	12	05-09-12	0,1	0,0	12	05-09-12	-0,3	0,0
13	06-09-12	-0,3	0,0	13	06-09-12	-0,3	-0,1	13	06-09-12	-0,6	0,1	13	06-09-12	0,1	0,0	13	06-09-12	-0,2	0,1
14	07-09-12	-0,2	0,1	14	07-09-12	-0,3	0,0	14	07-09-12	-0,6	-0,1	14	07-09-12	0,1	0,0	14	07-09-12	-0,3	0,0
15	10-09-12	-0,3	0,0	15	10-09-12	-0,3	0,0	15	10-09-12	-0,6	0,0	15	10-09-12	0,1	0,0	15	10-09-12	-0,3	0,0
16	11-09-12	-0,3	0,0	16	11-09-12	-0,3	0,0	16	11-09-12	-0,7	-0,1	16	11-09-12	0,1	0,0	16	11-09-12	-0,2	0,0
17	12-09-12	-0,3	0,0	17	12-09-12	-0,3	0,0	17	12-09-12	-0,7	0,0	17	12-09-12	0,0	0,0	17	12-09-12	-0,2	0,1
18	13-09-12	0,0	0,3	18	13-09-12	0,2	0,5	18	13-09-12	-0,2	0,4	18	13-09-12	0,0	-0,1	18	13-09-12	-0,2	0,0
19	14-09-12	0,0	0,0	19	14-09-12	0,1	-0,1	19	14-09-12	-0,3	0,0	19	14-09-12	0,0	0,0	19	14-09-12	-0,2	0,0
20	21-09-12	-0,9	-0,1	20	21-09-12	-0,3	-0,1	20	21-09-12	-0,6	0,0	20	21-09-12	-1,4	-0,2	20	21-09-12	-0,4	0,0
21	24-09-12	-1,0	0,0	21	24-09-12	-0,6	-0,1	21	24-09-12	-0,6	0,0	21	24-09-12	-1,8	-0,1	21	24-09-12	-0,4	0,0
22	25-09-12	-0,9	0,1	22	25-09-12	-0,5	0,1	22	25-09-12	-0,5	0,1	22	25-09-12	-1,4	0,5	22	25-09-12	-0,3	0,1
23	26-09-12	-0,9	0,0	23	26-09-12	-0,5	0,0	23	26-09-12	-0,5	0,0	23	26-09-12	-1,3	0,1	23	26-09-12	-0,2	0,0
24	27-09-12	-0,9	0,0	24	27-09-12	-0,5	0,0	24	27-09-12	-0,5	0,0	24	27-09-12	-1,4	-0,1	24	27-09-12	-0,3	-0,1
25	28-09-12	-0,9	0,0	25	28-09-12	-0,5	-0,1	25	28-09-12	-0,5	0,0	25	28-09-12	-1,5	-0,1	25	28-09-12	-0,3	0,0
26	01-10-12	-0,7	0,1	26	01-10-12	-0,4	0,0	26	01-10-12	-0,5	0,0	26	01-10-12	-1,3	0,1	26	01-10-12	-0,3	0,0
27	02-10-12	-0,7	0,0	27	02-10-12	-0,4	0,0	27	02-10-12	-0,4	0,0	27	02-10-12	-1,3	-0,1	27	02-10-12	-0,2	0,1
28	03-10-12	-0,8	0,0	28	03-10-12	-0,5	-0,1	28	03-10-12	-0,8	-0,4	28	03-10-12	-1,0	0,3	28	03-10-12	-0,4	-0,2
29	04-10-12	-0,8	0,0	29	04-10-12	-0,5	0,0	29	04-10-12	-0,8	0,0	29	04-10-12	-1,1	-0,1	29	04-10-12	-0,4	0,1
30	05-10-12	-0,8	-0,1	30	05-10-12	-0,6	-0,1	30	05-10-12	-0,9	-0,1	30	05-10-12	-1,0	0,0	30	05-10-12	-0,4	0,0
31	09-10-12	-0,9	0,0	31	09-10-12	-0,6	0,0	31	09-10-12	-0,9	0,0	31	09-10-12	-1,1	0,0	31	09-10-12	-0,5	0,0
32	10-10-12	-0,9	0,0	32	10-10-12	-0,6	0,0	32	10-10-12	-1,0	-0,1	32	10-10-12	-1,1	0,0	32	10-10-12	-0,4	0,0
33	11-10-12	-1,0	-0,1	33	11-10-12	-0,7	-0,1	33	11-10-12	-1,0	0,0	33	11-10-12	-1,1	0,0	33	11-10-12	-0,4	0,0
34	15-10-12	-0,5	0,1	34	15-10-12	-0,5	0,0	34	15-10-12	-0,6	0,1	34	15-10-12	-1,2	0,0	34	15-10-12	-0,3	0,0
35	16-10-12	-0,5	0,0	35	16-10-12	-0,6	0,0	35	16-10-12	-0,6	0,0	35	16-10-12	-1,3	0,0	35	16-10-12	-0,3	0,0
36	17-10-12	-0,5	0,0	36	17-10-12	-0,4	0,2	36	17-10-12	-0,5	0,1	36	17-10-12	-0,9	0,4	36	17-10-12	-0,3	0,0
37	18-10-12	-0,5	0,0	37	18-10-12	-0,5	-0,1	37	18-10-12	-0,5	0,0	37	18-10-12	-0,9	-0,1	37	18-10-12	-0,3	0,0
38	19-10-12	-0,6	-0,1	38	19-10-12	-0,5	0,0	38	19-10-12	-0,6	-0,1	38	19-10-12	-0,9	0,0	38	19-10-12	-0,4	0,0
39	22-10-12	-0,6	0,0	39	22-10-12	-0,5	0,0	39	22-10-12	-0,6	0,0	39	22-10-12	-1,0	0,0	39	22-10-12	-0,3	0,0
40	23-10-12	-0,3	0,3	40	23-10-12	-0,3	0,3	40	23-10-12	-0,2	0,4	40	23-10-12	-0,7	0,2	40	23-10-12	-0,1	0,2
41	24-10-12	-0,3	-0,1	41	24-10-12	-0,3	0,0	41	24-10-12	-0,2	0,0	41	24-10-12	-0,8	0,0	41	24-10-12	-0,1	0,0
42	25-10-12	-0,4	0,0	42	25-10-12	-0,4	-0,1	42	25-10-12	-0,2	0,0	42	25-10-12	-0,8	-0,1	42	25-10-12	-0,1	0,0
43	29-10-12	-0,6	-0,1	43	29-10-12	-0,4	0,0	43	29-10-12	-0,2	0,0	43	29-10-12	-0,7	0,0	43	29-10-12	-0,3	0,0
44	30-10-12	-0,6	0,0	44	30-10-12	-0,5	-0,1	44	30-10-12	-0,2	0,0	44	30-10-12	-0,6	0,1	44	30-10-12	-0,2	0,0
45	31-10-12	-0,6	0,0	45	31-10-12	-0,6	-0,1	45	31-10-12	-0,2	0,0	45	31-10-12	-0,6	0,0	45	31-10-12	-0,3	-0,1
46	01-11-12	-0,5	0,1	46	01-11-12	-0,6	0,0	46	01-11-12	-0,2	0,0	46	01-11-12	-0,7	0,0	46	01-11-12	-0,4	-0,1
47	02-11-12	-0,6	-0,1	47	02-11-12	-0,4	0,2	47	02-11-12	-0,3	-0,1	47	02-11-12	-1,1	-0,5	47	02-11-12	-0,4	0,0
48	05-11-12	-0,6	0,0	48	05-11-12	-0,5	-0,1	48	05-11-12	-0,2	0,0	48	05-11-12	-0,7	0,2	48	05-11-12	-0,3	0,0
49	12-11-12	-0,5	0,0	49	12-11-12	-0,5	0,0	49	12-11-12	-0,2	0,0	49	12-11-12	-0,6	0,0	49	12-11-12	-0,3	0,0
50	13-11-12	-0,6	-0,1	50	13-11-12	-0,6	-0,1	50	13-11-12	-0,2	0,0	50	13-11-12	-0,6	0,0	50	13-11-12	-0,3	-0,1
51	22-11-12	-0,5	0,0	51	22-11-12	-0,5	0,0	51	22-11-12	-0,2	0,0	51	22-11-12	-0,5	0,0	51	22-11-12	0,1	0,0
52	23-11-12	-0,5	0,0	52	23-11-12	-0,5	0,0	52	23-11-12	-0,2	0,0	52	23-11-12	-0,6	0,0	52	23-11-12	0,2	0,1
53	26-11-12	-0,6	0,0	53	26-11-12	-0,4	0,0	53	26-11-12	-0,3	0,0	53	26-11-12	-0,5	0,0	53	26-11-12	0,2	0,0
54	27-11-12	-0,5	0,1	54	27-11-12	-0,5	-0,1	54	27-11-12	-0,2	0,1	54	27-11-12	-0,6	-0,1	54	27-11-12	0,1	0,0
55	07-01-13	-0,3	0,0	55	07-01-13	-0,3	0,0	55	07-01-13	0,2	0,0	55	07-01-13	-0,5	0,0	55	07-01-13	0,1	0,0
56	08-01-13	-0,3	0,0	56	08-01-13	-0,3	0,0	56	08-01-13	0,2	0,0	56	08-01-13	-0,5	0,0	56	08-01-13	0,0	-0,1
57	09-01-13	-0,4	-0,1	57	09-01-13	-0,5	-0,2	57	09-01-13	-0,1	-0,3	57	09-01-13	-0,7	-0,2	57	09-01-13	0,0	-0,1
58	11-01-13	-0,4	0,0	58	11-01-13	-0,5	0,0	58	11-01-13	-0,2	0,0	58	11-01-13	-0,7	0,0	58	11-01-13	-0,1	0,0
59	16-01-13	-0,4	0,0	59	16-01-13	-0,5	0,0	59	16-01-13	-0,1	0,0	59	16-01-13	-0,8	0,0	59	16-01-13</		

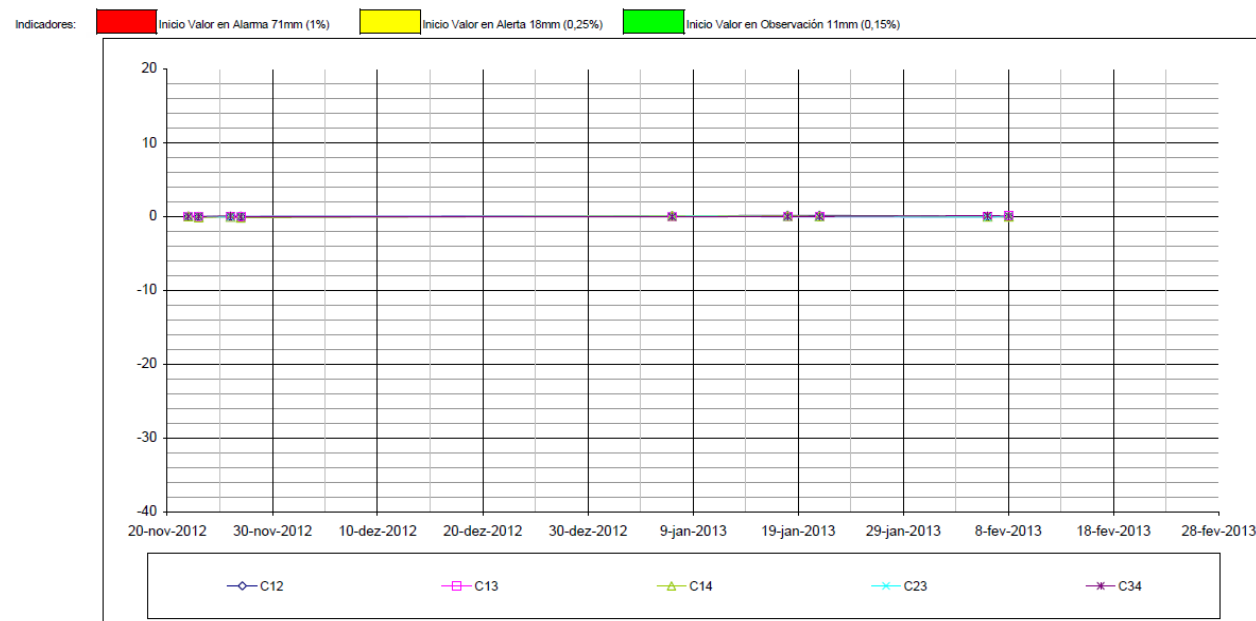


GRAFICA 4.3.e.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

Anillo 178.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	22/11/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0
2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	-0,2	-0,2	2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	0,0	0,0
3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0
4	27-11-12	0,0	0,0	4	27-11-12	-0,2	-0,1	4	27-11-12	-0,2	-0,1	4	27-11-12	0,0	0,1	4	27-11-12	-0,1	-0,1
5	07-01-13	0,1	0,0	5	07-01-13	0,2	0,0	5	07-01-13	0,1	0,0	5	07-01-13	0,0	0,0	5	07-01-13	-0,1	0,0
6	18-01-13	0,1	0,0	6	18-01-13	0,5	0,0	6	18-01-13	0,0	0,0	6	18-01-13	0,0	0,0	6	18-01-13	0,0	0,0
7	21-01-13	0,1	0,0	7	21-01-13	0,5	0,0	7	21-01-13	0,0	0,0	7	21-01-13	-0,1	0,0	7	21-01-13	0,0	0,0
8	06-02-13	0,0	0,0	8	06-02-13	0,6	0,0	8	06-02-13	-0,1	0,0	8	06-02-13	-0,1	0,0	8	06-02-13	0,1	0,0
9	08-02-13	0,0	0,0	9	08-02-13	0,6	0,0	9	08-02-13	0,0	0,0	9	08-02-13	0,0	0,1	9	08-02-13	0,0	0,0

TABLA 4.3.f.: Lecturas de convergencias en el anillo 178 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

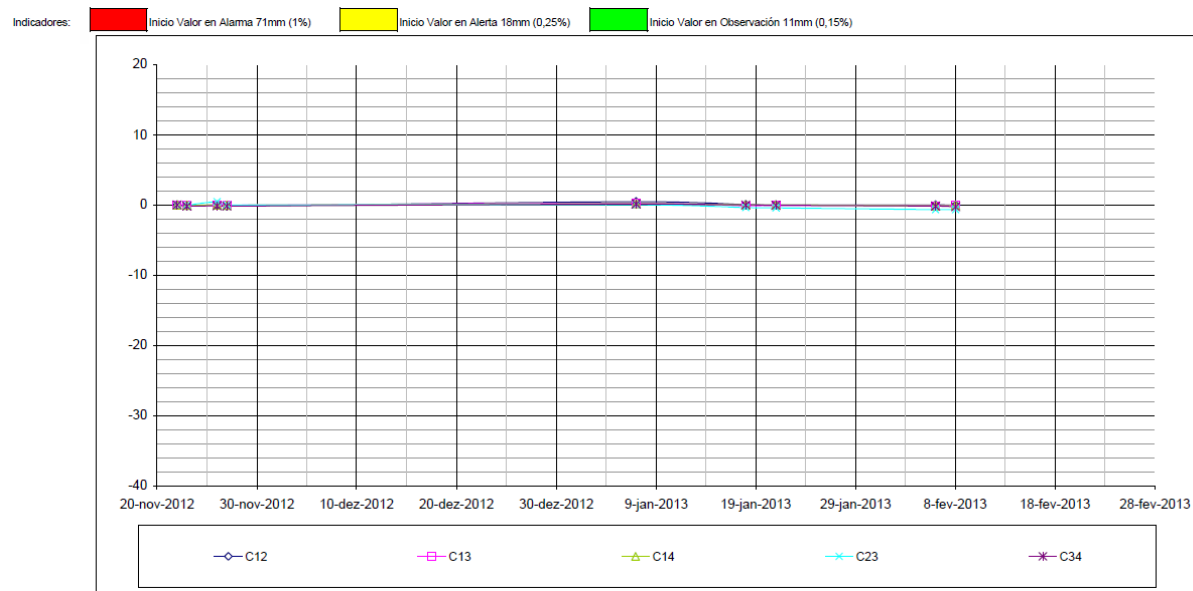


GRAFICA 4.3.f.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

Anillo 278.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	22/11/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0	1	22-11-12	0,0	0,0
2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	-0,1	-0,1	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	0,0	0,0	2	23-11-12	-0,2	-0,2
3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	-0,1	0,0	3	26-11-12	0,0	0,0	3	26-11-12	0,5	0,2	3	26-11-12	-0,1	0,0
4	27-11-12	-0,2	-0,1	4	27-11-12	-0,1	0,0	4	27-11-12	-0,1	0,0	4	27-11-12	0,0	-0,5	4	27-11-12	-0,1	0,0
5	07-01-13	0,5	0,0	5	07-01-13	0,2	0,0	5	07-01-13	0,2	0,0	5	07-01-13	0,0	0,0	5	07-01-13	0,1	0,0
6	18-01-13	0,0	0,0	6	18-01-13	-0,1	0,0	6	18-01-13	0,0	0,0	6	18-01-13	-0,4	0,0	6	18-01-13	0,0	0,0
7	21-01-13	0,0	0,0	7	21-01-13	-0,1	0,0	7	21-01-13	0,0	0,0	7	21-01-13	-0,4	0,0	7	21-01-13	0,0	0,0
8	06-02-13	0,0	0,0	8	06-02-13	-0,1	0,0	8	06-02-13	-0,1	0,0	8	06-02-13	-0,7	0,0	8	06-02-13	-0,2	0,0
9	08-02-13	-0,1	0,0	9	08-02-13	-0,1	0,0	9	08-02-13	-0,1	0,0	9	08-02-13	-0,7	0,0	9	08-02-13	-0,3	0,0

TABLA 4.3.g.: Lecturas de convergencias en el anillo 278 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.

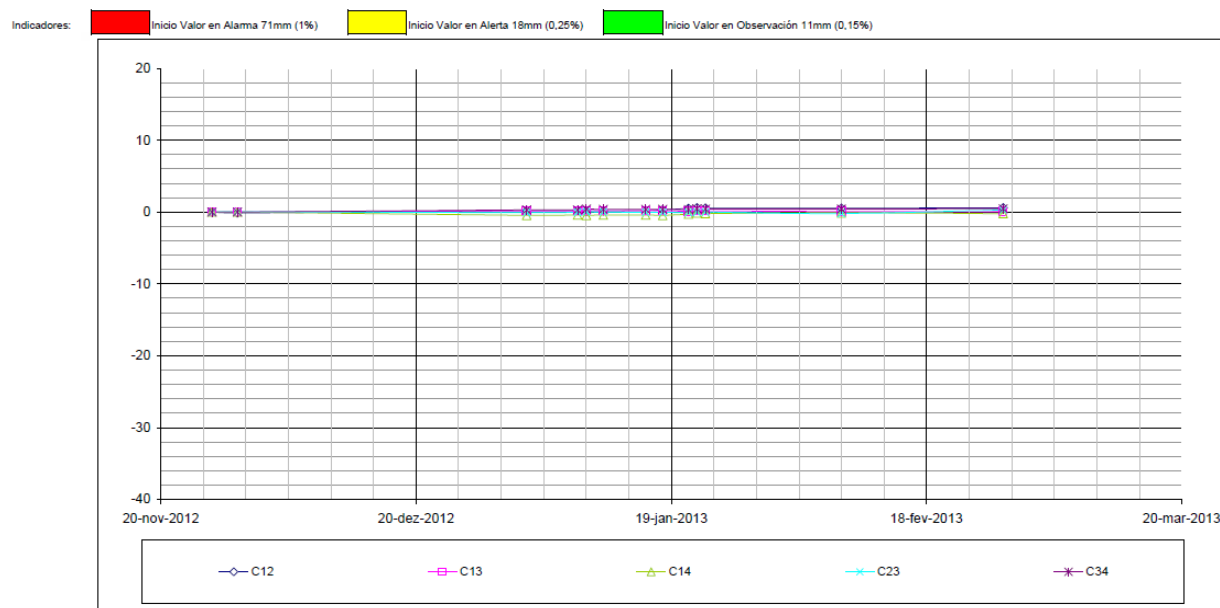


GRAFICA 4.3.g.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lecturas.

Anillo 603.

C12				C13				C14				C23				C34			
F. Ini.	26/11/2012	Obs:		F. Ini.		Obs:		F. Ini.		Obs:									
F. Fin				F. Fin				F. Fin											
Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)	Jornada	Fecha	Deformación Acumulada	Tasa de Mov. (mm/día)
1	26-11-12	0,0	0,0	1	26-11-12	0,0	0,0	1	26-11-12	0,0	0,0	1	26-11-12	0,0	0,0	1	26-11-12	0,0	0,0
2	29-11-12	-0,1	0,0	2	29-11-12	0,0	0,0	2	29-11-12	0,0	0,0	2	29-11-12	0,0	0,0	2	29-11-12	0,0	0,0
3	02-01-13	0,2	0,0	3	02-01-13	0,2	0,0	3	02-01-13	-0,5	0,0	3	02-01-13	-0,1	0,0	3	02-01-13	0,3	0,0
4	08-01-13	0,2	0,0	4	08-01-13	0,2	0,0	4	08-01-13	-0,4	0,0	4	08-01-13	0,0	0,0	4	08-01-13	0,3	0,0
5	09-01-13	0,2	0,0	5	09-01-13	0,2	0,0	5	09-01-13	-0,5	0,0	5	09-01-13	0,0	0,1	5	09-01-13	0,4	0,1
6	11-01-13	0,2	0,0	6	11-01-13	0,2	0,0	6	11-01-13	-0,4	0,0	6	11-01-13	0,0	0,0	6	11-01-13	0,4	0,0
7	16-01-13	0,2	0,0	7	16-01-13	0,2	0,0	7	16-01-13	-0,4	0,0	7	16-01-13	0,0	0,0	7	16-01-13	0,4	0,0
8	18-01-13	0,3	0,0	8	18-01-13	0,2	0,0	8	18-01-13	-0,5	0,0	8	18-01-13	-0,1	0,0	8	18-01-13	0,4	0,0
9	21-01-13	0,5	0,1	9	21-01-13	0,1	0,0	9	21-01-13	-0,3	0,1	9	21-01-13	-0,1	0,0	9	21-01-13	0,3	0,0
10	22-01-13	0,6	0,1	10	22-01-13	0,2	0,1	10	22-01-13	-0,1	0,2	10	22-01-13	-0,1	0,0	10	22-01-13	0,4	0,1
11	23-01-13	0,5	0,0	11	23-01-13	0,2	0,0	11	23-01-13	-0,2	-0,1	11	23-01-13	0,0	0,1	11	23-01-13	0,4	0,0
12	08-02-13	0,5	0,0	12	08-02-13	0,1	0,0	12	08-02-13	-0,1	0,0	12	08-02-13	-0,2	0,0	12	08-02-13	0,4	0,0
13	27-02-13	0,6	0,0	13	27-02-13	0,1	0,0	13	27-02-13	-0,2	0,0	13	27-02-13	0,3	0,0	13	27-02-13	0,5	0,0

TABLA 4.3.h.: Lecturas de convergencias en el anillo 603 (S431) del tramo UNEFA - Bello Campo. Proyecto Línea 5.



GRAFICA 4.3.h.: Convergencias (mm) contra tiempo (días) en base a las lectura

CAPITULO 5. DISCUSION DE RESULTADOS.

5.1. Nivelación de precisión con NPPP.

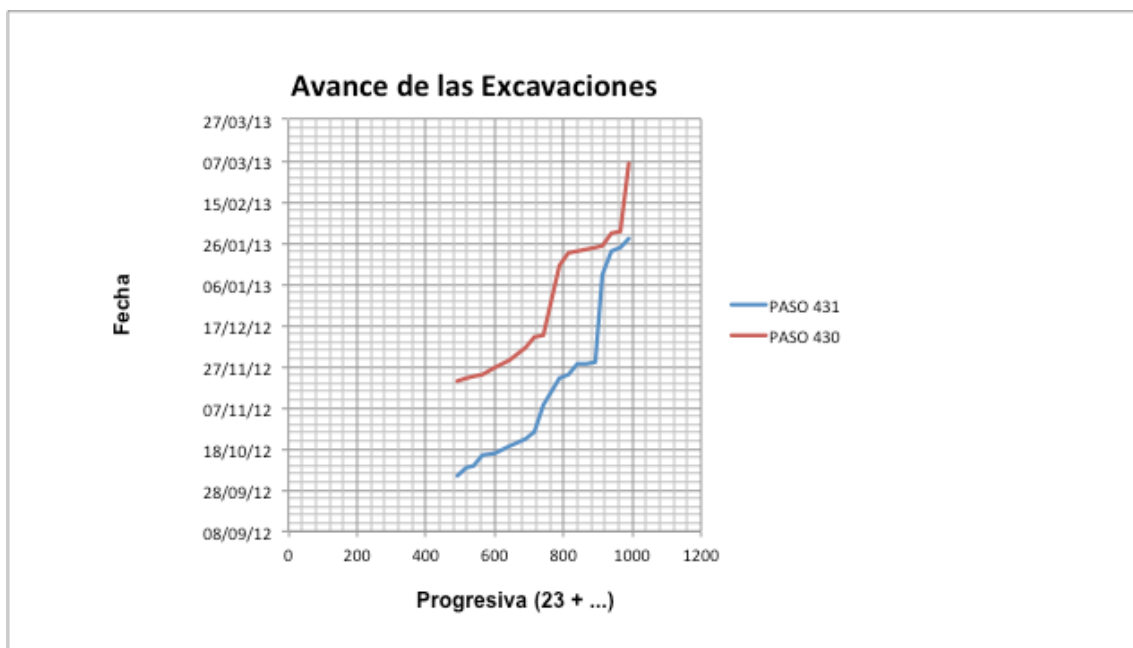
Las lecturas obtenidas mediante la nivelación de precisión con placa plano paralela necesitan, para ser analizadas y aprovechadas, ser comparadas con los valores de referencia para los asentamientos en túneles gemelos y edificaciones establecidos en las memorias de cálculo, realizadas por la contratista "*Construtora Norberto Odebrecht*" (CNO) para la Línea 5 del Metro de Caracas. Los valores de referencia se basan en estimaciones realizadas por el Método de Peck, expuesto anteriormente en este trabajo.

Es de suma importancia observar las lecturas registradas en los días cercanos al paso de las tuneladoras debido a que es cuando regularmente se presentan las variaciones de carácter considerable (Ver **TABLA 5.1.a.** y **GRAFICA 5.1.a.**).

PROGRESIVA	PASO 431	PASO 430
23 + 490	05/10/2012	20/11/2012
23 + 515	09/10/2012	21/11/2012
23 + 540	10/10/2012	22/11/2012
23 + 565	15/10/2012	23/11/2012
23 + 600	16/10/2012	27/11/2012
23 + 640	19/10/2012	30/11/2012
23 + 690	23/10/2012	06/12/2012
23 + 715	26/10/2012	11/12/2012
23 + 740	08/11/2012	12/12/2012
23 + 790	21/11/2012	15/01/2013
23 + 815	23/11/2012	21/01/2013
23 + 840	28/11/2012	22/01/2013
23 + 865	28/11/2012	23/01/2013
23 + 890	29/11/2012	24/01/2013
23 + 915	11/01/2013	25/01/2013
23 + 940	22/01/2013	31/01/2013
23 + 965	24/01/2013	01/02/2013
23 + 990	28/01/2013	06/03/2013

TABLA 5.1.: Paso de las tuneladoras por las distintas secciones instrumentales.

Fuente: Autores



GRAFICA 5.1.: Avance de las excavaciones.

Fuente: Autores

5.1.1. Nivelación de secciones con puntos superficiales y tasómetros.

Para el análisis de las lecturas de la instrumentación colocadas en las distintas progresivas de los túneles gemelos del tramo estudiado, se utilizaron las tablas de memorias de cálculo antes mencionada. Se elaboraron, además, niveles de advertencia para clasificar los asentamientos o levantamientos que se manifiesten en las lecturas (Ver **TABLAS 5.1.1.a** y **5.1.1.b**).

NIVEL I								
Progresiva	Sección tipo	Marcos superficiales (mm)					Tasómetros (mm)	
		p P1	p P2	p P3	p P4	p P5	p T2	p T4
23 + 490	A	6	7	8	7	6	18	18
23 + 515	B		7	8	7			
23 + 540	A*	6	7	8	7	6	18	18
23 + 565	B		7	8	7			
23 + 600	B*		7	8	7			
23 + 640	A*	6	7	8	7	6	18	18
23 + 690	A	6	8	8	8	6	18	18
23 + 715	B*		8	8	8			
23 + 740	A	6	8	8	8	6	18	18
23 + 790	B		8	8	8			
23 + 815	A*	6	7	8	7	6	18	18
23 + 840	A*	6	7	8	7	6	18	18
23 + 865	B		7	8	7			
23 + 890	A	6	7	8	7	6	18	18
23 + 915	B		7	8	7			
23 + 940	A	6	7	8	7	6	18	18
23 + 965	B		7	8	7			
23 + 990	A*	6	7	8	7	6	18	18

* Secciones con configuración modificada

TABLA 5.1.1.a.: Niveles de referencia de asentamientos en Túneles Gemelos. Nivel I.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

NIVEL II								
Progresiva	Sección tipo	Marcos superficiales (mm)					Tasómetros (mm)	
		p P1	p P2	p P3	p P4	p P5	p T2	p T4
23 + 490	A	8	9	10	9	8	22	22
23 + 515	B		9	10	9			
23 + 540	A*	8	9	10	9	8	22	22
23 + 565	B		9	10	9			
23 + 600	B*		9	10	9			
23 + 640	A*	8	9	10	9	8	22	22
23 + 690	A	8	10	10	10	8	22	22
23 + 715	B*		10	10	10			
23 + 740	A	8	10	10	10	8	22	22
23 + 790	B		10	10	10			
23 + 815	A*	8	9	10	9	8	22	22
23 + 840	A*	8	9	10	9	8	22	22
23 + 865	B		9	10	9			
23 + 890	A	8	9	10	9	8	22	22
23 + 915	B		9	10	9			
23 + 940	A	8	9	10	9	8	22	22
23 + 965	B		9	10	9			
23 + 990	A*	8	9	10	9	8	22	22

* Secciones con configuración modificada

TABLA 5.1.1.b.: Niveles de referencia de asentamientos en Túneles Gemelos. Nivel II.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

Cuando alguno de estos asentamientos sean alcanzado o rebasado, se determinaron medidas a ser tomadas de inmediato por los entes correspondientes (Ver **TABLA 5.1.1.c.**).

	Medidas a ser adoptadas
NIVEL I	Debe ser doblada la frecuencia de lectura. La proyectista debe ser comunicada por los responsables de la instrumentación.
NIVEL II	La proyectista debe manifestar un parecer oficial sobre el hecho para la posterior toma de decisiones.

TABLA 5.1.1.c.: Medidas a ser adoptadas luego de que se alcancen los niveles de advertencia.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

Luego de un análisis exhaustivo de las lecturas de la instrumentación presentadas en los resultados de este trabajo podemos decir que los resultados son satisfactorios en la mayoría de las secciones instrumentadas. No obstante, podemos destacar la presencia, en múltiples ocasiones, de variaciones de cota positivas (levantamientos), los cuales son consecuencia de la alta presión con que se han realizado las inyecciones de mortero ("*grout*") para la estabilización del terreno y el relleno del espacio anular (aproximadamente 20 cm) que se genera entre la *TBM-EPBs* y el terreno antes de colocar los anillos de dovelas prefabricados. Este es el caso de las secciones 23 + 490, 23 + 540, 23 + 565, 23 + 890, 23 + 965 y 23 + 990. Dichos levantamientos no son significativos para el normal desarrollo de la obra pero si pudieran ocasionar daños a los instrumentos colocados.

Se evidenciaron además, secciones en las cuales fue alcanzado y hasta sobrepasado el nivel de referencia al 80% de las deformaciones negativas. Este es el caso de las secciones 23 + 690 a 23 + 865 (Ver **GRAFICAS desde 4.1.1.p. hasta 4.1.1.j**).

Este tramo del alineamiento se encuentra ubicado en el terreno perteneciente al Complejo Educativo Gustavo Herrera, el cual presenta áreas ubicadas sobre rellenos compuestos de materiales de calidades desconocidas y en estado de abandono. Esto representa un problema para los instrumentos de medición utilizados que se manifiesta a manera de lecturas anómalas. En este caso, debido a la situación antes mencionada, no se tomaron medidas distintas a la normal realización de las mediciones acompañada por las respectivas observaciones del personal de la contratista y del C.A. Metro de Caracas.

5.1.2. Nivelación de edificaciones con pernos de asentamiento.

El proceso de nivelación realizado para llevar el control de los asentamientos en las edificaciones que se encuentran en el área de afectación de las excavaciones, arrojó, luego de su comparación con las memorias de cálculo correspondientes (Ver **TABLA 5.1.2.a**), resultados relativamente aceptables.

	Asentamiento	Distorsión	Tipo de daño	Medidas a ser adoptadas
NIVEL I	10mm	1/625	Estético	Duplicar la frecuencia de lectura de los instrumentos.
NIVEL II	20mm	1/320	Funcional	Los elementos sueltos de los edificios deben ser fijados o removidos. El proyectista debe emitir parecer sobre la situación de la obra y del edificio y sobre la necesidad de adopción o no de medidas adicionales de seguridad.
NIVEL III	32mm	1/125	Estructural	Puede ser necesario la paralización de la obra o la evacuación temporal del edificio. El proyectista deberá emitir su parecer sobre la situación de la obra y del edificio y sobre la necesidad de adopción o no de medidas adicionales de seguridad.

TABLA 5.1.2.a.: Niveles de referencia para edificaciones afectadas por la Línea 5 del Metro de Caracas. Medidas a ser adoptadas.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

Se puede apreciar una excepción a lo expuesto anteriormente en el Complejo Educativo Gustavo Herrera, donde se han registrado asentamientos que alcanzan el 99% del nivel de referencia al 80% de la deformación. Esta particularidad se debe a la composición de las capas superficiales del área donde se encuentra la edificación, que, como se dijo anteriormente, es un relleno de calidad cuestionable. Como se observa en las **GRAFICAS 7.1.2.a. y 7.1.2.b.**, los pernos de nivelación P6 y P2 (Ver **FIGURA 7.1.2.a.**) son los que alcanzaron el "Nivel de advertencia I" (Ver **TABLA 7.1.2.a.**). Esto puso en alerta a los especialistas e indujo a un proceso de reducción del intervalo de las lecturas. Los pernos P6 y P2, siendo los más cercanos a los túneles, no sufrieron mayor asentamiento tras el paso de la primera tuneladora (S431), pero cuando la segunda máquina, la S430, alcanzó la ubicación de los mismos se evidenciaron asentamientos de hasta 10mm. Aunque no se hayan presentado daños en la edificación, se realizaron las observaciones correspondientes y se destacó que dichos movimientos se debían a la composición del terreno bajo la fundación y al reacomodo de partículas consecuencia del movimiento causado por las tuneladoras. Cabe destacar que en las edificaciones lo

que causa los daños en sí, es la distorsión angular provocada por asentamientos diferenciales entre las distintas fundaciones, y que, en este caso, una variación tan pequeña no causaría mayores daños a dichas edificaciones.

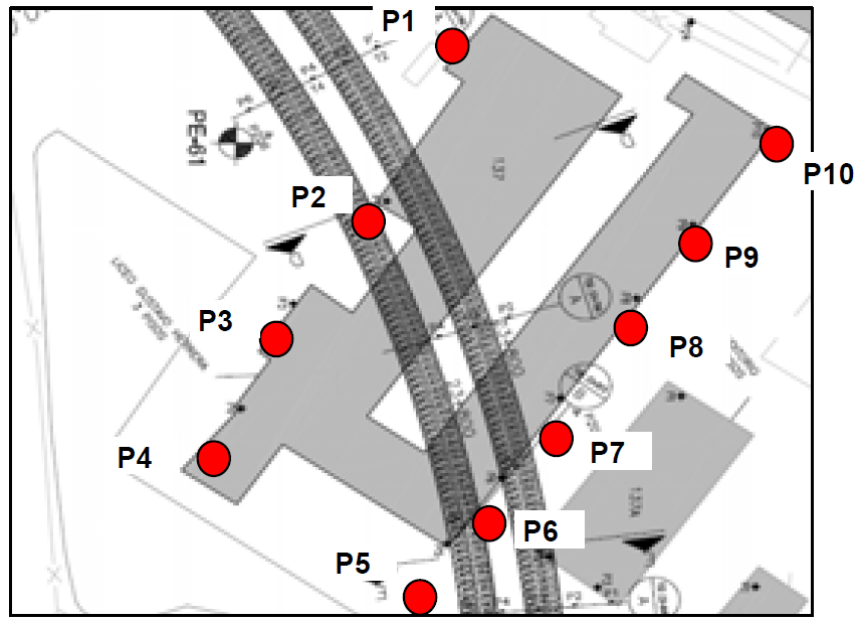


FIGURA 5.1.2.: Ubicación de los instrumentos de nivelación en el Complejo Gustavo Herrera.

Fuente: C.A. Metro de Caracas

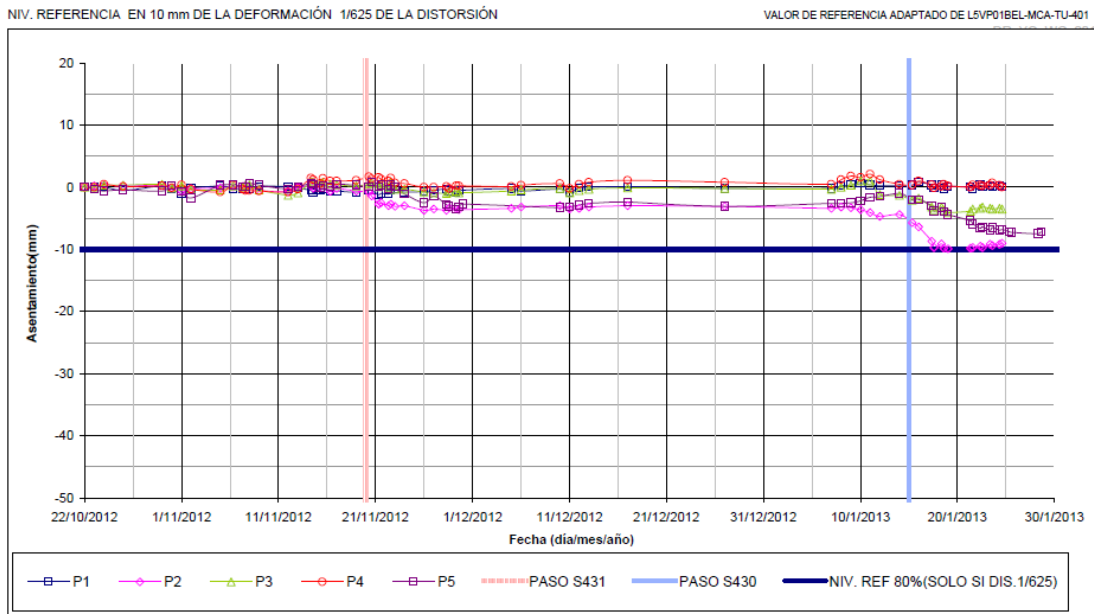


GRAFICO 5.1.2.a.: Movimientos de los dispositivos P1, P2, P3, P4 y P5 de las fundaciones del Complejo Gustavo Herrera.

Fuente: C.A. Metro de Caracas

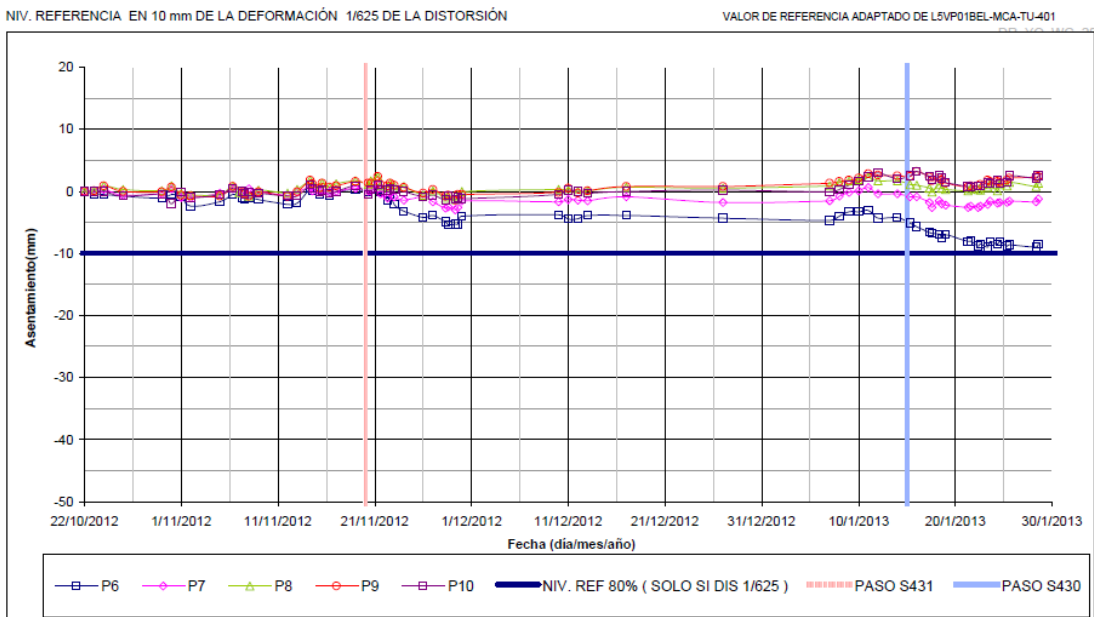


GRAFICO 5.1.2.b.: Movimientos de los dispositivos P6, P7, P8, P9 y P10 de las fundaciones del Complejo Gustavo Herrera.

Fuente: C.A. Metro de Caracas

5.2. Mediciones de convergencia.

El principal objetivo de las mediciones de convergencias realizadas en los anillos que componen los túneles gemelos es controlar la estabilización del subsuelo con dichos elemento de soporte. Las presiones ejercidas por el macizo (presión del terreno y presión hidrostática) sobre la estructura representan de manera directa el factor que hace variar las convergencias. En algunos casos, es necesario que se admitan valores un poco menos conservadores en dichas convergencias con el objeto de disipar las mencionadas presiones, aunque no se debe perder de vista el hecho de que estas convergencias puedan causar deformaciones indeseadas en la superficie.

En las lecturas de los anillos estudiados se puede apreciar una gran homogeneidad en las mediciones realizadas, con deformaciones mayores a -2mm en todos los anillos leídos, evidenciando así que las predicciones asumidas en la fase de proyecto fueron las correctas. Al realizar el análisis comparativo con las memorias de cálculo que proveen los niveles de advertencia (Ver **TABLA 5.3.a.**), pudimos constatar que no se alcanzó, en ningún caso, ninguno de estos niveles. Esto se debe a las bajas presiones ejercidas por el macizo en el cual fue realizada la excavación (Arena Limosa en su mayoría) sobre la estructura de recubrimiento de los túneles (Ver **FIGURA 5.3.**).

	TUNELADORA		Macizo	Convergencia (mm)	
	S 430	S 431		NIVEL I	NIVEL II
Anillo N°	66	65	Suelo	10,9	13,6
	174	178	Suelo	10,9	13,6
	274	278	Suelo	10,9	13,6
	595	603	Suelo	10,9	13,6

TABLA 5.3.a.: Niveles de referencia para convergencia en los túneles *TBM* del tramo UNEFA - Bello Campo del Metro de Caracas.

Fuente: (FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas, 2010)

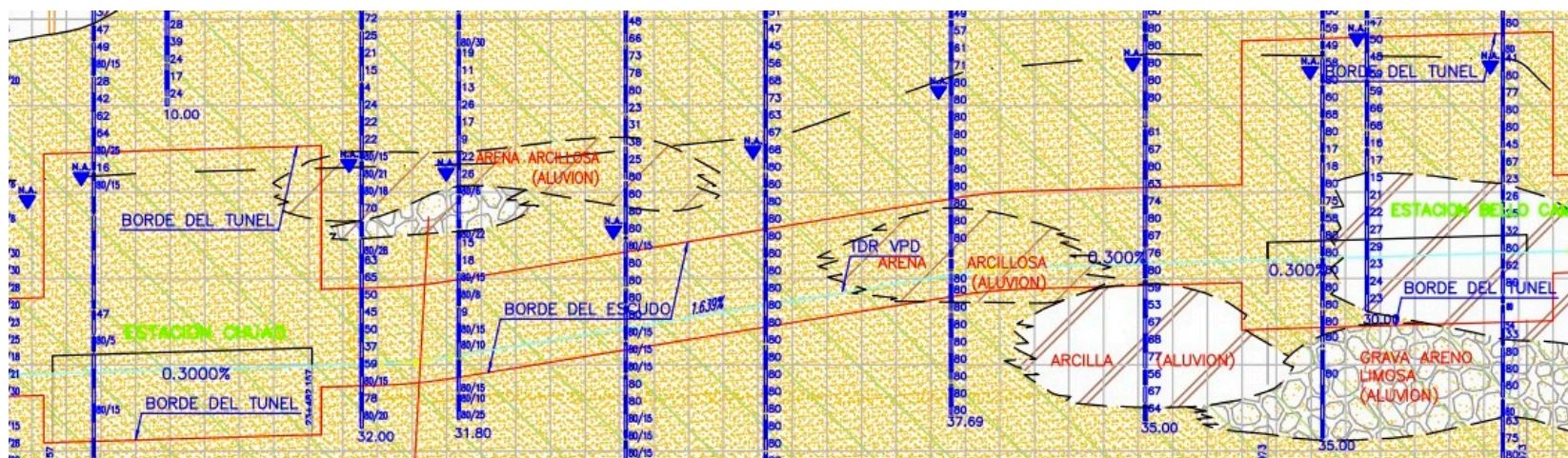


FIGURA 5.3.: Perfil geológico del Tramo Chuao - Bello Campo.

Fuente: C.A. Metro de Caracas

5.3. Control de niveles freáticos.

Se logró recolectar las mediciones de los piezómetros "PZ6", "PZ7", "PZ9" y "PZ10" en el rango de fechas que va desde el 22 de octubre 2012 al 28 de febrero 2013.

Haciendo referencia al perfil geológico de la Fase I del Proyecto Línea 5 del Metro de Caracas (Ver **ANEXO-3**), la importancia del control de los niveles freáticos, en los tramos de túneles gemelos, radica en el criterio de adecuación del frente de excavación ya que la mayor parte del alineamiento que será construido en suelos sedimentarios en condición de sumersión parcial o total.

A continuación se procede a comparar los niveles freáticos indicados en los parámetros de excavación por anillos de las dos tuneladoras (S430 y S431) (Ver **ANEXO-4**), suministrados por "mtc", con aquellos medidos mediante los piezómetros instalados en el tramo Chuao-Bello Campo. Los resultados obtenidos a raíz de dicha comparación fueron los siguientes:

Piezómetro	Ubicación (Anillo N°)	Nivel piezométrico (Parámetros de excavación) (metros). Sobre la clave.	Nivel piezométrico leído por instrumentación (metros). Desde la cota de terreno .	Nivel piezométrico leído por instrumentación (metros). Sobre la clave.
PZ06	600	6,5 a 7,5	8 a 10,5	14 a 17
PZ07	650	6,5 a 7,5	8 a 10,5	14 a 17
PZ09	700	6 a 7,5	10 a 11	14 a 17
PZ10	750	6 a 7,5	8,5 a 11	14 a 17

TABLA 5.4.a.: Comparación niveles freáticos medidos con aquellos indicados en los parámetros de las tuneladoras.

Fuente: Autores

De la **TABLA 5.4.a.** se puede resaltar que los niveles freáticos medidos con los piezómetros, expresados desde la clave del túnel, son mayores a los reportados en los parámetros de las tuneladoras. Por ende existe el peligro que el agua penetre las cámaras de excavación de las tuneladoras en el tramo estudiado y es necesario aumentar la presión en dicha cámara y las inyecciones de montero en 0,1 bares por cada metro que aumenta el nivel freático.

Piezómetro	Ubicación (Anillo N°)	Presiones en la cámara de excavación indicada en los parámetros (bares)	Aumento de presión recomendada (bares). 0,1 bares por cada metro que aumenta el nivel freático
PZ06	600	1,5 a 2,0	0,6 a 0,65
PZ07	650	1,8 a 2,0	0,6 a 0,65
PZ09	700	1,6 a 1,8	0,4 a 0,6
PZ10	750	1,3 a 1,6	0,55 a 0,6

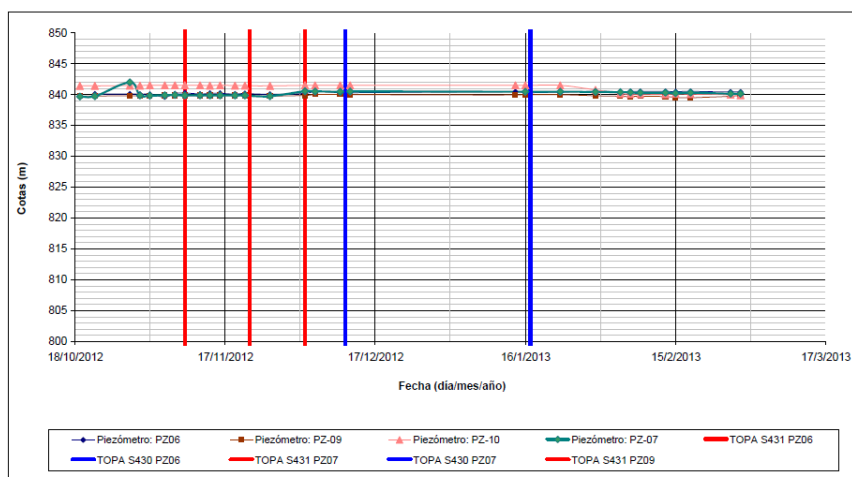
Piezómetro	Ubicación (Anillo N°)	Presiones de inyección de mortero indicada en los parámetros (bares)	Aumento de presión recomendada (bares). 0,1 bares por cada metro que aumenta el nivel freático
PZ06	600	2,5 a 3,5	0,6 a 0,65
PZ07	650	2,6 a 3,5	0,6 a 0,65
PZ09	700	2,6 a 3,3	0,4 a 0,6
PZ10	750	2,3 a 3,1	0,55 a 0,6

TABLA 5.4.b.: Aumento de presión recomendada por cada metro que aumenta el nivel freático, para la cámara de excavación e inyecciones de mortero.

Fuente: Autores

En el tramo Chuao - Bello Campo, como se mencionó anteriormente, las presiones ejercidas por el suelo areno - limoso no son determinantes, de esta manera el nivel freático juega un papel importante al provocar la mayor presión sobre la cabeza del escudo de la tuneladora y sobre el revestimiento del túnel.

Se ha evidenciado en algunos casos que caídas bruscas en el nivel freático pueden producir asentamientos considerables en las edificaciones circunvecinas causadas por el arrastre de finos. En el tramo analizado no se observó este fenómeno como se puede apreciar en la **GRAFICA 5.4.**



GRAFICA 5.4.: Variación de los niveles freáticos tras el paso de las tuneladoras S430 y S431.

Fuente: C.A. Metro de Caracas

Otro problema presente en los túneles construidos por el método *TBM-EPBs* está en que, al estar compuestos por un revestimiento prefabricado, pueden presentar problemas de filtraciones considerables en las juntas entre anillos. Esto puede deberse ya sea al deterioro de las juntas de caucho en el proceso de colocación de los anillos o al simple hecho de que existan vías que permitan el paso del agua. El sellado de estas filtraciones, una vez el túnel está en uso, superan con creces el costo de construir el túnel empleando la impermeabilización continua, especialmente si se tiene en consideración el daño que causan las infiltraciones de agua en las instalaciones electromecánicas del túnel. Es por ello que desde la construcción de la Línea 2 del Metro de Caracas, se ha implementado un plan de sellado para estas juntas problemáticas que consiste en realizar perforaciones en las dovelas que conforman el revestimiento del túnel y en dicha perforación colocar una válvula, por la cual se inyecta un producto llamado "*SikaFix HH*", que es un "*grout*" de espuma de poliuretano hidrofóbico (Ver **FIGURA 5.4.a.**). La válvula antes mencionada cumple la misma función que la usada en los cauchos convencionales que es no dejar salir el fluido que se encuentra dentro. (Ver **FIGURA 5.4.b.**).



FIGURA 5.4.a.: Producto SikaFix HH.

Fuente: Autores



FIGURA 5.4.b.: Válvulas utilizadas en las inyecciones de espuma.

Fuente: Autores

CAPITULO 6. CONCLUSIONES.

1. En general, los resultados obtenidos con la instrumentación de precisión realizada durante el período julio 2012 - marzo 2013 demostraron la efectividad del método de excavación de túneles con tuneladoras con escudo de frente balanceado (*TBM-EPBs*), en cuanto a precisión y seguridad urbana.
2. Los valores de desplazamientos obtenidos mediante el uso de la instrumentación no siempre reproducen exactamente los asentamientos verificados en campo con las secciones instrumentadas. Esto no desacredita, de ninguna manera, los valores aquí presentados.
3. Si las lecturas de instrumentación son mayores que las presentadas por la proyectista "*Figueiredo Ferraz*" en los valores de referencia de las memorias de cálculo, no significa que la obra está en riesgo inminente. Los entes correspondientes están preparados para tomar acciones de manera inmediata, implementando o alterando la aplicación de los dispositivos auxiliares de seguridad, y buscando de esta forma estabilizar las deformaciones, minimizar los asentamientos y garantizar tanto la integridad como la seguridad de la obra.
4. En cuanto a los mecanismos asociados a la formación de asientos del suelo colindante a una excavación con tuneladora, la deformación del sostenimiento (recubrimiento anular), debido a las cargas del terreno, suele ser de menor magnitud en comparación con otros fenómenos. Entre ellos se encuentran la deformación del suelo en el frente de excavación del túnel debido a la relajación de tensiones, la sobreexcavación producida por la cabeza de corte, y la consolidación. Este último fenómeno juega un papel importante en el caso de las arcillas blandas, tal como lo confirma Chamorro (2005).
5. Es importante resaltar que no se pudo cumplir con el objetivo relacionado con la comparación entre lecturas de instrumentación obtenidas en túneles mineros y túneles gemelos. Esto fue consecuencia de la falta del factor tiempo para recolectar toda la información relacionada y su posterior análisis numérico y estadístico.
6. Se adicionaron al plan de instrumentación previsto inicialmente las lecturas correspondientes a las convergencias en túneles gemelos, algo que no estaba previsto en el proyecto inicial de este trabajo pero que es fundamental para determinar las deformaciones que afectan el revestimiento de dichos túneles. Dicha importancia radica en que si se presentasen deformaciones mayores a las admisibles y no fueran tomadas las medidas correspondientes, se vería en peligro la integridad de la obra y la vida de los trabajadores. La C.A. Metro de Caracas junto con la contratista "*Construtora Norberto Odebrecht S.A.*" realizan mediciones de convergencias diarias dentro de los túneles tipo escudo luego de la colocación de los anillos de concreto prefabricado.

-
7. Debido a la escasez de incidentes en el tramo analizado, gracias a la eficiencia de método constructivo *TBM-EPBs*, no se pudo realizar un estudio en particular de los mismos.
 8. Las mediciones de los niveles freáticos y su monitoreo constante son importantes para determinar las presiones hidrostáticas que se ejercen sobre el frente de excavación y el revestimiento del túnel, adecuando los parámetros de la tuneladora con escudo de frente balanceado y así evitar inundaciones, colapsos o su avería.

BIBLIOGRAFIA

Brescia, D., & Pereira, E. (2002). *Instrumentación para el control del avance del túnel minero ubicado en el Tramo Plaza Italia-Capuchinos de la Línea 4 del Metro de Caracas*. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela: Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Civil.

Herrenknecht. (n.d.). From www.herrenknecht.com

Sika. (n.d.). *Hoja técnica SikaFix HH+*. From www.sika.com.mx

Pérez, J., Gutierrez, G., & De La Hoz, M. (2012). *Especificaciones de servicios para instrumentación geotécnica de obras de túneles*. Caracas: Unidad de Instrumentación - Línea 5 - C.A. Metro de Caracas.

Giraldo, E. (2010). *Las máquinas tuneladoras tipo "TBM" como alternativa al sistema de perforación y voladura para la excavación de túneles caso: desarrollo de túneles en Yuncán*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú: Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias con Mención en Ingeniería de Minas.

Dunnicliff, J. (1992). *Geotechnical Instrumentation for monitoring field performance*.

Chamorro Ramos, O. (2005). *Análisis de los movimientos del terreno producidos por la excavación mecánica del túnel de la L9 en la zona de Santa Coloma de Gramenet*. Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica, España: Minor Thesis.

Centeno, F., Pulido, S., & Brescia, D. (2004). *Seguimiento Instrumental Geotécnico de la construcción de los túneles gemelos (TBM-EPBs), túneles mineros (NATM) y 4 estaciones de la línea 4 del Metro de Caracas (Tramos Plaza Venezuela-Plaza Italia-Capuchinos)*. Caracas, Venezuela: XVIII Seminario Venezolano de Geotecnia.

Medina Rodríguez, L., & Melis Maynar, M. (2000). *El modelo numérico de predicción de asentos para la ampliación del Metro de Madrid*. Revista de Obras Públicas / Extraordinario N°3405.

Perri, G. (2011). *Construcción de túneles en ambientes urbanos con TBMs*. Bogotá, Colombia: Seminario Internacional de Geotecnia Urbana.

Chacon Carmona, T. (1986). *Instrumentación Geotécnica en túneles gemelos*. Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela: Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Civil.

Centeno Werner, R. (1984). *Obras subterráneas en suelos heterogéneo*. Caracas, Venezuela: Asociación Venezolana de Obras Subterráneas (SOCVENOS), International Tunneling Association (ITA).

Pérez, J. *Informe Semana 39 Instrumentación Línea 5*. Caracas, Venezuela: Informe técnico - C.A. Metro de Caracas - Proyecto Línea 5.

Geokon. (n.d.). *Especificaciones de Cinta Extensiométrica Geokon 1610*. From www.geokon.com

Theoktisto Colmenares, V. A. (2012). *Estudio comparativo de las tuneladoras "Juana Ramírez la Avanzadora" y "Manuelita Sáenz la Libertadora" de la Línea 5 del Metro de Caracas*. Caracas, Venezuela: Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil.

Villa, S., & Odebrecht. *Evaluación de las Medidas Mitigadoras en Caso de Presencia de Suelos Heterogéneos y Frentes Mixtos, del Alineamiento de la Línea 5 del Metro de Caracas*. Caracas, Venezuela.

KG, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co. (2010). *Cálculo de las presiones de sostenimiento del frente y de inyección de mortero*. Línea 5 UNEFA-Zona Rental, C.A. Metro de Caracas.

Odebrecht. Presentación tuneladoras Línea 5. Caracas.

FIGUEIREDO FERRAZ, Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas. (2010). *Niveles de referencia para los túneles gemelos*. Caracas, Venezuela: Informe técnico Tramo Plaza Venezuela-Miranda II.

Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas. (2010). *Memoria descriptiva Línea 5*. Caracas: Línea 5, Tramo Plaza Venezuela - Parque del Este.

Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas. (2010). *Metodología constructiva túneles mineros (NATM)*. Caracas, Venezuela: Línea 5 Tramo Plaza Venezuela - Parque del Este - Metro de Caracas.

Odebrecht, & C.A. Metro de Caracas. (2012). *Plan de contingencia edificaciones linderas Tramo UNEFA-Bello Campo-Miranda II*. Caracas, Venezuela: L5 Metro de Caracas.

Guillen, W., C.A. Metro de Caracas, & Odebrecht. *Instrumentación en túneles escudos sector La Carlota Línea 5 Metro de Caracas*.

ANEXOS

ANEXO-1: Plano de planta y perfil del alineamiento Proyecto Línea 5 del
Metro de Caracas.

ANEXO-2: Distribución de secciones instrumentales en el tramo Chuao-Bello Campo de la Línea 5 del Metro de Caracas.

ANEXO-3: Perfil geológico del alineamiento de la Fase I del Proyecto
Línea 5 del Metro de Caracas.

ANEXO-4: Parámetros de excavación de las tuneladoras S430 y S431 del
tramo Chuao-Bello Campo.