

Este documento se ha obtenido directamente del original que contenía la firma auténtica y, para evitar el acceso a datos personales protegidos, se han ocultado datos personales y el código que permitiría la comprobación de la firma.

## MEMORIA



TÍTULO DEL PROYECTO	
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS	

DOCUMENTO	
TÍTULO	MEMORIA
FICHERO	MEMORIA.docx

CONTROL DE EDICIONES		
ED.	FECHA	OBSERVACIONES / MOTIVO
02	JUN 2024	2ª EDICIÓN (TRAS SUPERVISION)
EDICIONES PREVIAS		
01	JUN 2024	1ª EDICIÓN (TRAS SUPERVISION)
00	ABRIL 2024	1ª EDICIÓN





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....	1
1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	1
1.2.1. Antecedentes correspondientes a la Línea 11 de Metro al Sur del ámbito del proyecto.....	1
1.2.2. Proyectos correspondientes al entorno de Mar de Cristal.....	1
1.2.3. Proyectos correspondientes al entorno de Ifema.....	1
1.2.4. Proyectos correspondientes al entorno del Intercambiador de Valdebebas.....	2
1.2.5. Proyectos correspondientes al entorno del Aeropuerto Barajas T4.....	2
1.3. CUMPLIMIENTO DISPOSICIONES Y NORMATIVA TÉCNICA.....	2
2. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	3
2.1. OBJETO.....	3
2.2. ÁMBITO.....	3
3. OBJETIVOS, CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CONDICIONANTES.....	3
3.1. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN.....	3
3.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	4
3.3. CONDICIONANTES DE DISEÑO.....	5
3.3.1. Marco geológico. Tipología del terreno.....	5
3.3.2. Ubicación de estaciones.....	5
3.3.3. Opciones de trazado.....	6
3.3.4. Ubicación de pozos interestación.....	6
3.3.5. Construcciones y urbanización superficial.....	7
3.3.6. Cruces bajo infraestructuras superficiales de transporte.....	8
3.3.7. Cruces con infraestructuras subterráneas.....	8
3.3.8. Tramos constructivos y fases de puesta en servicio.....	9
4. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	9
4.1. INTRODUCCIÓN.....	9

4.2. ALTERNATIVA 1 .....	9	5.1.4. Escenarios temporales .....	27
4.2.1. Tramos constructivos .....	9	5.1.5. Estimación de la demanda futura de la línea .....	28
4.2.2. Trazado .....	10	5.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO .....	32
4.2.3. Estaciones .....	11	5.2.1. Características urbanísticas del suelo atravesado .....	32
4.2.4. Pozos interestación.....	12	5.2.2. Usos afectados .....	36
4.2.5. Procedimientos constructivos.....	13	5.2.3. Compatibilidad de las obras proyectadas con el planeamiento vigente.....	37
4.3. ALTERNATIVA 2.....	13	5.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	39
4.3.1. Tramos constructivos .....	14	5.3.1. Cartografía.....	39
4.3.2. Trazado .....	14	5.3.2. Topografía .....	39
4.3.3. Estaciones .....	15	5.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	40
4.3.4. Pozos interestación.....	17	5.4.1. Encuadre geológico .....	40
4.3.5. Procedimientos constructivos.....	17	5.4.2. Unidades litoestratigráficas .....	40
4.4. ALTERNATIVA 3.....	18	5.4.3. Geomorfología y tectónica .....	40
4.4.1. Tramos constructivos .....	18	5.4.4. Sísmica.....	40
4.4.2. Trazado .....	19	5.4.5. Hidrogeología .....	40
4.4.3. Estaciones .....	19	5.4.6. Riesgos geológicos.....	41
4.4.4. Pozos interestación.....	20	5.4.7. Campaña geotécnica .....	41
4.4.5. Procedimientos constructivos.....	21	5.4.8. Descripción geológico-geotécnica de las alternativas .....	43
4.5. ALTERNATIVA 4.....	22	5.5. HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA.....	44
4.5.1. Tramos constructivos .....	22	5.5.1. Hidrología .....	44
4.5.2. Trazado .....	23	5.5.2. Climatología.....	45
4.5.3. Estaciones .....	23	5.6. TRAZADO .....	45
4.5.4. Pozos interestación.....	25	5.6.1. Condicionantes del trazado.....	45
4.5.5. Procedimientos constructivos.....	25	5.6.2. Parámetros de diseño.....	46
5. ÁREAS DE ESTUDIO.....	26	5.6.3. Descripción del trazado .....	46
5.1. ANÁLISIS DE DEMANDA .....	26	5.7. MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	48
5.1.1. Situación actual .....	26	5.8. DRENAJE Y BOMBEO.....	49
5.1.2. Modelo de transporte de situación actual .....	27	5.8.1. Túnel de metro.....	49
5.1.3. Modelo de transporte de situación futura .....	27	5.8.2. Estaciones .....	49

5.8.3. Criterios de diseño.....	49	5.14. ESTUDIO ENERGÉTICO.....	88
5.8.4. Cálculo de caudales .....	50	5.15. SUMINISTRO ELÉCTRICO .....	89
5.8.5. Caudal proveniente de las rejillas de ventilación.....	50	5.16. INSTALACIONES NO FERROVIARIAS.....	90
5.8.6. Caudal de filtración .....	50	5.16.1. Distribución de energía.....	90
5.8.7. Cálculo de los volúmenes de los ajibes.....	51	5.16.2. Alumbrado y fuerza en túneles, estaciones, salidas de emergencia y pozos de ventilación.....	90
5.9. TÚNELES .....	51	5.16.3. Transporte vertical .....	90
5.9.1. Sección transversal y procedimiento constructivo.....	51	5.16.4. Sistemas de ventilación .....	91
5.9.2. Obras auxiliares.....	53	5.16.5. Climatización de cuartos y salas técnicas .....	91
5.9.3. Evaluación de los posibles riesgos sobre las estructuras e infraestructuras afectadas. Tratamientos del terreno .....	54	5.16.6. Saneamiento, pozos de bombas pluviales y fecales .....	91
5.10. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES.....	57	5.16.7. Agua caliente sanitaria .....	91
5.11. INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN.....	58	5.16.8. Protección contra incendios .....	91
5.11.1. Túnel ejecutado con tuneladora.....	58	5.16.9. Otros sistemas no ferroviarios .....	91
5.11.2. Auscultación de edificios.....	59	5.16.10. Relación de salas técnicas y superficies .....	92
5.11.3. Ramales ejecutados con Método Madrid .....	59	5.17. SUPERESTRUCTURA DE VÍA.....	92
5.11.4. Auscultación de túneles existentes .....	59	5.17.1. Vía en placa.....	92
5.11.5. Auscultación de movimientos y subsidencias en carreteras y ferrocarril .....	59	5.17.2. Material de vía .....	93
5.11.6. Instrumentación a disponer en estaciones.....	59	5.17.3. Otros elementos .....	93
5.11.7. Instrumentación a disponer en pozos entre pantallas .....	60	5.18. EVACUACIÓN .....	93
5.11.8. Frecuencia de lecturas.....	60	5.18.1. Evacuación de estaciones .....	93
5.11.9. Control de umbrales. protocolo de actuación .....	60	5.18.2. Evacuación de túnel .....	93
5.12. DISEÑO DE ESTACIONES.....	61	5.19. SERVICIOS AFECTADOS.....	93
5.12.1. Criterios de diseño.....	61	5.20. EXPROPIACIONES Y OCUPACIONES TEMPORALES.....	94
5.12.2. Descripción del diseño de las estaciones.....	63	5.21. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS .....	95
5.12.3. Materiales.....	84	5.22. ESTUDIO DE ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE LAS OBRAS.....	96
5.13. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS.....	84	6. CONTROL DE CALIDAD.....	97
5.13.1. Estaciones .....	84	7. DOCUMENTO AMBIENTAL .....	97
5.13.2. Pozos interestación .....	86	8. PRESUPUESTOS .....	99
5.13.3. Pozos tuneladora y telescopios .....	86	8.1. ALTERNATIVA 1.....	99



8.2. ALTERNATIVA 2.....	99
8.3. ALTERNATIVA 3.....	100
8.4. ALTERNATIVA 4.....	100
9. ANÁLISIS COMPARATIVO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	101
10. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO .....	102
11. CONCLUSIÓN FINAL .....	102

## INDICE DE FIGURAS

Figura nº 1. Ámbito del Estudio.....	3
Figura nº 2. Planta General de Alternativas .....	4
Figura nº 3. Planta General. Alternativa 1 .....	9
Figura nº 4. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción.....	10
Figura nº 5. Inicio Tramo 2. Pozo de ataque .....	10
Figura nº 6. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	10
Figura nº 7. Fin Tramo 1. Pozo de ataque .....	10
Figura nº 8. Planta General. Alternativa 2 .....	13
Figura nº 9. Fin Tramo 2. Pozo de ataque .....	14
Figura nº 10. Fin Tramo 1 Pozo de ataque .....	14
Figura nº 11. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	14
Figura nº 12. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción.....	14
Figura nº 13. Planta General. Alternativa 3 .....	18
Figura nº 14. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	18
Figura nº 15. Fin Tramo 1. Pozo de ataque .....	18
Figura nº 16. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción.....	18
Figura nº 17. Fin Tramo 2. Pozo de ataque .....	18
Figura nº 18. Fin Tramo 1. Pozo de ataque .....	22
Figura nº 19. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	22
Figura nº 20. Planta General. Alternativa 4 .....	22
Figura nº 21. Inicio Tramo 2. Pozo de ataque.....	22
Figura nº 22. Fin Tramo 2. Pozo de extracción .....	22
Figura nº 23. Mapa de zonas tarifarias del CRTM. Fuente: CRTM .....	26
Figura nº 24. Planta General. Alternativa 1 .....	27
Figura nº 25. Red de TTP del ámbito de estudio.....	27
Figura nº 26. Características geotécnicas de los materiales de Madrid (Oteo; R. Ortiz y Mendaña, 2003). .....	42
Figura nº 27. Demarcaciones Hidrográficas. Fuente IGN. Atlas Nacional de España .....	44
Figura nº 28. Ficha ES030MSPF0421021 Demarcación Hidrográfica del Tajo .....	44
Figura nº 29. Sección tipo túnel de línea a ejecutar con tuneladora.....	52
Figura nº 30. Sección tipo ramal método tradicional Madrid .....	52
Figura nº 31. Salto de carnero en alternativas 2 y 4.....	52
Figura nº 32. ZIAS. Alternativa 1 y 3 .....	53
Figura nº 33. ZIAS. Alternativa 2 y 4 .....	54

Figura nº 34. Relación de la categoría de daños con la distorsión angular y la deformación horizontal para deformaciones en quebranto y L/H=1.....	56
Figura nº 35. Franja de edificaciones afectadas por el Estudio .....	58
Figura nº 36. Esquema Sección tipo de estación .....	61
Figura nº 37. Esquema Sección tipo de estación .....	62
Figura nº 38. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Planta Calle .....	65
Figura nº 39. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Sección Transversal .....	65
Figura nº 40. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Sección Longitudinal .....	66
Figura nº 41. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Planta Vestíbulo .....	66
Figura nº 42. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Planta Andén.....	67
Figura nº 43. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Sección cañón.....	67
Figura nº 44. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta Calle .....	68
Figura nº 45. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Transversal.....	68
Figura nº 46. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Longitudinal.....	68
Figura nº 47. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta Nivel Vestíbulo .....	69
Figura nº 48. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta Nivel Andén .....	69
Figura nº 49. Estación Ifema – Cárcavas _Planta Calla.....	70
Figura nº 50. Estación Ifema – Cárcavas _Sección Longitudinal .....	70
Figura nº 51. Estación Ifema – Cárcavas _Sección Transversal.....	70
Figura nº 52. Estación Ifema – Cárcavas _Planta Vestíbulo .....	71
Figura nº 53. Estación Ifema – Cárcavas _Planta Andén.....	71
Figura nº 54. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Calle .....	72
Figura nº 55. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Longitudinal.....	72
Figura nº 56. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Transversal.....	72
Figura nº 57. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Vestíbulo .....	73
Figura nº 58. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Andenes.....	74
Figura nº 59. Estación Hospital Zandal _Planta Calle.....	74
Figura nº 60. Estación Hospital Zandal _Sección Transversal .....	74
Figura nº 61. Estación Hospital Zandal _Sección Longitudinal .....	75
Figura nº 62. Estación Hospital Zandal _Planta Vestíbulo .....	75
Figura nº 63. Estación Hospital Zandal _Planta Andenes .....	76
Figura nº 64. Estación Barajas T4 _Planta Calle .....	76
Figura nº 65. Estación Barajas T4 _Sección.....	76
Figura nº 66. Estación Barajas T4 _Sección Longitudinal .....	77
Figura nº 67. Estación Barajas T4 _Sección Transversal .....	77
Figura nº 68. Estación Barajas T4 _Planta Vestíbulo .....	77

Figura nº 69. Estación Barajas T4 _Planta Andenes.....	78
Figura nº 70. Estación Barajas T4 _Planta Calle.....	78
Figura nº 71. Estación Barajas T4 _Sección .....	78
Figura nº 72. Estación Barajas T4 _Sección Transversal.....	79
Figura nº 73. Estación Barajas T4 _Planta Vestíbulo .....	79
Figura nº 74. Estación Barajas T4 _Planta Andenes.....	80
Figura nº 75. Estación Valdebebas Norte _Planta Calle.....	80
Figura nº 76. Estación Valdebebas Norte _Sección Longitudinal.....	80
Figura nº 77. Estación Valdebebas Norte _Sección Transversal.....	81
Figura nº 78. Estación Valdebebas Norte _Planta Vestíbulo .....	81
Figura nº 79. Estación Valdebebas Norte _Planta Andenes.....	82
Figura nº 80. Estación Valdebebas Norte _Planta Calle.....	82
Figura nº 81. Estación Valdebebas Norte _Sección Longitudinal.....	82
Figura nº 82. Estación Valdebebas Norte _Sección Transversal.....	83
Figura nº 83. Estación Valdebebas Norte _Planta Vestíbulo .....	83
Figura nº 84. Estación Valdebebas Norte _Planta Andenes.....	84
Figura nº 85. PAT-1 (Alt. 1-3).....	86
Figura nº 86. PET-1 (Alt. 1-2).....	86
Figura nº 87. PAT-2 (Alt. 1-3).....	87
Figura nº 88. PET-2 (Alt. 1-3).....	87
Figura nº 89. PAT-1 (Alt. 2-4).....	87
Figura nº 90. PAT-2 (Alt. 2-4).....	87
Figura nº 91. PET-2 (Alt. 2-4).....	87
Figura nº 92. PET-1 (Alt. 3-4).....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Figura nº 1. Ámbito del Estudio.....	3
Figura nº 2. Planta General de Alternativas .....	4
Figura nº 3. Planta General. Alternativa 1 .....	9
Figura nº 4. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción.....	10
Figura nº 5. Inicio Tramo 2. Pozo de ataque .....	10
Figura nº 6. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	10
Figura nº 7. Fin Tramo 1. Pozo de ataque .....	10
Figura nº 8. Planta General. Alternativa 2 .....	13
Figura nº 9. Fin Tramo 2. Pozo de ataque .....	14
Figura nº 10. Fin Tramo 1 Pozo de ataque .....	14

Figura nº 11. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	14
Figura nº 12. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción.....	14
Figura nº 13. Planta General. Alternativa 3 .....	18
Figura nº 14. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	18
Figura nº 15. Fin Tramo 1. Pozo de ataque .....	18
Figura nº 16. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción.....	18
Figura nº 17. Fin Tramo 2. Pozo de ataque .....	18
Figura nº 18. Fin Tramo 1. Pozo de ataque .....	22
Figura nº 19. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción.....	22
Figura nº 20. Planta General. Alternativa 4 .....	22
Figura nº 21. Inicio Tramo 2. Pozo de ataque.....	22
Figura nº 22. Fin Tramo 2. Pozo de extracción .....	22
Figura nº 23. Mapa de zonas tarifarias del CRTM. Fuente: CRTM.....	26
Figura nº 24. Planta General. Alternativa 1 .....	27
Figura nº 25. Red de TTP del ámbito de estudio.....	27
Tabla nº 1. Demanda Alternativa 1. Explotación Parcial. 2035.....	28
Tabla nº 9. Demanda Alternativa 3. Explotación Parcial. 2035.....	30
Tabla nº 10. Demanda Alternativa 3. Explotación Parcial. 2040.....	30
Tabla nº 11. Demanda Alternativa 3. Explotación Completa. 2035. ....	30
Tabla nº 12. Demanda Alternativa 3. Explotación Completa. 2040. ....	31
Tabla nº 13. Demanda Alternativa 4. Explotación Parcial. 2035.....	31
Tabla nº 16. Matriz de Transbordos en Mar de Cristal. Explotación Completa. 2035. ....	32
Tabla nº 17. Usos del Suelo Alternativa 1 .....	37
Tabla nº 18. Usos del Suelo Alternativa 2 .....	37
Tabla nº 19. Usos del Suelo Alternativa 3 .....	38
Tabla nº 20. Usos del Suelo Alternativa 4 .....	38
Tabla nº 1. Litotipos de la facies Madrid (Escario, 1985).....	40
Tabla nº 2. Resumen ensayos de laboratorio en suelos .....	42
Figura nº 26. Características geotécnicas de los materiales de Madrid (Oteo; R. Ortíz y Mendaña, 2003). ....	42
Tabla nº 3. Parámetros geotécnicos para los proyectos de ampliación del Metro de Madrid (1999-2003).....	43
Figura nº 27. Demarcaciones Hidrográficas. Fuente IGN. Atlas Nacional de España .....	44
Figura nº 28. Ficha ES030MSPF0421021 Demarcación Hidrográfica del Tajo .....	44
Tabla nº 4. Datos AEMET Estación Aeropuerto.....	45
Tabla nº 5. Parámetros de trazado en planta de Metro de Madrid .....	46

Tabla nº 6. Parámetros de trazado en alzado de Metro de Madrid .....	46	Figura nº 46. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Longitudinal.....	68
Tabla nº 7. Ejes trazados.....	48	Figura nº 47. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta Nivel Vestíbulo .....	69
Figura nº 29. Sección tipo túnel de línea a ejecutar con tuneladora.....	52	Figura nº 48. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta Nivel Andén .....	69
Figura nº 30. Sección tipo ramal método tradicional Madrid .....	52	Figura nº 49. Estación Ifema – Cárcavas _Planta Calla.....	70
Figura nº 31. Salto de carnero en alternativas 2 y 4.....	52	Tabla nº 24. Niveles Estación Ifema – Cárcavas .....	70
Figura nº 32. ZIAS. Alternativa 1 y 3.....	53	Figura nº 50. Estación Ifema – Cárcavas _Sección Longitudinal .....	70
Figura nº 33. ZIAS. Alternativa 2 y 4.....	54	Figura nº 51. Estación Ifema – Cárcavas _Sección Transversal.....	70
Tabla nº 8. Movimientos adicionales admis bles. Metro de Madrid .....	55	Figura nº 52. Estación Ifema – Cárcavas _Planta Vestíbulo .....	71
Tabla nº 9. Alternativa 1 y 3. Listado de edificios a analizar.....	55	Figura nº 53. Estación Ifema – Cárcavas _Planta Andén.....	71
Tabla nº 10. Alternativa 2 y 4 Listado de edificios a analizar.....	55	Figura nº 54. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Calle .....	72
Tabla nº 11. Relación entre categoría de daños y deformación a tracción límite .....	55	Tabla nº 25. Niveles Estación Ciudad de la Justicia.....	72
Figura nº 34. Relación de la categoría de daños con la distorsión angular y la deformación horizontal para deformaciones en quebranto y L/H=1 .....	56	Figura nº 55. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Longitudinal.....	72
Figura nº 35. Franja de edificaciones afectadas por el Estudio .....	58	Figura nº 56. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Sección Transversal.....	72
Tabla nº 12. Categorías de nivel de control .....	58	Figura nº 57. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Vestíbulo.....	73
Tabla nº 13. Secciones de control en superficie .....	59	Figura nº 58. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia _Planta Andenes.....	74
Tabla nº 14. Frecuencia de lecturas.....	60	Figura nº 59. Estación Hospital Zenda _Planta Calle.....	74
Figura nº 36. Esquema Sección tipo de estación .....	61	Tabla nº 26. Niveles Estación Hospital Zenda.....	74
Figura nº 37. Esquema Sección tipo de estación .....	62	Figura nº 60. Estación Hospital Zenda _Sección Transversal .....	74
Tabla nº 15. Salas Técnicas, superficies y dimensiones .....	62	Figura nº 61. Estación Hospital Zenda _Sección Longitudinal .....	75
Tabla nº 16. Alternativas de Estaciones.....	63	Figura nº 62. Estación Hospital Zenda _Planta Vestíbulo .....	75
Tabla nº 17. Estaciones en Alternativa 1 .....	64	Figura nº 63. Estación Hospital Zenda _Planta Andenes .....	76
Tabla nº 18. Estaciones en Alternativa 2 .....	64	Figura nº 64. Estación Barajas T4 _Planta Calle .....	76
Tabla nº 19. Estaciones en Alternativa 3 .....	64	Figura nº 65. Estación Barajas T4 _Sección.....	76
Tabla nº 20. Estaciones en Alternativa 4 .....	64	Tabla nº 27. Niveles Estación Barajas T4 (Alt. 1-3) .....	76
Tabla nº 21. Profundidad de Estaciones .....	65	Figura nº 66. Estación Barajas T4 _Sección Longitudinal .....	77
Figura nº 38. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Planta Calle .....	65	Figura nº 67. Estación Barajas T4 _Sección Transversal .....	77
Tabla nº 22. Niveles Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus.....	65	Figura nº 68. Estación Barajas T4 _Planta Vestíbulo.....	77
Figura nº 39. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Sección Transversal .....	65	Figura nº 69. Estación Barajas T4 _Planta Andenes.....	78
Figura nº 40. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Sección Longitudinal.....	66	Figura nº 70. Estación Barajas T4 _Planta Calle .....	78
Figura nº 41. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Planta Vestíbulo .....	66	Figura nº 71. Estación Barajas T4 _Sección.....	78
Figura nº 42. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Planta Andén.....	67	Tabla nº 28. Niveles Estación Barajas T4 (Alt. 2-4) .....	79
Figura nº 43. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus _Sección cañón.....	67	Figura nº 72. Estación Barajas T4 _Sección Transversal .....	79
Tabla nº 23. Niveles Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa .....	68	Figura nº 73. Estación Barajas T4 _Planta Vestíbulo.....	79
Figura nº 44. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Planta Calle.....	68	Figura nº 74. Estación Barajas T4 _Planta Andenes.....	80
Figura nº 45. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa _Sección Transversal.....	68	Figura nº 75. Estación Valdebebas Norte _Planta Calle .....	80
		Figura nº 76. Estación Valdebebas Norte _Sección Longitudinal.....	80

Tabla nº 29. Niveles Estación Valdebebas Norte (Alt 1-3).....	80
Figura nº 77. Estación Valdebebas Norte _Sección Transversal.....	81
Figura nº 78. Estación Valdebebas Norte _Planta Vestíbulo .....	81
Figura nº 79. Estación Valdebebas Norte _Planta Andenes.....	82
Figura nº 80. Estación Valdebebas Norte _Planta Calle.....	82
Figura nº 81. Estación Valdebebas Norte _Sección Longitudinal.....	82
Tabla nº 30. Niveles Estación Valdebebas Norte (Alt. 2-4).....	82
Figura nº 82. Estación Valdebebas Norte _Sección Transversal.....	83
Figura nº 83. Estación Valdebebas Norte _Planta Vestíbulo .....	83
Figura nº 84. Estación Valdebebas Norte _Planta Andenes.....	84
Tabla nº 31. Alternativas de Estaciones.....	85
Tabla nº 32. Profundidad de Estaciones .....	85
Figura nº 85. PAT-1 (Alt. 1-3).....	86
Figura nº 86. PET-1 (Alt. 1-2).....	86
Figura nº 87. PAT-2 (Alt. 1-3).....	87
Figura nº 88. PET-2 (Alt. 1-3).....	87
Figura nº 89. PAT-1 (Alt. 2-4).....	87
Figura nº 90. PAT-2 (Alt. 2-4).....	87
Figura nº 91. PET-2 (Alt. 2-4).....	87
Figura nº 92. PET-1 (Alt. 3-4).....	88
Tabla nº 33. Número de ascensores en Estaciones.....	91
Tabla nº 34. Número de escaleras mecánicas en Estaciones .....	91
Tabla nº 35. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 1. ....	95
Tabla nº 36. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 2. ....	95
Tabla nº 37. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 3 .....	95
Tabla nº 38. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 4 .....	95



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS se enmarca dentro de los trabajos del contrato de “SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS. Expte.: A/SER-000809/2021”, adjudicado por la entonces denominada Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid a la Unión Temporal de Empresas formada por INTECSA-INARSA S.A.U., GESTIÓN INTEGRAL DEL SUELO, S.L. Y ABALO ARQUITECTURA E INGENIERÍA, S.L., abreviadamente denominada UTE AMPLIACIÓN DE VALDEBEBAS.

El objeto último del contrato es la redacción del Proyecto Constructivo de la Obra Civil (y determinadas instalaciones asociadas) para la ampliación de la Red de Metro al barrio de Valdebebas, en los términos específicos establecidos en los Pliegos. Como fase previa a la redacción del Proyecto Constructivo, en cumplimiento del Pliego de Prescripciones Técnicas del contrato y de la legislación vigente, se redacta el presente Estudio Informativo.

### 1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Son antecedentes administrativos al presente Estudio los siguientes:

- Resolución de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid por la que se convoca licitación pública para adjudicación del contrato de servicios para la redacción del proyecto de ampliación de la línea 11 del Metro de Madrid al barrio de Valdebebas en Enero de 2022.
- Resolución del Órgano de contratación a la adjudicación del contrato de SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE METRO DE MADRID AL BARRIO DE VALDEBEBAS, a UTE INTECSA-INARSA, S.A.U. – GESTIÓN INTEGRAL DEL SUELO, S.L. – ABALO ARQUITECTURA E INGENIERIA, S.L. mediante orden con fecha 26 de Octubre de 2022.
- Resolución de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, por la que se dispone la publicación de la formalización del contrato de servicios para la redacción del proyecto de ampliación de la línea 11 del Metro de Madrid al barrio de Valdebebas en Enero de 2023.

### 1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

No existen antecedentes técnicos directos al presente Estudio Informativo.

No obstante, existen proyectos y estudios previos que condicionan su redacción y que por ello ha sido consultados. Estos proyectos se enumeran a continuación, agrupándose, para una mejor comprensión de su afección, por zona de implantación.

#### 1.2.1. Antecedentes correspondientes a la Línea 11 de Metro al Sur del ámbito del proyecto

Se enumeran bajo este epígrafe las actuaciones previas realizadas en la actual línea 11 del metro de Madrid, primer tramo, comprendidos entre las estaciones de Plaza Elíptica y Conde de Casal.

- Estudio informativo de ampliación de la Línea 11 del Metro de Madrid. Tramo: Plaza Elíptica – Conde de Casal de Abril 2019.
- Proyecto Constructivo de ampliación de la Línea 11 del Metro de Madrid. Tramo: Plaza Elíptica – Conde de Casal de 2021

#### 1.2.2. Proyectos correspondientes al entorno de Mar de Cristal

En la zona de Mar de Cristal y sus alrededores cabe mencionar:

- Proyecto Modificado 1. Proyecto de Construcción de: Infraestructura de prolongación de Línea 4 del Metro de Madrid, tramos: Esperanza - Gran Vía de Hortaleza. Documento n.2 (Tomo V) de Marzo de 1997.
- Liquidación del proyecto complementario de la prolongación de Línea 4 del F.C. Metropolitano de Madrid. Tramo: Esperanza – Gran Vía de Hortaleza, Modificado n.1
- Proyecto de Construcción de la prolongación de la Línea 4 del F.C. Metropolitano de Madrid: Tramo Esperanza – Gran Vía de Hortaleza. Modificado nº1 de 1999.
- Proyecto de construcción del tramo Barajas nuevas Terminales de la Línea 8 del Metro de Madrid de 2005.
- Proyecto Modificado nº1 del Proyecto de Construcción del tramo Barajas – nuevas Terminales de la Línea 8 del Metro de Madrid, de Marzo de 2007.
- Proyecto de Liquidación del Proyecto Modificado nº1 del proyecto variante del de construcción de la Infraestructura de la prolongación de la Línea 8 del Metro de Madrid al Eje del Paseo de la Castellana. Tramo: Mar de Cristal – Nuevos Ministerios.
- Proyecto de subestación eléctrica de L4-L8
- Proyecto de construcción de aparcamiento disuasorio en parcela municipal situada en Mar de Cristal, Distrito de Hortaleza. Marzo de 2020.

#### 1.2.3. Proyectos correspondientes al entorno de Ifema

- Proyecto de Construcción de Ramal a los Recintos Feriales del Metro de Madrid de 1996.

- Proyecto de Construcción de Ramal a los Recintos FERIALES del Metro de Madrid. Proyecto Modificado nº1 de Enero de 1998.
- Planos de Urbanización de Valdebebas - Ifema 2
- Ampliación III. Recinto Valdebebas Ifema. Fase de Proyecto de Ejecución. Movimiento de Tierras y Muros de Contención. Junio de 2019.
- Proyecto de Circuito de F1 de Ifema 2 previsto para el año 2026.

#### 1.2.4. Proyectos correspondientes al entorno del Intercambiador de Valdebebas

- Proyecto de ejecución Cercanías Madrid al Aeropuerto de Barajas del año 2010 y Puesta en Servicio Cercanías de Madrid Acceso Ferroviario al Aeropuerto de Barajas del año 2011.
- Proyecto Básico y de Ejecución del Intercambiador de Valdebebas - Ciudad de la Justicia - Hospital Isabel Zendal.

#### 1.2.5. Proyectos correspondientes al entorno del Aeropuerto Barajas T4

- Proyecto de construcción del tramo Barajas nuevas Terminales de la Línea 8 del Metro de Madrid de 2002.
- Documentación final de Obra. Estructuras para la resolución de futuras interferencias a los accesos al nueva Área terminal, año 2003.
- Proyecto Modificado nº1 del Proyecto de Construcción del tramo Barajas – nuevas Terminales de la Línea 8 del Metro de Madrid, de Marzo de 2007.
- Proyecto complementario nº1 al Proyecto de Construcción del tramo Barajas – nuevas Terminales de la Línea 8 del Metro de Madrid.
- Proyecto de Gestión de Información Topográfica (G.I.T) de Metro de Madrid, año 2008.
- Planos de Estructura del Aeropuerto Madrid Barajas años 2011 y 2012.
- Fase a del estudio informativo de mejora de la intermodalidad entre la red de Alta Velocidad y el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas. Mayo 2021.
- Proyecto "Airport City Adolfo Suárez Madrid-Barajas" Aena.
- Proyecto de Depósito de L8 y L11 de Metro de Madrid. Julio de 2022.

### 1.3. CUMPLIMIENTO DISPOSICIONES Y NORMATIVA TÉCNICA

A continuación, se identifican las principales disposiciones legales y normativas técnicas consideradas para la redacción del presente Estudio Informativo:

#### 1. Normativa de Básica de Carácter General:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014., y su normativa de desarrollo, en especial el Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, y el Reglamento de Contratación Pública de la Comunidad de Madrid, aprobado por Decreto 249/2003, de 3 de abril.

#### 2. Normativa de referencia para la ejecución:

- Real Decreto 266 1/1998, de 11 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 3. Normativa Medioambiental:

- Ley 8/ 1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, de regulación de la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 55/2012 por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid, que dispone como régimen jurídico aplicable en la materia el definido en la legislación estatal.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 18/92, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

#### 4. Normas de Seguridad:

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

#### 5. Normativa Urbanística:

- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid
- Ley 9/1995, de 9 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo.
- Ley 1/2020, de 8 de octubre, por la que se modifica la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid, para el impulso y reactivación de la actividad urbanística.

#### 6. Normativa técnica:

- Proyecto Funcional de Estaciones y Túneles de Metro de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y sus posteriores modificaciones.
- Normativa específica de accesibilidad, en especial de la Comunidad de Madrid y la referida a los medios de transporte colectivo.
- Normativa propia del Ayuntamiento de Madrid, así como las Ordenanzas Regulatoras.
- Ley 20/1998 de Ordenación y Coordinación de los Transporte Urbanos de la Comunidad de Madrid.
- Normativa específica aeroportuaria y/o de AENA.

## 2. ALCANCE DEL ESTUDIO

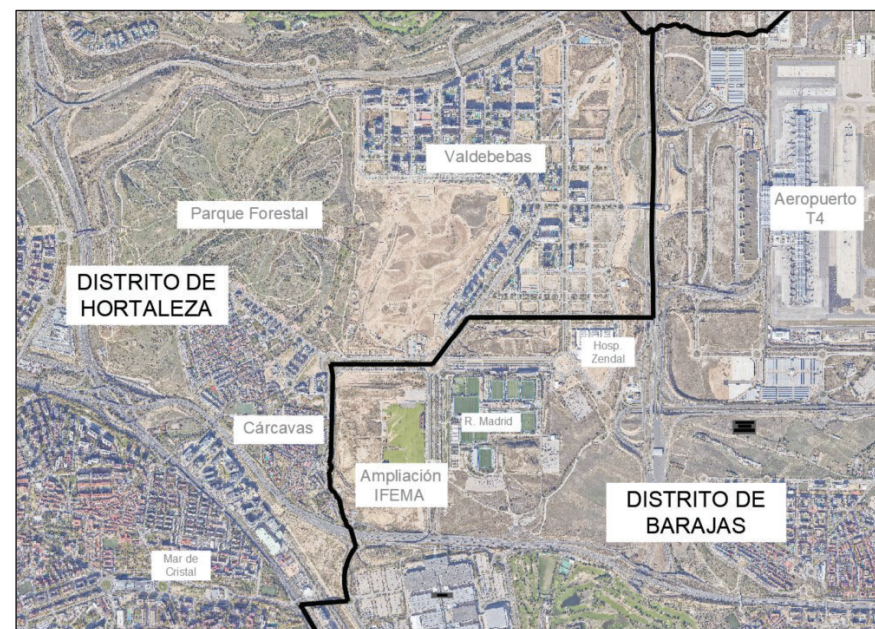
### 2.1. OBJETO

El objeto de este Estudio Informativo es el análisis y la definición básica de distintas alternativas de soluciones de trazado para la ampliación de la actual Red Metro de Madrid desde la estación de Mar de Cristal hasta el barrio de Valdebebas, la selección y propuesta justificada de la alternativa más conveniente y la emisión de la documentación necesaria para iniciar el correspondiente trámite de evaluación de impacto ambiental de proyectos requerido por la legislación vigente.

### 2.2. ÁMBITO

El ámbito de proyecto se sitúa en su mayor parte dentro del distrito madrileño de Hortaleza si bien hay tramos que discurren por el de Barajas o bien por el mismo límite de separación entre ambos.

Figura nº 1. Ámbito del Estudio



## 3. OBJETIVOS, CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CONDICIONANTES

### 3.1. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

La actuación contempla la ejecución de una nueva línea de Metro que interconecte el barrio de Valdebebas con la estación actual de Metro de Mar de Cristal teniendo parada intermedia o final en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, Terminal 4.

La nueva línea se enmarca a largo plazo dentro del plan de ampliación de la Línea 11, actualmente en servicio entre las estaciones de La Fortuna y Plaza Elíptica y en construcción entre las estaciones de Plaza Elíptica y Conde de Casal.

El presente tramo entre Mar de Cristal y Valdebebas se diseña en previsión de dos posibles escenarios de servicio una vez construido. Un primer escenario en que pueda prestar servicio de forma aislada con inicio en Mar de Cristal y final en Valdebebas; y un segundo a más largo plazo en que prestará servicio dentro de la nueva Línea 11 totalmente finalizada entre Cuatro Vientos y Valdebebas, constituyendo este proyecto el subtramo final noreste de la línea completa.



En cumplimiento del Pliego del contrato, “a efectos de licitación de las obras definidas en el Proyecto, éste se dividirá en dos subtramos, de modo que permita la contratación de dos obras independientes”. En este documento se indica la propuesta de división en tramos para cada alternativa. Esta subdivisión posibilitará además el escalonamiento de su puesta en servicio en dos fases.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Todas las alternativas previstas son soterradas en toda su longitud cuentan con entre 5 y 6 estaciones y su longitud total varía entre los 8,35 y 9,05 km:

El principal método de ejecución del túnel de línea es mediante Tuneladora de Presión de Tierras (EPB, Earth Pressure Balance, por sus siglas en inglés). Dada la división del proyecto en dos futuros contratos de construcción, se prevé el empleo de una tuneladora para cada tramo, con sus respectivos pozos de ataque inicial y de extracción final.

El proyecto incluye en todas sus alternativas la construcción de ramales de conexión técnica ferroviaria con la red de Metro. Estos son:

- Ramal de conexión L11-L8 en Mar de Cristal. Este ramal es imprescindible para la explotación en el escenario inicial de tramo aislado entre Mar de Cristal y Valdebebas. A través de él se hará la inyección de material móvil a la nueva línea y la comunicación con la red para mantenimiento.
- Ramal de conexión con futuras Cocheras L11-L8 en Barajas. La Comunidad de Madrid prevé la construcción de unas nuevas cocheras que tendrán acceso ferroviario directo desde L8 (entre T1/2/3 y T4) y la presente L11. La parcela prevista se encuentra al norte del barrio de Barajas, al sur de la M-13 (vía de enlace entre T1/2/3 y T4) y al este de la M-12 (vía que enlaza M-40 y A-1, dando acceso a ambas a la T-4). En este caso, este proyecto ha estudiado un trazado de túnel completo compatible con la conexión a las futuras cocheras y se ha diseñado y presupuestado la materialización de un primer tramo.

El método constructivo de estaciones se prevé mediante el sistema “cut and cover”, es decir, ejecución de recinto de pantallas verticales a cielo abierto, ejecución de losa de cubierta y progresivo vaciado interior bajo cubierta construyendo sucesivas losas de plantas intermedias sobre los fondos de la excavación hasta llegar a la contrabóveda, sobre la que descansará la vía férrea.

Los pozos de ataque y extracción de tuneladora se prevén rectangulares de ejecución entre pantallas (bien continuas o de pilotes secantes) y los pozos interestación, en su mayoría serán circulares ejecutados mediante anillos descendentes de hormigón armado.

A continuación se muestra el ámbito de actuación con la superposición de plantas de trazado y estaciones propuestas:

Figura nº 2. Planta General de Alternativas



### 3.3. CONDICIONANTES DE DISEÑO

A continuación se exponen los aspectos principales que condicionan el diseño del proyecto.

#### 3.3.1. Marco geológico. Tipología del terreno

Geológicamente, Madrid y su entorno se sitúan en la Cuenca Terciaria del Tajo, también denominada Cuenca de Madrid. Ésta es una cuenca intramontañosa rellena por depósitos fundamentalmente miocenos dispuestos con un esquema proximal distal, con materiales detríticos gruesos en los bordes, detríticos finos en las zonas intermedias y depósitos lacustres con formación de sales y carbonatos en las zonas centrales. La naturaleza fundamentalmente granítica de las áreas fuente hace que en la zona de Madrid predominen las arcosas, depositadas en abanicos aluviales, en lo que se ha denominado facies Madrid.

A partir de los registros de los sondeos y los perfiles sísmicos ejecutados, podemos diferenciar dos tramos en el sustrato de la zona de estudio. En el tramo superior se encuentran predominantemente arenas arcillosas (arenas de miga y arenas tosquizas), mientras que en el tramo inferior predominan arcillas arenosas (tosco arenoso y tosco). El límite entre estos dos tramos se encuentra en torno a la cota 660 en la zona situada más al oeste, junto a Mar de Cristal, bajando progresivamente hasta el entorno de la cota 630 en la zona situada más al este, próxima a la T4.

Las formaciones superficiales cuaternarias que afectan a las alternativas propuestas son terrazas aluviales en el entorno de la T4, aluviales de arroyos y rellenos antrópicos; éstos últimos pueden llegar a alcanzar los 10 m de espesor, pero no afectan a ninguna de las obras previstas.

La distribución de niveles de agua a lo largo del trazado es bastante errática. No obstante, buena parte de los sondeos ejecutados presentan un nivel situado en torno al contacto entre los dos conjuntos litológicos del sustrato mioceno antes citados. También se observan en otros sondeos niveles de agua más próximos a la superficie, que corresponderán a aguas colgadas. Éstas pueden estar asociadas a lentejones más arenosos entre tramos arcillosos o a formaciones arenosas cuaternarias asociadas a cauces estacionales.

Aparte de éste, no han sido detectados otros riesgos geológicos, no habiéndose detectado riesgo de expansividad ni de contaminación por hidrocarburos.

#### 3.3.2. Ubicación de estaciones

El Pliego de Condiciones del Contrato establece como requisito el servicio al barrio de Valdebebas y el estudio de estaciones que conecten con la red existente, con la ampliación de Ifema en Valdebebas, Ciudad de la Justicia y Aeropuerto T4.

Las alternativas propuestas ofrecen estaciones cumpliendo estos requisitos y son las siguientes:

- **Estación en Mar de Cristal (E1)** Se proponen dos posibles ubicaciones de estación, ambas con conexión a la estación actual y posibilidad, por tanto, de conexión de viajeros con L4 y L8. Las dos opciones planteadas son:
  - o E1.1. Situada al norte del Centro Comercial y noroeste del vestíbulo central actual, bajo un espacio ocupado actualmente por el parque Alfredo Kraus
  - o E1.2. Situada al sureste del vestíbulo central actual, bajo la calle Arequipa, a la altura de su número 30

Todas las alternativas presentan alguna de estas opciones de estación en Mar de Cristal.

- **Estación dando servicio a la ampliación de Ifema y al barrio de Las Cárcavas (E2).** Se propone una estación con ubicación bajo calle de Francisco Umbral que combine ambas demandas. Si bien se ha intentado acercar la estación más al centro de gravedad residencial, que se sitúa más al norte, esto no ha sido posible por la presencia cercana del túnel de Cercanías Chamartín-T4 y la necesidad de tener una longitud suficiente descendente para hacer pasar la línea bajo él. Todas las alternativas cuentan con esta estación.
- **Estación junto al Intercambiador modal Cercanías-Bus-Metro actualmente en construcción (E3).** Esta estación, además de servir de conexión intermodal de transporte, prestará también servicio al área suroeste del barrio de Valdebebas y a la futura Ciudad de la Justicia, de construcción prevista en la parcela situada entre el intercambiador y el Hospital Isabel Zenda. Todas las alternativas cuentan con esta estación.
- **Estación dando servicio al área sureste de Valdebebas y al Hospital Isabel Zenda (E4, sólo en ALTS 2 y 4).** Se propone su implantación bajo la calle Fernando Higuera, que presenta un ancho suficiente para su construcción y tiene ubicación idónea para dar servicio al Hospital Isabel Zenda (situado a 150 m) a la vez que a la parte sureste del barrio de Valdebebas. Esta parte del barrio es la que actualmente se encuentra menos edificada y poblada pero se prevé una densificación similar al resto del barrio a medio plazo. Sólo dos alternativas cuentan con esta estación. Las otras dos, como se explicará

más adelante, buscan conectar de modo más directo Mar de Cristal con Valdebebas Norte y no contemplan esta estación en el sureste de Valdebebas.

- **Estación junto a Aeropuerto Adolfo Suarez-Madrid Barajas, Terminal 4 (E5).** Tras conversaciones con AENA y también con el MITMA para coordinar la ubicación de estación, se ha optado finalmente por situarla al oeste del edificio de Aparcamiento de la T4 y de la futura estación de ADIF Alta Velocidad. La ubicación propuesta se sitúa a unos 280 m en planta y línea recta del control de accesos al área de embarque de la T4. Presenta un buen emplazamiento para atender demanda de viajeros de la futura ciudad aeroportuaria comercial y de servicios que AENA prevé construir en ese entorno. La ubicación en planta propuesta ha sido coordinada con AENA y se sitúa dentro de los límites señalados como compatibles con la futura urbanización. Todas las alternativas cuentan con esta estación, aunque el sentido de circulación de trenes será inverso en dos alternativas.
- **Estación dando servicio a la zona residencial norte del barrio de Valdebebas.** (E6 en alternativas 2 y 4 y E4 en ALTS 1 y 3). La estación se propone bajo la Avenida Secundino Zuazo, a la altura del cruce con calle Luis Moya Blanco. Se sitúa en el centro de gravedad poblacional de la zona norte del barrio de Valdebebas a la que prestará servicio. Todas las alternativas cuentan con esta estación, aunque el sentido de circulación de trenes será inverso en dos alternativas.

### 3.3.3. Opciones de trazado

El presente Estudio Informativo propone cuatro alternativas de trazado que enlazan las estaciones anteriormente descritas. Las alternativas tienen dos criterios diferenciadores de los que se obtienen cuatro posibles alternativas. Son los siguientes:

1. **Elección de la ubicación de estación en Mar de Cristal.** La selección de la ubicación óptima de estación en Mar de Cristal es uno de ellos. Habiéndose estudiado en fase previa otras posibles opciones, se ha concluido finalmente la viabilidad constructiva de las dos opciones descritas arriba. La opción de estación en la parcela central entre calles Ayacucho y Arequipa al este de la glorieta de Mar de Cristal tuvo que ser descartada por la gran profundidad a la que se obligaba a diseñar el nivel de vías (mínimo 46 metros), dado que la prolongación del túnel en dirección oeste debía salvar las pilas pilote del vestíbulo central de la actual estación de Mar de Cristal. Han quedado por tanto dos alternativas en liza, que son las descritas en el punto anterior. En relación con esto, mencionar que cualquiera de las estaciones en Mar de Cristal lleva asociado un de túnel previo de maniobras ("fondo de saco") que, en el futuro, enlazará con la parte sur de la L11. Este túnel de maniobras tiene en ambos casos una longitud aproximada de 300 m

y su inicio se sitúa, para la estación E1.1, frente al nº 30 de la Calle Agustín de Iturbide y, para la estación E1.2, en la parte sur de la Glorieta Sandro Pertini.

2. **Posición de estación Aeropuerto T4 con respecto al resto de estaciones de la línea.** Esta opción diferenciadora se refiere a si la estación T4 se diseña como cabeza de línea o como estación intermedia. La opción como cabeza de línea evita que el uso por los residentes en Valdebebas Norte con origen o destino Mar de Cristal se vea afectado por las molestias de embarque y desembarque de viajeros de T4 cargados de equipaje. Por el contrario, dada la situación geográfica del barrio de Valdebebas y el condicionante ineludible de hacer pasar la línea por el Intercambiador de Valdebebas (E3), se hace imposible un trazado que mantenga todas las estaciones antes descritas en Valdebebas compatible con la T4 como estación final. Por esta razón, estas opciones de trazado darán servicio a Valdebebas Sur sólo a través de la estación de Intercambiador y a Valdebebas Norte mediante la misma estación en Avda. Secundino Zuazo, aunque con circulación de trenes en sentido inverso. Pero se hace inviable la estación E4 en Valdebebas sureste, cercana al Hospital Isabel Zendal.

En base a estos criterios se proponen las siguientes cuatro alternativas:

- **Alternativa 1 (ALT-1).** Inicio de túnel en Calle Agustín de Iturbide frente al nº 30, estación E1.1 en Mar de Cristal, estación E2 bajo calle Fco. Umbral junto a Ampliación de Ifema, y trazado en barrio de Valdebebas con estación E3 en Intercambiador-Ciudad de la Justicia, a continuación, estación E6 en Valdebebas norte y finalmente E5 en T4 como fin de trayecto.
- **Alternativa 2 (ALT-2).** Inicio de túnel en Calle Agustín de Iturbide frente al nº 30, estación E1.1 en Mar de Cristal, estación E2 bajo calle Fco. Umbral junto a Ampliación de Ifema, y trazado en barrio de Valdebebas con estación E3 en Intercambiador-Ciudad de la Justicia, E4 en Valdebebas sureste, E5 en T4 como estación intermedia y E6 en Valdebebas norte como fin de trayecto.
- **Alternativa 3 (ALT-3).** Igual a Alternativa 1 salvo que con Inicio de túnel en Glorieta Sandro Pertini y estación E1.2 en Mar de Cristal.
- **Alternativa 4 (ALT-4).** Igual a Alternativa 2 salvo que con inicio de túnel en Glorieta Sandro Pertini y estación E1.2 en Mar de Cristal.

### 3.3.4. Ubicación de pozos interestación

La nueva infraestructura requiere de la construcción desde superficie de pozos intermedios para la ventilación de túnel, salidas de emergencia y para bombeo y evacuación de aguas de drenaje

desde los puntos bajo del trazado hacia la red de saneamiento situada a una cota más superficial.

Los criterios técnicos de implantación de estos pozos son:

- Pozos de Ventilación. Uno por cada tramo interestación y uno en cada fondo de saco de extremo de túnel
- Salidas de Emergencia. Deben existir con una separación máxima de 1 km entre dos consecutivas, contando todas las estaciones con su correspondiente Salida de Emergencia. Excepto la interestación Intercambiador/Ciudad de la Justicia – Hospital Zandal, todos los demás tramos interestación tienen más de 1 km, por lo que en todos ellos hay al menos una Salida de Emergencia.
- Pozos de Bombeo. Necesarios en los puntos bajo de trazado interestación.

En todas las alternativas se ha diseñado el trazado en alzado tratando de hacer coincidir puntos bajos con Pozos de Ventilación o Salidas de Emergencia, reduciendo así el número de pozos y, consecuentemente, las afecciones en superficie. De adoptar este criterio surgen los pozos de uso mixtos: Ventilación + Bombeo o Salida de Emergencia + Bombeo.

### 3.3.5. Construcciones y urbanización superficial

El nuevo túnel de línea se perforará bajo un terreno con una urbanización heterogénea a lo largo de su longitud.

En todas las alternativas el criterio adoptado como profundidad mínima de la clave de túnel bajo la superficie del terreno (caso de no ser terreno edificable) o bajo los sótanos de los edificios existentes o previstos (en terrenos edificables) ha sido de 1,5 veces su diámetro. En el caso del túnel de línea (ejecutado con tuneladora, cuyo diámetro de perforación es de 9,40 m), la profundidad mínima resulta 14,1 m.

Desde el punto de vista de la urbanización de superficie, el ámbito de proyecto puede dividirse en 8 zonas de características urbanas relativamente homogéneas. Se describen a continuación.

#### 3.3.5.1. Zona Mar de Cristal - M40

Es la zona inicial para todas las alternativas. Pertenece al barrio de Hortaleza en su parte interior a la M40. La superficie de terreno en esta zona está densamente construida con edificación residencial y comercial si bien el trazado discurre mayormente bajo superficies sin edificar como viales o parques. En esta zona, las 4 alternativas de trazado se reducen a dos, dependiendo de la ubicación de la Estación E1.

En una de ellas (Alternativas 1 y 2) el túnel se inicia bajo calle Agustín de Iturbide, pasa bajo el edificio de viviendas de Calle Valdeterres del Jarama 1, posteriormente bajo el Parque Alfredo Kraus al norte del Centro Comercial Gran Vía de Hortaleza y, tras la estación E1.1, parcialmente bajo el IES Gabriel García Márquez, calle Ayacucho, parcela sin edificar entre calles Ayacucho y Arequipa, parcialmente bajo la sede del Comité Olímpico Español y luego bajo el Parque Villa Rosa para después virar hacia el noreste bajo el campo de fútbol de la A.D. Villa Rosa hasta alcanzar la M40.

En la otra (Alternativas 3 y 4), el túnel se inicia en la parte sur de la Glorieta Sandro Pertini y discurre siempre bajo la Calle Arequipa al sur del Centro Comercial Gran Vía de Hortaleza hasta que, tras la estación E1.2, vira ligeramente a derecha bajo el Parque Villa Rosa para luego hacerlo hacia el noreste bajo el campo de fútbol de la A.D. Villa Rosa, en trazado coincidente con las Alternativas 1 y 2.

#### 3.3.5.2. Zona M40 – FC Madrid-Barcelona

En esta zona las 4 alternativas tienen el mismo trazado. El terreno superficial es una zona de parque deportivo denominada Jardín del Olmo Viejo situado entre el Colegio Juan de Zaragüeta al norte y el Punto Limpio Fijo Hortaleza al sur, junto a la calle Tomás Redondo.

#### 3.3.5.3. Zona FC Madrid-Barcelona – M11

En esta zona las 4 alternativas tienen el mismo trazado. El terreno superficial es un área perteneciente al Bosque Metropolitano de Madrid denominado Bosque de los Abrazos Perdidos, dedicado a las víctimas del Covid-19. La franja paralela y contigua al Ferrocarril es zona de servidumbre del CYII ya que bajo ella discurren importantes conducciones de suministro de agua.

#### 3.3.5.4. Zona M11 - Intercambiador Valdebebas

En esta zona las 4 alternativas también tienen el mismo trazado. Salvo los primeros 250 m que pasan bajo zona de chalés unifamiliares, el resto del tramo carece de edificaciones en superficie.

Tras esos primeros 250 m, discurre en sentido sur-norte bajo la Calle Francisco Umbral, que está flanqueada al oeste por chalés unifamiliares y al este por la parcela para la futura Ampliación de Ifema, actualmente expedita, sin edificar. Después vira al este cruzando la parcela de Ampliación de Ifema para luego girar al noreste y, tras pasar bajo la Glorieta Antonio Perpiñá y, a su vez, bajo el túnel de Cercanías Chamartín-T4, enfilarse bajo la Calle de Juan Antonio Samaranch donde existe una reserva de espacio de estación dentro del complejo de Intercambiador Metro-Bus-Cercanías, actualmente en construcción.



En este tramo, el túnel apenas tiene edificaciones en superficie, salvo los primeros 250 m de edificaciones bajas muy ajardinadas. En el siguiente tramo bajo Calle Francisco Umbral las edificaciones unifamiliares están sólo en su margen oeste; el margen este corresponde a la parcela de Ifema que está totalmente sin edificar. Posteriormente, hasta el final de la zona, no existen más edificaciones ni en la vertical del túnel ni en sus bandas laterales.

#### **3.3.5.5. Zona Valdebebas Sur**

La parte central y oriental de esta zona la recorren las alternativas 2 y 4, en un tramo de unos 1.200 m hasta alcanzar el cruce con la M12. Se caracteriza por su completa urbanización viaria pero aún escasa edificación de sus parcelas. Las construcciones previstas son edificios de altura, mayormente de uso hotelero y de servicios.

Las alternativas 1 y 3 recorren la parte occidental de Valdebebas Sur en una longitud corta, de unos 400 m, para adentrarse luego en dirección noroeste en el Parque Princesa Leonor. En esta zona existe una franja consolidada de bloques de viviendas ya ocupadas de hasta 8 plantas en altura.

#### **3.3.5.6. Zona parques de Valdebebas**

Esta zona la recorren sólo las alternativas 1 y 3, buscando adentrarse posteriormente en el barrio de Valdebebas Norte por su lado occidental. Los parques existentes en superficie son primero el "Princesa Leonor", también denominado Parque Central de Valdebebas, y posteriormente, más al oeste, el Parque Forestal de Valdebebas Felipe VI. Ambos, evidentemente, sin edificar por lo que el trazado de túnel bajo ellos no presenta riesgo de afección a construcciones. En todo caso, los criterios de diseño túnel se mantienen idénticos a los aplicados en zonas edificadas.

#### **3.3.5.7. Zona AENA**

Denominamos esta zona a aquella bajo la cual se prevé el trazado de túnel al este de la M12. Los terrenos de superficie pertenecen al Sistema General Aeroportuario de Madrid-Barajas y actualmente se encuentran expeditos, salvo por la presencia de los viales públicos de acceso a la terminal T4 desde la M12 y M13, así como de viales internos de AENA de comunicación entre instalaciones propias. En ningún caso se penetra en el "Lado Aire" del aeropuerto. Por esta zona discurren todas las alternativas.

#### **3.3.5.8. Zona Valdebebas Norte**

Esta zona la recorren todas las alternativas de trazado pasando bajo la Avda. Secundino Zuazo que vertebra el barrio en dirección este-oeste. Es la zona más densamente poblada de Valdebebas, con numerosos bloques de viviendas de hasta 12 plantas de altura.

La Avenida Secundino Zuazo bajo la que discurre el túnel tiene las fachadas enfrentadas a 38 m entre sí, permitiendo la construcción de una estación (la E6) mediante ejecución del recinto de pantallas desde la superficie de calle entre fachadas.

#### **3.3.6. Cruces bajo infraestructuras superficiales de transporte**

Muchos de los límites de las zonas anteriormente descritas las definen arterias de transporte de superficie bajo las cuales ha de perforarse el túnel de línea. Estos cruces son:

- Cruce bajo M40. Todas las alternativas
- Cruce bajo FC Madrid-Barcelona. Todas las alternativas
- Cruce bajo M11. Todas las alternativas
- Cruce bajo M12-Sur. Alternativas 2 y 4
- Cruce bajo M12-Norte. Todas las alternativas

#### **3.3.7. Cruces con infraestructuras subterráneas**

Otros condicionantes y puntos críticos del trazado son los cruces con infraestructuras subterráneas de transporte o servicios. Estas son:

- **Metro L4 en Mar de Cristal.** Todas las alternativas han de cruzar bajo la L4. Las alternativas 1 y 2 lo hacen al norte de la estación de Mar de Cristal, las 2 y 3 al sur de ella.
- **Metro L8 en tramo Mar de Cristal-Campo de las Naciones.** Todas las alternativas cruzan bajo la L8. Las alternativas 1 y 2 lo hacen dos veces en el tramo inicial entre Mar de Cristal y M40, ambas oblicuamente, la primera en dirección noroeste-sureste, a continuación, tras la curva bajo el Parque Villa Rosa, en dirección suroeste-noreste. Las alternativas 3 y 4, lo hacen sólo una vez, en el tramo de trazado compartido con las alternativas 1 y 2.
- **Túnel AVE Chamartín-T4.** Esta infraestructura **no existe actualmente** pero está en fase de estudio. Durante la redacción del proyecto se ha solicitado al MITMA planos de trazado previsto de esta infraestructura, habiéndose recibido e incorporado como condicionante de diseño. El presente estudio prevé un cruce sensiblemente ortogonal a unos 150 m al norte de la estación E2 (Cárcavas/Ampliación Ifema). La información recibida de MITMA y las necesidades de implantación de la estación E2 en L11 imponen un cruce del túnel del AVE bajo la L11. Con los datos recibidos, la clave del túnel AVE quedaría a unos 4,5 m de la parte inferior del túnel de L11. Se recomienda deprimir adicionalmente lo más posible el trazado AVE para separarse del túnel de L11, ya que



éste, por los condicionantes anterior (estación E2) y posterior (paso bajo túnel de Cercanías Chamartín-T4), no tiene margen para aumentar la separación entre ambos.

- **Túnel Cercanías Chamartín-T4.** Este túnel existe, se encuentra en servicio y es, por tanto, un importante condicionante de trazado. La L11 cruzará bajo este túnel, construido entre pantallas, en ángulo aproximado de 45°, bajo la Glorieta de Antonio Perpiñá. El trazado propuesto prevé el cruce con la clave de túnel de L11 a 5,36 m bajo el pie de pantallas del túnel de Cercanías.

### 3.3.8. Tramos constructivos y fases de puesta en servicio

Atendiendo al Pliego del Contrato el presente proyecto contempla la posible división de su ejecución en dos tramos asignables a distintos contratistas. Esto contribuirá a su vez a facilitar un posible escalonamiento de la puesta en servicio.

La propuesta de tramos constructivos viene marcada por todos los condicionantes anteriores y además ha de considerar criterios de mínima afección al entorno pues de su elección se deriva la ubicación de los pozos de ataque de las tuneladoras junto a los que se situarán unas de las principales áreas de instalaciones de obra, origen y destino de mucho transporte de materiales por carretera (los principales y recurrentes serán el suministro de dovelas prefabricadas, y la evacuación de tierras de perforación de túnel).

Para su elección también han de tenerse en cuenta otros factores, como son:

- Clara separación física entre las instalaciones de obra de los dos contratistas
- Mínima interferencia entre ambos en las zonas donde esto no resulte evitable
- Rutas de acceso de camiones a las instalaciones de obra con la mínima afección al entorno urbano

Y por último también:

- Longitud de tramos económicamente compatibles con los métodos constructivos propuestos
- Mínima descompensación de volumen de construcción, y por tanto de presupuesto, entre ambos contratos

Analizando y sopesando todos estos factores, en este estudio se hace una determinada propuesta de tramos constructivos. En todas las alternativas, el "Tramo 1" o tramo sur que sale de Mar de Cristal resulta el de mayor coste económico. En dos de ellas (Alternativas 1 y 3) la descompensación presupuestaria es mayor ya que se ha optado por un pozo de ataque de tuneladora que no afecte a la zona del Intercambiador de Valdebebas en construcción y de próxima inauguración ni al Parque Forestal de Valdebebas. Esto conduce a la propuesta de

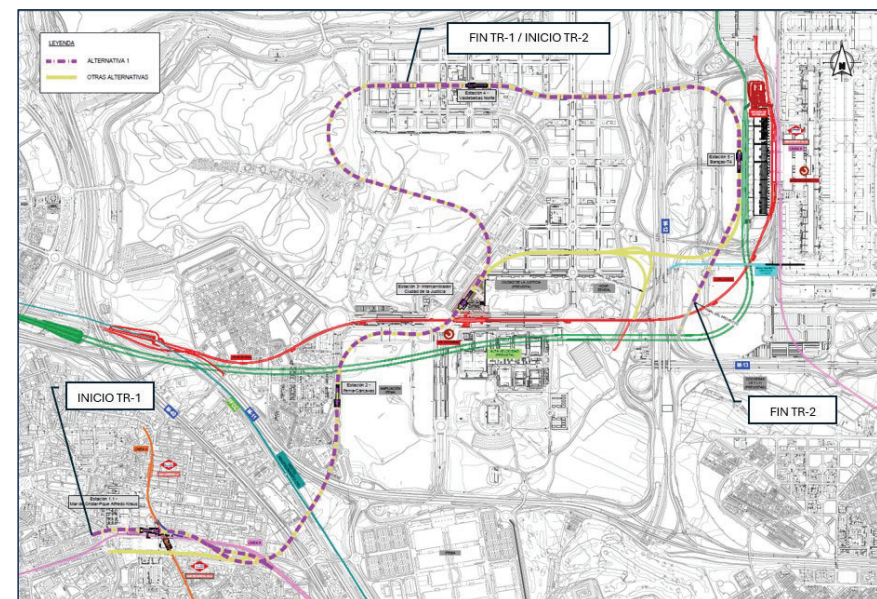
situar el pozo de ataque en el tramo recto, adentrado en la Avda. Secundino Zuazo dado que la tuneladora no puede iniciar la perforación en curva. Para evitar ocupaciones en avenidas transversales ajardinadas, se propone ocupar una parcela municipal dotacional existente a la altura del nº 32, actualmente sin un uso específico conocido.

## 4. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

### 4.1. INTRODUCCIÓN

### 4.2. ALTERNATIVA 1

Figura nº 3. Planta General. Alternativa 1



#### 4.2.1. Tramos constructivos

Se proponen los siguientes:

Tramo 1.

- Origen:
  - o Pozo de Extracción de Tuneladora (PET-1) en C Agustín Iturbide 32

- Fin:
  - Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-1) en Avda. Secundino Zuazo 43.
  - Zona de instalaciones y acopios. Parcela municipal dotacional entre Avda. Secundino Zuazo y calle Félix Candela

Figura nº 6. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción

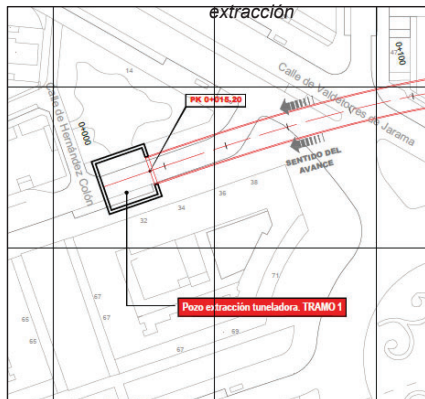
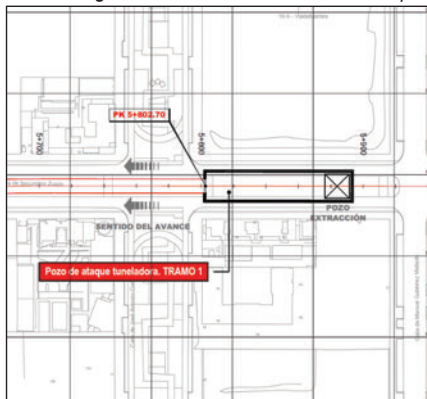


Figura nº 7. Fin Tramo 1. Pozo de ataque



#### Tramo 2

- Origen:
  - Extracción de Tuneladora dentro del PAT-1 en Avda. Secundino Zuazo 43
- Fin:
  - Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-2) en parcela AENA al suroeste de Parking T4.
  - Zona de instalaciones y acopios. Parcela AENA en el entorno del PAT-2.

Figura nº 4. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción

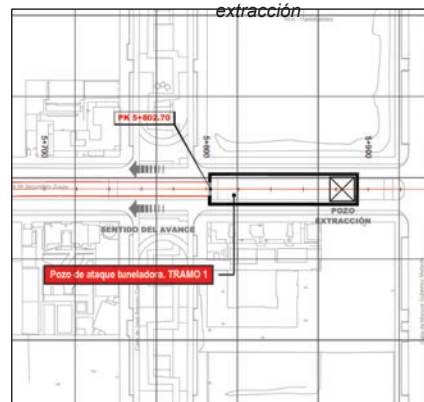
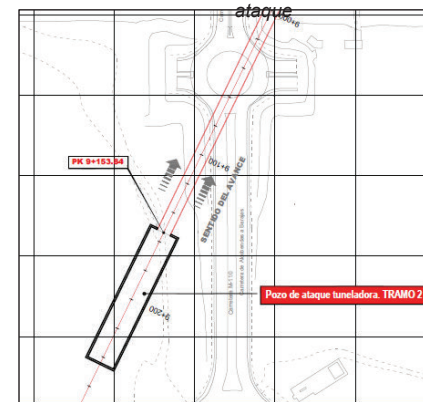


Figura nº 5. Inicio Tramo 2. Pozo de ataque



#### 4.2.2. Trazado

El trazado proyectado para la alternativa 1 parte bajo la Calle Agustín de Iturbide en dirección este-noreste, rectificando ligeramente hacia el este para pasar por debajo del Parque Alfredo Kraus, donde se proyecta la primera estación.

Posteriormente, el trazado en alzado presenta rampas descendentes de hasta 33,1 milésimas para cruzar por debajo de las líneas 4 y 8 de metro. Una vez producido el cruce, el trazado asciende mediante rampas de hasta 33,3 milésimas. Al mismo tiempo, en planta, el trazado desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste, pasando por debajo de la M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona. En este tramo se proyecta un desvío para la conexión con línea 8.

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta y luego se orienta hacia el norte, pasando por debajo de la M-11 y alineándose con la Calle de Francisco Umbral. Se proyecta en esta zona la segunda estación.

A continuación, y mientras el trazado en alzado describe una rampa descendente constante de 33,3 milésimas, el trazado en planta desarrolla una curva y contracurva pasando por debajo de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, y alineándose con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, y próxima al intercambiador de Valdebebas, se proyecta la tercera estación.

Posteriormente, mediante una curva de radio 300 y clotoides de parámetro 173 que discurren debajo de edificaciones, el trazado se adentra con orientación oeste-noroeste en el Parque

Valdebebas. En cuanto al alzado, en este tramo se presenta otro de los puntos bajos del trazado, con una rampa descendente de 33,3 milésimas seguida de una ascendente de 25 milésimas.

Dentro del Parque Valdebebas, el trazado sigue una línea recta de 500 metros, seguida por una curva en dirección norte, de radio 300 y longitud total de 960 metros, que cambia la orientación del trazado casi 180 grados, culminando en dirección este bajo la intersección de la Calle de María de las Mercedes de Borbón con la Avenida de Secundino Zuazo.

Desde este punto y por los siguientes 1600 metros, el trazado discurre bajo la Avenida de Secundino Zuazo, donde se ubicará la cuarta estación en su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco. En cuanto al trazado en alzado, este tramo muestra una tendencia descendente que continuará hasta llegar al punto más bajo del proyecto, la estación cercana a la Terminal 4.

Al abandonar el área residencial de Valdebebas y adentrarse en la zona aeroportuaria, una curva de radio 300 y longitud 418 metros orienta el trazado hacia el sur, pasando bajo la autovía M-12 y sus ramales. A esta curva le sigue una recta de 357 metros de longitud, paralela al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4, donde se ubicará la quinta y última estación de la alternativa 1. Finalmente, se encuentra la cola de maniobras, que se extiende hasta el punto kilométrico 9+400, y contempla una futura expansión del trazado hacia talleres, como parte de otro proyecto

#### 4.2.3. Estaciones

La Alternativa 1 de trazado se proyecta con un total de 5 estaciones. La estación inicial de este tramo se encuentra en Mar de Cristal y discurre por el barrio de Valdebebas hasta su estación final en el aeropuerto T4. En concreto las estaciones son:

- E1: Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus (intercambio con Línea 4 y Línea 8)
- E2: Ifema – Cárcavas
- E3: Intercambiador – Ciudad de la Justicia
- E4: Valdebebas Norte
- E5: Barajas T4 (intercambio con Línea 8)

Las estaciones se proyectan con criterios comunes: se define la cota del andén respecto a la vía a 1.05m por encima de la cota carril. Se contempla para todas las estaciones del presente Estudio Informativo la configuración de andenes laterales, de dimensiones 115m de longitud y 4,5m de ancho.

Los accesos a los andenes se resuelven mediante cañones laterales comunicando el nivel preandén con el nivel andén.

La geometría de las estaciones es regular, tomando como criterio un paralelepípedo de 140 m de longitud y de ancho variable, siendo su lado más ancho de 37 m y el más estrecho de 20 m.

A continuación, se realiza una breve descripción de cada estación:

#### **Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus**

La Estación de L11 en Mar de Cristal para esta alternativa se ubica en el parque Alfredo Kraus, entre la calle del Mar Adriático y la calle de Ayacucho. Esta estación presenta intercambio con las existentes Línea 4 y la Línea 8 de Metro de Madrid.

Su geometría y posición viene condicionada por la existente estación de Mar de Cristal al Sur, el trazado del túnel de L4 al Este y la presencia del Kiosco-bar "Terraza Kraus" al Oeste. Para evitar afecciones a este último se ha tomado la decisión de proyectar las escaleras de emergencia en paralelo al andén en lugar de en su prolongación como es habitual.

El acceso a la estación se sitúa dentro del parque Alfredo Kraus y se realiza a través de un Templete que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo. También se contempla otro acceso desde la futura área intermodal de transportes ubicada en el lado Este de la glorieta de Mar de Cristal que comunica con el vestíbulo existente a través de un cañón.

El diseño de esta estación contempla la creación de un nuevo vestíbulo en la parte Este de la estación y sobre el túnel de L4, conectado con el vestíbulo existente, y que comunique todos los niveles para facilitar las conexiones entre las distintas líneas (L4-L8-L11). Además, se proyecta una conexión directa entre el andén Sur de L11 y el andén Sur de L8 a través de un cañón por debajo del túnel de L8.

La estación cuenta con tres niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 31m de profundidad. Estos están situados a una cota específica para garantizar el intercambio con las otras líneas existentes. En los niveles intermedios se distribuyen las dependencias y salas técnicas para la explotación de Metro de Madrid, además de la subestación de tracción con unas dimensiones de 37x15m.

De manera adicional al diseño de la estación de L11, se ha contemplado proporcionar a los existentes andenes de L4 y L8 de Mar de Cristal de escaleras de evacuación libre de humos y debidamente presurizadas, para cumplir la normativa vigente de evacuación en caso de incendio.



### Estación Ifema – Cárcavas

La Estación Ifema se ubica bajo la calle de Francisco Umbral. Su geometría viene condicionada por la pendiente que marca la calle Francisco Umbral y la necesidad de proyectar el acceso al Norte de la estación para cubrir la demanda de usuarios del barrio.

El acceso a la estación se realiza desde el bulevar central de la calle de Francisco Umbral y está dotado de un Templete de acceso sobre la huella de la estación y de manera independiente dos ascensores que comunican con el vestíbulo de manera directa.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad.

### Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia

La Estación Ciudad de la Justicia se ubica en la parcela de propiedad de la Comunidad de Madrid entre las calles Juan Antonio Samaranch y Avenida de las Fuerzas Armadas.

Su posición viene condicionada por la presencia del intercambiador de Valdebebas y su cota de andenes por la necesidad de trazado para el paso bajo el Túnel de Cercanías situado poco antes de la entrada a la estación.

Esta Estación presenta conexión con el intercambiador de Valdebebas actualmente en construcción. El acceso a la estación se realiza principalmente desde el interior del Intercambiador. De manera adicional se presenta un segundo acceso desde el espacio público que se genera sobre la estación, próxima a la calle de Juan Antonio Samaranch. Este acceso de proyecta desde el testero de la estación directamente a cota del nivel del vestíbulo, aprovechando el desnivel de la calle.

El vestíbulo se sitúa a la misma cota que el vestíbulo del intercambiador de Valdebebas para facilitar su conexión.

La estación cuenta con cuatro niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 35m de profundidad. En estos niveles se encuentra las dependencias y salas técnicas para la explotación por Metro de Madrid, y, además, en esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

### Estación Valdebebas Norte

La estación Valdebebas Norte de se ubica bajo la Avenida de Secundino Zuazo con la intersección de la Calle de Luis Moya Blanco.

Su geometría y posición viene condicionada por la fuerte pendiente de la calle y minimizar las afecciones a parcelas colindantes.

El acceso a la estación se sitúa en la calle de Luis Moya Blanco y se realiza a través de un Templete de acceso. La estación también cuenta con dos ascensores exentos al templete que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 60x15m.

### Estación Barajas T4

La estación de L11 en el Aeropuerto T4 se encuentra en la parcela de propiedad de Aena al Oeste del edificio del Parking del Aeropuerto T4.

Su geometría y posición viene condicionada por la demanda debido a los futuros desarrollos en el entorno del aeropuerto y por la existencia del proyecto de acercar AV (Alta Velocidad) al aeropuerto.

El acceso a la estación y su conexión con el Aeropuerto están pendientes de definir en coordinación con Aena y con el Ministerio, para dotar a ambas estaciones de un vestíbulo común de entrada.

La estación cuenta con dos niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 24,5m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta la subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

### 4.2.4. Pozos interestación

Aplicando los criterios de diseño explicados anteriormente resultan los siguientes pozos:

PK	Inter- estacion (m)	Nombre	Abrv.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
0+000,00	304,80	Inicio Eje / Inicio Tramo 1					
0+015,00		Pozo Ventilación	PV-1	39	Rectang.	Pilotes Sec.	C. Agustín Iturbide 32
0+304,80		Estación Mar Cristal-Pque Alfredo Kraus	E1.1				
0+419,80	1.839,59	Estación Mar Cristal-Pque Alfredo Kraus	E1.1				
1+055,72		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-1+PB-1	37	Circular	Anillos	Parque Villa Rosa
1+213,58		Pozo Ventilación	PV-2	31	Circular	Anillos	Acera c. Aconcagua

PK	Inter- estacion (m)	Nombre	Abrev.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
1+503,91		Salida Emergencia	SE-2	24	Circular	Anillos	Acera C. Tomás Redondo
2+259,39		Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+374,39		Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+893,32	1.035,87	Pozo Ventilación	PV-3	25	Circular	Anillos	Acera Avda. FFAA
3+193,13		Salida Emergencia	SE-3	33	Circular	Anillos	Acera Avda. Alejandro de la Sota
3+410,26		Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+525,26	2.706,26	Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
4+027,81		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-4+PB-2	31	Circular	Anillos	Parque Princesa Leonor
4+703,09		Pozo Ventilación	PV-4	34	Circular	Anillos	Parque Felipe VI
4+859,99		Salida Emergencia	SE-5	25	Circular	Anillos	Parque Felipe VI
5+566,41		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-6+PB-3	18	Circular	Anillos	Parque Felipe VI
5+892,70		Fin Tramo 1 / Inicio Tramo 2					
6+231,52	2.002,08	Estación Valdebebas Norte	E4				
6+346,52		Estación Valdebebas Norte	E4				
7+061,99		Salida Emergencia	SE-7	24	Circular	Anillos	Acera C. Gustavo Pérez Pulg
7+236,08		Pozo Ventilación	PV-5	30	Circular	Anillos	Zona verde Valdebebas
7+800,47		Salida Emergencia	SE-8	27	Circular	Anillos	Parcela AENA
8+233,60		Estación Barajas-T4	E5				
8+348,60	895,24	Estación Barajas-T4	E5				
8+760,47		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-9+PB-4	30	Circular	Anillos	Parcela AENA
9+157,38		Pozo Ventilación	PV-6	34	Rectang.	Pilotes Sec.	Parcela AENA
9+243,84		Fin Eje / Fin Tramo 2					

#### 4.2.5. Procedimientos constructivos

En esta alternativa se proponen los siguientes procedimientos constructivos:

##### Contrato 1. Mar de Cristal - Valdebebas

- Túnel de línea
  - o Tuneladora con:
    - Pozo de ataque en Avda. Secundino Zuazo 43
    - Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal, Agustín Iturbide 32
  - o Longitud de perforación: 5,78 km
- Túnel auxiliar de conexión L11-L8 en Mar de Cristal
  - o Método Tradicional de Madrid
- Estaciones

- o Pantallas "Cut and cover"

##### - Pozos

- o PV-1: rectangular de pantallas de pilotes secantes
- o Resto: anillos sucesivos descendentes

##### Contrato 2. Valdebebas – T4 - Final

##### - Túnel de línea

- o Tuneladora con:
  - Pozo de ataque en extremo terrenos Aena al sur de Parking T4
  - Pozo de extracción en Avda. Secundino Zuazo 32
- o Longitud de perforación: 3,26 km

##### - Estaciones

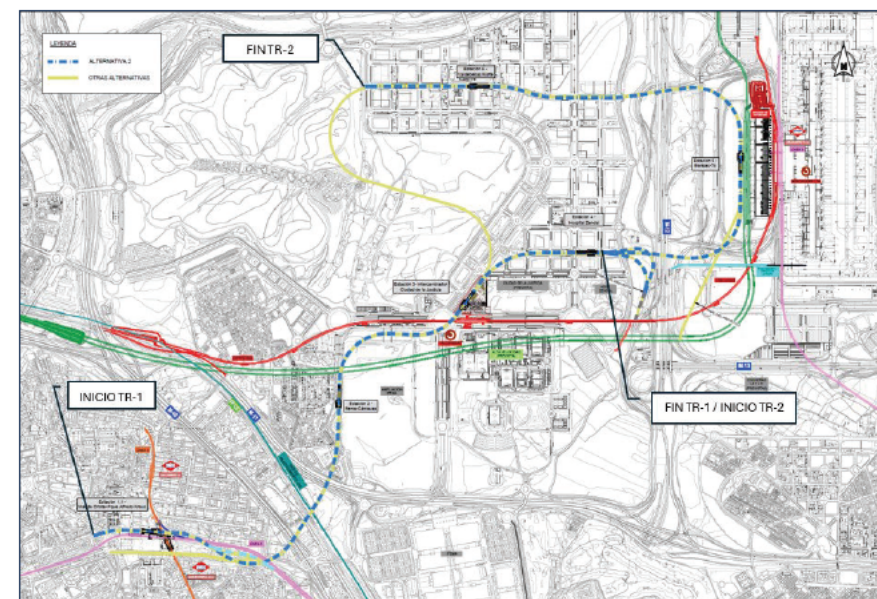
- o Pantallas "Cut and cover"

##### - Pozos

- o PV- 6: rectangulares mediante pantallas de pilotes secantes
- o Resto: anillos sucesivos descendentes

#### 4.3. ALTERNATIVA 2

Figura nº 8. Planta General. Alternativa 2



#### 4.3.1. Tramos constructivos

Se proponen los siguientes:

##### Tramo 1

- Origen:
  - o Pozo de Extracción de Tuneladora (PET-1) en C Agustín Iturbide 32
- Fin:
  - o Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-1) coincidente con Estación E4 Hospital Zendal.
  - o Zona de instalaciones y acopios. Calle Fernando Higuera y Calle Gustavo Pérez Puig entre Avda. Jose Antonio Corrales y Calle María Reiche

Figura nº 11. Inicio Tramo 1. Pozo de

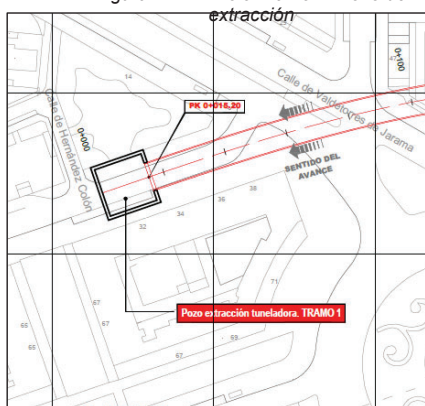
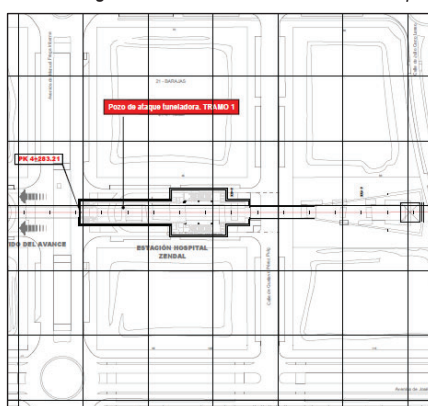


Figura nº 10. Fin Tramo 1 Pozo de ataque



##### Tramo 2

- Origen:
  - o Extracción de Tuneladora dentro del Telescopio 1 (TEL-1) al este del PAT-1. La obra del TEL-1 pertenecerá al Contrato 2
- Fin:
  - o Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-2) en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo
  - o Zona de instalaciones y acopios. Calle María de las Mercedes de Borbón, entre Avda. Secundino Zuazo y Calle Félix Candela

Figura nº 12. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción

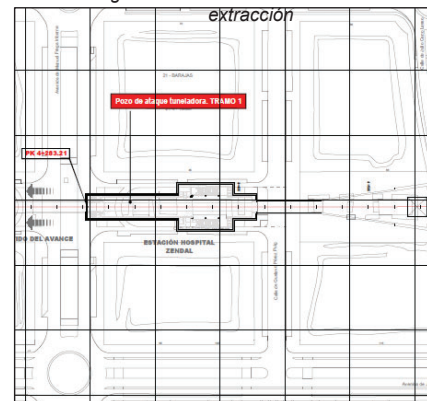
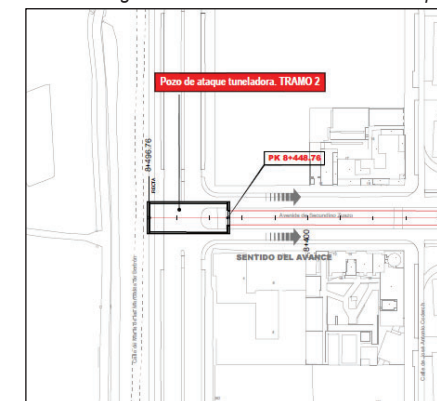


Figura nº 9. Fin Tramo 2. Pozo de ataque



#### 4.3.2. Trazado

Al igual que para la alternativa 1, el trazado proyectado para la alternativa 2 parte bajo la Calle Agustín de Iturbide en dirección este-noreste, rectificando ligeramente hacia el este para pasar por debajo del Parque Alfredo Kraus, donde se proyecta la primera estación.

Posteriormente, el trazado en alzado presenta rampas descendentes de hasta 33,1 milésimas para cruzar por debajo de las líneas 4 y 8 de metro. Una vez producido el cruce, el trazado asciende mediante rampas de hasta 33,3 milésimas. Al mismo tiempo, en planta, el trazado desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste, pasando por debajo de la M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona. En este tramo se proyecta un desvío para la conexión con línea 8.

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta y luego se orienta hacia el norte, pasando por debajo de la M-11 y alineándose con la Calle de Francisco Umbral. Se proyecta en esta zona la segunda estación.

A continuación, y mientras el trazado en alzado describe una rampa descendente constante de 33,3 milésimas, el trazado en planta desarrolla una curva y contracurva pasando por debajo de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, y alineándose con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, y próxima al intercambiador de Valdebebas, se proyecta la tercera estación.

Posteriormente, una curva de 400 metros de radio orienta el trazado hacia el este, seguida de una recta de 545 metros de longitud que discurre bajo la Calle Fernando Higuera. Bajo esta calle, y próxima al Hospital de Emergencias Enfermera Isabel Zendal, se proyecta la cuarta



estación. En cuanto al alzado, este tramo presenta importantes rampas descendentes de hasta 33,8 milésimas.

Después de la cuarta estación, se presenta un telescopio de bifurcación del que salen los dos ramales técnicos que conectarán con las nuevas cocheras de L11 y L8. Estos ramales giran hacia el sur (uno de ellos en salto de carnero sobre el túnel de línea) para, posteriormente, confluir y encarar la futura conexión con cocheras en túnel de vía doble, punto éste donde se sitúa el límite constructivo de este proyecto. El trazado propuesto es compatible con una prolongación hacia cocheras con rampa de 35 milésimas el cruce bajo la línea C1/C10 de Renfe Cercanías y el posterior cruce sobre el túnel de Alta Velocidad previsto.

Por su parte, tras el telescopio, el túnel de línea continúa en su alineación este-oeste, abandona el barrio de Valdebebas, cruza bajo la M-12, se adentra en la zona aeroportuaria mediante ligera curva hacia el sur y posterior contracurva hacia el norte de radio 300 m para tomar una alineación recta de 371 metros de longitud paralela al vial de acceso a los aparcamientos de la T4 donde se situará la nueva estación próxima a la Terminal 4 del Aeropuerto. En cuanto al alzado tras el telescopio, la tendencia descendente continúa hasta alcanzar su punto más bajo en la estación de Barajas T4.

Tras la recta de la estación, el trazado desarrolla una curva de 300 metros de radio, vuelve a pasar bajo la M-12, sus ramales y los accesos a la Terminal 4, pero esta vez en dirección oeste, abandonando la zona aeroportuaria e ingresando en la zona norte del barrio de Valdebebas. El trazado en alzado presenta en este tramo pendientes ascendentes de hasta 26 milésimas.

Una vez que el trazado regresa a la zona residencial del barrio de Valdebebas, sigue bajo la Calle de Secundino Zuazo durante los siguientes 1.600 metros, y la sexta y última estación se ubicará bajo su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco. El trazado proyectado para esta alternativa 4 finaliza con una longitud total de 8.496,76 metros, bajo la intersección de la Calle Secundino Zuazo con la Calle María de las Mercedes de Borbón. La pendiente ascendente en alzado se mantiene en este último tramo.

#### 4.3.3. Estaciones

La Alternativa 2 de trazado se proyecta con un total de 6 estaciones. La estación inicial de este tramo se encuentra en Mar de Cristal y discurre por el aeropuerto T4 hasta su estación final en el barrio de Valdebebas. En concreto las estaciones son:

- E1: Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus (Intercambio con Línea 4 y Línea 8)
- E2: Ifema – Cárcavas
- E3: Intercambiador – Ciudad de la Justicia

- E4: Hospital Zental
- E5: Barajas T4
- E6: Valdebebas Norte

Las estaciones se proyectan con criterios comunes: se define la cota del andén respecto a la vía a 1.05m por encima de la cota carril. Se contempla para todas las estaciones del presente Estudio Informativo la configuración de andenes laterales, de dimensiones 115m de longitud y 4,5m de ancho.

Los accesos a los andenes se resuelven mediante cañones laterales comunicando el nivel preandén con el nivel andén.

La geometría de las estaciones es regular, tomando como criterio un paralelepípedo de 140m de longitud y de ancho variable, siendo su lado más ancho de 37m y el más estrecho de 20m

A continuación, se realiza una breve descripción de cada estación:

##### **Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus**

La Estación de L11 en Mar de Cristal para esta alternativa se ubica en el parque Alfredo Kraus, entre la calle del Mar Adriático y la calle de Ayacucho. Esta estación presenta intercambio con las existentes Línea 4 y la Línea 8 de Metro de Madrid.

Su geometría y posición viene condicionada por la existente estación de Mar de Cristal al Sur, el trazado del túnel de L4 al Este y la presencia del Kiosco-bar “Terraza Kraus” al Oeste. Para evitar afecciones a este último se ha tomado la decisión de proyectar las escaleras de emergencia en paralelo al andén en lugar de en su prolongación como es habitual.

El acceso a la estación se sitúa dentro del parque Alfredo Kraus y se realiza a través de un Templete que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo. También se contempla otro acceso desde la futura área intermodal de transportes ubicada en el lado Este de la glorieta de Mar de Cristal que comunica con el vestíbulo existente a través de un cañón.

El diseño de esta estación contempla la creación de un nuevo vestíbulo en la parte Este de la estación y sobre el túnel de L4, conectado con el vestíbulo existente, y que comunique todos los niveles para facilitar las conexiones entre las distintas líneas (L4-L8-L11). Además, se proyecta una conexión directa entre el andén Sur de L11 y el andén Sur de L8 a través de un cañón por debajo del túnel de L8.

La estación cuenta con tres niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 31m de profundidad. Estos están situados a una cota específica para garantizar el intercambio con las otras líneas existentes. En los niveles intermedios se distribuyen las

dependencias y salas técnicas para la explotación de Metro de Madrid, además de la subestación de tracción con unas dimensiones de 37x15m.

De manera adicional al diseño de la estación de L11, se ha contemplado proporcionar a los existentes andenes de L4 y L8 de Mar de Cristal de escaleras de evacuación libre de humos y debidamente presurizadas, para cumplir la normativa vigente de evacuación en caso de incendio.

#### ***Estación Ifema – Cárcavas***

La Estación Ifema se ubica bajo la calle de Francisco Umbral. Su geometría viene condicionada por la pendiente que marca la calle Francisco Umbral y la necesidad de proyectar el acceso al Norte de la estación para cubrir la demanda de usuarios del barrio.

El acceso a la estación se realiza desde el bulevar central de la calle de Francisco Umbral y está dotado de un Templete de acceso sobre la huella de la estación y de manera independiente dos ascensores que comunican con el vestíbulo de manera directa.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad.

#### ***Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia***

La Estación Ciudad de la Justicia se ubica en la parcela de propiedad de la Comunidad de Madrid entre las calles Juan Antonio Samaranch y Avenida de las Fuerzas Armadas.

Su posición viene condicionada por la presencia del intercambiador de Valdebebas y su cota de andenes por la necesidad de trazado para el paso bajo el Túnel de Cercanías situado poco antes de la entrada a la estación.

Esta Estación presenta conexión con el intercambiador de Valdebebas actualmente en construcción. El acceso a la estación se realiza principalmente desde el interior del Intercambiador. De manera adicional se presenta un segundo acceso desde el espacio público que se genera sobre la estación, próxima a la calle de Juan Antonio Samaranch. Este acceso de proyecta desde el testero de la estación directamente a cota del nivel del vestíbulo, aprovechando el desnivel de la calle.

El vestíbulo se sitúa a la misma cota que el vestíbulo del intercambiador de Valdebebas para facilitar su conexión.

La estación cuenta con cuatro niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 35m de profundidad. En estos niveles se encuentra las dependencias y salas

técnicas para la explotación por Metro de Madrid, y, además, en esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

#### ***Estación Hospital Zental***

La estación de Hospital Zental se ubica bajo la Calle Fernando Higuera con la intersección de la Avenida Manuel Fraga Iribarne.

Su geometría y posición viene condicionada por la pendiente de la calle y la necesidad de disponer el acceso de entrada en la Avenida Manuel Fraga Iribarne para dar servicio al Hospital Isabel Zental.

El acceso a la estación se sitúa en el bulevar central de la Calle Fernando Higuera, y se realiza a través de un Templete de acceso. El acceso también cuenta con dos ascensores que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo, situados de manera independiente al Templete.

La estación cuenta con tres niveles intermedios hasta llegar la cota de andén. Al estar la calle en pendiente la profundidad de la nueva estación difiere entre 25m en su lado Este y 31 m en su lado Oeste.

#### ***Estación Barajas T4***

La estación de L11 en el Aeropuerto T4 se encuentra en la parcela de propiedad de Aena al Oeste del edificio del Parking del Aeropuerto T4.

Su geometría y posición viene condicionada por la demanda debido a los futuros desarrollos en el entorno del aeropuerto y por la existencia del proyecto de acercar AV (Alta Velocidad) al aeropuerto.

El acceso a la estación y su conexión con el Aeropuerto están pendientes de definir en coordinación con Aena y con el Ministerio, para dotar a ambas estaciones de un vestíbulo común de entrada.

La estación cuenta con dos niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 24,5m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta la subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

#### ***Estación Valdebebas Norte***

La estación Valdebebas Norte se ubica bajo la Avenida de Secundino Zuazo con la intersección de la Calle de Luis Moya Blanco.



Su geometría y posición viene condicionada por la fuerte pendiente de la calle y minimizar las afecciones a parcelas colindantes.

El acceso a la estación se sitúa en la calle de Luis Moya Blanco y se realiza a través de un Templete de acceso. La estación también cuenta con dos ascensores exentos al templete que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 60x15m.

#### 4.3.4. Pozos interestación

Aplicando los criterios de diseño explicados anteriormente resultan los siguientes pozos:

PK	Inter-estación (m)	Nombre	Abrv.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
<b>TÚNEL DE LÍNEA</b>							
0+000,00	304,80	Inicio Eje / Inicio Tramo 1					
0+015,00		Pozo Ventilación	PV-1	39	Rectang.	Pilotes Sec.	C. Agustín Iturbide 32
0+304,80		Estación Mar Cristal-Pque Alfredo Kraus	E1.1				
0+419,80	1.839,59	Estación Mar Cristal-Pque Alfredo Kraus	E1.1				
1+055,72		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-1+PB-1	37	Circular	Anillos	Parque Villa Rosa
1+213,58		Pozo Ventilación	PV-2	31	Circular	Anillos	Acera c. Aconcagua
1+503,91		Salida Emergencia	SE-2	24	Circular	Anillos	Acera C. Tomás Redondo
2+259,39	1.035,87	Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+374,39		Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+893,32		Pozo Ventilación	PV-3	25	Circular	Anillos	Acera Avda. FFAA
3+193,13		Salida Emergencia	SE-3	33	Circular	Anillos	Acera Avda. Alejandro de la Sota
3+410,26	2.213,30	Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+525,26		Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+827,40		Pozo Ventilación	PV-4	29	Circular	Anillos	C. Ramón Vázquez Molezú
4+295,24	1.328,32	Estación Hospital Zendal	E4				
4+410,24		Estación Hospital Zendal	E4				
		Fin Tramo 1 / Inicio Tramo 2					
4+978,44	1.887,08	Salida Emergencia	SE-4	26	Circular	Anillos	Parcela AENA
5+317,29		Pozo Ventilación	PV-6	27	Circular	Anillos	Parcela AENA
5+738,56		Estación Barajas-T4	E5				
5+853,56		Estación Barajas-T4	E5				
6+286,69		Salida Emergencia	SE-5	27	Circular	Anillos	Parcela AENA
6+851,08		Pozo Ventilación	PV-7	30	Circular	Anillos	Zona verde Valdebebas

PK	Inter-estacion (m)	Nombre	Abrev.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
7+025,16		Salida Emergencia	SE-6	29	Circular	Anillos	Acera C. Gustavo Pérez Pulg
7+740,64		Estación Valdebebas Norte	E6				
7+855,64		Estación Valdebebas Norte	E6				
8+496,71	641,12	Pozo Ventilación	PV-8	19	Rectang.	Pilotes sec.	Parque Felipe VI
8+496,76		Fin Eje / Fin Tramo 2					
RAMAL COCHERAS (EJE 8, SALTO DE CARNERO)							
0+000,00	532,07	Inicio Eje					
0+523,88		Pozo Ventilación+Pozo Bombeo	PV-5+PB-2	20	Rectang.	Pilotes sec.	Zona verde Valdebebas
0+532,07		Fin Eje					

#### 4.3.5. Procedimientos constructivos

##### Contrato 1. Mar de Cristal – Hospital Zendal

- **Túnel de línea**
  - o Tuneladora con:
    - Pozo de ataque en tímpano este de estación E4
    - Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal
  - o Longitud de perforación: 4,27 km
- **Túnel auxiliar de conexión L11-L8 en Mar de Cristal**
  - o Método Tradicional de Madrid
- **Estaciones**
  - o Pantallas “Cut and cover”
- **Pozos**
  - o PV-1: rectangulares mediante pantallas de pilotes secantes
  - o Resto: anillos sucesivos descendentes

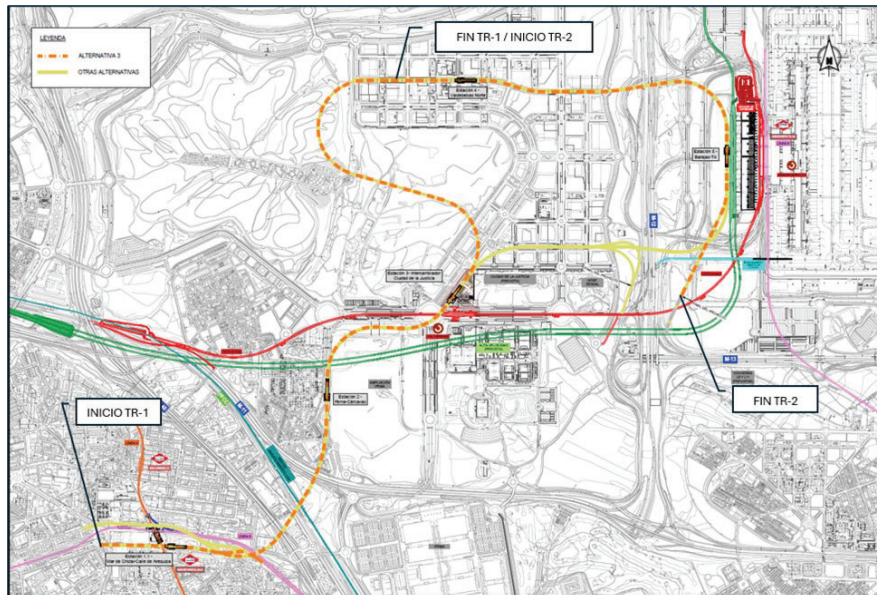
##### Contrato 2. Valdebebas Sur – T4 - Valdebebas Norte

- **Túnel de línea**
  - o Tuneladora con:
    - Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo
    - Pozo de extracción en extremo este de calle Fernando Higuera
  - o Longitud de perforación: 3,90 km
- **Estaciones**

- Pantallas “Cut and cover”
- **Pozos**
  - PV-5 y 8: rectangulares mediante pantallas de pilotes secantes
  - Resto: anillos sucesivos descendentes

#### 4.4. ALTERNATIVA 3

Figura nº 13. Planta General. Alternativa 3



##### 4.4.1. Tramos constructivos

Se proponen los siguientes:

Tramo 1.

- Origen:
  - Pozo de Extracción de Tuneladora (PET-1) en Glorieta Sandro Pertini
- Fin:
  - Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-1) en Avda. Secundino Zuazo 43.
  - Zona de instalaciones y acopios. Parcela municipal dotacional entre Avda. Secundino Zuazo y calle Félix Candela

Figura nº 14. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción

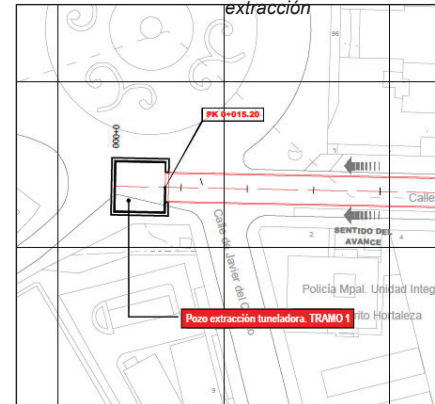
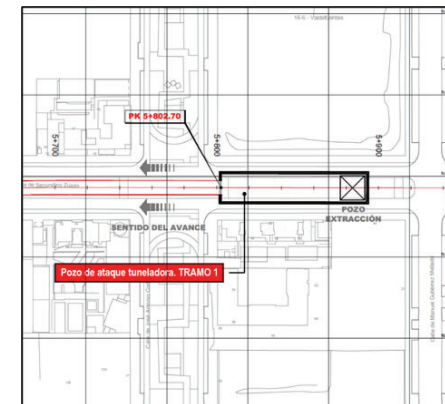


Figura nº 15. Fin Tramo 1. Pozo de ataque



Tramo 2

- Origen:
  - Extracción de Tuneladora dentro del PAT-1 en Avda. Secundino Zuazo 43
- Fin:
  - Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-2) en parcela AENA al suroeste de Parking T4.
  - Zona de instalaciones y acopios. Parcela AENA en el entorno del PAT-2.

Figura nº 16. Inicio Tramo 2. Pozo de extracción

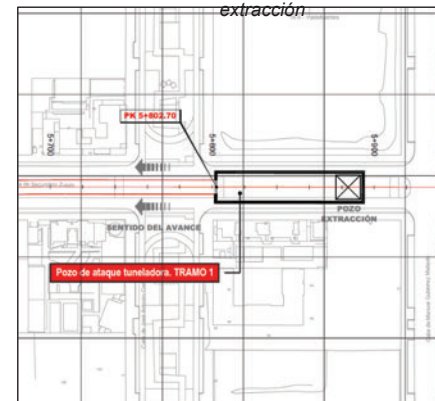
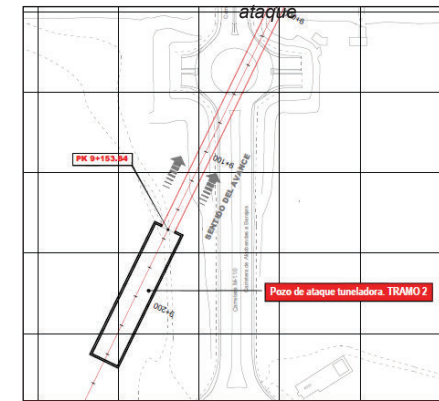


Figura nº 17. Fin Tramo 2. Pozo de ataque



#### 4.4.2. Trazado

El trazado proyectado para la alternativa 3 comienza siguiendo el eje de la Calle de Arequipa desde su intersección con la Glorieta de Sandro Pertini. Antes de llegar a la primera estación, pasa bajo el túnel de la línea 4 de metro. La primera estación se proyecta bajo la intersección de la mencionada calle con la glorieta del Mar de Cristal.

Posteriormente, con el objeto de cruzar bajo las líneas 4 y 8 de metro, el trazado presenta rampas descendentes de hasta 33,1 milésimas, seguidas por rampas ascendentes de hasta 33,3 milésimas. Al mismo tiempo, en planta, se desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste, pasando por debajo de la M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona. En este tramo se prevé un desvío para la conexión con la línea 8.

Una vez producido el cruce bajo la M-40, el trazado discurre brevemente en recta y luego se orienta hacia el norte, pasando bajo la M-11 y alineándose con la Calle de Francisco Umbral, donde se situará la segunda estación.

A continuación, mientras el trazado en alzado desciende mediante una rampa constante de 33,3 milésimas, en planta se desarrolla una curva y contracurva que pasa bajo la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, alineándose con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, próxima al intercambiador de Valdebebas, se proyecta la tercera estación.

Posteriormente, mediante una curva de radio 300 y clotoideas de parámetro 173, el trazado se adentra con orientación oeste-noroeste en el Parque Valdebebas. En cuanto al alzado, en este tramo se presenta otro de los puntos bajos del trazado, con una rampa descendente de 33,3 milésimas seguida de una ascendente de 25 milésimas.

Dentro del Parque Valdebebas, el trazado sigue una línea recta de 500 metros, seguida por una curva en dirección norte, de radio 300 y longitud total de 960 metros, que cambia la orientación del trazado casi 180 grados, culminando en dirección este bajo la intersección de la Calle de María de las Mercedes de Borbón con la Avenida de Secundino Zuazo.

Desde este punto y por los siguientes 1600 metros, el trazado discurre bajo la Avenida de Secundino Zuazo, donde se ubicará la cuarta estación en su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco. En cuanto al trazado en alzado, este tramo muestra una tendencia descendente que continuará hasta llegar al punto más bajo del proyecto, la estación cercana a la Terminal 4.

Al abandonar el área residencial de Valdebebas y adentrarse en la zona aeroportuaria, una curva de radio 300 y longitud 418 metros orienta el trazado hacia el sur, pasando bajo la autovía M-12 y sus ramales. A esta curva le sigue una recta de 357 metros de longitud, paralela al val de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4, donde se ubicará la quinta y última estación de

la alternativa 3. Finalmente, se encuentra la cola de maniobras, que se extiende hasta el punto kilométrico 9+096,74, y contempla una futura expansión del trazado hacia talleres, como parte de otro proyecto.

#### 4.4.3. Estaciones

La Alternativa 3 de trazado se proyecta con un total de 5 estaciones. La estación inicial de este tramo se encuentra en Mar de Cristal y discurre por el barrio de Valdebebas hasta su estación final en el aeropuerto T4. En concreto las estaciones son:

- E1: Mar de Cristal – Calle de Arequipa (intercambio con Línea 4 y Línea 8)
- E2: Ifema – Cárcavas
- E3: Intercambiador – Ciudad de la Justicia
- E4: Valdebebas Norte
- E5: Barajas T4 (intercambio con Línea 8)

Las estaciones se proyectan con criterios comunes: se define la cota del andén respecto a la vía a 1.05m por encima de la cota carril. Se contempla para todas las estaciones del presente Estudio Informativo la configuración de andenes laterales, de dimensiones 115m de longitud y 4,5m de ancho.

Los accesos a los andenes se resuelven mediante cañones laterales comunicando el nivel preandén con el nivel andén.

La geometría de las estaciones es regular, tomando como criterio un paralelepípedo de 140m de longitud y de ancho variable, siendo su lado más ancho de 37m y el más estrecho de 20m

A continuación, se realiza una breve descripción de cada estación:

##### ***Estación Mar de Cristal – Calle de Arequipa***

La Estación de L11 en Mar de Cristal se ubica bajo la calle de Arequipa y parcialmente bajo la parcela de propiedad pública y de uso dotacional deportivo aún sin construir al Norte de la misma calle. Esta estación presenta intercambio con las existentes Línea 4 y la Línea 8 de Metro de Madrid.

Su geometría y posición viene condicionada por la existente estación de Mar de Cristal al Norte con la que se realiza intercambio.

El acceso a la estación se realiza a través de los existentes puntos de acceso a la estación de Mar de Cristal sin añadir ningún templete de acceso adicional. Sólo se contempla una entrada adicional desde la futura área intermodal de transportes ubicada en el lado Este de la glorieta de Mar de Cristal, y que comunica directamente con el vestíbulo existente a través de un cañón.

La estación cuenta con tres niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 30m de profundidad. Estos están situados a una cota específica para garantizar el intercambio con las otras líneas existentes. En los niveles intermedios se distribuyen las dependencias y salas técnicas para la explotación de Metro de Madrid, además de la subestación de tracción con unas dimensiones de 36x15m.

De manera adicional al diseño de la estación de L11, se ha contemplado proporcionar a los existentes andenes de L4 y L8 de Mar de Cristal de escaleras de evacuación libre de humos y debidamente presurizadas, para cumplir la normativa vigente de evacuación en caso de incendio.

#### **Estación Ifema – Cárcavas**

La Estación Ifema se ubica bajo la calle de Francisco Umbral. Su geometría viene condicionada por la pendiente que marca la calle Francisco Umbral y la necesidad de proyectar el acceso al Norte de la estación para cubrir la demanda de usuarios del barrio.

El acceso a la estación se realiza desde el bulevar central de la calle de Francisco Umbral y está dotado de un Templete de acceso sobre la huella de la estación y de manera independiente dos ascensores que comunican con el vestíbulo de manera directa.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad.

#### **Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia**

La Estación Ciudad de la Justicia se ubica en la parcela de propiedad de la Comunidad de Madrid entre las calles Juan Antonio Samaranch y Avenida de las Fuerzas Armadas.

Su posición viene condicionada por la presencia del intercambiador de Valdebebas y su cota de andenes por la necesidad de trazado para el paso bajo el Túnel de Cercanías situado poco antes de la entrada a la estación.

Esta Estación presenta conexión con el intercambiador de Valdebebas actualmente en construcción. El acceso a la estación se realiza principalmente desde el interior del Intercambiador. De manera adicional se presenta un segundo acceso desde el espacio público que se genera sobre la estación, próxima a la calle de Juan Antonio Samaranch. Este acceso de proyecta desde el testero de la estación directamente a cota del nivel del vestíbulo, aprovechando el desnivel de la calle.

El vestíbulo se sitúa a la misma cota que el vestíbulo del intercambiador de Valdebebas para facilitar su conexión.

La estación cuenta con cuatro niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 35m de profundidad. En estos niveles se encuentra las dependencias y salas técnicas para la explotación por Metro de Madrid, y, además, en esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

#### **Estación Valdebebas Norte**

La estación Valdebebas Norte se ubica bajo la Avenida de Secundino Zuazo con la intersección de la Calle de Luis Moya Blanco.

Su geometría y posición viene condicionada por la fuerte pendiente de la calle y minimizar las afecciones a parcelas colindantes.

El acceso a la estación se sitúa en la calle de Luis Moya Blanco y se realiza a través de un Templete de acceso. La estación también cuenta con dos ascensores exentos al templete que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 60x15m.

#### **Estación Barajas T4**

La estación de L11 en el Aeropuerto T4 se encuentra en la parcela de propiedad de Aena al Oeste del edificio del Parking del Aeropuerto T4.

Su geometría y posición viene condicionada por la demanda debido a los futuros desarrollos en el entorno del aeropuerto y por la existencia del proyecto de acercar AV (Alta Velocidad) al aeropuerto.

El acceso a la estación y su conexión con el Aeropuerto están pendientes de definir en coordinación con Aena y con el Ministerio, para dotar a ambas estaciones de un vestíbulo común de entrada.

La estación cuenta con dos niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 24,5m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta la subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

#### **4.4.4. Pozos interestación**

Aplicando los criterios de diseño explicados anteriormente resultan los siguientes pozos:



PK	Inter- estacion (m)	Nombre	Abrv.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
0+000,00	415,13	Inicio Eje / Inicio Tramo 1					
0+007,50		Pozo Ventilación	PV-1	36	Circular	Anillos	Glorieta Sandro Pertini
0+415,13		Estación Mar de Cristal - C. Arequipa	E1.2				
0+530,13	1.697,16	Estación Mar de Cristal - C. Arequipa	E1.2				
1+019,50		Pozo Ventilación+Pozo Bombeo	PV-2+PB-1	30	Circular	Anillos	Acerá c. Aconcagua
1+356,81		Salida Emergencia	SE-1	31	Circular	Anillos	Acerá C. Tomás Redondo
2+112,29		Estación Ifema-Cárcavas	E2	24	Circular	Anillos	Acerá C. Tomás Redondo
2+227,29	1.150,87	Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+746,22		Pozo Ventilación	PV-3	25	Circular	Anillos	Acerá Avda. FFAA
3+046,03		Salida Emergencia	SE-2	33	Circular	Anillos	Acerá Avda. Alejandro de la Sota
3+263,16		Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+378,16	2.706,25	Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+880,71		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-3+PB-2	31	Circular	Anillos	Parque Princesa Leonor
4+555,99		Pozo Ventilación	PV-4	34	Circular	Anillos	Parque Felipe VI
4+712,89		Salida Emergencia	SE-4	25	Circular	Anillos	Parque Felipe VI
5+419,31		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-5+PB-3	18	Circular	Anillos	Parque Felipe VI
5+745,60		Fin Tramo 1 / Inicio Tramo 2					
6+084,41	1.887,09	Estación Valdebebas Norte	E4				
6+199,41		Estación Valdebebas Norte	E4				
6+914,90		Salida Emergencia	SE-6	24	Circular	Anillos	Acerá C. Gustavo Pérez Pulg
7+088,98		Pozo Ventilación	PV-5	30	Circular	Anillos	Zona verde Valdebebas
7+653,37		Salida Emergencia	SE-7	27	Circular	Anillos	Parcela AENA
8+086,50	895,24	Estación Barajas-T4	E5				
8+201,50		Estación Barajas-T4	E5				
8+613,36		Salida Emergencia+Pozo Bombeo	SE-8+PB-4	30	Circular	Anillos	Parcela AENA
9+010,28		Pozo Ventilación	PV-6	34	Rectang.	Pilotes sec.	Parcela AENA
9+096,74		Fin Eje / Fin Tramo 2					

- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal, Glorieta Sandro Pertini

- Longitud de perforación: 5,64 km
- **Túnel auxiliar de conexión L11-L8 en Mar de Cristal**
  - Método Tradicional de Madrid
- **Estaciones**
  - Pantallas "Cut and cover"
- **Pozos**
  - Todos: anillos sucesivos descendentes

#### Contrato 2. Valdebebas – T4 - Final

- **Túnel de línea**
  - Tuneladora con:
    - Pozo de ataque en extremo terrenos Aena al sur de Parking T4
    - Pozo de extracción en Avda. Secundino Zuazo 43
  - Longitud de perforación: 3,26 km
- **Estaciones**
  - Pantallas "Cut and cover"
- **Pozos**
  - PV- 6: rectangulares mediante pantallas de pilotes secantes
  - Resto: anillos sucesivos descendentes

#### 4.4.5. Procedimientos constructivos

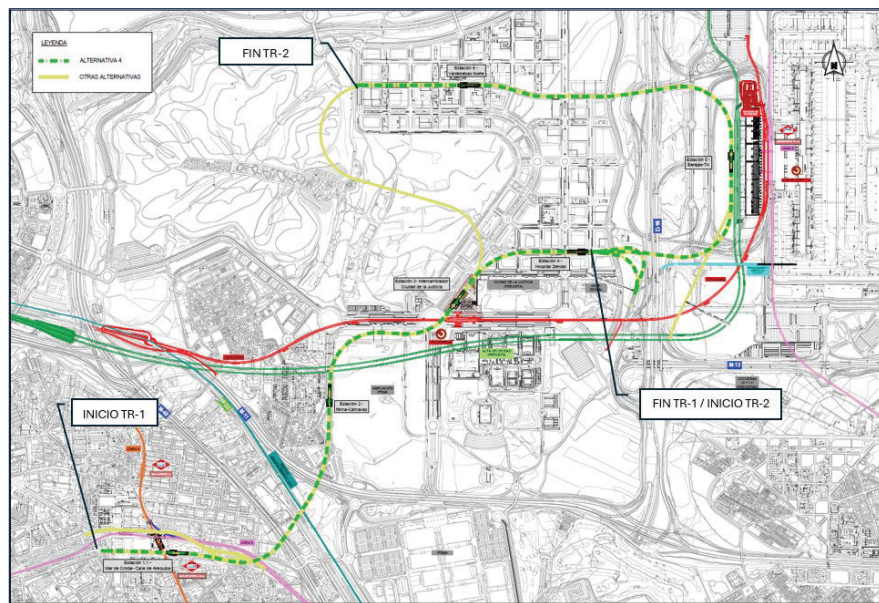
En esta alternativa se proponen los siguientes procedimientos constructivos:

##### Contrato 1. Mar de Cristal - Valdebebas

- **Túnel de línea**
  - Tuneladora con:
    - Pozo de ataque en Avda. Secundino Zuazo 43

## 4.5. ALTERNATIVA 4

Figura nº 20. Planta General. Alternativa 4



### 4.5.1. Tramos constructivos

#### Tramo 1

- Origen:
  - o Pozo de Extracción de Tuneladora (PET-1) en Glorieta Sandro Pertini
- Fin:
  - o Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-1) coincidente con Estación E4 Hospital Zendar.
  - o Zona de instalaciones y acopios. Calle Fernando Higuera y Calle Gustavo Pérez Puig entre Avda. Jose Antonio Corrales y Calle María Reiche

Figura nº 19. Inicio Tramo 1. Pozo de extracción

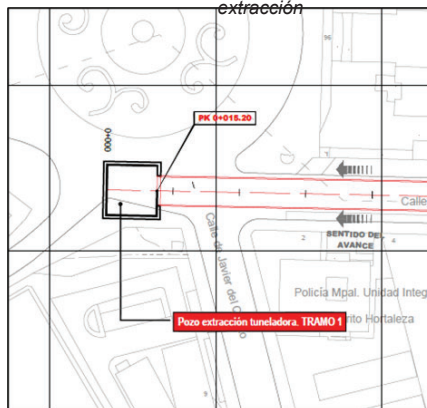
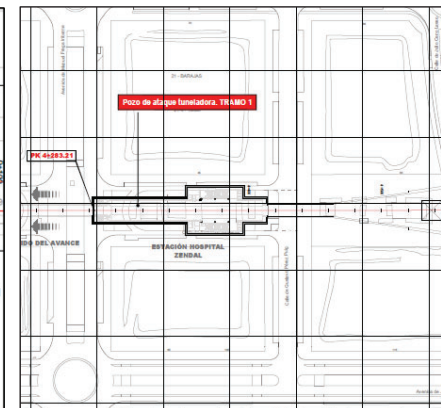


Figura nº 18. Fin Tramo 1. Pozo de ataque



#### Tramo 2

- Origen:
  - o Extracción de Tuneladora dentro de Telescopio 1 (TEL-1) al este del PAT-1. La obra del TEL-1 pertenecerá al Contrato 2
- Fin:
  - o Pozo de Ataque de Tuneladora (PAT-2) en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo
  - o Zona de instalaciones y acopios. Calle María de las Mercedes de Borbón, entre Avda. Secundino Zuazo y Calle Félix Candela

Figura nº 22. Fin Tramo 2. Pozo de extracción

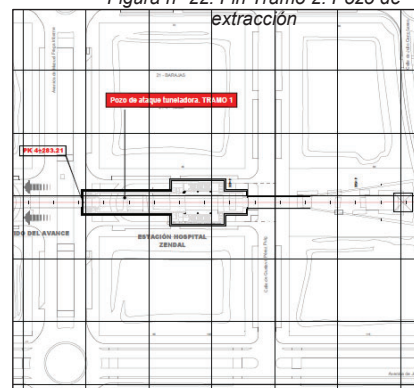
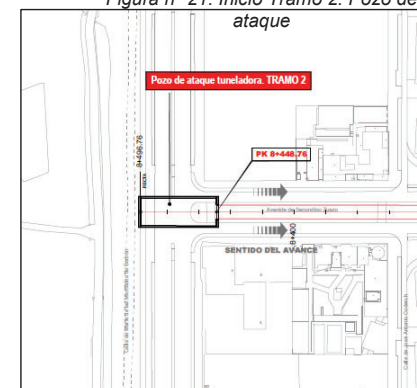


Figura nº 21. Inicio Tramo 2. Pozo de ataque



#### 4.5.2. Trazado

Así como ocurre en la alternativa 3, el trazado proyectado para la alternativa 4 comienza siguiendo el eje de la Calle de Arequipa desde la Glorieta de Sandro Pertini. Antes de llegar a la primera estación, pasa bajo el túnel de la línea 4 de metro. La primera estación se proyecta tras la intersección de la mencionada calle con la glorieta del Mar de Cristal.

Posteriormente, con el objeto de cruzar bajo las líneas 4 y 8 de metro, el trazado presenta rampas descendentes de hasta 33,1 milésimas, seguidas por rampas ascendentes de hasta 33,3 milésimas. Al mismo tiempo, en planta, se desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste, pasando por debajo de la M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona. En este tramo se prevé un desvío para la conexión con la línea 8.

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta y luego se orienta hacia el norte, pasando bajo la M-11 y alineándose con la Calle de Francisco Umbral, donde se situará la segunda estación.

A continuación, mientras el trazado en alzado desciende mediante una rampa constante de 33,3 milésimas, en planta se desarrolla una curva y contracurva que pasa bajo la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, alineándose con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, próxima al intercambiador de Valdebebas, se proyecta la tercera estación.

Posteriormente, una curva de 400 metros de radio dirige el trazado hacia el este, seguida de una recta de 545 metros de longitud que discurre bajo la Calle Fernando Higuera. Bajo esta calle, y próxima al Hospital de Emergencias Enfermera Isabel Zendal, se proyecta la cuarta estación. En cuanto al alzado, este tramo presenta importantes rampas descendentes de hasta 33,8 milésimas.

Después de la cuarta estación, se presenta un telescopio de bifurcación del que salen los dos ramales técnicos que conectarán con las nuevas cocheras de L11 y L8. Estos ramales giran hacia el sur (uno de ellos en salto de carnero sobre el túnel de línea) para, posteriormente, confluir y encarar la futura conexión con cocheras en túnel de vía doble, punto éste donde se sitúa el límite constructivo de este proyecto. El trazado propuesto es compatible con una prolongación hacia cocheras con rampa de 35 milésimas el cruce bajo la línea C1/C10 de Renfe Cercanías y el posterior cruce sobre el túnel de Alta Velocidad previsto.

Por su parte, tras el telescopio, el túnel de línea continúa en su alineación este-oeste, abandona el barrio de Valdebebas, cruza bajo la M-12, se adentra en la zona aeroportuaria mediante ligera curva hacia el sur y posterior contracurva hacia el norte de radio 300 m para tomar una alineación recta de 371 metros de longitud paralela al vial de acceso a los aparcamientos de la T4 donde

se situará la nueva estación próxima a la Terminal 4 del Aeropuerto. En cuanto al alzado tras el telescopio, la tendencia descendente continúa hasta alcanzar su punto más bajo en la estación de Barajas T4.

Tras la recta de la estación, el trazado desarrolla una curva de 300 metros de radio, vuelve a pasar bajo la M-12, sus ramales y los accesos a la Terminal 4, pero esta vez en dirección oeste, abandonando la zona aeroportuaria e ingresando en la zona norte del barrio de Valdebebas. El trazado en alzado presenta en este tramo pendientes ascendentes de hasta 26 milésimas.

Una vez que el trazado regresa a la zona residencial del barrio de Valdebebas, sigue bajo la Calle de Secundino Zuazo durante los siguientes 1.600 metros, y la sexta y última estación se ubicará bajo su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco. El trazado proyectado para esta alternativa 4 finaliza con una longitud total de 8.349,65 metros, bajo la intersección de la Calle Secundino Zuazo con la Calle María de las Mercedes de Borbón. La pendiente ascendente en alzado se mantiene en este último tramo.

#### 4.5.3. Estaciones

La Alternativa 4 de trazado se proyecta con un total de 6 estaciones. La estación inicial de este tramo se encuentra en Mar de Cristal y discurre por el aeropuerto T4 hasta su estación final en el barrio de Valdebebas. En concreto las estaciones son:

- E1: Mar de Cristal – calle de Arequipa (Intercambio con Línea 4 y Línea 8)
- E2: Ifema – Cárcavas
- E3: Intercambiador – Ciudad de la Justicia
- E4: Hospital Zendal
- E5: Barajas T4
- E6: Valdebebas Norte

Las estaciones se proyectan con criterios comunes: se define la cota del andén respecto a la vía a 1.05m por encima de la cota carril. Se contempla para todas las estaciones del presente Estudio Informativo la configuración de andenes laterales, de dimensiones 115m de longitud y 4,5m de ancho.

Los accesos a los andenes se resuelven mediante cañones laterales comunicando el nivel preandén con el nivel andén.

La geometría de las estaciones es regular, tomando como criterio un paralelepípedo de 140m de longitud y de ancho variable, siendo su lado más ancho de 37m y el más estrecho de 20m

A continuación, se realiza una breve descripción de cada estación:

### ***Estación Mar de Cristal – Calle de Arequipa***

La Estación de L11 en Mar de Cristal se ubica bajo la calle de Arequipa y parcialmente bajo la parcela de propiedad pública y de uso dotacional deportivo aún sin construir al Norte de la misma calle. Esta estación presenta intercambio con las existentes Línea 4 y la Línea 8 de Metro de Madrid.

Su geometría y posición viene condicionada por la existente estación de Mar de Cristal al Norte con la que se realiza intercambio.

El acceso a la estación se realiza a través de los existentes puntos de acceso a la estación de Mar de Cristal sin añadir ningún templete de acceso adicional. Sólo se contempla una entrada adicional desde la futura área intermodal de transportes ubicada en el lado Este de la glorieta de Mar de Cristal, y que comunica directamente con el vestíbulo existente a través de un cañón.

La estación cuenta con tres niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 30m de profundidad. Estos están situados a una cota específica para garantizar el intercambio con las otras líneas existentes. En los niveles intermedios se distribuyen las dependencias y salas técnicas para la explotación de Metro de Madrid, además de la subestación de tracción con unas dimensiones de 36x15m.

De manera adicional al diseño de la estación de L11, se ha contemplado proporcionar a los existentes andenes de L4 y L8 de Mar de Cristal de escaleras de evacuación libre de humos y debidamente presurizadas, para cumplir la normativa vigente de evacuación en caso de incendio.

### ***Estación Ifema – Cárcavas***

La Estación Ifema se ubica bajo la calle de Francisco Umbral. Su geometría viene condicionada por la pendiente que marca la calle Francisco Umbral y la necesidad de proyectar el acceso al Norte de la estación para cubrir la demanda de usuarios del barrio.

El acceso a la estación se realiza desde el bulevar central de la calle de Francisco Umbral y está dotado de un Templete de acceso sobre la huella de la estación y de manera independiente dos ascensores que comunican con el vestíbulo de manera directa.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad.

### ***Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia***

La Estación Ciudad de la Justicia se ubica en la parcela de propiedad de la Comunidad de Madrid entre las calles Juan Antonio Samaranch y Avenida de las Fuerzas Armadas.

Su posición viene condicionada por la presencia del intercambiador de Valdebebas y su cota de andenes por la necesidad de trazado para el paso bajo el Túnel de Cercanías situado poco antes de la entrada a la estación.

Esta Estación presenta conexión con el intercambiador de Valdebebas actualmente en construcción. El acceso a la estación se realiza principalmente desde el interior del Intercambiador. De manera adicional se presenta un segundo acceso desde el espacio público que se genera sobre la estación, próxima a la calle de Juan Antonio Samaranch. Este acceso de proyecta desde el testero de la estación directamente a cota del nivel del vestíbulo, aprovechando el desnivel de la calle.

El vestíbulo se sitúa a la misma cota que el vestíbulo del intercambiador de Valdebebas para facilitar su conexión.

La estación cuenta con cuatro niveles intermedios para salvar la diferencia de cota hasta llegar al nivel de andén a 35m de profundidad. En estos niveles se encuentra las dependencias y salas técnicas para la explotación por Metro de Madrid, y, además, en esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

### ***Estación Hospital Zenda***

La estación de Hospital Zenda se ubica bajo la Calle Fernando Higuera con la intersección de la Avenida Manuel Fraga Iribarne.

Su geometría y posición viene condicionada por la pendiente de la calle y la necesidad de disponer el acceso de entrada en la Avenida Manuel Fraga Iribarne para dar servicio al Hospital Isabel Zenda.

El acceso a la estación se sitúa en el bulevar central de la Calle Fernando Higuera, y se realiza a través de un Templete de acceso. El acceso también cuenta con dos ascensores que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo, situados de manera independiente al Templete.

La estación cuenta con tres niveles intermedios hasta llegar la cota de andén. Al estar la calle en pendiente la profundidad de la nueva estación difiere entre 25m en su lado Este y 31 m en su lado Oeste.

### ***Estación Barajas T4***



La estación de L11 en el Aeropuerto T4 se encuentra en la parcela de propiedad de Aena al Oeste del edificio del Parking del Aeropuerto T4.

Su geometría y posición viene condicionada por la demanda debido a los futuros desarrollos en el entorno del aeropuerto y por la existencia del proyecto de acercar AV (Alta Velocidad) al aeropuerto.

El acceso a la estación y su conexión con el Aeropuerto están pendientes de definir en coordinación con Aena y con el Ministerio, para dotar a ambas estaciones de un vestíbulo común de entrada.

La estación cuenta con dos niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 24,5m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta la subestación de tracción con unas dimensiones de 25x15m.

#### Estación Valdebebas Norte

La estación Valdebebas Norte se ubica bajo la Avenida de Secundino Zuazo con la intersección de la Calle de Luis Moya Blanco.

Su geometría y posición viene condicionada por la fuerte pendiente de la calle y minimizar las afecciones a parcelas colindantes.

El acceso a la estación se sitúa en la calle de Luis Moya Blanco y se realiza a través de un Templete de acceso. La estación también cuenta con dos ascensores exentos al templete que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo.

La estación presenta tres niveles intermedios hasta llegar a la cota de andén a 30m de profundidad. En estos niveles intermedios se aprovecha el espacio para ubicar las dependencias y salas técnicas para su explotación por Metro de Madrid, y en concreto esta estación cuenta con una subestación de tracción con unas dimensiones de 60x15m.

#### 4.5.4. Pozos interestación

Aplicando los criterios de diseño explicados anteriormente resultan los siguientes pozos:

PK	Inter-estación (m)	Nombre	Abrv.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
TÚNEL DE LÍNEA							
0+000,00	415,13	Inicio Eje / Inicio Tramo 1					
0+007,50		Pozo Ventilación	PV-1	36	Circular	Anillos	Glorieta Sandro Pertini
0+415,13		Estación Mar de Cristal - C. Arequipa	E1.2				

PK	Inter- estacion (m)	Nombre	Abrv.	Prof. Pozo (m)	Planta	Proc. Construct	Ubicación rejilla/acceso
0+530,13	1.582,16	Estación Mar de Cristal - C. Arequipa	E1.2				
1+019,50		Pozo Ventilación+Pozo Bombeo	PV-2+PB-1	30	Circular	Anillos	Acera c. Aconcagua
1+356,81		Salida Emergencia	SE-1	31	Circular	Anillos	Acera C. Tomás Redondo
2+112,29		Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+227,29	1.035,87	Estación Ifema-Cárcavas	E2				
2+746,22		Pozo Ventilación	PV-3	25	Circular	Anillos	Acera Avda. FFAA
3+046,03		Salida Emergencia	SE-2	33	Circular	Anillos	Acera Avda. Alejandro de la Sota
3+263,16		Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+378,16	769,98	Estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia	E3				
3+680,30		Pozo Ventilación	PV-4	29	Circular	Anillos	C. Ramón Vázquez Molezún
4+148,14		Estación Hospital Zental	E4				
4+263,14	1.475,42	Estación Hospital Zental	E4				
		Fin Tramo 1 / Inicio Tramo 2					
4+831,33		Salida Emergencia	SE-3	26	Circular	Anillos	Parcela AENA
5+170,18		Pozo Ventilación	PV-6	27	Circular	Anillos	Parcela AENA
5+738,56		Estación Barajas-T4	E5				
5+853,56	1.887,08	Estación Barajas-T4	E5				
6+139,59		Salida Emergencia	SE-4	27	Circular	Anillos	Parcela AENA
6+703,98		Pozo Ventilación	PV-7	30	Circular	Anillos	Zona verde Valdebebas
6+878,06		Salida Emergencia	SE-5	29	Circular	Anillos	Acera C. Gustavo Pérez Pulg
7+740,64		Estación Valdebebas Norte	E6				
7+855,64	494,01	Estación Valdebebas Norte	E6				
8+349,60		Pozo Ventilación	PV-8	19	Rectang.	Pilotes sec.	Parque Felipe VI
8+349,65		Fin Eje / Fin Tramo 2		19			
RAMAL COCHERAS (EJE 8, SALTO DE CARNERO)							
0+000,00	532,07	Inicio Eje					
0+523,88		Pozo Ventilación+Pozo Bombeo	PV-5+PB-2	20	Rectang.	Pilotes sec.	Zona verde Valdebebas
0+532,07		Fin Eje					

#### 4.5.5. Procedimientos constructivos

##### Contrato 1. Mar de Cristal – Hospital Zental

##### - Túnel de línea

- Tuneladora con:
  - Pozo de ataque en tímpano este estación E4
  - Pozo de extracción en final de culatón Glorieta Sandro Pertini
- Longitud de perforación: 4,13 km

- **Túnel auxiliar de conexión L11-L8 en Mar de Cristal**
  - o Método Tradicional de Madrid
- **Estaciones**
  - o Pantallas “Cut and cover”
- **Pozos**
  - o PV-1: rectangulares mediante pantallas de pilotes secantes
  - o Resto: anillos sucesivos descendentes

#### Contrato 2. Valdebebas Sur – T4 - Valdebebas Norte

- **Túnel de línea**
  - o Tuneladora con:
    - Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo
    - Pozo de extracción en extremo este de calle Fernando Higuera
  - o Longitud de perforación: 3,90 km
- **Estaciones**
  - o Pantallas “Cut and cover”
- **Pozos**
  - o PV-5 y 8: rectangulares mediante pantallas de pilotes secantes
  - o Resto: anillos sucesivos descendentes



Figura nº 23. Mapa de zonas tarifarias del CRTM. Fuente: CRTM

## 5. ÁREAS DE ESTUDIO

### 5.1. ANÁLISIS DE DEMANDA

El presente Estudio Informativo ha analizado y desarrollado en detalle 4 alternativas de trazado, dos con 5 nuevas estaciones y dos con 4 nuevas estaciones. En el ANEJO Nº 3. ANÁLISIS DE DEMANDA se encuentran descritas todas las alternativas desde el punto de vista de la demanda.

#### 5.1.1. Situación actual

Todo el sistema de transporte público que discurre en el ámbito de estudio se encuentra integrado dentro de las competencias del Consorcio Regional de Madrid (CRTM), el órgano del sector público que concentra las competencias en materia de transporte regular de viajeros de la Comunidad de Madrid. De acuerdo con la zonificación tarifaria del CRTM, el área de estudio se integra dentro de la zona A.

Sobre el plano que se muestra a continuación se han sintetizado los servicios de transporte público ofertados en el radio del ámbito de estudio, especificando los itinerarios diseñados para cada servicio

Figura nº 24. Planta General. Alternativa 1

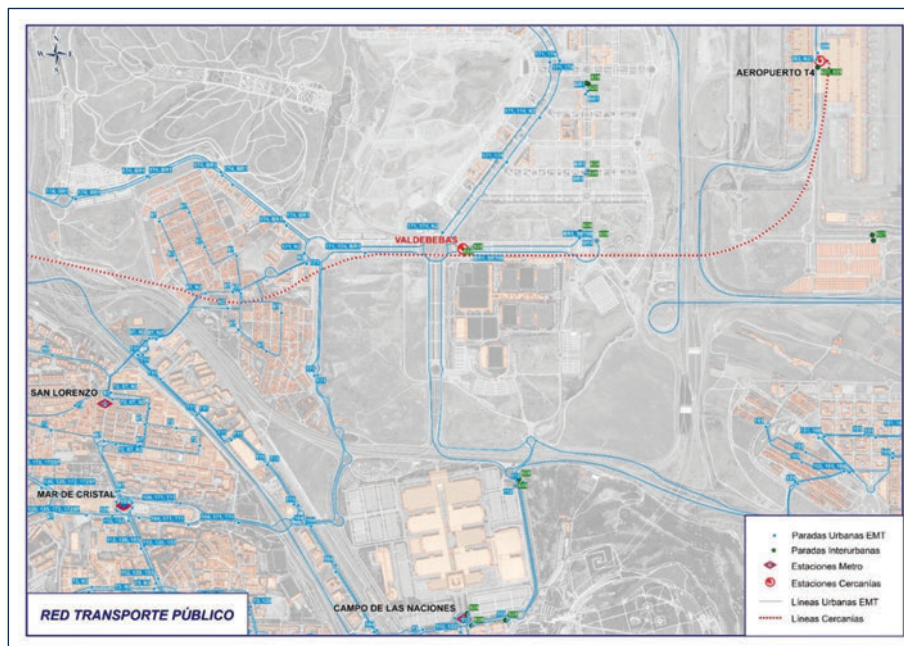


Figura nº 25. Red de TTP del ámbito de estudio

### 5.1.2. Modelo de transporte de situación actual

El modelo de transporte desarrollado se ha realizado con el software de macrosimulación PTV VISUM. Este modelo tiene como objetivo disponer de una herramienta matemático-estadística que estime la demanda del sistema de transporte en respuesta a las diferentes actuaciones sobre el mismo de manera que se tenga en cuenta tanto cambios en la distribución espacial como en el reparto modal.

Se trata de un modelo basado en el modelo de cuatro etapas clásico, en el que todos los submodelos se han desarrollado a nivel agregado.

El modelo base realizado se refiere a un día medio laborable. El modelo tiene tres componentes principales:

- **La oferta de transporte.** La oferta de transporte se corresponde con el viario existente en el ámbito de estudio, con sus características, y que constituye el denominado modelo de la red viaria.
- **La demanda de transporte.** La demanda de transporte se refleja en las matrices de viajes que recoge todos los desplazamientos que se producen para el total de vehículos, entre todas las zonas del conjunto de la red.
- **El procedimiento de asignación.** Establece como se integran los datos de demanda y de oferta, simulando el comportamiento de los conductores para obtener el tráfico en la red viaria.

### 5.1.3. Modelo de transporte de situación futura

En el modelo de transporte de situación actual antes descrito se han insertado las alternativas de trazado y estaciones correspondientes que se proponen en este Estudio Informativo y que se han descrito ya anteriormente.

En cuanto a los tiempos de recorrido, se han realizado simulaciones de marcha tipo con objeto de obtener los tiempos en cada alternativa. Estas simulaciones se recogen en el ANEJO Nº 3.

### ANÁLISIS DE DEMANDA

En cuanto a los tiempos de transbordo, en el modelo se han considerado, además de los correspondientes tiempos de penalización y espera, un tiempo de transbordo (a pie) de un (1) minuto salvo en la estación del Aeropuerto en que se consideran (2) minutos.

Si bien estos parámetros pueden analizarse y particularizarse con mayor detalle para cada estación, su influencia en análisis comparativo es muy escasa y no causará diferencias significativas con los resultados obtenidos a partir de los adoptados.

### 5.1.4. Escenarios temporales

Se han simulado dos escenarios temporales: 2035 y 2040. Estos escenarios se han construido partiendo del escenario base, correspondiente a la última Encuesta Domiciliaria de Movilidad del CRTM que es del año 2019.

Para cada año horizonte se han definido las variables explicativas que tienen influencia en el modelo de cuatro etapas. Estas variables se refieren a las variables explicativas de la movilidad generada y atraída, siendo el resto de las variables influyentes en el modelo generadas por el mismo a partir de las alternativas de trazado y explotación, como son los tiempos de recorrido, frecuencias...

Las variables explicativas que se han definido para los dos escenarios, para todas las zonas de la Comunidad de Madrid, son:

- Población por segmentos de edad y género, con y sin carnet, y actividad (otras actividades, estudiantes, trabajadores, parados...).
- Empleo según sector (Administración, agricultura, construcción, educación...).
- Plazas escolares (universitarias y no universitarias).
- Superficies según usos (Comercial, industrial, oficinas, residencia...).

No se ha evaluado el impacto de nuevas actuaciones urbanísticas como pueda ser la futura Ciudad de la Justicia o la futura Ciudad Aeroportuaria en torno a la T4.

#### 5.1.5. Estimación de la demanda futura de la línea

A continuación se muestran los cuadros resumen de resultados de demanda futura de viajeros en día laborable para cada una de las alternativas. Tablas y datos adicional de mayor detalle figuran en el Anejo.

##### - Alternativa 1

Tabla nº 1. Demanda Alternativa 1. Explotación Parcial. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3 396	232	3.164	0	0	0
Valdebebas Norte	1 824	1.822	2	2.784	2.706	78
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	290	265	25	472	287	185
Ifema - Cárcavas	177	171	6	70	66	4
Mar de Cristal	0	0	0	2.361	618	1.743
<b>Total Sentido</b>	<b>5.687</b>	<b>2.490</b>	<b>3.197</b>	<b>5.687</b>	<b>3.677</b>	<b>2.010</b>
Mar de Cristal	1 974	700	1.274	0	0	0
Ifema - Cárcavas	52	50	2	101	97	4
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	490	380	110	186	155	31
Valdebebas Norte	1 906	1.718	188	1.503	1.502	1
Barajas T4	0	0	0	2.632	200	2.432
<b>Total Sentido</b>	<b>4.422</b>	<b>2.848</b>	<b>1.574</b>	<b>4.422</b>	<b>1.954</b>	<b>2.468</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.109</b>	<b>5.338</b>	<b>4.771</b>	<b>10.109</b>	<b>5.631</b>	<b>4.478</b>

Tabla nº 2. Demanda Alternativa 1. Explotación Parcial. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3 530	234	3.296	0	0	0
Valdebebas Norte	1 961	1.959	2	2.912	2.833	79
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	300	274	26	488	291	197
Ifema - cárcavas	180	174	6	75	71	4
Mar de Cristal	0	0	0	2.495	647	1.848
<b>Total Sentido</b>	<b>5.971</b>	<b>2.641</b>	<b>3.330</b>	<b>5.970</b>	<b>3.842</b>	<b>2.128</b>
Mar de Cristal	2 074	730	1.344	0	0	0
Ifema - cárcavas	57	54	3	103	99	4
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	508	395	113	188	157	31
Valdebebas Norte	1 969	1.774	195	1.604	1.604	0
Barajas T4	0	0	0	2.713	201	2.512
<b>Total Sentido</b>	<b>4.608</b>	<b>2.953</b>	<b>1.655</b>	<b>4.608</b>	<b>2.061</b>	<b>2.547</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.579</b>	<b>5.594</b>	<b>4.985</b>	<b>10.578</b>	<b>5.903</b>	<b>4.675</b>

Tabla nº 3. Demanda Alternativa 1. Explotación Completa. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3.820	611	3.209	0	0	0
Valdebebas Norte	2.102	2.099	3	2.762	2.692	70
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	538	311	227	418	304	114
Ifema - Cárcabas	438	397	41	64	60	4
Mar de Cristal				1.797	637	1.160
<b>Total Sentido</b>	<b>6.898</b>	<b>3.418</b>	<b>3.480</b>	<b>5.041</b>	<b>3.693</b>	<b>1.348</b>
Mar de Cristal	1.380	672	708			
Ifema - cárcavas	52	50	2	381	300	81
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	506	430	76	525	279	246
Valdebebas Norte	1.898	1.718	180	1.716	1.716	0
Barajas T4	0	0	0	3.217	593	2.624
<b>Total Sentido</b>	<b>3.836</b>	<b>2.870</b>	<b>966</b>	<b>5.839</b>	<b>2.888</b>	<b>2.951</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.734</b>	<b>6.288</b>	<b>4.446</b>	<b>10.880</b>	<b>6.581</b>	<b>4.299</b>



Tabla nº 4. Demanda Alternativa 1. Explotación Completa. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3.965	613	3 352	0	0	0
Valdebebas Norte	2.237	2 234	3	2.898	2 828	70
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	551	321	230	426	307	119
Ifema - cárcavas	444	403	41	69	65	4
Mar de Cristal				1.896	665	1 231
<b>Total Sentido</b>	<b>7.197</b>	<b>3.571</b>	<b>3.626</b>	<b>5.289</b>	<b>3.865</b>	<b>1.424</b>
Mar de Cristal	1.441	700	741			
Ifema - cárcavas	57	54	3	387	306	81
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	526	448	78	532	285	247
Valdebebas Norte	1.965	1.779	186	1.816	1 816	0
Barajas T4	0	0	0	3.306	595	2.711
<b>Total Sentido</b>	<b>3.989</b>	<b>2.981</b>	<b>1.008</b>	<b>6.041</b>	<b>3.002</b>	<b>3.039</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>11.186</b>	<b>6.552</b>	<b>4.634</b>	<b>11.330</b>	<b>6.867</b>	<b>4.463</b>

- Alternativa 2

Tabla nº 5. Demanda Alternativa 2. Explotación Parcial. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.063	2.944	119	0	0	0
Barajas T4	1.384	370	1.014	1.588	0	1.588
Hospital Zandal	39	39	0	895	895	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	54	34	20	80	10	70
Ifema - cárcavas	170	168	2	61	58	3
Mar de Cristal	0	0	0	2.085	605	1.480
<b>Total Sentido</b>	<b>4.710</b>	<b>3.555</b>	<b>1.155</b>	<b>4.709</b>	<b>1.568</b>	<b>3.141</b>
Mar de Cristal	1.740	659	1.081	0	0	0
Ifema - cárcavas	45	44	1	98	95	3
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	130	12	118	61	19	42
Hospital Zandal	1.129	1.129	0	22	22	0
Barajas T4	2.515	2	2.513	1.659	320	1.339
Mar de Cristal	0	0	0	3.718	3.664	54
<b>Total Sentido</b>	<b>5.559</b>	<b>1.846</b>	<b>3.713</b>	<b>5.558</b>	<b>4.120</b>	<b>1.438</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.269</b>	<b>5.401</b>	<b>4.868</b>	<b>10.267</b>	<b>5.688</b>	<b>4.579</b>

Tabla nº 6. Demanda Alternativa 2. Explotación Parcial. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.237	3.114	123	0	0	0
Barajas T4	1.398	372	1.026	1.652	0	1.652
Hospital Zandal	40	40	0	904	904	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	55	35	20	83	11	72
Ifema - cárcavas	173	171	2	65	62	3
Mar de Cristal	0	0	0	2.199	632	1.567
<b>Total Sentido</b>	<b>4.903</b>	<b>3.732</b>	<b>1.171</b>	<b>4.903</b>	<b>1.609</b>	<b>3.294</b>
Mar de Cristal	1.829	687	1.142	0	0	0
Ifema - cárcavas	48	47	1	100	97	3
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	132	13	119	64	19	45
Hospital Zandal	1.174	1.174	0	23	23	0
Barajas T4	2.657	2	2.655	1.708	322	1.386
Mar de Cristal	0	0	0	3.945	3.890	55
<b>Total Sentido</b>	<b>5.840</b>	<b>1.923</b>	<b>3.917</b>	<b>5.840</b>	<b>4.351</b>	<b>1.489</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.743</b>	<b>5.655</b>	<b>5.088</b>	<b>10.743</b>	<b>5.960</b>	<b>4.783</b>

Tabla nº 7. Demanda Alternativa 2. Explotación Completa. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.369	3.256	113	0	0	0
Barajas T4	1.942	839	1.103	1.552	0	1.552
Hospital Zandal	69	69	0	894	894	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	324	80	244	99	12	87
Ifema - cárcavas	428	394	34	57	54	3
Mar de Cristal				1.550	615	935
<b>Total Sentido</b>	<b>6.132</b>	<b>4.638</b>	<b>1.494</b>	<b>4.152</b>	<b>1.575</b>	<b>2.577</b>
Mar de Cristal	1.084	627	457			
Ifema - cárcavas	45	43	2	378	296	82
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	135	12	123	366	91	275
Hospital Zandal	1.104	1.104	0	81	81	0
Barajas T4	2.504	2	2.502	2.343	783	1.560
Mar de Cristal	0	0	0	3.914	3.867	47
<b>Total Sentido</b>	<b>4.872</b>	<b>1.788</b>	<b>3.084</b>	<b>7.082</b>	<b>5.118</b>	<b>1.964</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>11.004</b>	<b>6.426</b>	<b>4.578</b>	<b>11.234</b>	<b>6.693</b>	<b>4.541</b>



Tabla nº 8. Demanda Alternativa 2. Explotación Completa. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.537	3.420	117	0	0	0
Barajas T4	1.959	842	1.117	1.606	0	1.606
Hospital Zental	71	71	0	904	904	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	330	82	248	101	13	88
Ifema - cárcavas	435	401	34	61	58	3
Mar de Cristal				1.631	641	990
<b>Total Sentido</b>	<b>6.332</b>	<b>4.816</b>	<b>1.516</b>	<b>4.303</b>	<b>1.616</b>	<b>2.687</b>
Mar de Cristal	1.134	653	481			
Ifema - cárcavas	48	46	2	385	303	82
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	137	13	124	371	93	278
Hospital Zental	1.149	1.149	0	84	84	0
Barajas T4	2.635	2	2.633	2.394	784	1.610
Mar de Cristal	0	0	0	4.129	4.081	48
<b>Total Sentido</b>	<b>5.103</b>	<b>1.863</b>	<b>3.240</b>	<b>7.363</b>	<b>5.345</b>	<b>2.018</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>11.435</b>	<b>6.679</b>	<b>4.756</b>	<b>11.666</b>	<b>6.961</b>	<b>4.705</b>

- Alternativa 3

Tabla nº 9. Demanda Alternativa 3. Explotación Parcial. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3.417	255	3.162	0	0	0
Valdebebas Norte	1.835	1.833	2	2.784	2.706	78
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	311	277	34	468	285	183
Ifema - cárcavas	184	177	7	69	66	3
Mar de Cristal	0	0	0	2.426	626	1.800
<b>Total Sentido</b>	<b>5.747</b>	<b>2.542</b>	<b>3.205</b>	<b>5.747</b>	<b>3.683</b>	<b>2.064</b>
Mar de Cristal	2.009	707	1.302	0	0	0
Ifema - cárcavas	0	0	0	0	0	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	455	358	97	192	159	33
Valdebebas Norte	1.903	1.713	190	1.512	1.512	0
Barajas T4	0	0	0	2.611	218	2.393
<b>Total Sentido</b>	<b>4.367</b>	<b>2.778</b>	<b>1.589</b>	<b>4.315</b>	<b>1.889</b>	<b>2.426</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.114</b>	<b>5.320</b>	<b>4.794</b>	<b>10.062</b>	<b>5.572</b>	<b>4.490</b>

Tabla nº 10. Demanda Alternativa 3. Explotación Parcial. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3.553	256	3.297	0	0	0
Valdebebas Norte	1.972	1.969	3	2.915	2.836	79
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	321	286	35	483	288	195
Ifema - cárcavas	186	180	6	75	71	4
Mar de Cristal	0	0	0	2.560	654	1.906
<b>Total Sentido</b>	<b>6.032</b>	<b>2.691</b>	<b>3.341</b>	<b>6.033</b>	<b>3.849</b>	<b>2.184</b>
Mar de Cristal	2.109	737	1.372	0	0	0
Ifema - cárcavas	0	0	0	0	0	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	472	373	99	194	162	32
Valdebebas Norte	1.967	1.771	196	1.613	1.612	1
Barajas T4	0	0	0	2.691	219	2.472
<b>Total Sentido</b>	<b>4.548</b>	<b>2.881</b>	<b>1.667</b>	<b>4.498</b>	<b>1.993</b>	<b>2.505</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.580</b>	<b>5.572</b>	<b>5.008</b>	<b>10.531</b>	<b>5.842</b>	<b>4.689</b>

Tabla nº 11. Demanda Alternativa 3. Explotación Completa. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3.839	628	3.211	0	0	0
Valdebebas Norte	2.123	2.119	4	2.764	2.694	70
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	555	323	232	414	300	114
Ifema - cárcavas	446	400	46	64	60	4
Mar de Cristal				1.862	643	1.219
<b>Total Sentido</b>	<b>6.963</b>	<b>3.470</b>	<b>3.493</b>	<b>5.104</b>	<b>3.697</b>	<b>1.407</b>
Mar de Cristal	1.402	678	724			
Ifema - cárcavas	0	0	0	0	0	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	494	421	73	540	284	256
Valdebebas Norte	1.896	1.715	181	1.724	1.724	0
Barajas T4	0	0	0	3.209	598	2.611
<b>Total Sentido</b>	<b>3.792</b>	<b>2.814</b>	<b>978</b>	<b>5.473</b>	<b>2.606</b>	<b>2.867</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.755</b>	<b>6.284</b>	<b>4.471</b>	<b>10.577</b>	<b>6.303</b>	<b>4.274</b>

Tabla nº 12. Demanda Alternativa 3. Explotación Completa. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Barajas T4	3.976	631	3.345	0	0	0
Valdebebas Norte	2.260	2.257	3	2.891	2.821	70
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	568	333	235	422	304	118
Ifema - Cárcabas	453	407	46	69	65	4
Mar de Cristal				1.965	673	1.292
<b>Total Sentido</b>	<b>7.257</b>	<b>3.628</b>	<b>3.629</b>	<b>5.347</b>	<b>3.863</b>	<b>1.484</b>
Mar de Cristal	1.465	707	758			
Ifema - Cárcabas	0	0	0	0	0	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	514	438	76	547	290	257
Valdebebas Norte	1.961	1.773	188	1.825	1.824	1
Barajas T4	0	0	0	3.297	600	2.697
<b>Total Sentido</b>	<b>3.940</b>	<b>2.918</b>	<b>1.022</b>	<b>5.669</b>	<b>2.714</b>	<b>2.955</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>11.197</b>	<b>6.546</b>	<b>4.651</b>	<b>11.016</b>	<b>6.577</b>	<b>4.439</b>

- Alternativa 4

Tabla nº 13. Demanda Alternativa 4. Explotación Parcial. 2035.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.078	2.953	125	0	0	0
Barajas T4	1.381	377	1.004	1.596	0	1.596
Hospital Zental	39	39	0	890	890	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	63	36	27	75	9	66
Ifema - Cárcabas	176	175	1	59	56	3
Mar de Cristal	0	0	0	2.118	610	1.508
<b>Total Sentido</b>	<b>4.737</b>	<b>3.580</b>	<b>1.157</b>	<b>4.738</b>	<b>1.565</b>	<b>3.173</b>
Mar de Cristal	1.768	663	1.105	0	0	0
Ifema - Cárcabas	43	42	1	102	99	3
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	117	12	105	64	19	45
Hospital Zental	1.122	1.122	0	23	23	0
Barajas T4	2.505	2	2.503	1.645	327	1.318
Mar de Cristal	0	0	0	3.721	3.666	55
<b>Total Sentido</b>	<b>5.555</b>	<b>1.841</b>	<b>3.714</b>	<b>5.555</b>	<b>4.134</b>	<b>1.421</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.292</b>	<b>5.421</b>	<b>4.871</b>	<b>10.293</b>	<b>5.699</b>	<b>4.594</b>

Tabla nº 14. Demanda Alternativa 4. Explotación Parcial. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.249	3.119	130	0	0	0
Barajas T4	1.395	379	1.016	1.657	0	1.657
Hospital Zental	40	40	0	900	900	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	65	37	28	77	10	67
Ifema - Cárcabas	179	178	1	63	60	3
Mar de Cristal	0	0	0	2.233	638	1.595
<b>Total Sentido</b>	<b>4.928</b>	<b>3.753</b>	<b>1.175</b>	<b>4.930</b>	<b>1.608</b>	<b>3.322</b>
Mar de Cristal	1.859	693	1.166	0	0	0
Ifema - Cárcabas	46	45	1	104	100	4
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	119	13	106	66	20	46
Hospital Zental	1.167	1.167	0	24	24	0
Barajas T4	2.642	2	2.640	1.694	329	1.365
Mar de Cristal	0	0	0	3.944	3.888	56
<b>Total Sentido</b>	<b>5.833</b>	<b>1.920</b>	<b>3.913</b>	<b>5.832</b>	<b>4.361</b>	<b>1.471</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>10.761</b>	<b>5.673</b>	<b>5.088</b>	<b>10.762</b>	<b>5.969</b>	<b>4.793</b>

Tabla nº 15. Demanda Alternativa 4. Explotación Completa. 2040.

Estación	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
	Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
Valdebebas Norte	3.543	3.426	117	0	0	0
Barajas T4	1.957	845	1.112	1.605	0	1.605
Hospital Zental	71	71	0	902	902	0
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	338	83	255	98	12	86
Ifema - Cárcabas	435	405	30	60	56	4
Mar de Cristal				1.667	650	1.017
<b>Total Sentido</b>	<b>6.344</b>	<b>4.830</b>	<b>1.514</b>	<b>4.332</b>	<b>1.620</b>	<b>2.712</b>
Mar de Cristal	1.150	659	491			
Ifema - Cárcabas	48	45	3	388	305	83
Intercambiador - Ciudad de la Justicia	134	13	121	379	94	285
Hospital Zental	1.148	1.148	0	86	86	0
Barajas T4	2.637	2	2.635	2.395	786	1.609
Mar de Cristal	0	0	0	4.133	4.082	51
<b>Total Sentido</b>	<b>5.117</b>	<b>1.867</b>	<b>3.250</b>	<b>7.381</b>	<b>5.353</b>	<b>2.028</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>	<b>11.461</b>	<b>6.697</b>	<b>4.764</b>	<b>11.713</b>	<b>6.973</b>	<b>4.740</b>

## - Resumen general

Tabla nº 16. Matriz de Transbordos en Mar de Cristal. Explotación Completa. 2035.

Alt.	Exp.	Año	Viajeros Subidos			Viajeros Bajados		
			Total	Directos	Transbordos	Total	Directos	Transbordos
1	Parcial	2035	10.109	5.338	4.771	10.109	5.631	4.478
		2040	10.579	5.594	4.985	10.578	5.903	4.675
	Completa	2035	10.734	6.288	4.446	10.880	6.581	4.299
		2040	11.186	6.552	4.634	11.330	6.867	4.463
2	Parcial	2035	10.269	5.401	4.868	10.267	5.688	4.579
		2040	10.743	5.655	5.088	10.743	5.960	4.783
	Completa	2035	11.004	6.426	4.578	11.234	6.693	4.541
		2040	11.435	6.679	4.756	11.666	6.961	4.705
3	Parcial	2035	10.165	5.370	4.795	10.166	5.672	4.494
		2040	10.636	5.626	5.010	10.637	5.944	4.693
	Completa	2035	10.806	6.333	4.473	10.962	6.605	4.357
		2040	11.253	6.599	4.654	11.407	6.885	4.522
4	Parcial	2035	10.292	5.421	4.871	10.293	5.699	4.594
		2040	10.761	5.673	5.088	10.762	5.969	4.793
	Completa	2035	11.048	6.453	4.595	11.296	6.717	4.579
		2040	11.461	6.697	4.764	11.713	6.973	4.740

## 5.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El trazado de las cuatro alternativas proyectadas discurre íntegramente por el término municipal de Madrid.

El planeamiento urbanístico vigente en el Término Municipal de Madrid está recogido en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOUM) de 1997, publicado en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº92 de 19 de abril de 1997, así como en las Normas Urbanísticas (NN.UU) asociadas a dicho PGOUM.

La última actualización de las Normas Urbanísticas del PGOUM de 1997, es con fecha de 23 de Febrero de 2024, fecha en la que se publicó un Compendio de las citadas Normas. Esta actualización incluye el contenido de la modificación de las NNUU del PG97, aprobada por Acuerdo de 8 de noviembre de 2023 del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid en vigor desde el 27 de noviembre de 2023, y la subsanación de errores aprobada por el Pleno del Ayuntamiento el 29 de enero de 2024.

### 5.2.1. Características urbanísticas del suelo atravesado

Las cuatro Alternativas que se proponen en este Estudio Informativo contiene su trazado en los Distritos 16 Hortaleza y 21 Barajas. El trazado discurre principalmente por suelo Urbano, aunque

atraviesa una pequeña zona de suelo catalogado como urbanizable situada al Norte de la M-11 y al Sur de la parcela de ampliación de Ifema; y sobre suelo calificado como sistemas generales en la parte Este de la M-12, sobre las dependencias de Aena.

A continuación, se describe el ámbito de actuación para cada una de las Alternativas estudiadas en el presente estudio con indicación del tipo de suelo que atraviesan conforme al PGOUM.

### Alternativa 1

La Alternativa 1 tiene su inicio bajo la Calle Agustín de Iturbide, en el distrito 16 Hortaleza. El trazado se inicia en dirección este-noreste y rectifica hacia el noreste, pasando bajo una parcela de uso residencial, para acometer en el parque Alfredo Kraus donde se proyecta la primera estación. La estación se encuentra en suelo de Uso Dotacional Zonas Verdes y al norte de una parcela de Uso Dotacional Servicios Terciario Comercial, en el que se encuentra un centro comercial. Así mismo, se proyecta una nueva entrada a la estación de Mar de Cristal desde la parcela al Este de la glorieta, de uso Dotacional de Transporte (Intercambiador). Esta zona, entre los pks 0+000 y 0+500, está regida por la figura urbanística API.16.14 UA 6 del eje urbano de Hortaleza.

A continuación, el trazado desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste, hasta llegar al cruce por debajo de la M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona. En este tramo entre los pks 0+500 hasta el pk 1+400 el trazado discurre por suelo dotacional de Vía Pública y pasa por debajo de varias parcelas de uso Dotacional:

- Uso Dotacional Educativo: I.N.B. San Lorenzo
- Uso Dotacional Deportivo: Comité Olímpico Español
- Uso Dotacional Zonas Verdes: Parque Villa Rosa y Paco Caño
- Uso Dotacional Zonas Verdes (Parque Distrital): Villa rosa campo de fútbol.

La norma zonal que rige este tramo es la norma zonal 3 (3.2 y 3.1.a)

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta antes de girar hacia el Norte y realizar el cruce con la M-11. Entre los pks 1+400 y 1+900 el trazado discurre bajo dos parcelas de Uso Dotacional:

- Uso Dotacional Deportivo bajo el Ámbito de Ordenación API.21.09 Sector III Olivar de la Hinojosa: Parque del Jardín del Olmo Viejo.
- Uso Dotacional Zonas Verdes con el Ámbito de Ordenación API.21.06 Campo de las Naciones: Bosque Metropolitano Campo de las Naciones

Una vez cruzado la M-11, el trazado se orienta hacia el norte, entre los pks 1+800 y 2+100 atraviesa primero unas parcelas de uso residencial de vivienda unifamiliar bajo la figura urbanística de Ordenación UZI.0.05 Olivar de la Hinojosa.

A continuación, el trazado discurre por la vía pública alineándose con la Calle de Francisco Umbral. Llegados a este punto, el trazado comienza su transición por el Ámbito de Ordenación APE.16.11-RP Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas para toda la zona del barrio de Valdebebas con su límite en el Este marcado por la carretera M-12.

En la calle de Francisco Umbral, entre los pks 2+100 y 2+500, el trazado pasa próximo a una zona residencial en su lado Oeste, con la figura de ordenación urbanística APR16.01 Ampliación Cárcavas Este. En esta calle se proyecta la segunda estación que da servicio a Ifema y el barrio de las Cárcavas, situada en el bulevar central de la calle calificado como uso Dotacional Zonas Verdes.

Entre los pks 2+500 y 3+500, el trazado en planta desarrolla una curva y contracurva pasando por debajo de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, bajo una parcela de Uso Servicios Terciarios Oficinas y posteriormente se alinea con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, y próxima al intercambiador de Valdebebas y Ciudad de la Justicia, se proyecta la tercera estación, bajo una parcela de titularidad autonómica, procedentes de las cesiones de suelo para redes supramunicipales del desarrollo del Plan Parcial del Sector US-4.01 "Parque de Valdebebas".

Pasados el intercambiador, entre los pks 3+700 y 5+600, mediante una curva que discurre bajo una parcela de Servicios Terciarios Oficinas y de una parcela de uso residencial, el trazado se adentra con orientación oeste-noroeste en el Parque Valdebebas. El Parque de Valdebebas es una zona de Uso Dotacional Zonas Verdes de la Red General de Zonas Verdes remitido al Plan Especial "Parque de Valdebebas – Casa de Campo del Este".

Dentro del Parque Valdebebas, el trazado sigue línea recta y una curva cambia la orientación del trazado casi 180 grados, culminando en dirección este bajo la intersección de la Calle de María de las Mercedes de Borbón con la Avenida de Secundino Zuazo. Entre los pks 5+700 y 7+300 aproximadamente el trazado discurre bajo Uso Dotacional de Vía Pública siguiendo el trazado de la calle Secundino Zuazo. En su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco se proyecta la cuarta estación en uso dotacional de Vía Pública y próxima a una parcela de Equipamiento Dotacional de la Red Local de Equipamientos en su lado Sureste.

Una vez pasado el área residencial del barrio de Valdefuentes, una curva orienta el trazado hacia el sur, pasando bajo la autovía M-12 y sus ramales y se adentra en la zona aeroportuaria, ubicado en el Distrito 21 de Barajas. Desde el pk 7+600 hasta el final del trazado en el pk 9+400

discurre bajo Uso Dotacional de Transporte Aéreo bajo la figura de Ordenación AOE.00.02-RP Sistema Aeroportuario Barajas.

A esta curva le sigue una recta paralela al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4, donde se ubicará la quinta y última estación de la alternativa 1, bajo Uso Dotacional de Transporte Aéreo. Finalmente, se encuentra la cola de maniobras, que se extiende hasta el punto kilométrico 9+400, y contempla una futura expansión del trazado hacia talleres, como parte de otro proyecto, bajo suelo del mismo uso.

### Alternativa 2

La Alternativa 2 tiene su inicio bajo la Calle Agustín de Iturbide, en el distrito 16 Hortaleza. El trazado se inicia en dirección este-noreste y rectifica hacia el noreste, pasando bajo una parcela de uso residencial, para acometer en el parque Alfredo Kraus donde se proyecta la primera estación. La estación se encuentra en suelo de Uso Dotacional Zonas Verdes y al norte de una parcela de Uso Dotacional Servicios Terciario Comercial, en el que se encuentra un centro comercial. Así mismo, se proyecta una nueva entrada a la estación de Mar de Cristal desde la parcela al Este de la glorieta, de uso Dotacional de Transporte (Intercambiador). Esta zona, entre los pks 0+000 y 0+500, está regida por la figura urbanística API.16.14 UA 6 del eje urbano de Hortaleza.

A continuación, el trazado desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste, hasta llegar al cruce por debajo de la M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona. En este tramo entre los pks 0+500 hasta el pk 1+400 el trazado discurre por suelo dotacional de Vía Pública y pasa por debajo de varias parcelas de uso Dotacional:

- Uso Dotacional Educativo: I.N.B. San Lorenzo
- Uso Dotacional Deportivo: Comité Olímpico Español
- Uso Dotacional Zonas Verdes: Parque Villa Rosa y Pico Caño
- Uso Dotacional Zonas Verdes (Parque Distrital): Villa rosa campo de fútbol.

La norma zonal que rige este tramo es la norma zonal 3 (3.2 y 3.1.a)

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta antes de girar hacia el Norte y realizar el cruce con la M-11. Entre los pks 1+400 y 1+800 el trazado discurre bajo dos parcelas de Uso Dotacional:

- Uso Dotacional Deportivo bajo el Ámbito de Ordenación API.21.09 Sector III Olivar de la Hinojosa: Parque del Jardín del Olmo Viejo.



- Uso Dotacional Zonas Verdes con el Ámbito de Ordenación API.21.06 Campo de las Naciones: Bosque Metropolitano Campo de las Naciones

Una vez cruzado la M-11, el trazado se orienta hacia el norte, entre los pks 1+900 y 2+100 atraviesa primero unas parcelas de uso residencial de vivienda unifamiliar bajo la figura urbanística de Ordenación UZI.0.05 Olivar de la Hinojosa.

A continuación, el trazado discurre por la vía pública alineándose con la Calle de Francisco Umbral. Llegados a este punto, el trazado comienza su transición por el Ámbito de Ordenación APE.16.11-RP Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas para toda la zona del barrio de Valdebebas con su límite en el Este marcado por la carretera M-12.

En la calle de Francisco Umbral, entre los pks 2+100 y 2+500, el trazado pasa próximo a una zona residencial en su lado Oeste, con la figura de ordenación urbanística APR16.01 Ampliación Cárcavas Este. En esta calle se proyecta la segunda estación que da servicio a Ifema y el barrio de las Cárcavas, situada en el bulevar central de la calle calificado como uso Dotacional Zonas Verdes.

Entre los pks 2+500 y 3+500, el trazado en planta desarrolla una curva y contracurva pasando por debajo de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, bajo una parcela de Uso Servicios Terciarios Oficinas y posteriormente se alinea con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, y próxima al intercambiador de Valdebebas y Ciudad de la Justicia, se proyecta la tercera estación, bajo una parcela de titularidad autonómica, procedentes de las cesiones de suelo para redes supramunicipales del desarrollo del Plan Parcial del Sector US-4.01 "Parque de Valdebebas".

Pasados el intercambiador, entre los pks 3+800 y 4+050, una curva orienta el trazado hacia el este pasando entre dos parcelas de Servicio Terciario Oficinas, seguida de una recta que discurre en zona de uso Dotacional Vía Pública bajo la Calle Fernando Higuera. En su intersección con la calle Gustavo Perez Puig se proyecta la cuarta estación, próxima al Hospital de Emergencias Enfermera Isabel Zendal, sobre el bulevar central de la calle calificado de uso Dotacional Vía Pública y uso Dotacional Zonas Verdes.

A partir de aquí, mediante una curva que orienta el trazado en dirección norte, el trazado abandona el barrio de Valdefuentes y se adentra en el Distrito 21 Barajas y la zona aeroportuaria, pasando por debajo de la autovía M-12 y sus ramales, así como de los viales de acceso a la terminal 4 del Aeropuerto. Desde el pk 4+900 hasta el pk 6+600, el trazado discurre bajo Uso Dotacional de Transporte Aéreo bajo la figura de Ordenación AOE.00.02-RP Sistema

Aeroportuario Barajas. El trazado discurre paralelamente al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4 del Aeropuerto en recta, donde se proyecta la quinta estación.

Al salir de la Terminal 4, el trazado desarrolla una curva y vuelve a pasar por debajo de la M-12, sus ramales y los accesos a la Terminal 4, pero esta vez en dirección oeste, abandonando la zona aeroportuaria e ingresando en la zona norte del barrio de Valdefuentes. Desde el pk 7+000 hasta el final del trazado, éste discurre bajo la Calle de Secundino Zuazo.

En la intersección con la Calle de Luis Moya Blanco se ubicará la sexta y última estación para la alternativa 2, bajo uso Dotacional Vía Pública.

### Alternativa 3

La Alternativa 3 de trazado tiene su inicio en la calle de Arequipa a la altura de la glorieta de Sandro Pertini, en el Distrito 16 de Hortaleza. El trazado discurre por uso dotacional Vía Pública bajo la calle de Arequipa, al sur de una parcela de Servicio Terciario Comercial y al Norte de una parcela de uso Dotacional Administración Pública. Esta zona, entre los pks 0+000 y 0+300, está regida por la figura de urbanística API.16.14 UA 6 del eje urbano de Hortaleza.

En la intersección con la Glorieta de Mar de Cristal donde se proyecta la primera estación, estación de intercambio con la existente estación de Mar de Cristal. Esta estación se ubica parcialmente en suelo de uso Dotacional Vía Pública y parcialmente en una parcela de uso Dotacional de Transporte (Intercambiador), desde la cual se proyecta una entrada a la nueva estación. La estación también se encuentra próxima a una parcela de calificación servicio singular (Laboratorio Municipal de Higiene) en su lado Sur.

A continuación, el trazado pasa por debajo de las Líneas 4 y 8 de Metro y en planta se desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste hasta llegar a la M-40. En este tramo, entre los pks 0+500 hasta el pk 1+150, el trazado discurre por suelo dotacional de Vía Pública y pasa por debajo de varias parcelas de uso Dotacional:

- Uso Dotacional Deportivo: Comité Olímpico Español
- Uso Dotacional Zonas Verdes: Parque Villa Rosa y Paco Caño
- Uso Dotacional Zonas Verdes (Parque Distrital): Villa rosa campo de fútbol.

Esta zona está regida por la norma zonal 3 (3.2 y 3.1a)

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta antes de girar hacia el Norte y realizar el cruce con la M-11. Entre los pks 1+150 y 1+650 el trazado discurre bajo dos parcelas de Uso Dotacional:



- Uso Dotacional Deportivo bajo el Ámbito de Ordenación API.21.09 Sector III Olivar de la Hinojosa: Parque del Jardín del Olmo Viejo.
- Uso Dotacional Zonas Verdes con el Ámbito de Ordenación API.21.06 Campo de las Naciones: Bosque Metropolitano Campo de las Naciones

Una vez cruzado la M-11, el trazado se orienta hacia el norte, entre los pks 1+650 y 1+800, atravesando primero unas parcelas de uso residencial de vivienda unifamiliar bajo la figura urbanística de Ordenación UZI.0.05 Olivar de la Hinojosa.

A continuación, el trazado discurre por la vía pública alineándose con la Calle de Francisco Umbral. Llegados a este punto, el trazado comienza su transición por el Ámbito de Ordenación APE.16.11-RP Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas para toda la zona del barrio de Valdebebas con su límite en el Este marcado por la carretera M-12.

En la calle de Francisco Umbral, entre los pks 1+900 y 2+250, el trazado pasa próximo a una zona residencial en su lado Oeste, con la figura de ordenación urbanística APR16.01 Ampliación Cárcavas Este. En esta calle se proyecta la segunda estación que da servicio a Ifema y el barrio de Cárcavas, situada en el bulevar central de la calle calificado como parcela Dotacional Zonas Verdes.

Entre los pks 2+400 y 3+300, el trazado en planta desarrolla una curva y contracurva pasando por debajo de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, bajo una parcela de Uso Servicios Terciarios Oficinas y posteriormente se alinea con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, y próxima al intercambiador de Valdebebas y Ciudad de la Justicia, se proyecta la tercera estación, bajo una parcela de titularidad autonómica, procedentes de las cesiones de suelo para redes supramunicipales del desarrollo del Plan Parcial del Sector US-4.01 "Parque de Valdebebas".

Pasados el intercambiador, entre los pks 3+500 y 5+400, mediante una curva que discurre bajo una parcela de Servicios Terciarios Oficinas y de una parcela de uso residencial, el trazado se adentra con orientación oeste-noroeste en el Parque Valdebebas. El Parque de Valdebebas es una zona de Uso Dotacional Zonas Verdes de la Red General de Zonas Verdes remitido al Plan Especial "Parque de Valdebebas – Casa de Campo del Este".

Dentro del Parque Valdebebas, el trazado sigue una línea recta seguida por una curva en dirección que cambia la orientación del trazado casi 180 grados, culminando en dirección este bajo la intersección de la Calle de María de las Mercedes de Borbón con la Avenida de Secundino Zuazo. Entre los pks 5+500 y 7+000 aproximadamente el trazado discurre bajo Uso Dotacional de Vía Pública siguiendo el trazado de la calle Secundino Zuazo. En su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco se proyecta la cuarta estación en uso dotacional de Vía Pública

y próxima a una parcela de Equipamiento Dotacional de la Red Local de Equipamientos en su lado Sureste.

Una vez pasado el área residencial del barrio de Valdefuentes, una curva orienta el trazado hacia el sur, pasando bajo la autovía M-12 y sus ramales y se adentra en la zona aeroportuaria, ubicado en el Distrito 21 de Barajas. Desde el pk 7+400 hasta el final del trazado en el pk 9+160, el trazado discurre bajo Uso Dotacional de Transporte Aéreo bajo la figura de Ordenación AOE.00.02-RP Sistema Aeroportuario Barajas.

A esta curva le sigue una recta paralela al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4, donde se ubicará la quinta y última estación de la alternativa 1, bajo Uso Dotacional de Transporte Aéreo. Finalmente, se encuentra la cola de maniobras, que se extiende hasta el punto kilométrico 9+160, y contempla una futura expansión del trazado hacia talleres, como parte de otro proyecto, bajo suelo del mismo uso.

#### **Alternativa 4**

La Alternativa 3 de trazado tiene su inicio en la calle de Arequipa a la altura de la glorieta de Sandro Pertini, en el Distrito 16 de Hortaleza. El trazado discurre por uso dotacional Vía Pública bajo la calle de Arequipa, al sur de una parcela de Servicio Terciario Comercial y al Norte de una parcela de uso Dotacional Administración Pública. Esta zona, entre los pks 0+000 y 0+300, está regida por la figura de urbanística API.16.14 UA 6 del eje urbano de Hortaleza.

En la intersección con la Glorieta de Mar de Cristal donde se proyecta la primera estación, estación de intercambio con la existente estación de Mar de Cristal. Esta estación se ubica parcialmente en suelo de uso Dotacional Vía Pública y parcialmente en una parcela de uso Dotacional de Transporte (Intercambiador), desde la cual se proyecta una entrada a la nueva estación. La estación también se encuentra próxima a una parcela de calificación servicio singular (Laboratorio Municipal de Higiene) en su lado Sur.

A continuación, el trazado pasa por debajo de las Líneas 4 y 8 de Metro y en planta se desarrolla una curva y contracurva que orienta el trazado hacia el noreste hasta llegar a la M-40. En este tramo, entre los pks 0+500 hasta el pk 1+150, el trazado discurre por suelo dotacional de Vía Pública y pasa por debajo de varias parcelas de uso Dotacional:

- Uso Dotacional Deportivo: Comité Olímpico Español
- Uso Dotacional Zonas Verdes: Parque Villa Rosa y Paco Caño
- Uso Dotacional Zonas Verdes (Parque Distrital): Villa rosa campo de fútbol.

Esta zona está regida por la norma zonal 3 (3.2 y 3.1a)

Una vez producido el cruce con la M-40, el trazado discurre brevemente en recta antes de girar hacia el Norte y realizar el cruce con la M-11. Entre los pks 1+150 y 1+650 el trazado discurre bajo dos parcelas de Uso Dotacional:

- Uso Dotacional Deportivo bajo el Ámbito de Ordenación API.21.09 Sector III Olivar de la Hinojosa: Parque del Jardín del Olmo Viejo.
- Uso Dotacional Zonas Verdes con el Ámbito de Ordenación API.21.06 Campo de las Naciones: Bosque Metropolitano Campo de las Naciones

Una vez cruzado la M-11, el trazado se orienta hacia el norte, entre los pks 1+650 y 1+800, atravesando primero unas parcelas de uso residencial de vivienda unifamiliar bajo la figura urbanística de Ordenación UZI.0.05 Olivar de la Hinojosa.

A continuación, el trazado discurre por la vía pública alineándose con la Calle de Francisco Umbral. Llegados a este punto, el trazado comienza su transición por el Ámbito de Ordenación APE.16.11-RP Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas para toda la zona del barrio de Valdebebas con su límite en el Este marcado por la carretera M-12.

En la calle de Francisco Umbral, entre los pks 1+900 y 2+300, el trazado pasa próximo a una zona residencial en su lado Oeste, con la figura de ordenación urbanística APR16.01 Ampliación Cárcavas Este. En esta calle se proyecta la segunda estación que da servicio a Ifema y el barrio de Cárcavas, situada en el bulevar central de la calle calificado como parcela Dotacional Zonas Verdes.

Entre los pks 2+400 y 3+250, el trazado en planta desarrolla una curva y contracurva pasando por debajo de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías, bajo una parcela de Uso Servicios Terciarios Oficinas y posteriormente se alinea con la Calle de Juan Antonio Samaranch. En esta zona, y próxima al intercambiador de Valdebebas y Ciudad de la Justicia, se proyecta la tercera estación, bajo una parcela de titularidad autonómica, procedentes de las cesiones de suelo para redes supramunicipales del desarrollo del Plan Parcial del Sector US-4.01 "Parque de Valdebebas".

Pasados el intercambiador, entre los pks 3+500 y 3+800, una curva orienta el trazado hacia el este pasando entre dos parcelas de Servicio Terciario Oficinas, seguida de una recta que discurre en zona de uso Dotacional Vía Pública bajo la Calle Fernando Higuera. En su intersección con la calle Gustavo Perez Puig se proyecta la cuarta estación, próxima al Hospital de Emergencias Enfermera Isabel Zendal, sobre el bulevar central de la calle calificado de uso Dotacional Vía Pública y uso Dotacional Zonas Verdes.

A partir de aquí, mediante una curva que orienta el trazado en dirección norte, el trazado abandona el barrio de Valdefuentes y se adentra en el Distrito 21 Barajas y la zona aeroportuaria, pasando por debajo de la autovía M-12 y sus ramales, así como de los viales de acceso a la terminal 4 del Aeropuerto. Desde el pk 4+700 hasta el pk 6+400, el trazado discurre bajo Uso Dotacional de Transporte Aéreo bajo la figura de Ordenación AOE.00.02-RP Sistema Aeroportuario Barajas. El trazado discurre paralelamente al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4 del Aeropuerto en recta, donde se proyecta la quinta estación.

Al salir de la Terminal 4, el trazado desarrolla una curva de y vuelve a pasar por debajo de la M-12, sus ramales y los accesos a la Terminal 4, pero esta vez en dirección oeste, abandonando la zona aeroportuaria e ingresando en la zona norte del barrio de Valdefuentes. Desde el pk 6+700 hasta el final del trazado, éste discurre bajo la Calle de Secundino Zuazo.

En la intersección con la Calle de Luis Moya Blanco se ubicará la sexta y última estación para la alternativa 4, bajo uso Dotacional Vía Pública.

### 5.2.2. Usos afectados

El PGOUM distingue los siguientes usos según su naturaleza:

- Uso residencial
- Uso industrial
- Uso garaje-aparcamiento
- Uso de servicios terciarios
- Uso dotacional:
  - Uso dotacional de servicios colectivos (zonas verdes, deportivo, equipamiento, servicios públicos y de administración pública)
  - Uso dotacional de servicios infraestructurales
  - Uso dotacional para la vía pública
  - Uso dotacional para el transporte

De todos los usos en los que se divide el suelo urbano, las alternativas proyectadas atraviesan los siguientes:

- Uso residencial: todas las Alternativas atraviesan de manera puntual parcelas de uso residencial
- Uso de servicios terciarios: todas las Alternativas atraviesan parcelas de uso servicio terciario antes y después de la estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia.
- Uso dotacional zonas verdes: todas las alternativas proyectadas discurren en varios tramos bajo zonas verdes.

- Uso Dotacional Deportivo: todas las alternativas atraviesan este uso en la parcela del comité Olímpico Español en la zona entre Mar de Cristal y la M-30
- Uso dotacional de la administración pública: todas las Alternativas discurren bajo uso de este suelo ya que todas tienen en común la estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia.
- Uso dotacional Vía pública: un gran porcentaje de la longitud total de todas las alternativas proyectadas discurre bajo este uso, ya que los trazados se han dispuesto bajo las calles siempre que ha sido posible para reducir la afectación a las edificaciones.
- Uso dotacional para el transporte: todas las Alternativas discurren bajo este suelo ya que atraviesan el sistema aeroportuario de Madrid Barajas.

### 5.2.3. Compatibilidad de las obras proyectadas con el planeamiento vigente

Como se ha indicado en apartados anteriores el trazado del túnel para las cuatro alternativas discurrirá bajo terrenos catalogados como suelo urbano según el PGOM.

Únicamente provocará afectación en superficie la ejecución de las estaciones, los pozos de ventilación y bombeo y las salidas de emergencia.

En concreto se ha previsto de forma general la ubicación de estas instalaciones sobre suelo clasificado como:

- Uso Dotacional Vía Pública
- Zonas verdes

Las siguientes tablas detallan el uso donde se ubican las estaciones y pozos de interacción para las cuatro alternativas:

Tabla nº 17. Usos del Suelo Alternativa 1

ALTERNATIVA 1			
ESTRUCTURA	PK	UBICACIÓN	USO DEL SUELO
PV 1	0+014,989	C. Agustín de Iturbide	Dotacional Vía Pública
Estación Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus	0+302,75	Parque de Alfredo Kraus C. del Mar Adriático C. del Mar Adriático 2 Glorieta Mar de Cristal 3	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública Dotacional Zonas Verdes Dotacional Transporte Intercambiador
SE 1 + PB 1	1+055,722	C. de Aconcagua 2 C. de las Pedroñeras 41	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
PV 2	1+213,576	C. de Aconcagua 4	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
SE 2	1+503,909	C. de Tomás Redondo	Dotacional Vía Pública
Estación Ifema – Cárcavas	2+251,99	C. de Francisco Umbral	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
PV 3	2+893,324	Av. de las Fuerzas Armadas	Dotacional Vía Pública Servicio Terciario Oficinas

ALTERNATIVA 1			
ESTRUCTURA	PK	UBICACIÓN	USO DEL SUELO
SE 3	3+193,130	Av. de Alejandro de la Sota	Dotacional Vía Pública
Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia	3+405,07	Av. de Juan Antonio Samaranch	Dotacional Administración Pública
SE 4 + PB 2	4+027,813	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
PV 4	4+703,090	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
SE 5	4+859,992	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
SE 6 + PB 3	5+566,413	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
Estación Valdebebas Norte	6+227,82	Av. de Secundino Zuazo	Dotacional Vía Pública
SE 7	7+061,999	C. de Gustavo Pérez Puig 105	Dotacional Vía Pública
PV 5	7+236,079	C. de Julio Vano Lasso 18	Dotacional Zonas Verdes
SE8	7+800,470	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
Estación Aeropuerto T4	8+229,90	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
SE 9 + PB 4	8+760,465	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
PV6	9+157,382	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo

Tabla nº 18. Usos del Suelo Alternativa 2

ALTERNATIVA 2			
ESTRUCTURA	PK	UBICACIÓN	USO DEL SUELO
PV 1	0+014,989	C. Agustín de Iturbide	Dotacional Vía Pública
Estación Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus	0+302,75	Parque de Alfredo Kraus C. del Mar Adriático C. del Mar Adriático 2 Glorieta Mar de Cristal 3	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública Dotacional Zonas Verdes Dotacional Transporte Intercambiador
SE 1 + PB 1	1+055,722	C. de Aconcagua 2 C. de las Pedroñeras 41	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
PV 2	1+213,576	C. de Aconcagua 4	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
SE 2	1+503,909	C. de Tomás Redondo	Dotacional Vía Pública
Estación Ifema – Cárcavas	2+251,99	C. de Francisco Umbral	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
PV 3	2+893,324	Av. de las Fuerzas Armadas	Dotacional Vía Pública Servicio Terciario Oficinas
SE 3	3+193,130	Av. de Alejandro de la Sota	Dotacional Vía Pública
Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia	3+405,07	Av. De Juan Antonio Samaranch	Dotacional Administración Pública
PV 4	3+827,40	C. de Ramón Vázquez Molezún	Dotacional Vía Pública
Estación Hospital Zendal	4+282,24	C. Fernando Higuera	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
SE 4	4+978,44	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Vía Pública
PV 6	5+317,28	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo

ALTERNATIVA 2			
ESTRUCTURA	PK	UBICACIÓN	USO DEL SUELO
Estación Aeropuerto T4	5+717,26	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
SE 5	6+286,69	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
PV 7	6+851,08	C. de Julio Vano Lasso 18	Dotacional Zonas Verdes
SE 6	7+025,16	C. de Gustavo Pérez Puig 105	Dotacional Vía Pública
Estación Valdebebas Norte	7+719,34	Av. De Secundino Zuazo	Dotacional Vía Pública
PV 8	8+496,71	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes

Tabla nº 19. Usos del Suelo Alternativa 3

ALTERNATIVA 3			
ESTRUCTURA	PK INICIO	UBICACIÓN	USO DEL SUELO
PV 1	0+007,666	Glorieta de Sandro Pertini	Dotacional Vía Pública
Estación Mar de Cristal – Calle de Arequipa	0+411,44	Glorieta de Mar de Cristal 4 C. de Arequipa 9	Dotacional Vía Pública Dotacional Transporte Intercambiador Dotacional Deportivo Público Singular
PV 2 + PB 1	1+019,504	C. de Aconcagua 4	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
SE 1	1+356,808	C. de Tomás Redondo	Dotacional Vía Pública
Estación Ifema – Cárcavas	2+104,89	C. de Francisco Umbral	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
PV 3	2+746,223	Av. de las Fuerzas Armadas	Dotacional Vía Pública Servicio Terciario Oficinas
SE 2	3+046,029	Av. de Alejandro de la Sota	Dotacional Vía Pública
Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia	3+257,96	Av. de Juan Antonio Samaranch	Dotacional Administración Pública
SE 3 + PB 2	3+880,712	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
PV 4	4+555,989	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
SE 4	4+712,891	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
SE 5 + PB 3	5+419,312	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes
Estación Valdebebas Norte	6+080,71	Av. de Secundino Zuazo	Dotacional Vía Pública
SE 6	6+914,898	C. de Gustavo Pérez Puig 105	Dotacional Vía Pública
PV 5	7+088,978	C. de Julio Vano Lasso 18	Dotacional Zonas Verdes
SE 7	7+653,369	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
Estación Aeropuerto T4	8+082,80	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
SE 8 + PB 4	8+613,364	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
PV 6	9+010,281	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo

Tabla nº 20. Usos del Suelo Alternativa 4

ALTERNATIVA 4			
ESTRUCTURA	PK	UBICACIÓN	USO DEL SUELO
PV 1	0+007,666	Glorieta de Sandro Pertini	Dotacional Vía Pública
Estación Mar de Cristal – Calle de Arequipa	0+411,44	Glorieta de Mar de Cristal 4 C. de Arequipa 9	Dotacional Vía Pública Dotacional Transporte Intercambiador Dotacional Deportivo Público Singular
PV 2 + PB 1	1+019,504	C. de Aconcagua 4	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
SE 1	1+356,808	C. de Tomás Redondo	Dotacional Vía Pública
Estación Ifema – Cárcavas	2+104,89	C. de Francisco Umbral	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
PV 3	2+746,223	Av. de las Fuerzas Armadas	Dotacional Vía Pública Servicio Terciario Oficinas
SE 2	3+046,029	Av. de Alejandro de la Sota	Dotacional Vía Pública
Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia	3+257,96	Av. de Juan Antonio Samaranch	Dotacional Administración Pública
PV 4	3+680,30	C. de Ramón Vázquez Molezún	Dotacional Vía Pública
Estación Hospital Zendal	4+135,11	C. Fernando Higuera	Dotacional Zonas Verdes Dotacional Vía Pública
SE 3	4+831,33	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Vía Pública
PV 6	5+170,18	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
Estación Aeropuerto T4	5+570,15	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
SE 4	6+139,59	Barajas (Aeropuerto)	Dotacional Transporte Aéreo
PV 7	6+703,98	C. de Julio Vano Lasso 18	Dotacional Zonas Verdes
SE 5	6+878,06	C. de Gustavo Pérez Puig 105	Dotacional Vía Pública
Estación Valdebebas Norte	7+572,24	Av. De Secundino Zuazo	Dotacional Vía Pública
PV 8	8+349,60	Parque de Valdebebas	Dotacional Zonas Verdes

Una vez ejecutadas las obras se restituirá la superficie de estas zonas para dejarlas en su estado original. Cabe mencionar que los elementos en superficie resultantes de la construcción de pozos y estaciones modificarán los usos del suelo y tendrán que ser revisados en el PGOU con la figura de plan Especial.

Para más información sobre superficies de uso de suelo expropiados se remite al Anejo 22 y a los planos de expropiaciones y ocupaciones temporales del presente Estudio Informativo. En el Apéndice 1 de este documento se adjuntan los planos en planta con las 4 alternativas proyectadas sobre el planeamiento vigente. (Fuente: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid <https://datos.madrid.es>).



### 5.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

#### 5.3.1. Cartografía

La cartografía de base que se ha utilizado para el desarrollo del Estudio Informativo ha sido descargada del portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid ([www.datos.madrid.es](http://www.datos.madrid.es)). Esta cartografía se ha descargado originalmente en formato SHP, sistema geodésico de referencia ETRS-89 y en 2D.

La información cartográfica está actualizada conforme al vuelo fotogramétrico municipal del año 2013. Las direcciones y rotulación de viario se actualizan mensualmente.

#### 5.3.2. Topografía

Con el propósito de obtener información precisa sobre la topografía de las áreas influenciadas por la ampliación de la Línea 11 de Metro, se llevará a cabo un levantamiento taquimétrico del terreno. Se recopilarán todos los datos necesarios para garantizar que la cartografía resultante refleje con exactitud las características del terreno actual.

Hasta la fecha de redacción del presente Estudio Informativo, se ha realizado el levantamiento topográfico de las siguientes áreas de interés especial:

- Inmediaciones de la Glorieta del Mar de Cristal, estaciones 1.1 y 1.2.
- Reserva de estación en el actual Jardín del Olmo Viejo.
- Estación IFEMA – Cárcavas.
- Estación Hospital Zendal e inmediaciones.
- Intersección de Av. Manuel Fraga Iribarne con Av. De Secundino Zuazo.
- Intersección de C. de Luis Moya Blanco con Av. De Secundino Zuazo.
- Intersección de C. de María de las Mercedes de Borbón con Av. De Secundino Zuazo.

Los levantamientos taquimétricos se realizaron con equipos GPS de doble frecuencia en modo de posicionamiento RTK.

El cálculo de las coordenadas se realiza directamente en coordenadas UTM huso 30 Sistema de Referencia ETRS89 y alturas ortométricas.

Las correcciones obtenidas en tiempo real fueron obtenidas a través del Caster NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) de la Red GNSS del IGN.

Cada uno de los elementos, cuya posición se ha observado sobre el terreno, se ha codificado de acuerdo a los criterios de observación.

Se ha solicitado y adquirido imágenes del vuelo fotogramétrico del PNOA ejecutado en el mes mayo del año 2023. Dentro del anejo nº 5 de cartografía y topografía, se detallan sus características.



## 5.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### 5.4.1. Encuadre geológico

Geológicamente, Madrid y su entorno se sitúan en la Cuenca Terciaria del Tajo, también denominada Cuenca de Madrid. Ésta es una cuenca intramontañosa rellena por depósitos fundamentalmente miocenos dispuestos con un esquema proximal distal, con materiales detríticos gruesos en los bordes, detríticos finos en las zonas intermedias y depósitos lacustres con formación de sales y carbonatos en las zonas centrales. La naturaleza fundamentalmente granítica de las áreas fuente hace que en la zona de Madrid predominen las arcosas, depositadas en abanicos aluviales, en lo que se ha denominado facies Madrid. Suprayacentes se encuentran formaciones superficiales pliocenas y cuaternarias representadas principalmente por depósitos vinculados a la red fluvial, así como importantes rellenos antrópicos.

### 5.4.2. Unidades litoestratigráficas

En la facies Madrid se distinguen varios litotipos con sentido geotécnico en función de su contenido en finos, que han sido diferenciados en la zona de estudio. Entre estos litotipos hay una variación continua, presentando habitualmente cambios de facies entre ellos e intercalaciones de unos en otros.

Tabla nº 1. Litotipos de la facies Madrid (Escario, 1985)

DENOMINACIÓN	% FINOS (pasa #0,08 mm)
AM- Arena de miga	< 25
AT- Arena tosquiza	25-40
TA- Tosco arenoso	40-60
T - Tosco	> 60

A partir de los registros de los sondeos y los perfiles sísmicos ejecutados, podemos diferenciar dos tramos en el sustrato de la zona de estudio. En el tramo superior se encuentran predominantemente arenas de miga y arenas tosquizas, mientras que en el tramo inferior predominan el tosco arenoso y el tosco. El límite entre estos dos tramos se encuentra en torno a la cota 660 en la zona situada más al oeste, en torno a Mar de Cristal, bajando progresivamente hasta el entorno de la cota 630 en la zona situada más al este, próxima a la T4.

Las formaciones superficiales cuaternarias que afectan a las alternativas propuestas son terrazas aluviales en el entorno de la T4, aluviales de arroyos y rellenos antrópicos; éstos últimos pueden llegar a alcanzar los 10 m de espesor, pero no afectan a ninguna de las obras previstas.

### 5.4.3. Geomorfología y tectónica

La geomorfología de la zona es resultado de la incisión del río Jarama sobre las altiplanicies o divisorias conocidas también como “Superficie de Madrid”, desarrolladas sobre las facies Madrid.

Desde el punto de vista tectónico, la Cuenca de Madrid es una de las grandes áreas subsidentes de la península, cuyo desarrollo coincide con una deformación compresiva global de la Península Ibérica durante el Terciario, cuyo resultado es la estructuración de relieves positivos, como el Sistema Central, y zonas subsidentes. Debido a la naturaleza de los sedimentos detríticos del área de Madrid, esta tectónica frágil no se manifiesta en superficie, aunque sí se refleja en la jerarquización de la red fluvial.

### 5.4.4. Sísmica

En cuanto a la clasificación sísmica de la zona, conforme al Eurocódigo 8, la aceleración horizontal  $a_g R$  es inferior a 0.04, en toda la zona, por lo que no es obligatoria la aplicación de la normativa sismorresistente.

### 5.4.5. Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico, Madrid se localiza dentro de la Cuenca del río Tajo, encontrándose la zona de estudio sobre la Masas de Agua Subterránea 3.05d, Madrid Manzanares-Jarama. De forma regional podemos definir la geometría del acuífero como un conjunto de lentejones areno- arcillosos de diverso tamaño, distribuidos aleatoriamente en una matriz arcillosa, funcionando a nivel regional como un acuífero heterogéneo y anisótropo, que se recarga por infiltración del agua de lluvia en las zonas topográficamente más elevadas (interfluvios) y se descarga fundamentalmente en las más bajas (valles fluviales).

Las alternativas atraviesan una zona hidrológica de cauces de tercer orden, con cursos intermitentes. La red natural de drenaje está constituida en la zona SO por el arroyo de Quinto, ya desaparecido en la trama urbana, y al NE por el arroyo de Valdebebas, que solo transporta agua en periodos húmedos, si bien cuenta con circulación subsuperficial. Otros arroyos en la zona, tributarios de este último y con carácter semipermanente son los arroyos de Valdefuentes, de La Plata (encauzado en la actualidad), Valdelahiguera, y de Las Zorreras.

En cuanto al flujo subterráneo, la frecuencia de intercalaciones arcillosas hace que se comporte en gran medida como un acuífero multicapa, con niveles de diferente permeabilidad intercalados entre sí, lo que da lugar a horizontes saturados confinados que forman bolsas de agua y niveles colgados. Los depósitos antrópicos suelen encontrarse secos y en los aluviales de los arroyos se desarrollan pequeños acuíferos libres estacionales.

La distribución de niveles de agua a lo largo del trazado es bastante errática. No obstante, buena parte de los sondeos ejecutados presentan un nivel situado en torno al contacto entre los dos conjuntos litológicos del sustrato mioceno antes citados, el superior de arenas de miga y tosquizas y el inferior de toscos arenosos y toscos. Esta disposición del nivel de agua sobre el contacto de las unidades más arcillosas e impermeables es lógica, ya que corresponde al flujo subterráneo sobre este nivel, que aflora en superficie mediante una zona de descarga. También se observan en otros sondeos niveles de agua más próximos a la superficie, que corresponderán a aguas colgadas.

Los valores de permeabilidad obtenidos en los ensayos realizados son bastantes bajos, incluso en las unidades arenosas. Así puede adoptarse un valor representativo de 5E-06 cm/s para arenas de miga y tosquizas y de 7E-07 cm/s para toscos arenosos y toscos.

En cuanto a las características hidroquímicas del agua de los sondeos ejecutados, el residuo seco se sitúa habitualmente entre 500 y 1000 mg/l, con promedio de 667. El tipo de exposición del hormigón frente a las aguas, de acuerdo con el código estructural es en general Débil (XA1), pudiendo ser puntualmente Medio XA2.

#### 5.4.6. Riesgos geológicos

Los posibles riesgos geológicos que pueden afectar a las alternativas propuestas identificados son: la ya mencionada posibilidad de encontrar aguas colgadas, tanto como lentejones dentro de los materiales del sustrato mioceno como en rellenos aluviales de arroyos, y la expansividad. Éste último riesgo es posible debido a la presencia mayoritaria de esmectita entre las arcillas de los materiales de la zona de estudio y ha sido valorada mediante ensayos, concluyéndose que el riesgo es de bajo a moderado, asociado siempre a las facies tosco arenoso y tosco, en las que se excavarán los túneles previstos, con presiones máximas de hinchamiento moderadas que ocasionalmente pueden alcanzar valores del orden de 50-60 kPa.

Se ha verificado la no afección a las alternativas propuestas de otros posibles riesgos geológicos, como el asociado a rellenos antrópicos, la agresividad de los suelos al hormigón o la posible presencia de hidrocarburos en el subsuelo cerca de gasolineras.

#### 5.4.7. Campaña geotécnica

En el área de estudio existe numerosa información procedente de los proyectos previos realizados en la zona, que han sido incluidos en la cartografía y perfiles realizados. Estos estudios son:

- Estudio geotécnico en la parcela de Valdebebas, Madrid. Ampliación IFEMA. GOC. 2019
- Intercambiador de Valdebebas-Ciudad de la Justicia-Isabel Zendal. Proyecto básico y de ejecución. Comunidad de Madrid. Estudio geotécnico. 2021
- Base de datos GEOMADRID. Sondeos para proyecto M-40
- Proyecto de construcción del tramo Barajas-Nuevas terminales de la línea 8 del Metro de Madrid. EUROESTUDIOS. 2002
- Proyecto complementario nº 3 al Proyecto de construcción del tramo Barajas-Nuevas terminales de la línea 8 del metro de Madrid. FCC. 2007.
- Proyecto de Construcción y Proyecto modificado nº 1 del Proyecto de construcción del Ramal a recintos feriales del metro de Madrid. IBERINSA 1996
- Proyecto de construcción de infraestructura de Prolongación de la línea 4 del metro de Madrid. Tramo Esperanza-Gran vía de Hortaleza. INTECSA. 1994
- Proyecto de Construcción "Cercanías de Madrid. Acceso ferroviario al Aeropuerto de Barajas" INTECSA-INARSA 2006

Para la caracterización geotécnica de las alternativas se ha realizado una recopilación de información de proyectos y estudios anteriores y se ha ejecutado una campaña geotécnica, con los siguientes trabajos:

- 21 sondeos mecánicos (879,55 m de perforación), en los que se ejecutaron:
  - o 63 ensayos presiométricos
  - o 11 ensayos Lefranc
- 32 penetrómetros dinámicos DPSH (211,70 m)
- 11 ensayos MASW
- 13 perfiles sísmica pasiva ReMi
- 7 perfiles tomografía eléctrica.

Con las muestras obtenidas se realizaron los ensayos de laboratorio siguientes:

Tabla nº 2. Resumen ensayos de laboratorio en suelos

ENSAYOS DE LABORATORIO	SOLICITADOS	RECIBIDOS
<b>ENSAYOS DE IDENTIFICACION</b>		
Granulometría por tamizado	178	158
Límites de Atterberg	178	158
Materia orgánica	20	19
Sulfatos	48	43
Carbonatos	41	38
Acidez Baumann-Guly	23	18
Difracción rayos X	20	18
<b>ENSAYOS DE ESTADO</b>		
Densidad seca	38	35
Humedad	38	35
Peso Específico	1	1
<b>RESISTENCIA</b>		
Compresión simple	47	42
Triaxial U.U.	14	12
Triaxial C.U. con medida de pres. intersticiales	15	13
Triaxial C.D.	2	2
Corte directo sin drenaje	14	13
Corte directo con drenaje	7	6
<b>DEFORMABILIDAD EXPANSIVIDAD Y CONSOLIDACIÓN</b>		
Ensayo edométrico	4	4
Expansividad Lambe	24	21
Presión de hinchamiento	21	18
Hinchamiento libre	19	17
<b>OTROS</b>		
Análisis medioambiental contaminación	2	2

- Rellenos superficiales
- Aluvial
- Arena de miga
- Arena tosquiza
- Tosco arenoso
- Tosco

En líneas generales, los resultados obtenidos son acordes a los indicados en la bibliografía, en concreto a los indicados en la tabla siguiente:

MATERIALES	CONTENIDO DE FINOS %	LÍM. LÍQUIDO	ÍNDICE PLÁSTIC.	DENSIDAD SECA (Kg/m³)	HUMEDAD NATURAL (%)	RESIST. A COMPR. SIMPLE (MPa)	COHESIÓN EFECTIVA (KPa)	ROZ. INTERNO EFECTIVO (°)	MÓDULO DE DEFORM. EN EXTENSIÓN (MPa)	MÓDULO DE DEFORM. EN CARGA (MPa)
Arena de Miga	< 25	N.P. -30	N.P. -14	1800-1950	7-14	0,0,3	10-30	33-38	50-120	55-180
Arena Tosquiza	25-40	28-38	8-18	1800-1930	9-14	0,20,4	10-50	33-37	75-150	80-250
Tosco arenoso	40-60	30-50	10-20	1750-1880	11-16	0,3-1,0	40-100	31-35	110-180	151-350
Tosco	60-85	35-54	13-30	1700-1850	14-25	0,5-2,0	80-150	28-34	150-225	250-550
Rellenos antrópicos	10-65	N.P. -50	N.P. -20	1200-1600	5-20	0,0,05	0-5	25-28	5-8	4-6
Aluviales	20-45	20-50	10-20	1300-1650	15-35	0,0,07	30-70	27-30	7-10	6-8
Peñuelas algo alteradas	80-95	50-90	20-40	1400-1550	25-30	0,5-1,5	60-150	26-30	100-150	150-250
Peñuelas sanas	80-95	50-90	20-40	1500-1650	22-25	0,7-2,5	> 150	28-32	200-250	250-350

\* Valores obtenidos en ensayos de laboratorio

Figura nº 26. Características geotécnicas de los materiales de Madrid (Oteo; R. Ortiz y Mendaña, 2003).

Solo son reseñables los valores de resistencia a compresión simple registrados en las muestras ensayadas, en general inferiores a los indicados en la bibliografía. Así para las arenas tosquizas los valores obtenidos están en el entorno de los 160-180 kPa, en el tosco arenoso están en torno a 300 kPa y en el Tosco en torno a 350 kPa.

Así, para la definición de los parámetros geotécnicos de las unidades afectadas por las alternativas se han considerado los recogidos en el documento de referencia "Sobre los sistemas y parámetros geotécnicos de diseño en la Ampliación del Metro de Madrid" Oteo, C; Rodríguez Ortiz, J.M. y Mendaña Saavedra, F. (2003), que se resumen en la siguiente tabla.

En base a la información recogida, se ha realizado una caracterización geotécnica de las unidades diferenciadas, que son:

Tabla nº 3. Parámetros geotécnicos para los proyectos de ampliación del Metro de Madrid (1999-2003)

TIPO DE SUELO	PESO ESPECÍFICO APARENTE (t/m3)	COHESIÓN c' (t/m3)	ANGULO ROZAM. INTERNO (º)	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (Subsid.) E (t/m2)	COEFICIENTE DE POISSON	COEFICIENTE DE BALASTO K (t/m3)
Rellenos antrópicos	1,80	0,0	28	800-1000	0,35	2000
Rellenos compactados	2,10	1,0	33	3500-4500	0,28	8000-10000
Aluviales	2,00	0,0	32	1000-1500	0,32	5000
Arenas de miga	2,00	0,5-1,0	35	5500-7500	0,30	15000-20000
Arenas tosquizas	2.05	1,0-1,5	33	8000-10000	0,30	15000-20000
Toscos arenosos	2.08	2,0-2,5	32,5	13000	0,30	25000-35000
Toscos	2,10	3,0-4,0	30	15000-18000	0,30	30000-40000

NOTA: Cuando aparecen dos valores, el superior es para niveles profundos (>10 m) o más consolidados o cementados.

#### 5.4.8. Descripción geológico-geotécnica de las alternativas

##### Alternativa 1:

0+000 a 2+500. El túnel previsto atravesaría materiales de las facies tosco y tosco arenoso, con algunas intercalaciones de arenas tosquizas, entre el origen y la progresiva 2+500, situándose su clave próxima a arenas de miga suprayacentes entre las 1+900 a 2+500.

En este tramo, por encima de la clave del túnel, la estación Mar de Cristal-Alfredo Kraus se emplazaría fundamentalmente en arenas de miga, con arenas tosquizas en los 5-6 m adyacentes a la clave del túnel. El recubrimiento de rellenos superficiales en este punto es de unos 3 m de espesor y el nivel de agua se ha detectado por debajo de la solera de la estación.

La estación IFEMA-Cárcavas se emplazaría, por encima de clave, también fundamentalmente en arenas de miga, con tosco arenoso en los 5 m superiores y arenas tosquizas - tosco en los 5 m adyacentes a la clave del túnel. El recubrimiento de rellenos superficiales en este punto es de unos 3 m de espesor y el nivel de agua se ha detectado a cota de túnel.

2+500 a 3+650. El túnel previsto descendería atravesando materiales de la facies arenas tosquia hasta alcanzar el tosco y tosco arenoso subyacente. En este tramo, la estación Intercambiador-Ciudad de la Justicia se excavaría, por encima de clave, en arenas tosquizas y

arenas de miga, con un nivel de rellenos superficiales que alcanza los 6 m de espesor. El nivel de agua se prevé en clave de túnel, asociado al contacto superior del tosco.

3+650 a 6+400. El túnel previsto se excavaría en facies tosco y tosco arenoso, con la clave adyacente al contacto con las arenas tosquizas y arenas de miga suprayacentes, que llegan a predominar en la mitad superior de la sección en los últimos 400 m del tramo.

La estación Valdebebas Norte se emplazaría, por encima de clave, fundamentalmente en arenas de miga y tosquizas, con un nivel de rellenos superficiales de unos 3 m de espesor y nivel de agua por encima de la clave de túnel.

6+400 a 9+244. El túnel previsto descendería atravesando materiales de la facies tosco y tosco arenoso, con algunos lentejones de arenas de miga a cota de túnel, en especial entre las progresivas 7+600 a 8+500, coincidiendo con el emplazamiento de la estación Barajas -T4. Esta estación se excavaría, por encima de clave, en materiales del tosco arenoso y tosco, con un nivel de rellenos superficiales de 2-3 m de espesor y un nivel de terraza, infrayacente al anterior, de unos 3 m de espesor. El nivel de agua se ha localizado por encima de la clave del túnel.

##### Alternativa 2:

Esta alternativa coincide con la Alternativa 1 hasta la progresiva 3+600.

3+650 a 5+100. El túnel previsto se excavaría íntegramente en materiales de la facies tosco y tosco arenoso. La estación Hospital Zandal, por encima de clave, se excavaría en su mitad superior en arenas tosquizas y en su mitad inferior en tosco y tosco arenoso, con el nivel de agua previsiblemente en el contacto entre ambos. El espesor de rellenos superficiales es de 2-3 m de espesor.

5+100 a 7+700. El túnel previsto se excavaría atravesando materiales de la facies tosco y tosco arenoso, con algunos lentejones de arenas de miga a cota de túnel, en especial entre las progresivas 5+600 a 6+500, coincidiendo con el emplazamiento de la estación Barajas -T4. La sección de esta estación ya se ha descrito en la Alternativa 1.

7+700 a 8+497. El túnel previsto se excavaría siguiendo el contacto entre las arenas tosquizas y arenas de miga suprayacentes y el tosco arenoso, que llegan a predominar en los últimos 300 m del tramo. Este tramo incluye la estación de Valdebebas Norte, ya descrita en la Alternativa 1.



### Alternativa 3:

0+000 a 0+900. El túnel previsto atravesaría materiales de las facies tosco y tosco arenoso, con algunas intercalaciones de arenas tosquizas que afectarían a la clave del túnel, entre el origen y la progresiva 0+700, o bien situándose su clave próxima a arenas de miga suprayacentes entre las 0+700 a 0+900.

En este tramo, por encima de la clave del túnel, la estación Mar de Cristal-Alfredo Kraus se emplazaría fundamentalmente en arenas de miga, con tosco arenoso y arenas tosquizas en los 6 m adyacentes a la clave del túnel. El recubrimiento de rellenos superficiales en este punto es de unos 5 m de espesor y el nivel de agua se ha detectado por debajo de la solera de la estación.

El resto de la alternativa coincide con la Alternativa 1, restando a las progresivas de aquella 147 m

### Alternativa 4:

Esta alternativa coincide con la Alternativa 3 hasta la progresiva 3+650, para a partir de ese punto pasar a coincidir con la Alternativa 2, restando a las progresivas de aquella 147 m.

## 5.5. HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

### 5.5.1. Hidrología

La zona de proyecto se encuentra dentro de la Confederación Hidrográfica del Tajo.



Figura nº 27. Demarcaciones Hidrográficas. Fuente IGN. Atlas Nacional de España

De acuerdo con la información asociada al vigente Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (Ciclo de Planificación Hidrológica 2021/2027), la cuenca de las masas de agua superficial localizada en ese ámbito es la ES030MSPF0421021 – Río Jarama desde Río Guadalix hasta Arroyo Valdebebas.

A continuación, se detalla la ficha mencionada:

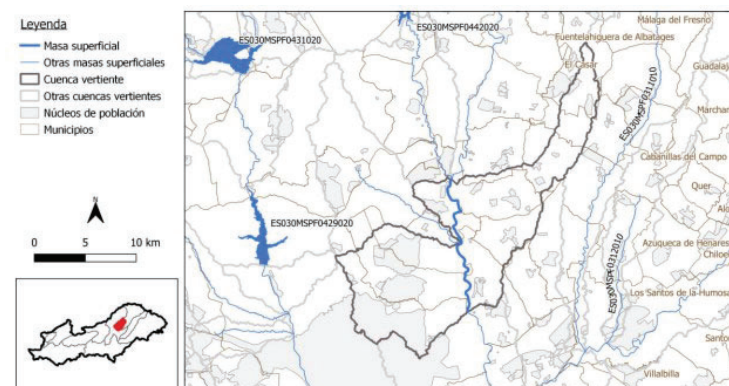


Figura nº 28. Ficha ES030MSPF0421021 Demarcación Hidrográfica del Tajo

No nos encontramos en zonas de inundación ya que las más cercanas serían la del río Jarama, y la del arroyo de la Vega, fuera ambas de la banda de actuación (marcada en rosa en la figura adjunta).



Los arroyos cercanos a la zona son el arroyo de Valdebebas, de la Plata, de Tía Martina, de Valdefuentes, de Valdelahiguera y de Las Zorreras, todos ellos de pequeña entidad.

Únicamente el arroyo de Valdebebas presenta la delimitación de las zonas de riesgo de inundación, las cuales se sitúan alejadas de las zonas de actuación, tal y como se representa en la siguiente figura.

Desde el punto de vista hidrogeológico, Madrid se localiza dentro de la Cuenca del río Tajo y, dentro de ésta, sobre el denominado acuífero 14, Terciario Detrítico de Madrid-Toledo- Cáceres, limitado, a grandes rasgos, por la Sierra de Guadarrama, el río Tiétar, las estribaciones de los Montes de Toledo y las calizas del Páramo.

Dentro de la cuenca se pueden diferenciar varias Masas de Agua Subterránea, encontrándose la zona de estudio sobre la 3.05d, Madrid Manzanares-Jarama.

El acuífero detrítico de Madrid puede considerarse como un acuífero único, libre, complejo, heterogéneo y anisótropo. La recarga del acuífero se produce principalmente por la infiltración del agua de lluvia caída directamente sobre los materiales terciarios. Esta infiltración tiene lugar en los interfluvios. La descarga se realiza fundamentalmente en los valles, con sistemas de flujo locales, intermedios y regionales.

### 5.5.2. Climatología

La climatología de la zona no presenta características particulares que deriven en singularidades específicas para las obras objeto de la actuación.

Fisiográficamente el territorio de la Comunidad de Madrid se caracteriza en dos grandes unidades, área de sierra y áreas de llanos (Fosa del Tajo), dentro de las cuales se localizan diversas subzonas cuyas altitudes van desde 2.428 metros (Pico de Peñalara) hasta 430 m en el cauce del río Alberche. La interacción entre las dos grandes unidades fisiográficas ocasiona una dinámica atmosférica específica en el centro de la Península destacando el papel que ejerce la Sierra como barrera física que con frecuencia bloquea el avance de los frentes de lluvia oceánicos hacia el interior.

Algunas fuentes clasifican al clima de Madrid en el contexto de los climas de España como un clima mediterráneo de interior o clima mediterráneo continentalizado, el cual difiere del clima mediterráneo típico principalmente por una mayor amplitud térmica, tanto anual como diaria, lo cual es consecuencia principalmente de la lejanía a la costa y también de la altitud.

Se ha recurrido a AEMET para obtener los datos climatológicos y de precipitaciones más representativos de la zona.

Se ha tomado como referencia la estación meteorológica de Madrid "Aeropuerto" (3129), estación situada en la zona de estudio:

Tabla nº 4. Datos AEMET Estación Aeropuerto

Estación meteorológica	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Periodo disponible
Madrid "Aeropuerto"	609	40° 28' 0" N	3° 33' 20" O	1991 - 2010

Los datos medios de temperaturas y precipitaciones de la zona de proyecto para la estación 03-129 Madrid aeropuerto son:

- Temp. anual media: 14,5°C.
- Temp. máxima: 21,1°C.
- Temp. mínima: 7,9°C.
- Temp. media mensual: Máxima en julio de 25,2°C y mínima en enero de 5,5°C.
- Precipitación anual media: 370,8 mm.
- Precipitación media mensual: Máxima en octubre de 51,3 mm y mínima en julio de 8,8 mm.

### 5.6. TRAZADO

El presente proyecto entre Mar de Cristal y Valdebebas se diseña en previsión de dos pos bles escenarios de servicio una vez construido. Un primer escenario en que el tramo pueda prestar servicio de forma aislada con inicio en Mar de Cristal y final en Valdebebas; y un segundo escenario a más largo plazo en que prestará servicio dentro de la nueva Línea 11 totalmente finalizada entre Cuatro Vientos y Valdebebas, constituyendo este proyecto el subtramo final noreste de la línea completa.

#### 5.6.1. Condicionantes del trazado

##### 5.6.1.1. Cruces bajo infraestructuras superficiales de transporte

Muchos de los límites de las zonas anteriormente descritas las definen arterias de transporte de superficie bajo las cuales ha de perforarse el túnel de línea. Estos cruces son:

- Cruce bajo M40. Todas las alternativas
- Cruce bajo FC Madrid-Barcelona. Todas las alternativas
- Cruce bajo M11. Todas las alternativas
- Cruce bajo M12-Sur. Alternativas 2 y 4
- Cruce bajo M12-Norte. Todas las alternativas

Ninguna de las infraestructuras indicadas supone un serio condicionante de trazado ya que se pueden mantener distancias de seguridad con ellas sin excesivos problemas.

#### 5.6.1.2. Cruces con infraestructuras subterráneas

Otros condicionantes y puntos críticos del trazado son los cruces con infraestructuras subterráneas de transporte o servicios. Estas son:

- **Metro L4 en Mar de Cristal.** Por su proximidad a la estación proyectada “Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus” en el caso de las alternativas 1 y 2 y para su homologa en el caso de las alternativas 3 y 4, estación “Mar de Cristal – Calle de Arequipa” afecta notablemente a la cota de dichas estaciones.
- **Ramal de conexión de L4 de metro con L8 de Metro.**
- **Estación “Mar de Cristal” de la línea 4 y 8 de metro.** La profundidad a la que se encuentran las pilas pilotes de dichas estaciones impide trazar ninguna alternativa bajo las estaciones existentes.
- **Recinto de pantallas de conexión del ramal de la línea 4 de metro con la línea 8 de metro.** La profundidad de los muros pantallas impiden cruzar bajo el mencionado recinto.
- **Metro L8 en tramo Mar de Cristal-Campo de las Naciones.**
- **Tramo de posible conexión de la L11 de Metro con la L8 de Metro.** Por las características del trazado de la L8 de metro dicha conexión solo es posible a la altura de la zona de reserva en la L8 de metro para la futura estación de Aconcagua.
- **Túnel AVE Chamartín-T4.** Esta infraestructura **no existe actualmente**, pero está en fase de estudio previo.
- **Túnel Cercanías Chamartín-T4.** Este túnel existe, se encuentra en servicio y es, por tanto, un importante condicionante de trazado.
- **Sótanos de edificaciones.** Principalmente en el entorno de la estación “Intercambiador - Ciudad de la Justicia”

#### 5.6.2. Parámetros de diseño

Para la definición geométrica de las soluciones en planta y alzado de las vías, se ha aplicado el “Documento Técnico: Geometría de vía.” (MM-DT-00-01, Edición 0), perteneciente a la “Normativa Técnica Básica de Vía de Metro de Madrid: 1ª Fase”. Los parámetros de diseño son los siguientes:

Tabla nº 5. Parámetros de trazado en planta de Metro de Madrid

PARÁMETROS		VALOR
V	Velocidad máxima de circulación en las nuevas líneas (km/h)	110
R	Radio de curva mínimo en las nuevas líneas (m)	300
h <sub>máx</sub>	Peralte máximo (mm)	150
(atnc) <sub>máx</sub>	Aceleración transversal no compensada máxima (m/s <sup>2</sup> )	0,65 0,85 (excepcional)
(atnc ap) <sub>máx</sub>	Aceleración transversal no compensada máxima (m/s <sup>2</sup> )	0,65 0,71 (excepcional)
w <sub>t</sub>	Ancho de vía (mm)	1.445
w	Distancia entre ejes de carriles para carril 54E1 (mm)	1.515
(v) <sub>máx</sub>	Velocidad vertical máxima (máxima variación del peralte) (mm/s)	50
(n) <sub>máx</sub>	Rampa de peralte máxima (diagrama de peraltes lineal) (mm/m)	1,5 2 (excepcional)
j <sub>máx</sub>	Sobreaceleración máxima (máxima variación de la aceleración transversal sin compensar) (“jerk”) (m/s <sup>3</sup> )	0,2 0,4 (excepcional)
L (m)	Longitud mínima de recta entre curvas circulares	0,4 V (*)
L (m)	Longitud mínima de curva circular	0,4 V (*)

(\*) V: velocidad de proyecto de la curva (km/h)

Tabla nº 6. Parámetros de trazado en alzado de Metro de Madrid

PARÁMETROS		VALOR
r <sub>máx</sub>	Rasante máxima (%)	35
r <sub>mín</sub>	Rasante mínima (%)	5
a <sub>cv</sub>	Aceleración centrífuga vertical (Máxima aceleración en acuerdos verticales) (m/s <sup>2</sup> )	0,15 0,3 (excepcional)
k <sub>v</sub>	Parámetro mínimo de acuerdo vertical	2000

#### 5.6.3. Descripción del trazado

##### 5.6.3.1. Alternativa 1

La alternativa 1 (eje 1) comienza bajo la Calle Agustín de Iturbide con dirección noreste girando posteriormente hacia el este para discurrir paralela a la Calle de Ayacucho bajo el Parque Alfredo Kraus, donde se proyecta la primera estación “Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus”. El tramo

anterior a esta primera estación se corresponde con el fondo de saco inicial del trazado, donde fondo de saco y zona de estación se proyecta con pendiente 0,00 milésimas.

Una vez dejada atrás la estación “Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus” el trazado gira hacia el sureste manteniendo una distancia prudencial con el recinto de muros pantallas existente correspondiente a la conexión de la línea 4 de metro con la línea 8 de metro, para posteriormente hacia el noreste intercalando entre las dos últimas curvas una alineación recta que permita proyectar un ramal que conecte las líneas 11 y 8 de metro. Posteriormente el trazado después de una alineación recta con dirección noreste vuelve a girar hacia el norte para localizarse bajo la Calle de Francisco Umbral donde se proyecta la segunda estación “Ifema – Cárcavas”

En este tramo entre inter-estaciones se cruza nada más abandonar la estación de “Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus” bajo la línea de metro 4 y el ramal que conecta la línea de metro 4 con la línea de metro 8 y con la propia línea de metro 8 y con la propia. Seguidamente se cruza bajo la autopista M-40 y la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona.

A mitad de camino entre la estación primera y la segunda se ha dejado una alineación recta con pendiente 0,00 milésimas como reserva para una posible estación de metro futura localizada entre la autopista M-40 y la Calle Tomas Redondo.

Para llegar a la tercera estación, “Intercambiador - Ciudad de la Justicia”, el trazado describe una sucesión de curva y contra para situarse paralelo a la Calle de Juan Antonio. El trazado en alzado de este tramo entre estaciones corresponde con una rampa de pendiente máxima, 33,3 milésimas, para cruzar por encima del túnel AVE Chamartín-T4 (infraestructura que no existe actualmente, pero está en fase de estudio previo) y bajo el muro pantalla del túnel de la línea C1/C10 de Renfe Cercanías.

A continuación se adentra con orientación oeste-noroeste en el Parque Valdebebas. Dentro del Parque Valdebebas, el trazado sigue una línea recta de 500 metros, seguida por una curva en dirección norte, que cambia la orientación del trazado casi 180 grados, culminando en dirección este bajo la intersección de la Calle de María de las Mercedes de Borbón con la Avenida de Secundino Zuazo evitando el trazado los sótanos de las edificaciones de dicha avenida de forma que dichos sótanos no condicionen la profundidad de la cuarta estación.

Desde este punto y por los siguientes 1600 metros, el trazado discurre bajo la Avenida de Secundino Zuazo, donde se ubicará la cuarta estación en su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco, “Valdebebas Norte”.

Al abandonar el área residencial de Valdebebas y adentrarse en la zona aeroportuaria, una curva de radio 300 orienta el trazado hacia el sur, pasando bajo la autovía M-12 y sus ramales.

A esta curva le sigue una recta de 357 metros de longitud, paralela al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4, donde se ubicará la quinta y última estación de la alternativa 1, “Aeropuerto T4”, pasada la estación se proyecta la cola de maniobra que corresponde con el futuro trazado del ramal a cocheras.

En cuanto al trazado en alzado entre la cuarta y la quinta estación se caracteriza por adaptarse en un primer tramo a la rasante de la Avenida de Secundino Zuazo para lo que es necesario emplear pendiente máxima para después seguir bajando hasta la zona aeroportuaria con pendiente más suave para alcanzar la corta de la quinta estación donde se ha tenido en cuenta la futura ubicación de la estación de AV (infraestructura que no existe actualmente, pero está en fase de estudio previo).

#### **5.6.3.2. Alternativa 2**

La alternativa 2 (eje 2) coincide con el trazado en planta y alzado con la alternativa 1 hasta la tercera estación “Intercambiador - Ciudad de la Justicia” a partir de esta estación el trazado gira hacia el este, para discurrir bajo la Calle Fernando Higuera. Bajo esta calle, y próxima al Hospital de Emergencias Enfermera Isabel Zendal, donde se proyecta la cuarta estación “Hospital Zendal”.

Después de la cuarta estación, se presenta una bifurcación que, mediante un salto de carnero, se inicia un ramal hacia el sur con el objeto de conectar el trazado con las cocheras previstas para las líneas 8 y 11 lo cual condiciona la cota de esta cuarta estación.

Seguidamente, mediante una curva que orienta el trazado en dirección norte, éste abandona el barrio de Valdefuentes y se adentra en la zona aeroportuaria, pasando por debajo de la autovía M-12 y sus ramales, así como de los viales de acceso a la terminal 4 del Aeropuerto. La tendencia descendente del trazado en alzado continúa hasta alcanzar su punto más bajo, la estación próxima a la Terminal 4 del Aeropuerto, estación “Aeropuerto T4”. Esta estación se ubica sobre una alineación recta de 371 metros de longitud y que discurre paralelamente al vial de acceso a los aparcamientos de la Terminal 4 del Aeropuerto.

Al salir de la Terminal 4, el trazado gira hacia el oeste para volver a cruzar por debajo de la M-12, sus ramales y los accesos a la Terminal 4, abandonando la zona aeroportuaria e ingresando en la zona norte del barrio de Valdefuentes.

Una vez que el trazado regresa a la zona residencial del barrio de Valdefuentes, sigue bajo la Calle de Secundino Zuazo durante los siguientes 1.600 metros, y la sexta y última estación, “Valdebebas Norte”, se ubicará bajo su intersección con la Calle de Luis Moya Blanco. El trazado proyectado para esta alternativa 2, finaliza entonces, con una longitud total de 8.496,755 metros,



bajo la intersección de la Calle Secundino Zuazo con la Calle María de las Mercedes de Borbón en la que los últimos 300 m se corresponde con el fondo de saco de final de línea.

### 5.6.3.3. Alternativa 3

El trazado de la alternativa 3 (eje 3) comienza siguiendo el eje de la Calle de Arequipa desde su intersección con la Glorieta de Sandro Pertini. Antes de llegar a la primera estación pasa bajo el túnel de la línea 4 de metro. La primera estación, "Mar de Cristal – Calle de Arequipa", se proyecta bajo la intersección de la mencionada calle con la glorieta del Mar de Cristal.

A partir de esta primera estación el trazado sigue con alineación oeste – este con ligero giro hacia el sureste para permitir la proyección de un ramal que comunique la línea 11 de metro con la línea 8 de metro para ya seguidamente girar hacia el noreste para que después de una alineación recta vuelva a girar hacia el norte orientándose así bajo la Calle de Francisco Umbral, donde se situará la segunda estación "Ifema – Cárcavas". La lineación recta que se crea entre la curva de radio 300 m y la de curva de radio 850 m sirve para dejar una zona para la ubicación de una posible estación entre la autopista M-40 y la Calle Tomas Redondo en un futuro.

En alzado este tramo entre estaciones se caracteriza por un tramo inicial con pendiente suave que permita proyectar la bretelle y desvió para el ramal de conexión con la línea 8 de metro, para después bajar con una rampa de pendiente máxima de 33,3 milésimas pasando bajo el túnel de la línea 8 para después volver a ascender con rampas de pendiente de 32,0 y 27,5 milésimas con un tramo intermedio de pendiente 0,00 milésimas para una posible estación futura.

Antes de llegar a la ubicación de la segunda estación se cruza bajo la autopista M-40, la línea de ferrocarril Madrid-Barcelona y la autopista M-11.

A partir del cruce del trazado con la autopista M-40 la planta y alzado es coincidente con el descrito en la alternativa 1 (eje 1).

### 5.6.3.4. Alternativa 4

El trazado de la alternativa 4 (eje 4) es coincidente con el trazado descrito en la alternativa 3 hasta la estación "Intercambiador - Ciudad de la Justicia" y a partir de este punto es coincidente con la alternativa 2.

Relación de ejes proyectados:

Tabla nº 7. Ejes trazados

EJE	Nombre	LONGITUD de proyecto (m)
1	Alternativa 1	9.243,843
2	Alternativa 2	8.496,755
3	Alternativa 3	9.096,472
4	Alternativa 4	8.349,654
5	Ramal de conexión L11 de Metro con L8 de Metro para las alternativas 1 y 2	442,511
6	Ramal de conexión L11 de Metro con L8 de Metro para las alternativas 1 y 3	298,887
7	Ramal a cocheras para las alternativas 2 y 4	415,000
8	Salto de Carnero para las alternativas 2 y 4	530,072

## 5.7. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se trata de un proyecto cuyo balance de tierras global resulta excedentario, generándose un volumen de materiales inertes que no pueden ser reutilizados en la propia obra cuando no alcancen los estándares de calidad necesarios, motivo por lo que es necesario la gestión de zonas de depósito de estos excedentes

Será precisa la utilización de áreas degradadas como zonas de depósito de los inertes. Este depósito ha de enmarcarse en un plan de restauración del área degradada, por lo que un potencial impacto negativo se transforma en una afección positiva para el área receptora de las tierras.

En la construcción de ciertas estructuras e instalaciones de la actuación es necesario un volumen de tierra (material seleccionado), el cual puede proceder de los materiales de excavación generados en la excavación del túnel. No obstante, es frecuente que esta compensación de tierras no pueda llevarse a cabo porque los materiales excavados no sean aptos para su destino en base a la calidad de los mismos. Es estos casos, se generará una necesidad de materiales de préstamo. Estos materiales de préstamo provendrán de canteras en explotación, con sus planes de restauración aprobados.

Se ha estimado el volumen de excedente de excavación a vertederos por cada una de las alternativas:

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
VOLUMEN (m³)	1.556.464,26	1.672.694,03	1.528.292,84	1.648.682,69

## 5.8. DRENAJE Y BOMBEO

El sistema de drenaje cumple con la finalidad de recoger los aportes de agua al túnel antes mencionados y conducir el caudal resultante al pozo de bombeo para su evacuación final desde el mismo a la red de saneamiento.

El sistema aplicado para la evacuación de las aguas depende del tramo de túnel tratado.

### 5.8.1. Túnel de metro

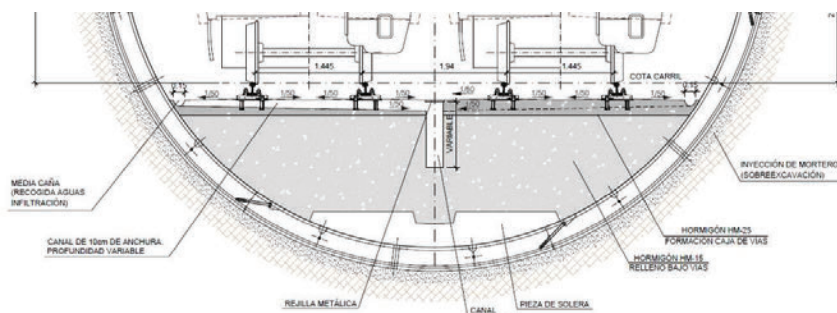
La captación de las filtraciones procedentes del terreno, que se producen a lo largo del túnel, en general se deben a filtraciones que se manifiestan a través de rezumes sobre el propio paramento del túnel (dovelas o hastiales) en función del método de ejecución empleado.

Estos flujos de agua llegan hasta la parte baja de ambos hastiales o laterales del túnel y en dicha zona se realiza la captación de los mismos mediante una canaleta longitudinal formada por un rebaje en el hormigón con sección de “media caña” o sección semicircular de diámetro 150 mm.

La canaleta central, de sección rectangular tiene unas dimensiones de 0.20m de anchura y 0.40 m de profundidad.

Esta canaleta discurre longitudinalmente por el túnel hasta alcanzar los puntos bajos del trazado, en los que se ubica una arqueta central, desde la que se efectúa la comunicación con la balsa o depósito de decantación que se sitúa en las galerías de los pozos de bombeo.

En estos puntos se realiza el vertido de los caudales de infiltración del túnel a las cámaras de recogida y decantación desde las cuales serán bombeadas a la red de alcantarillado municipal.

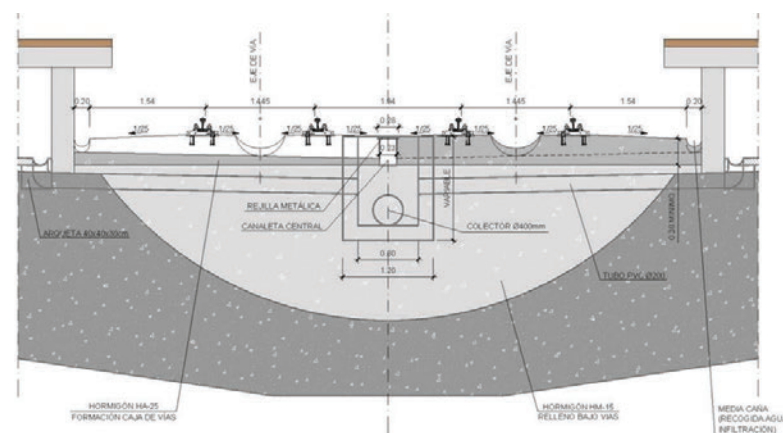


### 5.8.2. Estaciones

En las estaciones, las aguas que se filtran se recogen a través de una canaleta perimetral que se ejecuta en los diferentes forjados, en la zona de conexión de cada nivel con las pantallas verticales. Se generan puntos altos y bajos cada 5m aproximadamente, y se dejarán bajantes de 160 mm de diámetro en los puntos bajos, por lo que habrá que prever los pasatubos correspondientes.

En el nivel andenes (sobre la contrabóveda), se recoge toda el agua de los niveles superiores (de los bajantes) en la canaleta perimetral, a nivel bajo andén. De ahí, se llevan al borde de andén (junto al apoyo del forjado de andén), donde se colocan arquetas de recogida de agua, y mediante un tubo se llevan a los pozos centrales de recogida de aguas, por debajo de la caja de vías. Estos pozos se sitúan cada 20 m aproximadamente, y están conectados mediante un colector de 400 mm.

El sistema de drenaje central de vías en la estación es una prolongación del sistema de drenaje del túnel y en consecuencia se conectan ambos sistemas pudiendo transferirse dichas aguas hasta el túnel.



### 5.8.3. Criterios de diseño

Para el diseño de la red de drenaje se han seguido en todo momento los siguientes criterios generales utilizados para el drenaje de túneles, y sancionados por la experiencia en este tipo de proyectos:

- La superficie de recogida de las rejillas de los pozos de ventilación y de bombeo, así como las situadas en estaciones, se mayorará con un coeficiente  $K=2$ , al ser difícil calcular la superficie real que están recogiendo estos puntos. Al tratarse de entornos urbanos es



de suponer que el drenaje del agua de lluvia se realiza a través de la red de saneamiento unitaria existente.

- Se considera un caudal de infiltración en función del método constructivo mayorado con un coeficiente de seguridad de 1.5.
- No se tiene en consideración el caudal que pueda entrar por las bocas de acceso a las estaciones proyectadas, ya que su diseño no lo permite, al estar cubiertas.
- El dimensionamiento de la capacidad de los aljibes de bombeo se realiza según la hipótesis de parada de bombas durante un periodo máximo de 4 horas.
- Las pendientes mínimas en la red de drenaje serán del 0.5%
- Se adopta T=100 años como periodo de retorno para el cálculo del caudal originado por las precipitaciones que puedan acceder por las rejillas.

#### 5.8.4. Cálculo de caudales

Para el cálculo de los caudales circulantes se ha considerado dos conceptos, uno es el caudal que llega a éste mediante infiltración, y otro aquel caudal que directamente entra por las distintas rejillas ubicadas a lo largo del trazado.

#### 5.8.5. Caudal proveniente de las rejillas de ventilación

Se realiza el estudio de caudales para las dos hipótesis planteadas, una consistente en el funcionamiento normal del sistema, con una duración del aguacero de 1h, y la otra suponiendo un fallo del sistema de alimentación de bombas de 4h.

##### a) Funcionamiento Normal

Caudal (l/s)			Pozo bombeo
Infiltración	Rejillas	Total	
<b>ALTERNATIVA 1</b>			
5,258	3,74	9,00	PB1 (1+055,722)
3,783	3,25	7,04	PB2 (4+027.813)
2,603	1,79	4,40	PB3 (5+516.413)
4,574	3,62	8,20	PB4 (8+760.465)
<b>ALTERNATIVA 2</b>			
5,258	3,74	9,00	PB1 (1+055,722)
10,710	10,40	21,11	ESTACIÓN PB2 (5+800)
<b>ALTERNATIVA 3</b>			
4,529	4,39	8,92	PB1 (1+019,504)
3,693	3,35	7,04	PB2 (3+880.72)

Caudal (l/s)			Pozo bombeo
Infiltración	Rejillas	Total	
2,603	1,79	4,40	PB3 (5+419.312)
4,574	3,62	8,20	PB4 (8+613.364)
<b>ALTERNATIVA 4</b>			
4,496	4,39	8,89	PB1 (1+019,504)
10,552	10,40	20,95	ESTACIÓN PB2 (5+600)

##### a) Parada de bombas durante 4 h

Caudal (l/s)			Pozo bombeo
Infiltración	Rejillas	Total	
<b>ALTERNATIVA 1</b>			
5,258	1,941	7,20	PB1 (1+055,722)
3,783	1,368	5,15	PB2 (4+027 813)
2,603	0,755	3,36	PB3 (5+516.413)
4,574	1,523	6,10	PB4 (8+760.465)
<b>ALTERNATIVA 2</b>			
5,258	1,572	6,83	PB1 (1+055,722)
10,710	4,372	15,08	ESTACIÓN PB2 (5+800)
<b>ALTERNATIVA 3</b>			
4,529	1,848	6,38	PB1 (1+019,504)
3,693	1,409	5,10	PB2 (3+880.72)
2,603	0,755	3,36	PB3 (5+419 312)
4,574	1,523	6,10	PB4 (8+613 364)
<b>ALTERNATIVA 4</b>			
4,496	1,848	6,34	PB1 (1+019,504)
10,552	4,372	14,92	ESTACIÓN PB2 (5+600)

#### 5.8.6. Caudal de filtración

Los caudales de infiltración se han estimado atendiendo a criterios relativos a las características geotécnicas y del nivel freático de los terrenos atravesados por la traza, así como del método constructivo utilizado. A continuación, se enumeran los caudales de infiltración considerados.

- Pozos de bombeo, salidas de emergencia y ventilación será de 1 l/(km·s).
- Tramo ejecutado con tuneladora: 1 l/(km·s).

- Tramo ejecutado en belga: 2,1 l/(km-s).
- Tramo ejecutado entre pantallas y estaciones: 1.2 l/(km-s).

No obstante, se considera adecuado mayorar estos valores con un coeficiente de seguridad de 1.5.

#### 5.8.7. Cálculo de los volúmenes de los aljibes

Se dispondrá de un aljibe por cada punto de bombeo. Para el dimensionamiento del aljibe, se considerará que debe tener un volumen suficiente para almacenar el agua recogida tanto por infiltración como por precipitación durante una duración de 4h (tiempo máximo considerado de parada de bombas).

La geometría de los pozos, a excepción del ubicado en estación, es de un círculo de diámetro 8,30 m (superficie 54,08 m<sup>2</sup>), en el caso de la estación la geometría es rectangular con una superficie de 81 m<sup>2</sup>. Las alturas para cada uno de los pozos es la siguiente:

Volumen (m3)			Altura del pozo (m)	Resguardo 1 m	Pozo bombeo
Infiltración	Rejillas	Total	(m)	(m)	
<b>ALTERNATIVA 1</b>					
75,711	27,955	103,67	1,92	2,92	PB1 (1+055,722)
54,479	19,698	74,18	1,37	2,37	PB2 (4+027.813)
37,490	10,868	48,36	0,89	1,89	PB3 (5+516.413)
65,862	21,932	87,79	1,62	2,62	PB4 (8+760.465)
<b>ALTERNATIVA 2</b>					
75,711	22,638	98,35	1,82	2,82	PB1 (1+055,722)
154,223	62,955	217,18	2,68	3,68	ESTACIÓN PB2 (5+800)
<b>ALTERNATIVA 3</b>					
65,220	26,609	91,83	1,70	2,70	PB1 (1+019,504)
53,184	20,290	73,47	1,36	2,36	PB2 (3+880.72)
37,490	10,868	48,36	0,89	1,89	PB3 (5+419.312)
65,862	21,932	87,79	1,62	2,62	PB4 (8+613.364)
<b>ALTERNATIVA 4</b>					
64,737	26,609	91,35	1,69	2,69	PB1 (1+019,504)
151,951	62,955	214,91	2,65	3,65	ESTACIÓN PB2 (5+800)

## 5.9. TÚNELES

La línea de Metro entre Mar de Cristal y el barrio de Valdebebas será soterrada en toda su longitud; se prevé que cuente con 5 ó 6 estaciones según las alternativas planteadas y su longitud total varía entre los 8,27 y 9,3 km, dependiendo de las alternativas que se proponen.

El proyecto incluye también el diseño del inicio de un ramal de conexión desde la línea 11 a unas futuras cocheras de Metro previstas al norte del barrio de Barajas que tendrían otro acceso directo por el lado este desde la L8, entre las estaciones T1/2/3 y T4, en las alternativas 1 y 2.

El material móvil utilizado en la línea es de la serie 8.000, por lo que las características geométricas, tanto respecto a gálibo como a trazado, deben ser las previstas para este tipo de material.

### 5.9.1. Sección transversal y procedimiento constructivo

El método de ejecución del túnel de línea se prevé mediante Tuneladora de Presión de Tierras (EPB, Earth Pressure Balance, por sus siglas en inglés). Dada la división del proyecto en dos futuros contratos de construcción, se prevé el empleo de una tuneladora para cada tramo, con sus respectivos pozos de ataque inicial y de extracción final.

La sección transversal del túnel de línea viene definida por los siguientes parámetros:

- Ancho de la vía: 1,445 m
- Ancho de la entrevía
  - o En recta: 1,94 m
  - o En curva: 2,12 m
- Gálibo vertical: 5,50 m
- Diámetro interior (Øint): 8.430 mm
- Espesor de hormigón HM-20 bajo taco elástico: 0,20 m
- Distancia entre tacos elásticos:
  - o En recta: 1,00 m
  - o En curva: 0,80 m

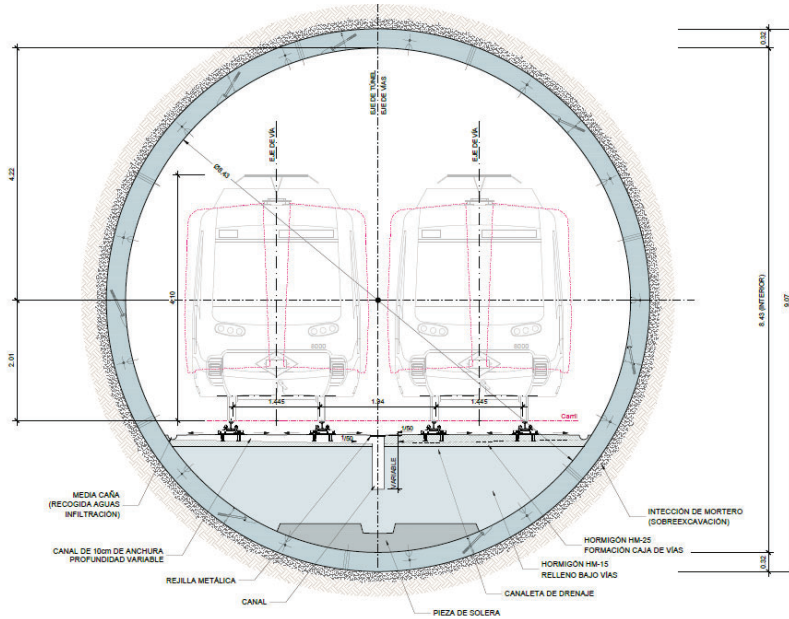


Figura nº 29. Sección tipo túnel de línea a ejecutar con tuneladora

El revestimiento del túnel de línea se realiza mediante un anillo de dovelas universal con conicidad por una cara (en la junta circunferencial trasera o junta de placas de fibra dura). Se propone un anillo de dovelas con un diámetro interior ( $\varnothing_{int}$ ) de 8.430 mm con un espesor de dovela (edov) de 320 mm, lo que proporciona un diámetro exterior del túnel ( $\varnothing_{ext}$ ) de  $320 + 8.430 + 320 = 9.070$  mm. El anillo está dividido en 7 dovelas (5 dovelas estándar, con la dovela clave K y la dovela contraclave A1) romboidales.

Adicionalmente, se cuenta con una sobreexcavación por la cabeza de corte que, de acuerdo a las últimas experiencias de Metro en Madrid del orden de 165 mm con lo que se define un diámetro de excavación ( $\varnothing_{exc}$ ) total de  $165 + 9.070 + 165 = 9.400$  mm.

En cuanto a los ramales, parte de los ramales a cocheras en alternativas 2 y 4, en vía única, y el túnel auxiliar de conexión L11-L8 en Mar de Cristal, también para vía única, se ejecutarán con Método tradicional Madrid.

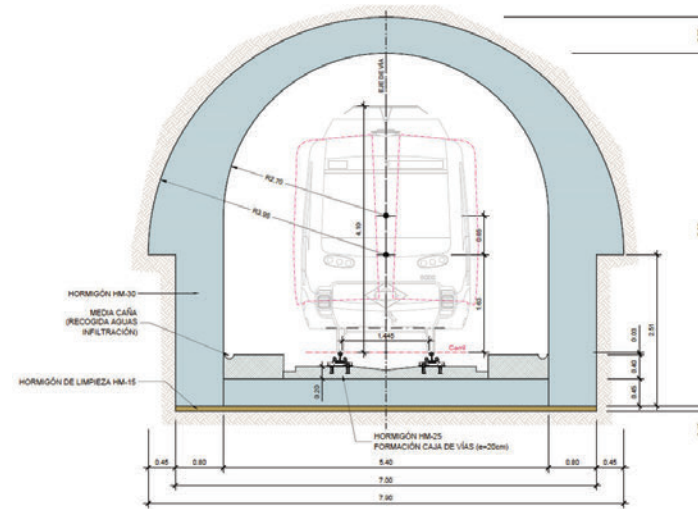


Figura nº 30. Sección tipo ramal método tradicional Madrid

El tramo de ramal a cocheras que cruza por encima del túnel de línea de L-11 (salto de carnero), con una distancia estimada entre pie de pantalla y clave del túnel de unos 2.5 m se ejecutará a cielo abierto, entre pantallas,

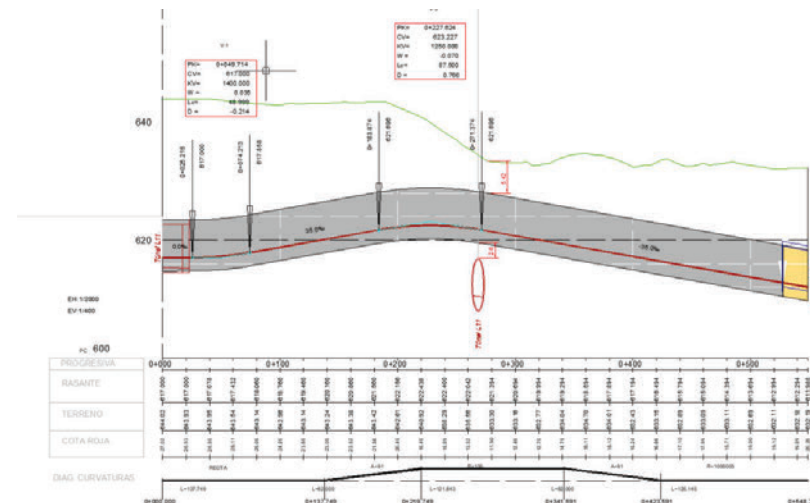


Figura nº 31. Salto de carnero en alternativas 2 y 4





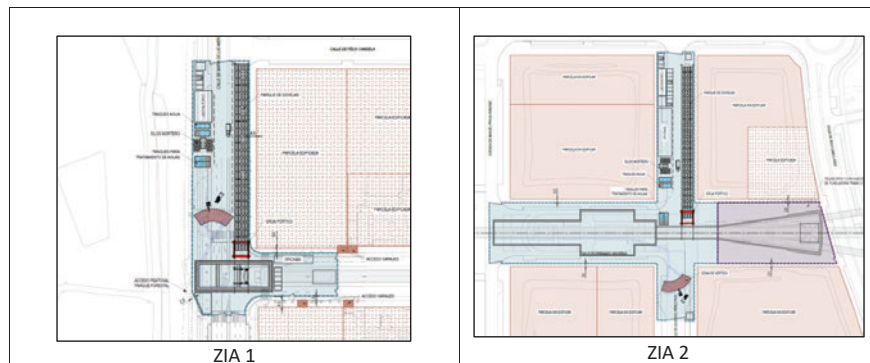


Figura nº 33. ZIAS. Alternativa 2 y 4

### 5.9.3. Evaluación de los posibles riesgos sobre las estructuras e infraestructuras afectadas. Tratamientos del terreno

#### 5.9.3.1. Estudio de subsidencias

Para evaluar los posibles riesgos sobre las estructuras e infraestructuras afectadas, se realiza un análisis de la subsidencia (asientos, distorsiones y desplazamientos horizontales) mediante el denominado "Método Madrid", para cada alternativa planteada. Se estima de este modo las deformaciones que pudieran inducir las excavaciones proyectadas en el entorno de la Ampliación de la línea 11 del Metro de Madrid a Valdebebas y una zonificación de los trazados.

Las especiales circunstancias que concurren en este tramo son:

- a) diámetro de excavación  $D = 9.40$  m en túnel de línea.
- b) trazados, que discurren bajo zonas sin urbanizar o con baja densidad de viviendas, excepto en el tramo inicial (aproximadamente 2.5 km iniciales de todas las alternativas), y en Valdebebas Norte, en la Avenida Secundino Zuazo.
- c) zonas de paso bajo las grandes infraestructuras y puntos singulares (M-40, M-11, M-12, FFCC, conducciones de saneamiento, etc)
- d) cruce bajo otras infraestructuras subterráneas: túneles de Línea 8 de metro y de ADIF Cercanías Chamartín-T4.

- e) naturaleza del terreno, con tramos con importantes espesores de depósitos cuaternarios (fundamentalmente rellenos antrópicos, y también algunos depósitos de terraza ligados a antiguos cauces) en algunas zonas, de baja calidad geotécnica.
- f) zonas de baja cobertera por encima de clave del túnel. En general, excepto en dos tramos concretos, el trazado de todas las alternativas tiene una cobertera sobre clave del túnel mayor de  $1.5 D$ , siendo  $D$  el diámetro de excavación. Estas zonas de baja cobertera ( $< 1.5 D$ ) se localizan aproximadamente, entre los PK 5+600 y 5+800 y 6+500 y 7+100 de las alternativas 1 y 3, y en el entorno del PK 5+100 y 7+200 a 7+700 en las alternativas 2 y 4.

En general, a lo largo de los trazados, los asientos obtenidos son menores de 10 mm, excepto en los tramos en los que la cobertera pliocena disminuye situándose en el entorno de 10 m, ocasionando asientos mayores, que llegan a alcanzar los 30-32 mm. Esta situación se produce en la zona de la vaguada del arroyo de Valdefuentes, situado al este de la estación Valdebebas Norte. Toda la zona tiene un nivel superficial de rellenos de 3-5 m de espesor, y en el cruce con el arroyo de Valdefuentes (p.k. 6+850 a 6+950 de la alternativa 1) aparece subyacente un nivel aluvial de alrededor de 1 m de espesor.

#### 5.9.3.2. Evaluación de afección a edificios

El nuevo túnel de línea se perforará bajo un terreno con una urbanización heterogénea a lo largo de su longitud.

En todas las alternativas la profundidad de diseño, la clave de túnel bajo la parte inferior de edificios superficiales o superficie de terreno sin edificar es de 1,5 veces su diámetro, es decir 13,5 m.

De acuerdo con las recomendaciones de Metro de Madrid, se establecen los siguientes umbrales de riesgo de movimientos adicionales admisibles:



Tabla nº 8. Movimientos adicionales admisibles. Metro de Madrid

UMBRAL DE CONTROL	ASIENTO ADMISIBLE (mm).			DISTORSIÓN ANGULAR			DEFORMACIÓN HORIZONTAL UNITARIA (%)		
	VERDE	ÁMBAR	ROJO	VERDE	ÁMBAR	ROJO	VERDE	ÁMBAR	ROJO
*Zonas sin edificaciones	< 50	50 a 100	> 100	<1/100	1/100 a 1/50	> 1/50	< 1,5	1,5 a 2,0	> 2,0
*Edificios cimentados profundos o con losa, en buen estado. *Conducciones no	< 20	20 a 30	> 30	< 1/1000	1/1000 a 1/500	> 1/500	< 0,15	0,15 a 0,20	> 0,20
*Estructura subterránea o túneles existentes	< 15	15 a 25	> 25	<1/2000	1/2000 a 1/1000	> 1/1000	< 0,15	0,15 a 0,20	> 0,20
*Edificios cimentados superficialmente sin daños aparentes	< 10	10 a 15	> 15	< 1/2000	1/2000 a 1/1000	> 1/1000	< 0,15	0,15 a 0,20	> 0,20
*Edificios cimentados superficialmente con daños *Edificios monumentales *Edificios con más de 10 alturas *Tuberías de gas	< 5	5 a 10	> 10	< 1/3000	1/3000 a 1/2000	> 1/2000	< 0,05	0,05 a 0,10	> 0,10
*Túneles existentes	Asiento o levantamiento: 10 mm/10m								

Para cada una de las alternativas, de acuerdo con las categorías de control anteriormente definidas, se descartan aquellos tramos con asientos en superficie obtenidos menores de 10 mm. Se descartan también los edificios situados fuera de la franja definida por las rectas a una distancia 2 i del eje (zona de influencia de las excavaciones).

A continuación, se presenta el listado de edificios situados dentro de la cubeta de asientos (+/- 2 i) en zonas edificadas, en tramos en los que se superan los 10 mm de asiento máximo en superficie:

Tabla nº 9. Alternativa 1 y 3. Listado de edificios a analizar

PK	2 i	Edificios (nº parcela)	Distancia mínima desde el eje del túnel al borde del edificio (m)	Asiento máximo en el eje $\delta_{m\acute{a}x}$ (mm)
5720	18.5	262	20	12.8
6450	17	237-238	19	16.6
6960	14	227	18	28,2

Tabla nº 10. Alternativa 2 y 4 Listado de edificios a analizar

PK	2 i	Edificios (nº parcela)	Distancia mínima desde el eje del túnel al borde del edificio (m)	Asiento máximo en el eje $\delta_{m\acute{a}x}$ (mm)
7120	18.5	227	20	12.8
7520	17	237	19	16.6
7620	14	238	18	28,2

Dos de estos edificios analizados, los números 237 y 238, tienen más de 10 plantas.

Para estimar los posibles daños que pueden producirse se utiliza el criterio de Buland, que define la categoría de daño en función de la deformación a tracción límite:

Tabla nº 11. Relación entre categoría de daños y deformación a tracción límite

CATEGORÍA DE LOS DAÑOS	GRADO DE SEVERIDAD	DEFORMACIÓN A TRACCIÓN LÍMITE $\epsilon_{lim}$ (%)
0	Inapreciables	0 – 0.05
1	Muy ligeros	0.05 – 0.075
2	Ligeros	0.075 – 0.15
3	Moderados	0.15 – 0.30
4 y 5	Severos a muy severos	> 0.30

Mediante el modelo de viga equivalente, y adoptando para la máxima deformación de tracción de la viga los  $\epsilon_{lim}$  asociados con las diversas categorías de daños presentadas en el Cuadro anterior, se puede desarrollar un diagrama que presenta la relación entre la distorsión angular  $\Delta/L$  y la deformación horizontal en tracción,  $\epsilon_h$ ,

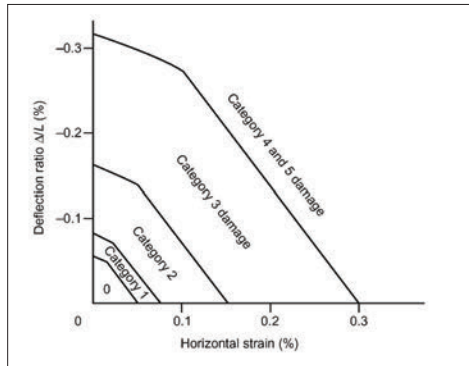


Figura nº 34. Relación de la categoría de daños con la distorsión angular y la deformación horizontal para deformaciones en quebranto y  $L/H=1$

En todos los casos analizados, se obtiene una categoría de daño 0-inapreciable.

#### 5.9.3.3. Evaluación de afección a otras estructuras

En cuanto al cruce bajo infraestructuras superficiales del transporte, todas las alternativas tienen en común el paso bajo línea de ferrocarril y cruce bajo las autovías M-40 y M-11 y M-12.

- Cruce bajo M40. Todas las alternativas
- Cruce bajo FFCC Madrid-Barcelona. Todas las alternativas
- Cruce bajo M11. Todas las alternativas
- Cruce bajo M12-Sur. Alternativas 2 y 4
- Cruce bajo M12-Norte. Todas las alternativas

Asimismo, los trazados cruzan bajo infraestructuras subterráneas de transporte o servicios: las líneas L-4 y L-8 de metro, y bajo la línea de ADIF cercanías Chamartín-T4:

En cuanto a los servicios, a pesar de tratarse en su mayoría de obras subterráneas, se esperan afecciones diferentes en función de su proceso constructivo:

- Los tramos ejecutados en mina minimizan la afección en superficie, permitiendo mantener el trazado de conducciones enterradas existentes, si bien será necesario protegerlas de posibles movimientos inducidos durante la excavación, según su rigidez o su tolerancia a las deformaciones impuestas.
- Con independencia de la cota de la rasante ferroviaria, la ejecución de estaciones será entre pantallas, implicando afección en superficie, por lo que estos tramos concentrarán la gran mayoría de las afecciones. Dado el carácter urbano del corredor y la cercanía al

aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, se localizan multitud de cruces y paralelismos de colectores de agua de abastecimiento, riego, saneamiento, servicios de telecomunicaciones, gas, electricidad, semaforización y alumbrado público.

Para cada una de las infraestructuras subterráneas y servicios, se ha hecho una estimación de los movimientos inducidos a la profundidad de dicha estructura.

Según los resultados obtenidos, no se esperan afecciones importantes a estructuras existentes, incluyendo conducciones y otros túneles, exceptuando la afección al encauzamiento del arroyo  $\Phi = 1800$  mm y al saneamiento  $\Phi = 1800$  mm, que se cruzan en todas las alternativas al este de la estación Valdebebas Norte, situada en la Av Secundino Zuazo esquina Luis Moya Blanco, y en los que, debido a la escasa cobertera existente entre su base y la clave del túnel, los asientos esperables superan los umbrales ámbar o rojo para conducciones no de gas.

#### 5.9.3.4. Tratamientos del terreno

##### Tratamientos para evitar inestabilidades de la excavación

Respecto a la posible aparición de arenas limpias (con bajo contenido de finos  $<15\%$ ) en el trazado, no se han detectado estos niveles en los reconocimientos efectuados en ninguna de las alternativas, exceptuando un pequeño número de muestras en cotas superficiales.

A priori, no se estima necesario definir tratamientos específicos desde el exterior.

##### Tratamientos en afección a servicios y estructuras

Según puede observarse en los cálculos de subsidencias, no se esperan afecciones importantes a estructuras existentes, incluyendo conducciones y otros túneles, exceptuando la afección al encauzamiento del arroyo  $\Phi = 1800$  mm y al saneamiento  $\Phi = 1800$  mm, que se cruzan en todas las alternativas al este de la estación Valdebebas Norte, situada en la Av Secundino Zuazo esquina Luis Moya Blanco, y en los que, debido a la escasa cobertera existente entre su base y la clave del túnel, los asientos esperables superan los umbrales ámbar o rojo para conducciones no de gas.

Esta baja cobertera hace posible el tratamiento desde superficie. Con el objetivo de mejorar el terreno existente entre estas conducciones y la clave del túnel, se recomienda la aplicación de inyecciones de consolidación mediante manguitos separados 1 m en una longitud de 15 m a cada lado del eje del túnel.

##### Tratamientos en otras infraestructuras. Carreteras y ferrocarriles

Todas las alternativas tienen en común el paso bajo línea de ferrocarril y cruce bajo las autovías M-40 y M-11 y M-12.

No existen cruces donde se alcance un nivel de asientos superior a los 5 cm. Por tanto, en principio, no se prevén tratamientos del terreno en estas zonas.

#### Tratamientos en zonas sin edificaciones

En la zona de la vaguada del arroyo de Valdefuentes, situado al este de la estación Valdebebas Norte, se producirán asientos estimados de unos 30 mm, debido a la presencia en toda la zona tiene un nivel superficial de rellenos de 3-5 m de espesor, y a que en el cruce con el arroyo de Valdefuentes, al este de la estación Valdebebas norte, aparece subyacente un nivel aluvial de alrededor de 1 m de espesor.

De acuerdo con los umbrales de control establecidos, para zonas sin edificaciones, se considera que asientos menores de 50 mm se encuentran en el umbral de control verde, lo que implica que los desplazamientos adicionales inducidos previstos -en ausencia de tratamientos de protección- serán admisibles por los elementos situados en la zona de influencia del túnel, para las condiciones normales de control de la presión en el frente y del relleno del gap. En general, por tanto, los elementos situados en estos tramos no requerirán tratamientos de protección

#### Construcción del ramal a cocheras entre pantallas

La distancia estimada entre pie de pantalla y clave del túnel es de unos 2.5 m, por lo que su construcción podría producir afecciones al túnel construido, en caso de que este se ejecutara de forma previa al ramal. En caso contrario, si el ramal se ejecuta previo al túnel, el paso de éste podría producir deformaciones inadmisibles en la estructura. Con objeto de impedir deformaciones excesivas, una vez ejecutadas las pantallas, la excavación del volumen interior de la galería en la zona de cruce no deberá realizarse hasta la completa construcción del túnel.

#### Tratamientos en emboquilles

Se incluyen en este apartado tanto emboquilles para inicio de excavación con tuneladora desde los pozos de ataque, como desde el inicio de excavación de tuneladora desde las pantallas (típanos) de estaciones, y los emboquilles de túneles (ramales) ejecutados con método Madrid desde los telescopios ejecutados entre pantallas.

En pozos de ataque tramo 2 alternativa 2 y alternativa 4, en los que la profundidad hasta cota de clave de túnel es de unos 12 m, se construirá un recinto de pilotes de mortero, formado por una malla de pilotes de 0.80 m de diámetro al tresbolillo separados 2.25 m entre sí, en un área de 13x13 m, hasta una profundidad de 2 m por debajo de la coa de contrabóveda del túnel.

En el paso por estaciones, está previsto que la tuneladora comience los trabajos de excavación desde las distintas estaciones con la cámara de amasado en vacío. En general, estos emboquilles se encuentran a profundidades importantes, por lo que, se considera adecuado para hacer esta operación más segura la colocación de un paraguas que puede servir para frenar el progreso de posibles inestabilidades que se generen sobre el escudo de la tuneladora en el arranque, evitando descompresiones importantes del terreno y la generación de chimeneas.

Los paraguas de micropilotes tendrán las siguientes características:

- Diámetro de perforación 185 mm.
- Tubo de acero: TN80 127/9 mm.
- Tubos separados entre ejes 0,45 m.
- Longitud: 20 m.
- 23 micropilotes por emboquille (desde la clave del túnel hasta una línea de 30° trazada desde el centro del túnel hacia cada uno de los hombros).

Además, se propone una serie de inyecciones de consolidación con tubo manguito en el trasdós de las pantallas de estaciones, en una malla de perforación de 2,0 x 2,0 m. El área de mejora abarcará un mínimo de 3 m a partir de la sección de excavación del túnel.

En la huella de la tuneladora, se ejecutarán las pantallas únicamente con paneles de mortero (sin armadura).

Se ejecutarán además paraguas horizontales de micropilotes en todos los emboquilles para ataque de túnel en mina (ramales a cocheras) desde telescopios, de las mismas características que los anteriores, con longitud L= 15 m.

### 5.10. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES

Dentro del Anejo nº12 del presente Estudio Informativo se realizará una exhaustiva identificación de los edificios e infraestructuras que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto. Acorde al PPTP, “Se estudiará la cimentación de las edificaciones a una distancia de 100 metros de los diferentes trazados”.

Esto incluirá una descripción detallada de los edificios existentes, análisis de sus condicionantes, posibles afecciones y condicionantes que puedan tener relevancia para el proyecto en cuestión.



Figura nº 35. Franja de edificaciones afectadas por el Estudio

Se ha tomado como referencia la base de datos del catastro actualizada (<https://www.sedecatastro.gob.es>), y se han seleccionado de todos los edificios comprendidos en la franja de las alternativas proyectadas.

Cabe indicar que, para las condiciones relativas a las plantas de altura y los sótanos de profundidad, se ha tomado como valor para cada una de las edificaciones, las que se declaran en el catastro.

Como el valor que arroja el catastro como número de alturas es mayor que el número de plantas (puesto que valora como alturas otras construcciones tales como los casetones de ascensores), la consideración de este criterio nos deja del lado de la seguridad. Igualmente, dado que también para el número de sótanos, el valor declarado en el catastro es como mínimo igual que el número de sótanos real (al considerar como tales los pozos de saneamiento o ascensores), la consideración del valor del catastro nos deja también del lado de la seguridad.

Como resumen de todo esto, se ha procedido a la elaboración de las fichas de cada una de las edificaciones afectadas, así como un cuadro resumen con la relación de todas ellas. Se adjuntan como apéndice al mencionado anejo nº 12.

## 5.11. INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN

La distribución de la instrumentación se basa en la zonificación de los trazados efectuada en el Anejo de Túneles, basada a su vez en el recubrimiento de plioceno existente, en la distancia del edificio o estructura al eje del túnel, en los movimientos generados y en la sensibilidad de las estructuras y edificios a tales movimientos. Estos criterios se basan en las "Recomendaciones generales para el diseño del plan de auscultación y control" de noviembre de 2004 prescritas por MINTRA para el Plan de Ampliación del Metro de Madrid 2003 – 2007.

Tabla nº 12. Categorías de nivel de control

NIVEL DE CONTROL	Edificaciones o servicios en el entorno de la excavación	Previsión de movimientos inducidos	Recubrimiento relativo de terciario Hp/D	Presencia de agua
VERDE	Alejados de la zona de influencia de las excavaciones. Exterior de 2i	No supera el nivel ámbar de movimientos adicionales admisibles	$Hp/D > 1,0$	No es previsible la presencia de niveles arenosos con agua en el frente de excavación
AMBAR	Se encuentran en la zona de influencia de las excavaciones, entre (-2i, -i) y (i, 2i)	Se sitúan entre el umbral ámbar y rojo de movimientos adicionales admisibles	$0,5 < Hp/D < 1,0$	Se interceptan algunos niveles arenosos con probable presencia de agua.
ROJO	Se encuentran en la zona de influencia de las excavaciones (sobre las mismas, entre -i, i)	Superan el nivel rojo de movimientos adicionales admisibles	$Hp/D < 0,5$	Se interceptan numerosos niveles arenosos con agua.

La tramificación del túnel a ejecutar con tuneladora se efectúa atendiendo a la tipología de la obra y a la presencia de edificios y de infraestructuras próximas, tanto en superficie como enterradas, valorando el riesgo en función fundamentalmente de la previsión de movimientos inducidos.

Se estima que a lo largo de todos los trazados existe el riesgo de interceptar niveles de agua colgados en el frente de excavación.

### 5.11.1. Túnel ejecutado con tuneladora

#### • Instrumentación del anillo

En el interior del túnel, tanto ejecutado con tuneladora como con método tradicional Madrid, se dispondrán miniprismas de convergencia (5) en clave y hastiales, cada 50 m en toda la longitud del túnel, para toma de lecturas mediante estación total.



De forma sistemática, se instalarán secciones de auscultación completa cada 150 m, compuestas por 6 células de presión total (una por dovela) y 6 parejas de extensímetros de cuerda v brante (2 por dovela) en armadura.

#### • Instrumentación en superficie

En toda la longitud de los túneles, se colocarán hitos de nivelación sobre el eje del túnel cada 50 m, tanto en zonas urbanas como no urbanas

Por otra parte, en zona urbana (con presencia de edificios en el entorno de la excavación), se deberá disponer, al menos, una sección de control como se indica a continuación:

Tabla nº 13. Secciones de control en superficie

<p><b>SECCIÓN DE CONTROL DE SUBSIDENCIAS EN SUPERFICIE PARCIAL SSSP</b></p> <p><b>A colocar cada 50 m en zona urbana (con edificios dentro de la zona de afección por las excavaciones) y cada 150 m en zona no urbana (preferiblemente coincidiendo con carreteras y vías de ferrocarril)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 Hitos de nivelación por sección en superficie situados transversalmente al eje de la traza cubriendo la anchura previsible de la cubeta de asientos. Se colocarán perpendicularmente al eje de la traza y dispuestos al menos.</li> <li>- Bases profundas de nivelación (cada 200-300 m referenciadas entre sí)</li> <li>- Si existen edificios dentro de la banda de afección por las excavaciones, se colocarán además inclinómetros entre éstos y el túnel.</li> </ul>
<p><b>SECCIÓN DE CONTROL DE SUBSIDENCIAS EN SUPERFICIE COMPLETA SSSC</b></p> <p><b>A colocar cada 150 m en zona urbana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Misma instrumentación que las secciones catalogadas como Verde.</li> <li>- Además: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensómetro de varilla sobre el eje de la traza a una profundidad de H y 0,5H, siendo el espesor de la cobertera</li> <li>• Inclinómetros entre los edificios y el túnel a una distancia de 2 m del hastial o pantalla ejecutada. La profundidad del inclinómetro será de <math>H+D/2</math>, siendo D el diámetro del túnel o la longitud de pantalla más un empotramiento mínimo de 2 m.</li> <li>• Piezómetros de cuerda vibrante o tubo ranurado (abiertos).</li> </ul> </li> </ul>

#### 5.11.2. Auscultación de edificios

Se auscultarán los edificios situados dentro de la banda de afección 2 i, mediante:

- Puntos de control X, Y, Z mediante miniprismas y dianas

- Regletas de nivelación en las esquinas de los edificios, con la finalidad de controlar los asentamientos inducidos, compuestos por un elemento fijo (diábolo) anclado a la pared de la estructura, del que colgará la regleta graduada con escala creciente en sentido ascendente.
  - Fisurómetros
- Desde antes del inicio de las obras, se creará un archivo general donde se actualice permanentemente el historial de cada grieta o fisura desde el comienzo de la obra hasta la recepción final de la misma. En el historial de cada grieta debe figurar: la fecha que se observó por vez primera, una clasificación individual de la grieta, la representación de la grieta en la fotocopia sacada de la fotografía que debe hacerse, la separación de los labios de la grieta, la variación con el tiempo del aumento de longitud, etc.

#### 5.11.3. Ramales ejecutados con Método Madrid

En el interior del túnel, solo se dispondrán de secciones de convergencia.

En principio, únicamente se colocarán en superficie hitos de nivelación sobre la clave del ramal de conexión L11-L8.

#### 5.11.4. Auscultación de túneles existentes

En todos los túneles de metro existentes, en la zona situada sobre el túnel de línea, y al menos en 10 m a cada lado del mismo, se colocarán los siguientes elementos:

- Electroniveles, situados en uno de los hastiales y montados en tramos rígidos de 3 m, en una longitud total de 120 m, 60 a cada lado del punto de cruce con el eje.
- Miniprismas para medición de convergencias (6 secciones centradas con el eje de cruce del túnel proyectado separadas entre sí 20 metros para control de convergencias). Cada sección se compondrá de 5 prismas: 4 en hastiales y 1 en clave.
- Nivelación de vía en túneles ferroviarios cada 20 m en cada hilo, referidas a un punto alejado de la traza.

#### 5.11.5. Auscultación de movimientos y subsidencias en carreteras y ferrocarril

Se dispondrán secciones de control específicas (bien completas o bien de control de subsidencias) en el cruce del trazado con las carreteras y autovías, así como en el cruce con la línea de ferrocarril, para el control de asientos y movimientos horizontales que puedan afectar a estas infraestructuras.

#### 5.11.6. Instrumentación a disponer en estaciones

Se instrumentará 1 sección en cada estación. Además, se instalarán secciones de convergencia o medida de desplazamientos horizontales, (unos 5 clavos de referencia en cada pantalla) separadas un máximo de 30 m, debiendo una de ellas coincidir con la sección tipo de cada estación.

Instrumentos en sección:

- Hitos de nivelación (6, 3 a cada lado de la estación)
- Piezómetros de cuerda v brante (2 por estación).

Instrumentos en estructura de estación:

- Inclínometro (2) con instalación directa de la tubería inclinométrica en la armadura de la pantalla)
- Miniprismas de convergencia (9)
- Punto de centralización en armario estanco con centralización por sensor

Auscultación en edificios situados en la banda de afección por las excavaciones (ZOI):

- Puntos de control X, Y, Z
- Regletas de nivelación

#### 5.11.7. Instrumentación a disponer en pozos entre pantallas

Los pozos Interestación se instrumentarán con los siguientes elementos:

- Base de referencia topográfica de nivelación (1)
- Hitos de nivelación (12)
- Inclínometro (2) con instalación directa de la tubería inclinométrica en la armadura de la pantalla.
- Miniprismas de convergencia (número según profundidad del pozo)
- Extensímetro de cuerda vibrante (18) instalados en la losa de fondo
- Punto de centralización en armario estanco

#### 5.11.8. Frecuencia de lecturas

Inicialmente, y sin perjuicio de que puedan introducirse modificaciones a la vista de la evolución de las magnitudes registrada o los parámetros que de ellas puedan deducirse, o para zonas singulares, se establecen de modo general los siguientes criterios de lectura de los dispositivos de auscultación según la distancia al frente y el nivel de riesgo en el túnel excavado con tuneladora:

Tabla nº 14. Frecuencia de lecturas

ZONA	DISTANCIA DESDE EL FRENTE DEL TÚNEL (m)	NIVEL DE RIESGO		
		VERDE	AMBAR	ROJO
1	Entre (- 300, -200) y (+100, +200)	lectura semanal, excepto piezómetros quincenal	2 lecturas semanales, excepto piezómetros semanal	3 lecturas semanales, excepto piezómetros 2 lecturas semanales.
2	Entre (- 200,- 100) y (+50, +100)	2 lecturas semanales, excepto piezómetros quincenal	3 lecturas semanales, excepto Piezómetros semanal	Diaria
3	Entre (- 100 , +50)	3 lecturas semanales, excepto piezómetros semanal	Diaria, excepto piezómetros 2 lecturas semanales.	Diaria

En la instrumentación general, 1 lectura "cero" que se tomará como referencia para las siguientes tan pronto como se complete la instalación necesaria para la realización de la lectura.

Para los dispositivos situados en una zona terminada, se realizará una lectura quincenal durante el primer mes una vez completada la sección situada a más de 50 m de distancia y una lectura mensual en los 2 meses siguientes si se comprueba la estabilidad de los registros.

#### 5.11.9. Control de umbrales. protocolo de actuación

Los procedimientos a poner en marcha en correspondencia con los niveles de alerta o niveles de control establecidos serán los siguientes:

- Nivel VERDE:
  - Continuar con la frecuencia establecida en el Plan de Auscultación.
- Nivel ÁMBAR:
  - Incremento de la frecuencia de lecturas y evaluación de la situación a partir de la magnitud o velocidad de evolución del parámetro registrado
  - Inspección visual somera
  - Revisión del proceso constructivo
  - Introducción de medidas correctoras o de refuerzo
- Nivel de ROJO:
  - Análisis de la situación
  - Colocación de Instrumentación complementaria si es preciso
  - Revisión del proceso constructivo
  - Introducción de medidas correctoras o de refuerzo

Estas acciones deben ser desarrolladas e incluidas en el Proyecto de Instrumentación y Auscultación del Contratista.

## 5.12. DISEÑO DE ESTACIONES

### 5.12.1. Criterios de diseño

Para el diseño de la estación se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Criterios de funcionalidad, movilidad y accesibilidad
- Criterios de seguridad
- Criterios de mantenimiento
- Criterios estéticos y arquitectónicos
- Criterios económicos

En base a los mismos, y atendiendo a los condicionantes particulares de infraestructuras existentes en entorno de la estación, se proyecta una definición funcional y volumétrica de la estación, procurando favorecer al máximo la movilidad y accesibilidad del pasaje a los espacios públicos y minimizar los recorridos necesarios entre el exterior y los andenes, dando cumplimiento a la normativa de accesibilidad y en las normativas y recomendaciones de seguridad.

Las nuevas estaciones en sus diferentes alternativas tienen acceso para personas con movilidad reducida, mediante ascensores. Además, dispone como mínimo de un itinerario adaptado entre el exterior y el acceso a los trenes de acuerdo con la legislación vigente de accesibilidad para personas de movilidad reducida (PMR).

A partir de este primer diseño funcional de la estación se procede a verificar la viabilidad ejecutiva de la misma, incorporando al diseño tanto criterios estructurales como necesidades asociadas a los procedimientos constructivos. Se ha propuesto un procedimiento constructivo de las estaciones del tipo Cut & Cover, consistente en ejecutar en primer lugar las pantallas laterales y la ejecución de la cubrición, para posteriormente excavar hasta los primeros niveles de apuntalamiento (o forjados), construir el nivel correspondiente y continuar excavando hasta el siguiente nivel, con el apuntalamiento debido al nivel superior ya construido.

El diseño se completa con la identificación y dimensionado de los diversos espacios: accesos, vestíbulos, barrera tarifaria, andenes, salas técnicas, etc. atendiendo a los requerimientos necesarios para su operación en cuanto a ventilación, drenaje, energía y seguridad, definiendo las condiciones en relación a pozos de ventilación, bombeo, subestaciones eléctricas y vías de evacuación de túnel y estaciones.

A continuación, se relacionan los requerimientos funcionales que se han considerado en el diseño de las estaciones:

### Andenes

- Todas las estaciones se sitúan en recta y con pendiente nula.
- Se define la cota del andén respecto a la vía a 1.05m por encima de la cota de carril.
- La longitud de los andenes se establece en 115m.
- Se ha considerado el diseño de las estaciones con andenes laterales de 4,5m de anchura.
- Los accesos a los andenes se resuelven mediante cañones laterales.
- Se diferencian claramente dos zonas: una de espera y circulación de viajeros y otra de seguridad, constituida con material antideslizante y de distinto color que el resto de la plataforma para su perfecta diferenciación.

La siguiente figura ilustra las dimensiones de la sección transversal tipo considerada para el diseño de las estaciones, indicando las anchuras necesarias en calle para poder ejecutar las cajas de la estación.

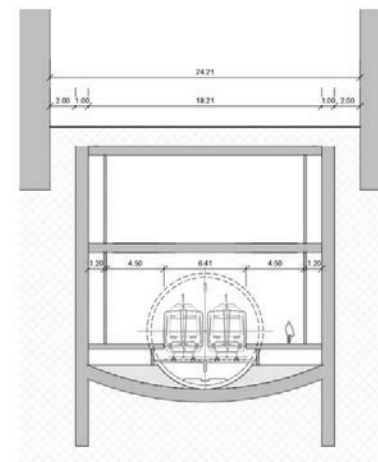
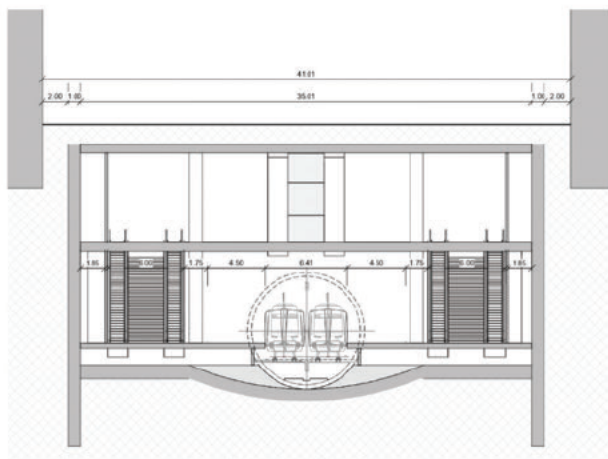


Figura nº 36. Esquema Sección tipo de estación



**Figura nº 37. Esquema Sección tipo de estación**

### Comunicación vestibulo-andén

La comunicación vertical entre los niveles de vestíbulo y andén se resuelve mediante escaleras mecánicas de bajada y subida y escalera fija, así como ascensores para PMR's, buscando recorridos continuos, lo más directos y simples posible.

En las estaciones, de andenes laterales, se proyectan cañones laterales de acceso para comunicar el nivel preandén con el nivel andén.

Seguidamente se detallan las dimensiones tipo adoptadas en el estudio para los diversos elementos de circulación:

- Escaleras mecánicas: Paso de 1,00 m (ancho total considerado de 1,65 m)
- Ascensores: Hueco considerado de 3,00 x 3,00 m
- Escaleras fijas: Ancho considerado de 2,6m. La anchura de las escaleras fijas que parten de andén y de las escaleras de evacuación de emergencia se ha establecido de acuerdo al objetivo de evacuación de andenes en menos de 4 minutos (ver Anejo 21 Evacuación).

### Vestíbulo

Los vestíbulos de las estaciones se han diseñado atendiendo a factores estéticos y funcionales, contando con la superficie necesaria para ubicar, además de los elementos de control de

viajeros (taquillas, máquinas expendedoras de billetes, torniquetes, pasos enclavados de accionamiento electromagnético y célula fotoeléctrica, etc.) y las salas técnicas necesarias.

La cota de vestíbulo garantiza, siempre que es posible, un mínimo de tierras por encima del forjado de cubierta (1,50 m), de manera que se permita el paso de instalaciones y servicios públicos, así como plantaciones.

### Accesos

Los accesos a las estaciones se ubican de forma que la entrada al vestíbulo sea lo más directa posible, evitándose todo camino redundante. Con carácter general, disponen de escaleras mecánicas de bajada y subida y de escalera fija, además de ascensor.

Se prevé la ubicación de puertas cortavientos entre el acceso desde calle y la barrera tarifaria.

La ubicación de los accesos en la vía pública tiene en cuenta la urbanización de la superficie, proponiendo templete siempre que el espacio en superficie lo permita.

Las medidas adoptadas en el estudio para los elementos de comunicación en el nivel de acceso son:

- Escaleras mecánicas: Paso de 1,00 m (ancho total considerado de 1,65 m)
- Ascensores: Hueco considerado de 3,00 x 3,00 m
- Escaleras fijas: Ancho considerado de 2-2.50m.

### Salas técnicas

Se muestra a continuación una tabla resumen con la relación de salas técnicas y las necesidades a nivel de superficie y dimensiones.

*Tabla n° 15. Salas Técnicas, superficies y dimensiones*

Cuarto Técnico			Dimensiones
Subestación de Tracción		SE	25x15m / 60x15m
Centro de Transformación	Alta Tensión	CAT	40m2 (6 5x6 5m)
	Baja Tensión	CBT	42m2 (6x7m)
Cuarto de protección contra incendios		PCI	30 m2
Cuarto para Seccionador de Línea Aérea		CS	3 x 2,5m2
Cuarto Auxiliar de Comunicaciones		CC	6M2 (2x3m)
Cabinas de Andén 15m2	De Cabecera	CA	-
	Intermedia		-
Cuartos para conductores			10-15m2



Cuarto Técnico		Dimensiones
Cuartos de Comunicaciones	CC	40m2
Cuarto de telefonía	TM	18m2
Cuarto de enclavamiento	CE	50m2
Sala de Ventilación inmisión	VENT	Sala simple: 16x4,5m y chimenea de 2m x 4,5m Sala doble: 16 x 7m y chimenea de 2m x 7m
Pozos de Compensación	COMP	Rejilla 14m2 (3 x 4,5m)
Fuentes de Andén		-
Bombeo de fecales	BP	12m2
Bombeo de pluviales		-
Cuarto para equipo de escaleras mecánicas	EM	Una escalera 3 x 3m dos escaleras 5 x 3m
Cuarto auxiliar de ascensor		-
Cuarto de operador	CO	15m2
Cuarto para el control de instalaciones	CCI	20-25m2
Aseos Masculino y Femenino para personal de metro	AS	-
Vestuario Masculino y Femenino para personal de metro	VEST	-
Cuarto de Basura	CB	3 x 4m
Cuarto de Limpieza	CL	3 x 4m
Cuarto de condensadoras	COO	35m2
Cuarto de Equipos	EQ	20m2

En todas las estaciones se han reservado espacios para ubicar las dependencias técnicas necesarias para la explotación. En cuanto a los requisitos de ubicación de salas técnicas, se prioriza el aprovechamiento de espacios a nivel de andén que no generen incrementos de sección transversal, ubicando las dependencias que no puedan albergarse en este nivel en niveles superiores.

Para el tramo objeto del presente estudio, se ha contemplado un total de cuatro subestaciones de tracción de corriente continua a 1500V para poder alimentar el material rodante. De manera adicional se contempla una subestación que incorpora una etapa de transformación 45/15kV.

Estas subestaciones de tracción están ubicadas en una planta intermedia por encima del andén, con acceso desde vías y ventilación directa desde calle. Se ha considerado una superficie mínima de 15x25m para las subestaciones de 15000V y 15x60 para las de 45/15kV, con dos accesos.

Estas subestaciones están ubicadas dentro de las estaciones, en concreto:

- Estación inicial en Alternativas 1 y 2: Mar de Cristal - parque Alfredo Kraus y Alternativas 3 y 4: Mar de Cristal - Calle Arequipa: subestación de 1500V
- Estación Intercambiador - de Ciudad de la Justicia: estación de 1500V
- Estación de Barajas T4: subestación de 1500V
- Estación de Valdebebas Norte: subestación de 45kV

#### 5.12.2. Descripción del diseño de las estaciones

El presente Estudio Informativo plantea 4 Alternativas de trazado. Estas Alternativas comparten la posición y configuración de las estaciones, pero éstas varían en número y secuencia dependiendo de la Alternativa. En concreto se plantea:

- Alternativas 1 y 3: 5 estaciones
- Alternativas 2 y 4: 6 estaciones

El siguiente cuadro muestra un resumen de las estaciones planteadas para cada una de las alternativas:

Tabla nº 16. Alternativas de Estaciones

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
E1	Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus	Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus	Mar de Cristal - Calle Arequipa	Mar de Cristal - Calle Arequipa
E2	Ifema - Cárcavas	Ifema - Cárcavas	Ifema - Cárcavas	Ifema - Cárcavas
E3	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	Intercambiador - Ciudad de la Justicia
E4	Valdebebas Norte	Hospital Zandal	Valdebebas Norte	Hospital Zandal
E5	Barajas T4	Barajas T4	Barajas T4	Barajas T4
E6	-	Valdebebas Norte	-	Valdebebas Norte

Las siguientes tablas presentan las estaciones proyectadas para cada una de las alternativas de trazado, indicando los intercambios que presentan con otras líneas de la Red de Metro de Madrid, su ubicación relativa a los ejes de trazado de túnel y la distancia entre las mismas.

Tabla nº 17. Estaciones en Alternativa 1

A L T E R N A T I V A  1	Estación		Intercambio	PKi	PKf	Interdistancia (m)
	E1	Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus	L4 y L8	0+303	0+423	1.829
	E2	Ifema – Cárcavas	-	2+252	2+392	1.013
	E3	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	-	3+405	3+545	2.683
	E4	Valdebebas Norte	-	6+228	6+368	1.862
	E5	Barajas T4	L8	8+230	8+370	-

Tabla nº 19. Estaciones en Alternativa 3

A L T E R N A T I V A  3	Estación		Intercambio	PKi	PKf	Interdistancia (m)
	E1	Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus	L4 y L8	0+411	0+551	1.554
	E2	Ifema – Cárcavas	-	2+105	2+245	1.013
	E3	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	-	3+258	3+398	2.683
	E4	Valdebebas Norte	-	6+081	6+221	1.862
	E5	Barajas T4	L8	8+083	8+223	-

Tabla nº 18. Estaciones en Alternativa 2

A L T E R N A T I V A  2	Estación		Intercambio	PKi	PKf	Interdistancia (m)
	E1	Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus	L4 y L8	0+303	0+423	1.829
	E2	Ifema – Cárcavas	-	2+252	2+392	1.013
	E3	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	-	3+405	3+545	737
	E4	Hospital Zandal	-	4+282	4+414	1.303
	E5	Barajas T4	L8	5+717	5+857	1.862
	E6	Valdebebas Norte	-	7+719	7+859	-

Tabla nº 20. Estaciones en Alternativa 4

A L T E R N A T I V A  4	Estación		Intercambio	PKi	PKf	Interdistancia (m)
	E1	Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus	L4 y L8	0+411	0+551	1.554
	E2	Ifema – Cárcavas	-	2+105	2+245	1.013
	E3	Intercambiador - Ciudad de la Justicia	-	3+258	3+398	737
	E4	Hospital Zandal	-	4+135	4+267	1.303
	E5	Barajas T4	L8	5+570	5+710	1.862
	E6	Valdebebas Norte	-	7+572	7+712	-

Todas las estaciones para las cuatro Alternativas se proyectan con andenes lateral y método de ejecución entre pantallas. La profundidad de cada estación se detalla en la siguiente tabla:

Tabla nº 21. Profundidad de Estaciones

Intercambio	Profundidad (m)	Andenes	Método constructivo
Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus	31	Laterales	Pantallas
Mar de Cristal – Calle Arequipa	30	Laterales	Pantallas
Ifema – Cárcavas	26-30	Laterales	Pantallas
Intercambiador – Ciudad de la Justicia	35-40	Laterales	Pantallas
Hospital Zandal	25-31	Laterales	Pantallas
Barajas T4	24,5	Laterales	Pantallas
Valdebebas Norte	22-30	Laterales	Pantallas

A continuación, se realiza una descripción de cada estación:

#### Estación Mar de Cristal – Alfredo Kraus (Alt. 1-2)

La Estación de L11 en Mar de Cristal para las Alternativas 1 y 2 se ubica en el parque Alfredo Kraus, entre la calle del Mar Adriático y la calle de Ayachucho. Esta estación presenta intercambio con las existentes Línea 4 (L4) y la Línea 8 (L8) de Metro de Madrid.

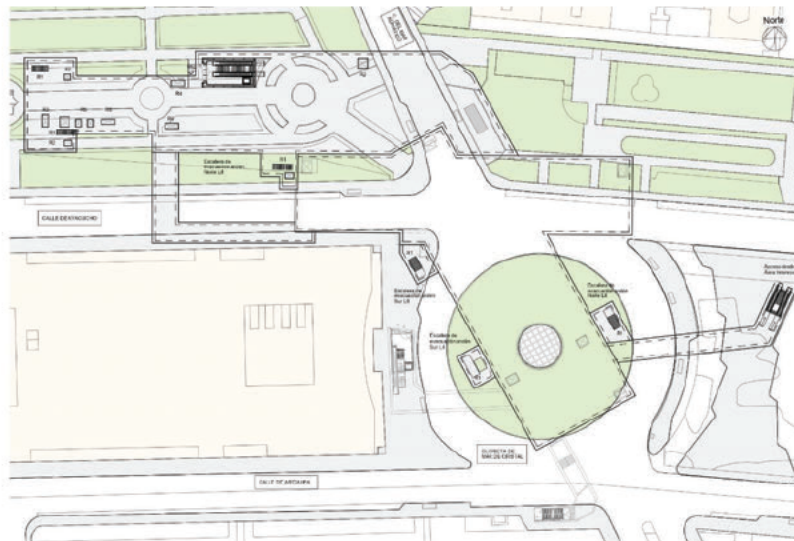


Figura nº 38. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus \_Planta Calle

La nueva estación tiene una profundidad de 31m y presenta cinco Niveles principales:

Tabla nº 22. Niveles Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus

Cota	Nivel	Planta
674.50	Nivel -1	Vestíbulo
669.02	Nivel -2	Conexión con L4
661.55	Nivel -3	Conexión con L8
656.30	Nivel -4	Preandén
651.05	Nivel -5	Andén

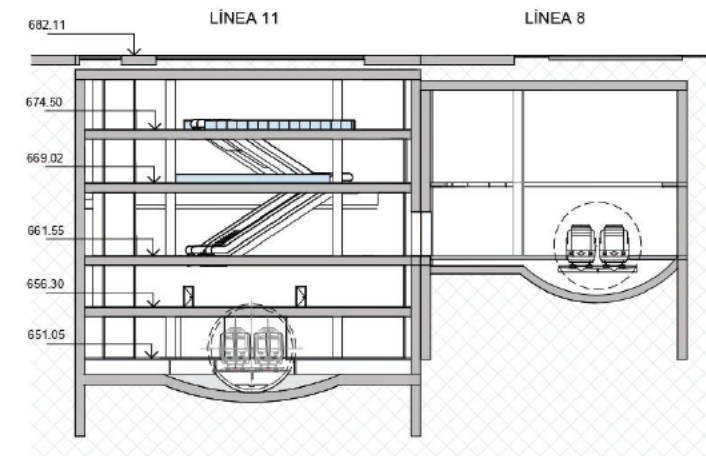


Figura nº 39. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus \_Sección Transversal

El acceso a la estación se sitúa dentro del parque Alfredo Kraus y se realiza a través de un Templete dotado de escalera fija, de dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada) y de un ascensor que comunican el nivel de la calle a cota 682.11m directamente con el vestíbulo que se encuentra a 7.6m de profundidad. También se contempla otro acceso desde la futura área intermodal de transportes ubicada en el lado Este de la glorieta de Mar de Cristal, y que comunica directamente con el Vestíbulo existente a través de dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada) y una escalera fija de 2m de ancho.

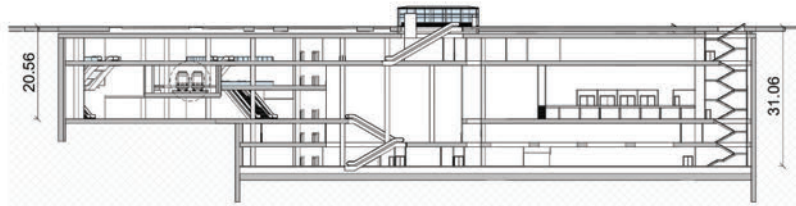


Figura nº 40. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus \_Sección Longitudinal

La estación tiene una longitud de 120,75m. Su geometría y posición en planta viene condicionada por la existente estación de Mar de Cristal al Sur, el trazado del túnel de L4 al Este y la presencia del Kiosco-bar “Terraza Kraus” al Oeste, dentro del propio parque. Para evitar afecciones a este último se ha tomado la decisión de proyectar las escaleras de emergencia en paralelo al andén en lugar de en su prolongación como es habitual.

#### Vestíbulo

El diseño de esta estación contempla la creación de un nuevo vestíbulo en la parte Este de la estación y sobre el túnel de L4, conectado con el vestíbulo existente, y que comunique todos los niveles para facilitar las conexiones entre las distintas líneas (L4-L8-L11). La ejecución de este vestíbulo contempla la demolición parcial de parte del túnel de L4 y su incorporación dentro de la huella de la nueva estación y la supresión de la existente entrada Noreste a la estación de Mar de Cristal sobre la calle del Mar Adriático.

En el vestíbulo se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran dos conjuntos de escaleras mecánicas y fijas para poder dar servicio a ambos andenes tanto de L4 como de L8 de manera independiente.

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida se materializa mediante cuatro ascensores (dos por andén) que también comunican todos los niveles para facilitar conexiones de intercambio.

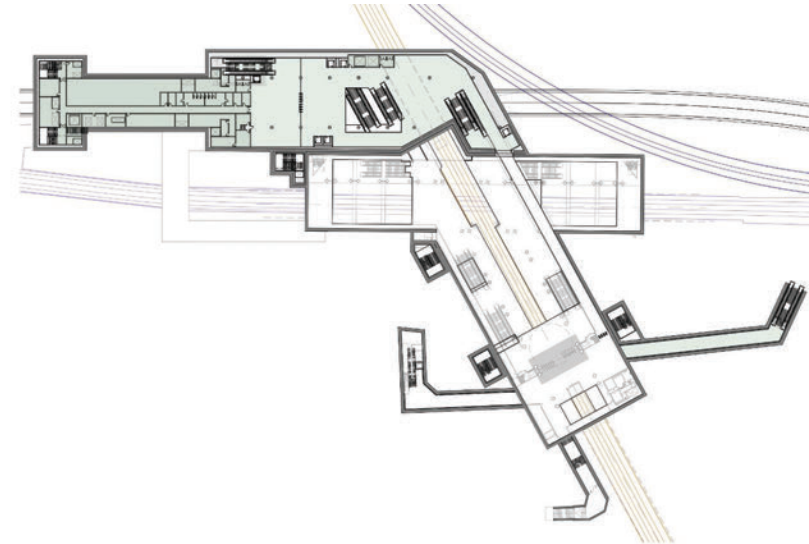


Figura nº 41. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus \_Planta Vestíbulo

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, los aseos y vestuarios de personal, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y las salas de ventilación de ambos andenes.

#### Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con tres niveles intermedios. En estos niveles se aprovecha el espacio para albergar dependencias y salas técnicas de mayor envergadura necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. Estos niveles intermedios se han situado en una cota específica para dar servicio de intercambio de pasajeros con las L4 y L8 existentes.

- Un primer nivel intermedio a cota de andén de L4 que sirve de conexión con la misma.
- Un segundo nivel intermedio a cota de andén de L8 que sirve de conexión con la misma. En este Nivel además se encuentra la subestación de tracción de 538m2 de superficie y unas dimensiones de 37x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la aparamenta de la subestación, con un gálibo de 8,95 metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un gálibo libre de 2 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución



de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos.

- Un tercer nivel intermedio que se denomina preandén. En este nivel, las escaleras se desdoblan en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

### Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Este. En los extremos opuestos de cada andén y en paralelo a éstos, se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,8m de ancho para cada andén que suben de manera independiente hasta el nivel de calle.

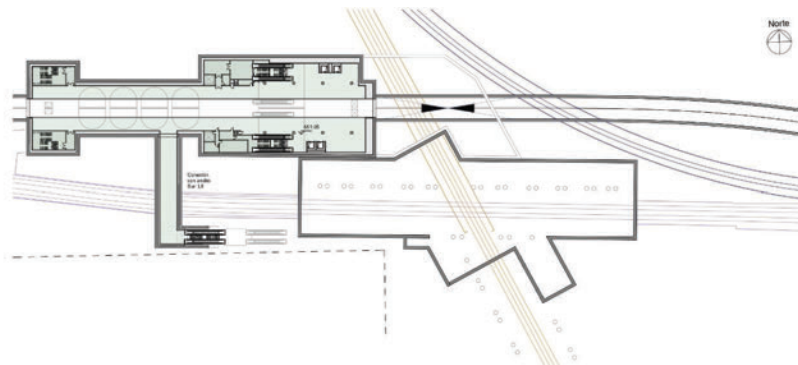


Figura nº 42. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus \_Planta Andén

En el andén sur se proyecta una conexión con el andén sur de L8 por medio de un cañón que salva un total de 10.50m hasta llegar a la cota de andén de L8.

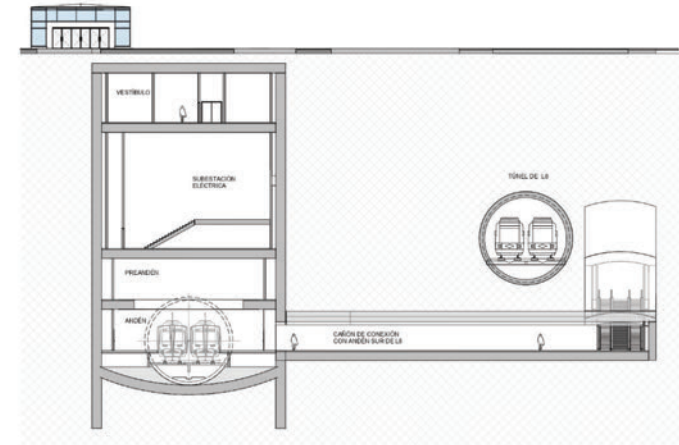


Figura nº 43. Estación Mar de Cristal – Pque. Alfredo Kraus \_Sección cañón

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

De manera adicional al diseño de la estación de L11, se ha contemplado proporcionar a los existentes andenes de L4 y L8 de Mar de Cristal de escaleras de evacuación libre de humos y debidamente presurizadas, para cumplir la normativa vigente de evacuación en caso de incendio.

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas a excepción del cañón de conexión a nivel de andén que comunica el andén Sur de L11 y el andén Sur de L8 y que se ejecuta en mina para minimizar las afecciones al existente túnel de L8.

Cabe mencionar que la construcción de esta estación tiene grandes afecciones a la L4 ya que es necesario la reconstrucción parcial del túnel de L4 en su lado Norte de la estación.

### **Estación Mar de Cristal – calle de Arequipa (Alt. 3-4)**

La Estación Mar de Cristal de L11 para las Alternativas 3 y 4 se ubica bajo la calle de Arequipa y parcialmente bajo la parcela de propiedad pública y de uso dotacional deportivo aún sin construir. Esta estación presenta intercambio con la Línea 4 (L4) y la Línea 8 (L8) existentes.

La nueva estación tiene una profundidad de 30m y presenta cinco Niveles principales:

Tabla nº 23. Niveles Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa

Cota	Nivel	Planta
674.50	Nivel -1	Vestíbulo
669.02	Nivel -2	Conexión con L4
663.79	Nivel -3	Intermedio
658.55	Nivel -4	Preandén
651.05	Nivel -5	Andén

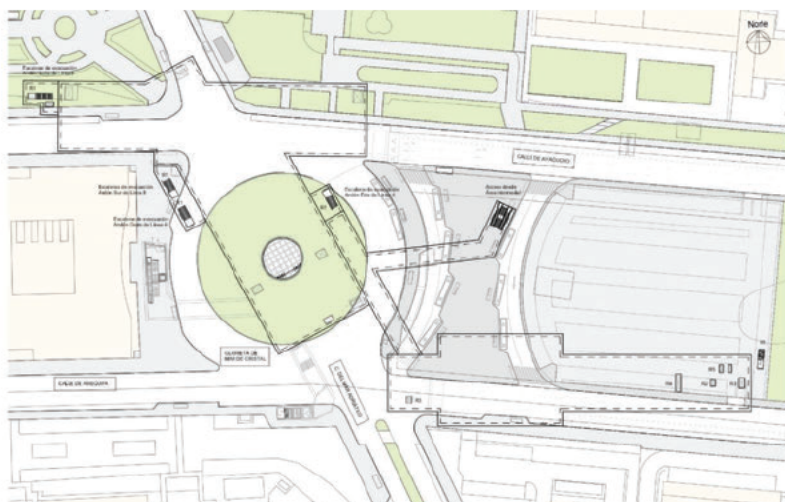


Figura nº 44. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa \_Planta Calle

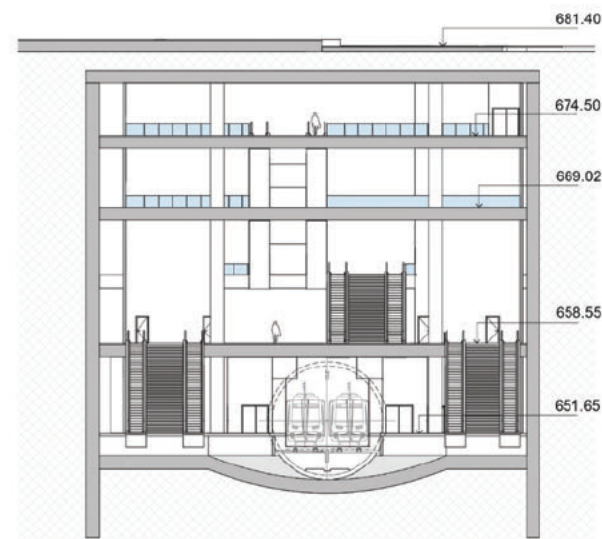


Figura nº 45. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa \_Sección Transversal

El acceso a la estación se realiza a través de los existentes puntos de acceso a la estación de Mar de Cristal sin añadir ningún templete de acceso adicional. Sólo se contempla una entrada adicional desde la futura área intermodal de transportes ubicada en el lado Este de la glorieta de Mar de Cristal, y que comunica directamente con el Vestíbulo existente a través de dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada) y una escalera fja de 2m de ancho.

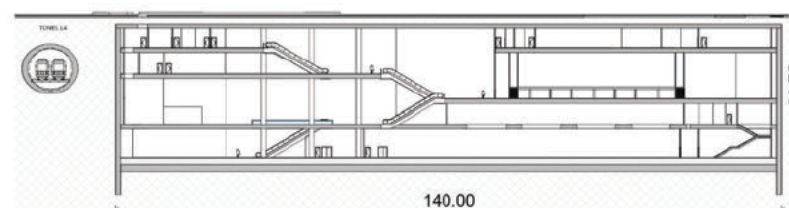


Figura nº 46. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa \_Sección Longitudinal

La nueva estación tiene una longitud de 140m y su posición en planta viene condicionada por la existente estación de Mar de Cristal al Norte con la que se quiere ofrecer intercambio.

## Vestíbulo

La propuesta de estación de L11 contempla un nuevo vestíbulo en conexión con el vestíbulo existente y unos nuevos tornos de acceso exclusivos para L11. Los vestíbulos están conectados entre sí a través de un cañón y a su vez conectan con el cañón de entrada desde el área intermodal. Una vez superada la barrera tarifaria, se accede al conjunto de escaleras mecánicas y fijas que dan servicio a ambos andenes de la Línea 11.

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida se materializa mediante cuatro ascensores (dos por andén) que también comunican todos los niveles para facilitar conexiones de intercambio.

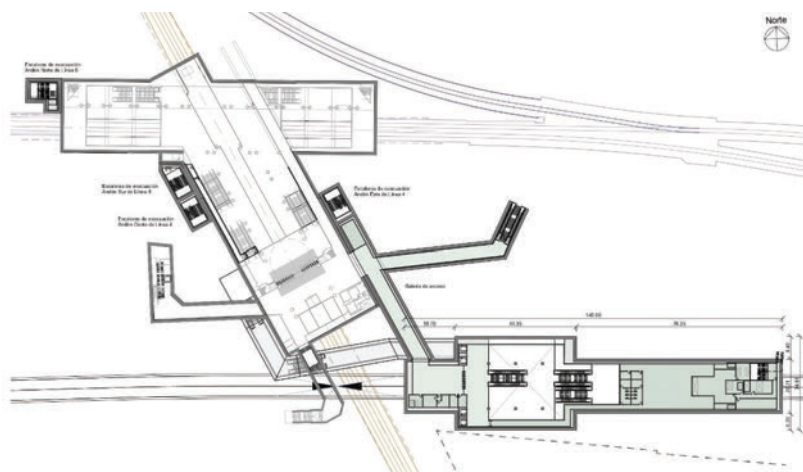


Figura nº 47. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa \_Planta Nivel Vestíbulo

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y de ventilación y dependencias de personal de metro como los aseos y vestuarios.

## Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con tres niveles intermedios. En estos niveles se aprovecha el espacio para albergar dependencias y salas técnicas de mayor envergadura necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. Estos niveles intermedios se han situado en una cota específica para dar servicio de intercambio de pasajeros con la Línea 4 existente.

- Un primer nivel intermedio a cota de andén de Línea 4 que sirve de conexión con la misma.
- Un segundo nivel intermedio para salvar la cota de 10,47m hasta llegar al nivel preandén. En este nivel además se encuentra la subestación de tracción de 514m<sup>2</sup> de superficie y unas dimensiones de 36x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la aparamenta de la subestación, con un gálibo de 7,22 metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un gálibo libre de 2 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos.
- Un tercer nivel intermedio que se denomina preandén. En este nivel, las escaleras se desdoblán en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. En este nivel se contempla la conexión entre L11 y el andén Oeste de L4 por medio de un cañón que salva 10,47m de cota. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

## Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Oeste. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 3m que suben de manera independiente hasta un nivel superior donde los recorridos de evacuación se conectan para subir al nivel de calle por una única escalera.

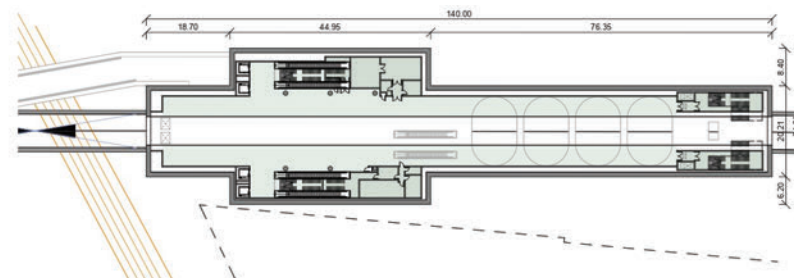


Figura nº 48. Estación Mar de Cristal – Calle Arequipa \_Planta Nivel Andén



En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas a excepción del cañón de conexión con el andén Oeste de L4 a nivel de preandén que se ejecutan en mina para minimizar las afecciones al túnel de L4.

Cabe destacar que la construcción de esta estación tiene afecciones en dos de los accesos existentes ubicados en la parte Sur de la glorieta Mar de Cristal que tendrán que ser parcialmente reconstruidos.

#### Estación Ifema – Cárcavas (Alt. 1-2-3-4)

La Estación Ifema – Cárcavas se ubica bajo el bulevar central de la calle de Francisco Umbral. Las cuatro alternativas de trazado son comunes en este tramo, por lo que el diseño de la estación es común a todas ellas.

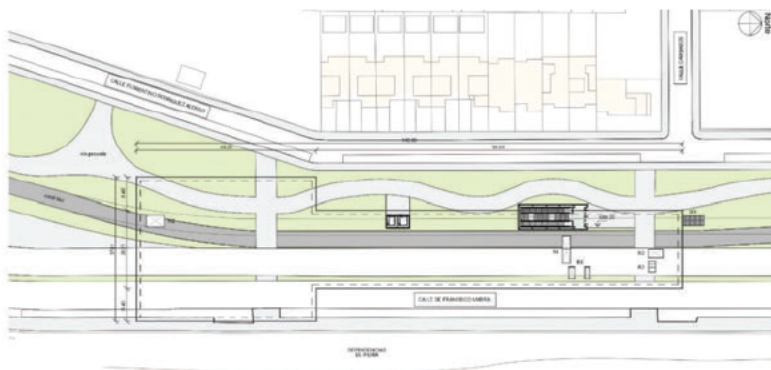


Figura nº 49. Estación Ifema – Cárcavas \_Planta Calla

La calle se encuentra en pendiente por lo que la profundidad de la estación varía entre 26 y 30m. Presenta cuatro Niveles principales:

Tabla nº 24. Niveles Estación Ifema – Cárcavas

Cota	Nivel	Planta
681.70	Nivel -1	Intermedio
677.20	Nivel -2	Vestíbulo

Cota	Nivel	Planta
669.70	Nivel -3	Preandén
662.20	Nivel -4	Andén

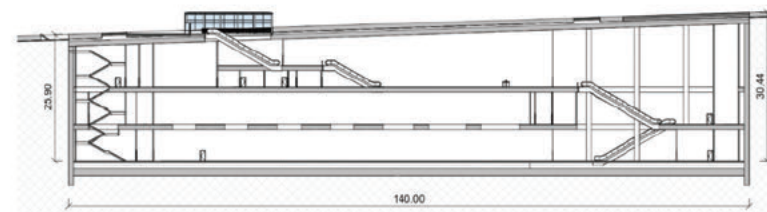


Figura nº 50. Estación Ifema – Cárcavas \_Sección Longitudinal

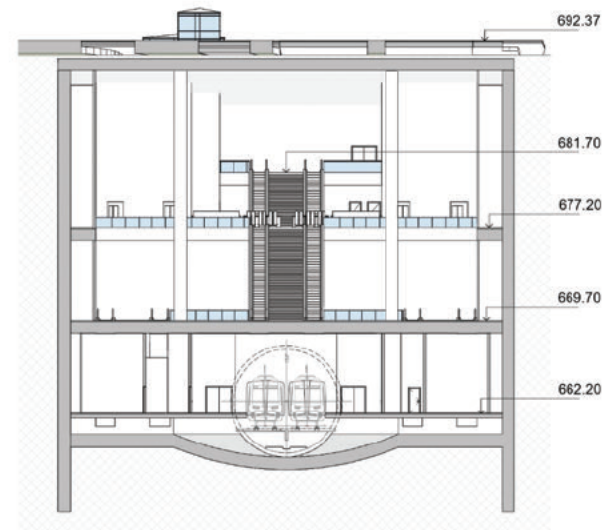


Figura nº 51. Estación Ifema – Cárcavas \_Sección Transversal

El acceso a la estación se realiza desde el bulevar central y está dotado de un Templete cerrado que cuenta con una escalera fija, dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada) y un ascensor, que conectan la cota de calle (688,2m) directamente con la de vestíbulo a 11m de profundidad.

La estación tiene una longitud de 140m. Su geometría viene condicionada por la pendiente que marca la calle Francisco Umbral y la división en tramos de escalera hasta llegar a la cota de



andén, considerando por un lado la necesidad de proyectar el acceso al Norte de la estación para dar servicio a los usuarios del barrio.

### Vestíbulo

El diseño de esta estación contempla la creación de un vestíbulo de 10m de altura. En el vestíbulo se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada la misma se encuentran las escaleras fijas y mecánicas que tienen que salvar el nivel intermedio antes de llegar al nivel preandén.

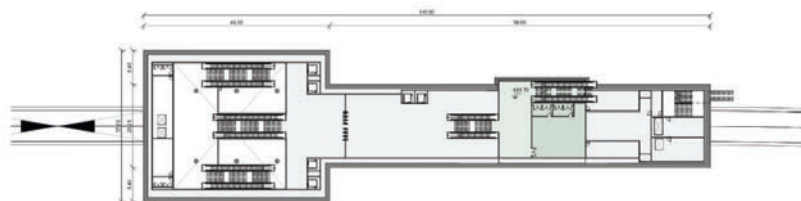


Figura nº 52. Estación Ifema – Cárcavas \_Planta Vestíbulo

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida (PMR's) se materializa mediante dos ascensores que comunican con el primer nivel intermedio, en el cual se desdoblan en cuatro ascensores (dos por andén) y que comunican directamente con el nivel de andén.

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador y el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, cuartos de equipos de presurización y de ventilación de ambos andenes, cuartos de condensadoras y dependencias para personal de metro como los aseos y vestuarios.

### Niveles intermedios

- La estación cuenta con un nivel intermedio antes de llegar al nivel de vestíbulo para salvar los 11m de profundidad al que se encuentra el vestíbulo.
- Un segundo nivel intermedio que se denomina preandén. En este nivel, las escaleras se desdoblan en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

### Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6.25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Sur de la estación. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 3m de ancho para cada andén que suben de manera independiente hasta un nivel superior donde los recorridos de evacuación se conectan para subir al nivel de calle por una única escalera.

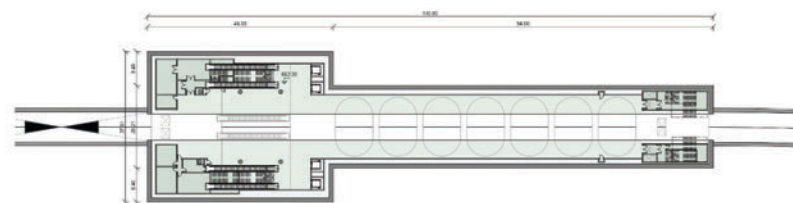


Figura nº 53. Estación Ifema – Cárcavas \_Planta Andén

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas y no presenta afecciones a mencionar.

### Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia (Alt. 1-2-3-4)

La Estación Intercambiador - Ciudad de la Justicia se ubica en la parcela de uso dotacional de la red supramunicipal de equipamientos, entre las calles Juan Antonio Samaranch y Avenida de las Fuerzas Armadas. Las cuatro alternativas de trazado son comunes en este tramo, por lo que el diseño de la estación es común a todas ellas.

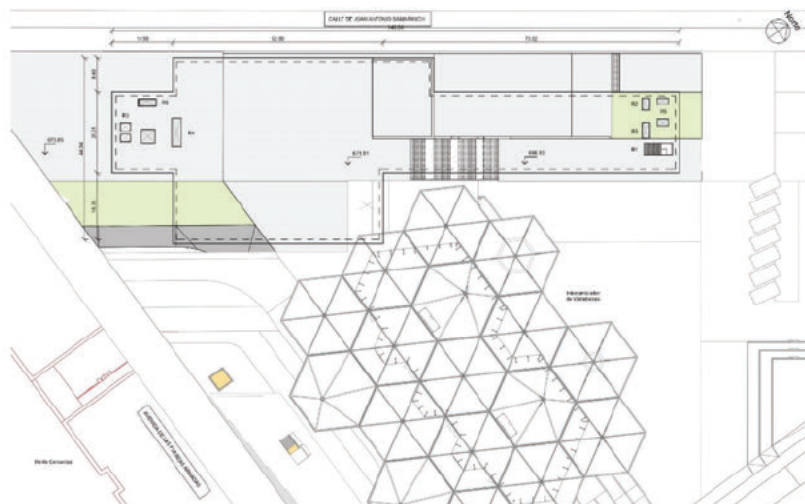


Figura nº 54. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia \_Planta Calle

La parcela cuenta con un gran desnivel por lo que la profundidad de la estación varía entre 35-40m. La estación presenta seis Niveles principales:

Tabla nº 25. Niveles Estación Ciudad de la Justicia

Cota	Nivel	Planta
665.22	Nivel -1	Vestíbulo
658.38	Nivel -2	Intermedio 1
651.55	Nivel -3	Intermedio 2
644.72	Nivel -4	Intermedio 3
637.88	Nivel -5	Preandén
631.05	Nivel -6	Andén

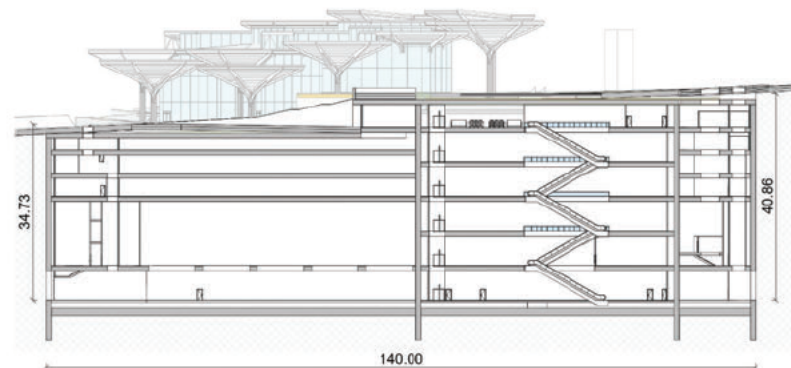


Figura nº 55. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia \_Sección Longitudinal

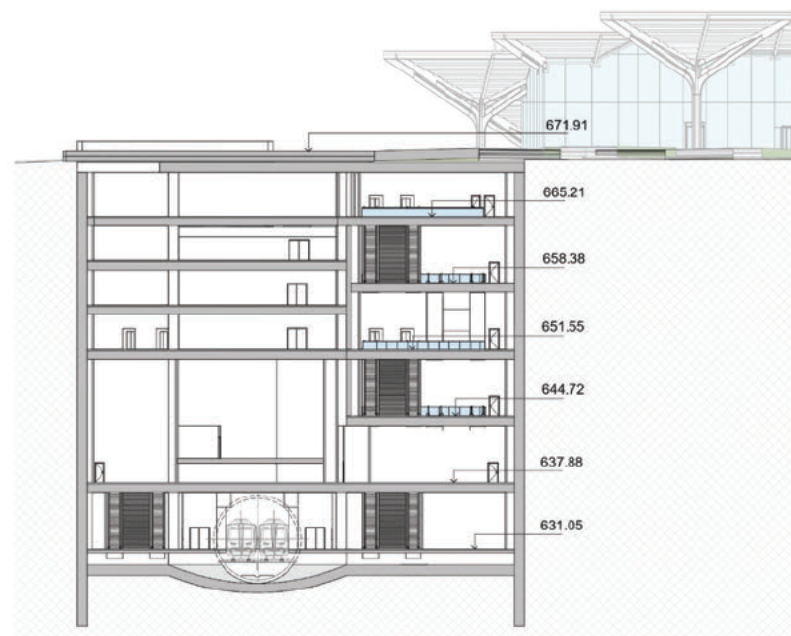


Figura nº 56. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia \_Sección Transversal

Esta Estación presenta conexión con el intercambiador de Valdebebas actualmente en construcción y con la estación de Renfe Cercanías de Valdebebas. El acceso a la estación se realiza principalmente desde el interior del Intercambiador. De manera adicional se presenta un segundo acceso desde el espacio público que se genera sobre la estación, próxima a la calle

de Juan Antonio Samaranch. Este acceso se proyecta desde el testero de la estación directamente a cota del nivel del vestíbulo, aprovechando el desnivel de la calle.

La estación tiene una longitud de 140m. Su geometría y posición viene condicionada por la del intercambiador de Valdebebas actualmente en construcción y su cota de andenes por el cruce de trazado bajo el Túnel de Cercanías situado poco antes de la entrada a la estación. De manera adicional se ha contemplado en la proyección de esta estación la previsión de losas para alojar el uso de aparcamiento.

### Vestíbulo

El vestíbulo se sitúa a la misma cota que el vestíbulo del intercambiador de Valdebebas para facilitar su conexión. En el vestíbulo se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran dos conjuntos de escaleras mecánicas y fijas para poder dar servicio a ambos andenes de L11.

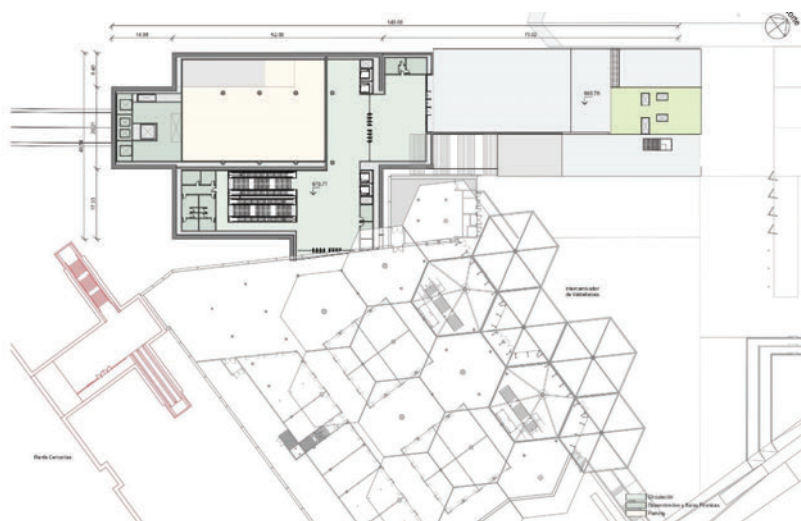


Figura nº 57. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia \_Planta Vestíbulo

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida (PMR's) se materializa mediante dos ascensores que comunican con el primer nivel intermedio, en el cual se desdoblan en cuatro ascensores (dos por andén) y que comunican directamente con el nivel de andén.

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el

nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador y el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, cuartos de equipos de presurización y de ventilación de ambos andenes, así como dependencias para los trabajadores de Metro como aseos y vestuarios.

### Niveles intermedios

La estación cuenta con niveles intermedios a distintas cotas debido a compatibilidad de los distintos usos para estación y aparcamiento. En cuanto a la estación, se contemplan cuatro niveles intermedios antes de llegar a la cota de nivel de andén:

- Los tres primeros niveles intermedios salvan la diferencia de cota de 27,33m que existen desde el vestíbulo hasta llegar al nivel preandén.
- El cuarto nivel intermedio se denomina preandén. En este nivel, las escaleras se desdoblan en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. En este Nivel se encuentra la subestación de tracción de 375m<sup>2</sup> de superficie y unas dimensiones de 25x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la aparamenta de la subestación, con un galbo de 10,17metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un galbo libre de 2,00 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

### Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6.25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Sur de la estación. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,8m de ancho para cada andén que suben de manera independiente hasta un nivel superior donde los recorridos de evacuación se conectan para subir al nivel de calle por una única escalera.

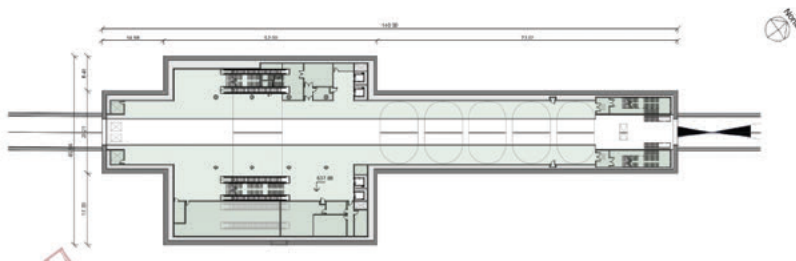


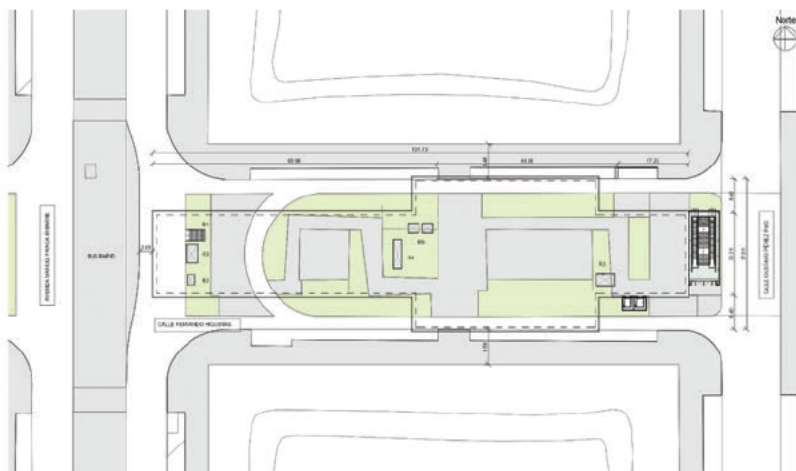
Figura nº 58. Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia Planta Andenes

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas y no presenta afecciones a mencionar.

Estación Hospital Zendal (alt 2-4)

La estación Hospital Zendal, en las Alternativas 2 y 4, se ubica bajo la Calle Fernando Higuera con la intersección de la Avenida Manuel Fraga Iribarne.

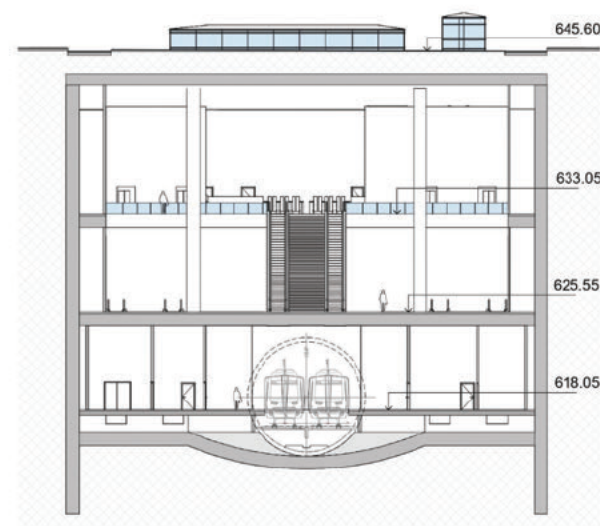


**Figura nº 59. Estación Hospital Zental Planta Calle**

La calle está en pendiente, por lo que la profundidad de la nueva estación difiere entre 25m en su lado Este y 31 m en su lado Oeste. La estación presenta cuatro Niveles principales:

*Tabla n° 26. Niveles Estación Hospital Zenda*

Cota	Nivel	Planta
637.53	Nivel -1	Intermedio
633.05	Nivel -2	Vestíbulo
625.55	Nivel -3	Preandén
618.05	Nivel -4	Andén



*Figura nº 60. Estación Hospital Zenda! Sección Transversal*

El acceso a la estación se sitúa en el bulevar central de la Calle Fernando Higuera, y se realiza a través de un Templete de acceso dotado de escalera fija, de dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada). El nivel del vestíbulo se encuentra a 9,95 m de profundidad por lo que las escaleras se desdoblaron en dos tramos y se incorpora un nivel intermedio a cota 637.53m. El acceso también cuenta con dos ascensores que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo, éstos se sitúan de manera independiente al Templete.



La estación tiene una longitud de 131,73m. Su geometría y posición viene condicionada por la pendiente de la calle y la necesidad de disponer el acceso de entrada en la Avenida Manuel Fraga Iribarne para dar servicio al Hospital Isabel Zendal.

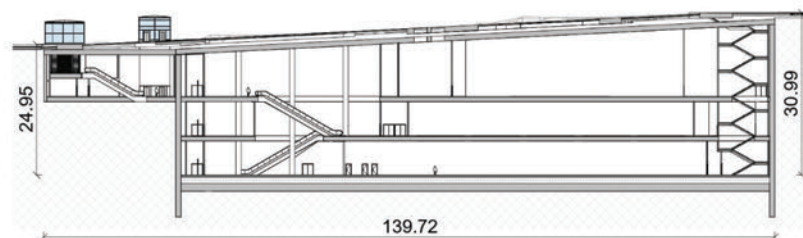


Figura nº 61. Estación Hospital Zendal \_Sección Longitudinal

### Vestíbulo

En el vestíbulo se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran las escaleras mecánicas y fijas que comunican los distintos niveles y dan servicio a ambos andenes de la L11.

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida se materializa mediante cuatro ascensores (dos por andén) que comunican el nivel vestíbulo con el nivel andén directamente.

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y las salas de ventilación de ambos andenes.

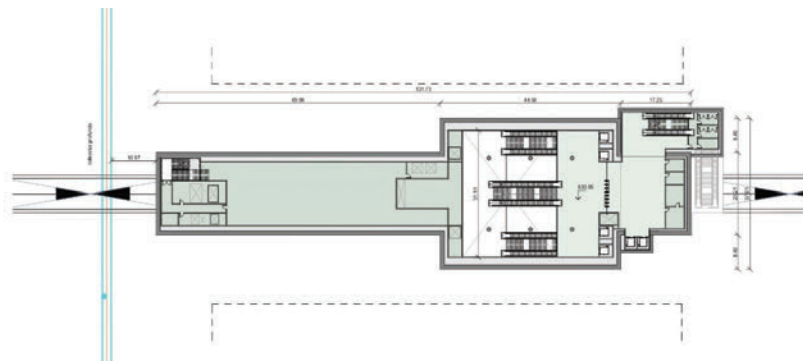


Figura nº 62. Estación Hospital Zendal \_Planta Vestíbulo

### Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con un nivel intermedio denominado preandén. Este nivel salva la altura de 15m. En este nivel, las escaleras se desdoblán en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

En estos niveles se aprovecha el espacio para albergar otras dependencias y salas técnicas necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea, así como otras dependencias para el personal. En concreto, para esta estación, se ubican los aseos y vestuarios de personal en este nivel.

### Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Este. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,6m de ancho para cada andén que se comunican en un nivel superior de tal manera que el recorrido hasta el nivel de calle se realiza por una única escalera.

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

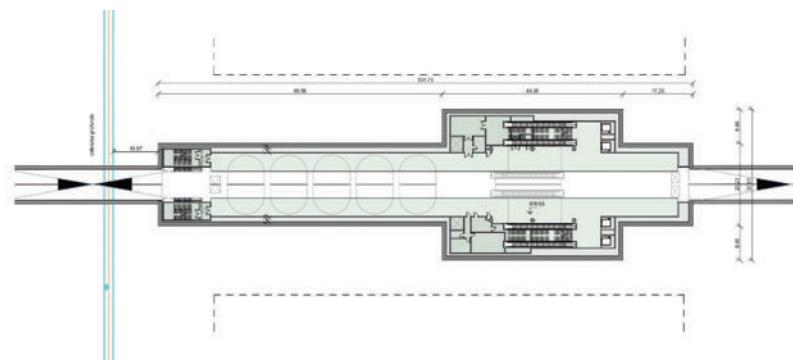


Figura nº 63. Estación Hospital Zenda \_Planta Andenes

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas en su totalidad y la construcción de esta estación afectará al área infantil situado en el mismo bulvar que será restituído una vez termine la construcción de la estación.

### Estación Barajas T4 (Alt. 1-3)

La estación Barajas T4 se ubica en las dependencias de Aena al Oeste del edificio del Parking del Aeropuerto T4 y al Oeste de la proyección de la futura ampliación de Alta Velocidad (AV) hasta el Aeropuerto.

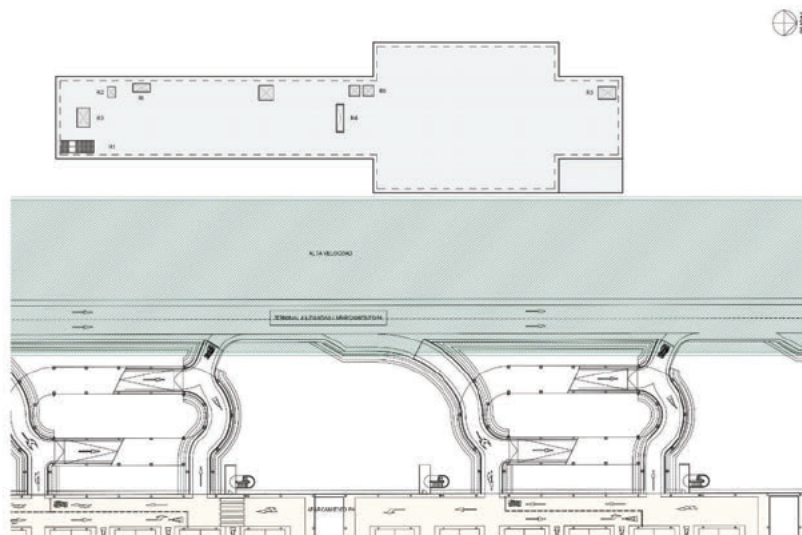


Figura nº 64. Estación Barajas T4 \_Planta Calle



Figura nº 65. Estación Barajas T4 \_Sección

Para el presente Estudio Informativo se ha proyectado un acceso a la estación desde el testero de la misma, aprovechando la diferencia de cota del terreno. Si bien cabe mencionar que el acceso se coordinará tanto con Aena como con el Ministerio para proyectar un acceso intermodal común desde la superficie, así como la conexión con el Aeropuerto.

La estación se encuentra a 24,5m de profundidad y presenta tres Niveles principales:

Tabla nº 27. Niveles Estación Barajas T4 (Alt. 1-3)

Cota	Nivel	Planta
611.00	Nivel -2	Vestíbulo
603.39	Nivel -3	Preandén
595.55	Nivel -4	Andén

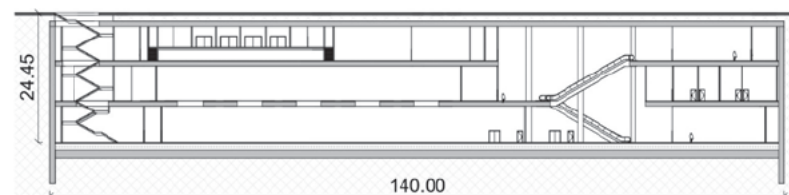


Figura nº 66. Estación Barajas T4 \_Sección Longitudinal

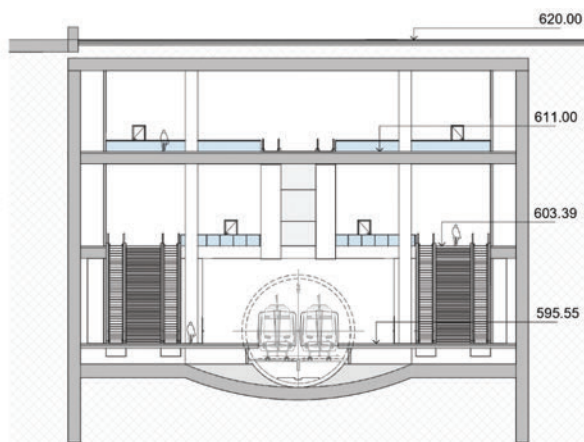


Figura nº 67. Estación Barajas T4 \_Sección Transversal

La estación tiene una longitud de 140m. Su geometría y posición viene condicionada por la pendiente de la calle y la necesidad de disponer el acceso de entrada en la Avenida Manuel Fraga Iribarne para dar servicio al Hospital Isabel Zendal.

### Vestíbulo

En el vestíbulo se encuentra a 9m de profundidad. En éste se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran las escaleras mecánicas y fijas que comunican los distintos niveles y dan servicio a ambos andenes de la L11.

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida se materializa mediante cuatro ascensores (dos por andén) que comunican el nivel vestíbulo con el nivel andén directamente.

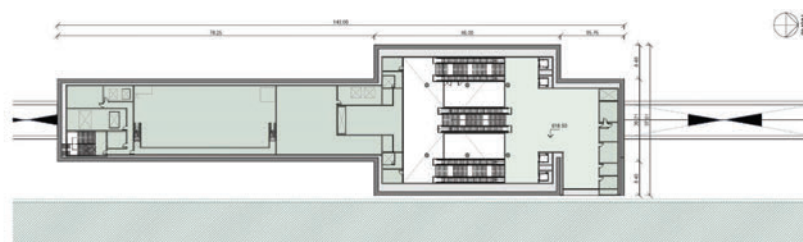


Figura nº 68. Estación Barajas T4 \_Planta Vestíbulo

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y las salas de ventilación de ambos andenes.

### Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con un nivel intermedio denominado preandén. Este nivel salva la altura de 15,45m. En este nivel, las escaleras se desdoblán en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

En estos niveles se aprovecha el espacio para albergar otras dependencias y salas técnicas necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea, así como otras dependencias para el personal. En concreto, para esta estación, se ubican los aseos y vestuarios de personal en este nivel.

En este Nivel se encuentra además la subestación de tracción de 500m<sup>2</sup> de superficie y unas dimensiones de 35x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la aparatada de la subestación, con un gálibo de 4metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un gálibo libre de 2,00 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

### Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Sur. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,8m de ancho para cada andén que se comunican en un nivel superior de tal manera que el recorrido hasta el nivel de calle se realiza por una única escalera.

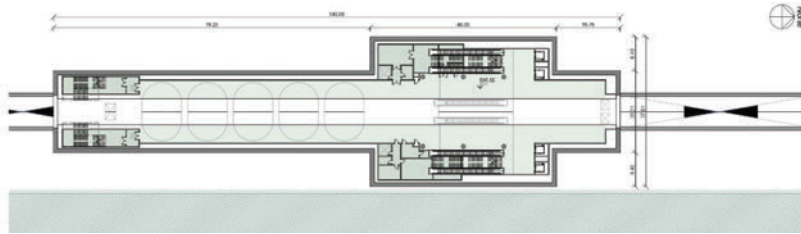


Figura nº 69. Estación Barajas T4 \_Planta Andenes

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

Estos se situarán en función del andén, en andén de energía o andén de comunicaciones, cabe mencionar que éste varía entre alternativas 1-3 y 2-4, para esta alternativa el andén de energía es el Este y el andén comunicaciones es el Oeste.

#### **Estación Barajas T4 (Alt. 2-4)**

La estación Barajas T4 se ubica en las dependencias de Aena al Oeste del edificio del Parking del Aeropuerto T4 y al Oeste de la proyección de la futura ampliación de Alta Velocidad (AV) hasta el Aeropuerto.

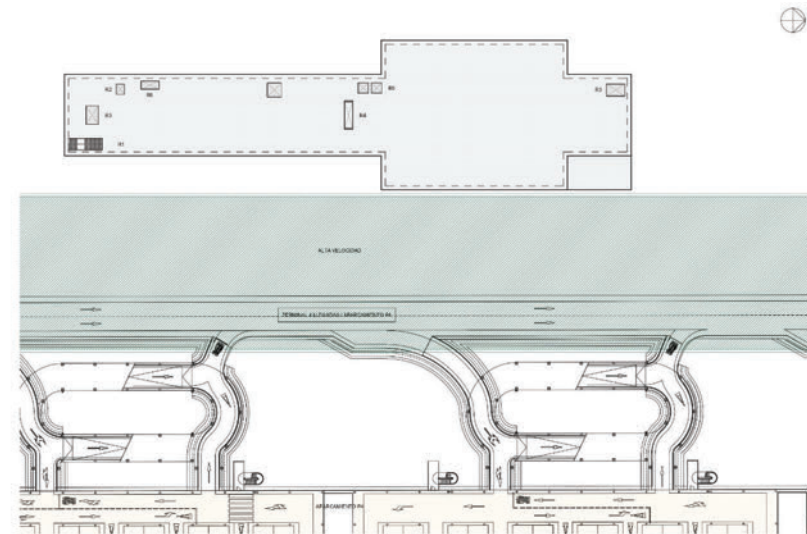


Figura nº 70. Estación Barajas T4 \_Planta Calle

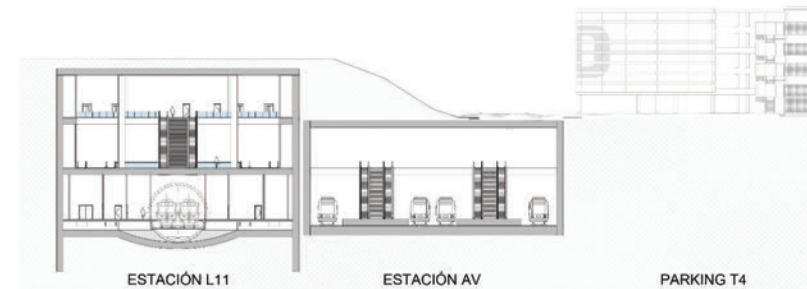


Figura nº 71. Estación Barajas T4 \_Sección

Para el presente Estudio Informativo se ha proyectado un acceso a la estación desde el testero de la misma, aprovechando la diferencia de cota del terreno. Si bien cabe mencionar que el acceso se coordinará tanto con Aena como con el Ministerio para proyectar un acceso intermodal común desde la superficie, así como la conexión con el Aeropuerto.

La estación se encuentra a 24,5m de profundidad y presenta tres Niveles principales:



Tabla nº 28. Niveles Estación Barajas T4 (Alt. 2-4)

Cota	Nivel	Planta
611.00	Nivel -2	Vestíbulo
603.39	Nivel -3	Preandén
595.55	Nivel -4	Andén

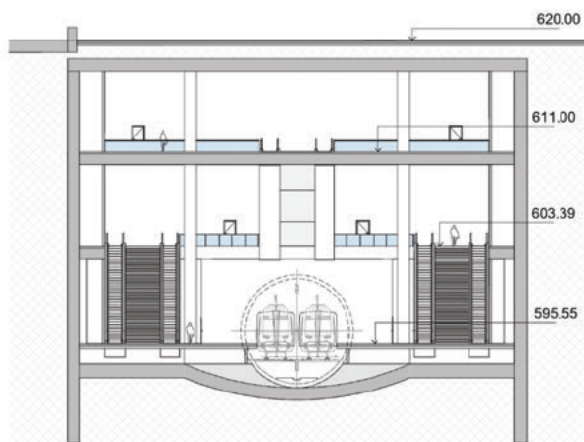


Figura nº 72. Estación Barajas T4 \_Sección Transversal

La estación tiene una longitud de 140m. Su geometría y posición viene condicionada por la pendiente de la calle y la necesidad de disponer el acceso de entrada en la Avenida Manuel Fraga Iribarne para dar servicio al Hospital Isabel Zendal.

### Vestíbulo

En el vestíbulo se encuentra a 9m de profundidad. En éste se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran las escaleras mecánicas y fijas que comunican los distintos niveles y dan servicio a ambos andenes de la L11.

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida se materializa mediante cuatro ascensores (dos por andén) que comunican el nivel vestíbulo con el nivel andén directamente.

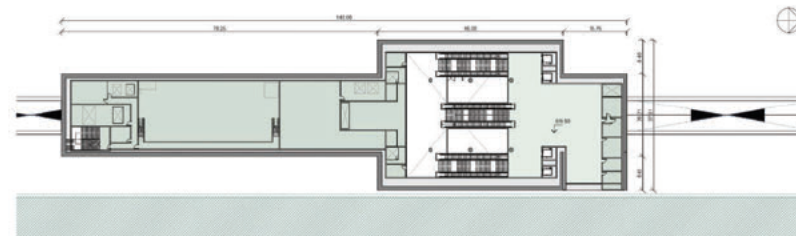


Figura nº 73. Estación Barajas T4 \_Planta Vestíbulo

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y las salas de ventilación de ambos andenes.

### Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con un nivel intermedio denominado preandén. Este nivel salva la altura de 15,45m. En este nivel, las escaleras se desdoblán en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

En estos niveles se aprovecha el espacio para albergar otras dependencias y salas técnicas necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea, así como otras dependencias para el personal. En concreto, para esta estación, se ubican los aseos y vestuarios de personal en este nivel.

En este Nivel se encuentra además la subestación de tracción de 500m<sup>2</sup> de superficie y unas dimensiones de 35x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la aparatada de la subestación, con un gálibo de 4 metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un gálibo libre de 2,00 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

### Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Sur. En los extremos opuestos de cada andén se disponen

sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,8m de ancho para cada andén que se comunican en un nivel superior de tal manera que el recorrido hasta el nivel de calle se realiza por una única escalera.

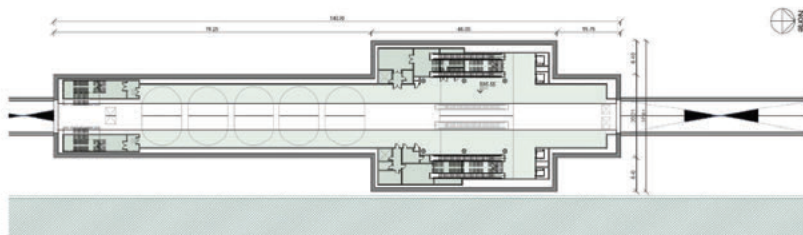


Figura nº 74. Estación Barajas T4 \_Planta Andenes

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales.

Estos se situarán en función del andén, en andén de energía o andén de comunicaciones, cabe mencionar que éste varía entre alternativas 1-3 y 2-4, para esta alternativa el andén de energía es el Oeste y el andén comunicaciones es el Este.

La estación Barajas T4 para la Alternativas 2-4 se encuentra en el punto más bajo por lo que se incluye en el nivel de andén el pozo de bombeo de aguas pluviales para este tramo.

#### Estación Valdebebas Norte (Alt. 1-3)

La estación de Valdebebas Norte se ubica bajo la Avenida de Secundino Zuazo con la intersección de la calle Luis Moya Blanco.

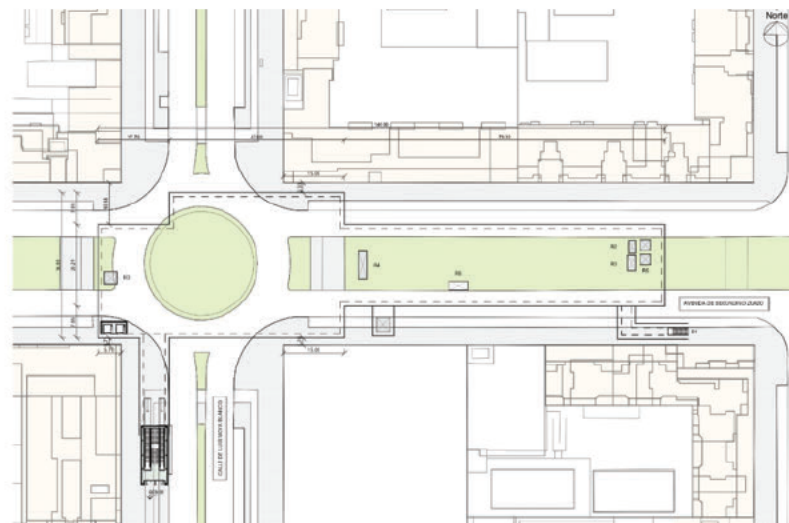


Figura nº 75. Estación Valdebebas Norte \_Planta Calle

La calle se encuentra en pendiente por lo que la profundidad de la nueva estación varía entre 22m y 30m.

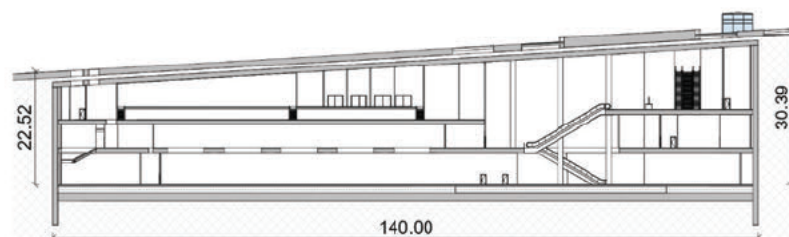


Figura nº 76. Estación Valdebebas Norte \_Sección Longitudinal

La estación presenta tres Niveles principales:

Tabla nº 29. Niveles Estación Valdebebas Norte (Alt 1-3)

Cota	Nivel	Planta
651.56	Nivel -1	Intermedio
644.13 642.14	Nivel -2	Vestíbulo Subestación
636.69	Nivel -3	Preandén
629.25	Nivel -4	Andén

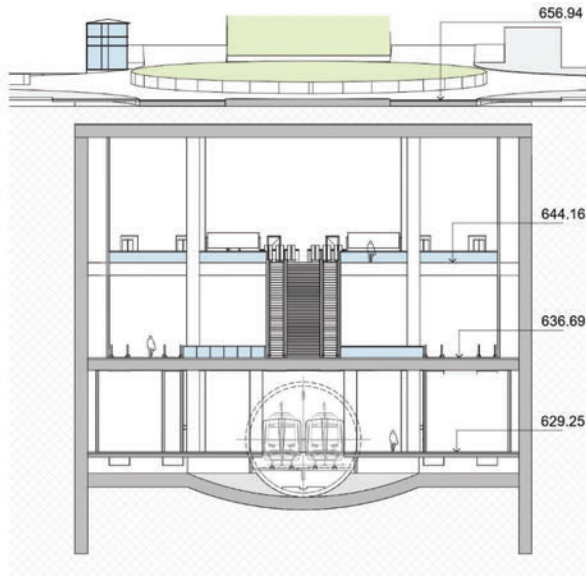


Figura nº 77. Estación Valdebebas Norte \_Sección Transversal

El acceso a la estación se sitúa en la acera Sur de la Avenida de Secundino Zuazo, y se realiza a través de un Templete de acceso dotado de escalera fja, de dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada). El vestíbulo se encuentra a 14,8m de profundidad, por lo que las escaleras se dividen en dos tramos generando el nivel intermedio a cota 651.56m. La estación también cuenta con dos ascensores exentos al templete de entrada que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo.

La Estación tiene una longitud de 140m. Su geometría y posición viene condicionada la decisión de disponer la parte ancha de la estación en la intersección de las calles para minimizar las afecciones a parcelas colindantes.

### Vestíbulo

En el vestíbulo se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran las escaleras mecánicas y fjas que comunican los distintos niveles y dan servicio a ambos andenes de la L11.

El acceso desde el vestíbulo a los andenes para las personas de movilidad reducida se materializa mediante cuatro ascensores (dos por andén) que comunican el nivel vestíbulo con el nivel andén directamente.

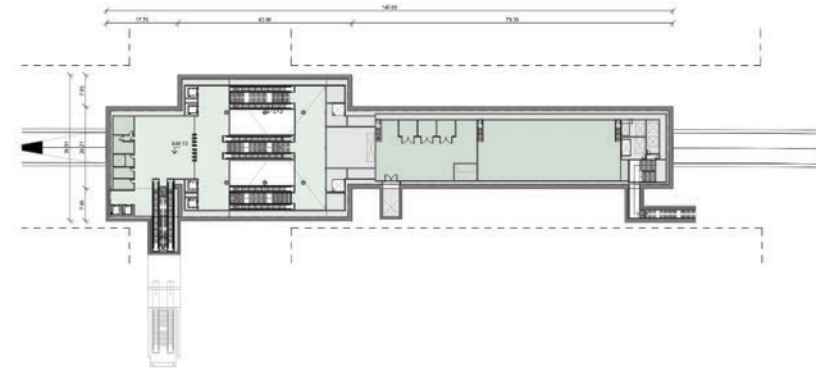


Figura nº 78. Estación Valdebebas Norte \_Planta Vestíbulo

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y las salas de ventilación de ambos andenes.

### Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con dos niveles intermedios:

- Un primer nivel intermedio donde se encuentra la subestación de tracción que además incorpora una etapa de transformación 45/15kV de 900m<sup>2</sup> de superficie y unas dimensiones de 60x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la aparamenta de la subestación, con un gálbo de entre 4,6-8,25metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un gálbo libre de 2,00 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.
- Un segundo nivel intermedio denominado preandén. En este nivel, las escaleras se desdoblán en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

En este nivel se aprovecha el espacio para albergar otras dependencias y salas técnicas necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea, así como otras



dependencias para el personal. En concreto para ésta estación se ubican los vestuarios y aseos del personal.

### Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Oeste. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,8m de ancho para cada andén que se comunican en un nivel superior de tal manera que el recorrido hasta el nivel de calle se realiza por una única escalera.

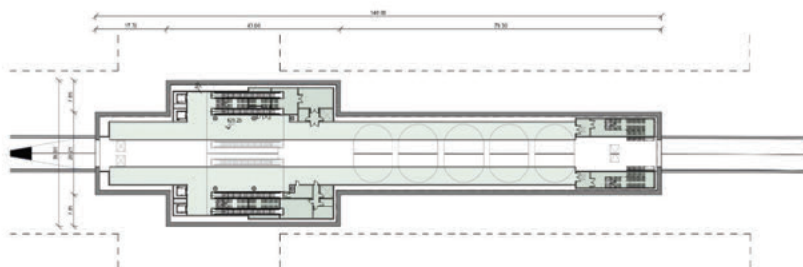


Figura nº 79. Estación Valdebebas Norte \_Planta Andenes

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales. Estos cuartos se situarán en función del andén, en andén de energía o andén de comunicaciones. Cabe mencionar que la configuración de andenes varía entre las alternativas 1-3 y alternativas 2-4, para la estación Valdebebas Norte Alternativas 1 y 3 el andén de energía es el Norte y el andén comunicaciones es el Sur.

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas en su totalidad y cabe mencionar que la construcción de esta estación no tendrá grandes afecciones.

### Estación Valdebebas Norte (Alt. 2-4)

La estación de Valdebebas Norte se ubica bajo la Avenida de Secundino Zuazo con la intersección de la calle Luis Moya Blanco.

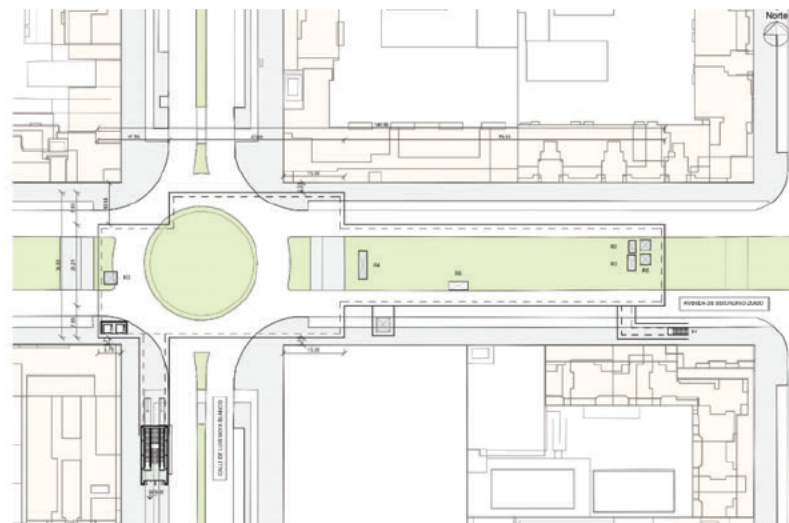


Figura nº 80. Estación Valdebebas Norte \_Planta Calle

La calle se encuentra en pendiente por lo que la profundidad de la nueva estación varía entre 22m y 30m.

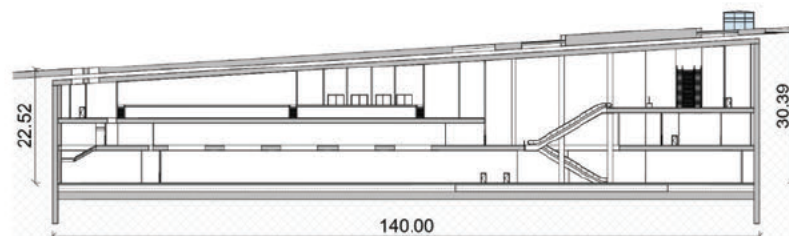


Figura nº 81. Estación Valdebebas Norte \_Sección Longitudinal

La estación presenta tres Niveles principales:

Tabla nº 30. Niveles Estación Valdebebas Norte (Alt. 2-4)

Cota	Nivel	Planta
651.56	Nivel -1	Intermedio
644.13 642.14	Nivel -2	Vestíbulo Subestación
636.69	Nivel -3	Preandén



Cota	Nivel	Planta
629.25	Nivel -4	Andén

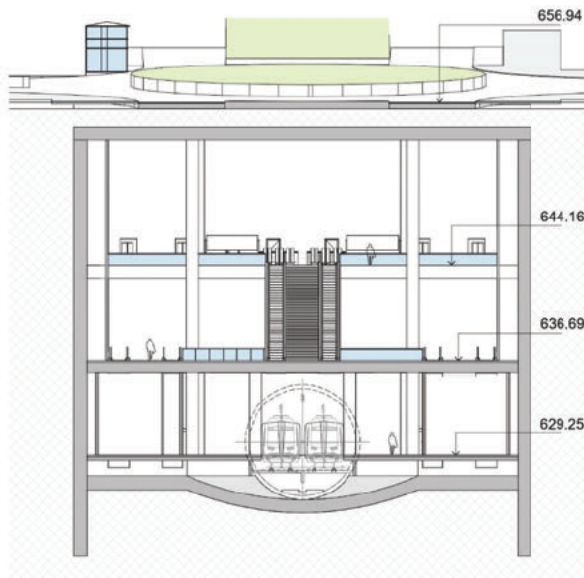


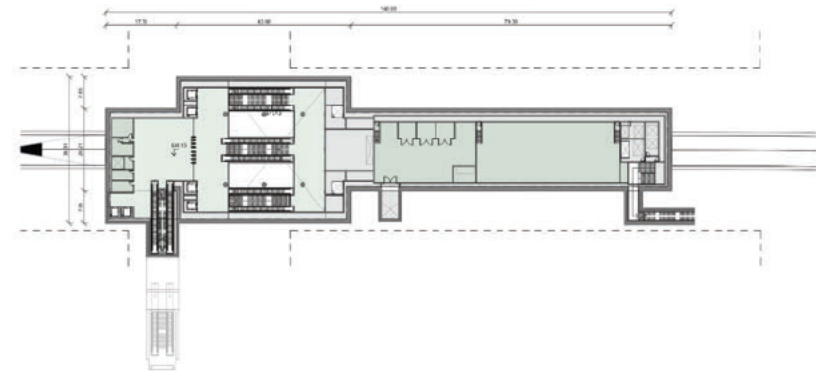
Figura n° 82. Estación Valdebebas Norte Sección Transversal

El acceso a la estación se sitúa en la acera Sur de la Avenida de Secundino Zuazo, y se realiza a través de un Templete de acceso dotado de escalera fija, de dos escaleras mecánicas (una de subida y otra de bajada). El vestíbulo se encuentra a 14,8m de profundidad, por lo que las escaleras se dividen en dos tramos generando el nivel intermedio a cota 651.56m. La estación también cuenta con dos ascensores exentos al templete de entrada que comunican el nivel de la calle directamente con el vestíbulo.

La Estación tiene una longitud de 140m. Su geometría y posición viene condicionada la decisión de disponer la parte ancha de la estación en la intersección de las calles para minimizar las afecciones a parcelas colindantes.

## Vestíbulo

En el vestíbulo se encuentra la barrera tarifaria y una vez superada se encuentran las escaleras mecánicas y fjas que comunican los distintos niveles y dan servicio a ambos andenes de la L11.



*Figura nº 83. Estación Valdebebas Norte \_Planta Vestíbulo*

La estación alberga también, en sus distintos forjados, espacios para los diferentes cuartos técnicos necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea. En concreto, en el nivel vestíbulo, se ubican el cuarto de operador, el cuarto de equipos, los cuartos de limpieza y basuras, el cuarto de condensadoras, los cuartos de equipos de presurización y las salas de ventilación de ambos andenes.

### Niveles Intermedios

El diseño de la estación cuenta con dos niveles intermedios:

- Un primer nivel intermedio donde se encuentra la subestación de tracción que además incorpora una etapa de transformación 45/15kV de 900m<sup>2</sup> de superficie y unas dimensiones de 60x15m. Cuenta con dos Niveles superpuestos: uno superior, destinado a la ubicación de toda la apartamentada de la subestación, con un gálibo de entre 4,6-8,25 metros, y uno inferior, destinado a la distribución del cableado, con un gálibo libre de 2,00 metros. El acceso a la subestación se encuentra a nivel de distribución de cableado y desde el interior de la subestación, una escalera permite el acceso al nivel de equipos. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.
- Un segundo nivel intermedio denominado preandén. En este nivel, las escaleras se desdoblán en dos para dar servicio a ambos andenes laterales de L11 con recorrido independientes. Además, en el nivel preandén se ubica la necesaria parada de rescate de los ascensores.

En este nivel se aprovecha el espacio para albergar otras dependencias y salas técnicas necesarios para la completa explotación de la estación y de la línea, así como otras dependencias para el personal. En concreto para esta estación se ubican los vestuarios y aseos del personal.

#### Nivel Andén

Los andenes laterales tienen una longitud de 115m y una anchura de 4,5m, ensanchándose hasta 6,25m en la zona de desembarco de las escaleras. El punto de acceso a cada andén se encuentra cercano al extremo Oeste. En los extremos opuestos de cada andén se disponen sendas salidas de emergencia con escaleras de 2,8m de ancho para cada andén que se comunican en un nivel superior de tal manera que el recorrido hasta el nivel de calle se realiza por una única escalera.

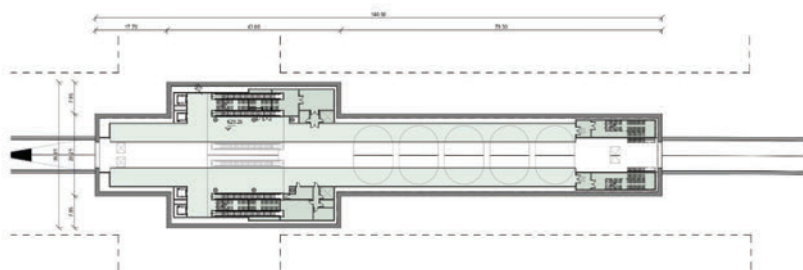


Figura nº 84. Estación Valdebebas Norte \_Planta Andenes

En la zona de andenes, se ubican las principales dependencias de energía (cuartos de baja y alta tensión, protección contra incendios, seccionador de línea aérea) y de señales y comunicaciones (cabina de andén, cuartos principales y auxiliar de comunicaciones, de telefonía y cuarto de enclavamiento), así como el bombeo de fecales. Estos cuartos se situarán en función del andén, en andén de energía o andén de comunicaciones. Cabe mencionar que la configuración de andenes varía entre las alternativas 2-4 y alternativas 1-3, para la estación Valdebebas Norte Alternativas 2 y 4 el andén de energía es el Norte y el andén comunicaciones es el Sur.

La construcción de la estación se realiza a cielo abierto entre pantallas en su totalidad y cabe mencionar que la construcción de esta estación no tendrá grandes afecciones.

#### 5.12.3. Materiales

En el Anejo nº14. Diseño de estaciones, se relaciona la propuesta de acabados considerados en el presente Estudio Informativo. Durante la redacción del proyecto constructivo se consensuará con Metro de Madrid la definición de los materiales de acabado para las nuevas estaciones.

#### 5.13. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Las estructuras analizadas en el presente proyecto para realizar un primer encaje geométrico y diseño previo son las siguientes:

- Estación Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus (Alternativas 1 y 2) – Intercambio con L4 y L8
- Estación Mar de Cristal – Calle de Arequipa (Alternativas 3 y 4) – Intercambio con L4 y L8
- Estación Ifema – Cárcavas (todas las Alternativas)
- Estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia (todas las Alternativas) – Conexión con Renfe
- Estación Isabel Zendal (Alternativas 2 y 4)
- Estación Aeropuerto T4 (todas las Alternativas) – Intercambio con L8
- Estación Valdebebas Norte (todas las Alternativas)
- Pozos de ventilación.
- Pozos de bombeo.
- Salidas de emergencia.
- Pozos de ataque, extracción y mantenimiento de la tuneladora.

#### 5.13.1. Estaciones

La prolongación de la línea 11 contempla en su recorrido un número de estaciones que varía entre 5 y 6 según la alternativa. Todas estas estaciones son de nueva ejecución, si bien en algunos casos, al tratarse de estaciones de intercambio con estaciones existentes de otras líneas de Metro, se contempla la ampliación, remodelación y adaptación de dichas estaciones existentes, para poder garantizar tanto el servicio a la línea 11 como permitir su intercambio con dichas líneas existentes.

Las Alternativas de trazado varían en número y orden consecutivo de las estaciones, pero mantienen la geometría, posición, profundidad y método constructivo de éstas. La siguiente tabla muestra el orden de las estaciones para cada alternativa:

Tabla nº 31. Alternativas de Estaciones

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
E1	Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus	Mar de Cristal - Parque Alfredo Kraus	Mar de Cristal - Calle Arequipa	Mar de Cristal - Calle Arequipa
E2	Ifema – Cárcavas	Ifema – Cárcavas	Ifema – Cárcavas	Ifema – Cárcavas
E3	Intercambiador – Ciudad de la Justicia	Intercambiador – Ciudad de la Justicia	Intercambiador – Ciudad de la Justicia	Intercambiador – Ciudad de la Justicia
E4	Valdebebas Norte	Hospital Zandal	Valdebebas Norte	Hospital Zandal
E5	Barajas T4	Barajas T4	Barajas T4	Barajas T4
E6	-	Valdebebas Norte	-	Valdebebas Norte

El procedimiento constructivo del túnel prevé la ejecución del mismo mediante excavación con tuneladora, excepto en los recintos de estaciones, donde se procederá al empuje de la misma sobre la losa de fondo. Es por tanto necesario que los recintos de estaciones estén ejecutados antes de la llegada de la tuneladora.

Dadas las profundidades de las estaciones, todas inferior a 40m a excepción de la estación Intercambiador – Ciudad de la Justicia cuya profundidad mayor es 40m, se plantea la ejecución de los trabajos subterráneos dentro de la metodología de Cut & Cover.

Tabla nº 32. Profundidad de Estaciones

Intercambio	Profundidad (m)	Método constructivo
Mar de Cristal – Parque Alfredo Kraus	31	Pantallas
Mar de Cristal – Calle Arequipa	30	Pantallas
Ifema – Cárcavas	26-30	Pantallas
Intercambiador – Ciudad de la Justicia	35-40	Pantallas
Hospital Zandal	25-31	Pantallas

Intercambio	Profundidad (m)	Método constructivo
Barajas T4	24,5	Pantallas
Valdebebas Norte	22-30	Pantallas

La excavación con sistema cut and cover, consiste en la ejecución de sendos muros paralelos de hormigón armado con sección rectangular que permiten el vaciado del terreno situado entre ambos. Estos muros no presentan interrupciones en toda su longitud, por lo que actúan también como barrera frente al agua. Es usual disponer arriostramientos intermedios según se va ganando profundidad en la excavación, llamadas pilas-pilotes, cuya necesidad y número vendrá determinada por las características geotécnicas de los materiales y la geometría del recinto vaciado. La coronación de ambos muros pantalla sirve de apoyo a una losa de cubierta también de hormigón armado que cierra el túnel y permite la restauración de los elementos que se encontraban originalmente en superficie.

La excavación en materiales tipo suelo como los que se encuentran en el ámbito de las obras se lleva a cabo con cuchara bivalva y se estabiliza con lodos bentoníticos. Para guiar la cuchara a lo largo del eje de la pantalla se ejecutan previamente sendos muretes guía de hormigón (o una zanja guía) que delimitan el espacio de operación de la cuchara.

La construcción se lleva a cabo por paneles de longitud determinada. Una vez vaciado cada panel, y tras limpiar el fondo de la excavación, se colocan en sus extremos tubos de acero cuyo diámetro coincide con el espesor de la pantalla y que actúan como encofrado. A continuación, se iza la jaula de armadura previamente montada y se coloca en el interior de la excavación.

Finalmente se procede al hormigonado del panel en sentido ascendente mediante tubería tremie. Cuando el hormigón ha endurecido lo suficiente se extraen las juntas tubulares y se va repitiendo el proceso en paneles sucesivos.

Finalizada la pantalla, se construye una viga de coronación en la parte superior que solidarice todos los paneles y la losa de cubierta.

Para la excavación de los recintos suele ser necesario un agotamiento del agua interior del recinto que permita trabajar en seco y que aumente la seguridad de las pantallas frente a empujes horizontales en fase de excavación. El bombeo necesario se diseña en cada caso particular y depende, fundamentalmente, de la altura del nivel freático y de la permeabilidad de los materiales.

En la ejecución de losas y cubiertas puede usarse el terreno, previamente preparado, como encofrado. En estos casos se excava en mina bajo cada nuevo nivel ejecutado.

En casos especiales puede recurrirse al uso de prefabricados (zonas muy amplias y/o huecos utilizados en fase de obra para introducción y extracción de materiales, para ventilación, etc).

Las soleras y contrabóvedas se hormigonan directamente contra el terreno prestando especial atención al sellado de las juntas con las pantallas, de forma que se consiga la estanqueidad requerida. En caso de cargas importantes de agua puede recurrirse a formas abovedadas (se evita el uso de contrabóvedas drenadas).

### 5.13.2. Pozos interestación

La ubicación y características básicas de los pozos interestación de cada alternativa se han mostrado en esta memoria dentro de la descripción general de cada alternativa

La descripción de mayor detalle se encuentra en el ANEJO N° 15. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

### 5.13.3. Pozos tuneladora y telescopios

El empleo de una tuneladora E.P.B. requiere la construcción de un pozo de introducción o ataque y un pozo de extracción, así como las instalaciones auxiliares necesarias (acopios de dovelas, equipos para fabricación de mortero, talleres, etc.).

Para cada una de las alternativas (contratos), se prevén dos tramos. Cada uno es independiente, garantizando al mismo tiempo la continuidad de la línea. La situación de los pozos de ataque y extracción de la tuneladora en cada una de las alternativas es la siguiente:

## Alternativa 1

### Contrato 1. Mar de Cristal - Valdebebas

- Pozo de ataque en Avda. Secundino Zuazo 43

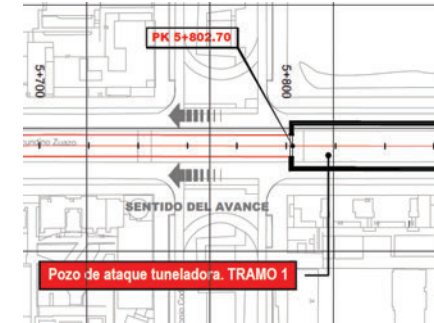


Figura n° 85. PAT-1 (Alt. 1-3)

- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal

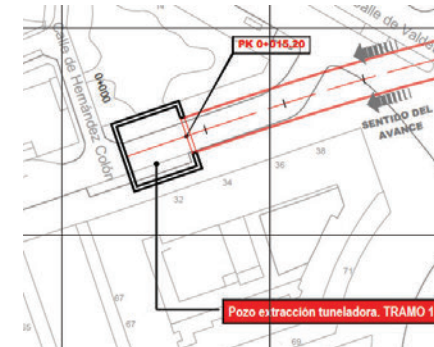


Figura n° 86. PET-1 (Alt. 1-2)

### Contrato 2. Valdebebas – T4 - Final

- Pozo de ataque en extremo terrenos Aena al sur de Parking T4



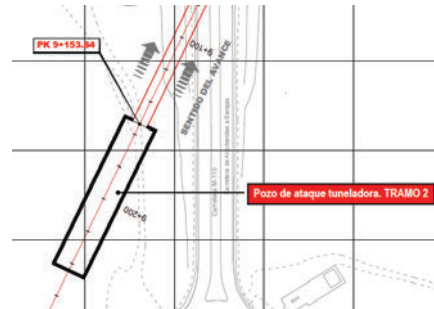


Figura nº 87. PAT-2 (Alt. 1-3)

- Pozo de extracción en Avda. Secundino Zuazo 43

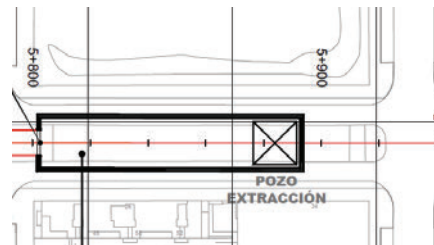


Figura nº 88. PET-2 (Alt. 1-3)

## Alternativa 2

### Contrato 1. Mar de Cristal – Valdebebas Sur

- Pozo de ataque en extremo este de calle Fernando Higuera

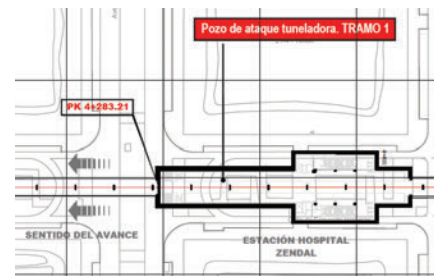


Figura nº 89. PAT-1 (Alt. 2-4)

- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal (igual que en Alternativa 1)

### Contrato 2. Valdebebas Sur – T4 - Valdebebas Norte

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo

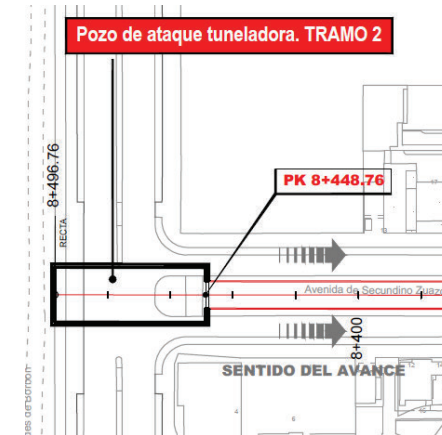


Figura nº 90. PAT-2 (Alt. 2-4)

- Pozo de extracción en extremo este de calle Fernando Higuera

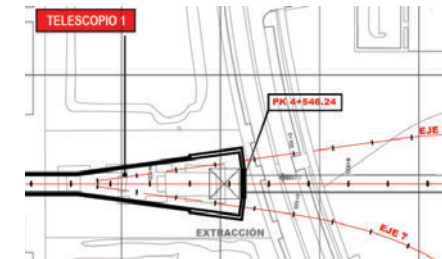


Figura nº 91. PET-2 (Alt. 2-4)

### Alternativa 3

#### Contrato 1. Mar de Cristal - Valdebebas

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo (igual que en Alternativa 1)
- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal

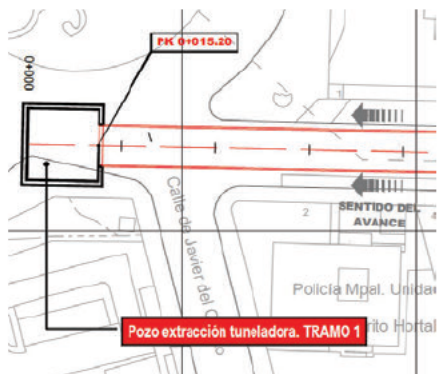


Figura nº 92. PET-1 (Alt. 3-4)

#### Contrato 2. Valdebebas – T4 - Final

- Pozo de ataque en extremo terrenos Aena al sur de Parking T4 (igual que en Alternativa 1)
- Pozo de extracción en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo (igual que en Alternativa 1)

### Alternativa 4

#### Contrato 1. Mar de Cristal – Valdebebas Sur

- Pozo de ataque en extremo este de calle Fernando Higuera (igual que en Alternativa 2)
- Pozo de extracción en final de culatón Mar de Cristal (igual que en Alternativa 3)

#### Contrato 2. Valdebebas Sur – T4 - Valdebebas Norte

- Pozo de ataque en extremo oeste de Avda. Secundino Zuazo (igual que en Alternativa 2)
- Pozo de extracción en extremo este de calle Fernando Higuera (igual que en Alternativa 2)

La ejecución de estos pozos está prevista acometerse mediante pantallas continuas, a excepción de los pozos de extracción de Mar de Cristal, que se realizarán mediante pilotes secantes. En todos los pozos se ha previsto una viga de atado para el paraguas de micropilotes en los emboquilles, que coincide con el último nivel de acodalamiento intermedio.

A continuación, tabla resumen de pozos de tuneladora:

DESIGNACIÓN	PK	PROF. MAX (SIN Lemp) (m)	PROC. CONSTRUCTIVO
<b>ALTERNATIVA 1</b>			
PAT-1	5+802,70	30,98	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	37,97	PILOTES
PAT-2	9+153,84	34,44	PANTALLAS
PET-2	5+892,70	30,98	PANTALLAS
<b>ALTERNATIVA 2</b>			
PAT-1	4+283,21	32,77	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	37,97	PILOTES
PAT-2	8+448,76	19,17	PANTALLAS
PET-2	4+546,24	26,29	PANTALLAS
<b>ALTERNATIVA 3</b>			
PAT-1	5+802,70	30,98	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	35,88	PILOTES
PAT-2	9+153,84	34,44	PANTALLAS
PET-2	5+892,70	30,98	PANTALLAS
<b>ALTERNATIVA 4</b>			
PAT-1	4+283,21	32,77	PANTALLAS
PET-1	0+015,20	35,88	PILOTES
PAT-2	8+448,76	19,17	PANTALLAS
PET-2	4+546,24	26,29	PANTALLAS

### 5.14. ESTUDIO ENERGÉTICO

Actualmente, Metro de Madrid tiene el compromiso, dentro de sus líneas estratégicas, de lograr la máxima referencia de sostenibilidad en sus tres vertientes: económica, social y

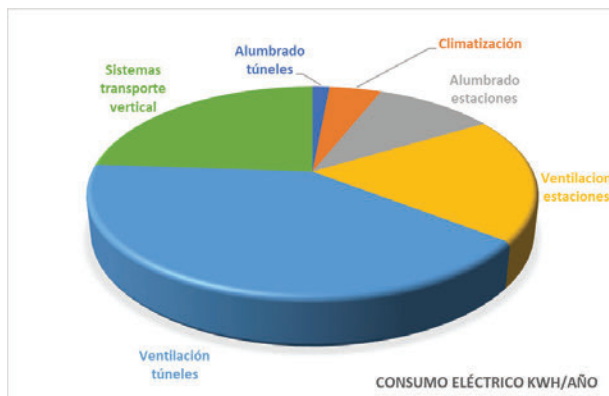
medioambiental. El Plan Energético de Metro de Madrid (PAE) y posteriormente el Plan de Eficiencia Energética (PEE).

En el anejo Nº16 de este estudio informativo, se han ponderado desde el punto de vista energético, todos aquellos elementos consumidores de energía para las nuevas estaciones de Metro y sus túneles. Con ello, se han identificado aquellos sistemas que más afectan al consumo energético y su potencial de reducción de energía. Entre ellos caben destacar por orden de importancia:

1. Sistemas de tracción
2. Sistemas de ventilación en túneles y estaciones
3. Sistemas de iluminación en estaciones y túneles
4. Sistemas de transporte vertical (escaleras mecánicas y ascensores)
5. Sistemas de climatización.

Si bien no forma parte del alcance de este estudio energético los sistemas de tracción, ellos suponen la mayor parte del consumo de energía de la explotación, por lo que pequeñas medidas aplicables a dichos sistemas suponen ahorros energéticos importantes. Actualmente Metro de Madrid está implantando un conjunto de 12 acciones, que buscan fomentar el ahorro y la eficiencia energética en la explotación de la red, manteniendo siempre la calidad del servicio.

Por otro lado, es importante destacar los efectos que suponen en el consumo energético de estaciones y túneles los sistemas de ventilación que suponen más del 50% del consumo de los sistemas no ferroviarios:



Entre las medidas de ahorro energético se han propuesto las siguientes:

- Gestión de los sistemas de ventilación controlando los caudales de ventilación en función de las verdaderas necesidades.
- Utilización de luminarias con tecnología LED.
- Uso freecooling y de recuperadores de calor en los sistemas de ventilación y climatización.
- Aprovechamiento geotérmico para climatización mediante sondas geotérmicas.
- Implantación de equipos de transporte vertical de máxima eficiencia energética con sistemas Start/Stop – stand-by-speed y recuperación de frenada en escaleras de bajada de las estaciones más concurridas.

## 5.15. SUMINISTRO ELÉCTRICO

La acometida en alta tensión se realizará desde la red próxima a 45 kV de la compañía suministradora. No obstante, la tensión de servicio precisa ser de 15 kV, por lo que se hace necesario realizar una transformación previa a dicho voltaje mediante la incorporación de una subestación eléctrica.

En este caso, será aprovechada la acometida eléctrica y subestación necesaria para dar servicio a una de las tuneladoras de la fase constructiva en el pozo de ataque de Valdebebas Norte. Por lo que dicha subestación será diseñada como subestación permanente.

La nueva subestación dispondrá de tres transformadores de 3,3 MVA, dando una potencia total disponible de 9,9 MVA, si bien los transformadores no trabajarán a una carga superior al 80% por lo que será capaz de inyectar una potencia de 8 MVA.

El suministro eléctrico a las estaciones y sistemas de tracción se consigue gracias a dos líneas de Media Tensión a 15 kV que discurre por el interior de los túneles (Suministro Normal y Suministro Duplicado). Uno u otro suministro podrán dar indistintamente energía a todas las necesidades de la explotación.

Estas dos líneas formarán parte de la red interna de Metro de Madrid y mantendrán su continuidad con el resto de las líneas propias de Media tensión a 15 kV. Por ser una instalación propia de Metro de Madrid, su implantación queda fuera del alcance de este estudio informativo.

Cada estación dispondrá de un centro de transformación para pasar de los 15kV de suministro a los 0,4 kV de utilización, dichos espacios serán ubicados en la planta de andén (Andén de energía). Se realizará la obra civil necesaria para ubicar todos los equipos.

Adicionalmente, todas las estaciones de Metro dispondrán de una alimentación externa adicional en baja tensión para su uso en caso de emergencia, dando un suministro de socorro a todos aquellos sistemas indispensables para la seguridad y funcionamiento de las estaciones.

El suministro eléctrico a los sistemas de tracción se consigue mediante cuatro subestaciones que convierten la tensión de suministro de 15 kV AC a la tensión de catenaria de 1500V DC.

- Mar de Cristal
- Intercambiador Ciudad de la justicia
- Barajas T4
- Valdebebas Norte

El alcance de este estudio consiste en realizar la obra civil para contener todos los equipos que han de implantar Metro de Madrid, dejando todos los espacios, huecos canalizaciones eléctricas y de ventilación, así como pasos de instalaciones.

Los túneles se dotarán de servicio de alimentación en baja tensión para el uso de los sistemas de alumbrado, tomas de fuerza y otros puntos de alimentación (salidas de emergencia, pozos de ventilación, pozos de bombeo, etc...), todas estas redes eléctricas deberán ir protegidas dentro de canalizaciones que se han tenido en cuenta en este estudio informativo.

En el anejo nº17 de este estudio informativo se realiza una descripción más detallada de las características del suministro eléctrico.

## 5.16. INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

En el anejo nº 18 de este estudio informativo se realiza una descripción detallada de las instalaciones no ferroviarias siguientes:

- Distribución de energía
- Alumbrado y fuerza en túneles salidas de emergencia y pozos de ventilación.
- Transporte vertical
- Sistemas de ventilación
- Climatización de cuartos técnicos
- Saneamiento, pozos de bombeo pluviales y fecales
- Agua caliente sanitaria
- Protección contra incendios
- Redes de transporte de datos
- Telefonía
- Red Wifi en estaciones
- Información al viajero
- Venta y peaje
- Videovigilancia

- Megafonía
- Interfonía
- Control de accesos y antiintrusión
- Sistemas de control de estaciones
- Salas técnicas

### 5.16.1. Distribución de energía

Será necesaria la instalación de canalizaciones huecos, y pasos en la obra civil para facilitar la distribución de energía eléctrica de las estaciones y túneles, tanto a nivel de Alta Tensión como a nivel de Baja Tensión, facilitando su implantación por parte de Metro de Madrid.

Las instalaciones de Distribución de Energía se segmentan en tres grandes áreas:

- Suministro y transformación de Alta Tensión a Baja Tensión.
- Distribución y recepción de suministro eléctrico en Baja Tensión a los diferentes receptores, iluminación en la totalidad de la estación y el túnel.
- Suministro y transformación para los sistemas de tracción.

Dichas redes eléctricas discurrirán por el interior de los túneles y conectarán entre sí los diferentes centros de transformación, subestaciones eléctricas, cuadros eléctricos y puntos de alimentación existentes en túneles (alumbrados, tomas, pozos de bombeo, sistemas de ventilación, etc...).

Desde el Cuadro General de Baja Tensión de cada estación partirán líneas que alimentan los cuadros de protección de las distintas instalaciones; escaleras mecánicas, ventiladores, ascensores, estaciones de bombeo, pozos de ventilación, etc..., diferenciándose los circuitos de suministro normal de los que dan servicio de socorro.

### 5.16.2. Alumbrado y fuerza en túneles, estaciones, salidas de emergencia y pozos de ventilación.

Las instalaciones de alumbrado y fuerza en túneles, estaciones, salidas de emergencia y pozos de ventilación forman parte del alcance de Metro de Madrid, debiendo facilitarse todos los pasos y canalizaciones necesarias para su implantación.

### 5.16.3. Transporte vertical

Las estaciones estarán preparadas para la instalación de ascensores y escaleras mecánicas:



Tabla nº 33. Número de ascensores en Estaciones

	Calle - Vestíbulo	Vestíbulo - Andén	
		Andén 1	Andén 2
Mar de Cristal Parque Alfredo Kraus	1	2	2
Mar de Cristal Calle de Arequipa	Entradas existentes	2	2
Ifema - Cárcavas	2	2	2
Intercambiador Ciudad de la Justicia	0 (entrada a nivel)	2	2
BarajasT4	0 (entrada a nivel)	2	2
Valdebebas Norte	2	2	2

Tabla nº 34. Número de escaleras mecánicas en Estaciones

	Calle - Vestíbulo	Vestíbulo - Preandén	Vestíbulo - Andén		Cañones de intercambio
			Andén 1	Andén 2	
Mar de Cristal Parque Alfredo Kraus	4	10	2	2	4
Mar de Cristal Calle de Arequipa	2	6	2	2	4
Ifema - Cárcavas	4	2	2	2	-
Intercambiador Ciudad de la Justicia	0 (entrada a nivel)	8	2	2	-
Aeropuerto T4	0 (entrada a nivel)	2	2	2	-
Valdebebas Norte	4	2	2	2	-

#### 5.16.4. Sistemas de ventilación

Todas las estaciones, túneles y salidas de emergencia dispondrán de sistemas de ventilación mecánica para permitir:

- Conseguir unas condiciones ambientales con suficiente salubridad.
- Disipar las cargas térmicas debidas al movimiento de trenes, así como las cargas internas en estaciones y andenes (personas, equipamiento...).
- Actuar en caso de incendio para despejar de humos las vías de evacuación y rescate.
- Presurizar los vestíbulos de las escaleras de emergencia.

En este estudio informativo se dimensionan los espacios y cuartos técnicos necesarios para ubicar todos los equipos de ventilación de Metro de Madrid

#### 5.16.5. Climatización de cuartos y salas técnicas

Ciertos cuartos técnicos serán refrigerados para conseguir unas condiciones de temperatura adecuada para el funcionamiento seguro de los equipos que contienen.

Se utilizarán equipos de condensación por agua utilizando pozos geotérmicos. Para ello, se han previsto la instalación de 8 sondas geotérmicas en cada estación.

#### 5.16.6. Saneamiento, pozos de bombas pluviales y fecales

Los aportes de agua a evacuar procedentes de las infiltraciones (infiltraciones a través de túneles y pantallas) y los caudales debidos a la entrada directa de lluvia por las rejillas y otros elementos superficiales abiertos serán recogidos mediante un sistema de drenaje en toda la longitud del túnel continuando por los tramos en las estaciones. El agua recogida será conducida hasta los pozos de bombeo situados a lo largo del trazado, desde los que se impulsan para su incorporación a la red de alcantarillado.

#### 5.16.7. Agua caliente sanitaria

Aseos y vestuarios de uso personal dispondrán de agua caliente sanitaria. Su producción y acumulación será mediante equipos de geotermia.

#### 5.16.8. Protección contra incendios

Estará constituido por los siguientes sistemas:

- Sistema de detección de incendios y alarma
- Columna seca
- Extintores
- Extinción automática en cuartos técnicos

Se instalarán columnas secas en cada salida de emergencia, así como en los andenes, estaciones y pozos de ventilación. Por otro lado, se dotará de extintores en túneles y andenes.

El resto de las instalaciones de protección de incendios, como detección, alarma, extinción automática, serán dotados por Metro de Madrid.

#### 5.16.9. Otros sistemas no ferroviarios

Incluimos aquí todos aquellos sistemas que han de implantar Metro de Madrid en sus estaciones y túnel, como son:

- Redes de transporte de datos
- Sistema de telefonía
- Red wifi de estaciones
- Información al viajero
- Venta y peaje
- Videovigilancia
- Megafonía
- Interfonía
- Control de acceso y anti-intrusión
- Sistema de control de estaciones

La obra civil de las estaciones estará preparada para albergar todos estos sistemas y equipos, así como de las canalizaciones pasos y huecos para el paso de todos los cableados eléctricos y de comunicaciones desde cada dispositivo hasta el cuarto técnico que le corresponda.

#### 5.16.10. Relación de salas técnicas y superficies

Se muestra a continuación una tabla resumen con una relación de salas técnicas y las necesidades a nivel de superficie y dimensiones. Los valores de superficie y dimensiones han sido extraídos de documentos facilitados por Metro Madrid. Sería necesaria la confirmación por parte de Metro de Madrid de la validez de dichas dimensiones.

Cuarto Técnico			Dimensiones
Subestación de Tracción		SE	25x15m / 60x15m
Centro de Transformación	Alta Tensión	CAT	40m2 (6.5x6.5m)
	Baja Tensión	CBT	42m2 (6x7m)
Cuarto de protección contra incendios		PCI	30 m2
Cuarto para Seccionador de Línea Aérea		CS	3 x 2,5m2
Cuarto Auxiliar de Comunicaciones		CC	6M2 (2x3m)
Cabinas de Andén 15m2	De Cabecera	CA	-
	Intermedia		-
Cuartos para conductores			10-15m2
Cuartos de Comunicaciones		CC	40m2
Cuarto de telefonía		TM	18m2
Cuarto de enclavamiento		CE	50m2
Sala de Ventilación inmisión		VENT	Sala simple: 16x4,5m y chimenea de 2m x 4,5m
			Sala doble: 16 x 7m y chimenea de 2m x 7m

Cuarto Técnico		Dimensiones
Pozos de Compensación	COMP	Rejilla 14m2 (3 x 4,5m)
Fuentes de Andén		-
Bombeo de fecales	BP	12m2
Bombeo de pluviales		-
Cuarto para equipo de escaleras mecánicas	EM	Una escalera 3 x 3m dos escaleras 5 x 3m
Cuarto auxiliar de ascensor		-
Cuarto de operador	CO	15m2
Cuarto para el control de instalaciones	CCI	20-25m2
Aseos Masculino y Femenino para personal de metro	AS	-
Vestuario Masculino y Femenino para personal de metro	VEST	-
Cuarto de Basura	CB	3 x 4m
Cuarto de Limpieza	CL	3 x 4m
Cuarto de condensadoras	COO	35m2
Cuarto de Equipos	EQ	20m2

#### 5.17. SUPERESTRUCTURA DE VÍA

La superestructura de vía ha sido proyectada conforme a las especificaciones de Metro de Madrid. En todo el tramo objeto de estudio se ha proyectado doble vía en placa con ancho 1.445mm y un entreje de 3.385 mm

##### 5.17.1. Vía en placa

Para las cuatro alternativas se ha proyectado sistema de vía en placa con fijación directa adherizada. El sistema de fijación directa adherizada cumplirá con la normativa europea de fijaciones para vía tipo DFF-ADH o similar. Está formado por tres elementos diferenciados:

- Prelosa de hormigón en masa.
- Losa de vía de hormigón en el que irán ancladas las placas.
- Placas DFF-ADH o similar.

El sistema de fijación directa adherizada cumplirá con la normativa Europea de fijaciones para vía en placa UNE EN 13.481:2012 Parte 5 Conjuntos de sujeción para vía en placa sin balasto, para la categoría "B", según especifica la norma UNE EN 13481-1:2012 versión corregida:

“Enero 2013 Aplicaciones ferroviarias – Vía – Requisitos de funcionamiento para los conjuntos de sujeción”.

#### 5.17.2. Material de vía

El carril será del tipo 54 E1 y sus características, las referidas en la Norma Europea UNE EN 13674. Parte 1.

Los aparatos de vía previstos en las alternativas de este proyecto son:

- Doble diagonal simétrica (Bretelle) para entrecruce de 1940 mm, con tangente de cruzamiento 0,125 (1/8), para instalar en vía en placa con traviesas de hormigón pretensado y elastómeros sistema STEDEF
- Desvíos simples con tangente de cruzamiento 0,125 (1/8), para instalar en vía en placa con traviesas de hormigón pretensado y elastómeros sistema STEDEF

#### 5.17.3. Otros elementos

##### - Toperas

Se han proyectado toperas de hormigón en los extremos del tramo de proyecto.

En el extremo sur (Culatón de Mar de Cristal), para todas las alternativas, estas toperas se levantarán cuando se produzca la conexión del tramo con la L11 proveniente de Conde de Casal.

En el extremo norte, eso sucederá:

- Alternativas 1 y 3.
  - o Túnel de línea. Cuando se habilite la conexión directa a las nuevas cocheras de L11 y L8
- Alternativas 2 y 4.
  - o Túnel de línea. En el caso de prolongaciones futuras de la línea, no planificadas actualmente.
  - o Ramales a cocheras. Cuando se habilite la conexión directa a las nuevas cocheras de L11 y L8
- Manta antivibratoria

El estudio acústico realizado no prevé la necesidad de colocar manta antivibratoria en ningún tramo de las cuatro alternativas de trazado.

### 5.18. EVACUACIÓN

El presente Estudio contempla el diseño, ubicación y justificación de la solución de evacuación de emergencia de las estaciones y túneles de las diferentes alternativas.

El objetivo de este documento es determinar los condicionantes que, a efectos de evacuación, han de ser trasladados al diseño de las estaciones y de los túneles, y que básicamente consisten en la definición y dimensionado de los recorridos de evacuación de estaciones y la ubicación de salidas de emergencia entre estaciones.

#### 5.18.1. Evacuación de estaciones

Con respecto a las estaciones, el objetivo es obtener el tiempo de evacuación de los andenes de cada una, y la evacuación completa en la estación hasta un lugar seguro. Para ello, se determina un escenario de emergencia que determina cuánta gente se debe evaluar, y se realiza el estudio según la geometría de la estación (andenes, escaleras, pasillos, salidas, etc.).

La configuración de las estaciones es igual para las distintas Alternativas. Se plantean estaciones con andenes laterales de 115 m de longitud y 4,5m de ancho. Teniendo en cuenta la superficie de los andenes se calcula la ocupación de los andenes para cada caso y teniendo en cuenta que el tiempo de evacuación ha de ser como máximo 4 minutos se dimensionan las escaleras de evacuación acorde a esta ocupación.

En todos los casos, existen dos rutas de evacuación, es decir, dos salidas diferentes por andén. Las salidas de andén deben de situarse opuestas y alejadas una de otra. En estaciones con andenes laterales de 115 m de largo, se dispondrá la salida de emergencia en un extremo y las escaleras de acceso a menos de 90 m de ese punto, y a menos de 45m al otro extremo. Las salidas siempre incluyen una escalera fija y en algunos casos también escaleras mecánicas. En general, una de ellas se corresponde con la salida a calle y la otra se trata de una salida de emergencia.

El cálculo del tiempo de evacuación de los andenes de las estaciones se ha efectuado de manera analítica y que se describen en el Anejo N°20.

#### 5.18.2. Evacuación de túnel

### 5.19. SERVICIOS AFECTADOS

Las actuaciones se desarrollan mayoritariamente en el término municipal de Madrid, concretamente en suelo urbano perteneciente a los distritos de Barajas y Hortaleza. Aunque destacan usos terciarios y de equipamientos en las inmediaciones del IFEMA y Hospital Zenda.

La secuencia de actividades seguida para la obtención y análisis de la información disponible ha sido la siguiente:

Instalaciones correspondientes al tramo urbano:

- Investigación in situ de instalaciones existentes en el área y titularidad.
- Solicitud escrita a compañías suministradoras relativa a información cartográfica acerca de requisitos técnicos a considerar en el caso de una eventual necesidad de reposición o retranqueo.
- Solicitud escrita a Organismos Públicos relativa a información cartográfica acerca de instalaciones de su competencia, así como requisitos técnicos a considerar en el caso de una eventual necesidad de reposición o retranqueo.
- Descarga de información cartográfica a través de la plataforma INKOLAN-Redes de servicios, a la que remiten oficialmente aquellas compañías que están asociadas.
- Incorporación de la documentación recibida a planos de planta a escala 1:500 y software GIS, para analizar cruces, paralelismos e identificar las reposiciones necesarias.

Instalaciones correspondientes a los terrenos propiedad de AENA:

- Solicitud al Departamento de Oficina técnica y Mantenimiento, perteneciente a la División de Ingeniería y Mantenimiento, de AENA de las hojas VK relativas al corredor estudiado.

Incorporación de las redes recibidas a los planos de planta a escala 1:500 y software GIS, para analizar cruces, paralelismos e identificar las reposiciones necesarias.

En las siguientes tablas se resume, por alternativa, la cantidad de afecciones aproximada y las entidades responsables de cada servicio.

ALTERNATIVA 1		
TIPO DE SERVICIO	Nº DE AFECCIONES	ENTIDAD/ES
Abastecimiento	7	Canal de Isabel II
Saneamiento	7	Ayuntamiento de Madrid
Electricidad	14	UFD
Gas	5	NEDGIA
Telecomunicaciones	14	I-DE Fibra Óptica, Orange, Telefónica, Jazztel

ALTERNATIVA 2		
TIPO DE SERVICIO	Nº DE AFECCIONES	ENTIDAD/ES
Abastecimiento	11	Canal de Isabel II
Saneamiento	9	Ayuntamiento de Madrid
Electricidad	14	UFD

Gas	7	NEDGIA
Telecomunicaciones	15	I-DE Fibra Óptica, Orange, Telefónica, Jazztel

ALTERNATIVA 3		
TIPO DE SERVICIO	Nº DE AFECCIONES	ENTIDAD/ES
Abastecimiento	8	Canal de Isabel II
Saneamiento	7	Ayuntamiento de Madrid
Electricidad	15	UFD
Gas	6	NEDGIA
Telecomunicaciones	13	I-DE Fibra Óptica, Telefónica, Jazztel

ALTERNATIVA 4		
TIPO DE SERVICIO	Nº DE AFECCIONES	ENTIDAD/ES
Abastecimiento	12	Canal de Isabel II
Saneamiento	9	Ayuntamiento de Madrid
Electricidad	15	UFD
Gas	8	NEDGIA
Telecomunicaciones	14	I-DE Fibra Óptica, Telefónica, Jazztel

En el anexo nº 21 de servicios afectados se desarrollan las tablas de mediciones de afecciones, estimando mediante un coeficiente de 1.5 la longitud de reposición, que junto con los precios unitarios posibilitan valorar cuantitativamente unas alternativas frente a otras.

## 5.20. EXPROPIACIONES Y OCUPACIONES TEMPORALES

La construcción del túnel analizado en este estudio se llevará a cabo principalmente mediante el método de excavación en mina a través del empleo de tuneladora, lo que garantizará que se limiten las afecciones en superficie.

Dentro de la zona de afección se puede destacar la ejecución de los trabajos a cielo abierto en los tramos entre pantalla, así como los pozos de arranque y extracción de la tuneladora, accesos, pozos y ocupaciones temporales durante la fase constructiva para posibilitar el movimiento de la maquinaria, las instalaciones de obra y los acopios temporales de material.

Se puede hacer una diferenciación entre los siguientes términos:

- Expropiaciones. Se expropiará la superficie estricta ocupada por los elementos que afloran a la superficie en terrenos de titularidad privada. Estos elementos estarán asociados a los pozos de ventilación, pozos de bombeo y salidas de emergencia localizados a lo largo de la traza.
- Ocupaciones temporales. Se refieren a áreas específicas de terreno cuya utilización resulta estrictamente necesaria para la adecuada ejecución de las obras contempladas



en el proyecto. Estas ocupaciones están limitadas a un período de tiempo determinado, generalmente coincidente con la finalización de la ejecución de dichas obras.

- Las franjas de terreno destinadas a ocupaciones temporales se extienden más allá de las áreas de expropiación y su ancho varía en función de la configuración del terreno, sus características y el propósito de la ocupación. Estas áreas serán principalmente utilizadas para la instalación de infraestructuras temporales, almacenamiento de materiales, talleres, laboratorios, depósitos de materiales, y cualquier otra instalación o tarea necesaria para el adecuado desarrollo de las obras contempladas en el proyecto.
- Servidumbres de paso. Se entiende por zonas de servidumbre aquellas superficies de terreno de titularidad pública necesarias para el acceso a la nueva infraestructura de transporte o para llevar a cabo su conservación o servicios afectados por las obras. Para llevar a cabo una actividad o edificar en estas zonas, será necesario la autorización previa del Organismo Competente.

#### TERRENOS AFECTADOS

Con relación a los terrenos de carácter privado se tratará de evitar en la medida de lo posible su afección. La realización de expropiaciones hará exclusiva referencia a zonas de pozos y/o salidas de emergencia. De esta forma el gran porcentaje de las afecciones será de carácter temporal.

En las tablas que se adjuntan a continuación se indica la superficie total afectada en función de la alternativa considerada. En el Documento nº2 Planos se incluye una relación de los planos que definen en planta las superficies afectadas para cada una de las alternativas propuestas.

Tabla nº 35. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1			
CALIFICACIÓN DEL SUELO	EXPROPIACIÓN (m2)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m2)	SERVIDUMBRE DE PASO (m2)
Vía Pública	562,05	19914,5	0
Zona Verde	389,11	12947,35	0
Dotacional	362,22	32011,11	0
Aeropuerto de Barajas	157,39	50943,89	0
<b>TOTAL</b>	<b>1470,77</b>	<b>115816,85</b>	<b>0</b>

Tabla nº 36. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 2.

ALTERNATIVA 2			
CALIFICACIÓN DEL SUELO	EXPROPIACIÓN (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	SERVIDUMBRE DE PASO (m²)
Vía Pública	765,06	38884,78	0
Zona Verde	469,18	34905,11	0
Dotacional	362,22	18995,42	0

Aeropuerto de Barajas	154,36	22784,62	0
<b>TOTAL</b>	<b>1750,82</b>	<b>115569,93</b>	<b>0</b>

Tabla nº 37. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 3

ALTERNATIVA 3			
CALIFICACIÓN DEL SUELO	EXPROPIACIÓN (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	SERVIDUMBRE DE PASO (m²)
Vía Pública	507,72	22072,85	0
Zona Verde	138,54	8100,02	0
Dotacional	343,95	32957,73	0
Aeropuerto de Barajas	157,39	50943,89	0
<b>TOTAL</b>	<b>1147,60</b>	<b>114074,49</b>	<b>0</b>

Tabla nº 38. Afecciones en función de la clase de suelo. Alternativa 4

ALTERNATIVA 4			
CALIFICACIÓN DEL SUELO	EXPROPIACIÓN (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	SERVIDUMBRE DE PASO (m²)
Vía Pública	707,56	41053,13	0
Zona Verde	221,56	30057,78	0
Dotacional	343,95	19942,04	0
Aeropuerto de Barajas	154,36	22784,62	0
<b>TOTAL</b>	<b>1427,43</b>	<b>113837,57</b>	<b>0</b>

#### RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

El Anejo nº22 Expropiaciones y Ocupaciones Temporales, incluye la relación de los bienes y derechos afectados, diferenciados en función de su referencia catastral, localización, superficie catastral, clasificación y calificación urbanística y superficies expropiadas y/o ocupadas temporalmente.

Además, en el Apéndice 1. Relación de Fichas Catastrales, se incluyen las fichas extraídas de catastro de cada una de las parcelas registradas afectadas.

#### 5.21. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

Para la redacción del presente Proyecto de ampliación se ha solicitado información de diversos organismos, administraciones y entidades tanto públicas como privadas. A continuación, se incluye el listado de estos organismos y entidades consultados.

- Entidades Públicas Estatales
  - o AENA. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

- Subdirección General de Planificación Ferroviaria. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- ADIF Alta Velocidad. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Confederación Hidrográfica del Tago. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- AEMET. Agencia Estatal de Meteorología.
- IGME. Instituto Geológico y Minero de España
- Ministerio de Hacienda y Función Pública. Dirección General del Catastro
- Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Entidades Públicas Autonómicas
  - Metro de Madrid. Consorcio Regional de Transportes
  - Comunidad autónoma de Madrid. Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio.
  - Comunidad autónoma de Madrid. Dirección general de agricultura y ganadería. Área de vías pecuarias.
  - Comunidad autónoma de Madrid. Dirección general del suelo.
- Entidades Públicas Locales
  - Ayuntamiento de Madrid. Dirección General del Espacio Público, Obras e Infraestructuras
  - Ayuntamiento de Madrid. Coordinación General de Movilidad
  - Ayuntamiento de Madrid. Dirección General de Patrimonio Cultural
  - Ayuntamiento de Madrid. Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental
  - Ayuntamiento de Madrid. Área Delegada de Limpieza y Zonas Verdes
  - Ayuntamiento de Madrid. Subdirección General de Conservación de Vías Públicas
  - Ayuntamiento de Madrid. Servicio de Defensa y Adecuación del Patrimonio Municipal del Suelo
- Compañías de servicios
  - Telefónica
  - Nedgia. Grupo Naturgy
  - Enagás
  - Canal de Isabel II
  - Orange / Jazztel.
  - Iberdrola / I-DE.

- Unión Fenosa / Grupo Naturgy

En el ANEJO Nº 24. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS se incluye el listado de la documentación solicitada y recibida para el desarrollo del Estudio así como un resumen de las comunicaciones que se han mantenido con los distintos Organismos o empresas afectadas.

## 5.22. ESTUDIO DE ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE LAS OBRAS

Para la organización y el desarrollo de las obras se han considerado los rendimientos siguientes:

- **Tuneladora:** Una vez ejecutado el pozo de ataque se requiere:
  - Un tiempo mínimo de montaje de la tuneladora que se estima en 2 meses.
  - El rendimiento de la tuneladora será de unos 360 m de túnel/mes (incluyendo paradas de mantenimiento y revisión de la tuneladora cada 45 días.)
  - Una vez llegados al pozo de extracción se requerirá de unos 2 meses para desmontar y extraer.

Estos rendimientos tienen en cuenta tanto la variedad de la naturaleza de los materiales presentes en la zona de estudio como la realización de los trabajos de mantenimiento y cambio de los elementos de corte de la tuneladora.

Asimismo, el rendimiento de la tuneladora incide en la ejecución de los trabajos en las estaciones proyectadas, ya que es necesario que las estaciones se encuentren suficientemente avanzadas (recinto de andenes y losa de fondo ejecutada) para que la tuneladora pueda ser arrastrada a través de ellas.

- **Método belga:** Se establece un rendimiento de 50 m/mes.
- **Pantallas:** Para la ejecución de pantallas continuas se ha estimado un valor de 120 m<sup>2</sup>/día.
- **Pozos ventilación, bombeo y salidas de emergencia:** se considera 6 meses por unidad para profundidades de 40 m.
- **Excavación:** En la excavación de los recintos de las estaciones se ha considerado un rendimiento global de entre 400 m<sup>3</sup>/día.
- **Losas:** Se contempla un rendimiento de unos 7000 m<sup>3</sup>/mes.
- **Vía:** Se ha previsto que el rendimiento del montaje de vía sea de unos 700 m/mes.
- **Arquitectura e instalaciones:** Una vez se ha producido el paso de la tuneladora por una estación se procede a los trabajos relacionados con arquitectura e instalaciones que

se pueden realizar simultáneamente a los acabados de obra civil, y que se estima que su duración será de seis meses.

- **Afectaciones ferroviarias:** La única afección ferroviaria es la conexión con línea 8, en la que se consideran 2 meses de trabajos.
- **Reposición y urbanización:** Se consideran 2 meses para estaciones y 1 mes para pozos de ventilación, bombeo y salidas de emergencia.

Con los anteriores rendimientos se estima que la duración total de las obras de cada alternativa es:

Alternativa 1	3 años y 5 meses
Alternativa 2	3 años y 4 meses
Alternativa 3	3 años y 4 meses
Alternativa 4	3 años y 3 meses

Los plazos de obra vienen determinados por los tramos constructivos más voluminosos, que son los tramos “1”. Los tramos “2” podrían ejecutarse en menor plazo, tal y como puede observarse en los diagramas espacios-tiempo incluidos en el Anejo. En todo caso, en fase de proyecto constructivo, junto con la Dirección del Proyecto de la CM, se establecerán los criterios para fijar definitivamente la división en tramos y los condicionantes de precedencias entre actividades de ambos contratos que puedan condicionar los respectivos plazos.

## 6. CONTROL DE CALIDAD

En la posterior fase de Proyecto Constructivo, a partir de las mediciones correspondientes a las unidades de obra fundamentales que resulten, se elaborará un Plan de Aseguramiento de la Calidad que determinará el número de ensayos a prever de acuerdo con las especificaciones técnicas vigentes en las distintas materias y se elaborará el correspondiente presupuesto. En esa fase se determinará si incluir un capítulo adicional en el Presupuesto para Conocimiento de la Administración para ensayos de contraste a cargo de la Dirección de Obra.

En los presupuestos de este Estudio Informativo, los costes del Plan de Aseguramiento de la Calidad se han considerado íntegramente repercutidos en las unidades de los Presupuestos de Ejecución Material.

## 7. DOCUMENTO AMBIENTAL

La legislación ambiental en vigor, Ley 21/2013, de 9 diciembre, de evaluación ambiental con última actualización de 14/06/2023, establece en su artículo 7 que los proyectos habrán de someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria o simplificada en base a la clasificación de proyectos incluidas en los Anexos I y II de dicha ley.

Salvo declaración contraria por la Autoridad Ambiental, se considera que el alcance y características del presente proyecto se corresponden con la clasificación del Anexo II, Grupo 7, apartado f) “Tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas similares de un determinado tipo, que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de pasajeros” y que por tanto, en cumplimiento del artículo 7, habrá de ser sometido a evaluación de impacto ambiental simplificada.

Habiéndose realizado consulta previa a la Conserjería de Medio Ambiente. Agricultura e Interior a este respecto, ésta se ha pronunciado mediante escrito de fecha 26 de abril de 2024 en el sentido de confirmar el procedimiento simplificado como aquel de aplicación legal dadas las características del presente proyecto. Recuerda no obstante que de acuerdo con lo indicado en el artículo 7.1 d) de la ley 21/2013, el promotor podrá solicitar el sometimiento a una evaluación de impacto ambiental ordinaria si así lo desea.

Al respecto de la evaluación ambiental simplificada, la ley en su artículo 45 dice que “*dentro del procedimiento de autorización del proyecto, el promotor presentará ante el órgano sustantivo, junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, una solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada, del documento ambiental con el siguiente contenido:*” y expone a continuación su contenido en diferentes apartados.

El Documento nº 4 del presente Estudio Informativo constituye el denominado “Documento Ambiental” que cita este artículo y pretende recoger todo el contenido requerido para dar inicio al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificado. Una vez solicitado el inicio del trámite, se atenderá toda subsanación o documentación complementaria que sea requerida por la Autoridad Ambiental de forma que el trámite tome inicio efectivo y pueda emitirse el correspondiente Informe Ambiental en el plazo establecido.

El documento analiza los principales condicionantes ambientales que enmarcan esta actuación, identifica los impactos que podrá causar cada propuesta alternativa tanto en fase de ejecución como de explotación y los cuantifica de forma que pueda establecerse una valoración comparativa objetiva entre ellas.

Sin perjuicio de incorporar más adelante las correcciones o modificaciones que en su Informe puede exigir la Autoridad Ambiental, este documento establece ya una puntuación comparativa que, con su correspondiente peso relativo junto a otros criterios, ha sido tomada en cuenta dentro del Análisis Multicriterio para la selección de la alternativa a desarrollar en proyecto constructivo.



## 8. PRESUPUESTOS

### 8.1. ALTERNATIVA 1

Código	Descripción	Importe
A1-01	TÚNELES	132.398.228,19 €
A1-02	POZOS DE TUNELADORA Y TELESCOPIOS	19.601.845,56 €
A1-03	POZOS INTERESTACIÓN	21.559.420,27 €
A1-04	ESTACIONES	209.121.182,33 €
A1-05	TRATAMIENTOS DEL TERRENO	23.442.627,53 €
A1-06	INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN	6.642.674,15 €
A1-07	SUPERESTRUCTURA	13.779.878,43 €
A1-08	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN TÚNEL	7.083.283,44 €
A1-09	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	9.872.880,75 €
A1-10	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	10.071.201,24 €
A1-11	SEGURIDAD Y SALUD	9.166.782,41 €

**PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) 462.740.004,30 €**

Gastos Generales (13%)	60.156.200,56 €
Beneficio Industrial (6%)	27.764.400,26 €
Suma	87.920.600,82 €

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA (PBL SIN IVA) 550.660.605,12 €**

IVA (21%) 115.638.727,08 €

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA (PBL CON IVA) 666.299.332,20 €**

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y DOS MILLONES SETECIENTOS CUARENTA MIL CUATRO EUROS CON TREINTA (462.740.004,30 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación sin IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS CINCUENTA MILLONES SEISCIENTOS SESENTA MIL SEISCIENTOS CINCO EUROS CON DOCE (550.660.605,12 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación con IVA a la expresada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON VEINTE (666.299.332,20 €).

### 8.2. ALTERNATIVA 2

Código	Descripción	Importe
A2-01	TÚNELES	123.219.588,03 €
A2-02	POZOS DE TUNELADORA Y TELESCOPIOS	23.752.420,96 €
A2-03	POZOS INTERESTACIÓN	24.091.335,98 €
A2-04	ESTACIONES	242.741.192,70 €
A2-05	TRATAMIENTOS DEL TERRENO	25.611.556,81 €
A2-06	INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN	6.155.187,55 €
A2-07	SUPERESTRUCTURA	14.725.590,83 €
A2-08	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN TÚNEL	6.516.602,88 €
A2-09	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	10.097.610,15 €
A2-10	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	14.053.930,03 €
A2-11	SEGURIDAD Y SALUD	9.931.512,31 €

**PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) 500.896.528,23 €**

Gastos Generales (13%)	65.116.548,67 €
Beneficio Industrial (6%)	30.053.791,69 €
Suma	95.170.340,36 €

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA (PBL SIN IVA) 596.066.868,59 €**

IVA (21%) 125.174.042,40 €

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA (PBL CON IVA) 721.240.910,99 €**

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de QUINIENTOS MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON VEINTITRÉS (500.896.528,23 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación sin IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS MILLONES SESENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE (596.066.868,59 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación con IVA a la expresada cantidad de SETECIENTOS VEINTIÚN MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA MIL NOVECIENTOS DIEZ EUROS CON NOVENTA Y NUEVE (721.240.910,99 €).

### 8.3. ALTERNATIVA 3

Código	Descripción	Importe
A3-01	TÚNELES	128.697.335,81 €
A3-02	POZOS DE TUNELADORA Y TELESCOPIOS	19.466.879,37 €
A3-03	POZOS INTERESTACIÓN	23.222.281,58 €
A3-04	ESTACIONES	201.153.456,05 €
A3-05	TRATAMIENTOS DEL TERRENO	23.442.627,53 €
A3-06	INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN	6.522.853,77 €
A3-07	SUPERESTRUCTURA	13.657.447,10 €
A3-08	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN TÚNEL	6.994.246,72 €
A3-09	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	10.062.295,53 €
A3-10	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	10.690.551,77 €
A3-11	SEGURIDAD Y SALUD	8.997.503,64 €
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>		<b>452.907.478,87 €</b>
	Gastos Generales (13%)	58.877.972,25 €
	Beneficio Industrial (6%)	27.174.448,73 €
	Suma	86.052.420,98 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA (PBL SIN IVA)</b>		<b>538.959.899,85 €</b>
	IVA (21%)	113.181.578,97 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA (PBL CON IVA)</b>		<b>652.141.478,82 €</b>

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MILLONES NOVECIENTOS SIETE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y SIETE (452.907.478,87 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación sin IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS TREINTA Y OCHO MILLONES NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO (538.959.899,85 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación con IVA a la expresada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y DOS (652.141.478,82 €).

### 8.4. ALTERNATIVA 4

Código	Descripción	Importe
A4-01	TÚNELES	119.806.760,92 €
A4-02	POZOS DE TUNELADORA Y TELESCOPIOS	23.617.454,77 €
A4-03	POZOS INTERESTACIÓN	20.482.116,75 €
A4-04	ESTACIONES	234.773.466,42 €
A4-05	TRATAMIENTOS DEL TERRENO	25.611.556,81 €
A4-06	INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN	6.054.535,60 €
A4-07	SUPERESTRUCTURA	14.603.151,18 €
A4-08	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN TÚNEL	6.450.262,72 €
A4-09	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	9.802.251,51 €
A4-10	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	14.710.244,23 €
A4-11	SEGURIDAD Y SALUD	9.655.597,72 €
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>		<b>485.567.398,63 €</b>
	Gastos Generales (13%)	63.123.761,82 €
	Beneficio Industrial (6%)	29.134.043,92 €
	Suma	92.257.805,74 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA (PBL SIN IVA)</b>		<b>577.825.204,37 €</b>
	IVA (21%)	121.343.292,92 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA (PBL CON IVA)</b>		<b>699.168.497,29 €</b>

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y TRES (485.567.398,63 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación sin IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y SIETE MILLONES OCHOCIENTOS VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE (577.825.204,37 €).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación con IVA a la expresada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MILLONES CIENTO SESENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON VEINTINUEVE (699.168.497,29 €).

## 9. ANÁLISIS COMPARATIVO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En este Estudio Informativo se ha realizado un Análisis Multicriterio de las 4 alternativas de trazado planteadas con objeto de evaluar su grado de idoneidad en función de cuatro grandes objetivos, obteniendo como resultado la mejor de las alternativas evaluadas.

Los cuatro objetivos a satisfacer por la actuación son:

- **Objetivo funcional:** obtener la alternativa que ofrezca un mejor servicio al usuario.
- **Objetivo ambiental:** obtener la alternativa que produzca menor impacto residual sobre el medio
- **Objetivo económico:** obtener la alternativa que presente la mayor rentabilidad económica
- **Objetivo territorial / social:** obtener la alternativa que aporte una mejora más significativa de la implantación de la infraestructura.

Cada objetivo se traduce en un criterio de valoración, para el que se deduce un parámetro único denominado indicador, cuyos valores oscilan en todos los casos entre 0 y 1. Este indicador único es el resultado de la evaluación de diversos factores y, en algunos casos, a su vez de conceptos simples (o parámetros elementales) escogidos por su representatividad e importancia para evaluar el grado de cumplimiento del objetivo a cuya valoración contribuyen.

La gradación en criterios, factores y conceptos simples (o parámetros elementales) permite una aproximación progresiva a cada alternativa propuesta, y a la vez una simplificación de su valoración mediante la obtención de una sola puntuación por alternativa para cada objetivo.

El detalle acerca de los factores y parámetros simples escogidos dentro de cada objetivo, los motivos para su selección y para la otorgación de pesos relativos y la valoración correspondiente para cada alternativa se recogen en el ANEJO Nº 25. DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO

El Anejo concluye con la obtención de la Puntuación Global de cada alternativa, también llamada Índice de Pertinencia con respecto a los objetivos planteados.

Este índice se obtiene de la aplicación de la fórmula final:

Puntuación Global Alternativa / Índice de Pertinencia =  $a \times I_{\text{FUNC}} + b \times I_{\text{AMB}} + c \times I_{\text{ECO}} + d \times I_{\text{TERR}}$

Siendo  $I_{\text{xx}}$  el Indicador o Puntuación obtenida por la alternativa en cada criterio principal (Funcional, Ambiental, Económico y Territorial/Social) y a, b, c y d, los pesos asignados a cada uno de ellos.

En este Estudio, los pesos asignados a los criterios han sido:

	Objetivo/Criterio	Peso
a	Funcional	0,25
b	Ambiental	0,25
c	Económico	0,25
d	Territorial /Social	0,25

Y la valoración final obtenida ha resultado la siguiente:

	CRITERIO FUNCIONAL		CRITERIO AMBIENTAL		CRITERIO ECONÓMICO		CRITERIO TERRIT/SOCIAL		PUNTAJEO GLOBAL / ÍNDICE DE PERTINENCIA
	a= 0,25		b= 0,25		c= 0,25		d= 0,25		
	I <sub>FUNC</sub>	a x I <sub>FUNC</sub>	I <sub>AMB</sub>	b x I <sub>AMB</sub>	I <sub>ECO</sub>	c x I <sub>ECO</sub>	I <sub>TERR</sub>	d x I <sub>TERR</sub>	
ALTERNATIVA 1	0,415	0,104	0,448	0,112	0,598	0,150	0,282	0,071	0,437
ALTERNATIVA 2	0,505	0,126	0,557	0,139	0,306	0,077	0,674	0,169	0,511
ALTERNATIVA 3	0,419	0,105	0,301	0,075	0,673	0,168	0,345	0,086	0,434
ALTERNATIVA 4	0,543	0,136	0,694	0,174	0,423	0,106	0,693	0,173	0,589

El resultado del análisis multicriterio indica que la alternativa que presenta una mejor valoración global es la **Alternativa 4**, con una separación de 0,78 décimas respecto de la segunda que es la Alternativa 2. La Alternativa 4 tiene la mejor valoración en todos los criterios salvo en el económico, en el cual la Alternativa 3 es la mejor puntuada.

## 10. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO

El Estudio Informativo consta de los siguientes documentos:

### DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO Nº 1. ANTECEDENTES

ANEJO Nº 2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº 3. ANÁLISIS DE DEMANDA

ANEJO Nº 4. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

ANEJO Nº 5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº 6. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº 7. HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

ANEJO Nº 8. TRAZADO

ANEJO Nº 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO Nº 10. DRENAJE Y BOMBEO

ANEJO Nº 11. TÚNELES

ANEJO Nº 12. INVENTARIO

ANEJO Nº 13. INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN

ANEJO Nº 14. DISEÑO DE ESTACIONES

ANEJO Nº 15. ESTRUCTURAS Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

ANEJO Nº 16. ESTUDIO ENERGÉTICO

ANEJO Nº 17. SUMINISTRO ELÉCTRICO

ANEJO Nº 18. INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

ANEJO Nº 19. SUPERESTRUCTURA DE VÍA

ANEJO Nº 20. EVACUACIÓN

ANEJO Nº 21. SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº 22. EXPROPIACIONES Y OCUPACIONES TEMPORALES

ANEJO Nº 23. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

ANEJO Nº 24. ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE LAS OBRAS

ANEJO Nº 25. DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO

### DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

01. ÍNDICE

02. PLANOS GENERALES

03. TRAZADO

04. SECCIONES TIPO

05. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

06. DRENAJE

07. ESTACIONES

08. POZOS INTERESTACION

09. POZOS TUNELADORA

10. TELESCOPIOS

11. TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

12. INSTRUMENTACIÓN Y AUSCULTACIÓN

13. SUPERESTRUCTURA

14. INTEGRACION AMBIENTAL

15. SERVICIOS AFECTADOS

16. EXPROPIACIONES Y OCUPACIONES TEMPORALES

### DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO

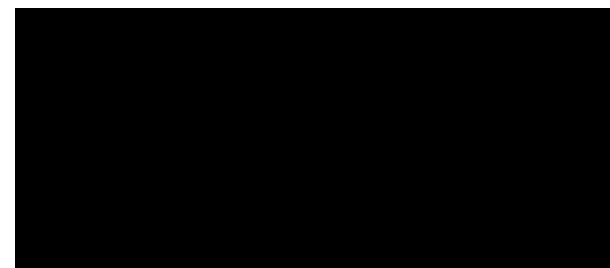
### DOCUMENTO Nº 4. DOCUMENTO AMBIENTAL

## 11. CONCLUSIÓN FINAL

Cumpliendo con el objeto del presente contrato se ha llevado a cabo un estudio comparativo de diferentes alternativas de trazado, así como de emplazamiento de las nuevas estaciones con el objeto final de seleccionar la alternativa óptima mediante un análisis multicriterio considerando criterios ambientales, económicos, funcionales y territoriales.

Como resultado de este análisis, se concluye que la alternativa de trazado más favorable es la Alternativa 4.

Considerando debidamente definidas y justificadas las obras objeto del presente Estudio Informativo, se eleva a la Superioridad para su aprobación si procede.



Miguel Guerrero Igea  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos