



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
UR-T1279-P003
Informe Final
25/7/25 – REV. 00



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	25/07/2025	MI	Informe Final consolidado.



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: Resumen Ejecutivo

CAPÍTULO 2: Geotécnica

CAPÍTULO 3: Servicios Afectados

CAPÍTULO 4: Elección del Procedimiento Constructivo

CAPÍTULO 5: Proyecto Estructural

CAPÍTULO 6: Planificación, Costos y Riesgo



CAPÍTULO 1: Resumen Ejecutivo



RDA



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Capítulo 1 - Resumen ejecutivo

15/7/25 – REV. 01



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	27/06/2025	MR/DG	Emisión borrador de informe final
01	15/07/2025	MR/DG	Informe final



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	ESTRUCTURA DEL INFORME	5
2.1.	Capítulo 1 – Resumen ejecutivo.....	5
2.2.	Capítulo 2 - Geotécnica.....	5
2.3.	Capítulo 3 – Servicios afectados	5
2.4.	Capítulo 4 – Proyecto estructural	6
2.5.	Capítulo 5 – Planificación, costos y riesgos.....	6
3.	CONCLUSIONES PRINCIPALES	6

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se enmarca en el Proyecto **UR-T1324**, titulado Apoyo a la mejora de la movilidad en el Área Metropolitana de Montevideo, cuyo objetivo principal es el desarrollo de infraestructura que permita implementar un sistema de transporte público más eficiente, integrado y sostenible. Entre las actuaciones previstas se destaca la construcción de corredores exclusivos para buses de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés), así como obras subterráneas necesarias para garantizar la continuidad del sistema en los sectores más densamente urbanizados.

Una de las intervenciones más relevantes es la ejecución de un túnel bajo la Av. 18 de Julio, que permitirá la conexión directa entre los dos corredores principales proyectados (identificados como A y B en la figura 1). Esta infraestructura subterránea constituye un punto neurálgico para el funcionamiento del sistema, ya que integrará flujos provenientes de distintas zonas del área metropolitana y facilitará una operación más eficiente del transporte público en el centro de la ciudad.

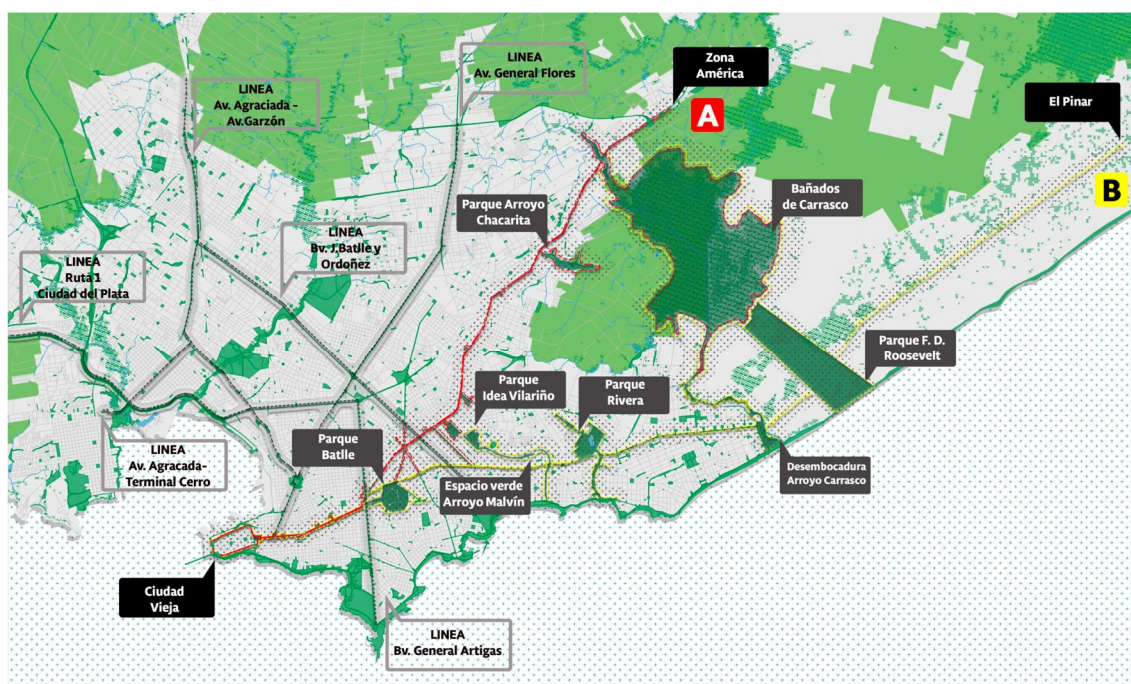


Figura 1: detalle de corredores A y B previstos.

El presente documento contiene el resumen ejecutivo de la consultoría técnica desarrollada por **RDA**, con foco en las estructuras subterráneas del sistema. El trabajo se organiza en cinco capítulos:

- Capítulo 1: resumen ejecutivo
- Capítulo 2: geotécnica
- Capítulo 3: servicios afectados
- Capítulo 4: Elección del método constructivo
- Capítulo 5: proyecto estructural
- Capítulo 6: planificación, costos y riesgos



Las áreas consideradas son las actuaciones previstas bajo rasante y corresponden a los siguientes sectores

- Avenida 18 de Julio Túnel desde Fernandez Crespo hasta Plaza Independencia
- Tres Cruces
- Intersección de 8 de Octubre y Propios
- Intersección de 8 de Octubre y Luis Alberto de Herrera
- Intersección de Avenida Italia y Bolivia
- Intersección de Avenida Italia y Propios
- Intersección de Avenida Italia y Luis Alberto de Herrera

Adicionalmente, del proceso de profundización de los estudios se incorporaron las siguientes obras como intervenciones opcionales:

- Intervención en túnel de Av. Italia y Ricaldoni
- Túnel de Av. 18 de Julio desde salida del túnel 8 de octubre hasta Fernandez Crespo

2. ESTRUCTURA DEL INFORME

El presente informe se organiza en cinco capítulos, que abordan los distintos aspectos técnicos y estratégicos del proyecto:

2.1. Capítulo 1 – Resumen ejecutivo

Presenta una síntesis del trabajo realizado, la estructura del informe y las principales conclusiones de esta etapa

2.2. Capítulo 2 - Geotécnica

Para cada una de las áreas mencionadas anteriormente (intersecciones, zona de Tres Cruces y tramo de 18 de Julio), se llevó a cabo una caracterización geológica y geotécnica preliminar orientada al desarrollo del anteproyecto de las estructuras subterráneas. Este trabajo se basó en información existente, incluyendo cartas geológicas, estudios geotécnicos de proyectos cercanos y bibliografía especializada. A partir de estos antecedentes, se elaboró un análisis y síntesis de las condiciones del subsuelo, con especial atención a la ubicación y características de los estratos más relevantes, particularmente la roca.

2.3. Capítulo 3 – Servicios afectados

Este capítulo presenta el relevamiento y análisis de los servicios públicos existentes en las áreas de intervención del proyecto. Se detalla la información recopilada a partir de solicitudes a entes y empresas responsables, y se identifican las posibles interferencias con las obras proyectadas. La información se sistematiza en documentos digitales, dado que actualmente ninguna administración cuenta con modelado BIM, permitiendo anticipar desvíos, planificar reubicaciones y ajustar las soluciones constructivas en función de las restricciones detectadas.



2.4. Capítulo 4 – Elección del método constructivo

Se analizan comparativamente los principales métodos constructivos aplicables a la ejecución del túnel del sistema BRT en el entorno urbano de Av. 18 de Julio: cut and cover, método austriaco (NATM) y tuneladora (TBM). El análisis incluye aspectos geotécnicos, logísticos, de afectación urbana, rendimientos, etc. Se presentan ventajas y limitaciones de cada técnica, con base en bibliografía especializada, experiencias regionales e internacionales, y las condiciones específicas del proyecto. A partir de esta evaluación, se plantean recomendaciones sobre la solución más adecuada para el trazado propuesto.

2.5. Capítulo 5– Proyecto estructural

Este capítulo desarrolla el anteproyecto de las estructuras enterradas, así como de los pavimentos destinados a la circulación del sistema BRT. Se incluyen las bases de diseño adoptadas, los anexos con los cálculos estructurales realizados y los planos correspondientes a las estructuras proyectadas. El diseño considera tanto criterios estructurales como funcionales y constructivos, asegurando la viabilidad técnica de las soluciones propuestas.

2.6. Capítulo 6 – Planificación, costos y riesgos

Este capítulo integra los insumos y análisis utilizados como base para la estimación preliminar del costo de inversión y el cronograma de obras. Incluye los criterios técnicos considerados, la metodología empleada, la secuencia de ejecución por tramo y los principales riesgos identificados, junto con estrategias de mitigación y una matriz de riesgos cualitativa. Además, se evalúan distintas tipologías contractuales y modelos de segmentación del proyecto, analizando ventajas y desventajas de cada alternativa, y se presenta una recomendación preliminar sobre la estrategia de contratación más adecuada.

3. CONCLUSIONES PRINCIPALES

El trabajo realizado se estructuró en base a un enfoque que priorizó los siguientes aspectos:

- La obtención temprana y sistemática de información de base (geológica, geotécnica y de servicios existentes), con el fin de reducir incertidumbres en etapas posteriores del proyecto.
- El desarrollo de soluciones constructivas preliminares viables, tanto desde el punto de vista técnico como económico.
- La identificación de riesgos críticos y la propuesta temprana de estrategias de mitigación.
- La elaboración de una estrategia de contrataciones que facilite la ejecución eficaz de las etapas subsiguientes del proyecto.

En cuanto a la solución constructiva propuesta, el sistema adoptado es el de cut and cover con metodología top-down, priorizando la simplicidad y la rapidez de ejecución, así como la posibilidad de restablecer la circulación vehicular en superficie lo antes posible.

Uno de los principales desafíos detectados está relacionado con los servicios existentes, especialmente dos líneas de alta tensión que atraviesan la Avenida 18 de Julio y un colector de gran importancia ubicado en la misma vía. Estos y otros servicios fueron relevados e incorporados en las estimaciones de costos y planificación.



Como resultado de este análisis, se propuso una estrategia de contratación y una planificación sectorizada de la obra, que permite estimar un plazo total de ejecución compatible con el objetivo planteado de finalizar las obras en el transcurso del año 2029.

En cuanto a la inversión, se elaboraron estimaciones para cuatro escenarios, según el alcance de las obras consideradas:

- Escenario 1 (básico): USD 209,482,935.52(incluye leyes sociales)
- Escenario 2 (básico + 18 de Julio completa): USD 245,568,247.50(incluye leyes sociales)
- Escenario 3 (básico + Ricaldoni): USD 218,672,719.33 (incluye leyes sociales)
- Escenario 4 (básico + todas las intervenciones opcionales): USD 254,758,031.31 (incluye leyes sociales)

*No se considera el IVA

Estos valores fueron estimados aplicando un enfoque bottom-up, para los cuales se utilizaron valores de mercado razonables para este tipo de proyecto. Se recomienda considerar un margen de incertidumbre del orden de $\pm 15\%$, propio de esta etapa de definición. Esta incertidumbre esta incorpora factores como la simultaneidad de frentes de obra, la sensibilidad del presupuesto a condiciones del contexto local al momento del llamado a licitación, y la eventual participación de empresas del exterior.

En cuanto a los plazos, se realizaron cronogramas con plazos de ejecución de tareas razonables para este tipo de proyectos teniendo en cuenta la capacidad operativa del mercado local y regional. Se entiende que el plazo objetivo planteado por el cliente es técnicamente viable.



Uruguay **(+598) 2711 7048**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**



CAPÍTULO 2: Geotécnica



RDA



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Capítulo 2 – Geotécnico

15/7/25 – REV. 01



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	27/06/2025	MR	Borrador informe final
01	15/07/2025	MR	Informe final



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	METODOLOGÍA	4
3.	ÁREAS ESTUDIADAS	4
4.	RESULTADOS Y CONDICIONES GENERALES.....	4
5.	CONSIDERACIONES FINALES	5



1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la caracterización geológica y geotécnica de las zonas de intervención del proyecto, con base en antecedentes disponibles. El objetivo es aportar los parámetros necesarios para el diseño estructural de las obras subterráneas incluidas en esta etapa.

2. METODOLOGÍA

La información geotécnica fue elaborada a partir de:

- Análisis de antecedentes geotécnicos de la zona, incluyendo sondeos, perforaciones y estudios previos.
- Interpretación de cartas geológicas y geotécnicas (escala 1:25.000 y 1:100.000).
- Elaboración de perfiles estratigráficos esquemáticos para cada sector analizado.

No se realizaron estudios de campo en esta etapa. La metodología fue consistente en todos los informes y se ajusta a un nivel de anteproyecto. La empresa Insuelos, especialista en esta área ha sido la encargada de redactar el informe correspondiente a este capítulo. Anexo a este documento se encuentra el informe por ellos elaborado.

3. ÁREAS ESTUDIADAS

Se elaboraron informes específicos para los siguientes tramos:

- **Av. 18 de Julio – Tramos 8 de Octubre a Magallanes y Magallanes a Andes**
- **Zona de Tres Cruces**
- **Cruces de Av. 8 de Octubre con Av. Luis A. de Herrera, Bv. Batlle y Ordóñez, y Propios**
- **Cruces de Av. Italia con Av. Bolivia, Bv. Batlle y Ordóñez y Av. Luis A. de Herrera**

Adicionalmente, en el cruce de **Av. Italia y Ricaldoni**, donde ya existe un paso a desnivel, se utilizaron antecedentes disponibles de obras previas, los cuales, si bien no forman parte de los informes elaborados por RDA, fueron considerados en el diseño estructural.

4. RESULTADOS Y CONDICIONES GENERALES

El entorno geológico presenta una cobertura superficial de suelos correspondientes a la **Formación Libertad** (arcillas, limos y arenas), bajo la cual se encuentran:

- **Areniscas cementadas** de la Formación Fray Bentos, o
- **Rocas ígneas o metamórficas** del Basamento Cristalino de la Formación Montevideo (granito o gneis).



En general:

- Se detectaron **diferencias en la profundidad del techo de roca**, siendo más profundas en los sectores próximos a Tres Cruces y 8 de Octubre y más superficial en las proximidades de la plaza independencia.
- La **presencia de napa freática o filtraciones** no fue registrada en la mayoría de los sondeos, aunque en algunos sectores (como entre Convención y Julio Herrera y Obes) se reportaron filtraciones.
- Los perfiles estratigráficos muestran variaciones en el espesor de la cobertura de suelos, con espesores mayores en zonas de Tres Cruces y Av. Italia.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La información recabada permite establecer condiciones iniciales del subsuelo útiles para el diseño estructural y la planificación constructiva. Dado que se trata de un análisis preliminar, se recomienda la ejecución de estudios específicos en etapas futuras del proyecto para validar y ajustar los parámetros definidos.

A continuación, anexo a este documento se encuentra el informe elaborado por la empresa Insuelos.



Uruguay **(+598) 2711 7048**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**

ESTUDIO PRELIMINAR DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Solicitante: Ing. Sebastián Dieste,
RDA

Proyecto: Sistema de Transporte Metropolitano

Ubicación: Montevideo

Informe N°: 121/25

1. INTRODUCCION

El presente informe da cuenta de los trabajos de gabinete realizados para la caracterización geotécnica preliminar del subsuelo en diferentes tramos y ubicaciones de la ciudad de Montevideo asociados al Proyecto de Sistema de Transporte Metropolitano, en estudio por parte de RDA Ingeniería.

Según lo indicado en la solicitud se analizaron los siguientes tramos y ubicaciones:

- Av. 18 de Julio desde Fernández Crespo hasta Plaza Independencia
- Tres Cruces: Plaza de la Bandera, zona cruce Br Artigas y Av Italia
- 8 de Octubre y Br. José Batlle y Ordóñez
- 8 de Octubre y Av. Luis Alberto de Herrera
- Av. Italia y Av. Bolivia
- Av Italia y Br. José Batlle y Ordóñez
- Av Italia y Av. Luis Alberto de Herrera

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general del trabajo es la caracterización geotécnica preliminar de los sitios indicados.

Para la consecución del objetivo general planteado, se proponen las siguientes tareas, que se aplicarán a cada uno de los sitios a estudiar:

- caracterización del entorno geológico;
- relevamiento de antecedentes de estudios y sondeos geotécnicos próximos a cada sitio;
- análisis y síntesis de las informaciones geológicas y geotécnicas disponibles.

El alcance del trabajo refiere a las condiciones geotécnicas de cada sitio. Quedan fuera del alcance, cualquier otro aspecto como interferencias urbanas, dimensionado de fundaciones y contenciones, etc.

3. METODOLOGÍA

El trabajo fue estructurado a partir de las siguientes tareas:

- descripción del entorno geológico general de todo el Proyecto;
- análisis de Antecedentes de las estructuras subterráneas proyectadas,
- interpretación de Cartas Topográficas escala 1/25.000,
- revisión de Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo, escala 1/100.000,
- búsqueda e interpretación de sondeos y perforaciones próximas a los emplazamientos de las estructuras del proyecto,
- definición de un perfil esquemático del subsuelo en cada sitio, incluyendo descripción de materiales y la caracterización de las unidades geotécnicas presentes, de interés para la obra civil,
- recomendación a nivel de Anteproyecto de parámetros de resistencia al corte de los materiales analizados.

Los resultados de los análisis realizados se presentan por separado, para cada uno de los tramos y cruces de calles indicados en la solicitud, presentándose en cada caso el perfil esquemático del subsuelo y la recomendación de parámetros geotécnicos. La descripción del entorno geológico se hace de manera general para todos los tramos y ubicaciones analizados.

4. ENTORNO GEOLÓGICO

El entorno geológico de la traza del proyecto, en la profundidad de influencia de la obra civil está caracterizado por la eventual presencia de tres formaciones geológicas: una cobertura de suelos compuesta por los materiales de la Formación Libertad, y por debajo de la cobertura de suelos es posible encontrar o bien rocas sedimentarias, cementadas, de la Formación Fray Bentos, o rocas cristalinas asociadas al Basamento Cristalino de la Formación Montevideo.

La Formación Libertad está constituida por arcillas y limos, eventualmente con presencia de arena, predominantemente de coloraciones marrones; suelen presentar a lo largo del perfil niveles de carbonato de calcio, en nódulos o diseminado en la matriz. Si bien estos materiales no se encuentran cementados, se pueden presentar con buena cohesión, encontrándose suelos de consistencia muy firmes a duras.

Las litologías de la Formación Fray Bentos corresponden a rocas del tipo Arenisca, muy finas, de matriz limosa, cementadas con carbonato de calcio, de color marrón claro o rosado. Se encuentran con consistencias duras a muy duras, en condición de rechazo en los ensayos de penetración, aunque suelen presentar un nivel superior meteorizado, con características de suelo limoso o arenoso fino, de no más de 1 metro de espesor.

El Basamento Cristalino de la Formación Montevideo puede encontrarse constituido, por rocas metamórficas del tipo Gneis o rocas ígneas del tipo Granito, de grano medio a grueso, de coloraciones variadas (grises, rosadas, verdosas); eventualmente suelen encontrarse recortadas por filones de rocas ígneas del tipo Aplitas y Pegmatitas, de colores rosados y blancos, ricas en Cuarzo, muy duras.

5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS ESQUEMÁTICOS

A partir de la interpretación del entorno geológico y del análisis de los sondeos y perforaciones revisadas, se elaboró un perfil esquemático del subsuelo para cada uno de los tramos y cruces analizados.

En el análisis de sondeos y perforaciones se identificaron los tipos de suelos que constituyen la cobertura de suelos, se valoraron las profundidades informadas para las condiciones de rechazo, y/o indicaciones de techo de roca, y se registraron las menciones a la ocurrencia de filtraciones y/o napa freática. En el caso de los tramos de la Av. 18 de Julio, se tomaron como referencia informaciones correspondientes a sondeos y perforaciones ubicados en una faja de 200m de ancho, centrada en el eje de la Avenida; mientras que en los cruces de calles se analizaron sondeos y perforaciones ubicadas en un radio de 200m centrado en cada uno de los cruces analizados.

En cada uno de los perfiles esquemáticos presentados se indican con segmentos rojos los puntos en los que se cuenta con información de profundidad del techo de roca en sondeos o perforaciones analizadas que se ubican próximos a los trazas del proyecto; como ayuda para la lectura del perfil se indican también en cada caso, la ubicación de algunos cruces de calles.

Como comentario general con respecto a la presencia de napa freática y/o filtraciones, en casi ninguno de los sondeos y perforaciones consideradas en los análisis de todos los sitios estudiados se indica la presencia de napa freática dentro de las profundidades de influencia de las obras civiles del Proyecto, por lo que se considera razonable la hipótesis de baja a muy baja probabilidad de ocurrencia de Napa Freática y/o filtraciones. Sin embargo, no se debería descartar totalmente la posibilidad de filtraciones asociadas a la interfase suelo-roca, en caso que las excavaciones alcancen el techo de roca.

A continuación, las Figuras 1 a X presentan los perfiles obtenidos.

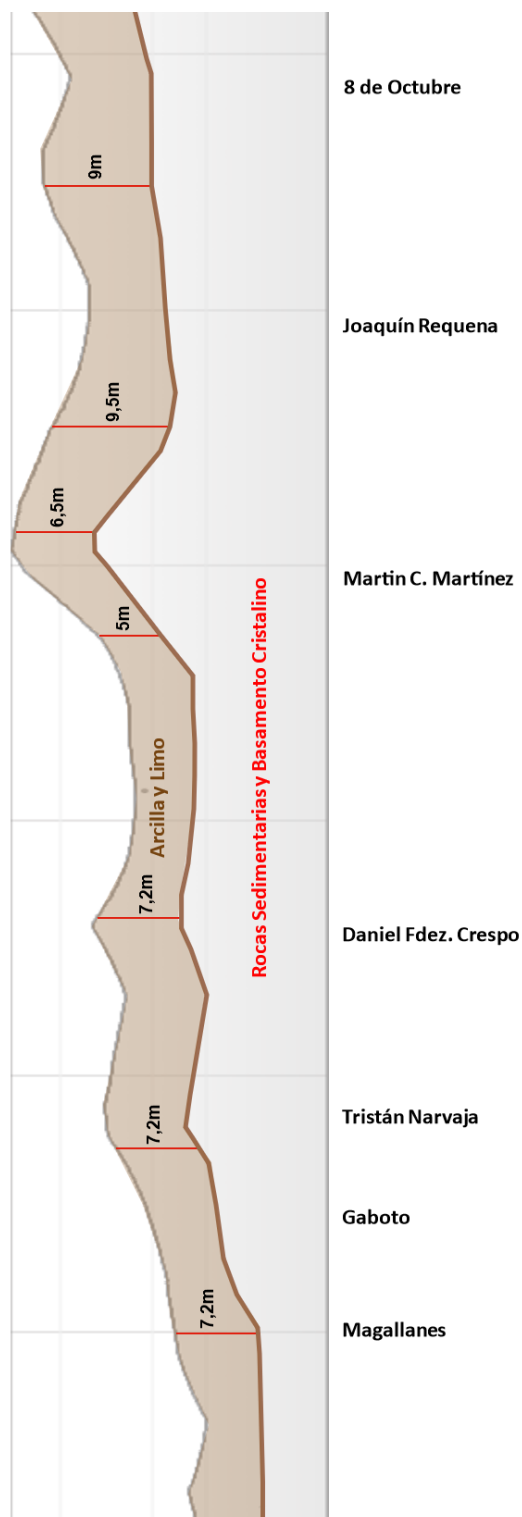


Figura 1. Corte esquemático. Tramo N°1 - Av. 18 de Julio desde 8 de Octubre a Magallanes

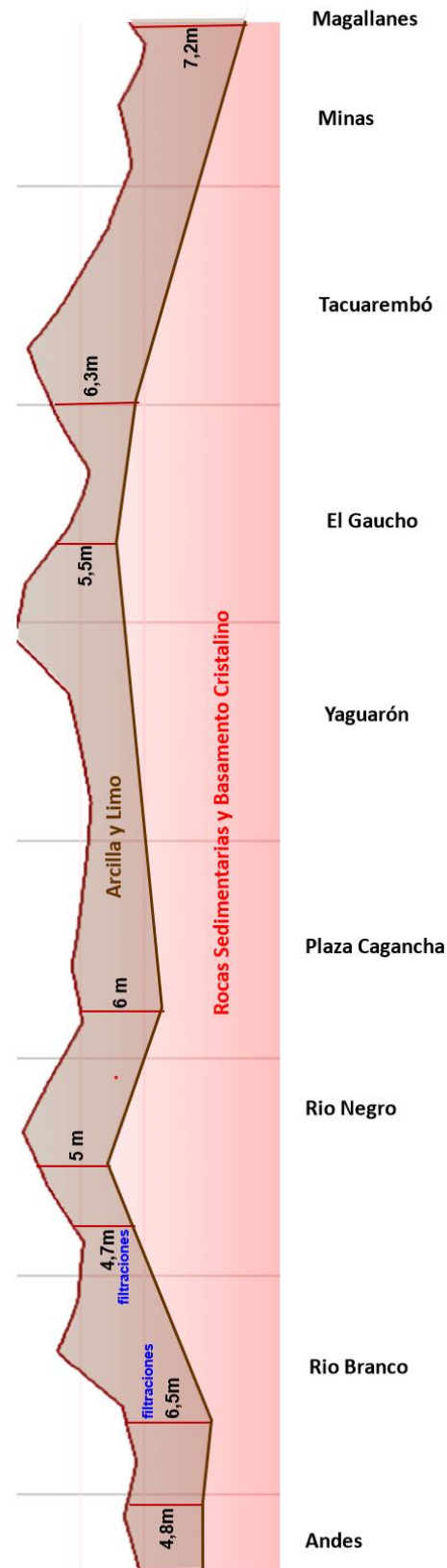


Figura 2. Corte esquemático. Tramo N°2 - Av.18 de Julio desde Magallanes a Andes

Para la descripción del Perfil esquemático del emplazamiento del Proyecto en Tres Cruces se trabajó en tres cortes, que se ilustran en la Figura 3:

- **Corte 1:** a lo largo de 8 de octubre, desde Pte. Lorenzo Batlle hasta Av. 18 de Julio,
- **Corte 2:** que inicia en Av. Italia y Pte. Lorenzo Batlle y se extiende hasta 8 de Octubre y 18 de Julio,
- **Corte 3:** desde Av Italia, entre Pte. Batlle y Avelino Miranda, hasta el Shopping Tres Cruces



Figura 3. Cortes esquemáticos analizados para la descripción del perfil estratigráfico, zona de Tres Cruces

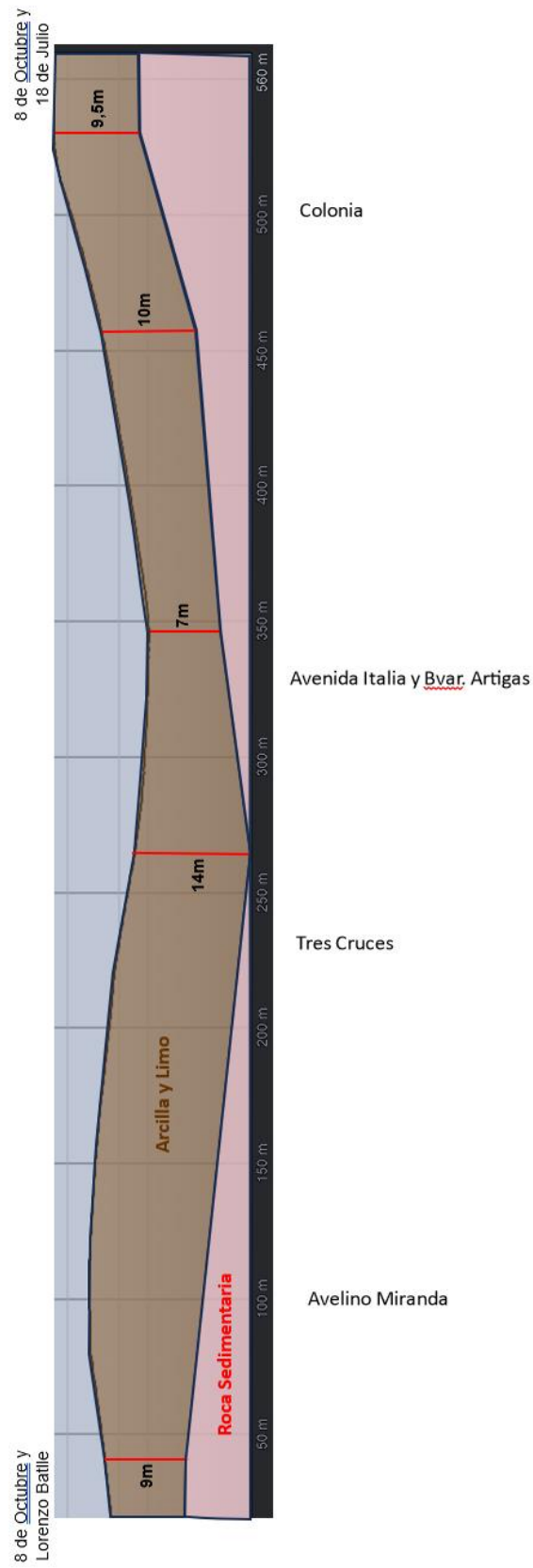


Figura 4. **Corte 1**: a lo largo de 8 de octubre, desde Pte. Lorenzo Batlle hasta Av. 18 de Julio

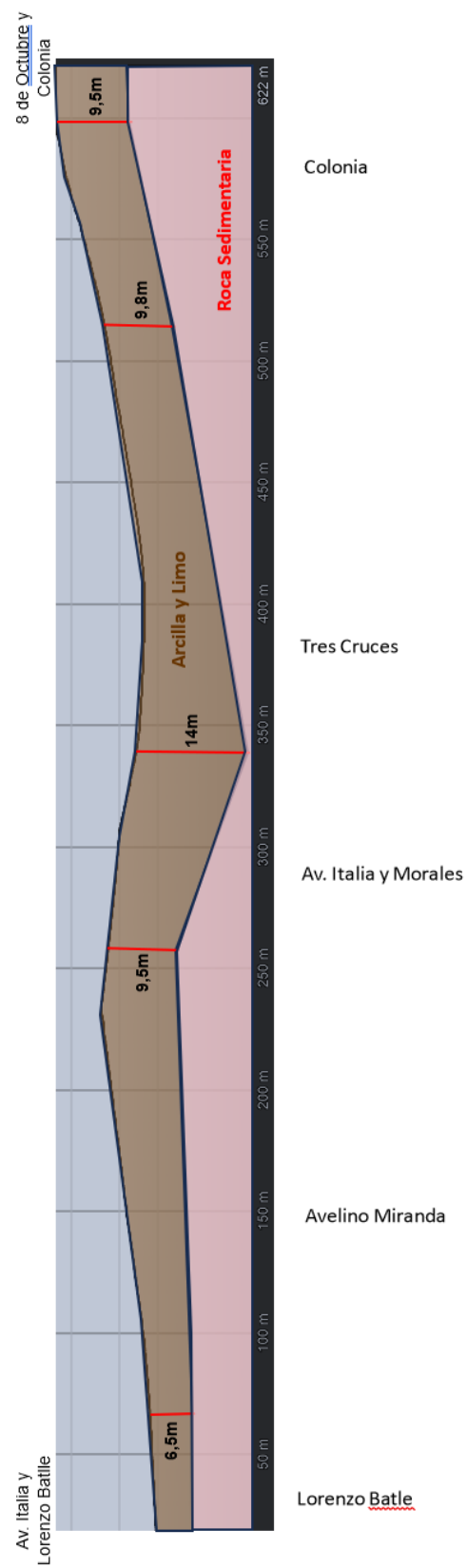


Figura 5. Corte 2: que inicia en Av. Italia y Pte. Lorenzo Batlle y se extiende hasta 8 de Octubre y 18 de Julio

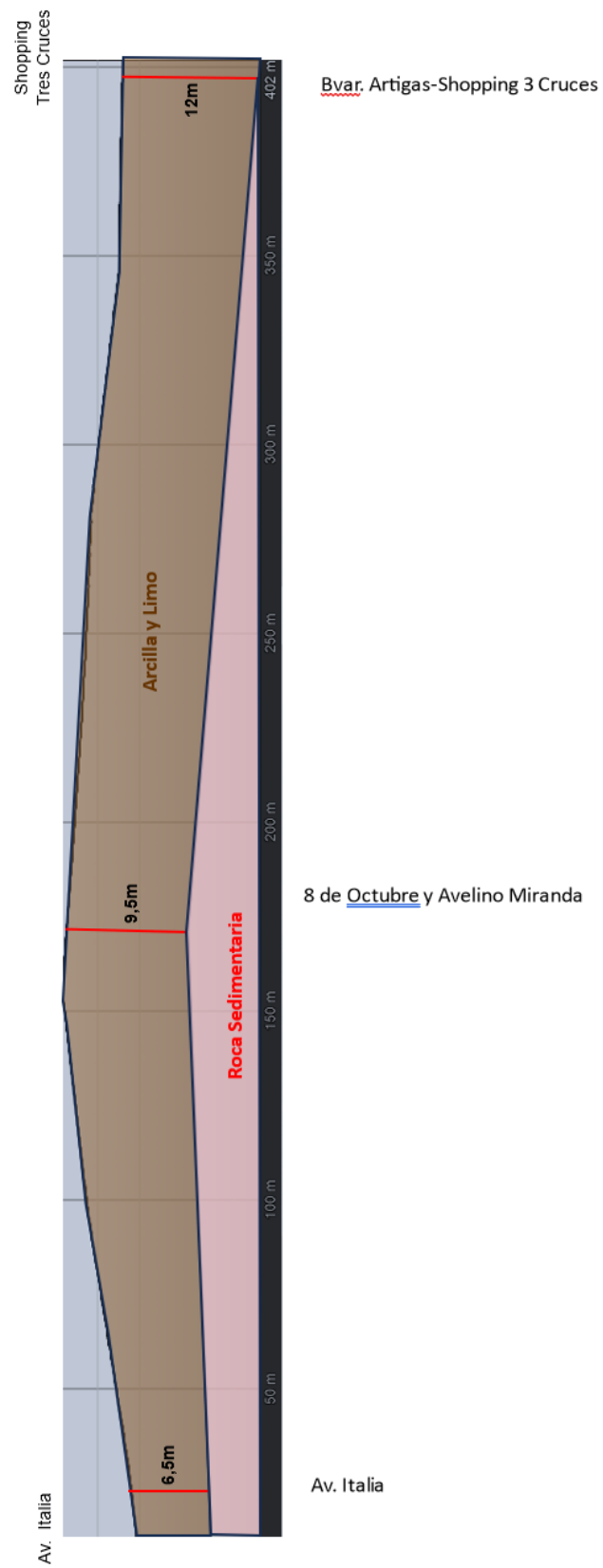
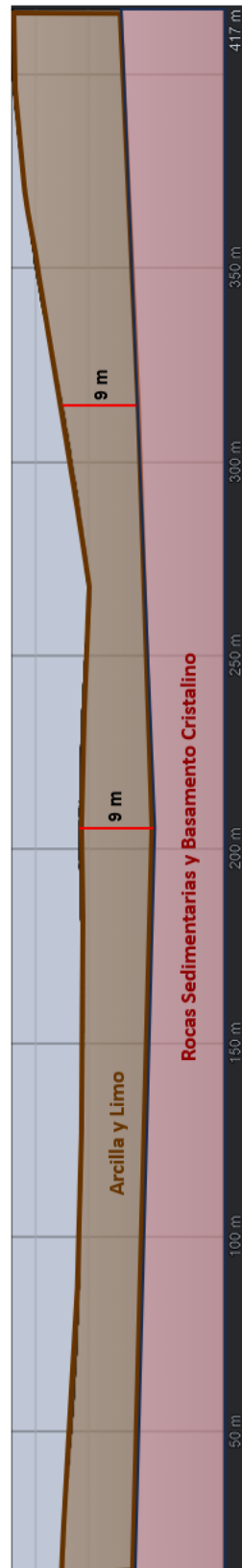


Figura 6. **Corte 3:** desde Av. Italia, entre Pte. Batlle y Avelino Miranda, hasta el Shopping Tres Cruces



Pje. Asilo

Luis A. de Herrera

Mariano Moreno

Figura 7. Cruce de Av. 8 de Octubre y Av. Luis Alberto de Herrera

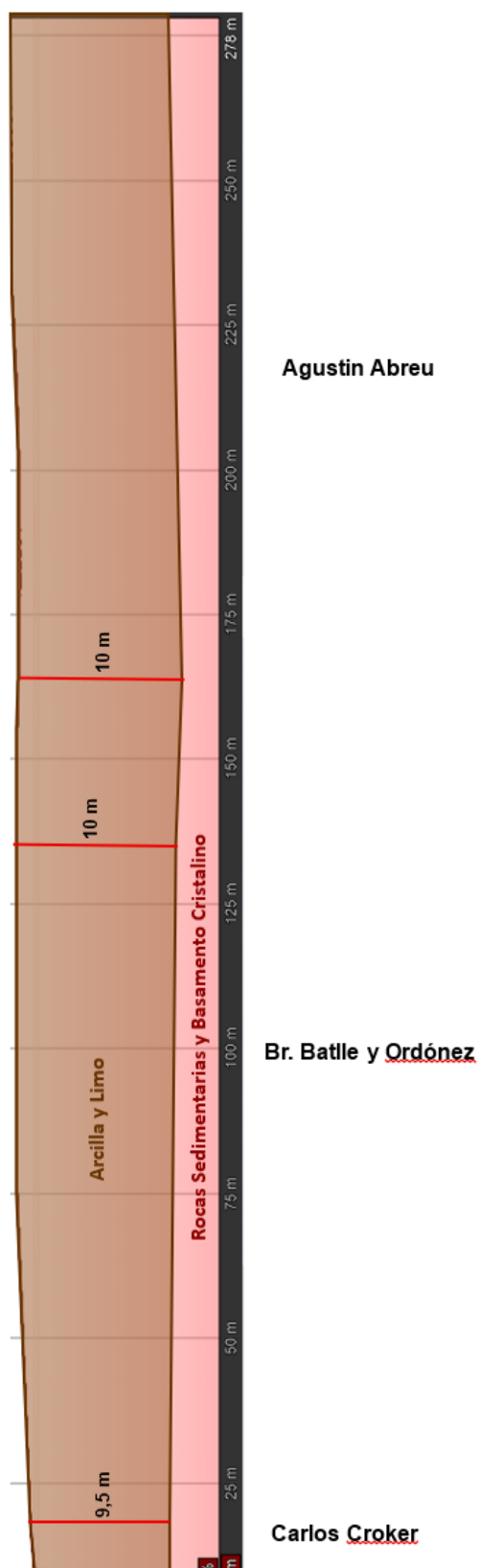


Figura 8. Cruce de Av. 8 de Octubre y Bv. José Batlle y Ordóñez

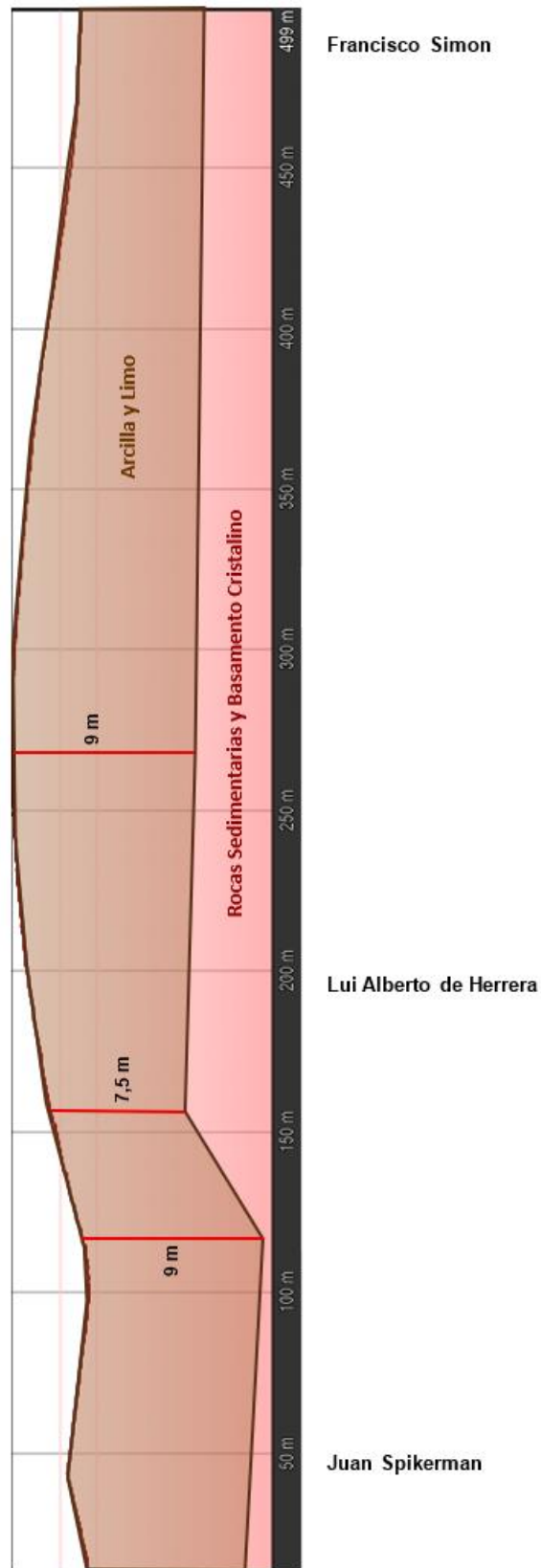


Figura 9. Cruce de Av. Italia y Av. Luis Alberto de Herrera

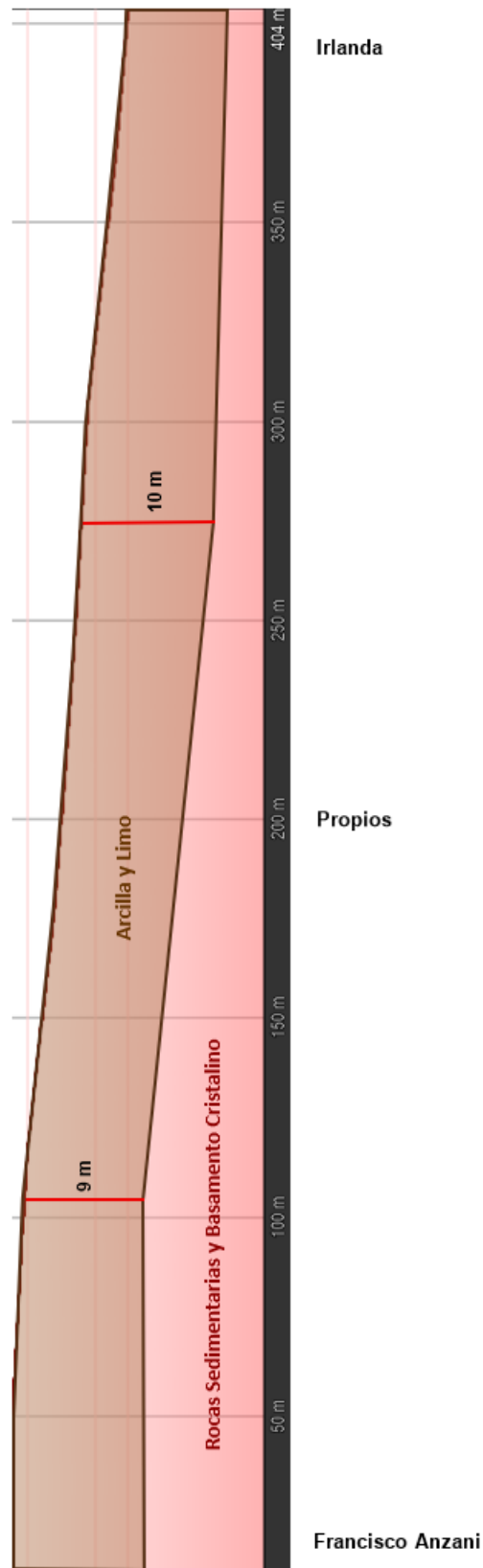


Figura 10. Cruce de Av. Italia y Bv. José Batlle y Ordóñez

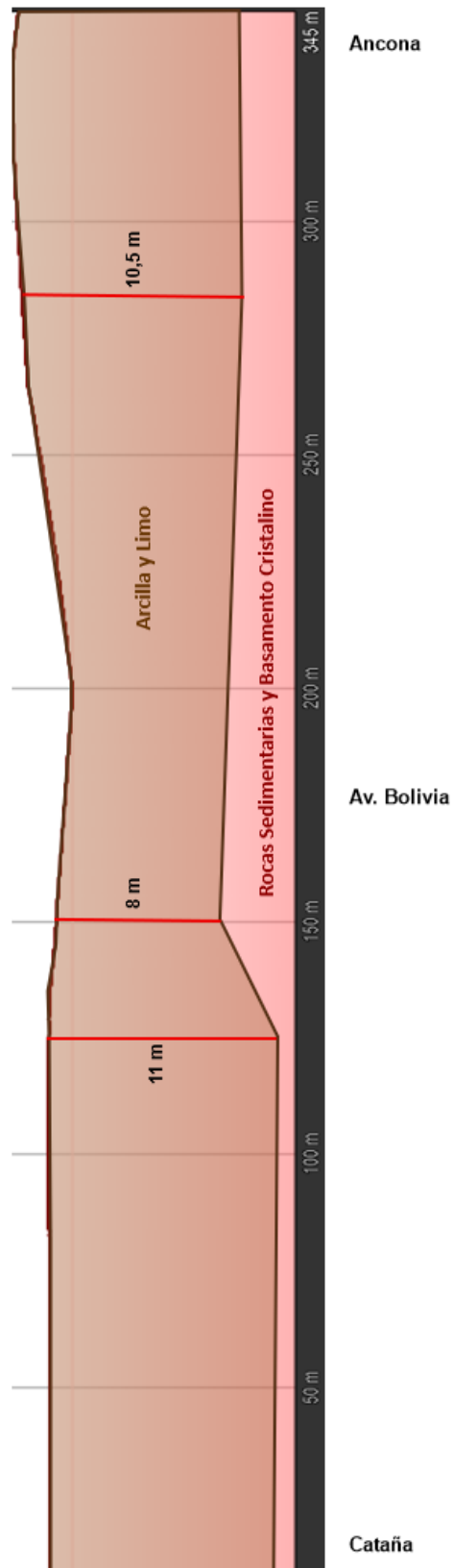


Figura 11. Cruce de Av. Italia y Av. Bolivia

5. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Considerando los resultados de sondeos ubicados próximos a los tramos y sitios analizados, se realizó la estimación de parámetros de resistencia al corte de los materiales identificados en los perfiles esquemáticos propuestos en cada caso.

Se consideraron sondeos con ensayos SPT y ensayos de laboratorio para clasificación de suelos (SUCS); en base a esos datos se realizó la estimación de los valores de cohesión, ángulo de rozamiento interno y densidad natural.

En función de los perfiles estratigráficos esquemáticos identificados, y considerando que la recomendación de parámetros se realiza a nivel de Anteproyecto, se optó por proponer parámetros para los materiales identificados: suelos arcillosos y limosos de la Formación Libertad y rocas completamente a altamente meteorizadas, tanto sedimentarias como del basamento cristalino (ígneas o metamórficas), como recomendación general de enfoque conservador para todos los tramos y ubicaciones analizadas. En consecuencia, la Tabla 1 presenta los valores recomendados para los parámetros considerados.

Tabla 1. Recomendación de parámetros geotécnicos

tipo de material	consistencia	probable intervalo de profundidad	densidad natural [kN/m ³]	cohesión (kPa)	ángulo de fricción interna [°]
limo o arcilla	media a firme	1 a 4m	18	5	25
	muy firme a dura	4 a 10m	19	10	28
roca completamente a altamente meteorizada	muy dura	10m ↓	20	-	40



Ing. Ernesto Patrone



MSc. Ing. Leonardo Abreu

ANEXO

Relación de estudios geotécnicos, sondeos y perforaciones consultados para el estudio

Av. 18 de Julio desde Fernández Crespo hasta Plaza Independencia

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
18 y Martín C Martínez	7,50
18 y Joaquín Requena	6,00
18 y Martín C Martínez	6,50
18 e/Requena y Juan Paullier	7,00
18 Andes y Convención	4,80
18 de Julio 921	6,50
Plaza del Entrevero	4,70
18 y Río Negro	5,00
Plaza Libertad	5,30
Plaza Libertad	6,00
Colonia y Yaguarón	4,00
18 de julio 1473	6,30
18 y Constituyente	5,50
18 y Magallanes	7,20
18 y Eduardo Acevedo	7,20
Eduardo Acevedo y 18	6,00
18 y Pablo de María	5,00
18 y Pablo de María	6,80
18 y Martín C Martínez	6,50
18 y Martín C Martínez	7,00
18 y Joaquín Requena	9,50
18 y Beisso	9,00
18 y Beisso	8,70

ANEXO

Relación de estudios geotécnicos, sondeos y perforaciones consultados para el estudio

Tres Cruces: Plaza de la Bandera, zona cruce Br Artigas y Av Italia

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
8 de Octubre y Br Artigas	9,85
Av. Italia y Br Artigas	14,00
Av. Italia y Morales	9,50
8 de octubre y Miranda	10,20
Br. Artigas e/8 de octubre y 18 de Julio	9,50
Br. Artigas y Av. Italia	7,00
Br. Artigas y Miguelete	8,50
Br. Artigas e/Miguelete y Nicaragua	8,25

8 de Octubre y Br. José Batlle y Ordóñez

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
8 de octubre y Battle y Ordóñez	10,00
8 de octubre y Battle y Ordóñez	10,00
8 de octubre y Battle y Ordóñez	9,50

ANEXO

Relación de estudios geotécnicos, sondeos y perforaciones consultados para el estudio

8 de Octubre y Av. Luis Alberto de Herrera

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
8 de octubre e/L.A. de Herrera y Pasaje Asilo	6,50
8 de octubre y L.A. de Herrera	6,00

Av. Italia y Av. Bolivia

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
Av. Italia y Bolivia	8,00 (sin rechazo)
Av. Italia y Bolivia	7,50 (sin rechazo)
Av. Italia y Bolivia	10,50
Av. Italia y Bolivia	11,00

Av Italia y Br. José Batlle y Ordóñez

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
Av. Italia y Battle y Ordóñez	9,00
Av. Italia y Battle y Ordóñez	10,00

ANEXO

Relación de estudios geotécnicos, sondeos y perforaciones consultados para el estudio

Av Italia y Av. Luis Alberto de Herrera

Ubicación aproximada	Profundidad máxima alcanzada [m]
Av. Italia y L.A. de Herrera	7,00
Luis A. de herrera y Dionisio Oribe	6,30
Av. Italia y L.A. de Herrera	9,00
Av. Italia y L.A. de Herrera	7,30
Av. Italia y L.A. de Herrera	9,00



CAPÍTULO 3: Servicios Afectados



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Capítulo 3 – Servicios afectados

15/7/25 – REV. 01



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	27/06/2025	DG	Borrador de Informe Final
01	15/07/2025	DG	Informe Final



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1.	Saneamiento y Agua potable	4
1.1.1.	Saneamiento y Drenaje pluviales - IM.....	4
1.1.2.	Suministro de agua potable - OSE	4
1.2.	Eléctrica e Iluminación	4
1.2.1.	Suministro de energía eléctrica - UTE	4
1.2.2.	Alumbrado Público - IM	5
1.3.	GAS.....	5
1.3.1.	Montevideo Gas	5
1.3.2.	Gasoducto Ancap	5
1.4.	Servicios de Comunicación.....	5
1.4.1.	Telefónica – Movistar.....	5
1.4.2.	Fibra óptica – Antel	5
1.4.3.	Servicio de TV Cable – Equital	6
1.4.4.	Cámaras, Centro de control Semáforos – IM	6
1.4.5.	Cámaras de Seguridad– Ministerio del Interior	6
1.4.6.	Claro	6
2.	CONCLUSIONES.....	6
3.	ANEXOS – DOCUMENTACIÓN GRÁFICA.....	8



1. INTRODUCCIÓN

Como parte del análisis técnico requerido para la estimación de costos y la planificación del cronograma de obras, se identificó la necesidad de relevar los servicios urbanos existentes en las áreas de intervención del proyecto. Este relevamiento resulta fundamental para anticipar interferencias, evaluar posibles desvíos y ajustar las soluciones constructivas en función de las condiciones reales del subsuelo.

Para ello, se gestionó la solicitud formal de información ante los distintos entes públicos y empresas prestadoras de servicios. El relevamiento contempla, como mínimo, las redes de gas, electricidad, fibra óptica, agua potable, saneamiento y drenaje pluvial.

La información fue provista en formatos diversos (archivos DWG, PDF, imágenes JPG, escaneos), sin un criterio común de georreferenciación ni estandarización técnica. Por este motivo, no fue posible sistematizarla en un modelo único ni desarrollar representaciones en entorno BIM. En su lugar, el equipo técnico organizó la documentación recibida por rubro y elaboró una planilla de sistematización cuantitativa, que identifica la presencia de servicios por cruce, a efectos de dimensionar las interferencias relevantes.

Este insumo, aunque preliminar, constituye una base clave para las siguientes fases del proyecto, ya que permitirá validar los procedimientos constructivos propuestos y ajustar las estimaciones de inversión y plazo según los condicionantes técnicos detectados.

1.1. Saneamiento y Agua potable

1.1.1. Saneamiento y Drenaje pluviales - IM

Se solicitó a través de Facultad de Arquitectura información a la Intendencia de Montevideo respecto a las redes de saneamiento y drenaje pluvial en las áreas afectadas por el proyecto. La información obtenida en formato pdf permitió identificar colectores principales y conexiones secundarias que podrían interferir con las excavaciones proyectadas.

Se identificaron puntos críticos, por ejemplo, en la Avenida 18 de Julio, los cuales deberán ser considerados al definir los procedimientos constructivos y en la planificación de desvíos o provisiones transitorias.

1.1.2. Suministro de agua potable - OSE

OSE proporcionó en formato .jpeg datos relativos a la red de agua potable. Se identificaron conductos principales en diversas zonas de intervención, cuya localización precisa será validada en campo durante etapas posteriores.

Existen cruces de esta red a lo largo de todas las avenidas estudiadas: Av. 18 de Julio, como 8 de Octubre y Av. Italia.

1.2. Eléctrica e Iluminación

1.2.1. Suministro de energía eléctrica - UTE

La información proporcionada por UTE en formato .dwg incluyó:



- trazados de redes de media y baja tensión
- líneas de alta tensión que cruzan la traza del proyecto
- ubicación de subestaciones

Particularmente relevante es la presencia de dos líneas de alta tensión en el tramo de Avenida 18 de Julio, las cuales podrían condicionar significativamente la planificación de las obras en ese sector.

1.2.2. Alumbrado Público - IM

Se relevó la ubicación de columnas de alumbrado y sus conexiones subterráneas. Si bien no constituyen interferencias mayores, será necesaria su coordinación para reubicación temporal o definitiva según el avance de las obras.

1.3. GAS

1.3.1. Montevideo Gas

La empresa Montevideo Gas compartió en formato vectorial y pdf, correspondientes a su red de distribución. Se detectaron tramos de cañerías de gas de distinto diámetro en varias de las áreas intervenidas, en particular en zonas de 18 de Julio y Tres Cruces.

Estas instalaciones deberán ser cuidadosamente consideradas durante las excavaciones, y podrían requerir desvíos preventivos o refuerzos de protección. Las tuberías empleadas a la hora de las sustituciones requieren estándares internacionales lo cual lleva a prever su disposición en plaza con anticipación.

1.3.2. Gasoducto Ancap

Se consultó información sobre trazados de gasoductos interurbanos. Hasta el momento no se identificaron interferencias directas, aunque se continuará la coordinación con los organismos correspondientes para asegurar que no existan ductos en zonas no relevadas.

1.4. Servicios de Comunicación

1.4.1. Telefónica – Movistar

Se cuenta con información en formato pdf de tendidos y cruces. Las mismas brindan servicios para entidades privadas como públicas por tanto algún servicio podría ser crítico y se deberá tener en cuenta antes de cada sustitución.

Principalmente el hallazgo de interferencias de esta red es a lo largo de toda la Av. 18 de Julio.

1.4.2. Fibra óptica – Antel

Se cuenta con información enviada por el ente. Se registran servicios de forma intermitente a lo largo del tramo, con puntos con muchos servicios y otros sin. Se releva líneas de transporte de ANTEL las cuales podrían resultar más compleja la sustitución por su cantidad de clientes afectados. Se debe analizar en segunda etapa las fibras más relevantes como las de Bancos comerciales o instituciones públicas.



Respecto a la información recibida la zona más crítica se encuentra en la Av. 18 de Julio, comprendida entre la Plaza Independencia y la calle Rio Branco.

1.4.3. Servicio de TV Cable – Equital

Se identifican servicios según planos enviados por empresa, los mismos están de forma intermitente en escasos lugares. Al igual que con ANTEL se deberá identificar luego cuales podrían implicar complejidades por su función, a la hora de sustituirlos.

1.4.4. Cámaras, Centro de control Semáforos – IM

Se cuenta con información de manera extraoficial, es deducible que hagan al menos una sustitución de servicio por cada semáforo.

1.4.5. Cámaras de Seguridad– Ministerio del Interior

No tiene servicios afectados para el desarrollo de este proyecto.

1.4.6. Claro

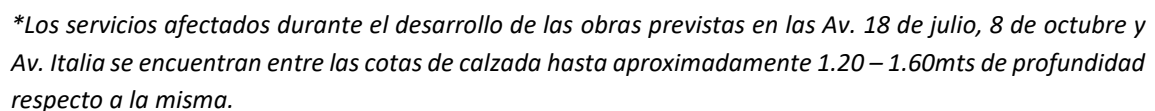
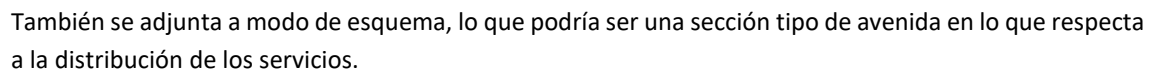
Se consulto con el proveedor sobre información respecto a sus servicios sin éxito. A efectos de este estudio se consideran similares tendidos y cruces que los correspondientes al punto 1.4.1

2. CONCLUSIONES

Tal como se detalla en la introducción, la información sobre servicios urbanos fue provista por los distintos entes y empresas responsables, pero en formatos heterogéneos y sin un criterio común. Se recibieron archivos en DWG, imágenes escaneadas, archivos JPG y PDFs, sin georreferenciación precisa ni estandarización gráfica.

Más allá del formato, la información provista presenta un alto grado de incertidumbre técnica. En general, los planos indican la presencia de determinados servicios (por ejemplo, líneas eléctricas, cañerías o ductos), pero sin especificar de forma confiable su ubicación exacta respecto al eje de calzada, su profundidad, ni su condición estructural. Esta situación es común a todas las redes analizadas, incluyendo energía, agua, saneamiento, fibra óptica y gas.

En este contexto, se desarrolló un relevamiento cuantitativo, sistematizado en una planilla Excel, que identifica la cantidad y tipo de servicios presentes en cada cruce de avenida. Este insumo permite dimensionar el nivel de interferencias esperadas y visualizar con claridad los puntos críticos del trazado. No se realizó un análisis cualitativo, ya que el nivel de precisión de la información no lo permite.



Página 7 de 9



3. ANEXOS – DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Se adjunta como parte de este capítulo la documentación recibida por los distintos entes y empresas prestadoras de servicios urbanos, en los formatos en que fue provista. Asimismo, se incorpora la planilla de sistematización cuantitativa elaborada a partir de dicha información, que permite visualizar la cantidad y tipo de interferencias presentes en cada cruce del trazado analizado.

**Se desglosa la información obrante en el “Capítulo 3:
Servicios afectados – 3. Anexos: Documentación
Gráfica”, en atención a que esta información ha sido
declarada reservada conforme a la Resolución N°21 de
fecha 9 de febrero de 2026.**



CAPÍTULO 4: Elección del Procedimiento Constructivo



RDA



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
UR-T1279-P003

Capítulo 4: elección del método constructivo

15/7/25 – REV. 00



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	15/07/2025	MR	Emisión informe final



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	MÉTODOS CONSTRUCTIVOS CONSIDERADOS	4
2.1.	Excavación a cielo abierto – Cut and Cover (top-down)	5
2.2.	Método Austriaco (NATM).....	6
2.3.	Tuneladora (TBM)	7
3.	ANÁLISIS COMPARATIVO	8
3.1.	Criterios de análisis.....	8
3.2.	Comparativa técnica y operativa	8
3.3.	SINTESIS	9
4.	JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO ADOPTADO.....	11



1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo aborda el análisis y la selección del método constructivo para la ejecución del túnel subterráneo, en el tramo de la av. 18 de Julio, previsto en el marco del Proyecto UR-T1324, “Apoyo a la mejora de la movilidad en el Área Metropolitana de Montevideo”. Esta infraestructura tiene por objetivo alojar un sistema de transporte público de alta capacidad tipo BRT.

La traza se desarrolla en una zona urbana densamente edificada, con una alta densidad de servicios existentes (líneas de alta tensión, colectores sanitarios, redes de agua potable, comunicaciones, etc.) y un flujo vehicular significativo. Esto impone condiciones urbanas complejas para la ejecución de obras subterráneas, donde los impactos sobre el entorno inmediato (tránsito, accesibilidad, seguridad) son factores clave en la elección de la metodología constructiva.

Desde el punto de vista geotécnico, los estudios preliminares realizados y presentados en el capítulo 2 de este informe caracterizan al subsuelo como una combinación de suelos blandos a medianamente competentes pertenecientes a la Formación Libertad (arcillas, limos y arenas), con presencia de roca sedimentaria de la Formación Fray Bentos en algunos sectores, y sectores de basamento cristalino (roca metamórfica tipo gneis) en profundidad variable. Si bien en gran parte del recorrido se encuentra el techo de roca entre los 7 y 12 metros, también se identificaron zonas donde la tapada efectiva disponible es menor a 6 metros.

Dado este contexto, se evaluaron diferentes alternativas de ejecución de túneles, con el objetivo de seleccionar la metodología que ofrezca el mejor balance entre viabilidad técnica, impacto urbano, costos, plazos y riesgos. Este análisis comparativo incluye:

- Excavación a cielo abierto tipo **cut and cover** (con técnica top-down),
- Construcción mediante el **Método Austriaco (NATM)**,
- Y el uso de **tuneladora (TBM)**.

El análisis se apoya en bibliografía técnica relevante española (Recomendaciones del Ministerio de Fomento y ADIF), así como en experiencias latinoamericanas en Lima, Santiago y Medellín.

2. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS CONSIDERADOS

A los efectos de evaluar la solución más adecuada para la construcción del túnel del sistema BRT en el tramo urbano de la avenida 18 de Julio, se estudian tres posibles métodos constructivos, estos son:

- Cut and cover (Top-down)
- Método Austriaco (NATM)
- Tuneladora (TBM)

Estos métodos son ampliamente utilizados a nivel mundial en proyectos de infraestructura subterránea urbana. Cada uno presenta ventajas y limitaciones, que se detallan más adelante.

Cabe destacar que, según el análisis de Haack (2008), el método convencional (NATM) ha experimentado un marcado descenso en su aplicación en túneles de metro a nivel internacional, siendo superado por métodos mecanizados como TBM y por soluciones a cielo abierto. La Figura 1 ilustra esta tendencia:

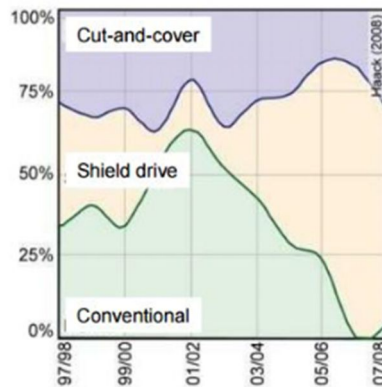


Figura 1: proporción de diferentes métodos constructivos utilizados en túneles de metro (Haack, 2008).
Conventional = NATM; Shield drive = TBM

2.1. Excavación a cielo abierto – Cut and Cover (top-down)

Este método consiste en realizar la excavación desde superficie hasta la cota de cara inferior de la losa superior del túnel, ejecutando las pantallas perimetrales (muros colados u otros sistemas de contención) y la losa superior del túnel en primera instancia, para luego continuar con las excavaciones bajo cubierta hasta completar la sección. Su principal ventaja es la simplicidad constructiva, el control geométrico y la familiaridad que existe a nivel local con sus técnicas. Sin embargo, presenta como desventaja principal la alta interferencia en superficie, tanto en tránsito como en servicios existentes.

En la figura 2 se esquematizan las diferentes etapas de este método:

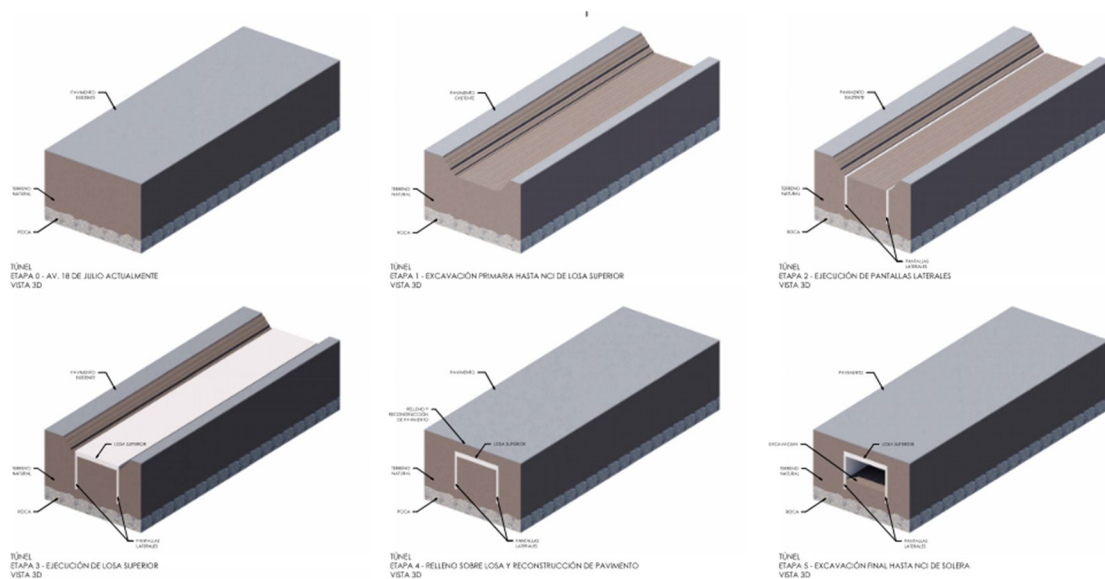


Figura 2: etapas constructivas en el método cuta and cover (Top – Down)

Para la sección típica del túnel, se prevé un área libre útil de 8,20 m de ancho por 4,20 m de alto, ampliándose hasta 10,60 m de ancho en las zonas de estaciones. Este método constructivo se adapta adecuadamente a los cambios de sección requeridos por el tránsito y la operación del sistema. Las afectaciones en superficie se dan solo en el tramo que se está trabajando por el un período de tiempo que puede variar entre 5 a 7 meses según la planificación de los trabajos. El estimado de avance por frente depende del tipo de terreno que se encuentre pudiendo ser roca en la parte inferior y suelos en la superior o solo suelo, pero se puede estimar entre 50–80 m/mes por frente.

2.2. Método Austriaco (NATM)

Este método, ampliamente difundido en Europa y utilizado en múltiples proyectos urbanos, se basa en la excavación controlada del terreno desde un frente subterráneo, utilizando el propio macizo como parte activa del sistema resistente mediante una combinación de sostenimientos inmediatos (shotcrete, cerchas metálicas, bulones) y monitoreo continuo de deformaciones. La ejecución se puede adaptar a distintos tipos de terreno, aunque su eficiencia se maximiza en materiales competentes o con cierta capacidad de autoestabilización como la roca. En tramos con suficiente tapada y presencia de roca, representa una alternativa con menor afectación superficial y flexibilidad de frentes.

En la figura 3 se esquematizan las diferentes etapas de este método en el caso de usar voladuras, puede utilizarse también rozadoras, métodos hidráulicos, expansivos, etc.



Figura 3: etapas constructivas en el método NATM.

Para el caso específico del túnel en la Av. 18 de Julio, cuya sección libre mínima requerida es de 8,20 m de ancho por 4,20 m de alto, se requiere una sección excavada en bóveda de aproximadamente 10,50 m de ancho por 5,50 m de alto. En las zonas de andén, esta sección deberá ampliarse aún más. Para garantizar la estabilidad del túnel y la correcta aplicación del método, será necesario incluir al menos 2 a 3 metros de macizo rocoso envolvente, lo que implica profundidades de excavación del orden de 10 a 14 metros.

Este diseño implica un incremento del área excavada cercano al 42% respecto a la sección libre, con la particularidad de que el material a excavar es, en muchos tramos, una roca muy dura, lo que requerirá la utilización de microvoladuras o técnicas de excavación especializadas. Las zonas de ataque pueden estimarse en una dimensión de 30x17x12 y afectan ese sector de la superficie durante todo el período de ejecución de los túneles. El estimado de avance por frente depende del tipo de roca que se encuentre, pero se puede estimar entre 40–60 m/mes por frente.

2.3. Tuneladora (TBM)

La tecnología basada en máquinas tuneladoras (TBM) ha sido aplicada exitosamente en numerosos contextos urbanos, especialmente para túneles de largo desarrollo lineal y secciones circulares. Si bien ofrece ventajas en cuanto a seguridad y automatización, su empleo requiere condiciones geométricas, logísticas y económicas específicas, así como una experiencia técnica que actualmente no se encuentra desarrollada a nivel local.

Las tecnológicas existentes al día de hoy en relación a las tuneladoras es muy variada dependiendo del tipo de terreno, velocidades, tamaños del túnel, etc. En forma esquemática se muestra en la figura 4 las partes de una tuneladora tipo Topo

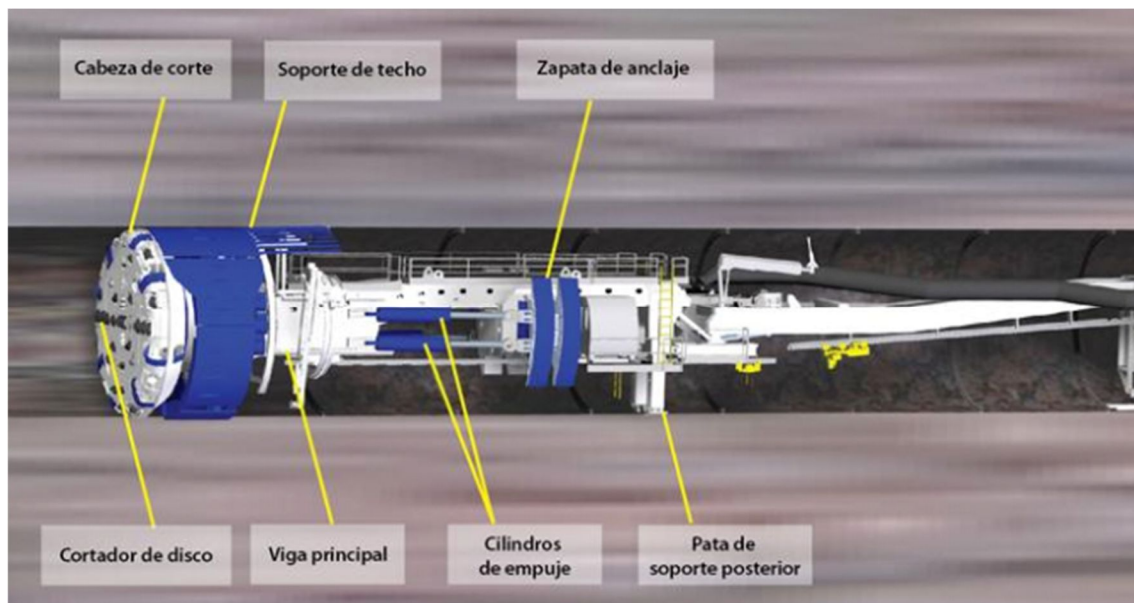


Figura 4: tuneladora tipo “topo”

Para el caso específico del proyecto del BRT en Montevideo, y con el objetivo de alojar una doble vía con andenes incluidos, sería necesario ejecutar un túnel de aproximadamente 11,60 metros de diámetro interno. Esta configuración requiere una profundidad mínima de excavación superior a los 12 metros, con pozos de ataque y extracción dimensionados adecuadamente para el montaje y desmontaje de la tuneladora. En este caso el volumen de excavación es tres veces superior al del cut and cover. El pozo de ataque y extracción tendrá una dimensión aproximada de 300x12x17 y deberá estar abierta previo al inicio de las excavaciones y durante todo el período que dure la excavación.

En cuanto a la planificación, es importante señalar que las tuneladoras suelen ser fabricadas específicamente para cada proyecto, con plazos de entrega estimados entre 7 y 12 meses desde su encargo. Una vez en operación, las máquinas presentan un período inicial de ajuste con rendimientos limitados, para luego alcanzar regímenes de producción óptimos. De acuerdo con experiencias en proyectos latinoamericanos como Lima, Quito y Santiago, se han registrado avances de hasta 400 metros por mes, si bien la tecnología permitiría potencialmente mayores rendimientos dependiendo del entorno operativo y del diseño del túnel.



3. ANÁLISIS COMPARATIVO

La selección del método constructivo para el túnel subterráneo del sistema BRT se basa en un análisis comparativo de tres alternativas principales: excavación a cielo abierto tipo *cut and cover*, el método austriaco (NATM) y, en menor medida, el uso de tuneladora (TBM). La comparación considera aspectos técnicos, logísticos, económicos y de interferencia urbana, particularmente relevantes dada la localización en el eje de la avenida 18 de Julio y su entorno densamente urbanizado.

3.1. Criterios de análisis

Se definieron los siguientes criterios para comparar las alternativas:

- **Adaptabilidad a los suelos predominantes**
- **Condiciones geométricas requeridas** (tapada mínima, profundidad, sección útil)
- **Interferencia con tránsito y servicios existentes**
- **Rendimientos de ejecución y organización de frentes de trabajo**
- **Costos estimados por km (directos e indirectos)**
- **Experiencia y capacidad técnica disponible a nivel local o regional**

3.2. Comparativa técnica y operativa

Criterio	Cut and Cover (top-down)	Método Austriaco (NATM)	Tuneladora (TBM)
Compatibilidad con suelos	Muy alta en suelos blandos (Formación Libertad)	Requiere suelos competentes o buena tapada	Requiere geometría estable y homogénea
Tapada mínima necesaria	0,5 – 1,0 m	≥10–12 m	≥12 m típicamente
Interferencia superficial	Alta: corte de tránsito y afectación de servicios	Baja: solo pozos de ataque (30x12x17) y accesos a estaciones	Baja: solo en zona de pozo de ataque y extracción (300x12x17) y accesos desde superficie



Criterio	Cut and Cover (top-down)	Método Austriaco (NATM)	Tuneladora (TBM)
Control geométrico	Alto	Variable, depende de monitoreo y sostenimiento	Muy alto
Flexibilidad de ejecución	Alta: múltiples frentes desde superficie	Alta: múltiples frentes desde pozos o galerías	Limitada por montaje y logística de TBM
Rendimiento estimado	50–80 m/mes por frente	40–60 m/mes por frente (Santiago, Lima)	250–400 m/mes con operación continua
Costo directo por km	Bajo	Medio (más alto que el cut and cover)	Alto (mayor inversión inicial requerida)
Costo indirecto	Alto: desvíos, reinstalaciones, gestión de tránsito	Bajo: obra subterránea minimiza afectación	Bajo, pero requiere gran logística
Disponibilidad local	Alta (empresas nacionales con experiencia)	Nula (requeriría soporte internacional especializado)	Nula (tecnología y logística no disponibles localmente)

Nota metodológica: Los valores presentados corresponden a rangos orientativos estimados para proyectos urbanos en Latinoamérica de características comparables. Se consideran condiciones de obra tipo, sin incluir sobrecostos por desvíos mayores o condiciones geológicas excepcionales. La información se basa en fuentes de organismos públicos españoles (Ministerio de Fomento, ADIF), informes de proyectos reales en Lima, Medellín y Santiago, y bibliografía técnica especializada.

3.3. SINTESIS

El método cut and cover, utilizando técnica top-down, se adapta adecuadamente a las condiciones locales tanto desde el punto de vista geotécnico como constructivo. Su implementación permite organizar la obra en múltiples frentes de excavación, lo cual resulta estratégico para optimizar plazos en un entorno urbano denso y complejo. Su principal limitación radica en la afectación superficial, especialmente en tramos con servicios críticos como líneas de alta tensión, colectores sanitarios o redes de agua y comunicaciones. Sin



embargo, estos estratos del subsuelo son los mejor conocidos, dado que la mayoría de las obras de infraestructura en Montevideo se desarrollan a estas profundidades.

Adicionalmente, se cuenta con amplia experiencia local, lo que permite una ejecución más previsible y la posibilidad de dividir la obra en varios contratos, reduciendo riesgos de adjudicación. En términos de costos, esta metodología resulta la más económica, y en cuanto a plazos, es comparable al resto de las alternativas analizadas.

Por su parte, el método austriaco (NATM) ofrece ventajas relevantes en cuanto a la menor interferencia en superficie y la posibilidad de ejecución en varios frentes simultáneos desde pozos de ataque. No obstante, su aplicación en este proyecto requiere modificar sustancialmente el perfil previsto, ya que la tapada disponible en gran parte de la Av. 18 de Julio es insuficiente para su uso en condiciones seguras.

En suelos blandos como los de la Formación Libertad, se recomienda una tapada mínima del orden de los 10 metros, asegurando al menos 2 a 3 metros de inserción en la roca competente (según recomendaciones del Ministerio de Fomento y ADIF), para garantizar la estabilidad del frente de excavación y el funcionamiento del sostenimiento primario. Cumplir con estas condiciones implicaría aumentar la profundidad del túnel, lo que conlleva mayores volúmenes de excavación, costos adicionales y una reorganización completa de las cotas de diseño.

A esto se suma la falta de experiencia local en este método, lo cual exigiría la contratación de empresas extranjeras especializadas, asumiendo riesgos contractuales y logísticos adicionales. Además, requiere un sistema de monitoreo geotécnico intensivo y un diseño de sostenimiento ajustado, con el fin de minimizar deformaciones y posibles afectaciones en superficie. Aunque técnicamente viable, este método presenta costos superiores respecto al cut and cover.

En relación a la afectación en superficie, para cumplir con los plazos de obra previstos mediante el uso del método NATM será necesario dividir la traza en varios subtramos, cada uno con pozos de ataque y recuperación de gran profundidad, lo cual genera interferencias puntuales pero significativas en superficie. A su vez, la ejecución de las 6 estaciones previstas (en caso de optar por un trazado completamente subterráneo en 18 de Julio) requerirá excavaciones de mayor envergadura, con accesos verticales profundos y obras civiles complejas. De forma similar, las salidas de emergencia proyectadas cada 250 m implicarán también intervenciones localizadas de gran profundidad, incrementando el impacto urbano durante la fase constructiva.

Desde el punto de vista geológico, los estratos de roca requeridos para este método no están suficientemente caracterizados en esta etapa, debido a que las obras usuales no alcanzan tales profundidades. Si bien la afectación superficial es menor, la ejecución de varios pozos de ataque sí implica cierta ocupación urbana localizada.

Finalmente, el uso de máquinas tuneladoras (TBM) presenta desafíos similares al NATM en cuanto a la profundidad de instalación y la ausencia de experiencia local. La ejecución requiere una tuneladora de grandes dimensiones ($\approx 11,6$ m de diámetro), cuya fabricación puede demorar entre 7 y 12 meses, luego un tiempo de montaje de entre 2 a 4 meses y ejecución de pruebas. Además se requiere una curva de aprendizaje durante los primeros meses de operación hasta llegar a la situación de régimen. Aunque teóricamente puede alcanzar altos rendimientos, en contextos similares en Latinoamérica los avances promedios mensuales han sido del orden de 300 a 400 m por frente.

Este método no permite múltiples frentes, lo que limita su flexibilidad, y presenta costos considerablemente superiores al método cut and cover. A ello se suma la necesidad de construir un pozo de ataque y de rescate de entre 200 y 300 m. La ubicación que consideramos más adecuada para esta infraestructura es en la Av Dr. Luis Morquio, luego del obelisco. Este sector se vería afectado durante todo

el período de la obra. El tramo entre 18 de julio y el intercambiador de tres cruces deberá construirse con método cut and cover o tradicional.



Figura 5: en rojo zona de ataque y rescate de la TBM, en azul sector a ejecutar con método cut and cover o tradicional.

En el caso del método TBM, si bien la afectación en superficie durante la perforación es baja, se requiere la ejecución de pozos de ataque y de salida de gran magnitud, los cuales concentran una alta complejidad técnica y logística. A esto se suman las obras asociadas a las estaciones, que deberán alcanzar profundidades significativas para conectar con el túnel principal, así como la construcción de salidas de emergencia cada 250 metros, las cuales implican excavaciones verticales profundas con su correspondiente afectación en superficie durante la obra.

4. JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO ADOPTADO

Luego del análisis comparativo de alternativas constructivas, se considera que el método más adecuado para la ejecución del túnel subterráneo en el eje de Av. 18 de Julio es el método de excavación a cielo abierto tipo cut and cover, ejecutado mediante la técnica top-down.

Esta elección se fundamenta en los siguientes aspectos:

a) Compatibilidad con las condiciones geotécnicas del terreno

Tal como se presenta en el capítulo 2, el subsuelo está conformado principalmente por suelos blandos a medianamente competentes (arcillas, limos, arenas), con presencia de roca sedimentaria y sectores de basamento cristalino a mayor profundidad. Estas condiciones resultan adecuadas para la ejecución del método *cut and cover*, que permite trabajar desde superficie con excavaciones contenidas mediante pantallas o tabiques, sin necesidad de contar con grandes tapadas.

b) Viabilidad técnica local



El método *cut and cover* es de uso frecuente en obras urbanas en Uruguay. Existen empresas locales con experiencia comprobada, equipamiento y capacidad para ejecutar este tipo de obra con tecnología convencional (pantallas, tabiques, apuntalamientos metálicos, etc.), lo que reduce riesgos contractuales y facilita los procesos de licitación y control.

c) Posibilidad de organización por sectores

La solución adoptada permite una ejecución por tramos o frentes independientes, lo cual es particularmente ventajoso considerando:

- La longitud del túnel proyectado (2 a 3 km),
- La densidad urbana y de servicios a lo largo del eje,
- Y la necesidad de minimizar la afectación sobre el tránsito y el entorno.

En este esquema, es posible avanzar de forma simultánea en varios sectores, coordinando desvíos, gestión de interferencias y trabajos por etapas. Este enfoque optimiza los plazos globales del proyecto.

d) Consideración de interferencias urbanas

Si bien este es su punto débil, el método *cut and cover* permite una planificación y gestión de interferencias con servicios existentes, muchos de los cuales fueron ya identificados en el capítulo 3 de este informe (líneas de alta tensión, colectores, redes sanitarias, etc.). La secuencia constructiva en top-down, con instalación temprana de losas superiores, posibilita restituir tránsito en superficie en fases tempranas, reduciendo el impacto sobre la movilidad urbana.

e) Comparación con métodos alternativos

Si bien se analizaron opciones como el método NATM y la ejecución con TBM, se concluyó que ambos presentan limitaciones importantes en este contexto:

- Requieren experiencia internacional con los consiguientes riesgos contractuales asociados un solo constructor.
- Los costos considerablemente más altos que el Cut and Cover.
- No se logra con estos métodos una reducción de los plazos de obra.
- Su principal ventaja es su potencial menor afectación a la superficie.

A continuación, se presenta un resumen de las principales ventajas del método adoptado:

Ventaja	Descripción
Adaptabilidad geotécnica	Apto para suelos blandos y condiciones variables, sin requerir tapadas excesivas
Experiencia local	Técnica conocida por contratistas nacionales, con disponibilidad de maquinaria y personal calificado
Múltiples frentes de trabajo	Permite ejecución sectorizada, optimizando plazos y logística
Gestión de interferencias urbanas	Facilita la resolución secuencial de interferencias con servicios existentes
Reducción de impacto urbano	La técnica <i>top-down</i> permite habilitar superficie en fases tempranas del proceso constructivo
Viabilidad económica	Requiere inversiones razonables en comparación con soluciones más tecnificadas



En suma, la alternativa seleccionada permite equilibrar eficiencia técnica, control de costos y reducción de impactos urbanos, siendo coherente con los objetivos del Proyecto UR-T1324 y las condiciones específicas del eje de Av. 18 de Julio.



Uruguay **(+598) 2711 7048**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**



CAPÍTULO 5: Proyecto Estructural



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Capítulo 5 – Proyecto estructural

15/7/25 – REV. 00



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	27/06/2025	TM/MR	Emisión Capítulo 5 – Proyecto estructural (v.32) –informe final



ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO	4
2.	DATOS DE PARTIDA.....	4
3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.....	4
4.	BASES DE CÁLCULO ESTRUCTURAS.....	5
4.1.	Normativa aplicable	5
4.2.	Descripción del terreno.....	5
4.3.	Materiales	5
4.3.1.	Condiciones de durabilidad	5
4.3.2.	Resistencia al fuego de la estructura	6
4.3.3.	Descripción de los materiales	6
4.4.	Hipótesis de carga.....	7
4.4.1.	Acciones gravitatorias	7
	Se consideran las siguientes cargas vehiculares:.....	7
4.4.2.	Acciones sobre hastiales	8
4.4.3.	Sobrecarga de nieve	8
4.4.4.	Acciones eólicas	8
4.4.5.	Acción térmica.....	8
4.4.6.	Acciones sísmicas	8
4.5.	Formato de seguridad.....	12
4.5.1.	Combinación de acciones.....	12
4.5.2.	Coeficiente de mayoración de acciones y minoración de materiales	13
4.6.	Criterios de aceptación en servicio	14
4.6.1.	Estado límite de fisuración.....	14
5.	SOLUCIONES ESTRUCTURALES CONSTRUCTIVAS PROPUESTAS	14
6.	VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL	16
7.	PAVIMENTOS	17
7.1.	Estimaciones de cargas y tránsito	17
7.2.	Diseño de paquete de pavimento.....	19
7.3.	Estimación de deterioro del pavimento.....	22



1. ANTECEDENTES Y OBJETO

En el marco del Proyecto UR-T1324, titulado “Apoyo a la mejora de la movilidad en el Área Metropolitana de Montevideo, RDA ingeniería realiza los servicios de consultoría de ingeniería para el anteproyecto de las estructuras enterradas. Esto comprende los túneles y estaciones subterráneas que se proyectarán.

El objeto del presente informe es presentar los lineamientos y criterios de diseño para las estructuras y el pavimento mencionadas, presentándose los tipos de actuaciones a realizar.

En los Anexos se presentan los resultados de los cálculos que justifican las soluciones que se adoptan.

2. DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida para la realización del proyecto son:

- Planos y cortes del proyecto, realizados por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de La República Oriental del Uruguay, con fecha de realización Mayo de 2025.
- Estudios geotécnicos preliminares realizado por INSUELOS, con fecha de realización Junio de 2025. (Entregas N°1 a N°8 – Caracterización geotécnica y niveles de roca)
- Planos de interferencias de red de saneamiento en la traza, de la Intendencia de Montevideo

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

Las áreas consideradas son las actuaciones previstas bajo rasante y corresponden a los siguientes sectores:

- Avenida 18 de Julio Túnel desde Fernandez Crespo hasta Plaza Independencia
- Tres Cruces
- Intersección de 8 de Octubre y Propios
- Intersección de 8 de Octubre y Luis Alberto de Herrera
- Intersección de Avenida Italia y Bolivia
- Intersección de Avenida Italia y Propios
- Intersección de Avenida Italia y Luis Alberto de Herrera

Adicionalmente, del proceso de profundización de los estudios se incorporaron las siguientes obras:

- Intervención en túnel de Av. Italia y Ricaldoni
- Túnel de Av. 18 de Julio desde salida del túnel 8 de octubre hasta Fernandez Crespo



4. BASES DE CÁLCULO ESTRUCTURAS

4.1. Normativa aplicable

Se relacionan a continuación las normas, instrucciones o reglamentos y recomendaciones de obligado cumplimiento para esta estructura.

Tabla 1: Normativa aplicable para el proyecto.

Título del Documento	Organismo	Fecha
UNIT 1050-2005. Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado	UNIT	2005
Eurocódigo 0. Bases de cálculo (UNE-ENV 1990)	CEN-AENOR	2003
Eurocódigo 1. Acciones en estructuras (UNE-ENV 1991)	CEN-AENOR	2010
Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón (UNE-ENV 1992)	CEN-AENOR	2013
Eurocódigo 3. Proyecto de Estructuras de acero (UNE-ENV 1993)	CEN-AENOR	2013
Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero (UNE-ENV 1994)	CEN-AENOR	2013

4.2. Descripción del terreno

Según el informe preliminar de caracterización geotécnica, en las distintas trazas de la red y en el nodo de transferencia Tres Cruces se presentan capas de suelo predominantemente de arcillas y limos de consistencia muy firme, con variaciones de espesores entre los 7 a 14 metros de profundidad, seguido por un estrato de rocas sedimentarias y basamento cristalino, denominado “Techo de roca” en el Anteproyecto. A los efectos de este anteproyecto se adoptan empujes de suelo y capacidades geotécnicas habituales para este tipo de suelos en Uruguay. En etapas posteriores de proyecto se deberán ajustar estos valores con ensayos realizados en la traza.

4.3. Materiales

4.3.1. Condiciones de durabilidad

Se considera una vida útil de la estructura de 100 años.

De acuerdo a la clasificación de clase de exposición que se detalla en la tabla 4.1/8.2.2 del Eurocódigo 2 EN 1992-1-1, se adopta para cada tipo de elemento estructural su respectiva clase según se indica a continuación.

Por otro lado, teniendo en cuenta la clasificación del entorno, la normativa UNE-EN 206:2013+A1:2018 indica la relación agua-cemento máxima y el contenido mínimo de cemento según se detalla a continuación.

Finalmente, dependiendo la clase estructural de cada elemento, de acuerdo a EN-1992-1 también se define el recubrimiento de cada uno de ellos.



Tabla 2: Recubrimiento geométrico por elemento estructural.

Elemento estructural	Clase de exposición	Relación máx a/c	Contenido mín cemento (kg/m ³)	Clase estructural	Recubrimiento (mm)
Todos	XC3	0.55	280	S4	35/75

Nota: El recubrimiento general es de 35 mm, y para superficies hormigonadas contra el suelo y en contacto permanente con el mismo es de 75 mm

La descripción de la clase de exposición determinada se indica a continuación (según sección 4.2, tabla 4.1 del Eurocódigo 2 EN-1992-1):

Tabla 3: Clases de exposición.

Clase de exposición	Descripción del entorno
XC3	Humedad moderada.
	Hormigón dentro de edificios con humedad ambiental moderada o elevada.
	Hormigón en el exterior, protegido de la lluvia.

4.3.2. Resistencia al fuego de la estructura

La estructura portante debe mantener su resistencia al fuego durante el tiempo necesario indicado por el especialista en prevención de incendios. La exigencia al fuego indicada para este proyecto es de 120 minutos de exposición.

De acuerdo a las resistencias exigidas, se adopta para cada tipo de elemento estructural las recomendaciones del reglamento UNE-EN 1992-1-2.

4.3.3. Descripción de los materiales

- Hormigón de limpieza:
 - C min 150 Contenido mínimo de cemento [kg/m³]
 - Consistencia: S2 Asentamiento [mm]: 50-90
 - Tam. máx. agreg.: 20 Tamaño máximo de agregado [mm]
- Hormigón armado:
 - Clase C35 Resistencia característica a 28 días=35N/mm²
 - Consistencia: S3 Asentamiento [mm]: 100-150
 - Tam. máx. agreg.: 20 Tamaño máximo de agregado [mm]
- Acero
 - Para hormigón armado ADN 500, fyk=500MPa (UNIT 843 y UNIT 968)

4.4. Hipótesis de carga

4.4.1. Acciones gravitatorias

Se resumen a continuación las cargas que se adoptan por planta (excepto zonas específicas de cargas especiales como cargas de ascensores, rellenos, etc.).

Peso propio y carga muerta

- Hormigón 25,00 kN/m³

Sobrecarga de uso – Cargas vehiculares

Se consideran las siguientes cargas vehiculares:

Para los casos de tapada mínima de tunel, se considera la acción del siguiente vehículo de diseño, utilizado en proyectos civiles de puentes para la Dirección Nacional de Vialidad

- Vehículo de vialidad Tren 1 Carga total: 450 kN
En tres ejes de $P_1 = 150$ kN
Superficie de apoyo de la rueda=0.50x0.20m

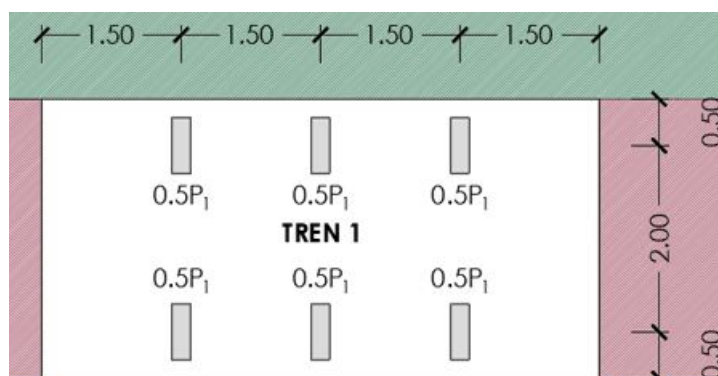


Figura 1: tren de carga de DNV

Para casos de tapada de 2.00 metros sobre la losa superior de tunel, se considera un valor de sobrecarga de uso de 10 kN/m².



4.4.2. Acciones sobre hastiales

Para la estimación del empuje del terreno se utilizan los parámetros geotécnicos:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|
| ▪ Ángulo de fricción interna (ϕ) | 30° |
| ▪ Densidad del terreno (γ) | 18 kN/m ³ |
| ▪ Rozamiento terreno-zapata (μ) | 0,58 |
| ▪ Cohesión (c) | 0 kN/m ² |
| ▪ El nivel freático se ubica por debajo del nivel de cimentación. | |

La acción del empuje se considera en reposo, siendo $K_0 = 1 - \sin \phi = 0.5$

Dichos parámetros deben ser validados mediante ensayos geotécnicos para el Proyecto Ejecutivo

Se considera un empuje debido a una sobrecarga de 10 kPa, siendo el valor de empuje en reposo de 5 kPa.

En el caso de cimentaciones de edificaciones linderas a la obra se deberá considerar su afectación sobre los empujes ocasionados sobre la estructura.

4.4.3. Sobrecarga de nieve

No aplica

4.4.4. Acciones eólicas

No aplica

4.4.5. Acción térmica

Se considera una variación de 20°C según las especificaciones técnicas vigentes del MTOP.

4.4.6. Acciones sísmicas

Si bien en Uruguay no existen requerimientos normativos específicos para el diseño sísmico de estructuras enterradas, se incluye a continuación un análisis comparativo con el objetivo de contemplar posibles efectos adversos generados por sismos sobre la infraestructura del túnel.

Dada la falta de normativa a nivel nacional se considera para este análisis los enfoques de Brasil y Argentina donde dentro de su cuerpo normativo cuentan con mapas de zonas sísmicas y procedimientos requeridos para verificación/diseño sísmico.

El INTI-CIRSOC es un cuerpo normativo que tiene en cuenta el sismo, y que lo considera también para distintos tipos de estructuras. El ABNT-NBR es un cuerpo normativo que incluyó hace relativamente poco este tipo de acciones accidentales, principalmente para poder “normalizar internacionalmente” la norma, siendo algo cuestionada pues los ingenieros brasileños siempre han considerado a su país como exento de sismos de entidad.



Se consulta también los mapas sísmicos de América del Sur realizados por el USGS (U.S. Geological Survey), a través de la publicación (de pago, pero con acceso online) “Seismic Hazard, Risk, and Design for South America”.

Brasil, zonificación sísmica:

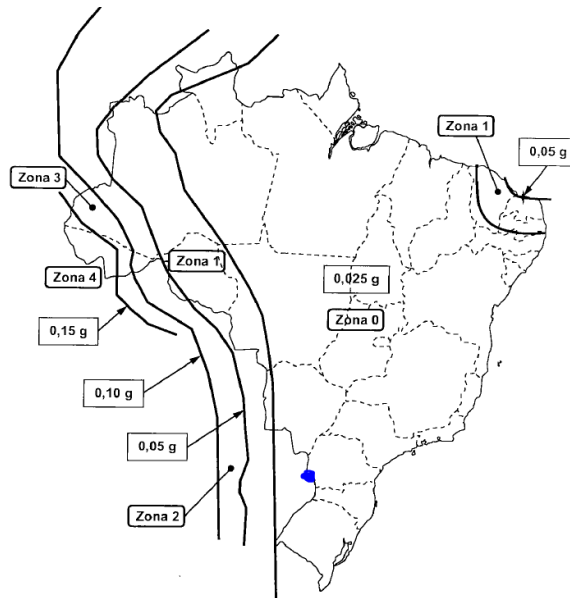
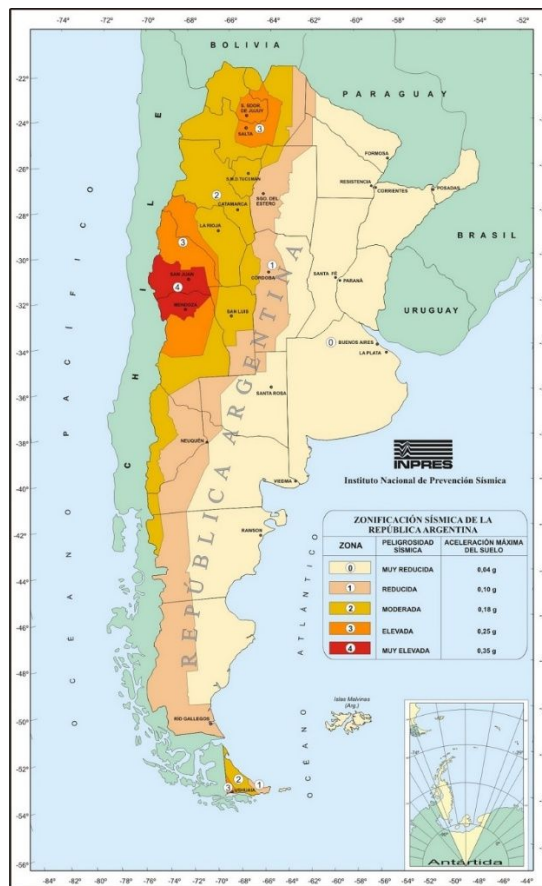
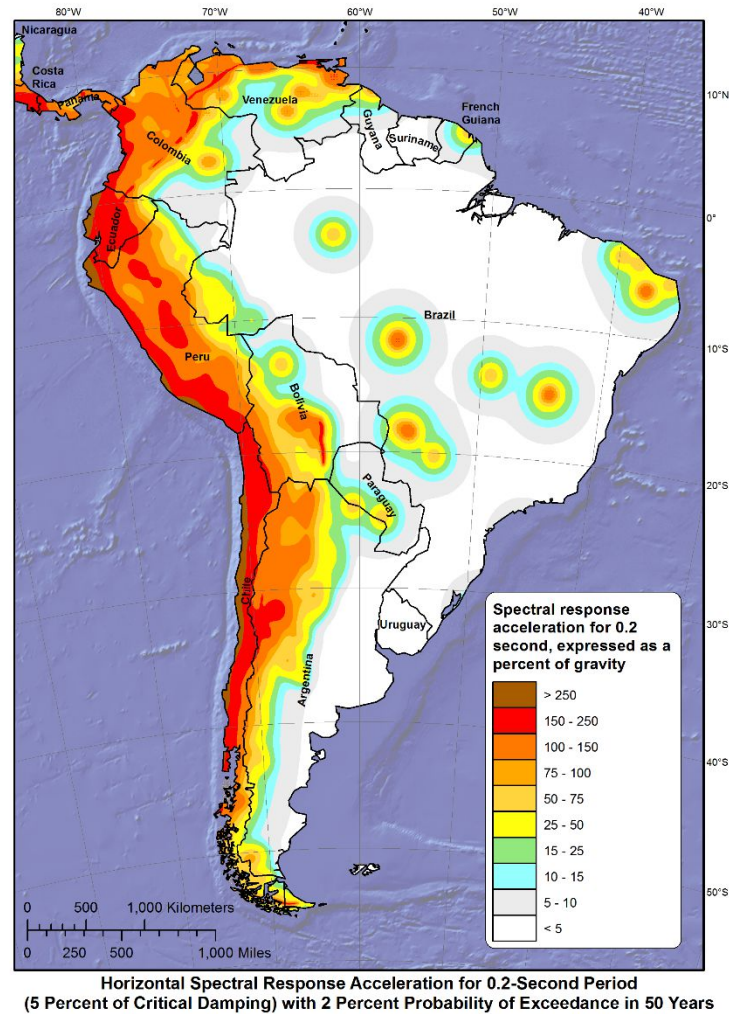


Figura 1 — Mapeamento da aceleração sísmica horizontal característica no Brasil

- Argentina, zonificación sísmica:



Riesgo Sísmico América Latina Peterson, et al 2018:



Tanto la NBR, como el CIRSOC asocian a las zonas cercanas a Uruguay una zonificación "0".

Las estructuras subterráneas, por su confinamiento natural y rigidez relativa frente al terreno circundante, presentan en general un buen desempeño ante eventos sísmicos. No obstante, la principal afectación esperada proviene de la modificación en la magnitud y distribución de los empujes laterales inducidos por la acción dinámica del suelo.

Para representar estos efectos, se emplea habitualmente la formulación pseudoestática de Mononobe-Okabe, que permite estimar el incremento del empuje del suelo bajo condiciones sísmicas. En la figura siguiente se muestra

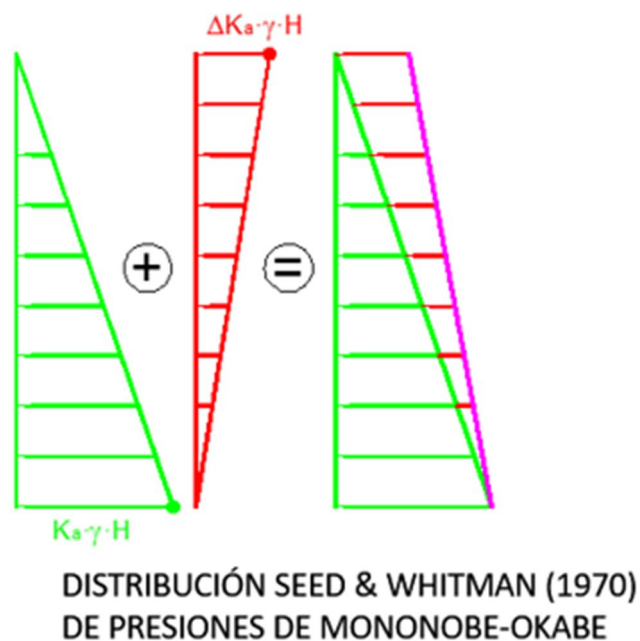


Figura 2: Empuje estático más dinámico por sismo

A efectos de este análisis preliminar y según la normativa regional mencionada previamente, se considera una aceleración sísmica horizontal básica de 0,04 g. Cabe recordar que esta situación se encuadra como evento accidental según normativa estructural, por lo cual se aplican coeficientes de seguridad y reducción diferentes a los de la situación característica.

Como caso de referencia se considera un muro de contención con 4,25 m de altura libre, apoyado en pie y cabeza con una tapada de 2.0 m de terreno sobre la estructura, obteniéndose:

- Momento flector máximo (M_d) en situación característica: 140 kNm/m
- Momento flector máximo (M_d) en situación accidental (sismo): 112 kNm/m

Esta reducción relativa se debe a los factores de combinación aplicables en cada caso, y pone de manifiesto que, en estas condiciones de carga y configuración estructural, el sismo no representa la condición de diseño más exigente.

En resumen, la inclusión de acciones sísmicas no modifica los criterios de diseño estructural adoptados, y no resulta dimensionante para las estructuras previstas.



4.5. Formato de seguridad

4.5.1. Combinación de acciones

Estados Límites Últimos (E.L.U.)

- Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$:	Valor característico de las acciones permanentes
$Q_{k,1}$:	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{0,i} Q_{k,i}$:	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1} Q_{k,1}$:	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\psi_{2,i} Q_{k,i}$:	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental

Factores de combinación según EN-1990

Estados Límites de Servicio (E.L.S.)

La combinación de acciones se define de acuerdo a los siguientes criterios:

- Combinación característica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$:	Valor característico de las acciones permanentes
$Q_{k,1}$:	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{0,i} Q_{k,i}$:	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1} Q_{k,1}$:	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\psi_{2,i} Q_{k,i}$:	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental

Situaciones Accidentales

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:



$G_{k,j}$:	Valor característico de las acciones permanentes
A_d :	Valor de cálculo de una acción accidental
$Q_{k,1}$:	Valor característico de la acción variable determinante
$\Psi_{1,1} Q_{k,1}$:	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$:	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental

4.5.2. Coeficiente de mayoración de acciones y minoración de materiales

Para el Estado Límite Último según la norma EN-1990, los coeficientes de seguridad a utilizar, considerando para el hormigón control de ejecución normal, son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4: Coeficientes de seguridad en Estado Límite Último.

Tipo de acción	Efecto desfavorable	Efecto favorable
Permanente	$\gamma_{G,j \text{ sup}} = 1,35$	$\gamma_{G,j \text{ inf}} = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G,j \text{ sup}}^* = 1,50$	$\gamma_{G,j \text{ inf}}^* = 1,00$
Variable	$\gamma_{Q,1} = 1,50$	$\gamma_{Q,1} = 0,00$
Accidental	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Para el Estado Límite de Servicio según la norma EN-1990, los coeficientes de seguridad a utilizar, considerando para el hormigón control de ejecución normal, son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5: Coeficientes de seguridad en Estado Límite de Servicio.

Tipo de acción	Efecto desfavorable	Efecto favorable
Permanente	$\gamma_{G,j} = 1,00$	$\gamma_{G,j} = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G,j}^* = 1,00$	$\gamma_{G,j}^* = 1,00$
Variable	$\gamma_{Q,1} = 1,00$	$\gamma_{Q,1} = 0,00$

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales en el caso de Hormigón Armado o Pretensado que se adoptan, de acuerdo a la Norma EN-1992, son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6: Coeficientes de seguridad de los materiales del hormigón armado.

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo γ_s
Persistente o transitoria	1,50	1,15
Accidental	1,20	1,00

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales en el caso del acero estructural que se adoptan, de acuerdo a la Norma EN-1992, son los que se indican en la siguiente tabla:



Tabla 7: Coeficientes de seguridad de los materiales de acero estructural.

Situación de proyecto	Acero estructural γ_s
Resistencia de la sección	$\gamma_{M0} = 1,00$
Estabilidad	$\gamma_{M1} = 1,00$
Resistencia de los medios de unión	$\gamma_{M2} = 1,25$

4.6. Criterios de aceptación en servicio

4.6.1. Estado límite de fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras, que no suponen inconveniente para su normal utilización, siempre que se limite su abertura máxima a valores compatibles con las exigencias de durabilidad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia. Las aberturas características de fisura máximas consideradas, a partir de la clase de exposición definida anteriormente, son las que se indican en la siguiente tabla de la Norma EN-1992-1:

Tabla 8: Abertura de fisura según clase de exposición.

Clase de exposición	$w_{\text{máx}}$ (mm)	
	Hormigón Armado (para combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón Pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0, XC1	0.4	0.2
XC2, XC3, XC4	0.3	0.2 ⁽¹⁾
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3	0.3	Descompresión

⁽¹⁾Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentren en la zona comprimida de la sección bajo la combinación cuasipermanente de acciones

Para este caso se considera una apertura de fisura,

$$W_{\text{máx}} = 0.30 \text{ mm}$$

5. SOLUCIONES ESTRUCTURALES CONSTRUCTIVAS PROPUESTAS

Como propuesta a nivel Anteproyecto se plantear realizar la construcción de los túneles mediante el procedimiento "Cut & Cover", donde se plantea una ejecución de muros colados hasta el nivel de fundación (siendo el nivel de techo de roca según corresponda) que luego formarán parte del sistema de hastiales del túnel, seguido de la excavación del sector entre muros hasta nivel de losa superior con el hormigonado posterior del mismo y relleno de suelo para la habilitación del tránsito a nivel de superficie. Seguido del mismo se plantea una excavación de suelo debajo de la losa superior hasta nivel de techo de roca y posterior excavación en roca para luego realizar el llenado y vinculación de solera y conformar así la sección de túnel. Se prevén casos de ejecución de anclajes pasivos para la estabilidad de los hastiales en etapa transitoria.

Los casos más relevantes de ejecución son:

- Ejecución de túnel en suelo sin roca

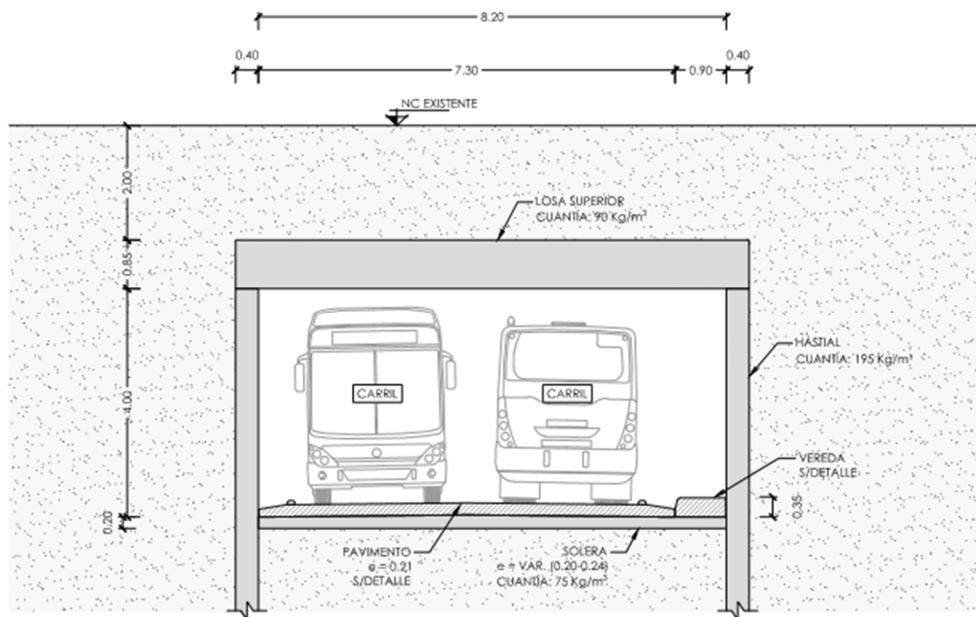


Figura 3: sección típica en suelo sin roca del túnel

- Ejecución de túnel en suelo con roca debajo de solera

Para casos donde el techo de roca está debajo de la solera pero por encima de la fundación de los muros colados, se plantea una solución similar, con la utilización eventual de anclajes para la estabilización de los hastiales

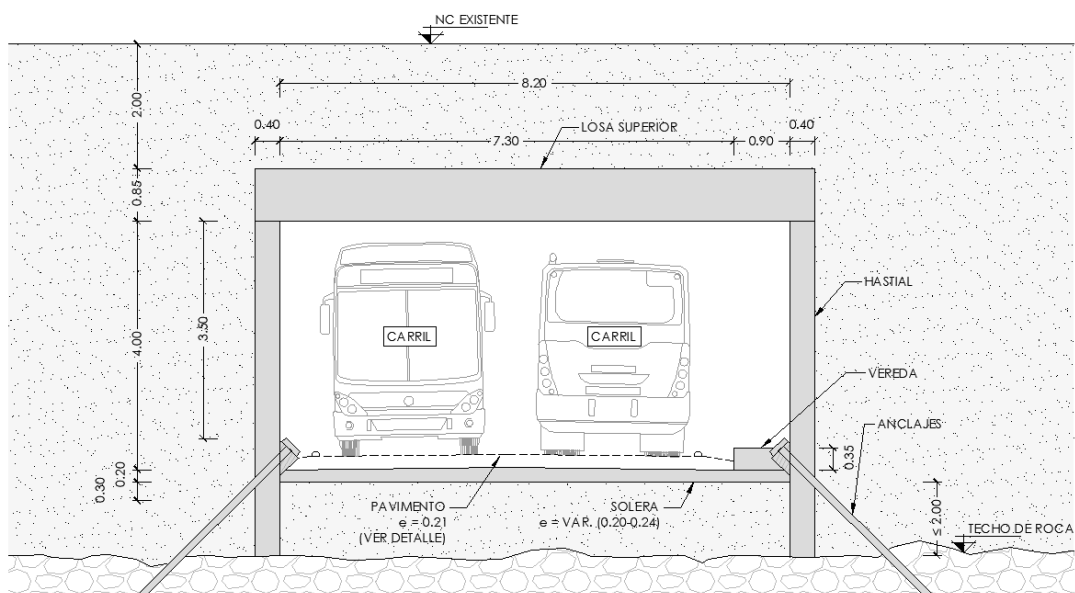


Figura 4: sección típica en suelo con roca del túnel

- Ejecución de túnel en suelo con roca sobre la solera

Se plantea una ejecución de la excavación hasta nivel de techo de roca, seguido por la excavación en roca, dejando apoyados (y eventualmente con anclajes) los hastiales a nivel de roca y se realiza el cierre de los mismos con una sección de hastial reducida.

6. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

Se realizan verificaciones de longitud necesaria de ficha para la etapa transitoria, y análisis de sección de tunel (tunel simple y doble), con modelos de barras, analizando por metro lineal de tunel los esfuerzos en la estructura, considerando las cargas vehiculares y de suelo, en función de la tapada.

Se utiliza el siguiente programa para los esfuerzos.

ROBOT Structural Analysis

Para determinar los esfuerzos en las piezas de la estructura se realiza un modelo con la ayuda del programa ROBOT Structural Analysis, de la casa Autodesk. Este programa permite realizar análisis lineales y no-lineales de estructuras de barras planas y paneles (2D) y espaciales (3D), según las teorías de primer y segundo orden, con un comportamiento de los materiales elástico y lineal.

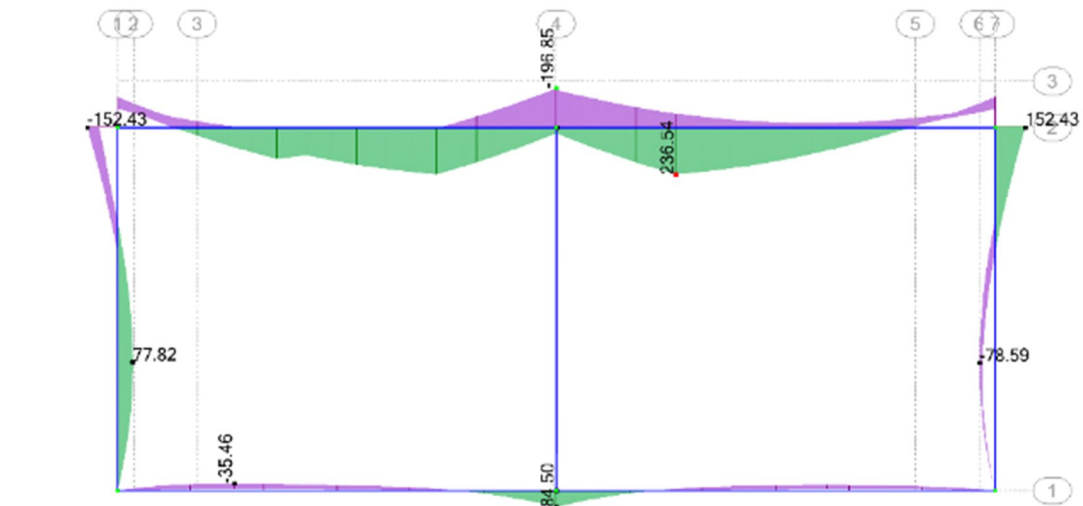


Figura 5: modelo de diseño de sección con andenes

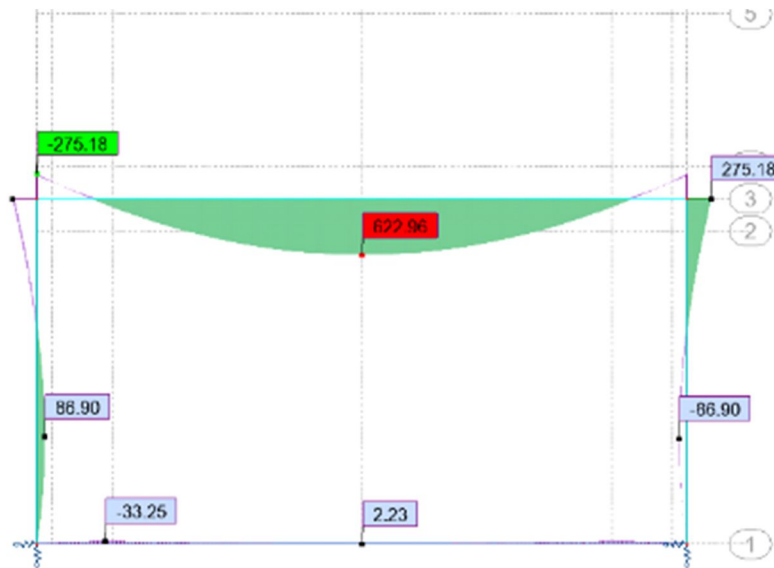


Figura 6: modelo de diseño de sección simple.

7. PAVIMENTOS

7.1. Estimaciones de cargas y tránsito

Según la información suministrada, en el túnel bajo la Av. 18 de Julio confluirán los tránsitos de los 2 corredores previstos donde por el A se estima la circulación de 30 buses por hora (1 cada 2 minutos) y por el B se prevén 15 buses por hora (1 cada 4 minutos).

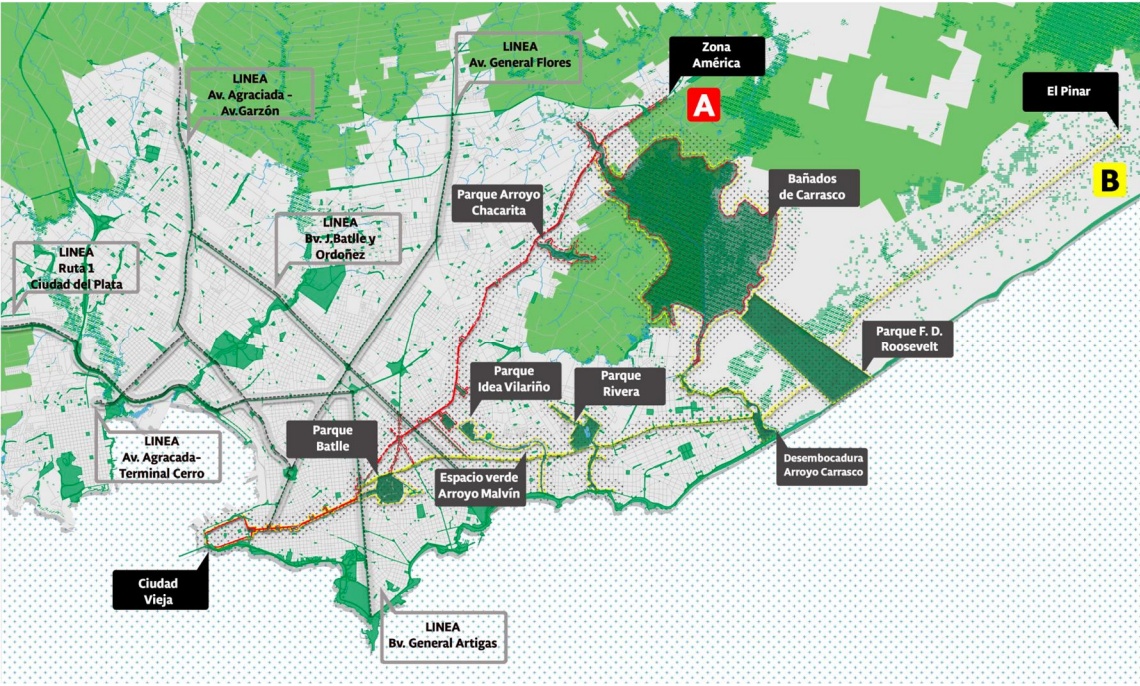


Figura 7: detalle de los corredores A y B previstos que confluyen en Av. 18 de Julio para ingresar al centro de la ciudad de Montevideo desde diferentes áreas urbanas.

Tabla 10: estimación de ESALs (ejes equivalentes de 80 kN) considerando diferencias de frecuencias y ocupación de los buses en función del horario y si se trata de días laborables o de fin de semana.

vehicle type	axle type	L ₂	load		Traffic			LEF	Partial ESALs	
			kN	kips	daily	weekend	annually		axle	vehicle type
buses biarticulados circulando de 0 a 6 hs	simple	1	55	12.4	90	18	25,272	0.2038	5,152	19,643
	dual	1	60	13.4				0.2867	7,246	
	dual	1	53	12.0				0.1799	4,545	
	dual	1	47	10.6				0.1068	2,699	
buses biarticulados circulando de 6 a 9 hs	simple	1	62	13.9	160	32	44,928	0.3392	15,237	616,069
	dual	1	115	26.0				4.4577	200,277	
	dual	1	115	26.0				4.4577	200,277	
	dual	1	115	26.0				4.4577	200,277	
buses biarticulados circulando de 9 a 16 hs	simple	1	60	13.5	320	32	86,528	0.2950	25,526	560,975
	dual	1	103	23.2				2.8317	245,019	
	dual	1	91	20.4				1.6782	145,215	
	dual	1	91	20.4				1.6782	145,215	
buses biarticulados circulando de 16 a 19 hs	simple	1	62	13.9	160	64	48,256	0.3392	16,366	661,704
	dual	1	115	26.0				4.4577	215,113	
	dual	1	115	26.0				4.4577	215,113	
	dual	1	115	26.0				4.4577	215,113	
buses biarticulados circulando de 19 a 21 hs	simple	1	60	13.5	90	27	26,208	0.2950	7,731	43,476
	dual	1	72	16.2				0.6403	16,782	
	dual	1	66	14.8				0.4368	11,448	
	dual	1	60	13.4				0.2867	7,515	
buses biarticulados circulando de 21 a 24 hs	simple	1	58	13.0	30	12	9,048	0.2554	2,311	11,665
	dual	1	72	16.2				0.6403	5,794	
	dual	1	60	13.4				0.2867	2,594	
	dual	1	47	10.6				0.1068	966	
Total estimated ESALs for the first year:										1,913,532

En la tabla 10 se realiza una estimación del tránsito en términos de ESALs (ejes equivalentes de 80 kN) utilizando la metodología AASHTO considerando una diferenciación de tránsitos y factores de ocupación de los buses en función de horarios y si se trata de días laborables o fines de semana, encontrando que el tránsito anual será de 1.913.532 ESALs (ejes equivalentes de 80 kN) para el primer año.



7.2. Diseño de paquete de pavimento

Se plantea un pavimento de HRF (hormigón reforzado con fibras) clase C-35, $MR = 4,5$ MPa y dosis de macrofibra sintética para cumplir con una resistencia residual, $fe,3 = 0,90$ MPa cuyo contenido de macrofibra sintética se puede prever preliminarmente en $3,0$ kg/m³ con juntas aserradas transversales con pasadores cada $4,00$ m resulta adecuado para asegurar un buen nivel de servicio durante 30 años con mínimo mantenimiento menor (re-sellado de juntas y, eventualmente, detalles de deterioros por defectos localizados).

Para que esto ocurra, además, será fundamental colocar una manta no tejida de polipropileno (resistente a los álcalis) de 450-500 g/m² de manera de asegurar que las losas del pavimento tengan un buen apoyo permanente en todas las secciones evitando que el normal alabeo de las losas tienda a separar parcialmente la losa de pavimento de la base rígida de hormigón que supone la losa del túnel y, de esta manera, evitar excesivas tensiones en las esquinas y zonas cercanas a las juntas que deterioren prematuramente el pavimento debido a que no se cumplen localmente las hipótesis de apoyo consideradas en los cálculos realizados.

En la figura 8 se muestra la solución de pavimento de hormigón previsto.

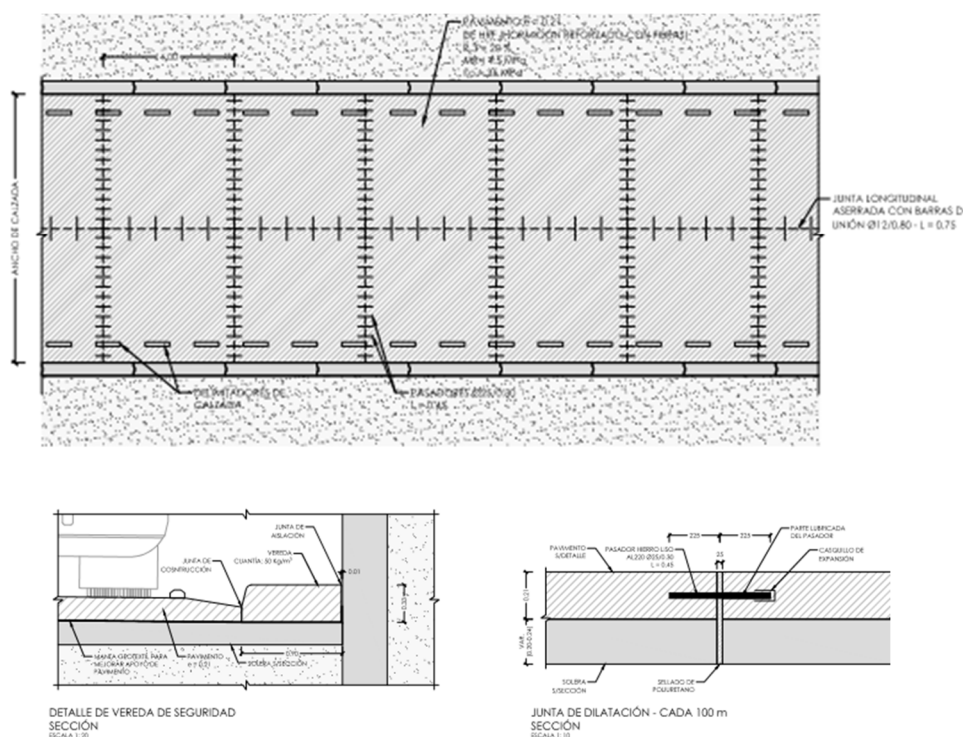


Figura 8: propuesta de pavimento planteada

En primer lugar se realiza una estimación del módulo de reacción bajo el pavimento incluyendo en el análisis una estimación del suelo existente con un CBR del orden del 20% que puede re-compactarse superficialmente logrando una capa superficial con un CBR algo mayor (25%), luego se colocaría una fina capa de hormigón de limpieza para finalmente construir la losa de fondo del túnel.

A partir de esta hipótesis, se estimó el valor del módulo de reacción compuesto bajo el pavimento cuyo desarrollo se detalla a continuación:

**a) Para tratamiento superficial de subrasante de espesor h_1**

	CBR	k		
$k_0 =$	20 %	7.3 kg/cm ³	0.072 MPa/mm	264 pci
$k_1 =$	25 %	8.3 kg/cm ³	0.082 MPa/mm	301 pci
$h_1 =$	-	10.0 cm	100 mm	4 in
$k_{c1} =$	-	7.6 kg/cm ³	0.074 MPa/mm	273 pci

b) Para capa granular de espesor h_2 sobre tratamiento de espesor h_1

	CBR	k		
$k_{c1} =$	-	7.6 kg/cm ³	0.074 MPa/mm	273 pci
$k_2 =$	40 %	11.4 kg/cm ³	0.112 MPa/mm	412 pci
$h_2 =$	-	15.0 cm	150 mm	6 in
$k_{c2} =$	-	8.3 kg/cm ³	0.081 MPa/mm	300 pci

c) Para hormigón de limpieza de espesor h_3 sobre relleno de espesor h_2

	CBR	k		
$k_{c2} =$	-	8.3 kg/cm ³	0.081 MPa/mm	300 pci
$k_3 =$	100 %	22.5 kg/cm ³	0.221 MPa/mm	814 pci
$h_3 =$	-	3.0 cm	30 mm	1 in
$k_{c3} =$	-	8.4 kg/cm ³	0.082 MPa/mm	302 pci

d) Para estructura de hormigón de apoyo de pavimento de espesor h_4 sobre base de espe

	CBR	k		
$k_{c2} =$	-	8.4 kg/cm ³	0.082 MPa/mm	302 pci
$k_3 =$	%	8582.0 kg/cm ³	84.137 MPa/mm	310042 pci
$h_3 =$	-	25.0 cm	250 mm	10 in
$k_{c3} =$	-	56.1 kg/cm ³	0.550 MPa/mm	2022 pci

Entonces, se estima un módulo de reacción compuesto, $k_c = 0,550$ MPa/mm (550 kPa/mm) que es el que se utilizó para realizar el pre-diseño del pavimento.

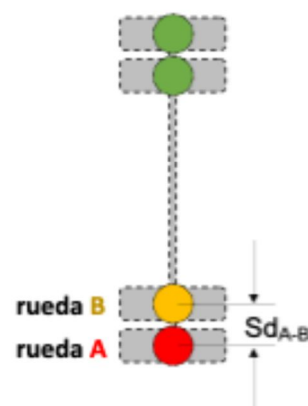
Con este valor y considerando un espesor de pavimento de HRF (hormigón reforzado con fibras) de 21 cm, utilizando un hormigón C-35 ($f'_c = 35$ MPa) con módulo de rotura, $MR = 4,5$ MPa y dosis de macrofibra sintética para lograr una resistencia residual, $Re,3 = 20\%$ ($f'_{e,3} = 0,90$ MPa) se obtuvieron las tensiones generadas en la losa de pavimento a partir de la acción de una carga de eje simple con ruedas duales cargando 80 kN (18.000 libras).

En la tabla se observa que las máximas tensiones generadas en el interior de la losa, en la junta transversal y en la esquina serán del orden de 0,57 MPa para la acción de este eje utilizando las clásicas expresiones de Westergaard.

Estado de carga:		Carga de eje simple con 80 kN acción del eje equivalente de 80 kN
$\sigma_{\text{máx.}}$	máxima tensión de flexión, en MPa	
$P_{\text{rueda A}}$	carga de rueda A (rueda más cargada), en kN (ver esquema)	20.0 kN
$P_{\text{rueda B}}$	carga de rueda B, en kN (ver esquema)	20.0 kN
$P_{\text{rueda C}}$	carga de rueda C, en kN (ver esquema)	0.0 kN
FF:	cantidad de ruedas consideradas en el cálculo	2
S_{dA-B}	separación entre ruedas A y B (ver esquema)	343 mm
S_{dA-C}	separación entre ruedas A y C (ver esquema)	0 mm
γ	coeficiente de mayoración de cargas	1.00
μ	relación de Poisson (G/Ec)	0.15
h	espesor de la losa, en mm	210 mm
E_c	módulo de elasticidad del hormigón, en MPa	38,055 MPa
k	módulo de reacción de la subbase, en N/mm ³ , ó MPa/mm	0.550 MPa/mm
b	radio de la zona contacto entre rueda y pavimento, en mm ($b = (P/\pi p)^{1/2}$)	104 mm
S_{contacto}	area de contacto entre rueda y pavimento (parche)	68,143 mm ²
p	tensión de contacto entre rueda y pavimento, en MPa	0.587 MPa
ℓ	radio de rigidez relativa	483 mm
MR	módulo de rotura especificado, en MPa	4.5 MPa
$R_{e,3}$	resistencia equivalente en % (sólo para HRF)	20 %
MR equivalente:	módulo de rotura equivalente, en MPa	5.4 MPa
f_d	esfuerzo de postensado	0.0 MPa
fc	resistencia a la compresión especificada, en MPa	35.0 MPa

	Hipótesis de ubicación de carga		
	a	b	c
σ_{iA} [MPa] =	0.47	0.79	0.69
$\Delta \sigma_{iB}$ [MPa] =	0.10	0.16	0.14
$\Delta \sigma_{iC}$ [MPa] =	0.00	0.00	0.00
fp =	0.00	0.00	0.00
σ_i máx [MPa] =	0.57	0.95	0.84
σ_i / MR =	0.10	0.17	0.15
Δ_i [mm] =	0.023	0.066	0.176
Nf losa aislada =	ilimitadas	ilimitadas	ilimitadas
red. pasadores =	0%	40%	31%
σ_i red. [MPa] =	0.57	0.57	0.58
σ_i red. / MR =	0.10	0.10	0.11
Nf real =	ilimitadas	ilimitadas	ilimitadas
Δ_i red. [mm] =	0.023	0.040	0.122
red. banquina	0%	25%	12%

ESQUEMA DE CARGAS



Por otro lado, se estimaron las máximas tensiones de alabeo generadas por un gradiente de 3°C entre la superficie y el fondo de la losa. Si bien en un pavimento como este que está dentro de un túnel este gradiente se prevé algo menor, se estima que parte del alabeo de las losas se producirá por efecto del gradiente de humedad debido a la contracción por secado por lo que se estima que este gradiente incluye ambos efectos.

El cálculo de las tensiones de alabeo también se estimó a partir de las expresiones de Westergaard para este efecto obteniéndose los siguientes resultados:

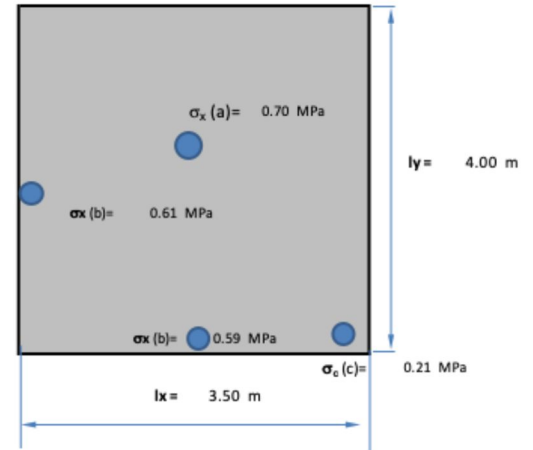


Características del proyecto:

μ : relación de Poisson (G/Ec)	0.15
h: espesor de la losa, en mm	210 mm
E _c : módulo de elasticidad del hormigón, en MPa	38,055 MPa
k: módulo de reacción de la subbase, en N/mm ³ , ó MPa/mm	0.550 MPa/mm
b: radio de la zona contacto de la rueda, en mm ($b = (P/\pi p)^{1/2}$)	104 mm
p: tensión de contacto entre la rueda y el piso, en MPa	0.59 MPa
MR: módulo de rotura especificado, en MPa	5.4 MPa
f _c : resistencia a la compresión especificada, en MPa	35.0 MPa
ΔT : gradiente de temperatura entre fondo y superficie del pavimento	3.0 °C
CET: coeficiente de expansión térmica del hormigón, en 1/°C	0.0000099 1/°C
L _x : longitud de la losa en dirección x	3.50 m
L _y : longitud de la losa en dirección y	4.00 m
ℓ : radio de rigidez relativa	483.5 mm
λ_x : L_x/ℓ	2.6
λ_y : L_y/ℓ	2.9
C _x : coeficiente de tensión por enfriamiento en la dirección x	1.043
C _y : coeficiente de tensión por enfriamiento en la dirección y	1.082

Zona de máxima tensión por alabeo				
	σ_x [MPa]	σ_{bx} [MPa]	σ_{by} [MPa]	σ_c [MPa]
$\sigma_{m\acute{a}x}$ [MPa] =	0.70	0.59	0.61	0.21
$\sigma_{m\acute{a}x} / \sigma_{m\acute{a}x}$ =	1.00	0.85	0.88	0.30
$\sigma_{m\acute{a}x} / MR$ =	0.13	0.11	0.11	0.04

RESUMEN DE TENSIONES DE ALABEO



Entonces, sumando las tensiones debido a carga más las de alabeo se obtienen las tensiones acumuladas con las que se estimó el deterioro del pavimento cuyo detalle se muestra en el punto siguiente.

7.3. Estimación de deterioro del pavimento

Utilizando las tensiones previamente estimadas y partiendo de los valores de tránsito anual proyectados en la Tabla 1, se estimó la evolución de los principales indicadores que reflejan el nivel de servicio del pavimento. Entre ellos se incluye el IRI (Índice Internacional de Irregularidad), que representa el confort de circulación percibido por el usuario, así como la progresión de losas fisuradas y el consumo de vida útil por fatiga. Estos parámetros permiten evaluar el deterioro progresivo del pavimento a lo largo del tiempo y estimar su vida útil remanente bajo condiciones de tránsito habituales para este tipo de infraestructura.



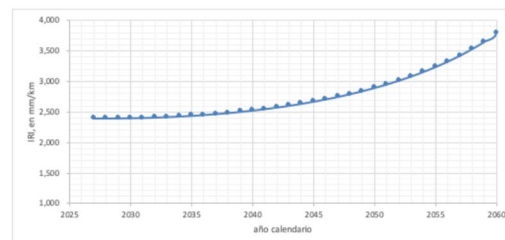
PROYECTO: Movilidad Urbana del Área Metropolitana de Montevideo (Uruguay)
Sección: Pavimento tunel de Av. 18 de Julio, Montevideo

IRI inicial = 2,400 mm/km
IRI final = 3,800 mm/km
año inicial = 2,028
W₁₈ inicial = 1,913,532 ESALs
tasa crec. = 3%

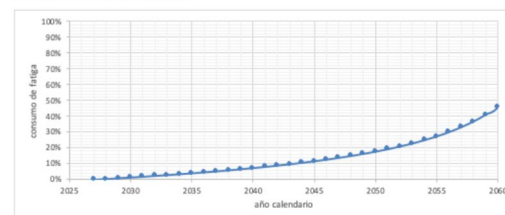
año desde construcción	año calendario	ESALs			IRI, en mm/km	coeficiente dinámico, f _d	tensión máxima de tracción por carga en borde libre, σ _b en MPa	NF (*)	Consumo de fatiga	% losas fisuradas
		tránsito habitual	tránsito excepcional	tránsito acumulado						
0	2027	0	0	0	2,400	1,07	1,39	439,878,845	0%	0%
1	2028	1,970,938	0	1,970,938	2,400	1,07	1,39	439,878,845	0%	0%
2	2029	2,030,066	0	4,001,004	2,401	1,07	1,39	439,847,135	1%	0%
3	2030	2,090,968	0	6,091,972	2,404	1,07	1,39	439,176,522	1%	0%
4	2031	2,153,897	0	8,245,869	2,409	1,07	1,39	438,459,208	2%	0%
5	2032	2,218,308	0	10,463,977	2,415	1,07	1,39	437,486,750	2%	1%
6	2033	2,284,857	0	12,748,835	2,423	1,07	1,39	436,250,007	3%	1%
7	2034	2,353,403	0	15,102,238	2,432	1,07	1,39	434,739,086	3%	1%
8	2035	2,424,005	0	17,526,243	2,443	1,07	1,40	432,943,285	4%	1%
9	2036	2,496,725	0	20,022,968	2,457	1,07	1,40	430,851,026	5%	1%
10	2037	2,571,627	0	22,594,595	2,472	1,07	1,40	428,449,789	5%	1%
11	2038	2,648,776	0	25,243,371	2,489	1,08	1,40	425,726,031	6%	1%
12	2039	2,728,239	0	27,971,610	2,508	1,08	1,40	422,665,104	7%	2%
13	2040	2,810,086	0	30,781,696	2,529	1,08	1,40	419,251,162	7%	2%
14	2041	2,894,389	0	33,676,085	2,553	1,08	1,40	415,467,060	8%	2%
15	2042	2,981,221	0	36,657,305	2,579	1,08	1,41	411,294,241	9%	2%
16	2043	3,070,657	0	39,727,963	2,608	1,08	1,41	406,712,612	10%	2%
17	2044	3,162,777	0	42,890,739	2,640	1,08	1,41	401,700,406	11%	3%
18	2045	3,257,660	0	46,148,399	2,675	1,09	1,41	396,234,030	12%	3%
19	2046	3,355,390	0	49,503,789	2,712	1,09	1,42	390,287,894	13%	3%
20	2047	3,456,052	0	52,959,841	2,753	1,09	1,42	383,834,221	14%	3%
21	2048	3,559,733	0	56,519,574	2,798	1,09	1,42	376,842,832	15%	4%
22	2049	3,666,525	0	60,186,099	2,847	1,10	1,43	369,280,903	16%	4%
23	2050	3,776,521	0	63,962,620	2,900	1,10	1,43	361,112,698	18%	4%
24	2051	3,889,917	0	67,852,437	2,957	1,10	1,44	352,289,253	19%	5%
25	2052	4,006,511	0	71,858,948	3,019	1,11	1,44	342,798,025	21%	5%
26	2053	4,126,706	0	75,985,654	3,087	1,11	1,45	332,562,494	23%	6%
27	2054	4,250,508	0	80,236,162	3,161	1,12	1,45	321,541,694	25%	6%
28	2055	4,378,023	0	84,614,185	3,242	1,12	1,46	309,679,689	27%	7%
29	2056	4,509,364	0	89,123,548	3,331	1,13	1,47	296,914,961	30%	8%
30	2057	4,644,644	0	93,768,193	3,428	1,14	1,48	283,179,723	33%	8%
31	2058	4,783,984	0	98,552,177	3,535	1,14	1,49	268,389,132	37%	9%
32	2059	4,927,503	0	103,479,680	3,654	1,15	1,50	252,490,437	41%	10%
33	2060	5,075,328	0	108,555,008	3,787	1,16	1,51	235,362,101	46%	12%
34	2061	5,227,588	0	113,782,596	4,346	1,21	1,58	171,092,839	67%	17%
35	2062	5,384,416	0	119,167,012	5,151	1,29	1,68	101,168,851	100%	29%
36	2063	5,545,948	0	124,712,961	6,362	1,43	1,86	39,825,828	100%	78%
37	2064	5,712,327	0	130,425,287	7,574	1,60	2,08	13,273,720	100%	100%
38	2065	5,883,697	0	136,308,984	8,785	1,79	2,32	3,760,822	100%	100%
39	2066	6,060,207	0	142,369,191	9,996	2,00	2,60	908,848	100%	100%
40	2067	6,242,014	0	148,611,205	11,207	2,24	2,91	187,871	100%	100%
41	2068	6,429,274	0	155,040,479	12,418	2,50	3,25	33,302	100%	100%
42	2069	6,622,152	0	161,662,631	13,629	2,78	3,61	5,073	100%	100%
43	2070	6,820,817	0	168,483,448	14,841	3,08	4,01	665	100%	100%
44	2071	7,025,441	0	175,508,890	16,052	3,41	4,44	75	100%	100%
45	2072	7,236,205	0	182,745,094	17,263	3,76	4,89	7	100%	100%
46	2073	7,453,291	0	190,198,385	18,474	4,13	5,37	1	100%	100%
47	2074	7,676,890	0	197,875,275	19,685	4,52	5,89	0	100%	100%
48	2075	7,907,196	0	205,782,471	20,896	4,94	6,42	0	100%	100%
49	2076	8,144,412	0	213,926,883	22,108	5,37	6,99	0	100%	100%
50	2077	8,388,744	0	222,315,628	23,319	5,83	7,58	0	100%	100%

GRÁFICOS CON RESULTADOS GENERALES

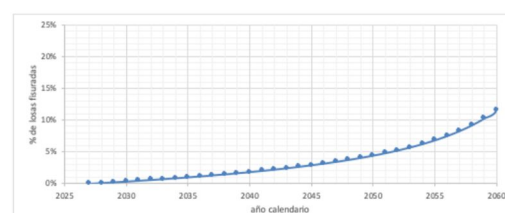
Evolución del IRI



Evolución del consumo de fatiga



Evolución del porcentaje de losas fisuradas



Como se puede observar, el pavimento de HRF (hormigón reforzado con fibras) pre-diseñado mantendrá, según el modelo, un buen nivel de servicio durante 31 años para luego llegar a un 12% de losas fisuradas y, transcurridos los 33 años, alcanzar un IRI de 3.800 mm/km considerado como el mínimo aceptable para el caso luego de pasar 108,5 millones de ESALs (ejes equivalentes de 80 kN).



Uruguay (+598) 2711 7048

Paraguay (+595) 994 736 153

Estados Unidos (+1) 631 204 6096

info@rdaingenieria.com

rdaingenieria.com





BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Anexos de cálculo

15/7/25 – REV. 01

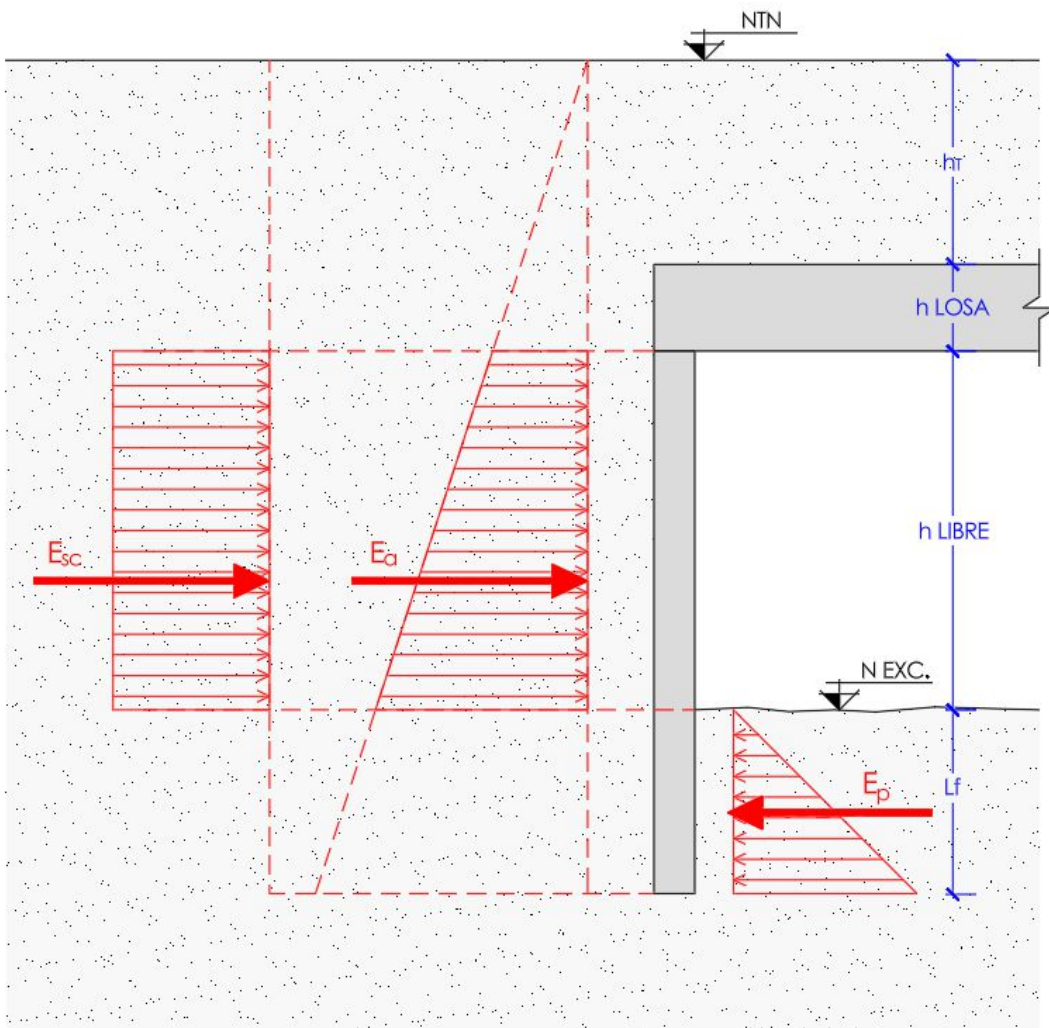
A. Longitud de ficha necesaria

Se plantea el siguiente esquema estructural para la verificación de la ficha necesaria, para los casos donde no hay presencia de roca.

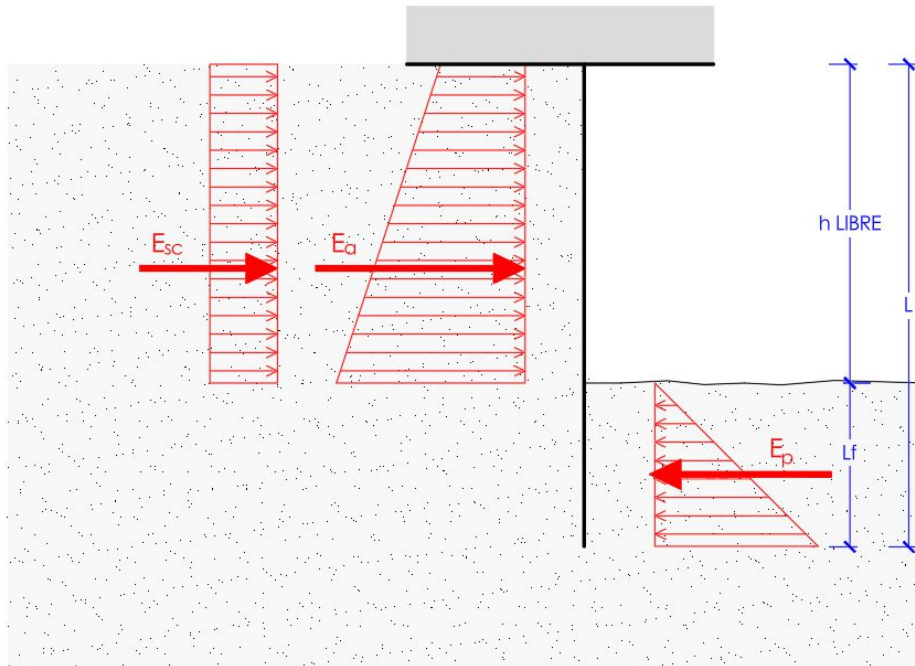
Las acciones sobre el hastial son las siguientes:

- Empuje debido al suelo, en reposo
- Empuje debido a sobrecargas, en reposo
- Empuje pasivo como respuesta lateral del suelo

Los empujes debido al suelo son en función de los niveles de profundidad, que varían según la progresiva de los túneles.



Al considerarse una unión monolítica entre losa superior y hastial, se puede interpretar al sistema como una ménsula hacia abajo, con el empotramiento en la unión hastial-losa, como se muestra a continuación



Se muestran los casos de tapada mínima y máxima para definir los extremos posibles.

A.1. Caso tramo inicial (zona de tapada mínima)

Se evalúa inicialmente la necesidad de colocar anclajes para el caso de tapada mínima de 15cm. En caso de excavación en roca (cuyo nivel sea superior al nivel de fondo de solera), se debe evaluar esto dado que la materialización de la ficha es dificultosa

Caso tramo inicial, zona de tapada mínima

Alturas

$$H_{tapada} = 0.15 \text{ m Altura de tapada}$$

$$H_{tapa} = 85 \text{ cm Altura de losa superior}$$

$$H_{libre} = 4 \text{ m Altura libre}$$

$$H_{solera} = 25 \text{ cm Altura de solera}$$

$$H_{tot} = H_{tapada} + H_{tapa} + H_{libre} + H_{solera} = 0.15 \text{ m} + 85 \text{ cm} + 4 \text{ m} + 25 \text{ cm} = 5.25 \text{ m Altura total}$$

$$H_{ficha} = 0 \text{ m Altura de ficha}$$

Muro colado

$$B = 1 \text{ m Ancho de muro considerado}$$

$$e_{muro} = 40 \text{ cm Espesor de muro}$$



Suelo

$k_0 = 0.5$ Coeficiente de empuje en reposo

$\gamma = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ Densidad del suelo

$H_{\text{empuje}} = H_{\text{libre}} + H_{\text{solera}} = 4 \text{ m} + 25 \text{ cm} = 4.25 \text{ m}$ Altura efectiva del empuje

Presion suelo

$p_{\text{suelo},\min} = k_0 \cdot \gamma \cdot (H_{\text{tapada}} + H_{\text{tapa}}) \cdot B = 0.5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot (0.15 \text{ m} + 85 \text{ cm}) \cdot 1 \text{ m} = 9 \text{ kN/m}$

$p_{\text{suelo},\max} = k_0 \cdot \gamma \cdot H_{\text{tot}} \cdot B = 0.5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 5.25 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 47.25 \text{ kN/m}$

Presion sobrecarga

$p_{SC} = k_0 \cdot 10 \text{ kPa} \cdot B = 0.5 \cdot 10 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ m} = 5 \text{ kN/m}$

Empuje suelo

$H = H_{\text{empuje}} = 4.25 \text{ m}$

$E_{\text{suelo}} = \frac{p_{\text{suelo},\max} + p_{\text{suelo},\min}}{2} \cdot H = \frac{47.25 \text{ kN/m} + 9 \text{ kN/m}}{2} \cdot 4.25 \text{ m} = 119.53 \text{ kN}$

$E_{SC} = p_{SC} \cdot H = 5 \text{ kN/m} \cdot 4.25 \text{ m} = 21.25 \text{ kN}$

Momentos

$M_{\text{suelo}} = E_{\text{suelo}} \cdot x_{\text{suelo}} = 119.53 \text{ kN} \cdot 2.61 \text{ m} = 311.58 \text{ kNm}$

$M_{SC} = E_{SC} \cdot x_{SC} = 21.25 \text{ kN} \cdot 2.12 \text{ m} = 45.16 \text{ kNm}$

Empuje pasivo

$E_p = \frac{3 \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} \cdot H_{\text{ficha}}^2}{2} = \frac{3 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 1 \text{ m} \cdot 0 \text{ m}^2}{2} = 0 \text{ kN}$

$M_p = E_p \cdot \left(H_{\text{empuje}} + \frac{2}{3} \cdot H_{\text{ficha}} \right) = 0 \text{ kN} \cdot \left(4.25 \text{ m} + \frac{2}{3} \cdot 0 \text{ m} \right) = 0 \text{ kNm}$

Momento de diseño

$M_d = 1.5 \cdot (M_{\text{suelo}} + M_{SC}) - M_p = 1.5 \cdot (311.58 \text{ kNm} + 45.16 \text{ kNm}) - 0 \text{ kNm} = 535.1 \text{ kNm}$

Parametros calculo armadura

$r_{\text{geom}} = 75 \text{ mm}$

$\emptyset_b = 25 \text{ mm}$



$$r_{mec} = r_{geom} + \frac{\emptyset_b}{2} = 75 \text{ mm} + \frac{25 \text{ mm}}{2} = 87.5 \text{ mm}$$

Calculo de armadura requerida en el empotramiento

Coefficiente de seguridad del hormigón $\gamma_{cc} = 1.5$

Coefficiente de seguridad del acero $\gamma_s = 1.15$

$$f_{cd} = \frac{35 \text{ MPa}}{\gamma_{cc}} = \frac{35 \text{ MPa}}{1.5} = 23.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500 \text{ MPa}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Cuantía mínima geométrica $\rho_{min.g} = 0.0028 = 2.8 \text{ ‰}$

$$\text{Cuantía mínima mecánica } \rho_{min.m} = \frac{0.04 \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.04 \cdot 23.33 \text{ MPa}}{434.78 \text{ MPa}} = 2.15 \text{ ‰}$$

Canto útil $d = e_{muro} - r_{mec} = 40 \text{ cm} - 87.5 \text{ mm} = 31.25 \text{ cm}$

Capacidad del hormigón $U_0 = f_{cd} \cdot B \cdot d = 23.33 \text{ MPa} \cdot 1 \text{ m} \cdot 31.25 \text{ cm} = 7291.67 \text{ kN}$

$$\text{Momento adimensional } \mu_d = \frac{M_d}{U_0 \cdot d} = \frac{535.1 \text{ kNm}}{7291.67 \text{ kN} \cdot 31.25 \text{ cm}} = 0.235$$

Cuantía mecánica necesaria $\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_d} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.235} = 0.272$

Capacidad de acero necesaria $U_{s1} = \omega \cdot U_0 = 0.272 \cdot 7291.67 \text{ kN} = 1981.58 \text{ kN}$

$$\text{Armadura necesaria } A_{s1} = \frac{U_{s1}}{f_{yd}} = \frac{1981.58 \text{ kN}}{434.78 \text{ MPa}} = 45.58 \text{ cm}^2$$

Armadura mínima geométrica $A_{s.ming} = \rho_{min.g} \cdot B \cdot e_{muro} = 2.8 \text{ ‰} \cdot 1 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = 11.2 \text{ cm}^2$

Armadura mínima mecánica $A_{s.minm} = \rho_{min.m} \cdot B \cdot e_{muro} = 2.15 \text{ ‰} \cdot 1 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = 8.59 \text{ cm}^2$

Armadura necesaria $A_s = \max(A_{s1}; A_{s.ming}; A_{s.minm}) = \max(45.58 \text{ cm}^2; 11.2 \text{ cm}^2; 8.59 \text{ cm}^2) = 45.58 \text{ cm}^2$

$$A_s = \frac{A_s}{m} = \frac{45.58 \text{ cm}^2}{m} = 45.58 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$\emptyset_b = 25 \text{ mm}$

$$A_{db} = \frac{\pi \cdot \emptyset_b^2}{4} = \frac{3.14 \cdot (25 \text{ mm})^2}{4} = 490.87 \text{ mm}^2$$

$$sep = \frac{A_{db}}{A_s} = \frac{490.87 \text{ mm}^2}{45.58 \text{ cm}^2 / \text{m}} = 10.77 \text{ cm}$$

Es posible armar el nudo, por lo cual no se requiere de ficha ni anclajes para la zona de tapada baja



A.2. Caso de tapada máxima, de 2 metros, sin presencia de roca

Se evalúa la ficha necesaria para los casos que no hay techo de roca.

Alturas

$$H_{tapada} = 2 \text{ m Altura de tapada}$$

$$H_{tapa} = 85 \text{ cm Altura de losa superior}$$

$$H_{libre} = 4 \text{ m Altura libre}$$

$$H_{solera} = 25 \text{ cm Altura de solera}$$

$$H_{tot} = H_{tapada} + H_{tapa} + H_{libre} + H_{solera} = 2 \text{ m} + 85 \text{ cm} + 4 \text{ m} + 25 \text{ cm} = 7.1 \text{ m Altura total}$$

$$H_{ficha} = 1.25 \text{ m Altura de ficha}$$

Muro colado

$$B = 1 \text{ m Ancho de muro considerado}$$

$$e_{muro} = 40 \text{ cm Espesor de muro}$$

Suelo

$$k_0 = 0.5 \text{ Coeficiente de empuje en reposo}$$

$$\gamma = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ Densidad del suelo}$$

$$H_{empuje} = H_{libre} + H_{solera} = 4 \text{ m} + 25 \text{ cm} = 4.25 \text{ m Altura efectiva del empuje}$$

Presion suelo

$$p_{suelo,min} = k_0 \cdot \gamma \cdot (H_{tapada} + H_{tapa}) \cdot B = 0.5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot (2 \text{ m} + 85 \text{ cm}) \cdot 1 \text{ m} = 25.65 \text{ kN/m}$$

$$p_{suelo,max} = k_0 \cdot \gamma \cdot H_{tot} \cdot B = 0.5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 7.1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 63.9 \text{ kN/m}$$

Presion sobrecarga

$$p_{SC} = k_0 \cdot 10 \text{ kPa} \cdot B = 0.5 \cdot 10 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ m} = 5 \text{ kN/m}$$

Empuje suelo

$$H = H_{empuje} = 4.25 \text{ m}$$

$$E_{suelo} = \frac{p_{suelo,max} + p_{suelo,min}}{2} \cdot H = \frac{63.9 \text{ kN/m} + 25.65 \text{ kN/m}}{2} \cdot 4.25 \text{ m} = 190.29 \text{ kN}$$

$$E_{SC} = p_{SC} \cdot H = 5 \text{ kN/m} \cdot 4.25 \text{ m} = 21.25 \text{ kN}$$

Momentos



$$M_{suelo} = E_{suelo} \cdot x_{suelo} = 190.29 \text{ kN} \cdot 2.43 \text{ m} = 461.95 \text{ kNm}$$

$$M_{SC} = E_{SC} \cdot x_{SC} = 21.25 \text{ kN} \cdot 2.12 \text{ m} = 45.16 \text{ kNm}$$

Empuje pasivo

$$E_p = \frac{3 \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} \cdot H_{ficha}^2}{2} = \frac{3 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 1 \text{ m} \cdot (1.25 \text{ m})^2}{2} = 42.19 \text{ kN}$$

$$M_p = E_p \cdot \left(H_{empuje} + \frac{2}{3} \cdot H_{ficha} \right) = 42.19 \text{ kN} \cdot \left(4.25 \text{ m} + \frac{2}{3} \cdot 1.25 \text{ m} \right) = 214.45 \text{ kNm}$$

Momento de diseño

$$M_d = 1.5 \cdot (M_{suelo} + M_{SC}) - M_p = 1.5 \cdot (461.95 \text{ kNm} + 45.16 \text{ kNm}) - 214.45 \text{ kNm} = 546.2 \text{ kNm}$$

Parametros calculo armadura

$$r_{geom} = 75 \text{ mm}$$

$$\emptyset_b = 25 \text{ mm}$$

$$r_{mec} = r_{geom} + \frac{\emptyset_b}{2} = 75 \text{ mm} + \frac{25 \text{ mm}}{2} = 87.5 \text{ mm}$$

Calculo de armadura requerida en el empotramiento

Coefficiente de seguridad del hormigón $\gamma_{cc} = 1.5$

Coefficiente de seguridad del acero $\gamma_s = 1.15$

$$f_{cd} = \frac{35 \text{ MPa}}{\gamma_{cc}} = \frac{35 \text{ MPa}}{1.5} = 23.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500 \text{ MPa}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Cuantía mínima geométrica $\rho_{min.g} = 0.0028 = 2.8 \text{ ‰}$

$$\text{Cuantía mínima mecánica } \rho_{min.m} = \frac{0.04 \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.04 \cdot 23.33 \text{ MPa}}{434.78 \text{ MPa}} = 2.15 \text{ ‰}$$

$$\text{Canto útil } d = e_{muro} - r_{mec} = 40 \text{ cm} - 87.5 \text{ mm} = 31.25 \text{ cm}$$

$$\text{Capacidad del hormigón } U_0 = f_{cd} \cdot B \cdot d = 23.33 \text{ MPa} \cdot 1 \text{ m} \cdot 31.25 \text{ cm} = 7291.67 \text{ kN}$$

$$\text{Momento adimensional } \mu_d = \frac{M_d}{U_0 \cdot d} = \frac{546.2 \text{ kNm}}{7291.67 \text{ kN} \cdot 31.25 \text{ cm}} = 0.24$$

$$\text{Cuantía mecánica necesaria } \omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_d} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.24} = 0.278$$

$$\text{Capacidad de acero necesaria } U_{s1} = \omega \cdot U_0 = 0.278 \cdot 7291.67 \text{ kN} = 2030.59 \text{ kN}$$



$$\text{Armadura necesaria } A_{s1} = \frac{U_{s1}}{f_{yd}} = \frac{2030.59 \text{ kN}}{434.78 \text{ MPa}} = 46.7 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura mínima geométrica } A_{s.ming} = \rho_{min.g} \cdot B \cdot e_{muro} = 2.8 \text{ ‰} \cdot 1 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = 11.2 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura mínima mecánica } A_{s.minm} = \rho_{min.m} \cdot B \cdot e_{muro} = 2.15 \text{ ‰} \cdot 1 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = 8.59 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura necesaria } A_s = \max(A_{s1}; A_{s.ming}; A_{s.minm}) = \max(46.7 \text{ cm}^2; 11.2 \text{ cm}^2; 8.59 \text{ cm}^2) = 46.7 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{A_s}{m} = \frac{46.7 \text{ cm}^2}{m} = 46.7 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\phi_b = 25 \text{ mm}$$

$$A_{db} = \frac{\pi \cdot \phi_b^2}{4} = \frac{3.14 \cdot (25 \text{ mm})^2}{4} = 490.87 \text{ mm}^2$$

$$sep = \frac{A_{db}}{A_s} = \frac{490.87 \text{ mm}^2}{46.7 \text{ cm}^2 / \text{m}} = 10.51 \text{ cm}$$

Es posible armar el nudo, por lo cual se verifica con una ficha de 1.25m.

En casos donde no sea posible materializar la ficha, se calcula la máxima longitud libre que el hastial puede soportar sin anclajes al terreno

A.3. Máxima longitud de muro sin anclajes ni ficha

Alturas

$$H_{tapada} = 2 \text{ m Altura de tapada}$$

$$H_{tapa} = 85 \text{ cm Altura de losa superior}$$

$$H_{libre} = 3.75 \text{ m Altura libre}$$

$$H_{tot} = H_{tapada} + H_{tapa} + H_{libre} = 2 \text{ m} + 85 \text{ cm} + 3.75 \text{ m} = 6.6 \text{ m Altura total}$$

$$H_{ficha} = 0 \text{ m Altura de ficha}$$

Muro colado

$$B = 1 \text{ m Ancho de muro considerado}$$

$$e_{muro} = 40 \text{ cm Espesor de muro}$$

Suelo

$$k_0 = 0.5 \text{ Coeficiente de empuje en reposo}$$

$$\gamma = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ Densidad del suelo}$$



$$H_{empuje} = H_{libre} = 3.75 \text{ m Altura efectiva del empuje}$$

Presion suelo

$$p_{suelo,min} = k_0 \cdot \gamma \cdot (H_{tapada} + H_{tapa}) \cdot B = 0.5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot (2 \text{ m} + 85 \text{ cm}) \cdot 1 \text{ m} = 25.65 \text{ kN/m}$$

$$p_{suelo,max} = k_0 \cdot \gamma \cdot H_{tot} \cdot B = 0.5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 6.6 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 59.4 \text{ kN/m}$$

Presion sobrecarga

$$p_{SC} = k_0 \cdot 10 \text{ kPa} \cdot B = 0.5 \cdot 10 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ m} = 5 \text{ kN/m}$$

Empuje suelo

$$H = H_{empuje} = 3.75 \text{ m}$$

$$E_{suelo} = \frac{p_{suelo,max} + p_{suelo,min}}{2} \cdot H = \frac{59.4 \text{ kN/m} + 25.65 \text{ kN/m}}{2} \cdot 3.75 \text{ m} = 159.47 \text{ kN}$$

$$E_{SC} = p_{SC} \cdot H = 5 \text{ kN/m} \cdot 3.75 \text{ m} = 18.75 \text{ kN}$$

Momentos

$$M_{suelo} = E_{suelo} \cdot x_{suelo} = 159.47 \text{ kN} \cdot 2.12 \text{ m} = 338.55 \text{ kNm}$$

$$M_{SC} = E_{SC} \cdot x_{SC} = 18.75 \text{ kN} \cdot 1.88 \text{ m} = 35.16 \text{ kNm}$$

Empuje pasivo

$$E_p = \frac{3 \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} \cdot H_{ficha}^2}{2} = \frac{3 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 1 \text{ m} \cdot 0 \text{ m}^2}{2} = 0 \text{ kN}$$

$$M_p = E_p \cdot \left(H_{empuje} + \frac{2}{3} \cdot H_{ficha} \right) = 0 \text{ kN} \cdot \left(3.75 \text{ m} + \frac{2}{3} \cdot 0 \text{ m} \right) = 0 \text{ kNm}$$

Momento de diseño

$$M_d = 1.5 \cdot (M_{suelo} + M_{SC}) - M_p = 1.5 \cdot (338.55 \text{ kNm} + 35.16 \text{ kNm}) - 0 \text{ kNm} = 560.57 \text{ kNm}$$

Parametros calculo armadura

$$r_{geom} = 75 \text{ mm}$$

$$\emptyset_b = 25 \text{ mm}$$

$$r_{mec} = r_{geom} + \frac{\emptyset_b}{2} = 75 \text{ mm} + \frac{25 \text{ mm}}{2} = 87.5 \text{ mm}$$

Calculo de armadura requerida en el empotramiento

Coefficiente de seguridad del hormigón $\gamma_{cc} = 1.5$

Coefficiente de seguridad del acero $\gamma_s = 1.15$



$$f_{cd} = \frac{35 \text{ MPa}}{\gamma_{cc}} = \frac{35 \text{ MPa}}{1.5} = 23.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{500 \text{ MPa}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

Cuantía mínima geométrica $\rho_{min.g} = 0.0028 = 2.8 \text{ ‰}$

Cuantía mínima mecánica $\rho_{min.m} = \frac{0.04 \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.04 \cdot 23.33 \text{ MPa}}{434.78 \text{ MPa}} = 2.15 \text{ ‰}$

Canto útil $d = e_{muro} - r_{mec} = 40 \text{ cm} - 87.5 \text{ mm} = 31.25 \text{ cm}$

Capacidad del hormigón $U_0 = f_{cd} \cdot B \cdot d = 23.33 \text{ MPa} \cdot 1 \text{ m} \cdot 31.25 \text{ cm} = 7291.67 \text{ kN}$

Momento adimensional $\mu_d = \frac{M_d}{U_0 \cdot d} = \frac{560.57 \text{ kNm}}{7291.67 \text{ kN} \cdot 31.25 \text{ cm}} = 0.246$

Cuantía mecánica necesaria $\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_d} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.246} = 0.287$

Capacidad de acero necesaria $U_{s1} = \omega \cdot U_0 = 0.287 \cdot 7291.67 \text{ kN} = 2094.68 \text{ kN}$

Armadura necesaria $A_{s1} = \frac{U_{s1}}{f_{yd}} = \frac{2094.68 \text{ kN}}{434.78 \text{ MPa}} = 48.18 \text{ cm}^2$

Armadura mínima geométrica $A_{s.ming} = \rho_{min.g} \cdot B \cdot e_{muro} = 2.8 \text{ ‰} \cdot 1 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = 11.2 \text{ cm}^2$

Armadura mínima mecánica $A_{s.minm} = \rho_{min.m} \cdot B \cdot e_{muro} = 2.15 \text{ ‰} \cdot 1 \text{ m} \cdot 40 \text{ cm} = 8.59 \text{ cm}^2$

Armadura necesaria $A_s = \max(A_{s1}; A_{s.ming}; A_{s.minm}) = \max(48.18 \text{ cm}^2; 11.2 \text{ cm}^2; 8.59 \text{ cm}^2) = 48.18 \text{ cm}^2$

$$A_s = \frac{A_s}{m} = \frac{48.18 \text{ cm}^2}{m} = 48.18 \text{ cm}^2 / m$$

$$\emptyset_b = 25 \text{ mm}$$

$$A_{db} = \frac{\pi \cdot \emptyset_b^2}{4} = \frac{3.14 \cdot (25 \text{ mm})^2}{4} = 490.87 \text{ mm}^2$$

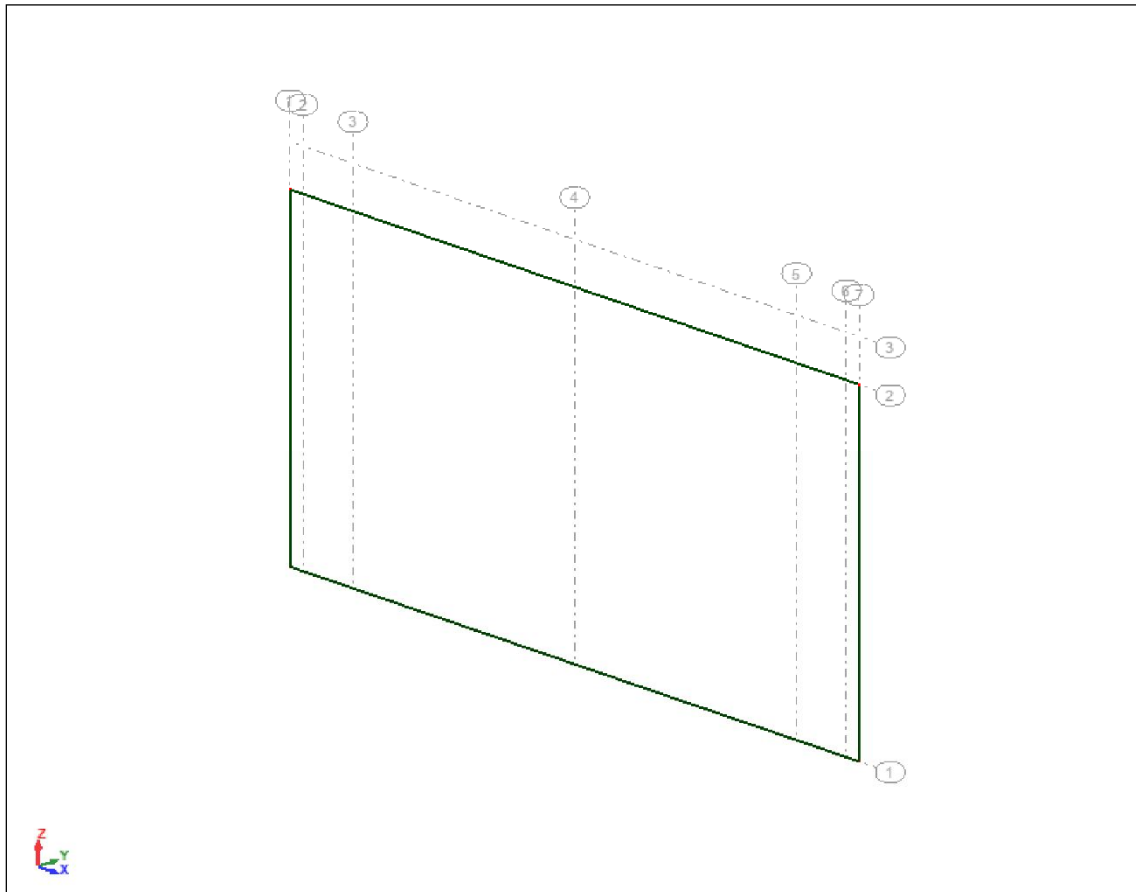
$$sep = \frac{A_{db}}{A_s} = \frac{490.87 \text{ mm}^2}{48.18 \text{ cm}^2 / m} = 10.19 \text{ cm}$$

Es posible armar el nudo, por lo cual la máxima longitud libre del hastial sin anclajes es de 3.75 metros

B. Análisis Sección tipo simple, tapada mínima

Se presenta el modelo realizado en Robot Structural Analysis para evaluar los esfuerzos en los elementos que conforman el tunel

B.1. Vista de la estructura



B.2. Datos - Nudos

Nudo	X (m)	Z (m)	Apoyo - código	Apoyo
1	-4,550	-0,575		
2	4,550	-0,575		
3	-4,550	-5,125	eel	Resorte X
4	4,550	-5,125	eel	Resorte X



B.3. Datos - Barras

Barra	Nudos	Nudo 2	Sección
1	1	2	B R100x85
2	3	4	B R100x25
3	3	1	S R100x40
4	4	2	S R100x40

Barra	Material	Longitud (m)
1	HA - 25	9,100
2	HA - 25	9,100
3	HORMIGON	4,550
4	HORMIGON	4,550

Barra	Gama (Deg)	Tipo
1	0,0	Viga de hormigón armado
2	0,0	Viga de hormigón armado
3	0,0	Viga de hormigón armado
4	0,0	Viga de hormigón armado

B.4. Datos - Secciones

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)
B R100x85	1	8500,00	7083,33



Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm ²)	SY (cm ²)
B R100x25	2	2500,00	2083,33
S R100x40	3 4	4000,00	3333,33

Nombre de la sección	SZ (cm ²)	IX (cm ⁴)
B R100x85	7083,33	10033547,70
B R100x25	2083,33	438772,62
S R100x40	3333,33	1595952,02

Nombre de la sección	IY (cm ⁴)	IZ (cm ⁴)
B R100x85	5117708,33	7083333,33
B R100x25	130208,33	2083333,33
S R100x40	533333,33	3333333,33

B.5. Datos - Materiales

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m ³)	Re (MPa)
1	HA - 25	24850,00	10400,00	0,20	0,00	24,53	25,00
2	HORMIGON	24850,00	10400,00	0,20	0,00	24,53	25,00

B.6. Datos - Apoyos

Nombre del apoyo	Lista de nudos	Lista de bordes
Resorte X	3 4	



Nombre del apoyo	Lista de objetos	Condiciones de apoyo
Resorte X		KX=5,00 (kN/m) KZ=75000,00 (kN/m)

B.7. Datos - Plantas

Planta	Nombre	Lista	Color
--------	--------	-------	-------

Planta	Lx (m)	Ly (m)	ex1 (m)	ey1 (m)
--------	--------	--------	---------	---------

B.8. Cargas - Casos

Caso	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
1		PP	permanente	Estático no lineal
2		E Suelo	explotación	Estático no lineal
3		E SCU	explotación	Estático no lineal
4		SCU NTN 1	explotación	Estático no lineal
5		SCU NTN 2	explotación	Estático no lineal
6		SCU NTN 3	explotación	Estático no lineal
7		SCU NTN 4	explotación	Estático no lineal
8		SCU NTN 5	explotación	Estático no lineal
9		SCU Solera	explotación	Estático no lineal
10		COMB1	permanente	Combinación N-L
11		COMB2	permanente	Combinación N-L
12		COMB3	permanente	Combinación N-L



Caso	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
13		COMB5	permanente	Combinación N-L
14		COMB6	permanente	Combinación N-L
15		COMB7	permanente	Combinación N-L

B.9. Cargas - Valores

#	Caso	Tipo de carga	Lista
1	1	peso propio	1A4
2	2	carga trapezoidal (2p)	3
3	2	carga trapezoidal (2p)	4
4	2	sobrecarga uniforme	
24	2	sobrecarga uniforme	1
37	2	fuerza nodal	3
33	3	sobrecarga uniforme	3
34	3	sobrecarga uniforme	4
35	4	sobrecarga uniforme	1
5	5	fuerza sobre barra	1
6	5	fuerza sobre barra	1
7	6	fuerza sobre barra	1
8	6	fuerza sobre barra	1
9	7	fuerza sobre barra	1
10	7	fuerza sobre barra	1
11	8	fuerza sobre barra	1
12	8	fuerza sobre barra	1



#	Caso	Tipo de carga	Lista
13	8	fuerza sobre barra	1
14	9	sobrecarga uniforme	2

#	Valores de carga
1	PZ Menos Coef=1,00
2	PX2=5,17(kN/m) PX1=46,13(kN/m) X2=1,000 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	PX2=-5,17(kN/m) PX1=-46,13(kN/m) X2=1,000 X1=0,0 global no proyectadas relativa
4	PZ=-36,00(kN/m)
24	PZ=-2,70(kN/m)
37	FX=0,0(kN) FZ=0,0(kN) Beta=0,0(Deg)
33	PX=5,00(kN/m)
34	PX=-5,00(kN/m)
35	PZ=-10,00(kN/m)
5	FZ=-97,50(kN) X=5,800(m)
6	FZ=-97,50(kN) X=3,300(m)
7	FZ=-97,50(kN) X=1,000(m)
8	FZ=-97,50(kN) X=3,000(m)
9	FZ=-97,50(kN)
10	FZ=-97,50(kN) X=2,000(m)
11	FZ=-97,50(kN) X=4,550(m)
12	FZ=-97,50(kN) X=3,050(m)
13	FZ=-97,50(kN) X=6,050(m)
14	PZ=-10,00(kN/m)



B.10. Combinaciones

Combinación	Nombre	Tipo de análisis
10	COMB1	Combinación N-L
11	COMB2	Combinación N-L
12	COMB3	Combinación N-L
13	COMB5	Combinación N-L
14	COMB6	Combinación N-L
15	COMB7	Combinación N-L

Combinación	Tipo de combinación
10	ELU
11	ELU
12	ELU
13	ELU
14	ELU
15	ELU

Combinación	Naturaleza de caso
10	permanente
11	permanente
12	permanente
13	permanente
14	permanente
15	permanente

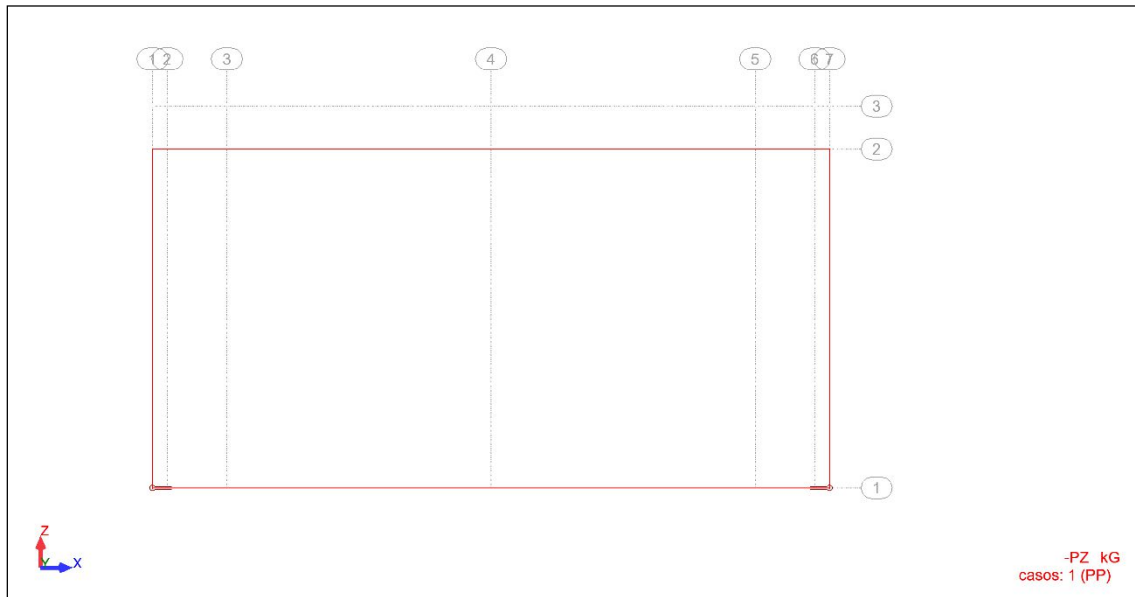
Combinación	Definición
10	1*1.35+2*1.50



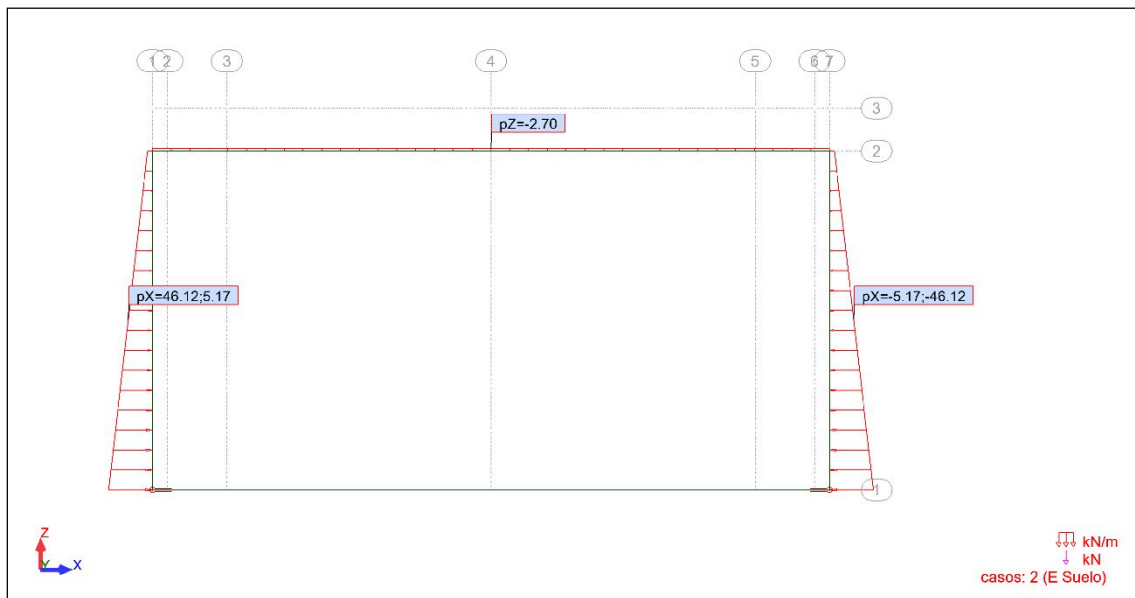
Combinación	Definición
11	$1*1.35+(2+3+4)*1.50$
12	$1*1.35+(2+3+5)*1.50$
13	$1*1.35+(2+3+7)*1.50$
14	$1*1.35+(2+3+8)*1.50$
15	$1*1.35+(2+3+9)*1.50$



B.11.Vista - casos: 1 (PP)

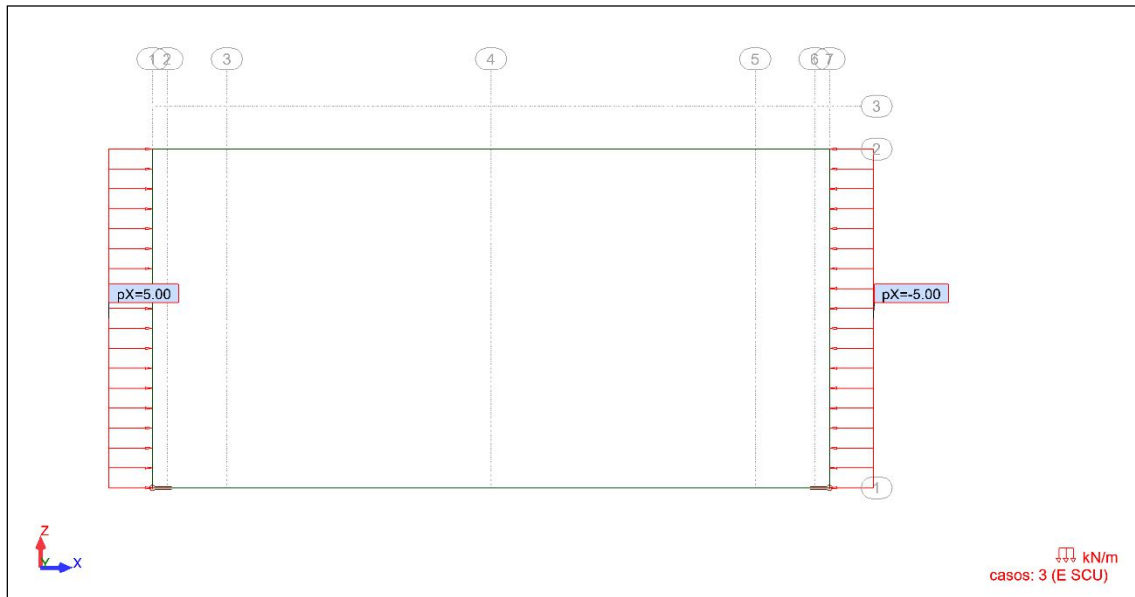


B.12.Vista - casos: 2 (E Suelo)

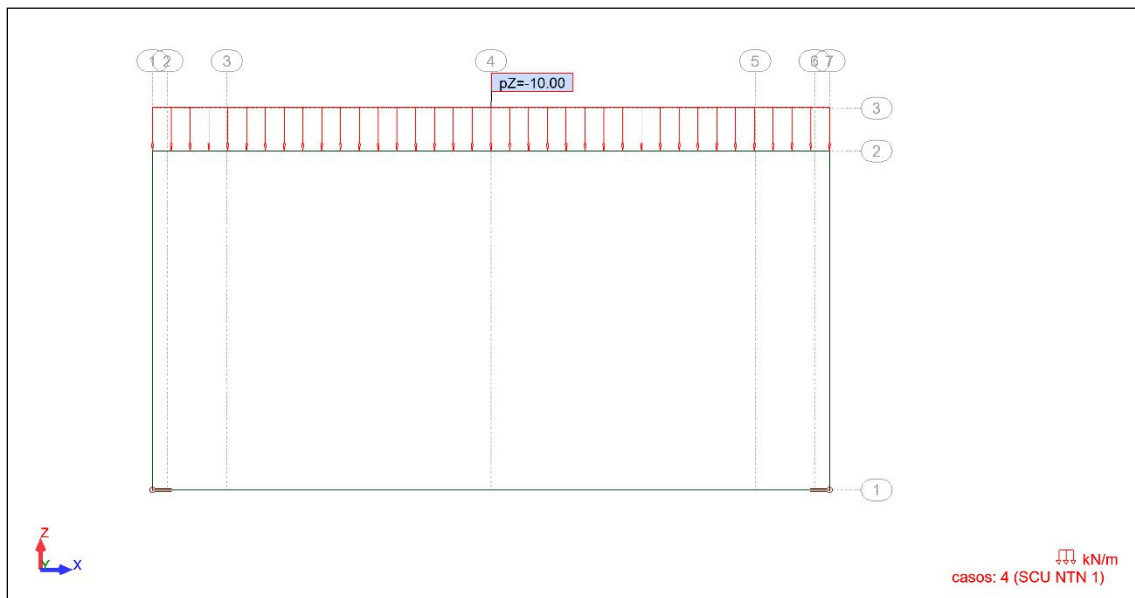




B.13. Vista - casos: 3 (E SCU)

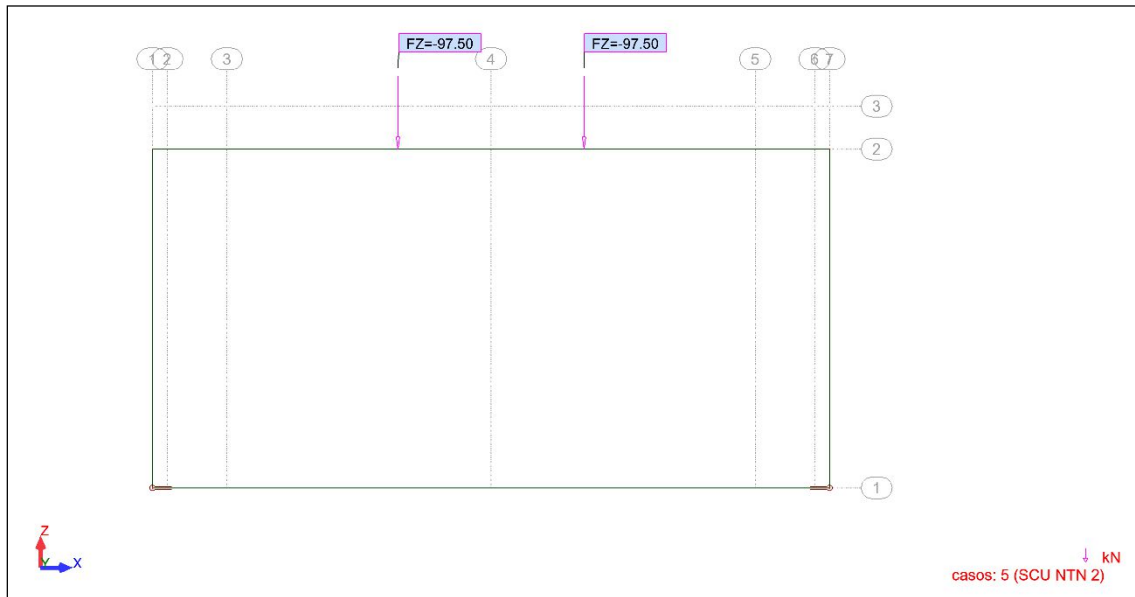


B.14. Vista - casos: 4 (SCU NTN 1)

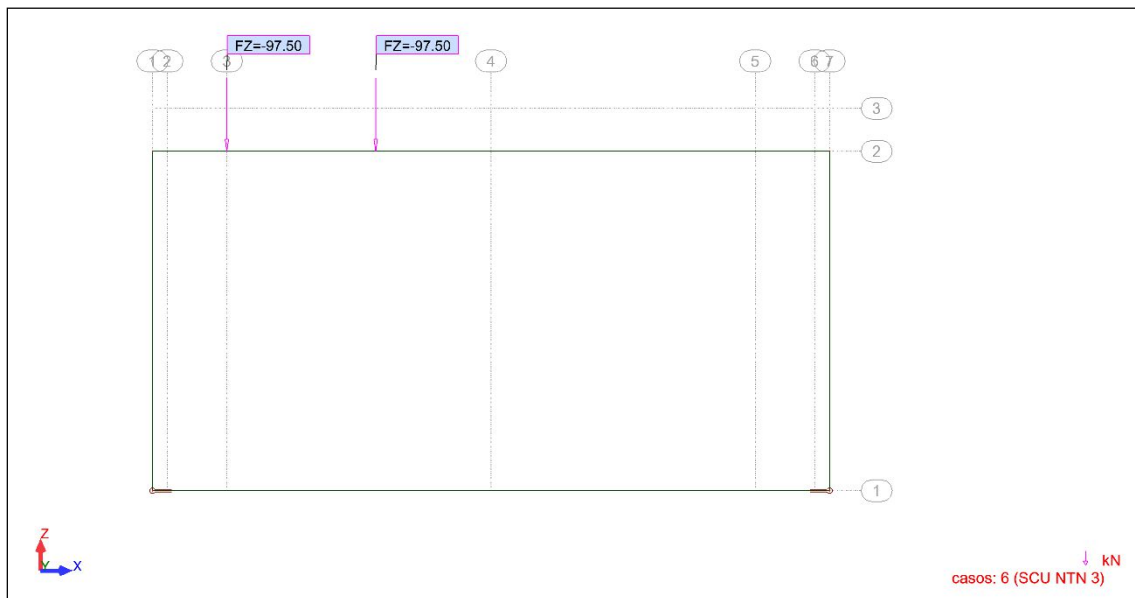




B.15. Vista - casos: 5 (SCU NTN 2)

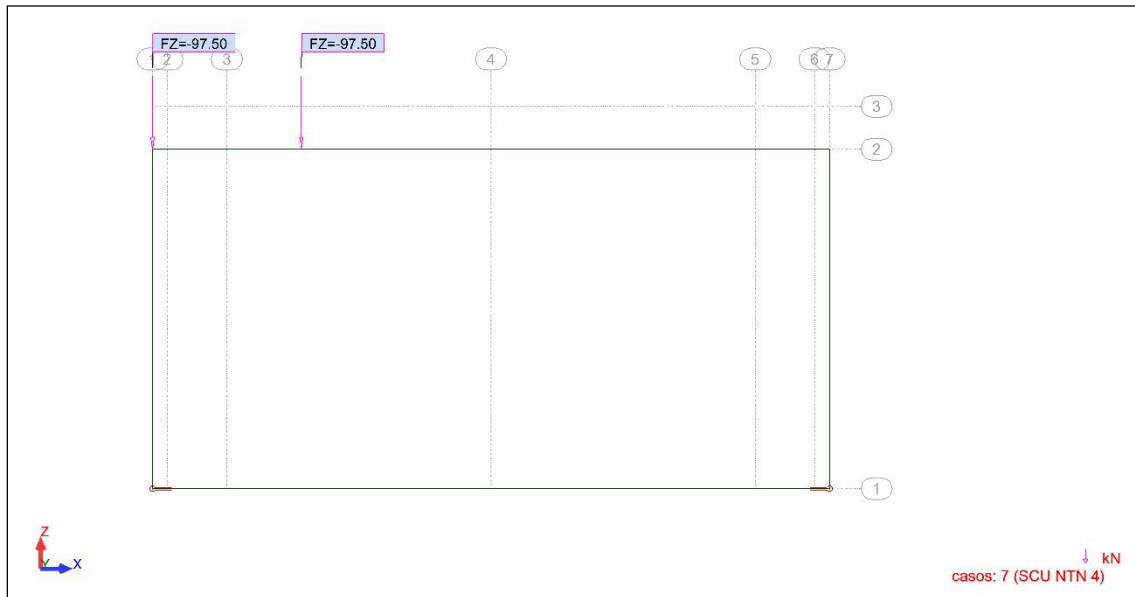


B.16. Vista - casos: 6 (SCU NTN 3)

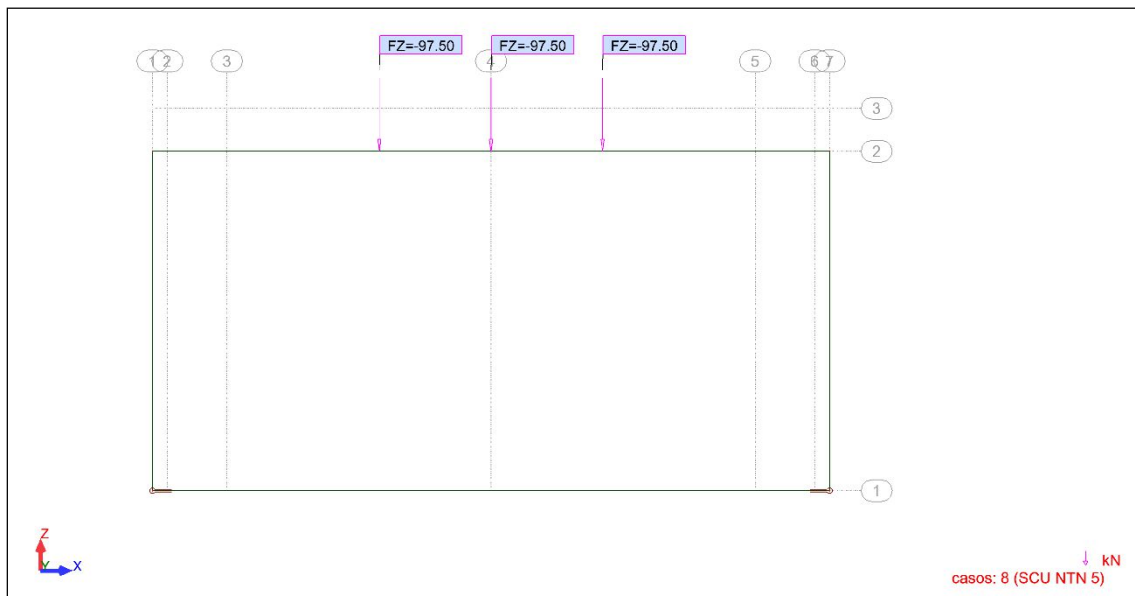




B.17.Vista - casos: 7 (SCU NTN 4)

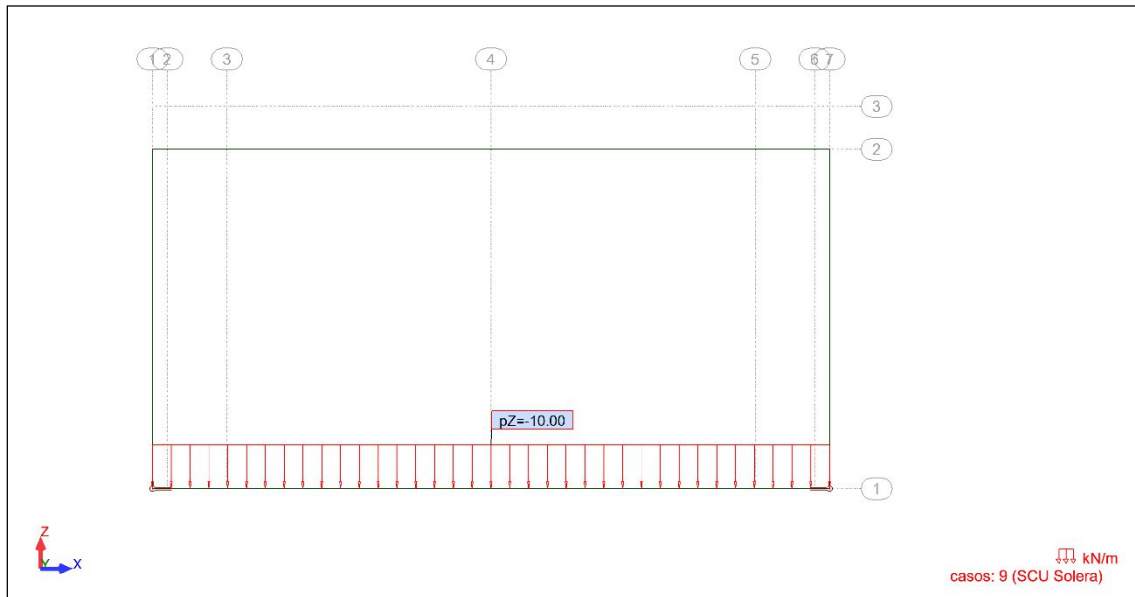


B.18.Vista - casos: 8 (SCU NTN 5)

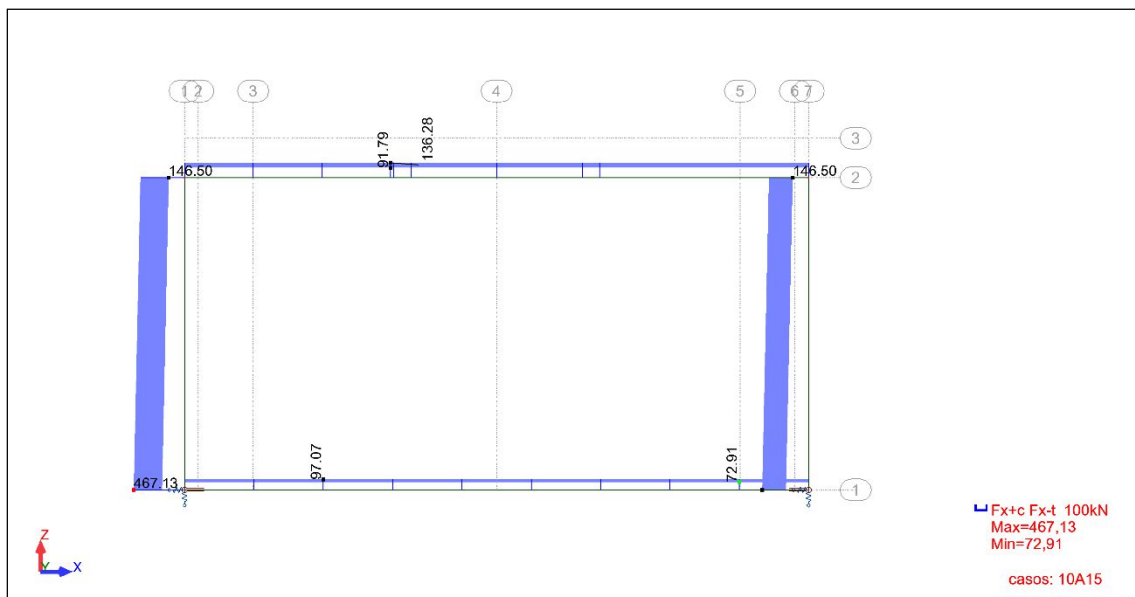




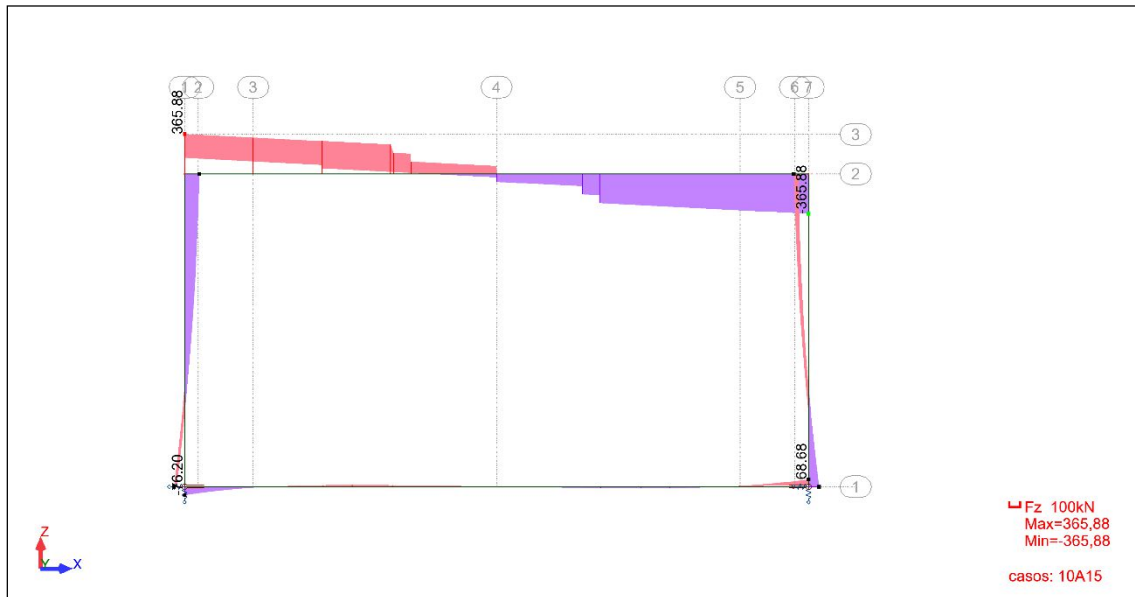
B.19. Vista - casos: 9 (SCU Solera)



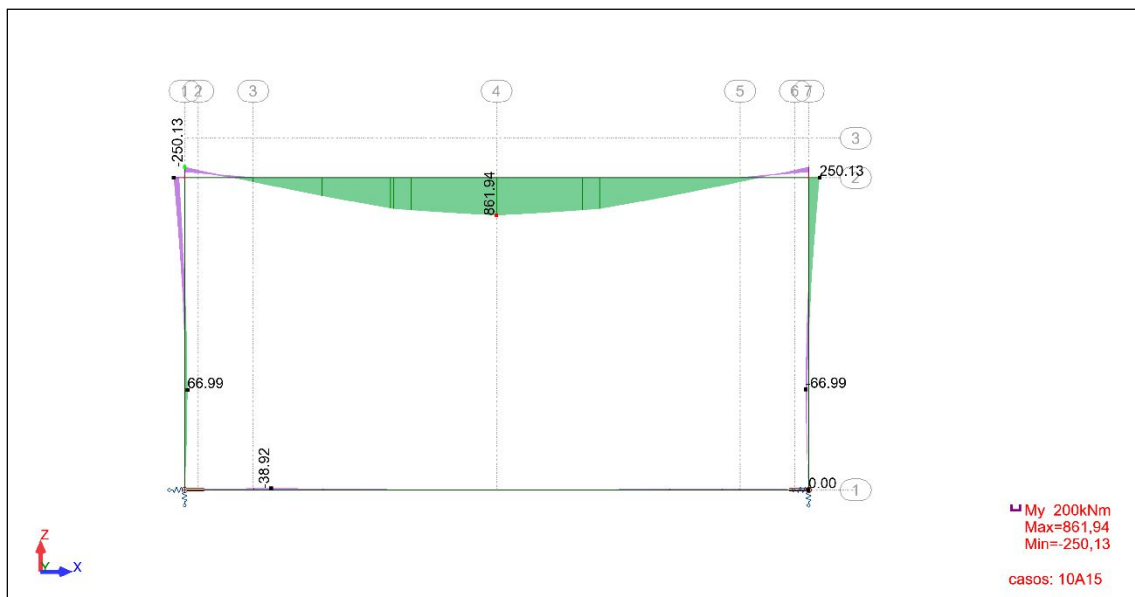
B.20. Vista - FX; casos: 10A15



B.21.Vista - Fz; casos: 10A15



B.22.Vista - MY; casos: 10A15



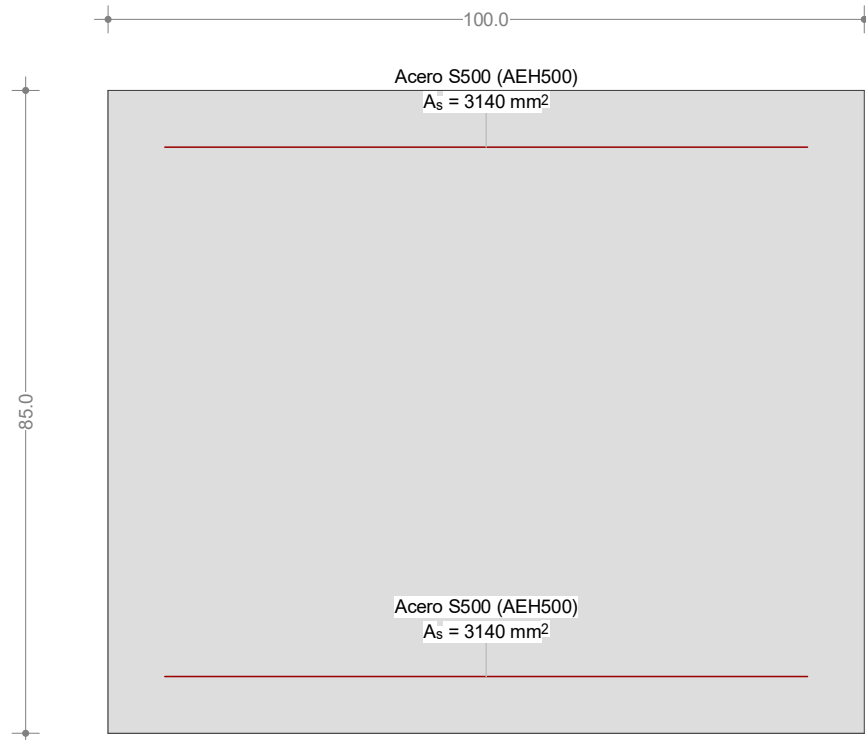


B.23.Verificaciones seccionales

B.23.1. Flexión – Losa superior

Sección transversal 1. Losa superior: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0



Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	85.0	4	0	85.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.8500	Ix	0.099810
Ay	-	Iy	0.051177
Az	-	Iz	0.070833
		ys	50.0
		zs	42.5
		β	0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.8500			0.8500	2.5	2125.0

Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

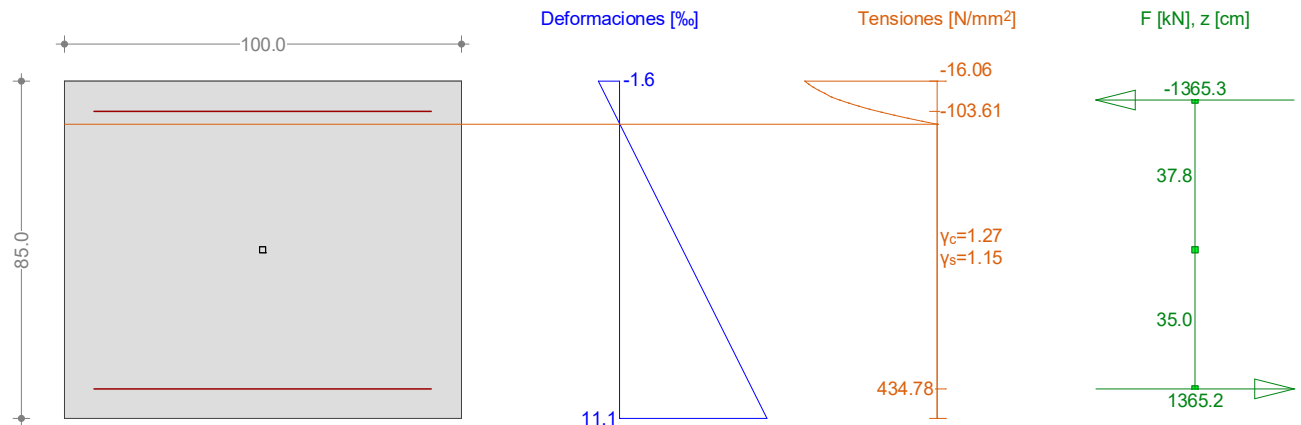
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 6280 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.7 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	77.5	92.5	77.5	3140
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	7.5	92.5	7.5	3140

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión unicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :19.1

Sección transversal 1. Losa superior: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.15



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-250.1	0	3.973	
2	B:Estado límite último	0	861.9	0	1.153	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	85.0	-1.6	-16.06	1.50
CS1	H250	0	0	11.1	0	1.50
RE1	AEH500	7.5	77.5	-0.5	-103.61	1.15
RE2	AEH500	7.5	7.5	10.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-250.1	0	3.973	
2	B:Estado límite último	0	861.9	0	1.153	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm		Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
	Hormigón	Ac.p.	ε _{cu.c} [‰]	ε _{cu.b} [‰]	ε _{su} [‰]		σ _{s.adm} [N/mm ²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]
B	2 / 0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.27	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	85.0	-1.6	-16.06	1.50
CS1	H250	0	0	11.1	0	1.50
RE1	AEH500	7.5	77.5	-0.5	-103.62	1.15
RE2	AEH500	7.5	7.5	10.0	434.78	1.15



Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 2)

N [kN]	Fuerzas internas		Deformación y curvatura			Valores rigidez		
	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km-1]	χ_z [km-1]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.1	993.6	-0.0	4.8	15.0	0.0	18.26	66281.61	1.019E+5

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 2)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-1039.9	-325.4	-1365.3	$M_c =$	-515.8	$z_c =$	37.8	$x_c =$	10.8
Tensión F_s	0	1365.2	1365.2	$M_s =$	-477.8	$z_s =$	35.0	$h =$	77.5
N =			-0.1	M =	-993.6	$z =$	72.8	$x/h =$	0.139

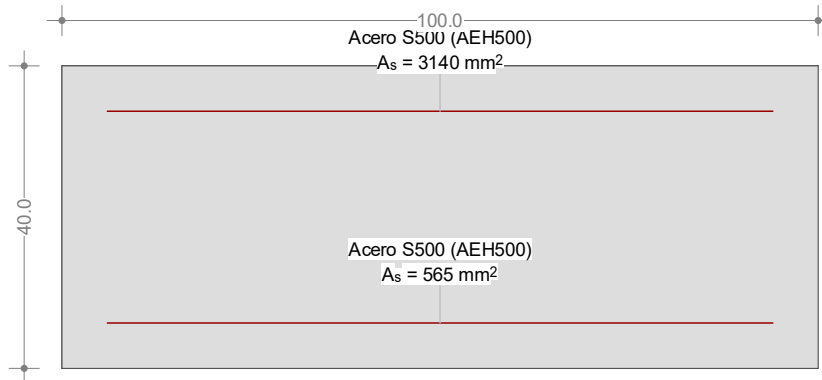


B.23.2. Flexión – Hastiales

Sección transversal 3. Hastial secc inf: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0

Exterior



Interior

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C25	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	40.0	4	0	40.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN]

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.4000	I_x 0.015969	y_s 50.0
Ay	-	I_y 0.005333	z_s 20.0
Az	-	I_z 0.033333	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi}^+ [m²]	menos	A_{xi}^- [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.4000			0.4000	2.5	1000.0

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 3705 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.9 \%$

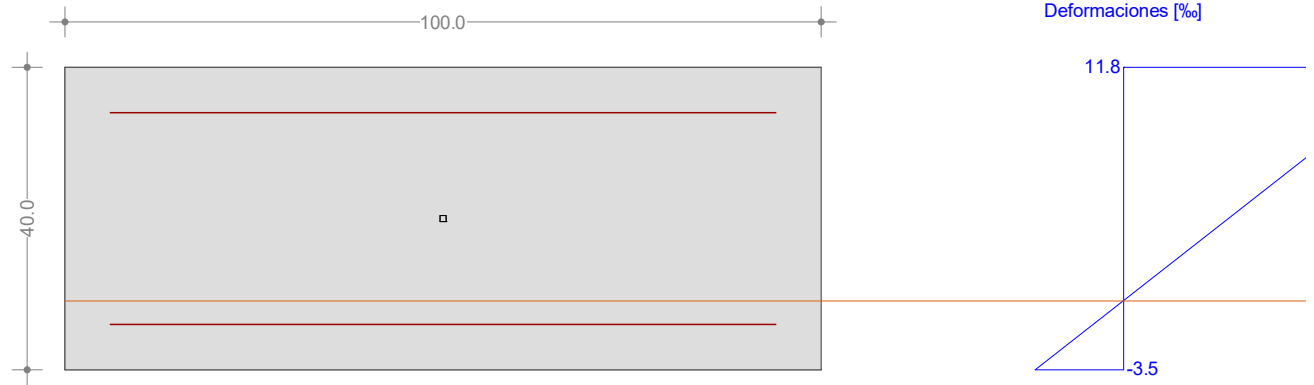
Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	34.0	94.0	34.0	3140
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	565

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión únicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :10.0 (-0.07,-0.17..1.63,0.62)

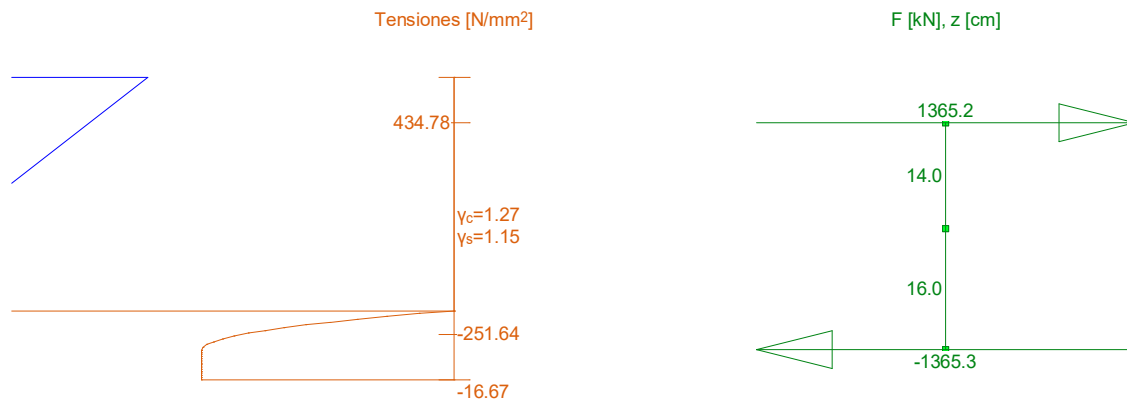
Sección transversal 3. Hastial secc inf: Carga última (Estado límite último);My=-250.0; Factor de carga última: 1.64

Exterior



Interior

Sección transversal 3. Hastial secc inf: Carga última (Estado límite último);My=-250.0; Factor de carga última: 1.64 (1.63,-0.17..3.10,0.62)



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-250.0	0	1.638	

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.5	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	40.0	11.8	0	1.50
RE2	AEH500	94.0	6.0	-1.2	-251.64	1.15
RE1	AEH500	6.0	34.0	9.5	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-250.0	0	1.638	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			ε _{cu,c} [‰]	ε _{cu,b} [‰]	ε _{su} [‰]	σ _{s,adm} [N/mm ²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.27	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.5	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	40.0	11.8	0	1.50
RE2	AEH500	94.0	6.0	-1.2	-251.65	1.15
RE1	AEH500	6.0	34.0	9.5	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite

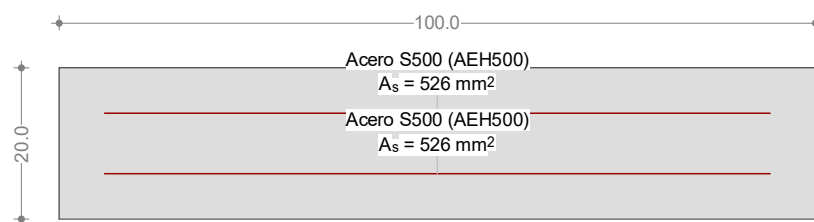
Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-0.0	-409.4	-0.0	4.2	-38.4	0.0	11.48	10671.69	4973.57

Esfuerzo interno como par de fuerzas

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-1223.1	-142.2	-1365.3	M _c =	-218.3	z _c =	16.0	x _c =	9.1
Tensión F _s	0	1365.2	1365.2	M _s =	-191.1	z _s =	14.0	h =	34.0
N =			-0.0	M =	-409.4	z =	30.0	x/h =	0.268

Sección transversal 6. Solera: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0

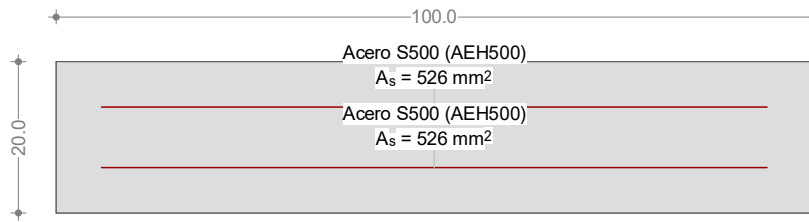




B.23.3. Flexión – Solera

Sección transversal 6. Solera: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0



Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	20.0	4	0	20.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN]

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.2000	I_x 0.002331	y_s 50.0
Ay	-	I_y 0.000667	z_s 10.0
Az	-	I_z 0.016667	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.2000			0.2000	2.5	500.0

Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA

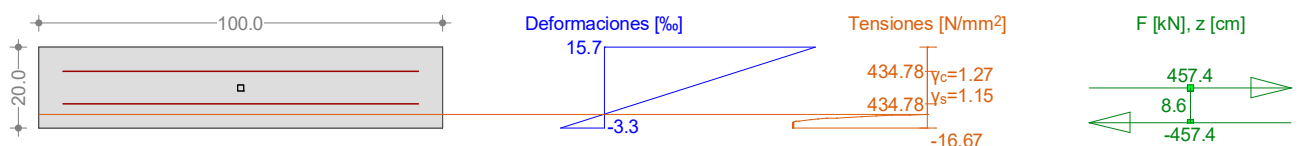
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 1052 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.5 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	14.0	94.0	14.0	526
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	526

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión unicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Sección transversal 6. Solera: Carga última (Estado límite último); $M_y = -38.0$; Factor de carga última: 1.03

Escala 1 :18.7



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-38.0	0	1.033	

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.3	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	20.0	15.7	0	1.50
RE2	AEH500	6.0	6.0	2.4	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-38.0	0	1.033	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ - ε -Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm ²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.27	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	-0.0	-3.3	-16.67	1.50
CS1	H250	0	20.0	15.7	0	1.50
RE2	AEH500	94.0	6.0	2.4	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.0	-39.3	0.0	6.2	-94.8	-0.0	4.28	414.26	52415.73

Esfuerzo interno como par de fuerzas

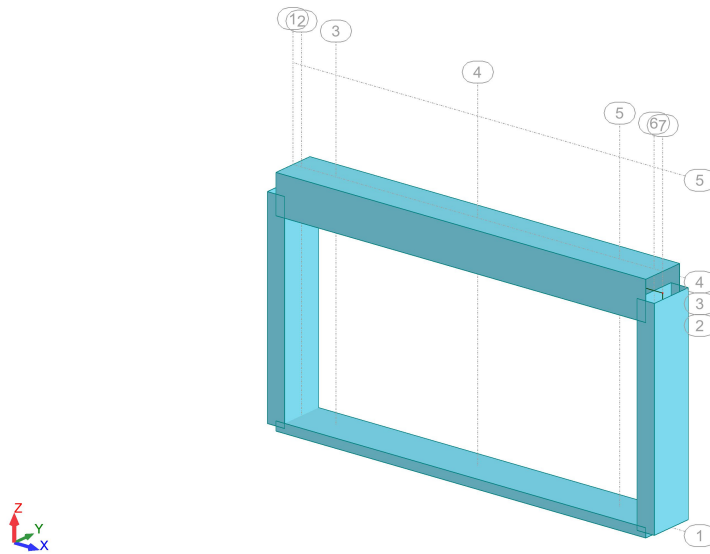
	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-457.4	0	-457.4	$M_c =$	-39.3	$z_c =$	8.6	$x_c =$	3.4
Tensión F_s	0	457.4	457.4	$M_s =$	0	$z_s =$	0	$h =$	10.0
N =			-0.0	M =	-39.3	z =	8.6	x/h =	0.345



C. Análisis Sección tipo simple, tapada máxima

Se presenta el modelo realizado en Robot Structural Analysis para evaluar los esfuerzos en los elementos que conforman el túnel

C.1. Vista de la estructura



C.2. Datos - Nudos

Nudo	X (m)	Z (m)	Apoyo - código	Apoyo
1	-4,300	-2,425		
2	4,300	-2,425		
3	-4,300	-6,975	eel	Resorte X
4	4,300	-6,975	eel	Resorte X

C.3. Datos - Barras



Barra	Nudos	Nudo 2	Sección
1	1	2	B R100x85
2	3	4	V 100x20
3	3	1	S R100x40
4	4	2	S R100x40

Barra	Material	Longitud (m)
1	HA - 25	8,600
2	HORMIGON	8,600
3	HORMIGON	4,550
4	HORMIGON	4,550

Barra	Gama (Deg)	Tipo
1	0,0	Viga de hormigón armado
2	0,0	Viga de hormigón armado
3	0,0	Viga de hormigón armado
4	0,0	Viga de hormigón armado

C.4. Datos - Secciones

Nombre de la sección	Lista de barras	SX (cm2)	SY (cm2)
B R100x85	1	8500,00	7083,33
V 100x20	2	2000,00	1666,67
S R100x40	3 4	4000,00	3333,33

Nombre de la sección	SZ (cm2)	IX (cm4)
B R100x85	7083,33	10033547,70



Nombre de la sección	SZ (cm2)	IX (cm4)
V 100x20	1666,67	233054,37
S R100x40	3333,33	1595952,02

Nombre de la sección	IY (cm4)	IZ (cm4)
B R100x85	5117708,33	7083333,33
V 100x20	66666,67	1666666,67
S R100x40	533333,33	3333333,33

C.5. Datos - Materiales

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	HA - 25	24850,00	10400,00	0,20	0,00	24,53	25,00
2	HORMIGON	24850,00	10400,00	0,20	0,00	24,53	25,00

C.6. Datos - Apoyos

Nombre del apoyo	Lista de nudos	Lista de bordes
Resorte X	3 4	

Nombre del apoyo	Lista de objetos	Condiciones de apoyo
Resorte X		KX=5,00 (kN/m) KZ=75000,00 (kN/m)



C.7. Datos - Plantas

Planta	Nombre	Lista	Color
--------	--------	-------	-------

Planta	Lx (m)	Ly (m)	ex1 (m)	ey1 (m)
--------	--------	--------	---------	---------

C.8. Cargas - Casos

Caso	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
1	PERM1	PP	permanente	Estático no lineal
2	PERM2	E Suelo	permanente	Estático no lineal
3	PERM21	E SCU	explotación	Estático no lineal
4	PERM22	SCU interior	explotación	Estático no lineal
5	PERM221	SCU NTN	explotación	Estático no lineal
6	2	COMB1	permanente	Combinación N-L
7		COMB2	permanente	Combinación N-L
8		COMB3	permanente	Combinación N-L
9		COMB4	permanente	Combinación N-L

C.9. Cargas - Valores

#	Caso	Tipo de carga	Lista
1	1	peso propio	1A4
2	2	carga trapezoidal (2p)	3
3	2	carga trapezoidal (2p)	4



#	Caso	Tipo de carga	Lista
4	2	sobrecarga uniforme	1
37	2	fuerza nodal	3
33	3	sobrecarga uniforme	3
34	3	sobrecarga uniforme	4
36	4	sobrecarga uniforme	2
35	5	sobrecarga uniforme	1

#	Valores de carga
1	PZ Menos Coef=1,00
2	PX2=21,82(kN/m) PX1=62,77(kN/m) X2=1,000 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	PX2=-21,82(kN/m) PX1=-62,77(kN/m) X2=1,000 X1=0,0 global no proyectadas relativa
4	PZ=-36,00(kN/m)
37	FX=0,0(kN) FZ=0,0(kN) Beta=0,0(Deg)
33	PX=5,00(kN/m)
34	PX=-5,00(kN/m)
36	PZ=-10,00(kN/m)
35	PZ=-10,00(kN/m)

C.10. Combinaciones

Combinación	Nombre	Tipo de análisis
6	COMB1	Combinación N-L
7	COMB2	Combinación N-L
8	COMB3	Combinación N-L
9	COMB4	Combinación N-L



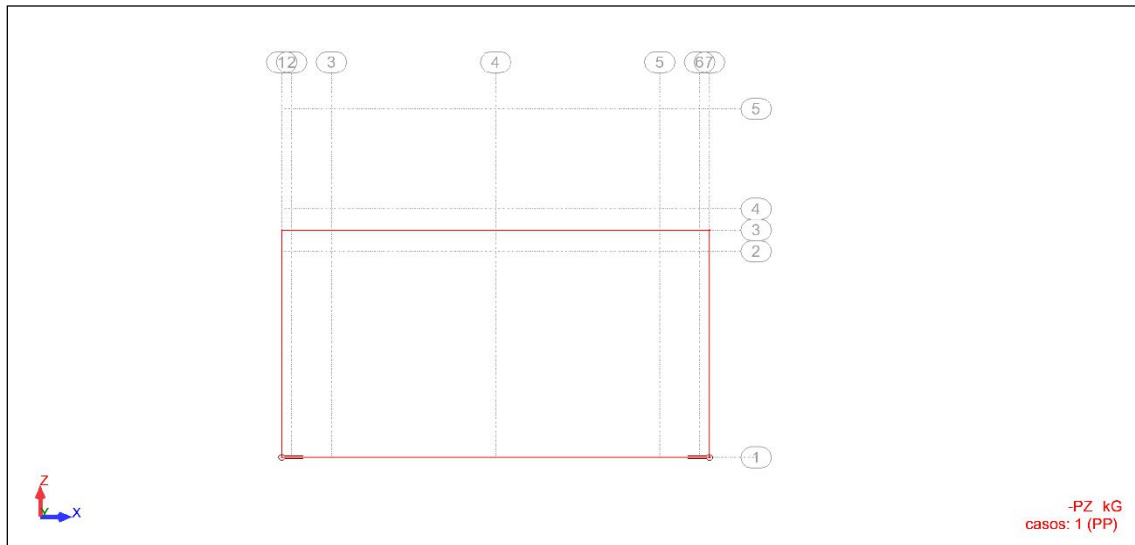
Combinación	Tipo de combinación
6	ELU
7	ELU
8	ELU
9	ELU

Combinación	Naturaleza de caso
6	permanente
7	permanente
8	permanente
9	permanente

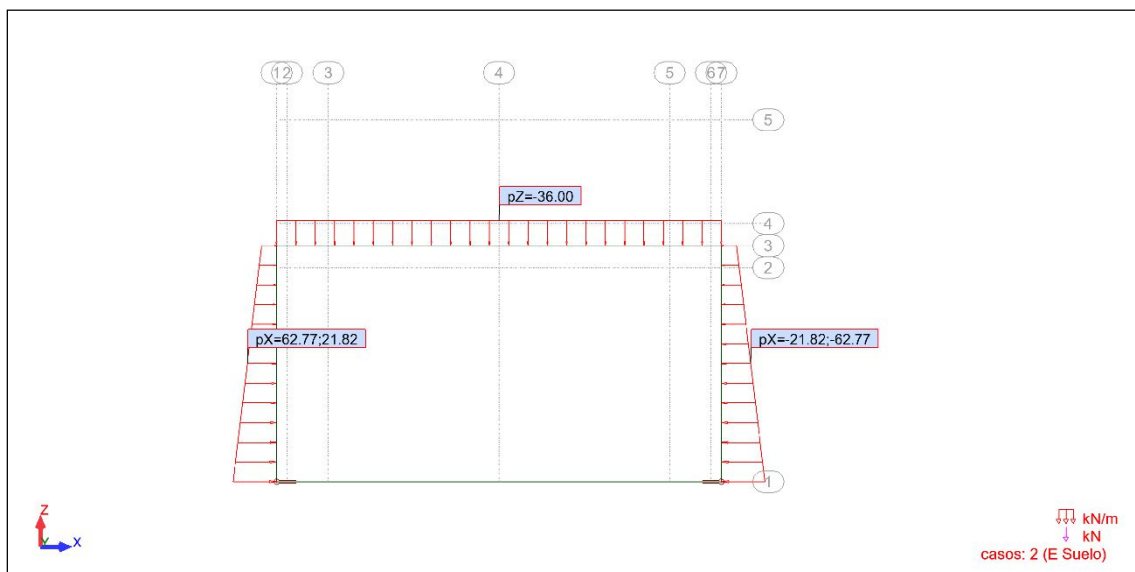
Combinación	Definición
6	$1*1.35+(2+3)*1.50$
7	$1*1.35+(2+3+4)*1.50$
8	$1*1.35+(2+3+5)*1.50$
9	$1*1.35+(2+3+4+5)*1.50$



C.11. Vista – casos: 1 (PP)

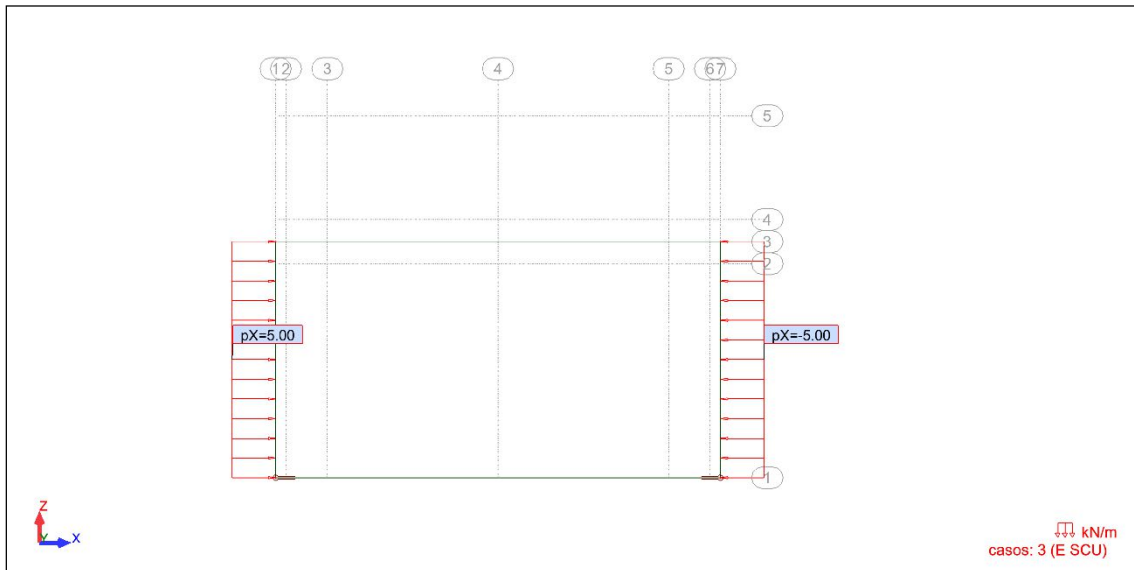


C.12. Vista - casos: 2 (E Suelo)

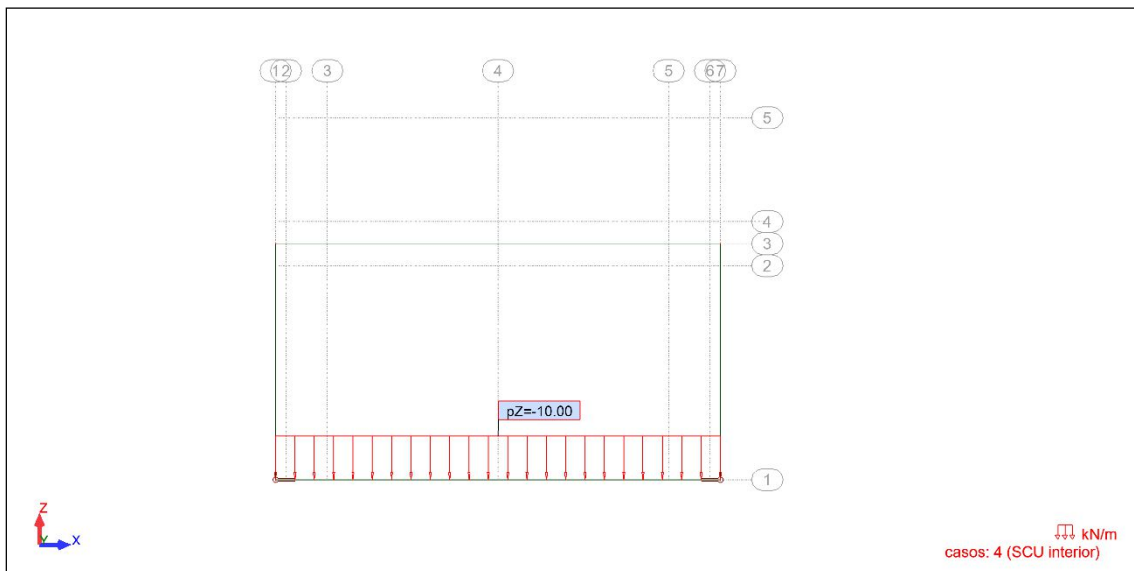




C.13. Vista - casos: 3 (E SCU)

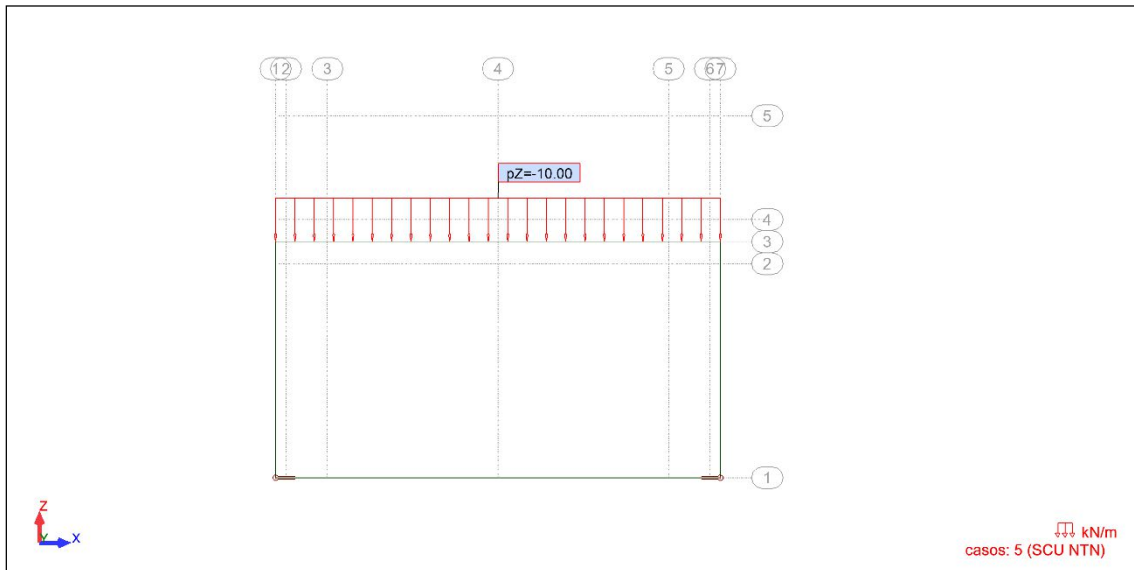


C.14. Vista - casos: 4 (SCU interior)

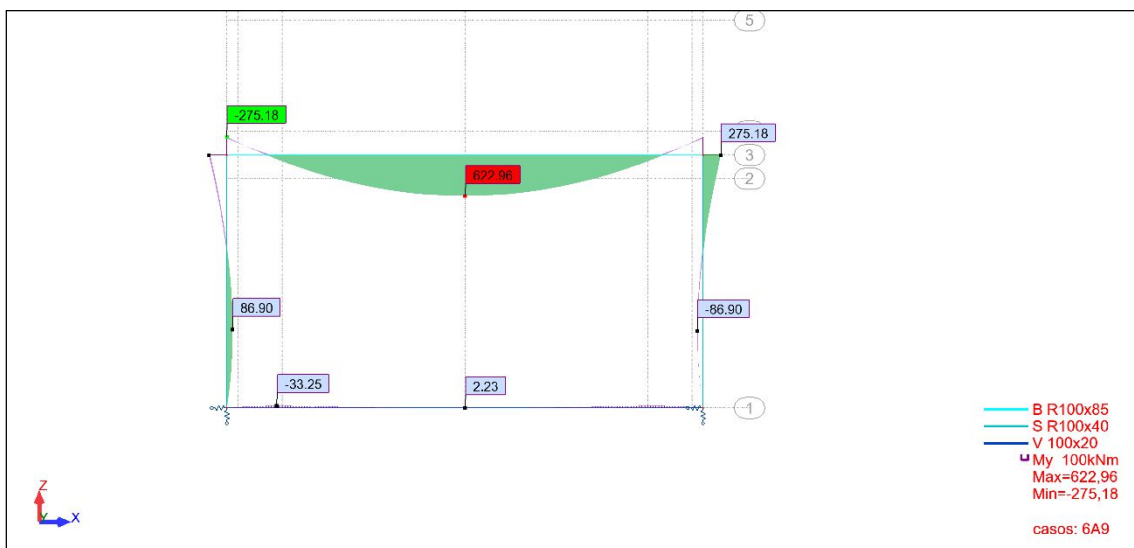




C.15. Vista - casos: 5 (SCU NTN)



C.16. Momentos - MY; casos: 6A9 2





C.17.Corte - FZ; casos: 6A9 2



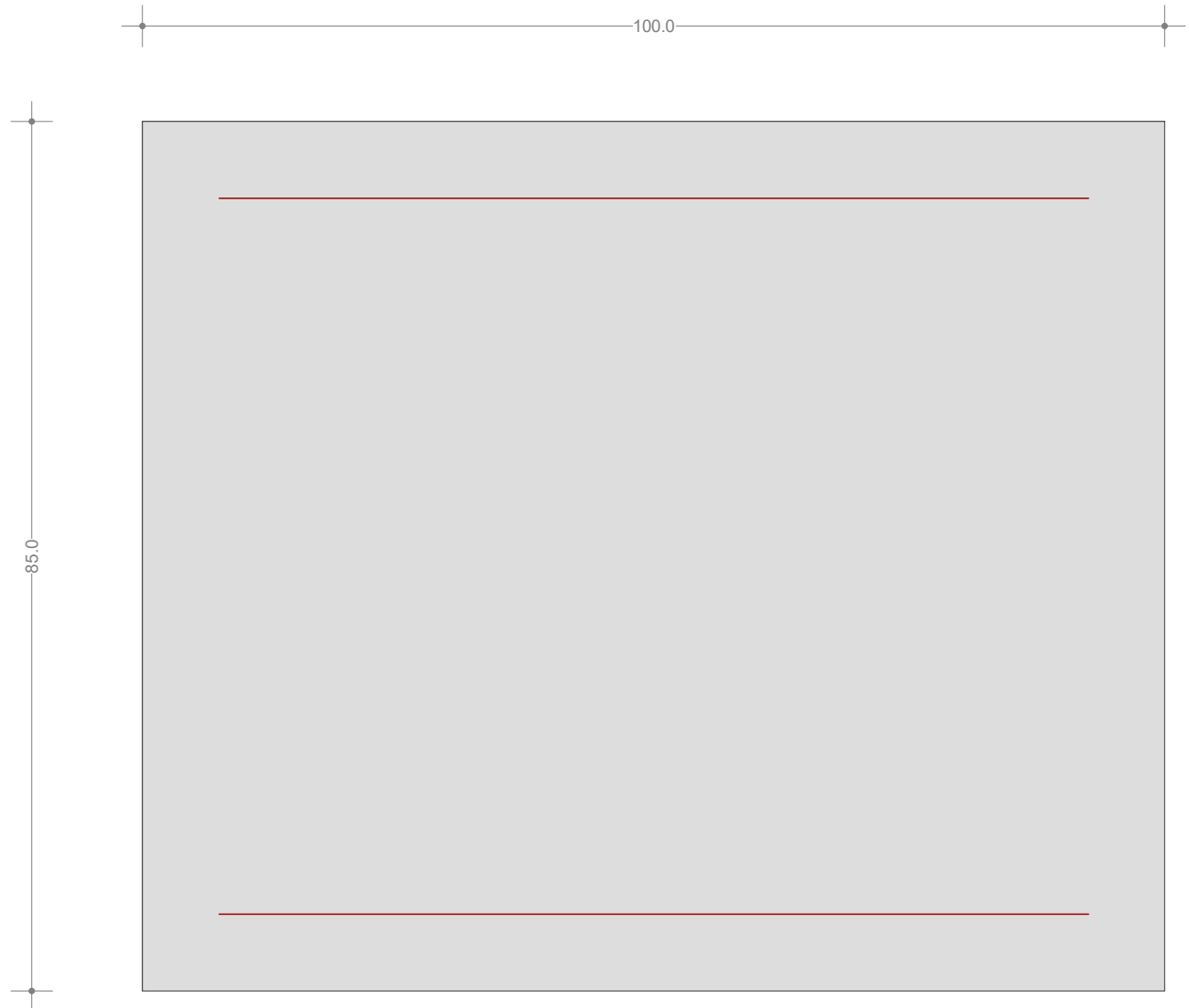


C.18. Verificaciones seccionales

C.18.1. Flexión – Losa superior

Sección transversal 1. Losa superior: Contorno, Armaduras

Escala 1 :6.8



Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	85.0	4	0	85.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m ²]		Momento de inercia [m ⁴]		Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.8500	Ix	0.099810	ys	50.0
Ay	-	Iy	0.051177	zs	42.5
Az	-	Iz	0.070833	β	0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m ²]	menos	A_{xi-} [m ²]	A_{xi} [m ²]	γ_i [t/m ³]	M_i [kg/m]
CS1	0.8500			0.8500	2.5	2125.0

Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

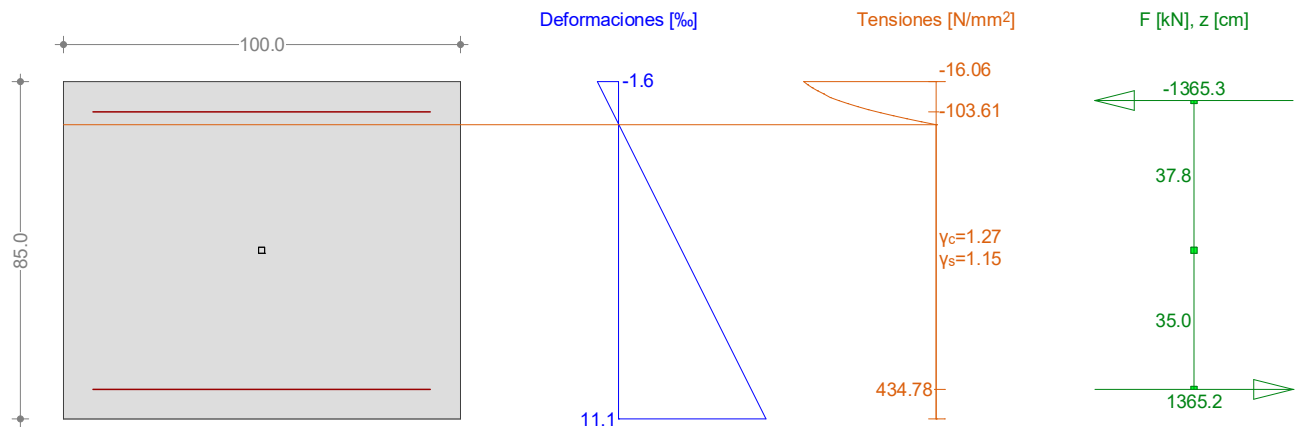
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 6280 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.7 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm ²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	77.5	92.5	77.5	3140
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	7.5	92.5	7.5	3140

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresión 2=dimensionar bajo tensión únicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :19.1

Sección transversal 1. Losa superior: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.59



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-275.2	0	3.610	
2	B:Estado límite último	0	623.0	0	1.595	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ϵ [%]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	85.0	-1.6	-16.06	1.50
CS1	H250	0	0	11.1	0	1.50
RE1	AEH500	7.5	77.5	-0.5	-103.61	1.15
RE2	AEH500	7.5	7.5	10.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-275.2	0	3.610	
2	B:Estado límite último	0	623.0	0	1.595	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			ε _{cu,c} [‰]	ε _{cu,b} [‰]	ε _{su} [‰]	σ _{s,adm} [N/mm ²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.27	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	85.0	-1.6	-16.06	1.50
CS1	H250	0	0	11.1	0	1.50
RE1	AEH500	7.5	77.5	-0.5	-103.62	1.15
RE2	AEH500	7.5	7.5	10.0	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 2)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-0.1	993.6	0.0	4.8	15.0	0.0	18.26	66281.61	7484.93

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 2)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-1039.9	-325.4	-1365.3	M _c =	-515.8	z _c =	37.8	x _c =	10.8
Tensión F _s	0	1365.2	1365.2	M _s =	-477.8	z _s =	35.0	h =	77.5
N =			-0.1	M =	-993.6	z =	72.8	x/h =	0.139

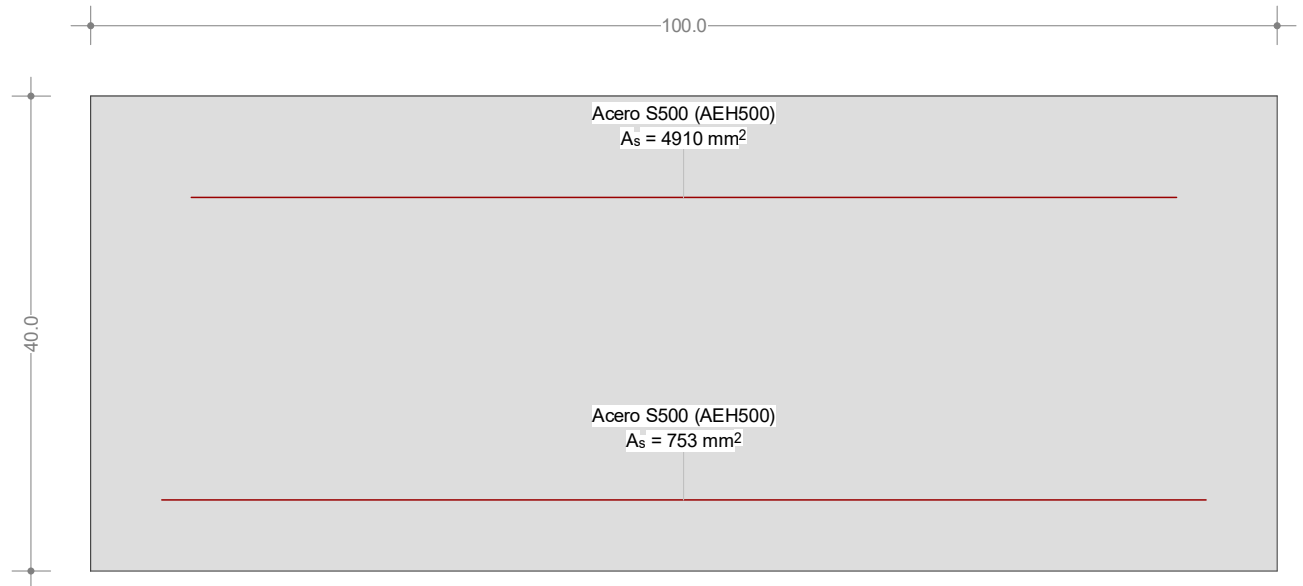


C.18.2. Flexión – Hastiales

Sección transversal 3. Hastial secc sup: Contorno, Armaduras

Escala 1 :6.4

Exterior



Interior

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	40.0	4	0	40.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
A_x	0.4000	I_x 0.015969	y_s 50.0
A_y	-	I_y 0.005333	z_s 20.0
A_z	-	I_z 0.033333	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.4000			0.4000	2.5	1000.0

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

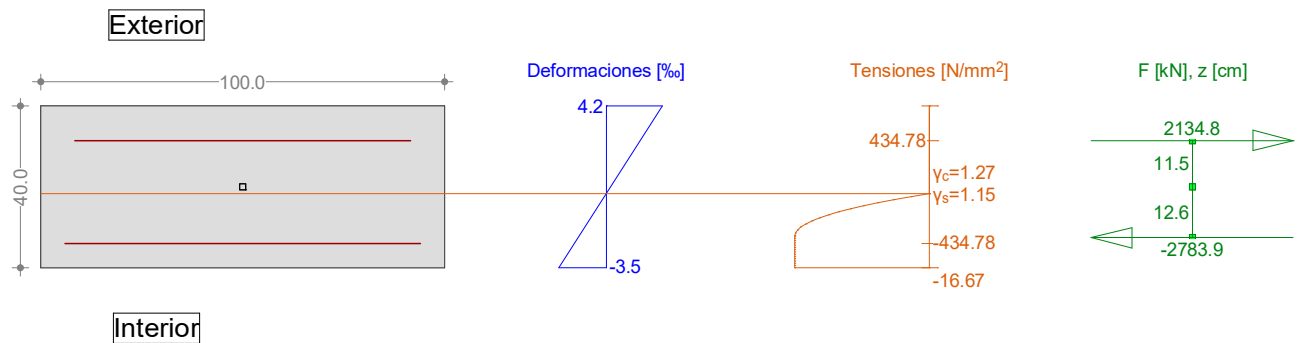
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 5663 \text{ mm}^2$, $\rho = 1.4 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm ²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	8.5	31.5	91.5	31.5	4910
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	753

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión unicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :18.7

Sección transversal 3. Hastial secc sup: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 2.16



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	-478.0	0	0	15.672	
2	B:Estado límite último	0	0	0	(1) -	
3	B:Estado límite último	-134.3	0	0	55.778	
4	B:Estado límite último	-134.3	0	0	55.778	
5	B:Estado límite último	-395.4	86.9	0	3.425	
6	B:Estado límite último	-300.0	-275.2	0	2.164	

(1) : Esfuerzos demasiado pequeños!

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 6)

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ϵ [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.5	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	40.0	4.2	0	1.50
RE2	AEH500	94.0	6.0	-2.4	-434.78	1.15
RE1	AEH500	8.5	31.5	2.5	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	-478.0	0	0	15.672	
2	B:Estado límite último	0	0	0	(1) -	
3	B:Estado límite último	-134.3	0	0	55.778	
4	B:Estado límite último	-134.3	0	0	55.778	
5	B:Estado límite último	-395.4	86.9	0	3.425	
6	B:Estado límite último	-300.0	-275.2	0	2.164	

(1) : Esfuerzos demasiado pequeños!

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm		Límites de deformación			Tens.adm. σ _{s.adm} [N/mm ²]	Factores de la resistencia				Otros valores	
	Hormigón	Ac.p.	ε _{cu.c} [‰]	ε _{cu.b} [‰]	ε _{su} [‰]		γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.27	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 6)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.5	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	40.0	4.2	0	1.50
RE2	AEH500	6.0	6.0	-2.4	-434.78	1.15
RE1	AEH500	8.5	31.5	2.5	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 6)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-649.2	-595.5	-0.0	0.3	-19.1	0.0	1.996E+6	31132.19	1.209E+5

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 6)

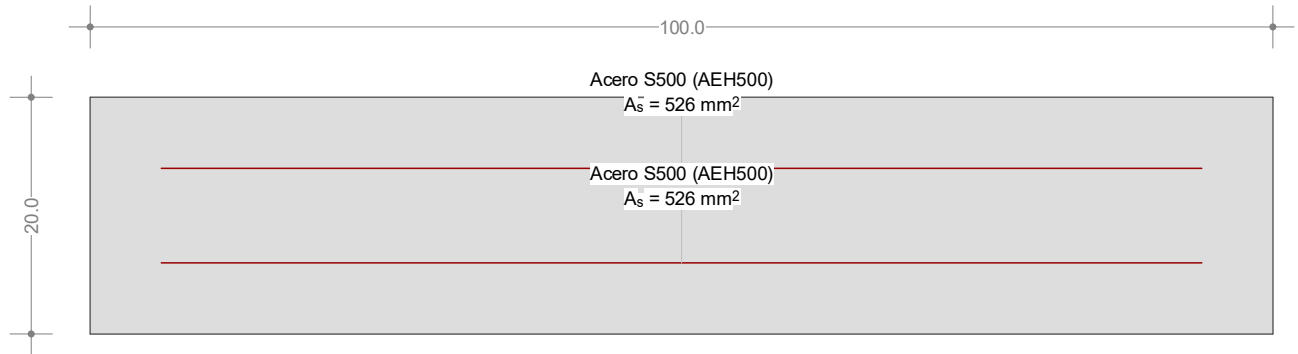
	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-2456.4	-327.5	-2783.9	M _c =	-350.0	z _c =	12.6	x _c =	18.3
Tensión F _s	0	2134.8	2134.8	M _s =	-245.5	z _s =	11.5	h =	31.5
N =			-649.2	M =	-595.5	z =	24.1	x/h =	0.581



C.18.3. Flexión – Solera

Sección transversal 6. Solera: Contorno, Armaduras

Escala 1 :6.4


Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA
Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	20.0	4	0	20.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.2000	Ix 0.002331	ys 50.0
Ay	-	Iy 0.000667	zs 10.0
Az	-	Iz 0.016667	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

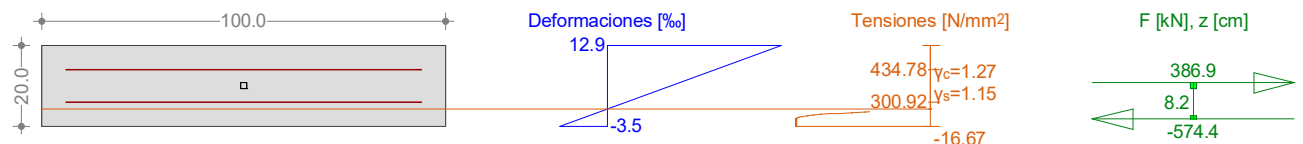
Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.2000			0.2000	2.5	500.0

Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 1052 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.5 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	14.0	94.0	14.0	526
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	526

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresión 2=dimensionar bajo tensión únicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Sección transversal 6. Solera: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.51 Escala 1 :18.7



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA
Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	-128.8	0	0	29.174	
2	B:Estado límite último	6.4	0	0	71.467	
3	B:Estado límite último	6.4	0.6	0	35.388	
4	B:Estado límite último	6.4	-9.3	0	4.018	
5	B:Estado límite último	-124.2	2.2	0	23.992	
6	B:Estado límite último	-124.2	-33.2	0	1.508	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 6)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.5	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	20.0	12.9	0	1.50
RE2	AEH500	6.0	6.0	1.4	300.92	1.15
RE1	AEH500	6.0	14.0	8.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA
Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	-128.8	0	0	29.174	
2	B:Estado límite último	6.4	0	0	71.467	
3	B:Estado límite último	6.4	0.6	0	35.388	
4	B:Estado límite último	6.4	-9.3	0	4.018	
5	B:Estado límite último	-124.2	2.2	0	23.992	
6	B:Estado límite último	-124.2	-33.2	0	1.508	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			ε _{cu,c} [‰]	ε _{cu,b} [‰]	ε _{su} [‰]	σ _{s,adm} [N/mm ²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.27	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 6)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-3.5	-16.67	1.50
CS1	H250	100.0	20.0	12.9	0	1.50
RE2	AEH500	6.0	6.0	1.4	300.85	1.15
RE1	AEH500	6.0	14.0	8.0	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 6)

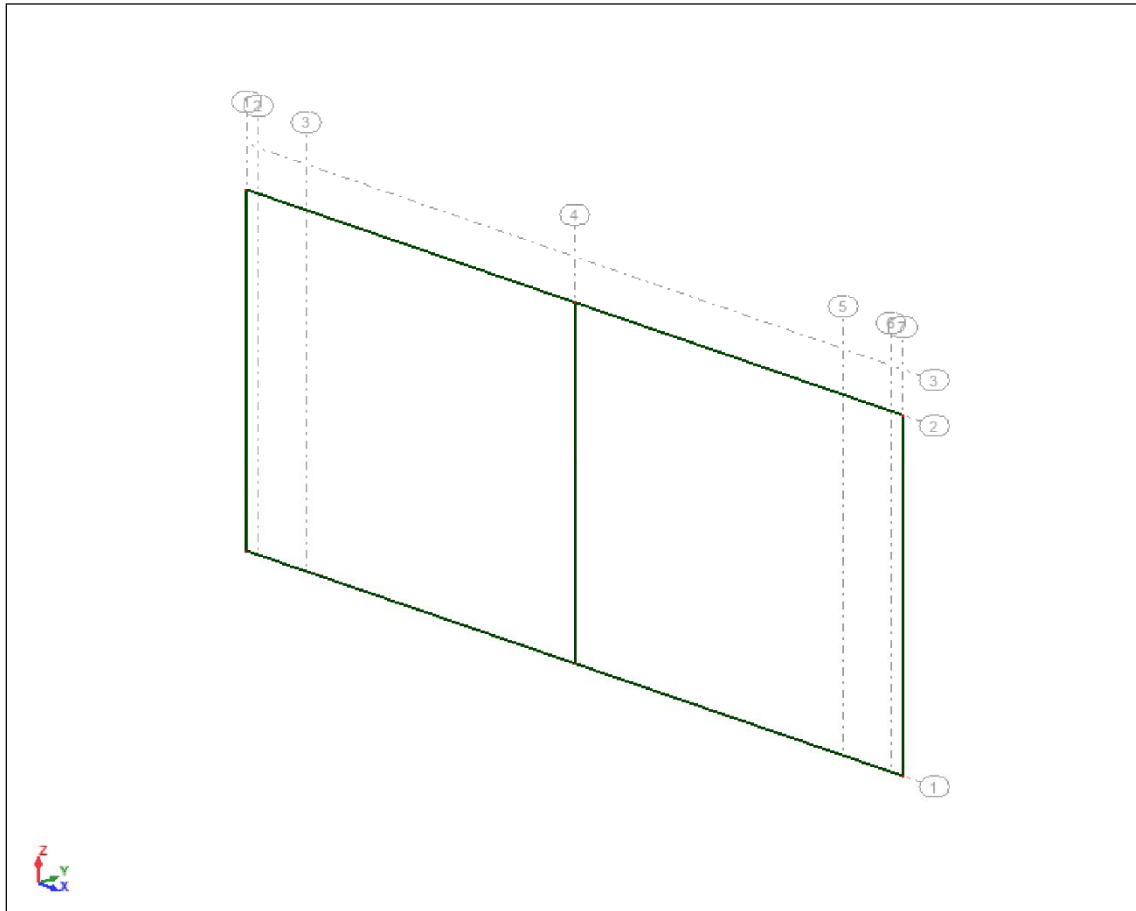
Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-187.5	-50.1	-0.0	4.7	-82.2	0.0	39705.24	609.23	1.374E+5

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 6)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-574.4	0	-574.4	M _c =	-47.3	z _c =	8.2	x _c =	4.3
Tensión F _s	0	386.9	386.9	M _s =	-2.8	z _s =	0.7	h =	10.7
N =			-187.5	M =	-50.1	z =	9.0	x/h =	0.397

D. Análisis Sección tipo doble, tapada mínima

D.1. Structure View



D.2. Data - Nodes

Node	X (m)	Z (m)	Support code	Support
1	-5.500	-0.575		
2	5.500	-0.575		
3	-5.500	-5.125	eef	Resorte X
4	5.500	-5.125	eef	Resorte X
10	0.0	-0.575		



Node	X (m)	Z (m)	Support code	Support
21	0.0	-5.125	fef	Resorte Z

D.3. Data - Members

Member	Node 1	Node 2	Section	Material
1	1	2	B R100x85	HA - 25
2	3	4	B R100x25	HA - 25
3	3	1	S R100x40	HA - 25
4	4	2	S R100x40	HA - 25
5	10	21	Tubo 40x40x1	S 235

Member	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
1	11.000	0.0	Viga de hormigón armado
2	11.000	0.0	Viga de hormigón armado
3	4.550	0.0	Viga de hormigón armado
4	4.550	0.0	Viga de hormigón armado
5	4.550	0.0	Column

D.4. Data - Sections

Section name	Member list	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)
B R100x85	1	8500.00	7083.33	7083.33
B R100x25	2	2500.00	2083.33	2083.33



Section name	Member list	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)
Tubo 40x40x1	5	156.00	80.00	80.00
S R100x40	3 4	4000.00	3333.33	3333.33

Section name	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
B R100x85	10033547.70	5117708.33	7083333.33
B R100x25	438772.62	130208.33	2083333.33
Tubo 40x40x1	59319.00	39572.00	39572.00
S R100x40	1595952.02	533333.33	3333333.33

D.5. Data - Materials

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	HA - 25	24850.00	10400.00	0.20	0.00	24.53	25.00
2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

D.6. Data - Supports

Support name	List of nodes	List of edges	List of objects	Support conditions
Resorte X	3 4			KX=5.00 (kN/m) KZ=75000.00 (kN/m)
Resorte Z	21			KZ=75000.00 (kN/m)



D.7. Data - Stories

Case/Story	Name	Mass (kg)	G (x,y,z) (m)	R (x,y,z) (m)	Ix (kgm2)
------------	------	-----------	---------------	---------------	-----------

Case/Story	Iy (kgm2)	Iz (kgm2)	ex0 (m)	ey0 (m)	ex2 (m)	ey2 (m)
------------	-----------	-----------	---------	---------	---------	---------

D.8. Loads - Cases

Case	Label	Case name
1	PERM1	PP
2	PERM2	E Suelo
3	PERM21	E SCU
4	PERM221	SCU NTN 1
5	PERM2211	SCU NTN 2
6	PERM22111	SCU NTN 3
7	PERM221111	SCU NTN 4
8	PERM2211111	SCU NTN 5
9	PERM22111111	SCU Solera
10		COMB1
11		COMB2
12		COMB3
13		COMB5
14		COMB6
15		COMB7

Case	Nature	Analysis type
------	--------	---------------



Case	Nature	Analysis type
1	permanente	Nonlinear Static
2	explotación	Nonlinear Static
3	explotación	Nonlinear Static
4	explotación	Nonlinear Static
5	explotación	Nonlinear Static
6	explotación	Nonlinear Static
7	explotación	Nonlinear Static
8	explotación	Nonlinear Static
9	explotación	Nonlinear Static
10	permanente	Nonlin. Combination
11	permanente	Nonlin. Combination
12	permanente	Nonlin. Combination
13	permanente	Nonlin. Combination
14	permanente	Nonlin. Combination
15	permanente	Nonlin. Combination

D.9. Loads - Values

#	Case	Load type	List	Load values
1	1	self-weight	1to5	PZ Negative Factor=1.00
2	2	trapezoidal load (2p)	3	PX2=5.17(kN/m) PX1=46.13(kN/m) X2=1.000 X1=0.0 global not project. relative
3	2	trapezoidal load (2p)	4	PX2=-5.17(kN/m) PX1=-46.13(kN/m) X2=1.000 X1=0.0 global not project. relative
4	2	uniform load		PZ=-36.00(kN/m)



#	Case	Load type	List	Load values
24	2	uniform load	1	PZ=-2.70(kN/m)
37	2	nodal force	3	FX=0.0(kN) FZ=0.0(kN) Beta=0.0(Deg)
33	3	uniform load	3	PX=5.00(kN/m)
34	3	uniform load	4	PX=-5.00(kN/m)
35	4	uniform load	1	PZ=-10.00(kN/m)
5	5	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=6.500(m)
6	5	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=4.500(m)
7	6	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=1.000(m)
8	6	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=3.000(m)
9	7	member force	1	FZ=-97.50(kN)
10	7	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=2.000(m)
11	8	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=5.500(m)
12	8	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=4.000(m)
13	8	member force	1	FZ=-97.50(kN) X=7.000(m)
14	9	uniform load	2	PZ=-10.00(kN/m)

D.10. Combinations

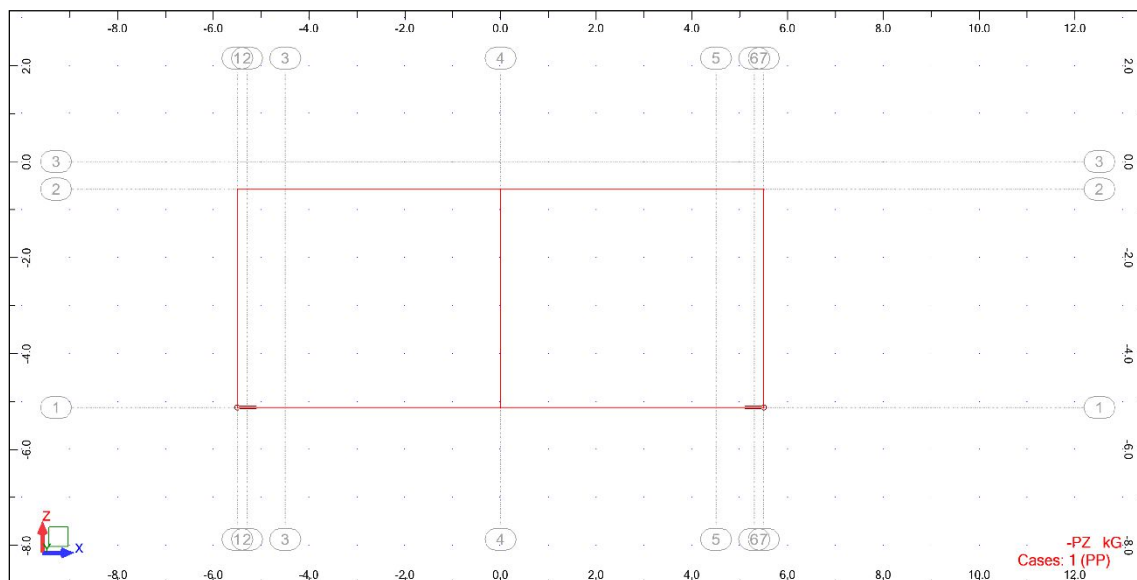
Combinations	Name	Analysis type	Combination type
10	COMB1	Nonlin. Combination	ULS
11	COMB2	Nonlin. Combination	ULS
12	COMB3	Nonlin. Combination	ULS
13	COMB5	Nonlin. Combination	ULS
14	COMB6	Nonlin. Combination	ULS



Combinations	Name	Analysis type	Combination type
15	COMB7	Nonlin. Combination	ULS

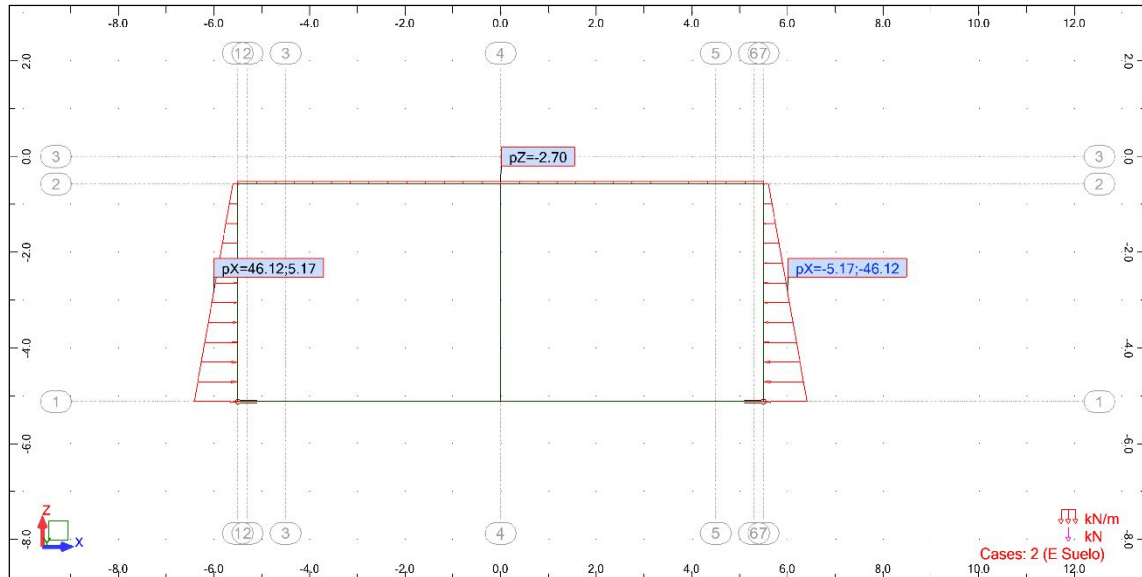
Combinations	Case nature	Definition
10	permanente	$1*1.35+2*1.50$
11	permanente	$1*1.35+(2+3+4)*1.50$
12	permanente	$1*1.35+(2+3+5)*1.50$
13	permanente	$1*1.35+(2+3+7)*1.50$
14	permanente	$1*1.35+(2+3+8)*1.50$
15	permanente	$1*1.35+(2+3+9)*1.50$

D.11. View - Cases: 1 (PP)

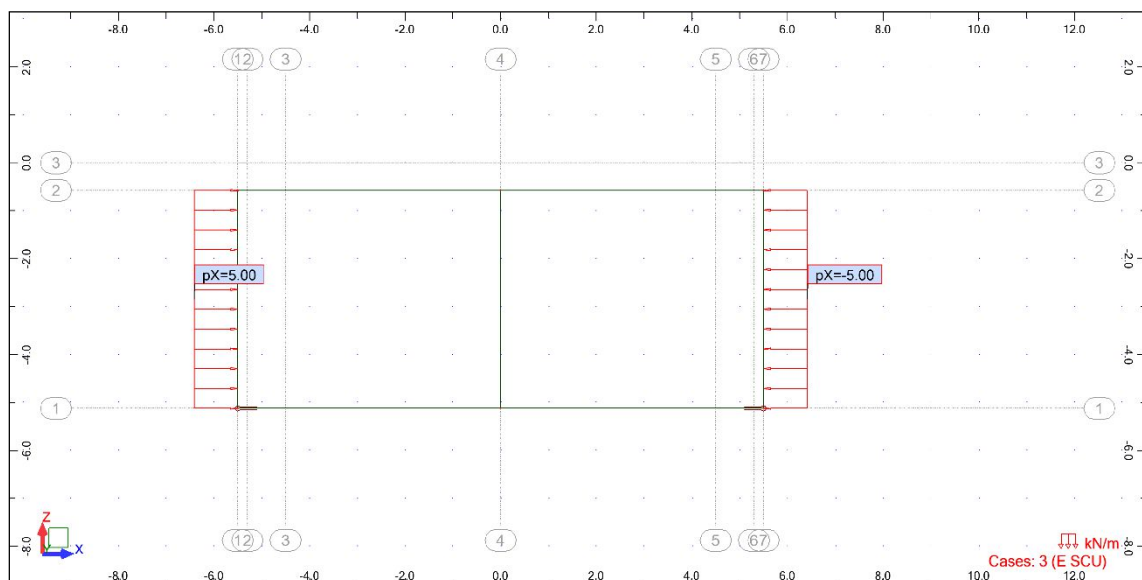




D.12. View - Cases: 2 (E Suelo)

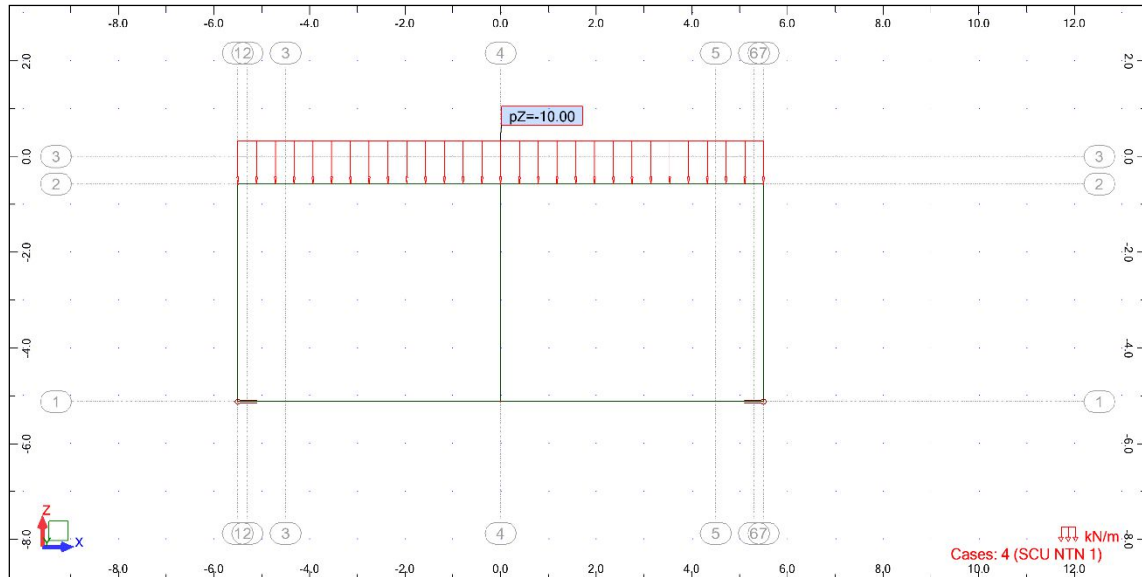


D.13. View - Cases: 3 (E SCU)

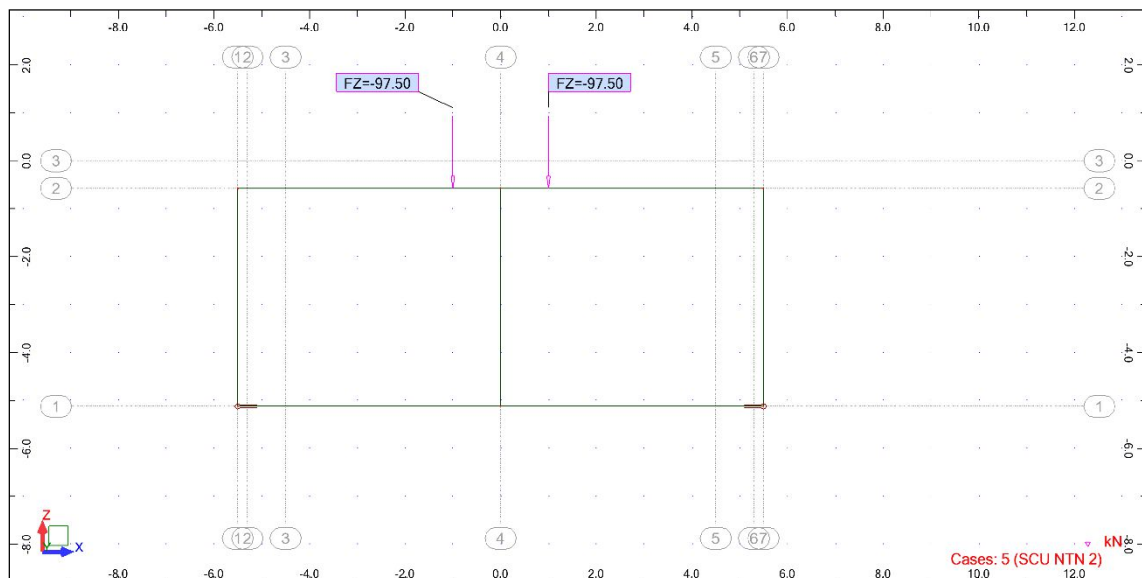




D.14. View - Cases: 4 (SCU NTN 1)

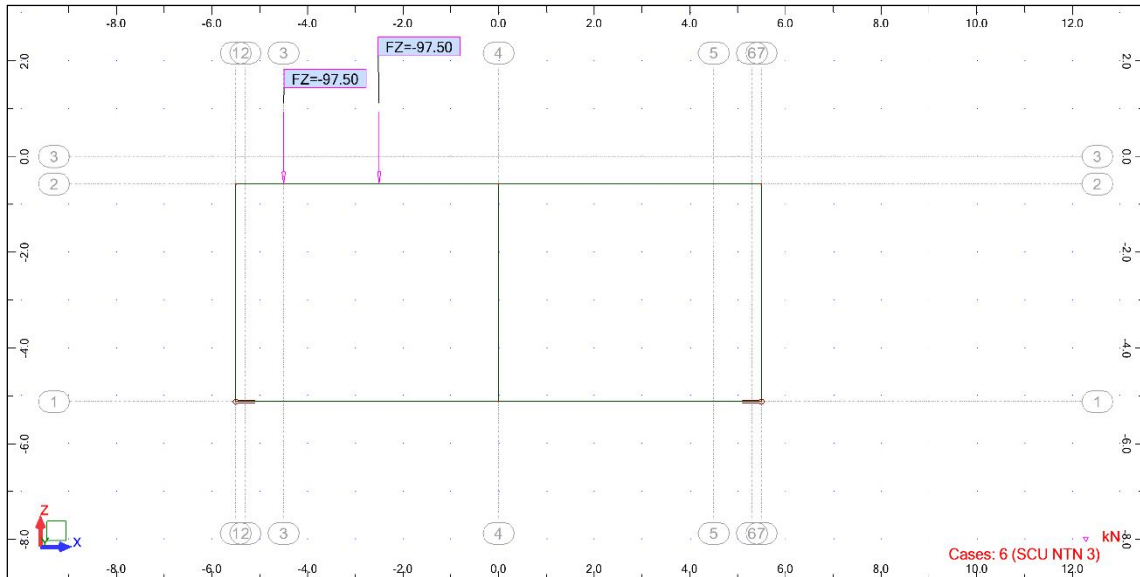


D.15. View - Cases: 5 (SCU NTN 2)

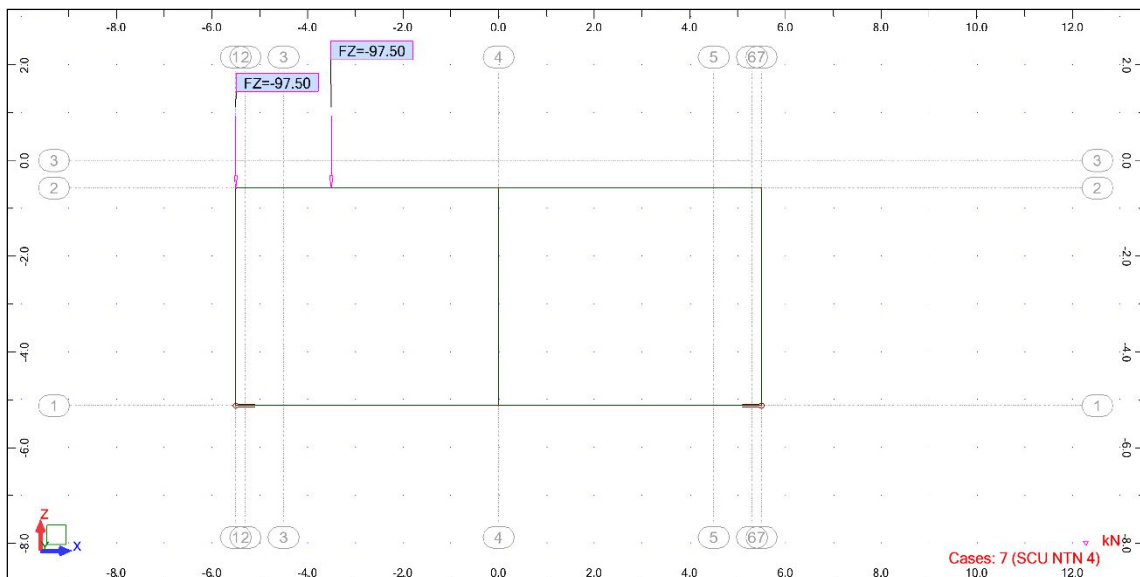




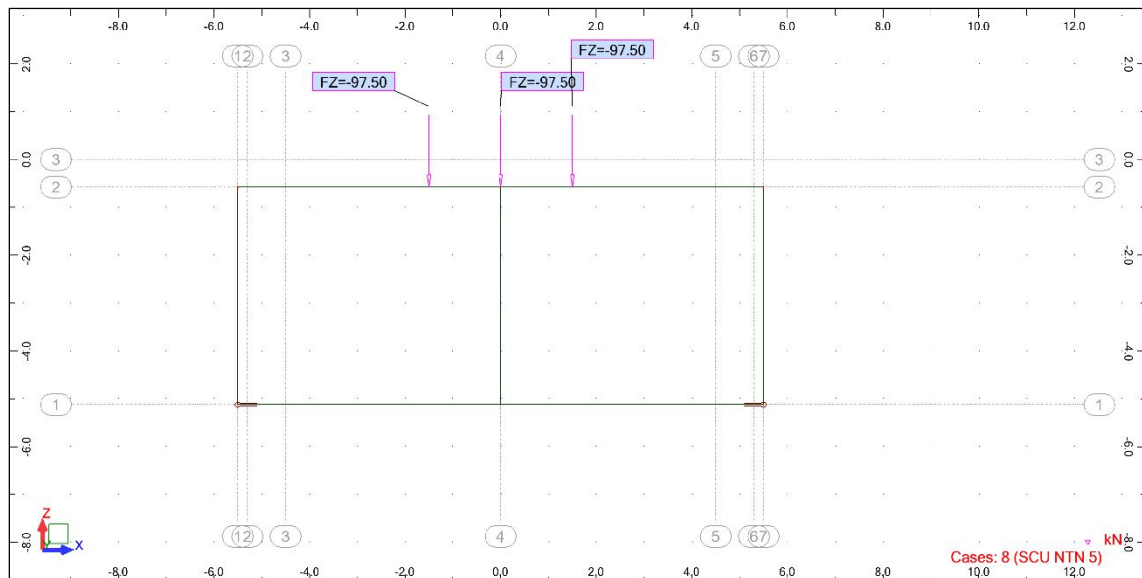
D.16. View - Cases: 6 (SCU NTN 3)



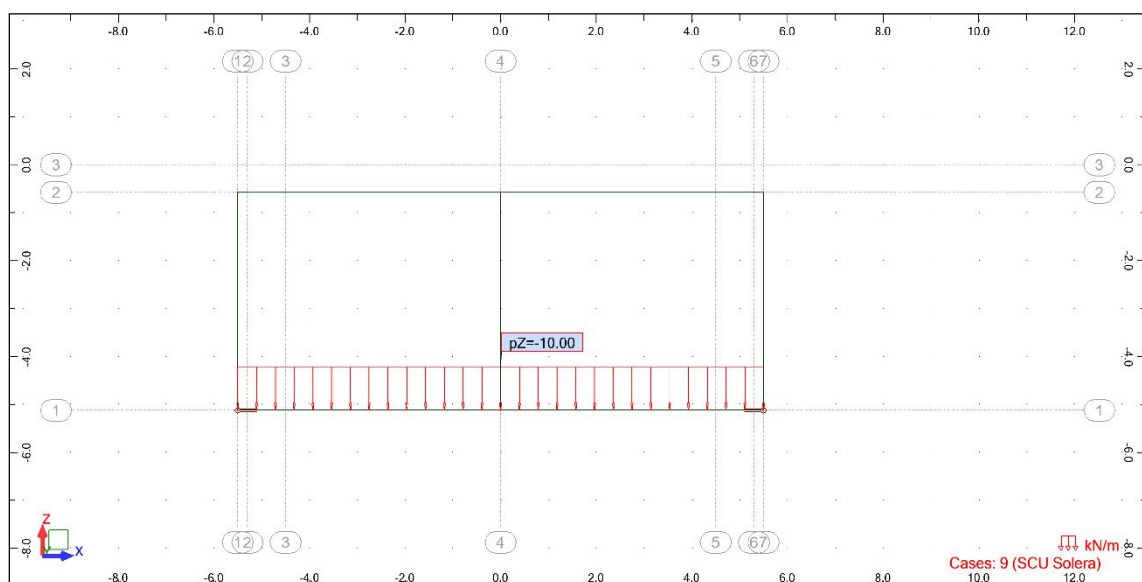
D.17. View - Cases: 7 (SCU NTN 4)



D.18. View - Cases: 8 (SCU NTN 5)

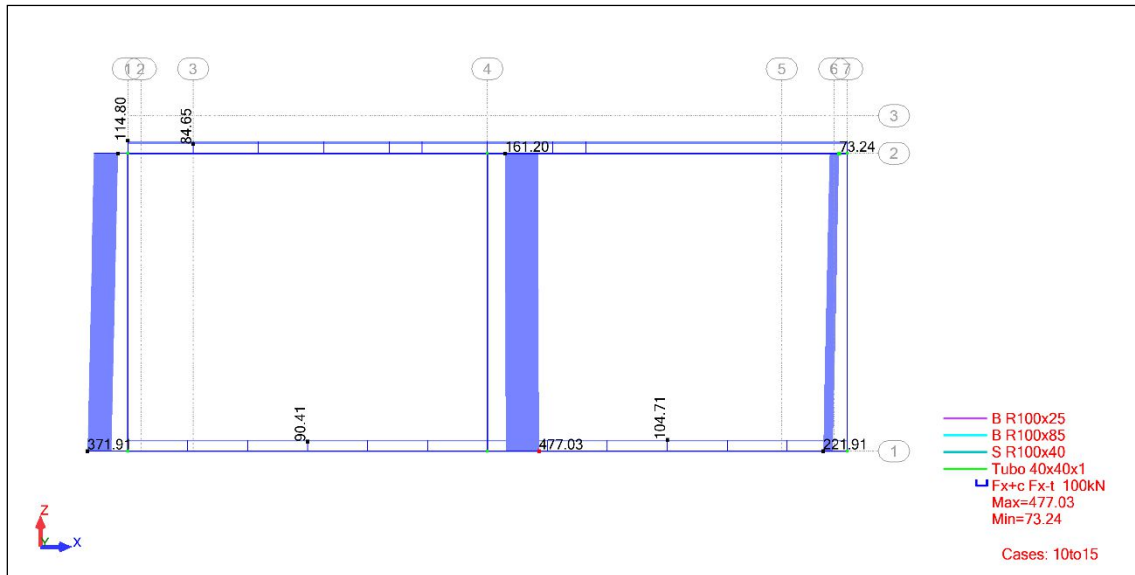


D.19. View - Cases: 9 (SCU Solera)

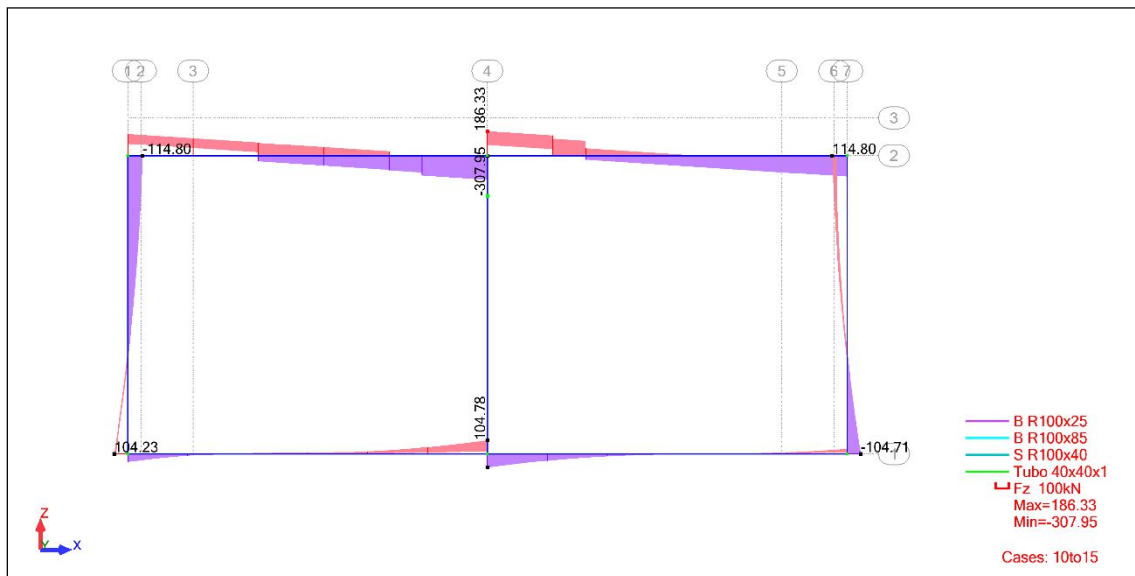




D.20. Solicitaciones - FX, Cases: 10to15

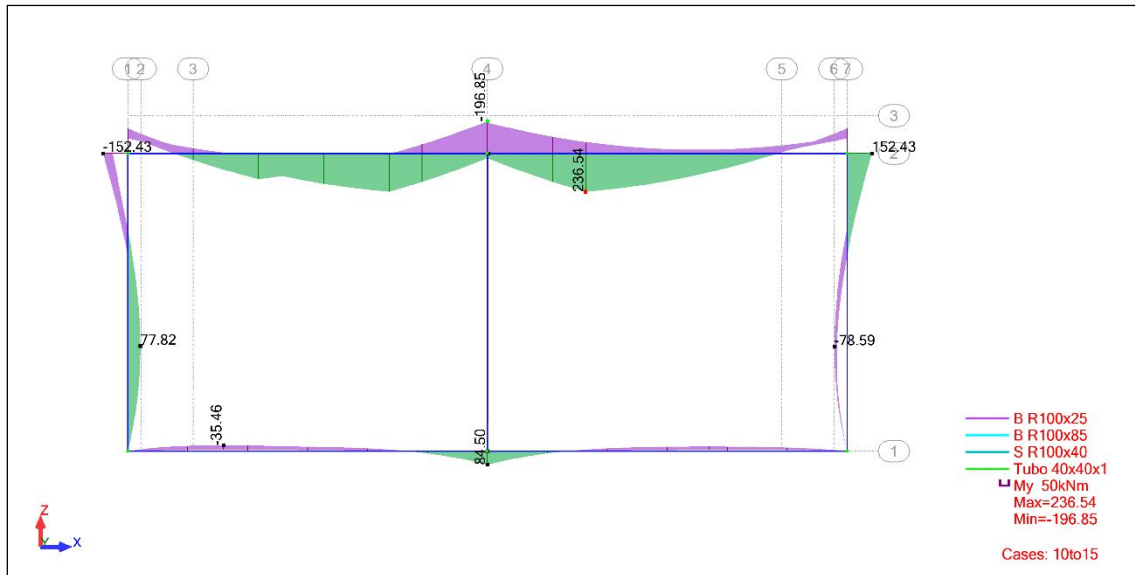


D.21. Solicitaciones - FZ, Cases: 10to15





D.22. Solicitaciones - MY, Cases: 10to15



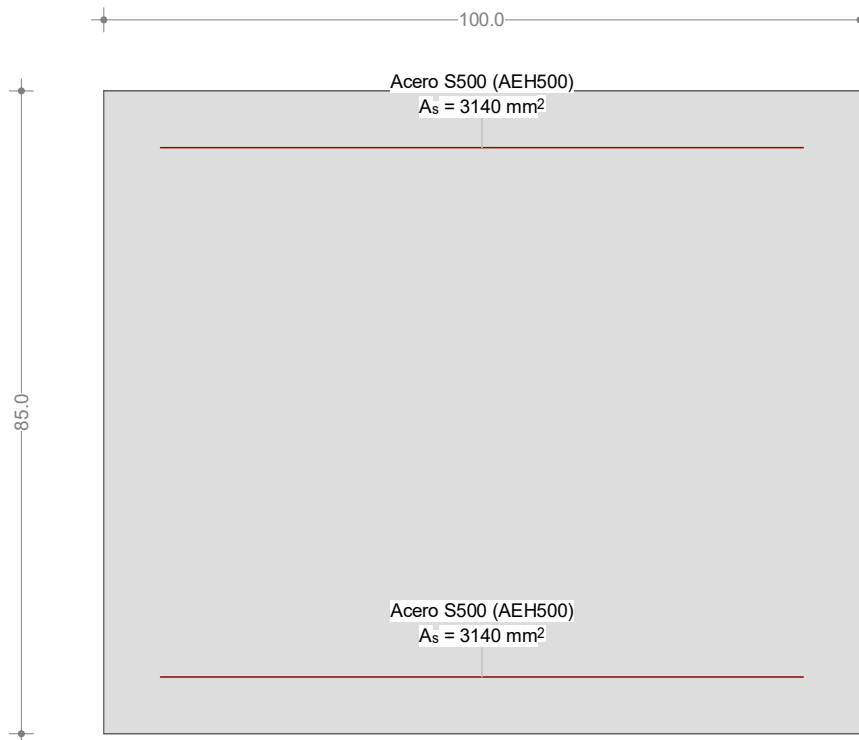


D.23. Verificaciones seccionales

D.23.1. Flexión – Losa superior

Sección transversal 1. Losa superior: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0



Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1 3	0 100.0	0 85.0	2 4	100.0 0	0 85.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.8500	Ix 0.099810	ys 50.0
Ay	-	Iy 0.051177	zs 42.5
Az	-	Iz 0.070833	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.8500			0.8500	2.5	2125.0

Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

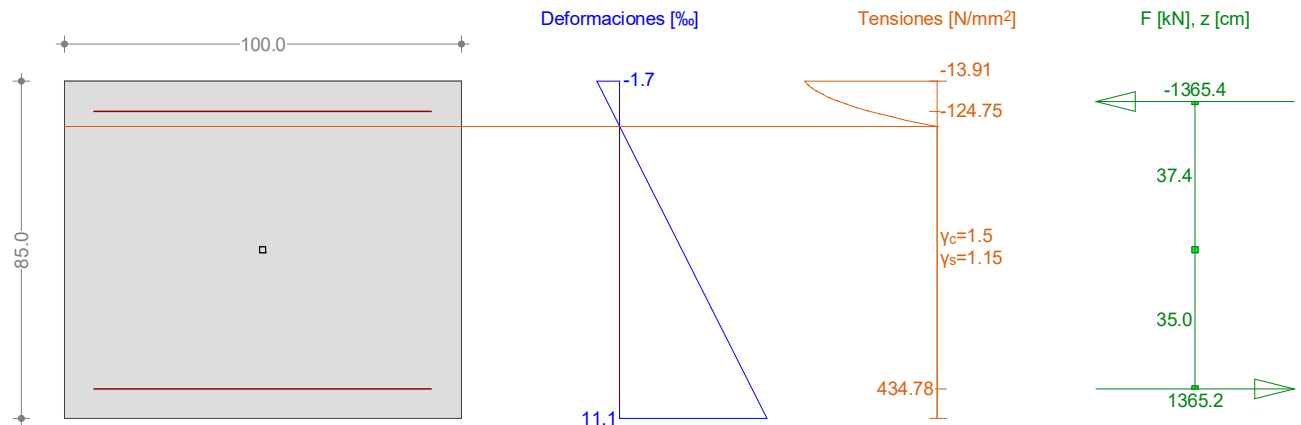
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 6280 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.7 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	77.5	92.5	77.5	3140
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	7.5	92.5	7.5	3140

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión unicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :19.1

Sección transversal 1. Losa superior: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 4.18



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-196.8	0	5.023	
2	B:Estado límite último	0	236.5	0	4.180	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	85.0	-1.7	-13.91	1.76
CS1	H250	0	0	11.1	0	1.76
RE1	AEH500	7.5	77.5	-0.6	-124.75	1.15
RE2	AEH500	7.5	7.5	10.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-196.8	0	5.023	
2	B:Estado límite último	0	236.5	0	4.180	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			ε _{cu,c} [‰]	ε _{cu,b} [‰]	ε _{su} [‰]	σ _{s,adm} [N/mm²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	85.0	-1.7	-13.91	1.76
CS1	H250	0	0	11.1	0	1.76
RE1	AEH500	7.5	77.5	-0.6	-124.77	1.15
RE2	AEH500	7.5	7.5	10.0	434.78	1.15



Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 2)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km-1]	χ _z [km-1]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-0.2	988.7	-0.0	4.7	15.1	-0.0	40.65	65325.05	6.11E+6

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 2)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-973.6	-391.8	-1365.4	M _c =	-510.8	z _c =	37.4	x _c =	11.4
Tensión F _s	0	1365.2	1365.2	M _s =	-477.8	z _s =	35.0	h =	77.5
N =			-0.2	M =	-988.7	z =	72.4	x/h =	0.147

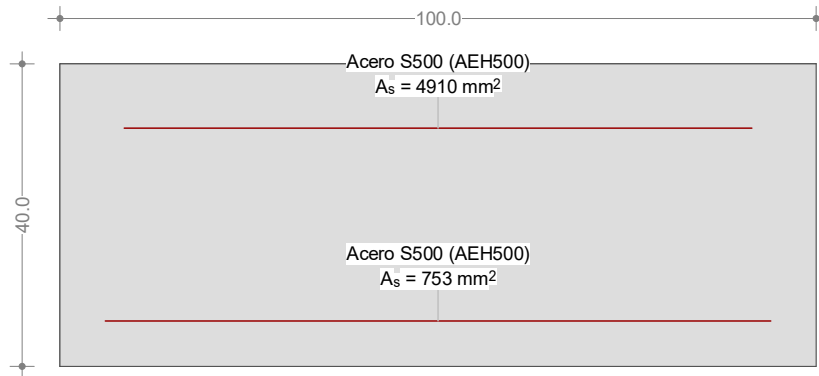


D.23.2. Flexión – Hastiales

Sección transversal 3. Hastial secc sup: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0

Exterior



Interior

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	40.0	4	0	40.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN]

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.4000	I_x 0.015969	y_s 50.0
Ay	-	I_y 0.005333	z_s 20.0
Az	-	I_z 0.033333	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.4000			0.4000	2.5	1000.0

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

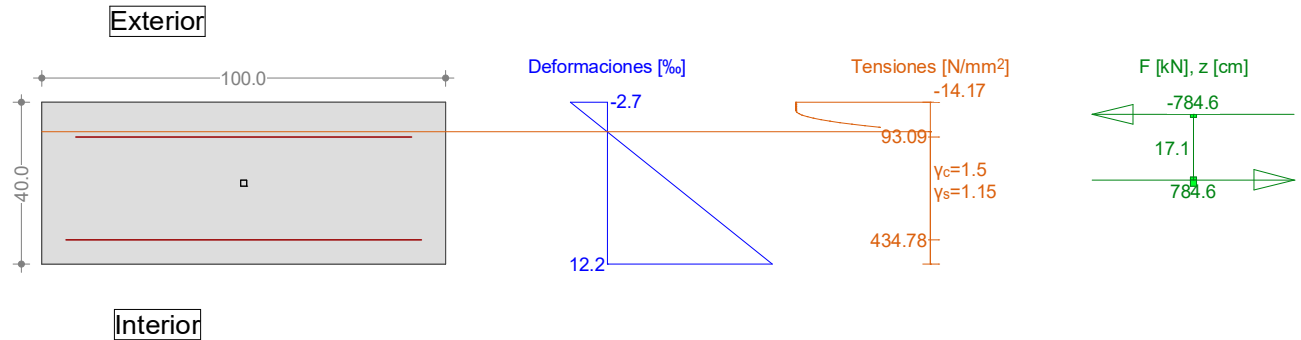
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 5663 \text{ mm}^2$, $\rho = 1.4 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	8.5	31.5	91.5	31.5	4910
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	753

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión únicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :18.7

Sección transversal 3. Hastial secc sup: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.64



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-152.4	0	3.501	
2	B:Estado límite último	0	77.8	0	1.637	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	40.0	-2.7	-14.17	1.76
CS1	H250	0	0	12.2	0	1.76
RE1	AEH500	8.5	31.5	0.4	93.09	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	10.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC SUP

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-152.4	0	3.501	
2	B:Estado límite último	0	77.8	0	1.637	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm		Límites de deformación			Tens.adm. σ _{s,adm} [N/mm²]	Factores de la resistencia				Otros valores	
	Hormigón	Ac.p.	ε _{cu,c} [%]	ε _{cu,b} [%]	ε _{su} [%]		γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	40.0	-2.7	-14.17	1.76
CS1	H250	0	0	12.2	0	1.76
RE1	AEH500	8.5	31.5	0.4	93.09	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	10.0	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 2)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km ⁻¹]	χ _z [km ⁻¹]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-0.0	127.4	-0.0	4.8	37.5	0.0	4.99	3398.45	1.206E+

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 2)

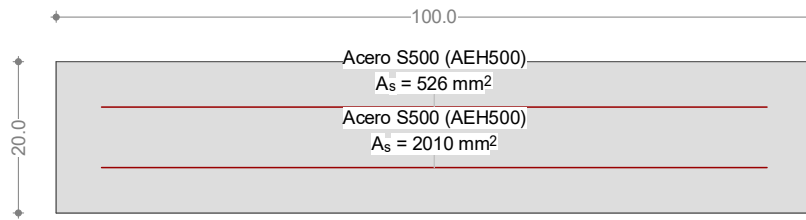
	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-784.6	0	-784.6	$M_c =$	-134.1	$z_c =$	17.1	$x_c =$	7.3
Tensión F_s	0	784.6	784.6	$M_s =$	6.7	$z_s =$	-0.9	$h =$	20.9
N =			-0.0	$M =$	-127.4	$z =$	16.2	$x/h =$	0.351



D.23.3. Flexión – Solera

Sección transversal 6. Solera: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0



Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1 3	0 100.0	0 20.0	2 4	100.0 0	0 20.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.2000	I_x 0.002331	y_s 50.0
Ay	-	I_y 0.000667	z_s 10.0
Az	-	I_z 0.016667	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.2000			0.2000	2.5	500.0

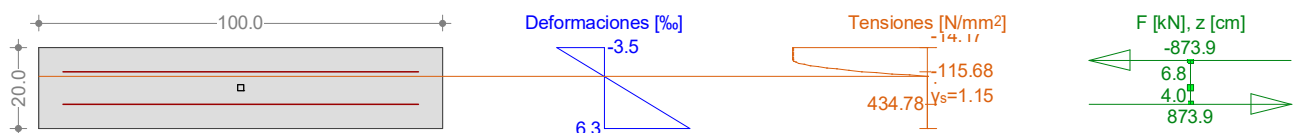
Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA

Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 2536 \text{ mm}^2$, $\rho = 1.3 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	14.0	94.0	14.0	526
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	2010

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión unicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Sección transversal 6. Solera: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.12 Escala 1 :18.7



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	84.5	0	1.121	
2	B:Estado límite último	0	-35.5	0	1.142	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	20.0	-3.5	-14.17	1.76
CS1	H250	0	0	6.3	0	1.76
RE1	AEH500	94.0	14.0	-0.6	-115.68	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	3.4	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	84.5	0	1.121	
2	B:Estado límite último	0	-35.5	0	1.142	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ - ε -Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm ²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	20.0	-3.5	-14.17	1.76
CS1	H250	0	0	6.3	0	1.76
RE1	AEH500	6.0	14.0	-0.6	-115.69	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	3.4	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 1)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.0	94.7	-0.0	1.4	49.2	0.0	23.44	1927.11	43980.59

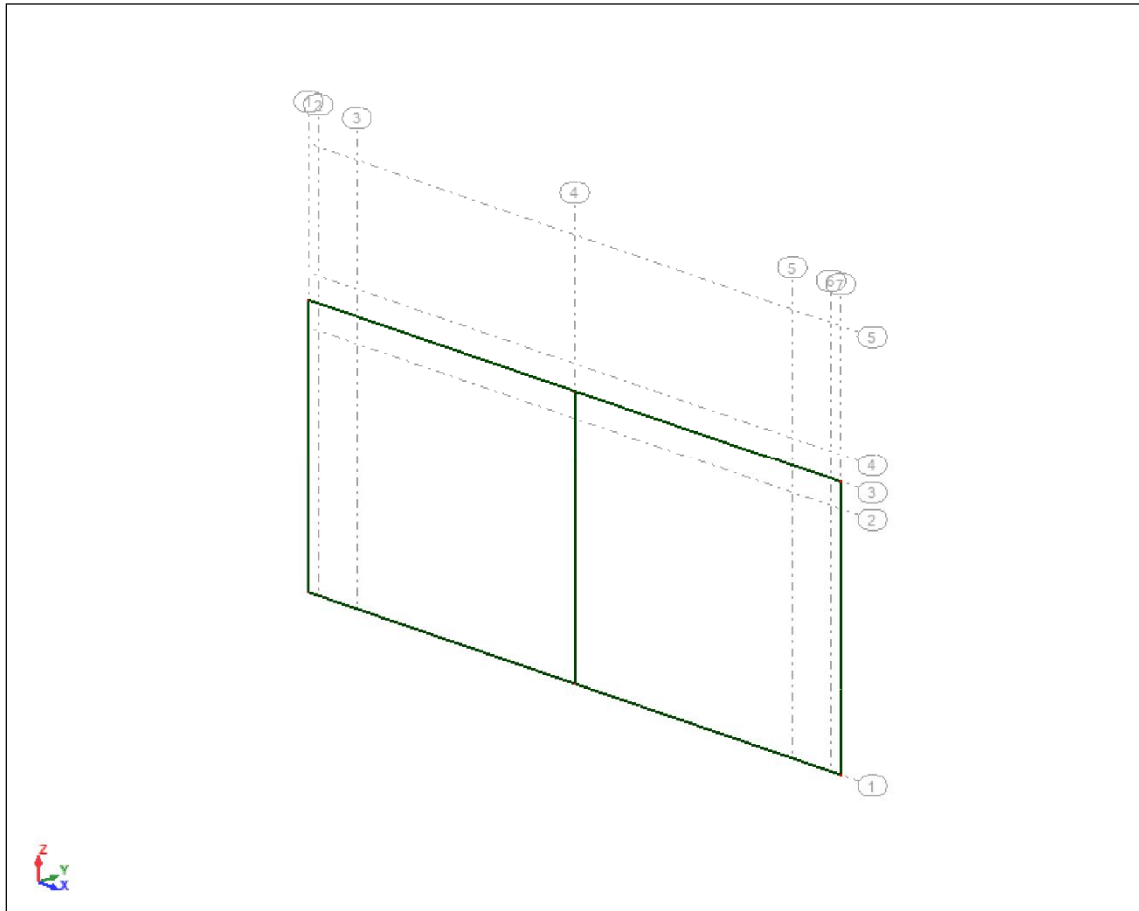
Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 1)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-813.1	-60.9	-873.9	$M_c =$	-59.8	$z_c =$	6.8	$x_c =$	7.1
Tensión F_s	0	873.9	873.9	$M_s =$	-35.0	$z_s =$	4.0	$h =$	14.0
N =			-0.0	M =	-94.7	$z =$	10.8	$x/h =$	0.509



E. Análisis Sección tipo doble, tapada máxima

E.1. Structure View



E.2. Data - Nodes

Node	X (m)	Z (m)	Support code	Support
1	-5.500	-2.425		
2	5.500	-2.425		
3	-5.500	-6.975	eef	Resorte X
4	5.500	-6.975	eef	Resorte X
176	0.0	-2.425		



Node	X (m)	Z (m)	Support code	Support
177	0.0	-6.975	fef	Resorte Z
1	-5.500	-2.425		
1	-5.500	-2.425		

E.3. Data - Members

Member	Node 1	Node 2	Section	Material
1	1	2	B R100x85	HA - 25
2	3	4	V 100x20	HORMIGON
3	3	1	S R100x40	HORMIGON
4	4	2	S R100x40	HORMIGON
5	176	177	Tubo 40x40x1	S 235

Member	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
1	11.000	0.0	Viga de hormigón armado
2	11.000	0.0	Viga de hormigón armado
3	4.550	0.0	Viga de hormigón armado
4	4.550	0.0	Viga de hormigón armado
5	4.550	0.0	Column

E.4. Data - Sections

Section name	Member list	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)
--------------	-------------	----------	----------	----------



Section name	Member list	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)
B R100x85	1	8500.00	7083.33	7083.33
Tubo 40x40x1	5	156.00	80.00	80.00
V 100x20	2	2000.00	1666.67	1666.67
S R100x40	3 4	4000.00	3333.33	3333.33

Section name	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
B R100x85	10033547.70	5117708.33	7083333.33
Tubo 40x40x1	59319.00	39572.00	39572.00
V 100x20	233054.37	66666.67	1666666.67
S R100x40	1595952.02	533333.33	3333333.33

E.5. Data - Materials

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	HA - 25	24850.00	10400.00	0.20	0.00	24.53	25.00
2	HORMI-GON	24850.00	10400.00	0.20	0.00	24.53	25.00
3	S 235	210000.00	81000.00	0.30	0.00	77.01	235.00

E.6. Data - Supports

Support name	List of nodes	List of edges	List of objects	Support conditions
Resorte X	3 4			KX=5.00 (kN/m) KZ=75000.00 (kN/m)



Support name	List of nodes	List of edges	List of objects	Support conditions
Resorte Z	177			KZ=75000.00 (kN/m)

E.7. Data - Stories

Case/Story	Name	Mass (kg)	G (x,y,z) (m)	R (x,y,z) (m)	Ix (kgm2)	
Case/Story	Iy (kgm2)	Iz (kgm2)	ex0 (m)	ey0 (m)	ex2 (m)	ey2 (m)

E.8. Loads - Cases

Case	Label	Case name
1	PERM1	PP
2	PERM2	E Suelo
3	PERM21	E SCU
4	PERM22	SCU interior
5	PERM221	SCU NTN
6	2	COMB1
7		COMB2
8		COMB3
9		COMB4
10		COMB1
11		COMB2
12		COMB3



Case	Label	Case name
13		COMB5
14		COMB6
15		COMB7

Case	Nature	Analysis type
1	permanente	Nonlinear Static
2	permanente	Nonlinear Static
3	explotación	Nonlinear Static
4	explotación	Nonlinear Static
5	explotación	Nonlinear Static
6	permanente	Nonlin. Combination
7	permanente	Nonlin. Combination
8	permanente	Nonlin. Combination
9	permanente	Nonlin. Combination
10	permanente	Nonlin. Combination
11	permanente	Nonlin. Combination
12	permanente	Nonlin. Combination
13	permanente	Nonlin. Combination
14	permanente	Nonlin. Combination
15	permanente	Nonlin. Combination

E.9. Loads - Values

#	Case	Load type	List	Load values
1	1	self-weight	1to5	PZ Negative Factor=1.00



#	Case	Load type	List	Load values
2	2	trapezoidal load (2p)	3	PX2=21.82(kN/m) PX1=62.77(kN/m) X2=1.000 X1=0.0 global not project. relative
3	2	trapezoidal load (2p)	4	PX2=-21.82(kN/m) PX1=-62.77(kN/m) X2=1.000 X1=0.0 global not project. relative
4	2	uniform load	1	PZ=-36.00(kN/m)
5	2	uniform load		PZ=-36.00(kN/m)
37	2	nodal force	3	FX=0.0(kN) FZ=0.0(kN) Beta=0.0(Deg)
33	3	uniform load	3	PX=5.00(kN/m)
34	3	uniform load	4	PX=-5.00(kN/m)
36	4	uniform load	2	PZ=-10.00(kN/m)
35	5	uniform load	1	PZ=-10.00(kN/m)

E.10. Combinations

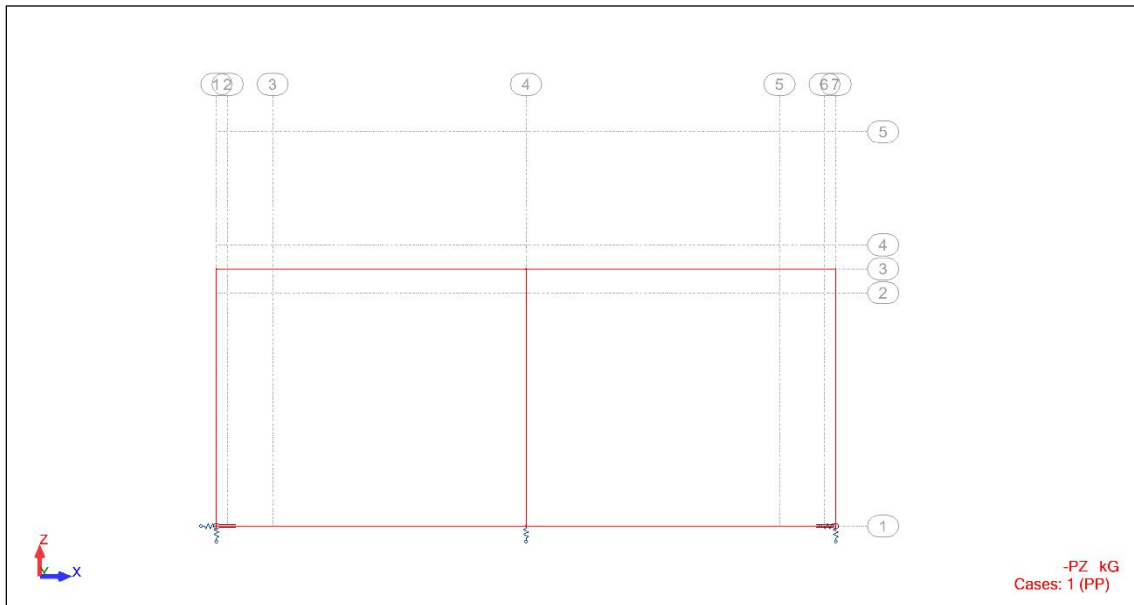
Combinations	Name	Analysis type	Combination type
6	COMB1	Nonlin. Combination	ULS
7	COMB2	Nonlin. Combination	ULS
8	COMB3	Nonlin. Combination	ULS
9	COMB4	Nonlin. Combination	ULS
10	COMB1	Nonlin. Combination	ULS
11	COMB2	Nonlin. Combination	ULS
12	COMB3	Nonlin. Combination	ULS
13	COMB5	Nonlin. Combination	ULS
14	COMB6	Nonlin. Combination	ULS
15	COMB7	Nonlin. Combination	ULS



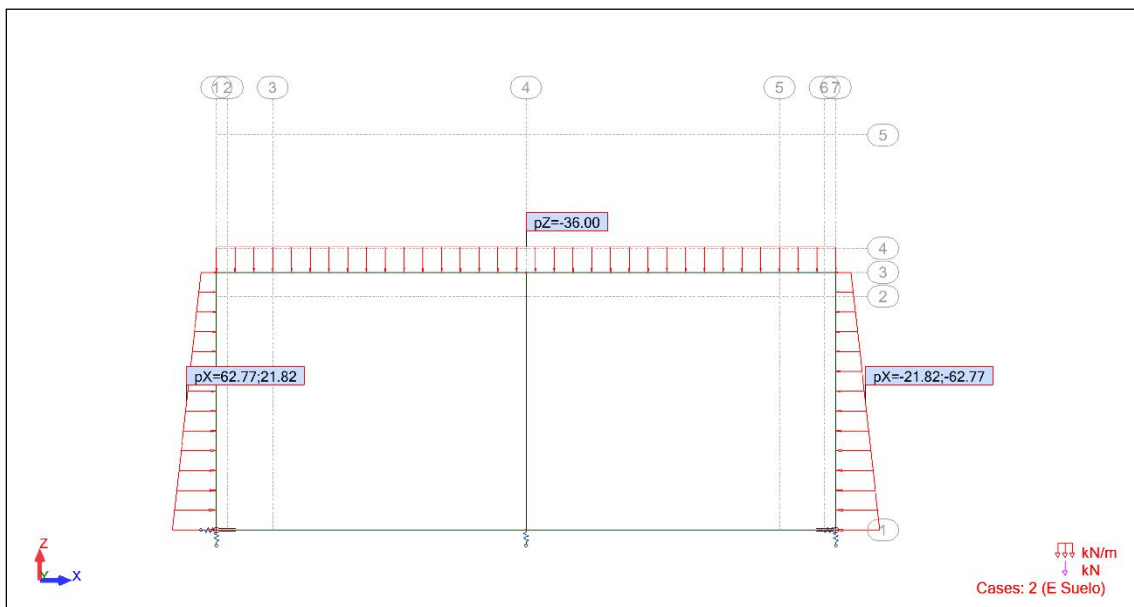
Combinations	Case nature	Definition
6	permanente	$1*1.35+(2+3)*1.50$
7	permanente	$1*1.35+(2+3+4)*1.50$
8	permanente	$1*1.35+(2+3+5)*1.50$
9	permanente	$1*1.35+(2+3+4+5)*1.50$
10	permanente	$1*1.35+2*1.50$
11	permanente	$1*1.35+2*1.50$
12	permanente	$1*1.35+2*1.50$
13	permanente	$1*1.35+2*1.50$
14	permanente	$1*1.35+2*1.50$
15	permanente	$1*1.35+2*1.50$



E.11. View - Cases: 1 (PP)

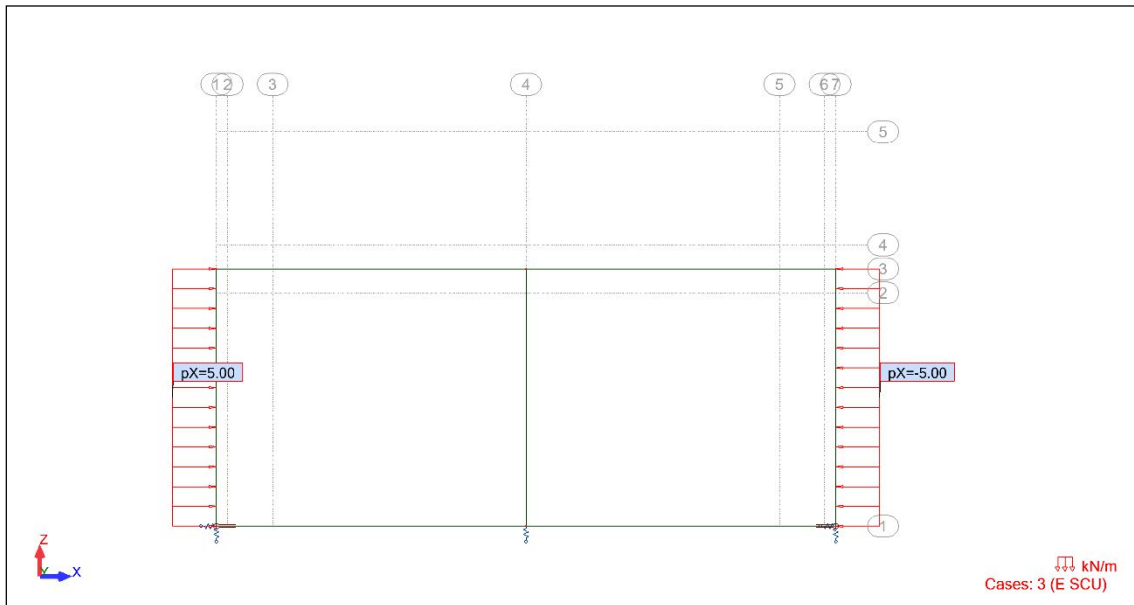


E.12. View - Cases: 2 (E Suelo)

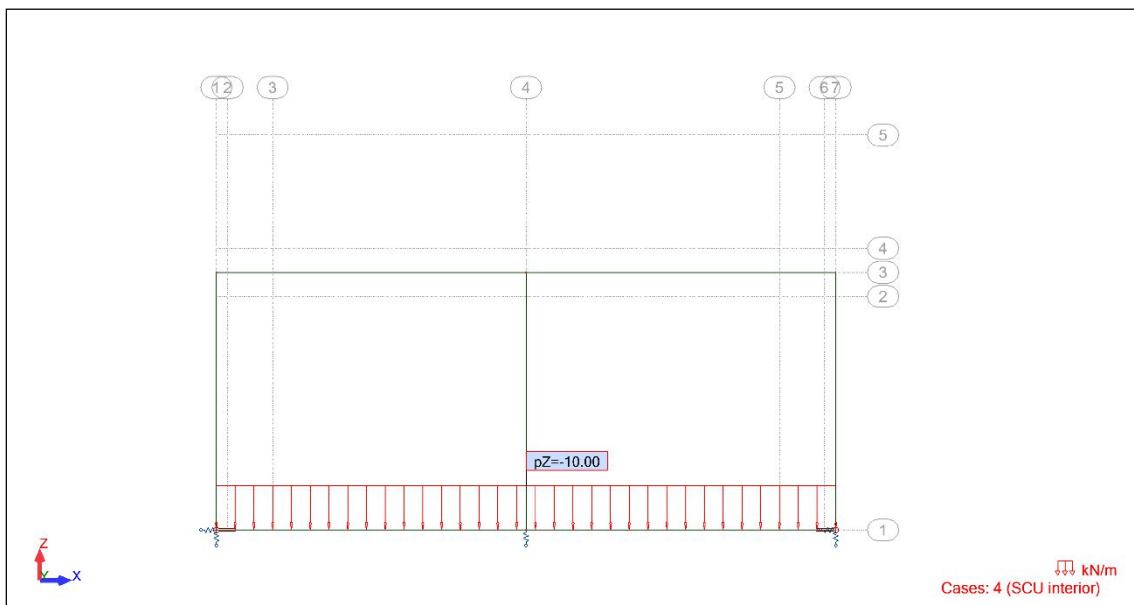




E.13. View - Cases: 3 (E SCU)

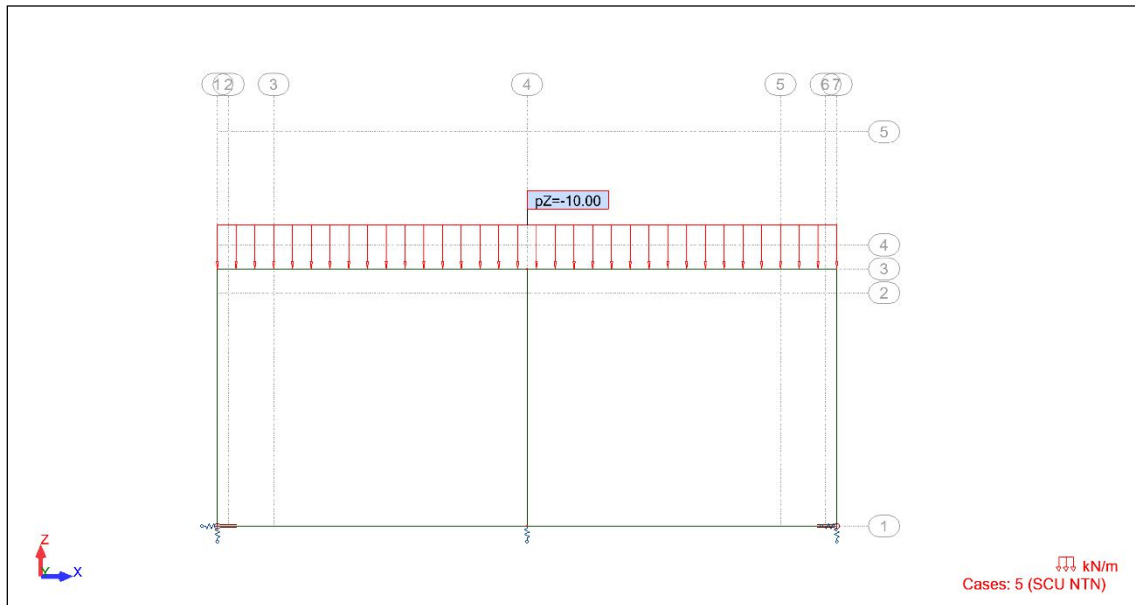


E.14. View - Cases: 4 (SCU interior)

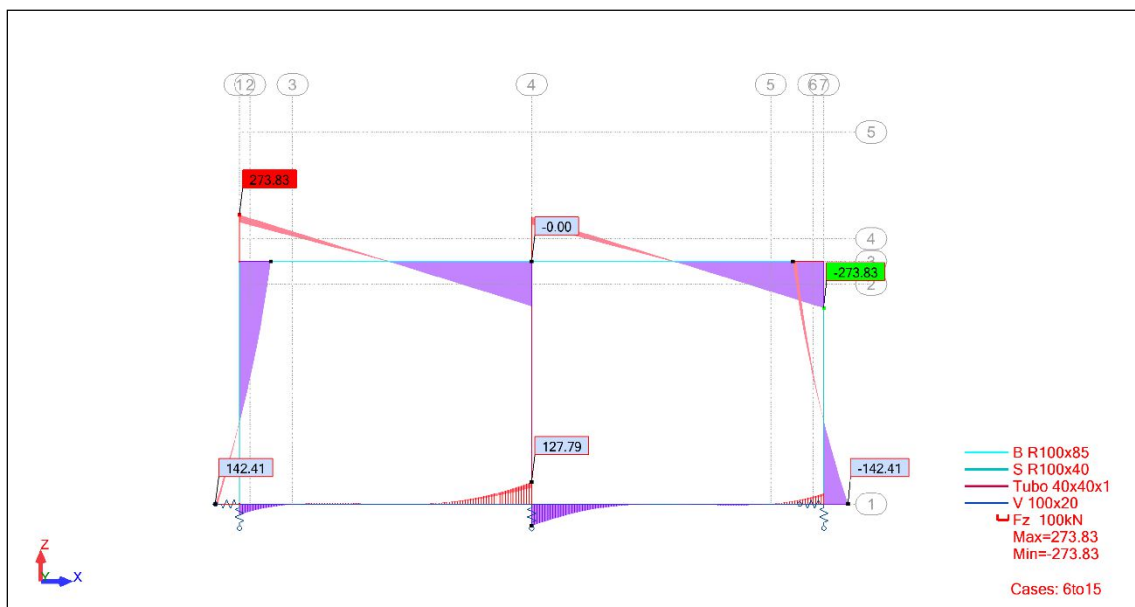




E.15. View - Cases: 5 (SCU NTN)

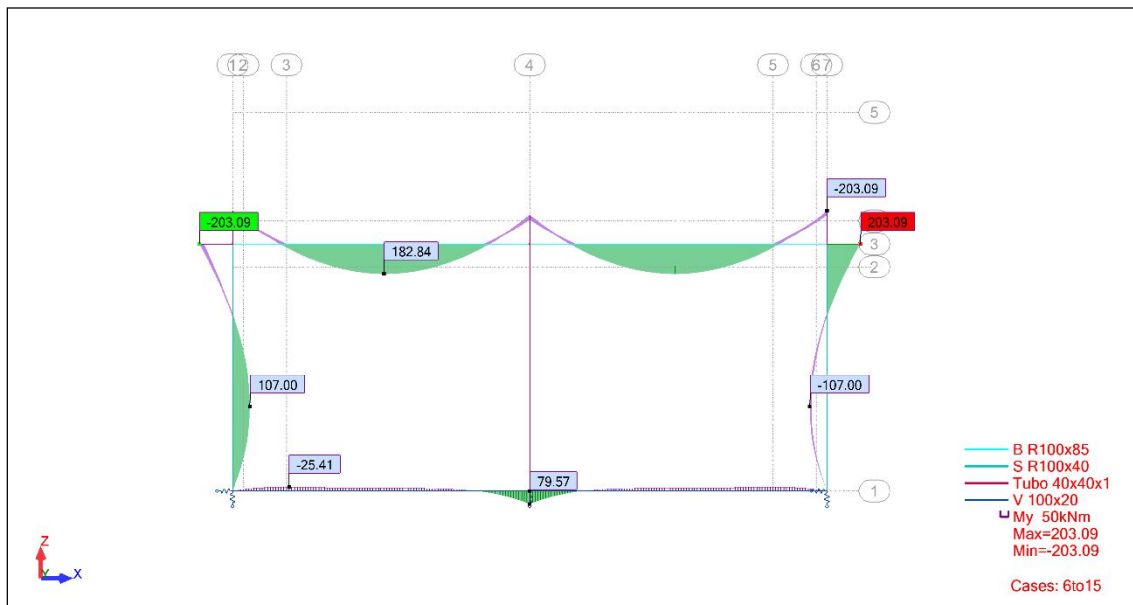


E.16. Corte - FZ, Cases: 6to15

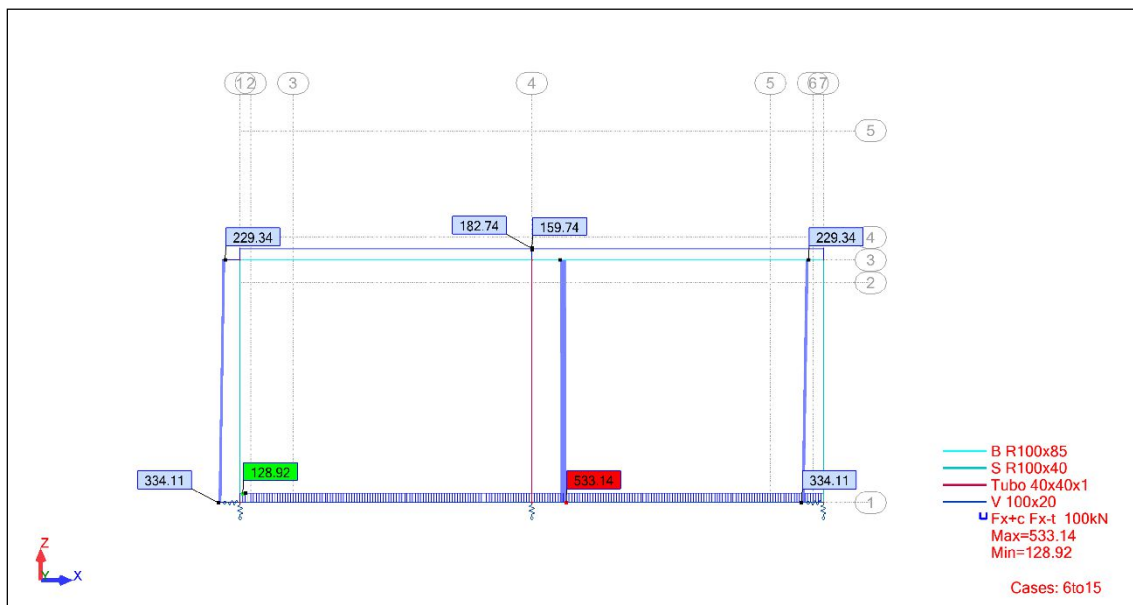




E.17. Momentos - MY, Cases: 6to15



E.18. Normal - FX, Cases: 6to15



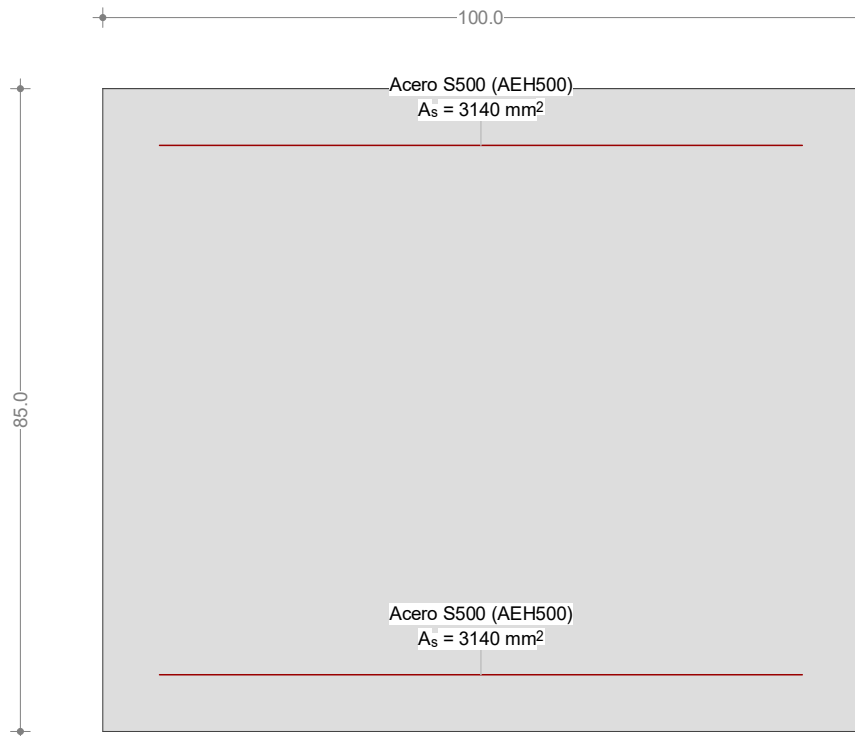


E.19. Verificaciones seccionales

E.19.1. Flexión – Losa superior

Sección transversal 1. Losa superior: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0



Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1 3	0 100.0	0 85.0	2 4	100.0 0	0 85.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.8500	Ix 0.099810	ys 50.0
Ay	-	Iy 0.051177	zs 42.5
Az	-	Iz 0.070833	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.8500			0.8500	2.5	2125.0

Datos sección Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

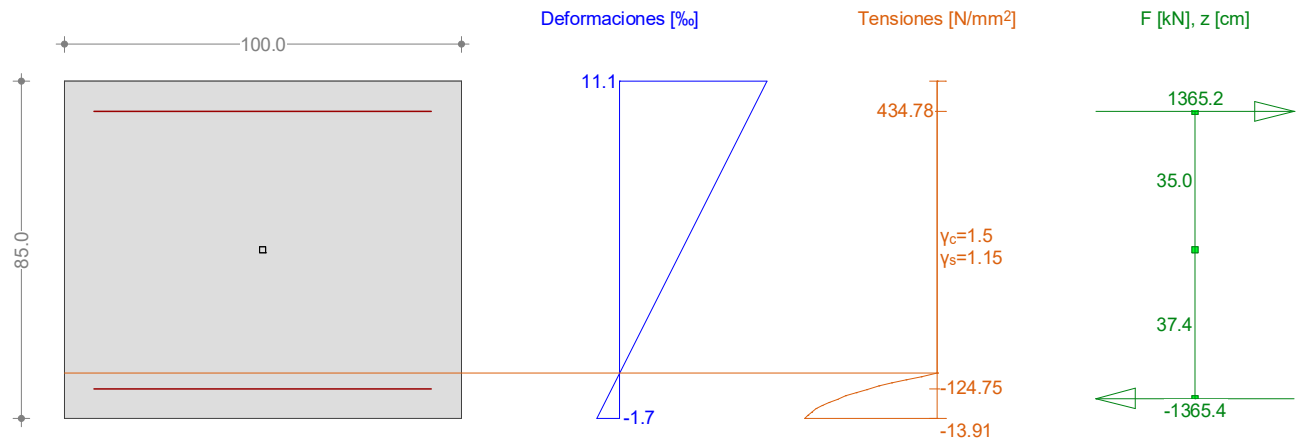
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 6280 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.7 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	77.5	92.5	77.5	3140
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	7.5	7.5	92.5	7.5	3140

BC : BC=0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresión 2=dimensionar bajo tensión únicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :19.1

Sección transversal 1. Losa superior: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 4.87



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-203.1	0	4.867	
2	B:Estado límite último	0	182.8	0	5.408	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-1.7	-13.91	1.76
CS1	H250	100.0	85.0	11.1	0	1.76
RE2	AEH500	7.5	7.5	-0.6	-124.75	1.15
RE1	AEH500	7.5	77.5	10.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 1. LOSA SUPERIOR

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-203.1	0	4.867	
2	B:Estado límite último	0	182.8	0	5.408	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm		Límites de deformación			Tens.adm. σ _{s,adm} [N/mm ²]	Factores de la resistencia				Otros valores	
	Hormigón	Ac.p.	ε _{cu.c} [%]	ε _{cu.b} [%]	ε _{su} [%]		γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2 / 0	1	- 2 . 0	- 3 . 5	1 0 . 0		1 . 5 0	1 . 1 5	1 . 1 5	1 . 1 5	4 5 . 0 0	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	0	0	-1.7	-13.91	1.76
CS1	H250	100.0	85.0	11.1	0	1.76
RE2	AEH500	7.5	7.5	-0.6	-124.77	1.15
RE1	AEH500	7.5	77.5	10.0	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 1)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km-1]	χ _z [km-1]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm ²]	M _z /χ _z [kNm ²]
-0.2	-988.7	0.0	4.7	-15.1	0.0	40.65	65325.05	1.342E+5

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 1)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-973.6	-391.8	-1365.4	M _c =	-510.8	z _c =	37.4	x _c =	11.4
Tensión F _s	0	1365.2	1365.2	M _s =	-477.8	z _s =	35.0	h =	77.5
N =			-0.2	M =	-988.7	z =	72.4	x/h =	0.147

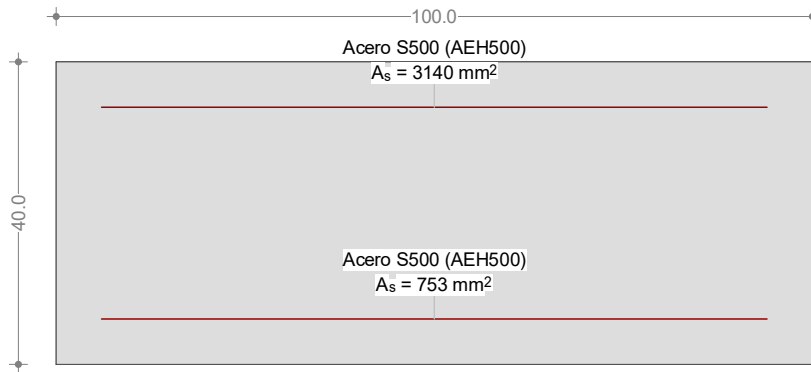


E.19.2. Flexión – Hastiales

Sección transversal 3. Hastial secc inf: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0

Exterior



Interior

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	40.0	4	0	40.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.4000	I_x 0.015969	y_s 50.0
Ay	-	I_y 0.005333	z_s 20.0
Az	-	I_z 0.033333	β 0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.4000			0.4000	2.5	1000.0

Datos sección Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

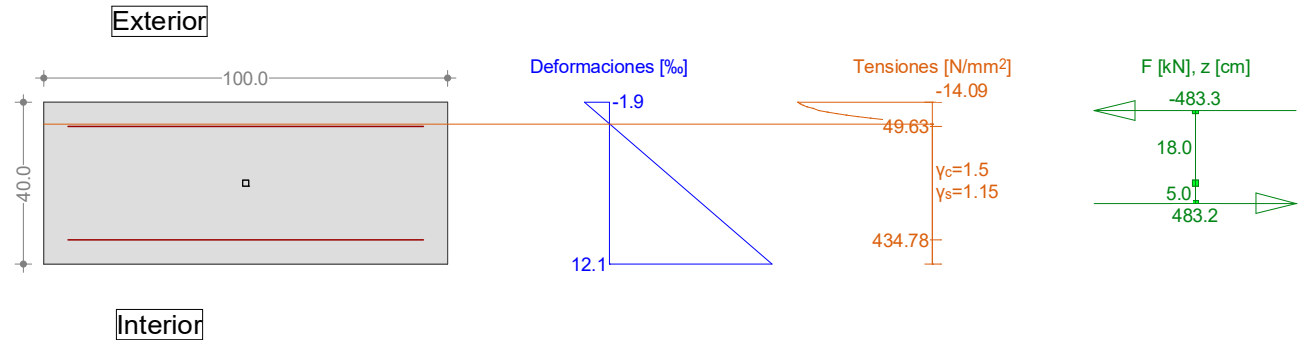
Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 3893 \text{ mm}^2$, $\rho = 1.0 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	34.0	94.0	34.0	3140
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	753

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión unicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Escala 1 :18.7

Sección transversal 3. Hastial secc inf: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.04



Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-203.1	0	1.985	
2	B:Estado límite último	0	107.0	0	1.039	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	40.0	-1.9	-14.09	1.76
CS1	H250	0	0	12.1	0	1.76
RE1	AEH500	6.0	34.0	0.2	49.63	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	10.0	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 3. HASTIAL SECC INF

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	-203.1	0	1.985	
2	B:Estado límite último	0	107.0	0	1.039	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ-ε-Diagramm		Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
	Hormigón	Ac.p.	ε _{cu,c} [%]	ε _{cu,b} [%]	ε _{su} [%]	σ _{s,adm} [N/mm²]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _a [-]	α [-]	φ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 2)

Nombre	Clase	y _q [cm]	z _q [cm]	ε [%]	σ/γ [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	40.0	-1.9	-14.09	1.76
CS1	H250	0	0	12.1	0	1.76
RE1	AEH500	6.0	34.0	0.2	49.63	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	10.0	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 2)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	ε _x [‰]	χ _y [km-1]	χ _z [km-1]	N/ε _x [kN]	M _y /χ _y [kNm²]	M _z /χ _z [kNm²]
-0.0	111.1	-0.0	5.1	34.9	0.0	7.16	3187.18	66573.52

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 2)

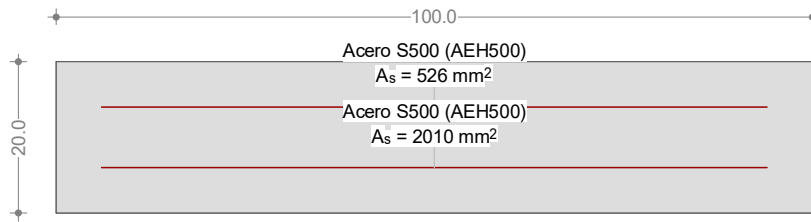
	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-483.3	0	-483.3	$M_c =$	-87.1	$z_c =$	18.0	$x_c =$	5.3
Tensión F_s	0	483.2	483.2	$M_s =$	-24.0	$z_s =$	5.0	$h =$	25.0
N =			-0.0	$M =$	-111.1	$z =$	23.0	$x/h =$	0.213



E.19.3. Flexión – Solera

Sección transversal 6. Solera: Contorno, Armaduras

Escala 1 :10.0



Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [cm]	z_q [cm]	No.	y_q [cm]	z_q [cm]
CS1	Hormigón C2	H250	Polígono	1	0	0	2	100.0	0
				3	100.0	20.0	4	0	20.0

Características mecánicas de la sección: (Sin la contribución de la armadura, Material de referencia: Hormigón C25, $E_{ref} = 30$ [kN

	Area [m²]	Momento de inercia [m⁴]	Centro Gr., Ángulo [cm]
Ax	0.2000	Ix	0.002331
Ay	-	Iy	0.000667
Az	-	Iz	0.016667
			β
			0 [°]

Masa: Detalles de la sección parcial

Sección parcial	A_{xi+} [m²]	menos	A_{xi-} [m²]	A_{xi} [m²]	γ_i [t/m³]	M_i [kg/m]
CS1	0.2000			0.2000	2.5	500.0

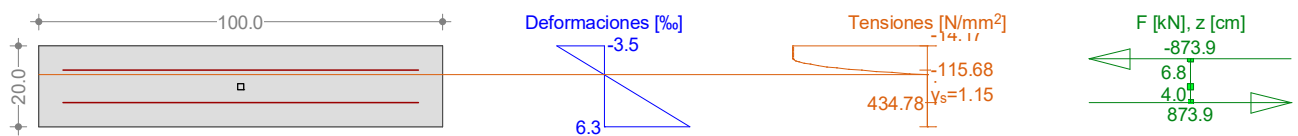
Datos sección Viga-Sección: 6. SOLERA

Armadura STANDARD $\Sigma A_s = 2536 \text{ mm}^2$, $\rho = 1.3 \%$

Nombre	Material	Clase	BC	Tipo	y_{1q} [cm]	z_{1q} [cm]	y_{2q} [cm]	z_{2q} [cm]	A_s [mm²]
RE1	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	14.0	94.0	14.0	526
RE2	Acero S500	AEH500	2	L	6.0	6.0	94.0	6.0	2010

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tensión y compresións 2=dimensionar bajo tensión únicamente
Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Sección transversal 6. Solera: Carga última (Estado límite último); Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.19 Escala 1 :18.7



Cálculo capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	79.6	0	1.190	
2	B:Estado límite último	0	-25.4	0	1.597	

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	20.0	-3.5	-14.17	1.76
CS1	H250	0	-0.0	6.3	0	1.76
RE1	AEH500	94.0	14.0	-0.6	-115.68	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	3.4	434.78	1.15

Cálc. capacidad última Viga-Sección: 6. SOLERA

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	B:Estado límite último	0	79.6	0	1.190	
2	B:Estado límite último	0	-25.4	0	1.597	

Parámetros de análisis "Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

A.Tipo	σ - ε -Diagramm Hormigón	Ac.p.	Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores	
			$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm ²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]
B	2/0	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0

Deformaciones y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y_q [cm]	z_q [cm]	ε [‰]	σ/γ [N/mm ²]	γ [-]
CS1	H250	100.0	20.0	-3.5	-14.17	1.76
CS1	H250	0	0	6.3	0	1.76
RE1	AEH500	94.0	14.0	-0.6	-115.69	1.15
RE2	AEH500	6.0	6.0	3.4	434.78	1.15

Deformaciones y tensiones durante la iteración pasada = Estado del límite (Resultados cálculo No 1)

Fuerzas internas			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km ⁻¹]	χ_z [km ⁻¹]	N/ ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm ²]	M_z/χ_z [kNm ²]
-0.0	94.7	-0.0	1.4	49.2	0.0	23.44	1927.11	3885.57

Esfuerzo interno como par de fuerzas (Resultados cálculo No 1)

	Fuerzas Internas			Momentos		z	Valores geométricos		
	Sec [kN]	Arm [kN]	Suma [kN]	M	Valor [kNm]		Valor [cm]	x, h	Valor [cm]
Compresión	-813.1	-60.9	-873.9	$M_c =$	-59.8	$z_c =$	6.8	$x_c =$	7.1
Tensión F_s	0	873.9	873.9	$M_s =$	-35.0	$z_s =$	4.0	$h =$	14.0
N =			-0.0	$M =$	-94.7	$z =$	10.8	$x/h =$	0.509



Uruguay (+598) 2711 7048

Paraguay (+595) 994 736 153

Estados Unidos (+1) 631 204 6096

info@rdaingenieria.com

rdaingenieria.com



NOTAS GENERALES

SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

TODAS LAS NOTAS INCLUIDAS EN ESTE PLANO SE REFIEREN Y SON DE APLICACIÓN A TODO EL PROYECTO Y SE COMPLEMENTARÁN CON LAS PARTICULARES DE CADA PLANO.

LA ESTRUCTURA HA SIDO DISEÑADA EN SU SITUACIÓN FINAL, CONCEBIDA COMO UN TODO, POR LO QUE TODAS LAS ETAPAS TRANSITORIAS DE ACOPIO, MONTAJE, CONSTRUCTIVAS, ETC., DEBERÁN SER VERIFICADAS GARANTIZANDO LA ESTABILIDAD DEL CONJUNTO Y DE CADA UNA DE LAS PARTES, EL ALCANCE DEL PRESENTE PROYECTO NO CONTEMPLA EL ESTUDIO DE DICHS ESTADOS TRANSITORIOS. CONSULTAR CON LA DIRECCIÓN DE OBRA.

LA DENSIDAD DEL MATERIAL DE RELLENO DEBE SER MAYOR O IGUAL A LA DEL TERRENO NATURAL.

PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE CUALQUIER ELEMENTO DE HORMIGÓN, LOS HUECOS O ELEMENTOS AUXILIARES HAN DE SER REVISADOS Y CONFIRMADOS POR EL CONTRATISTA. CUALQUIER DISCREPANCIA DEBE SER TRANSMITIDA A LA DIRECCIÓN DE OBRA.

DEBERÁN VERIFICARSE MEDIANTE ENSAYOS LAS CONDICIONES DEL TERRENO EN EL APOYO DE LAS BASES. SE DEBERÁ VALIDAR LA COTA DE LA FUNDACIÓN EXISTENTE PARA CONSTATAR QUE APOYA EN EL MANTO COMPETENTE.

GLOSARIO DE ABREVIACIONES

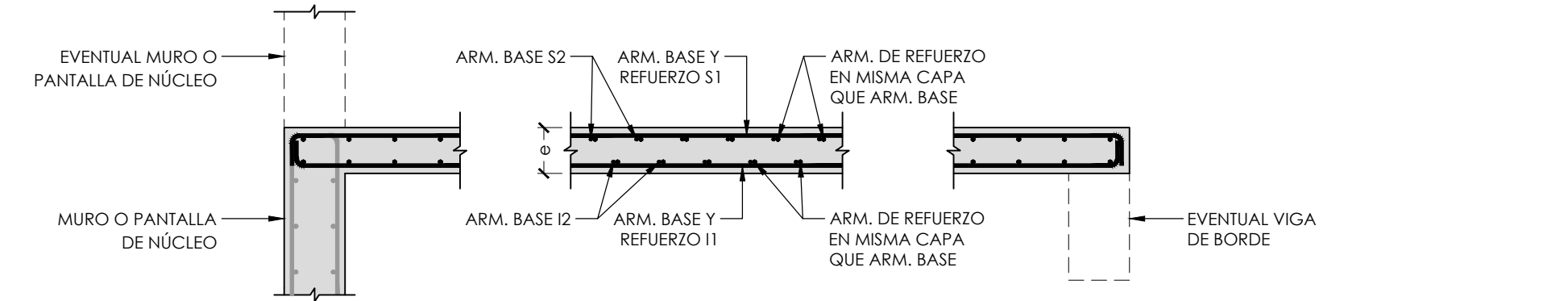
NCS: NIVEL DE CARA SUPERIOR
NCI: NIVEL DE CARA INFERIOR
NPT: NIVEL DE PISO TERMINADO

e: ESPESOR

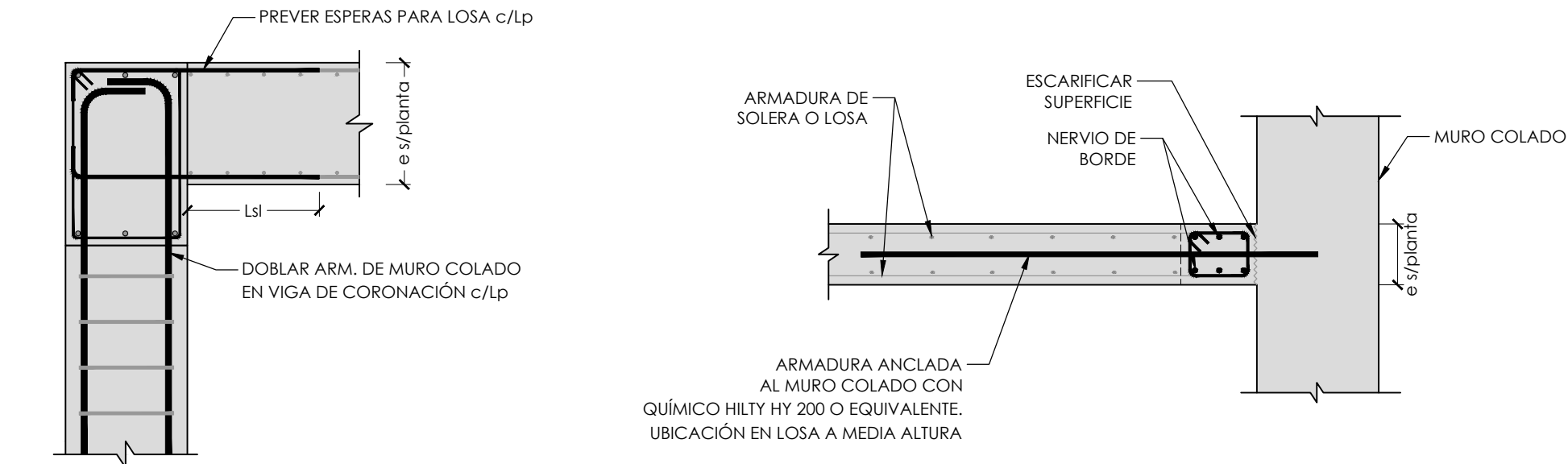
CUADRO DE MATERIALES (HORMIGÓN)

HORMIGÓN DE LIMPIEZA Y NIVELACIÓN:		
Cmín:	150	CONTENIDO MÍNIMO DE CEMENTO [kg/m³]
AMBIENTE:	XC2	
TAMAÑO MÁX. AGREGADO:	20	TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO [mm]
NORMAS DE REFERENCIA: EN-1992-1-1 Y EN 206-1		
HORMIGÓN ESTRUCTURAL		
CLASE:	C35	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LOS 28 DÍAS = 35 N/mm²
AMBIENTE:	XC3	
TAMAÑO MÁX. AGREGADO:	20	TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO [mm]
A/C MÁX.:	0.55	MÁXIMA RELACIÓN AGUA/CEMENTO
Cmín.:	280	CONTENIDO MÍNIMO DE CEMENTO [kg/m³]
NORMAS DE REFERENCIA: EN-1992-1-1 Y EN 206-1		
ACERO ARMADURA PASIVA:		
ADN 500		UNIT 843/95
TENSIÓN DE FLUENCIA CONVENCIONAL		f _{yk} = 500 MPa
NOTA: POR RAZONES CONSTRUCTIVAS LA CONSISTENCIA Y EL TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO PODRÁ SER MODIFICADO CON AUTORIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE OBRA.		

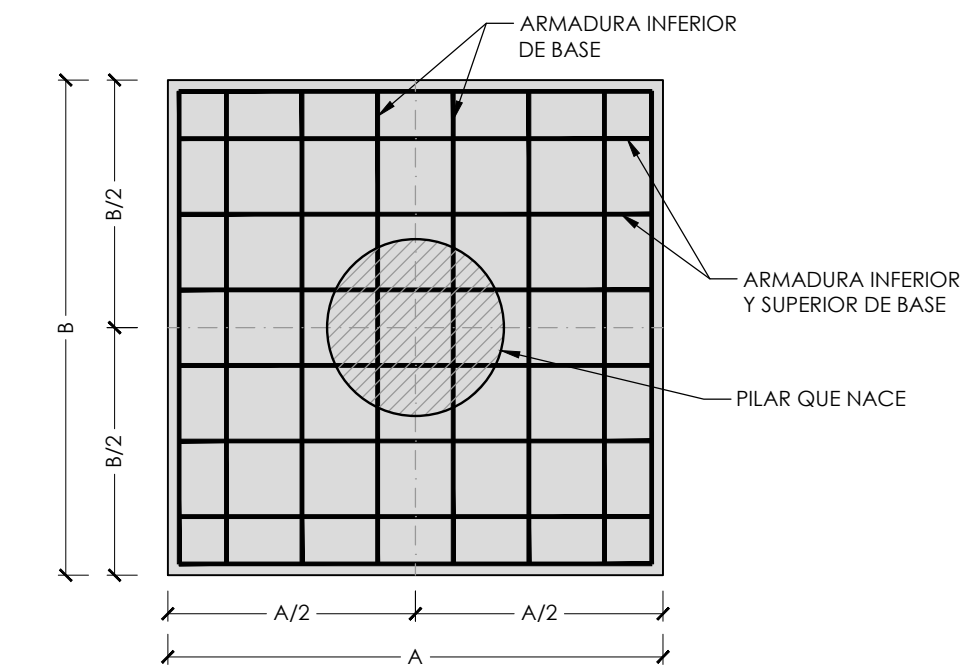
DISC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	TÍTULO	ESTADO DEL DOCUMENTO	REVISIÓN	FECHA (ÚLTIMA REVISIÓN)
ES	00	00	00	LISTA DE PLANOS, NOTAS Y DETALLES GENERALES	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025
ES	00	00	01	DETALLES GENERALES DE PAVIMENTO	PARA APROBACIÓN	B	15.07.2025
ES	00	01	01	PLANTA GENERAL DE INTERVENCIÓN	PARA APROBACIÓN	B	15.07.2025
ES	01	01	01	TRAMO 18 DE JULIO - TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS - OBRAS BÁSICAS	PARA APROBACIÓN	C	15.07.2025
ES	01	01	02	TRAMO 18 DE JULIO - TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS - OBRAS BÁSICAS	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025
ES	01	01	03	TRAMO 18 DE JULIO - TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS - OBRAS BÁSICAS	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025
ES	01	02	01	TRAMO 18 DE JULIO - TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES	PARA APROBACIÓN	C	15.07.2025
ES	01	02	02	TRAMO 18 DE JULIO - TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025
ES	01	02	03	TRAMO 18 DE JULIO - TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025
ES	01	03	01	TRAMO 18 DE JULIO - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	PARA APROBACIÓN	B	15.07.2025
ES	01	04	01	TRAMO 18 DE JULIO - ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	PARA APROBACIÓN	B	15.07.2025
ES	02	01	01	INTERCAMBIADOR TRES CRUCES - GEOMETRÍA GENERAL	PARA APROBACIÓN	C	15.07.2025
ES	02	01	02	INTERCAMBIADOR TRES CRUCES - NIVEL -2 - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES	PARA APROBACIÓN	C	15.07.2025
ES	02	01	03	INTERCAMBIADOR TRES CRUCES - NIVEL -1 - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES	PARA APROBACIÓN	C	15.07.2025
ES	02	01	04	INTERCAMBIADOR TRES CRUCES - NIVEL 0 - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES	PARA APROBACIÓN	C	15.07.2025
ES	03	01	01	PASOS A DESNIVEL - GEOMETRÍA GENERAL	PARA APROBACIÓN	B	15.07.2025
ES	03	01	02	PASOS A DESNIVEL - GEOMETRÍA GENERAL	PARA APROBACIÓN	B	15.07.2025
ES	03	01	03	PASOS A DESNIVEL - GEOMETRÍA GENERAL	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025
ES	03	01	04	PASOS A DESNIVEL - GEOMETRÍA GENERAL	PARA APROBACIÓN	D	15.07.2025



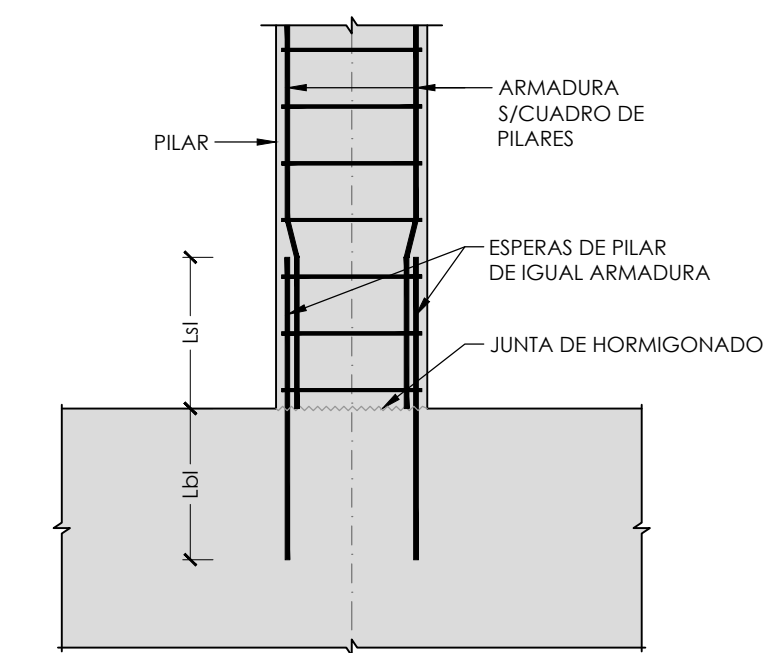
DETALLE GENERAL DE ARMADO DE LOSA SECCIÓN



DETALLE DE VINCULACIÓN LOSA A MURO COLADO SECCIÓN
ESCALA 1:20

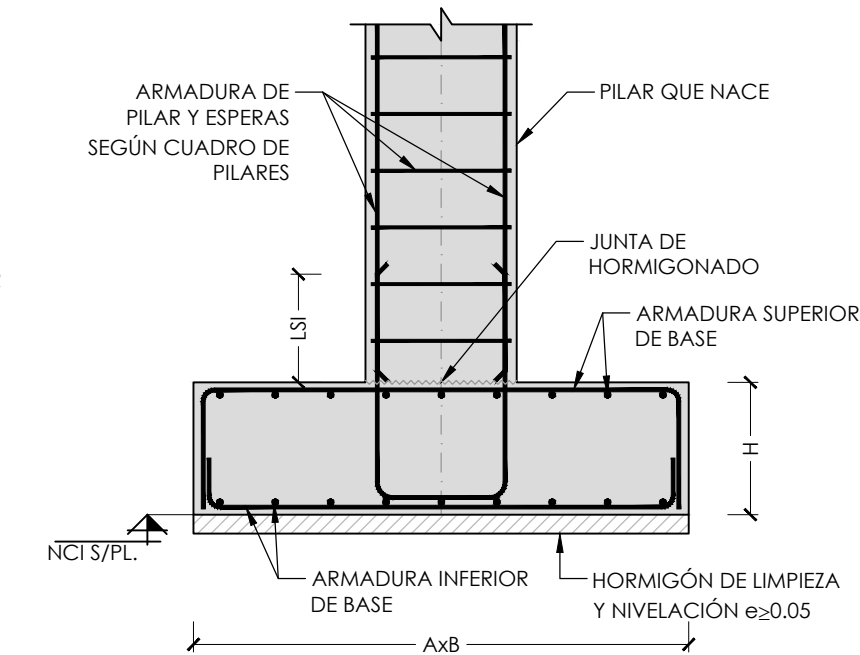


DETALLE GENERAL BASE AISLADA PLANTA

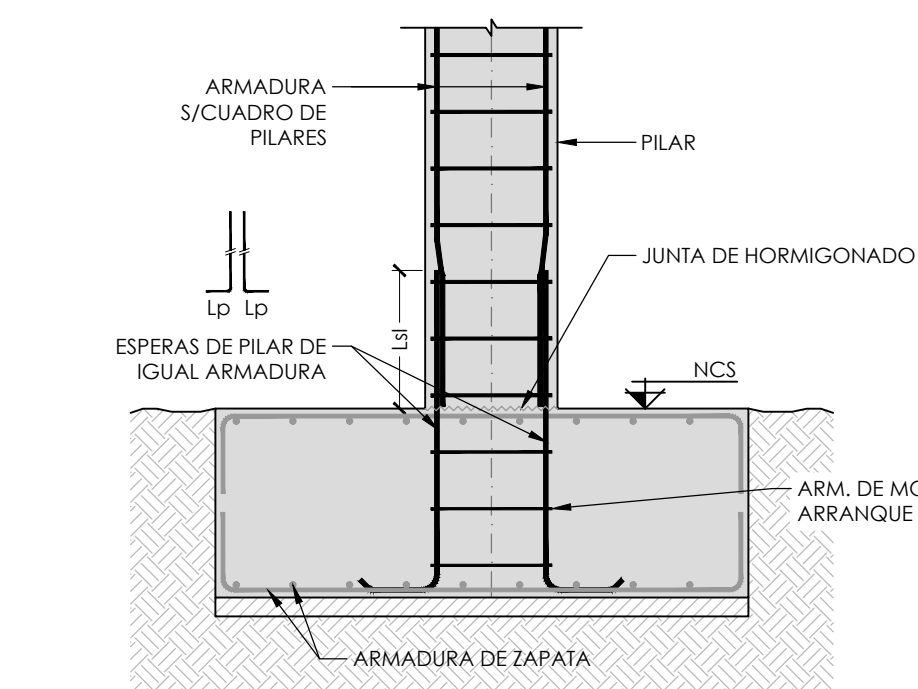


DETALLE GENERAL ARRANQUE DE PILAR EN MURO SECCIÓN
ESCALA 1:20

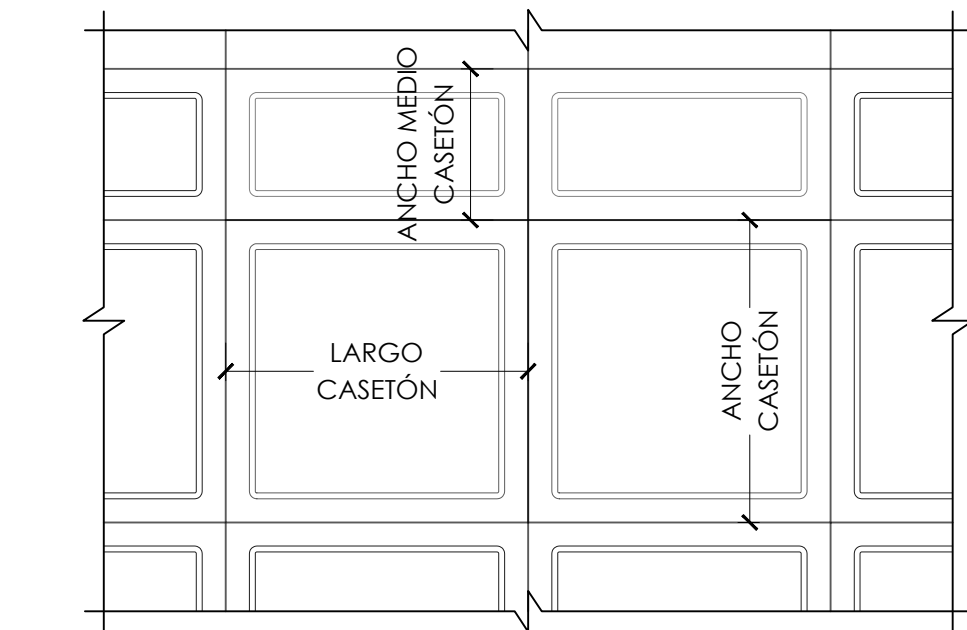
DETALLE DE VINCULACIÓN SOLERA O LOSA A MURO COLADO SECCIÓN
ESCALA 1:20



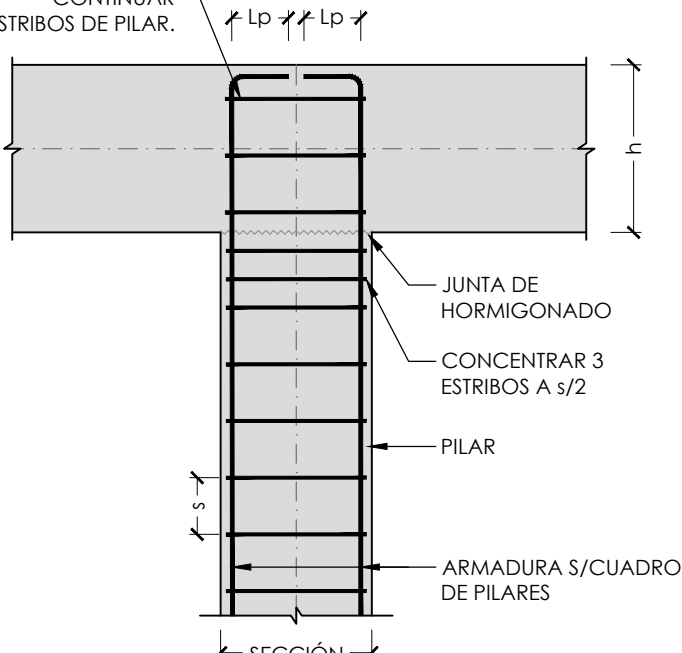
DETALLE GENERAL BASE AISLADA SECCIÓN



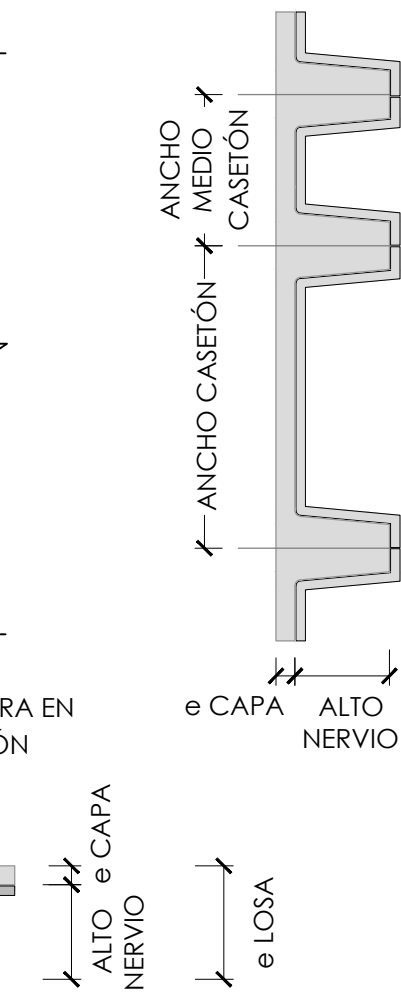
DETALLE GENERAL ARRANQUE DE PILAR EN BASE SECCIÓN
ESCALA 1:20



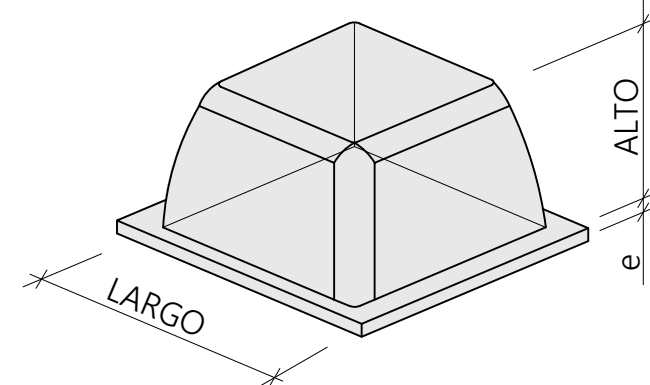
DETALLE GENERAL LOSA CASETONADA



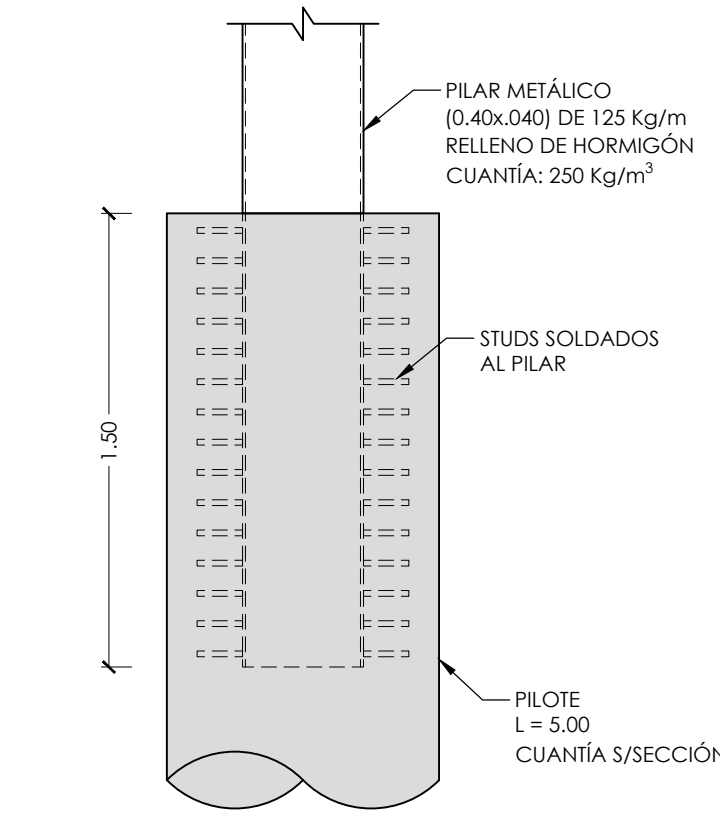
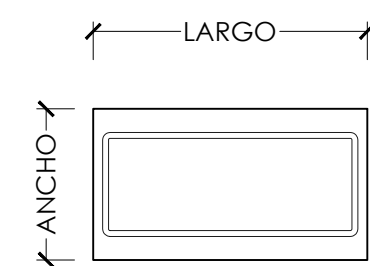
DETALLE GENERAL REMATE EN LOSA SECCIÓN
ESCALA 1:20



CASETON ENTERO



MEDIO CASETON



DETALLE PILAR EMBEBIDO EN PILOTE SECCIÓN
ESCALA 1:25

NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA

TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA

MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

ORGANISMO CONTRATANTE

BID Banco Interamericano de Desarrollo

ETAPA

ANTEPROYECTO

ESTADO

PARA APROBACIÓN

PLANO

LISTA DE PLANOS, NOTAS Y DETALLES GENERALES

ESPEC.

ES

SECTOR

00

TIPO

00

Nº PLANO

00

FECHA

15.07.2025

REVISIÓN

D

DIB.

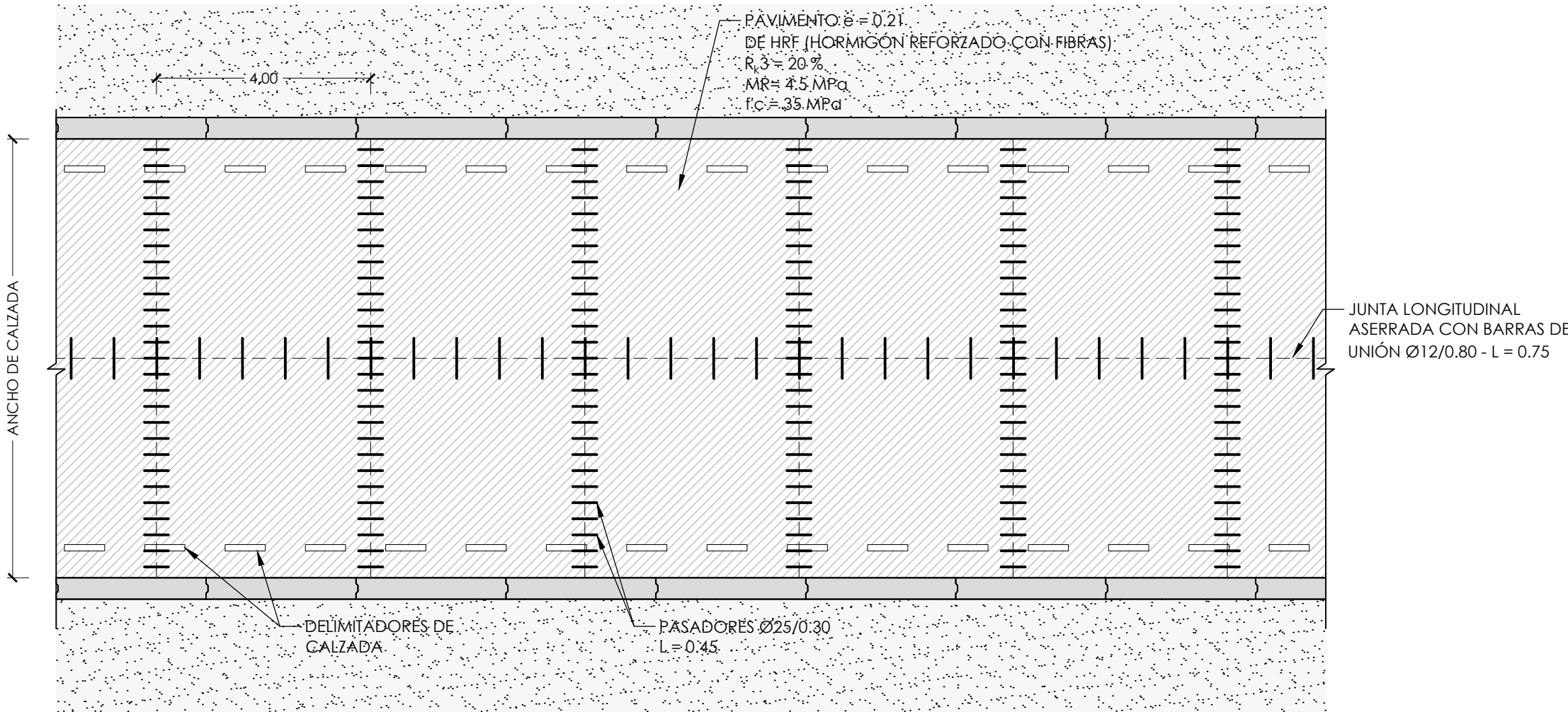
JG

REV.

TM

APR.

MR

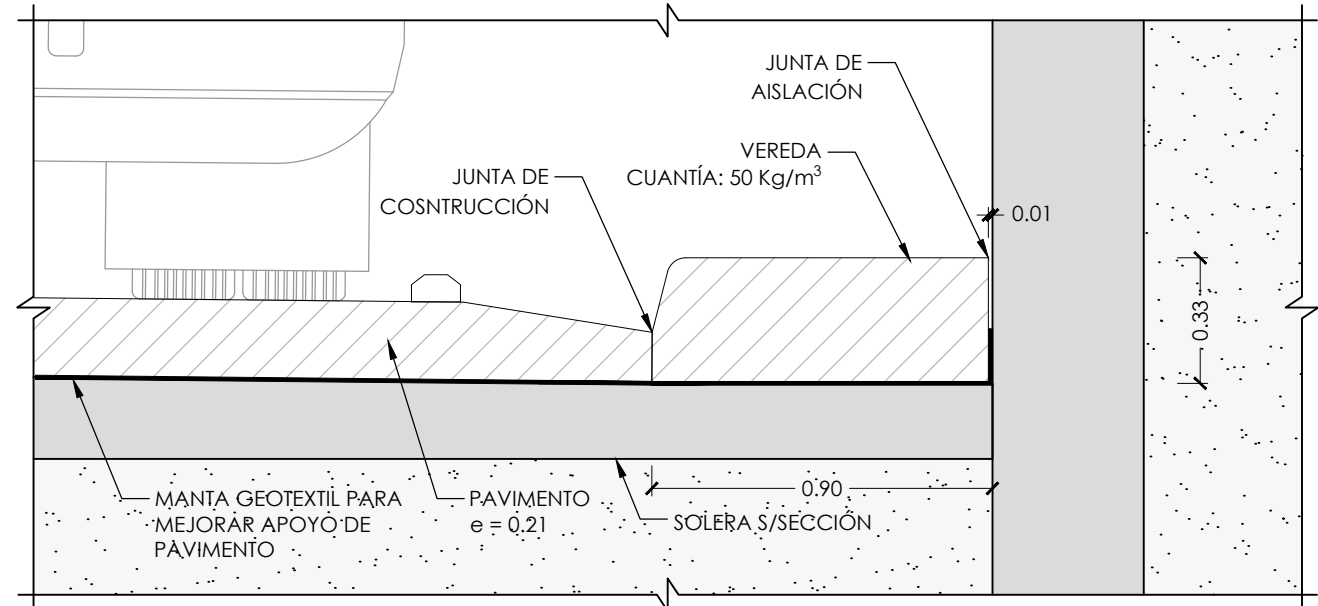


DETALLE PAVIMENTO - TÚNEL
PLANTA

ESCALA 1:100

NOTA:

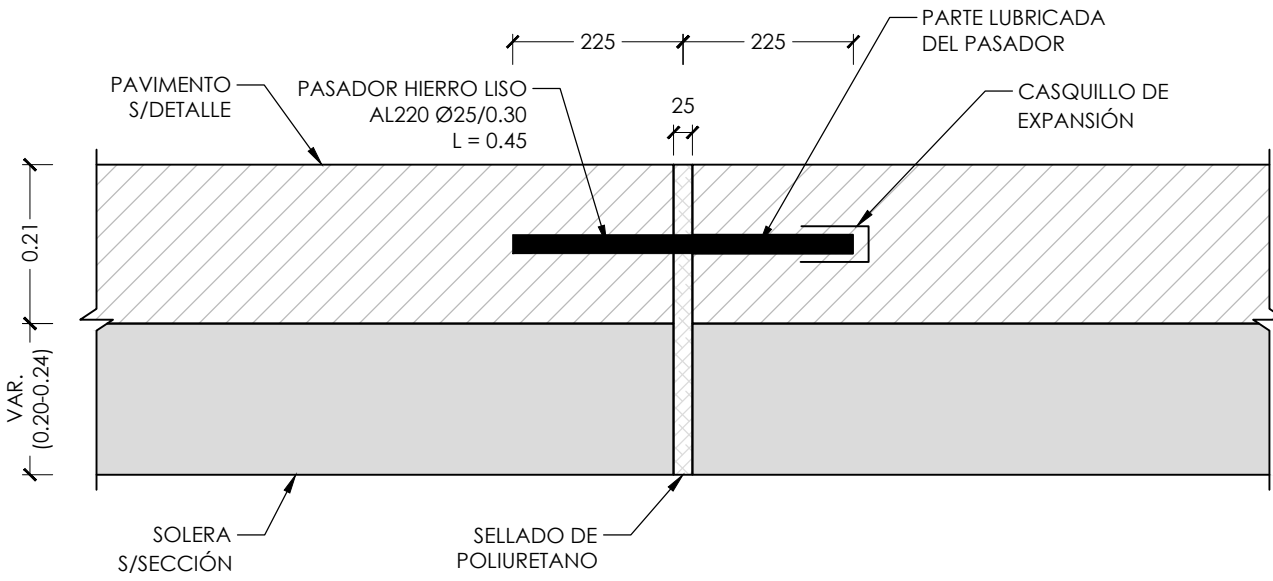
- LAS JUNTAS DE DILATACIÓN DEL PAVIMENTO DEBERÁN COINCIDIR CON LAS DE LA ESTRUCTURA, CADA 100 m.



DETALLE DE VEREDA DE SEGURIDAD

SECCIÓN

ESCALA 1:20



JUNTA DE DILATACIÓN - CADA 100 m

SECCIÓN

ESCALA 1:10

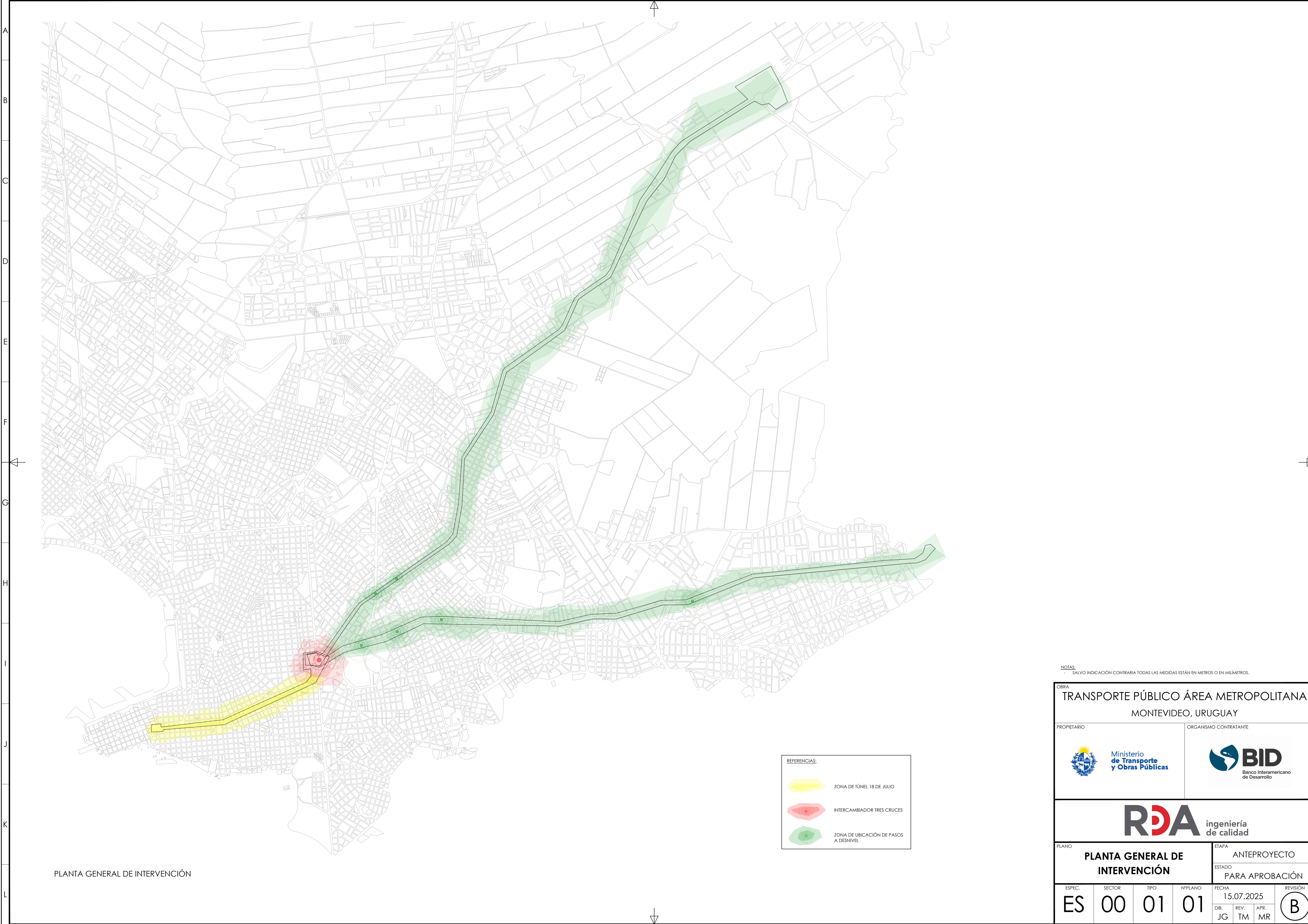
- NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
 - SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA
MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO	ORGANISMO CONTRATANTE
 Ministerio de Transporte y Obras Públicas	 BID Banco Interamericano de Desarrollo

RDA ingeniería
de calidad

PLANO				ETAPA		
DETALLES GENERALES DE PAVIMENTO				ANTEPROYECTO		
ESTADO				PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN	
ES	00	00	01	15.07.2025		
DIB. JG	REV. TM	APR. MI				B



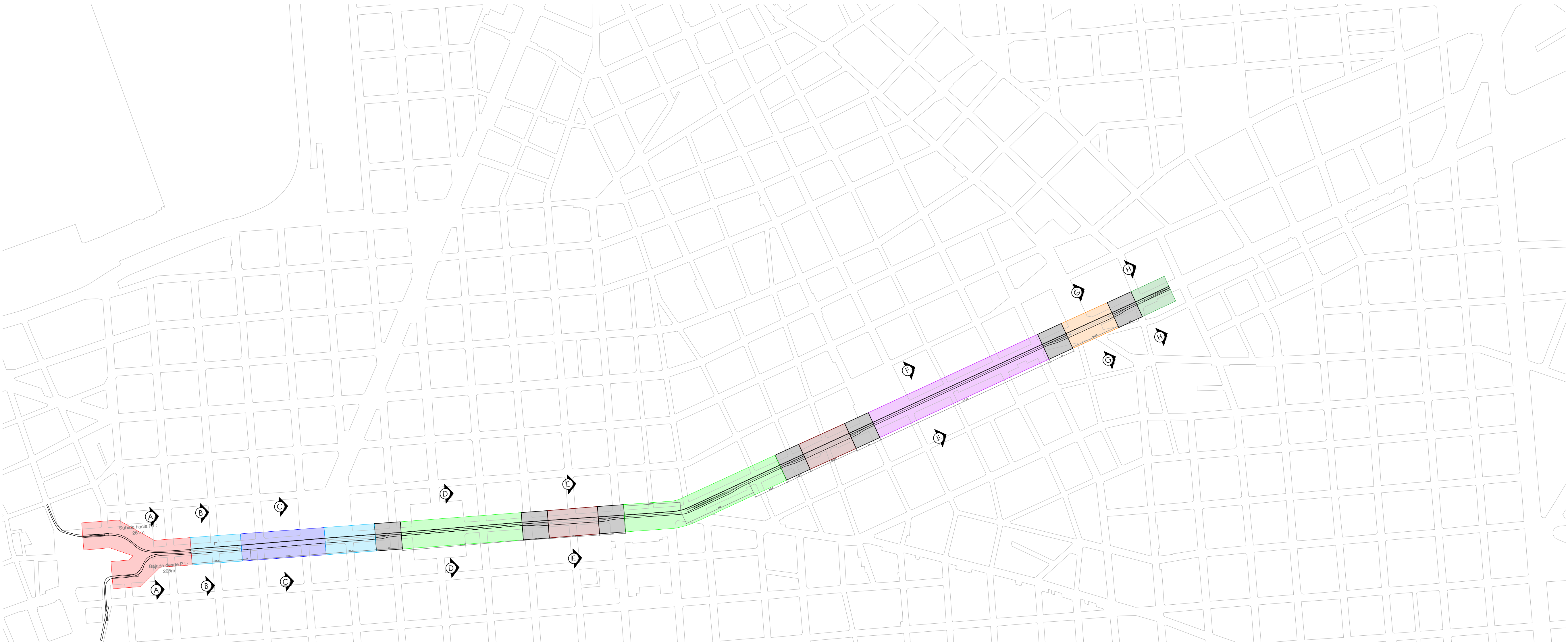
NOTAS:
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA
MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO	ORGANISMO CONTRATANTE
 Ministerio de Transporte y Obras Públicas	 BID Banco Interamericano de Desarrollo

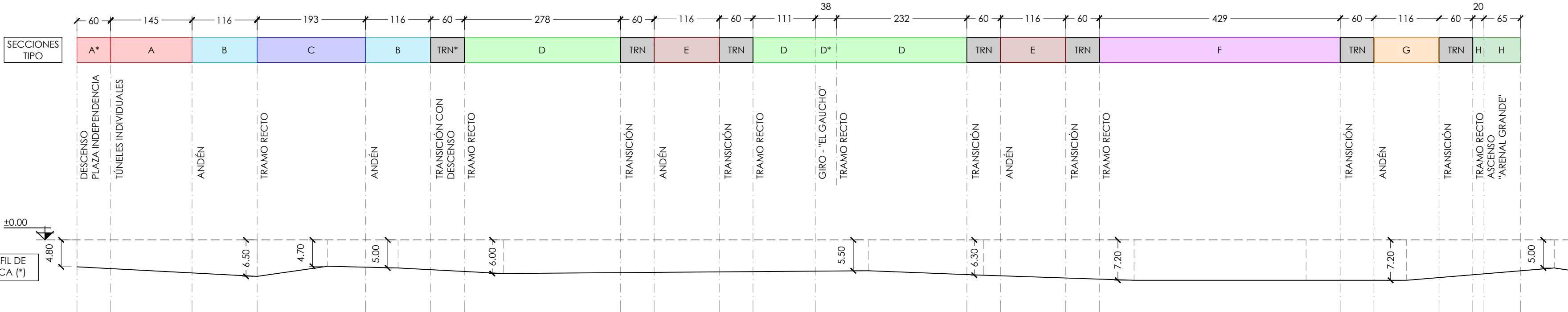
RDA ingeniería de calidad

PLANO				ETAPA		
PLANTA GENERAL DE INTERVENCIÓN				ANTEPROYECTO		
ESTADO				PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN	
ES	00	01	01	15.07.2025	B	
DIB.	REV.	APR.		JG	TM	MR



TRAMO 18 DE JULIO
PLANTA

REFERENCIAS:	
■	A - TÚNEL INDIVIDUAL
■	B - ANDÉN - SIN TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CAJONEADO
■	C - TÚNEL - SIN TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CON FICHA
■	TRANSICIÓN
■	D - TÚNEL - CON TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CAJONEADO
■	E - ANDÉN - CON TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CAJONEADO
■	F - TÚNEL - CON TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CON FICHA CON ANCLAJE
■	G - ANDÉN - CON TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CON FICHA CON ANCLAJE
■	H - TÚNEL - CON TAPADA - EXCAVACIÓN EN ROCA CAJONEADO CON ANCLAJE

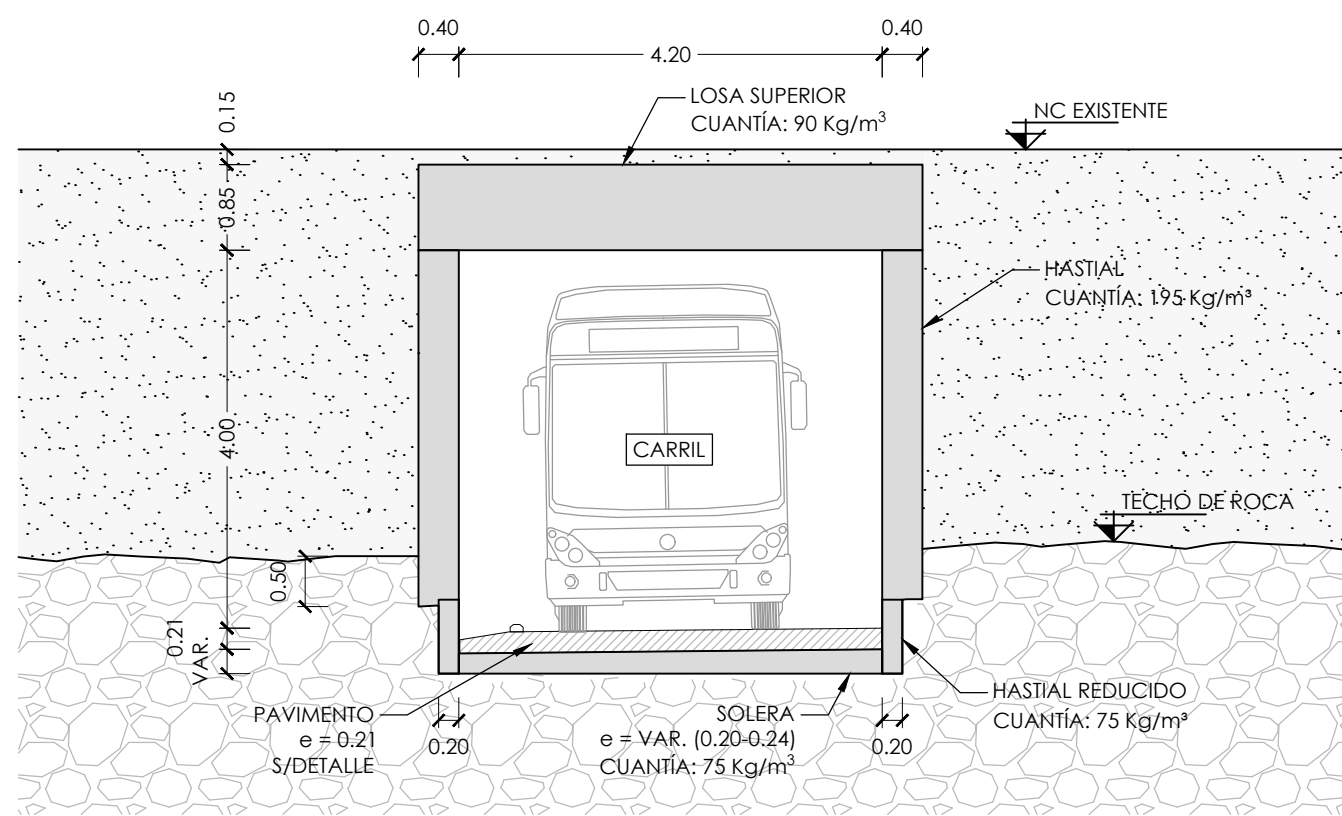


TRAMO 18 DE JULIO
ESQUEMA LONGITUDINAL

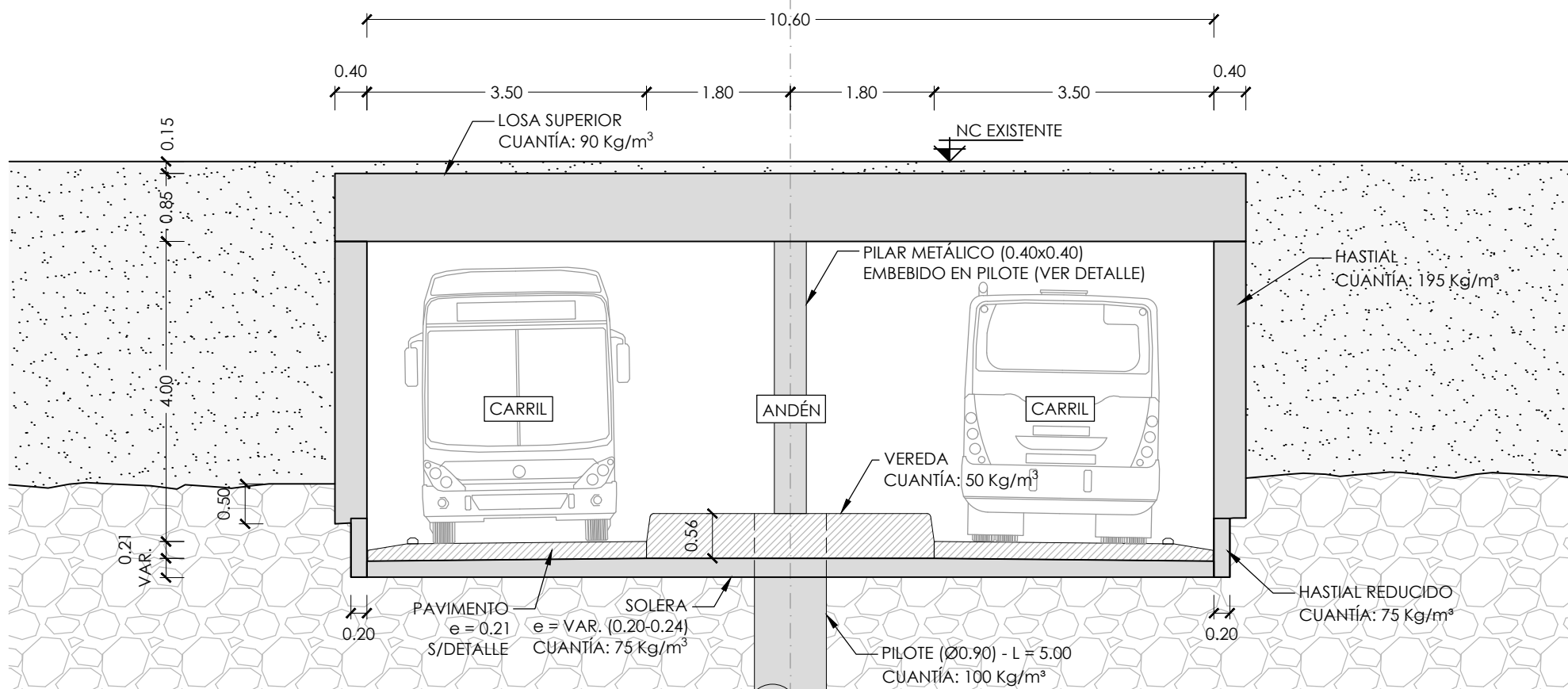
NOTA:
(*) LAS UBICACIONES DE LOS SONDEOS SON APROXIMADAS.

NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

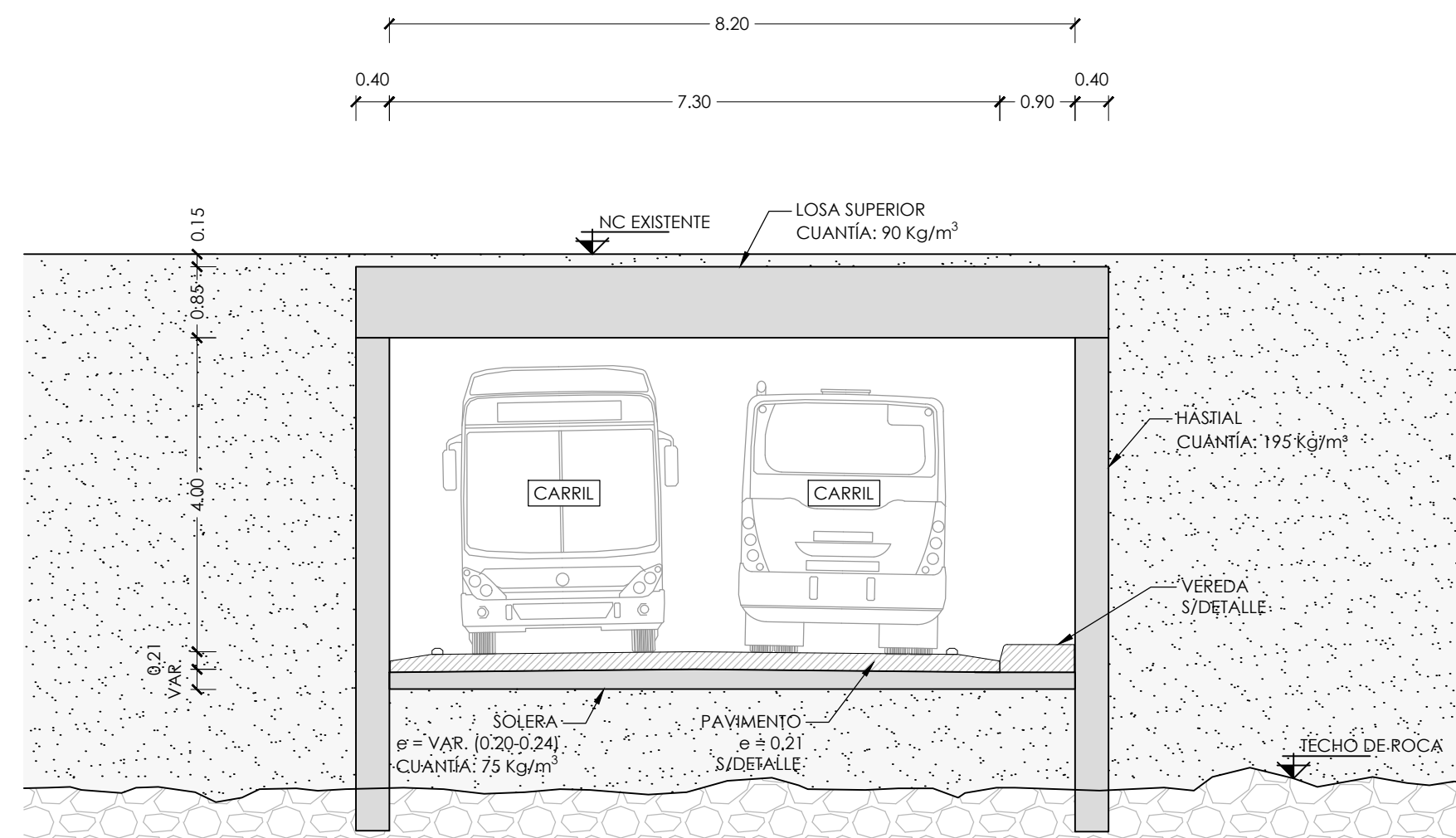
OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO			ORGANISMO CONTRATANTE		
PLANO				ETAPA	
TRAMO 18 DE JULIO				ANTEPROYECTO	
TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS				ESTADO	
OBRAS BÁSICAS				PARA APROBACIÓN	
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	01	01	01	15.07.2025	(C)
DIB.	REV.	APR.			
JG	TM	MI			



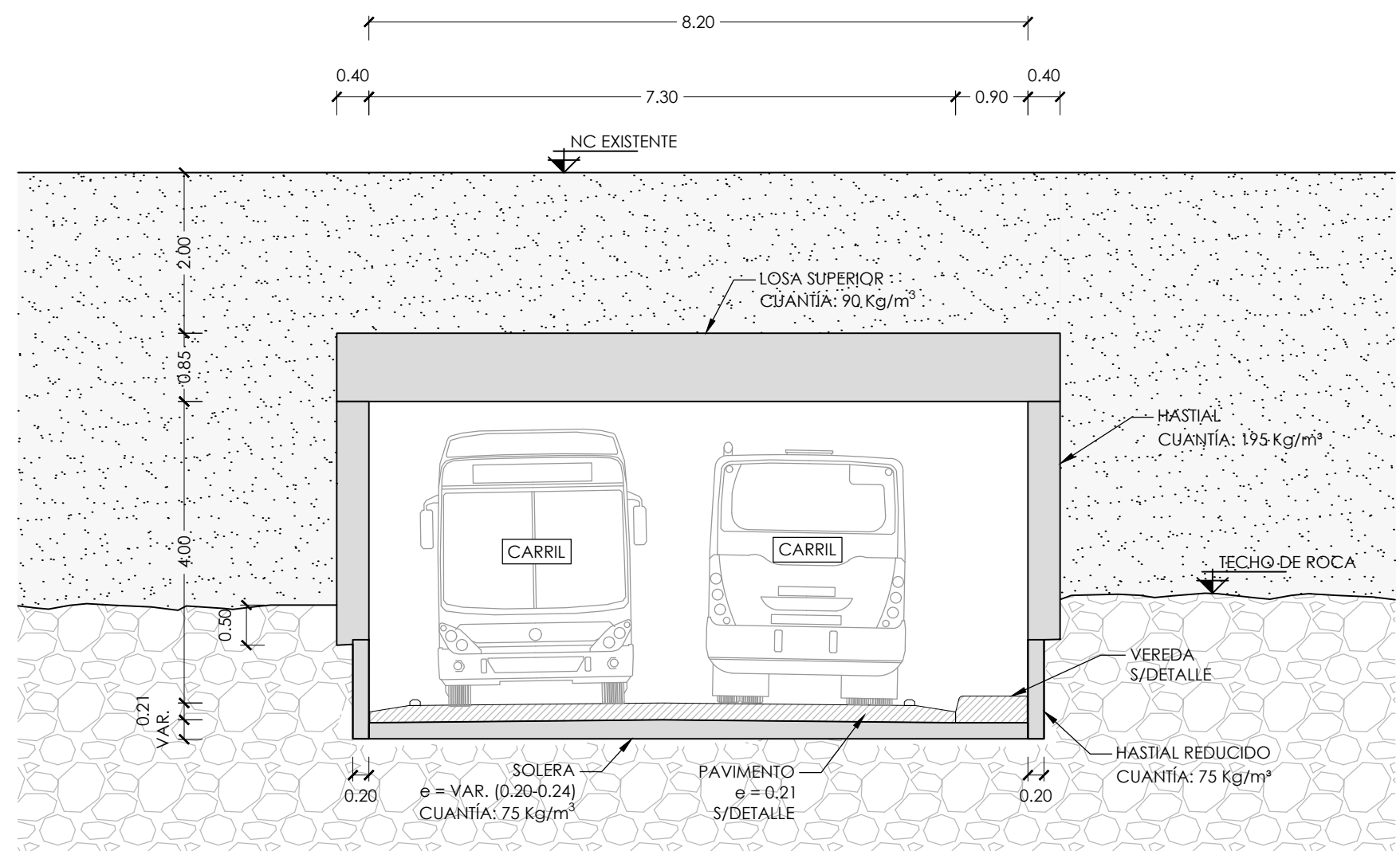
TÚNEL
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:75



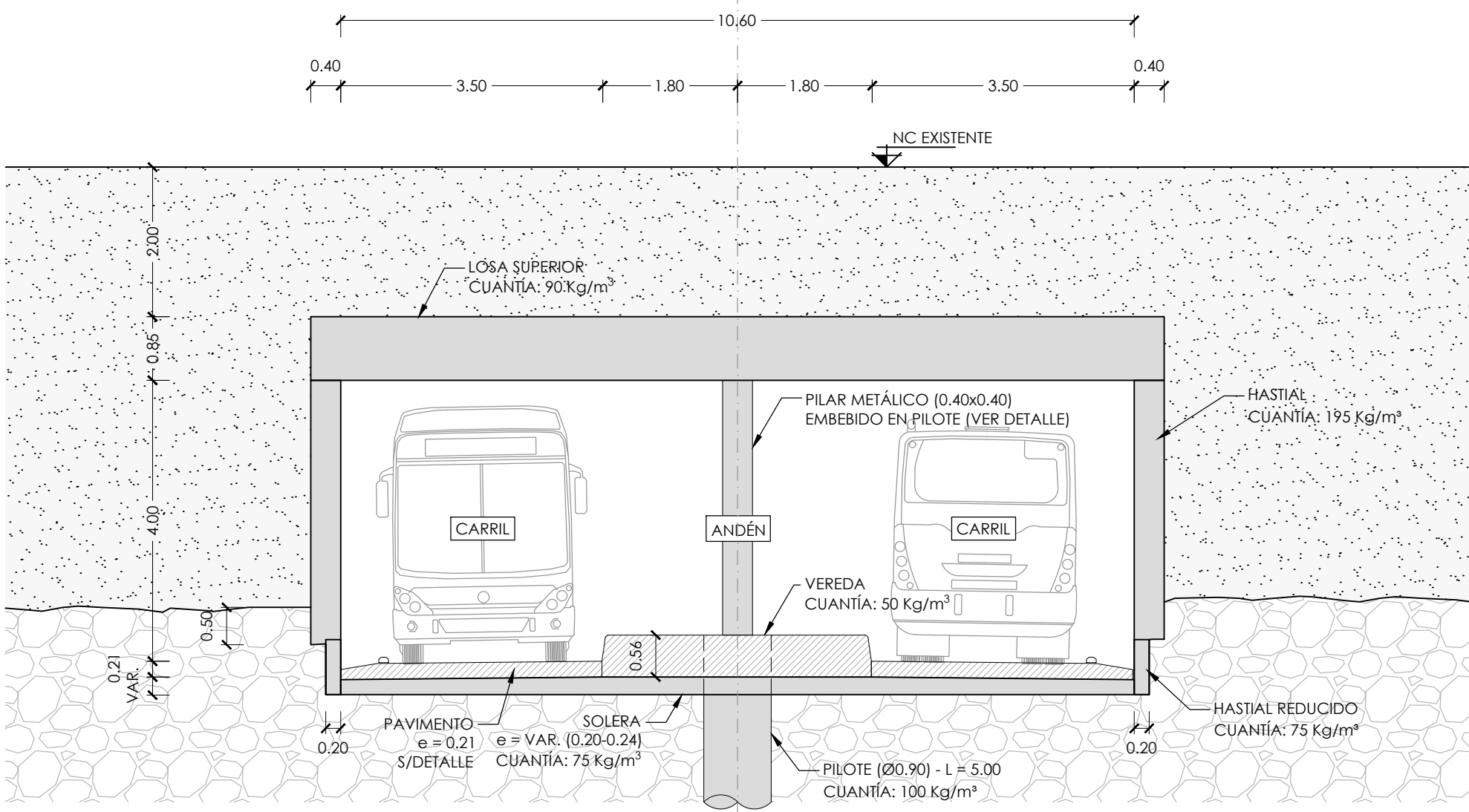
ANDÉN
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:75



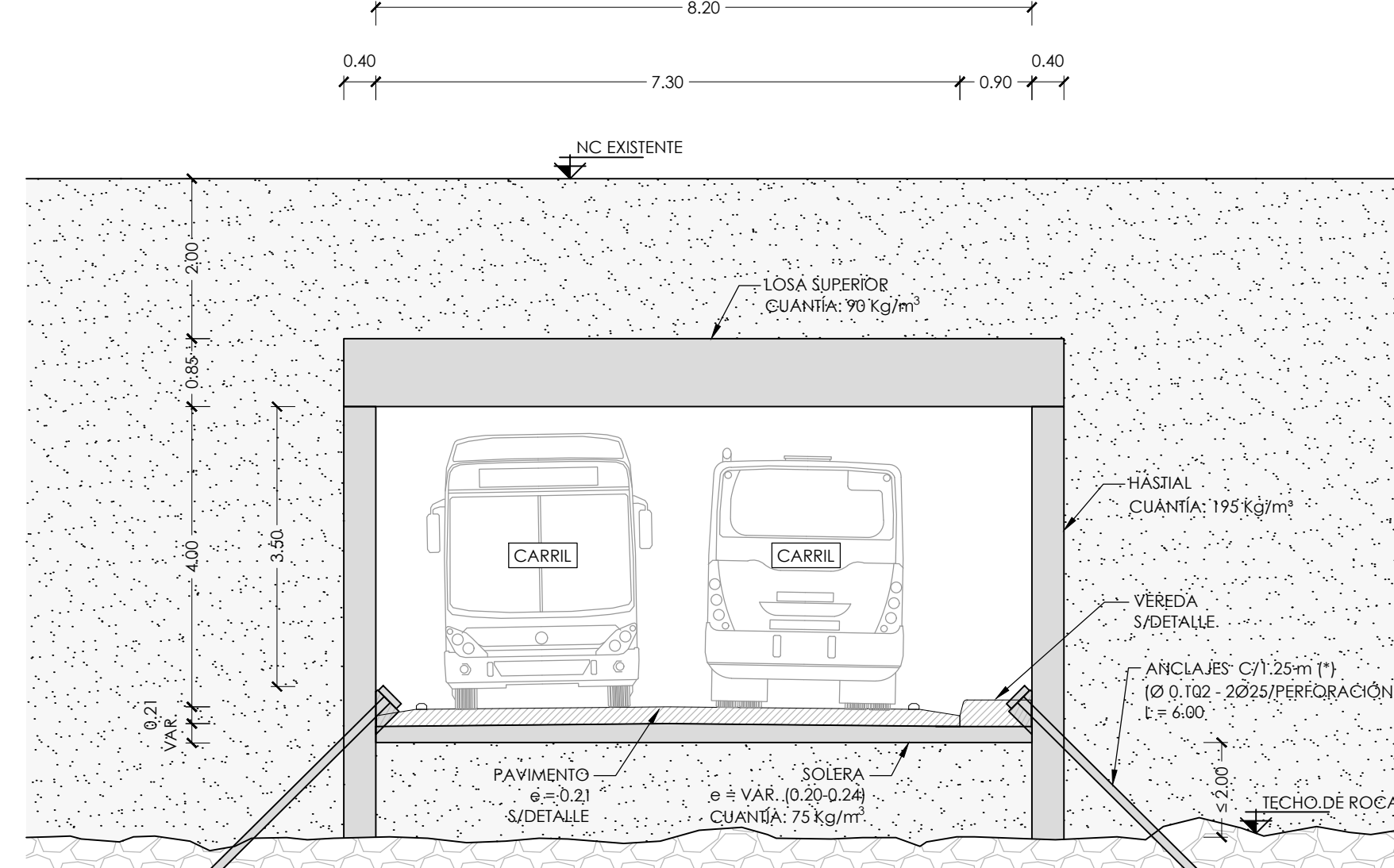
TÚNEL
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:75



ANDÉN
SECCIÓN D-D
ESCALA 1:75



ANDÉN
SECCIÓN E-E
ESCALA 1:75

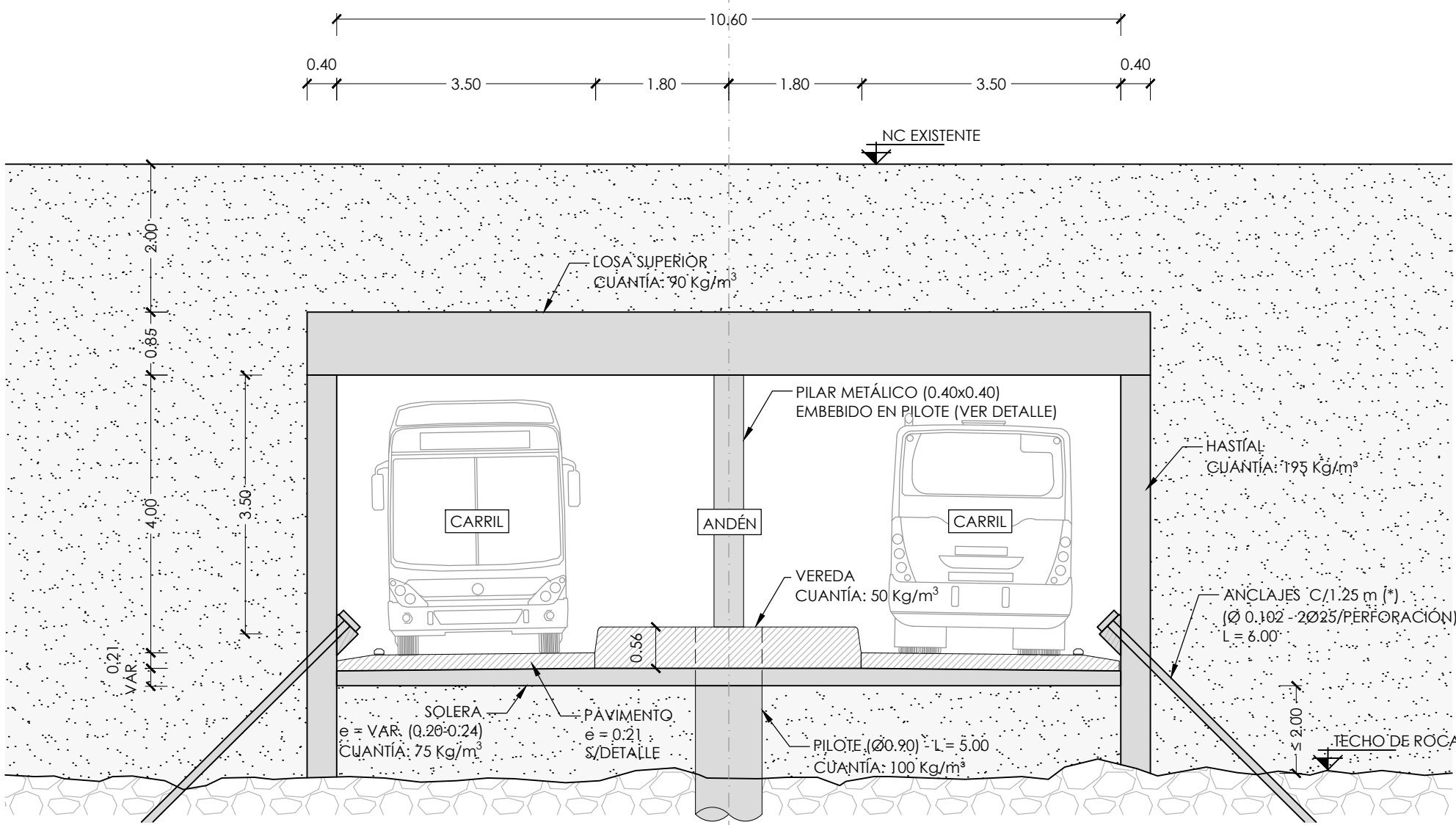


TÚNEL
SECCIÓN F-F
ESCALA 1:75

NOTA:
[*] LOS ANCLAJES CORRESPONDEN A ELEMENTOS TRANSITORIOS REQUERIDOS PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS EN OBRA.

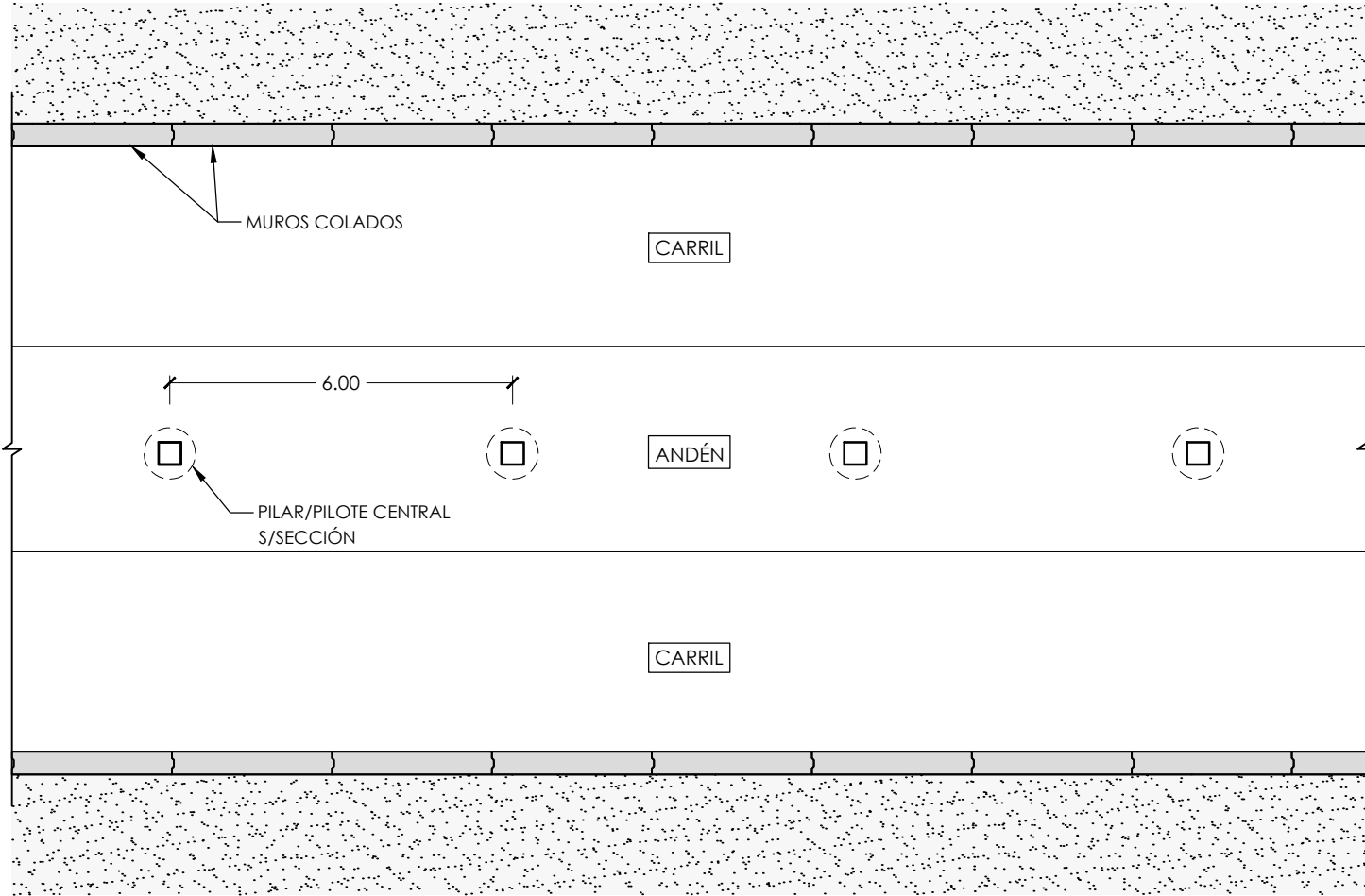
NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA					
MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO			ORGANISMO CONTRATANTE		
 Ministerio de Transporte y Obras Públicas					
<div><div>RDA</div><div>ingeniería de calidad</div></div>					
PLANO			ETAPA		
TRAMO 18 DE JULIO			ANTEPROYECTO		
TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS			ESTADO		
OBRAS BÁSICAS			PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	01	01	02	15.07.2025	<div><div></div><div>D</div></div>
DIB.	REV.	APR.			
JG	TM	MI			

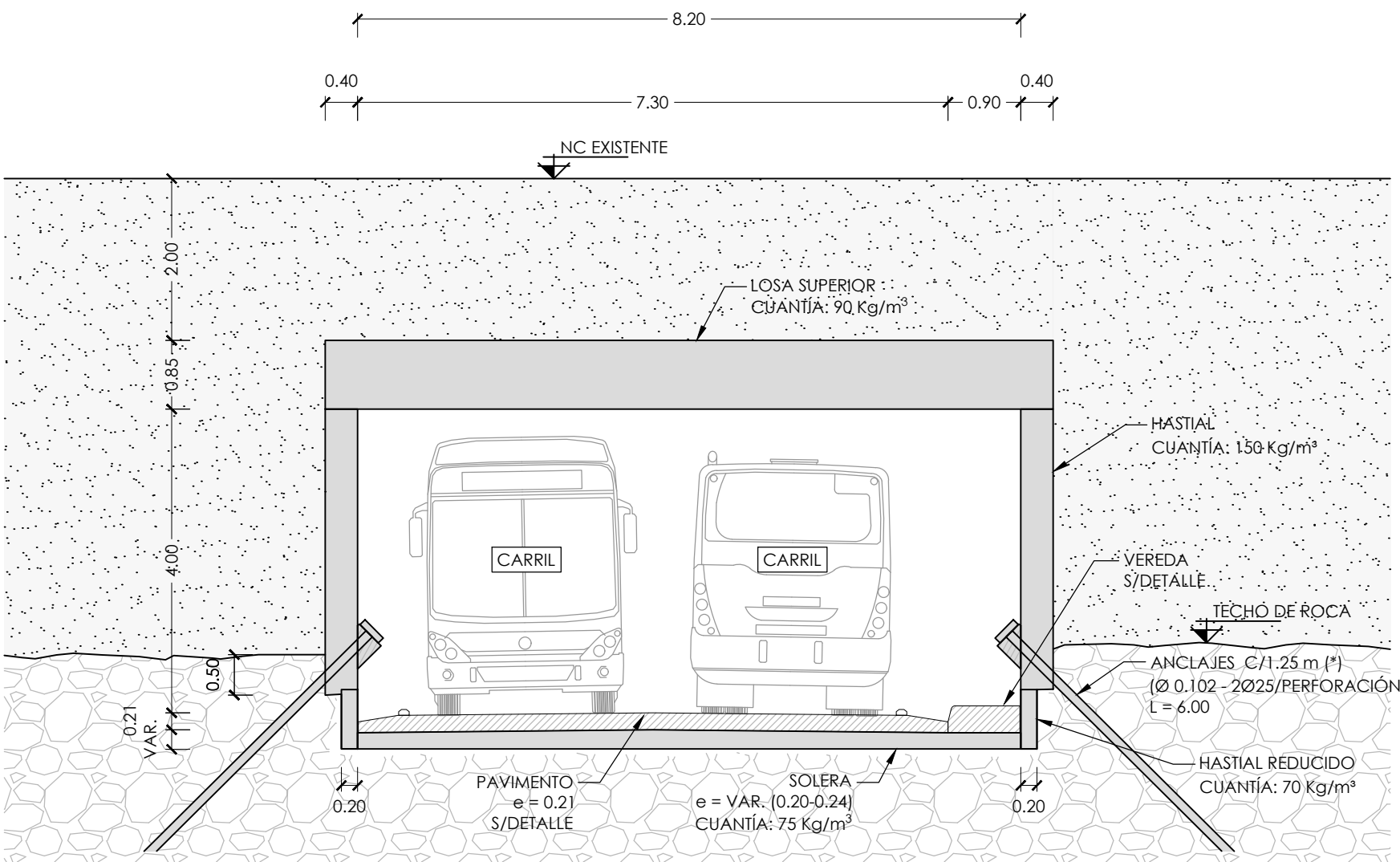


ANDÉN
SECCIÓN G-G
ESCALA 1:75

NOTA:
- (*) LOS ANCLAJES CORRESPONDEN A ELEMENTOS TRANSITORIOS REQUERIDOS PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS EN OBRA.



ANDÉN
PLANTA
ESCALA 1:125

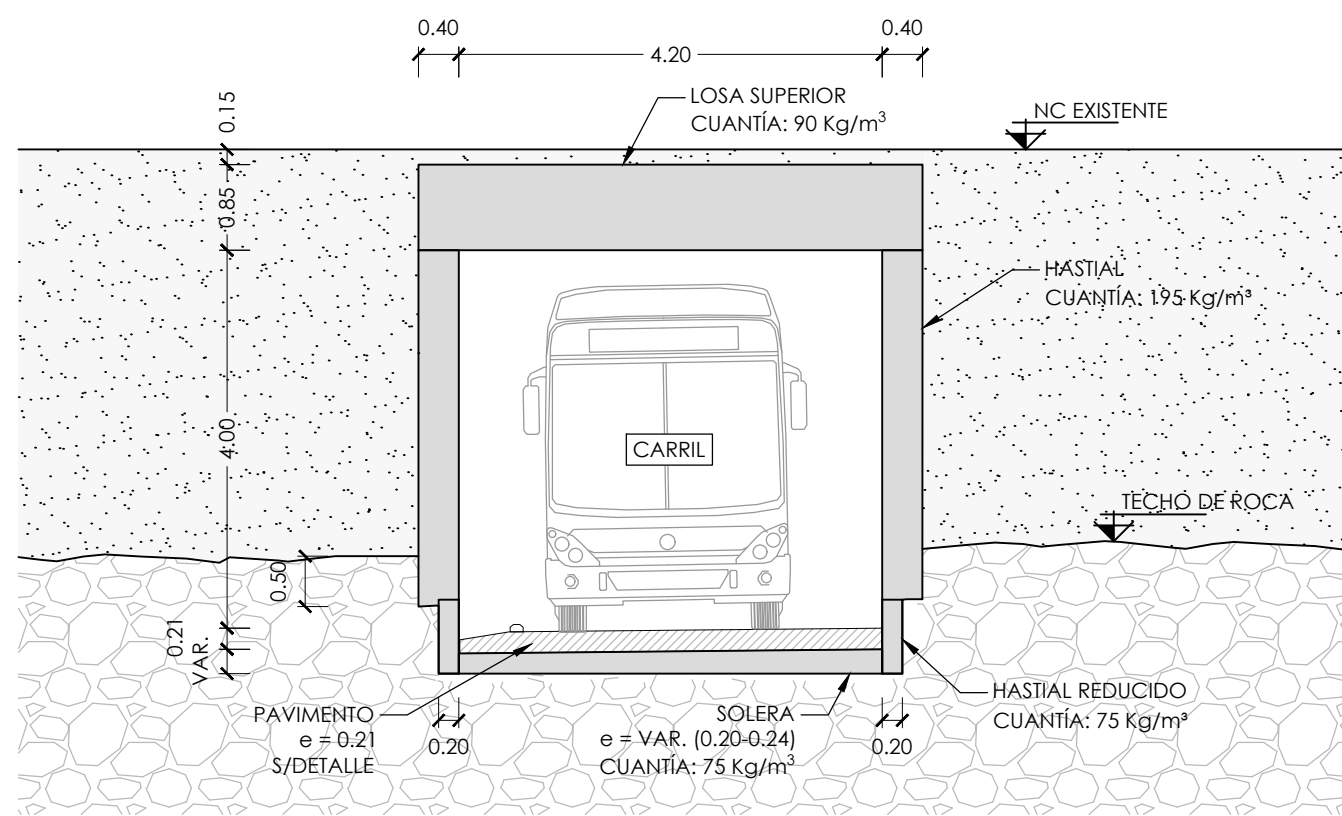


ANDÉN
SECCIÓN H-H
ESCALA 1:75

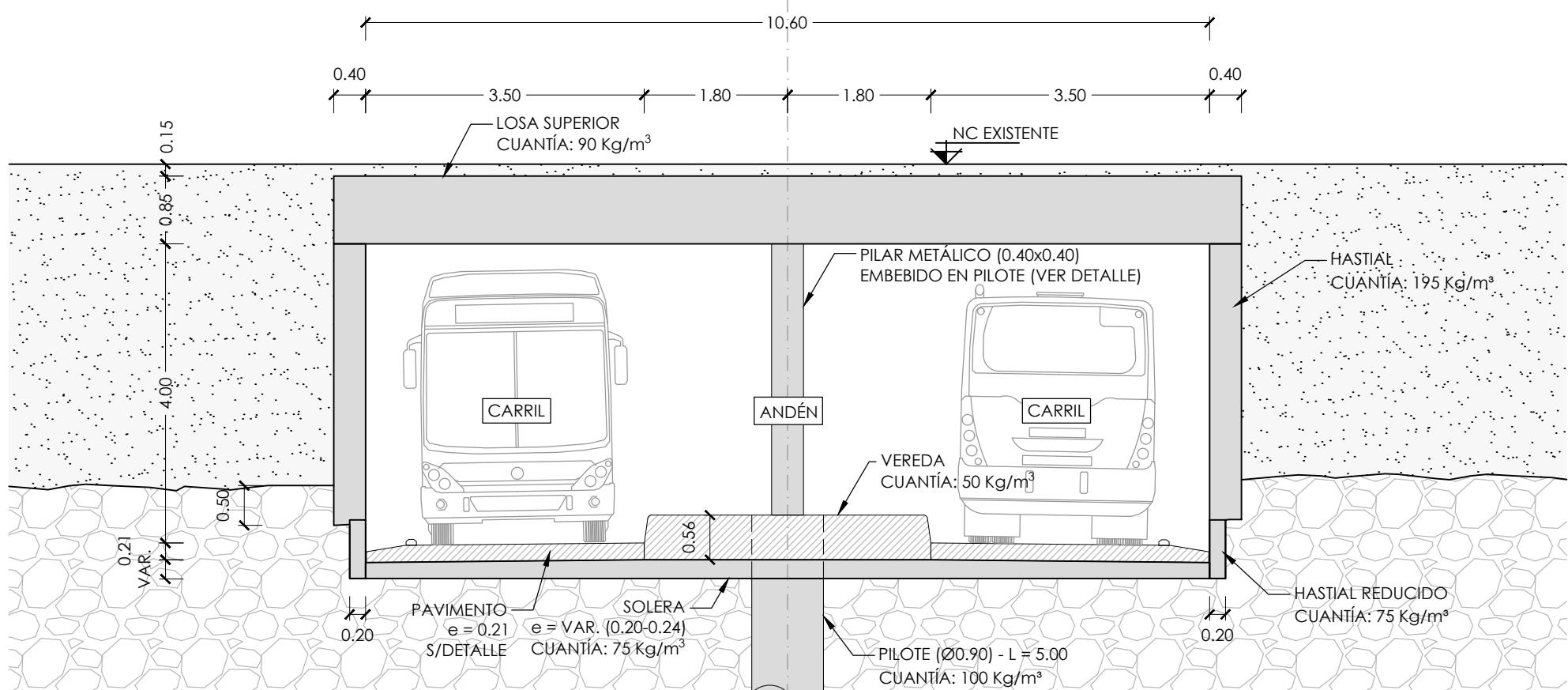
NOTA:
- (*) LOS ANCLAJES CORRESPONDEN A ELEMENTOS TRANSITORIOS REQUERIDOS PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS EN OBRA.

NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

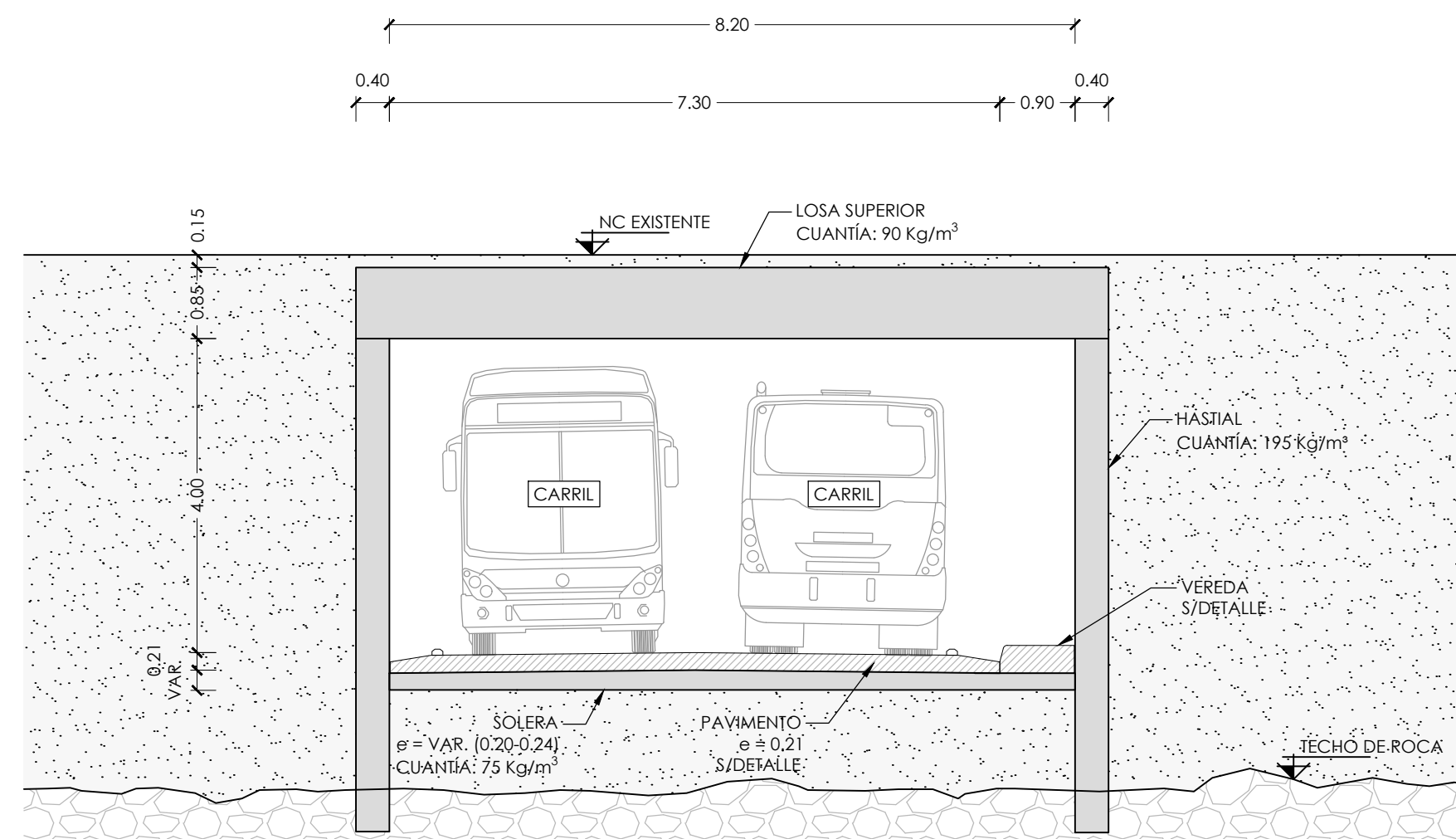
OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO			ORGANISMO CONTRATANTE		
 Ministerio de Transporte y Obras Públicas			 BID Banco Interamericano de Desarrollo		
					
PLANO			ETAPA		
TRAMO 18 DE JULIO			ANTEPROYECTO		
TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS			ESTADO		
OBRAS BÁSICAS			PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	01	01	03	15.07.2025	
DIB.	REV.				
JG	TM			MI	



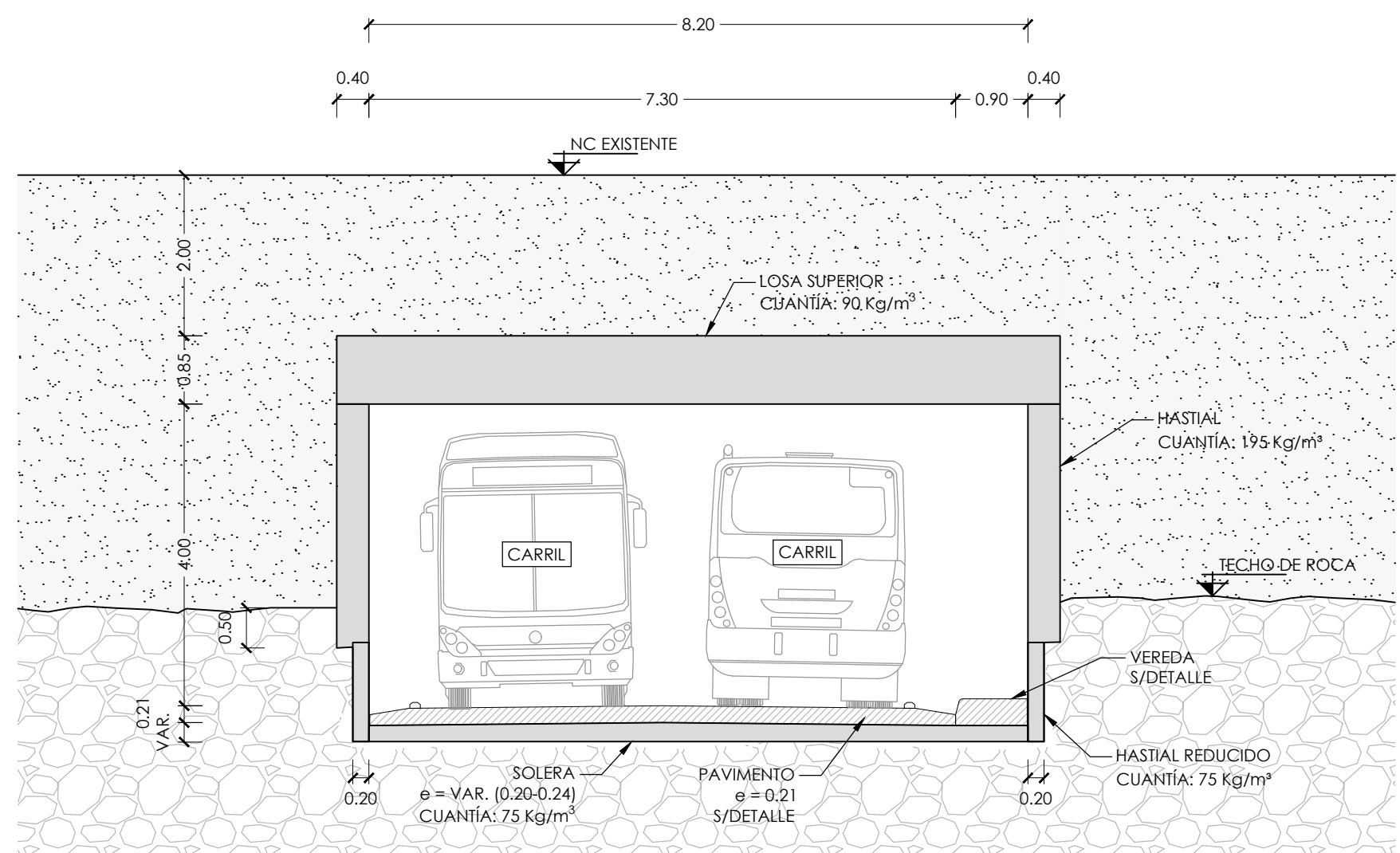
TÚNEL
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:75



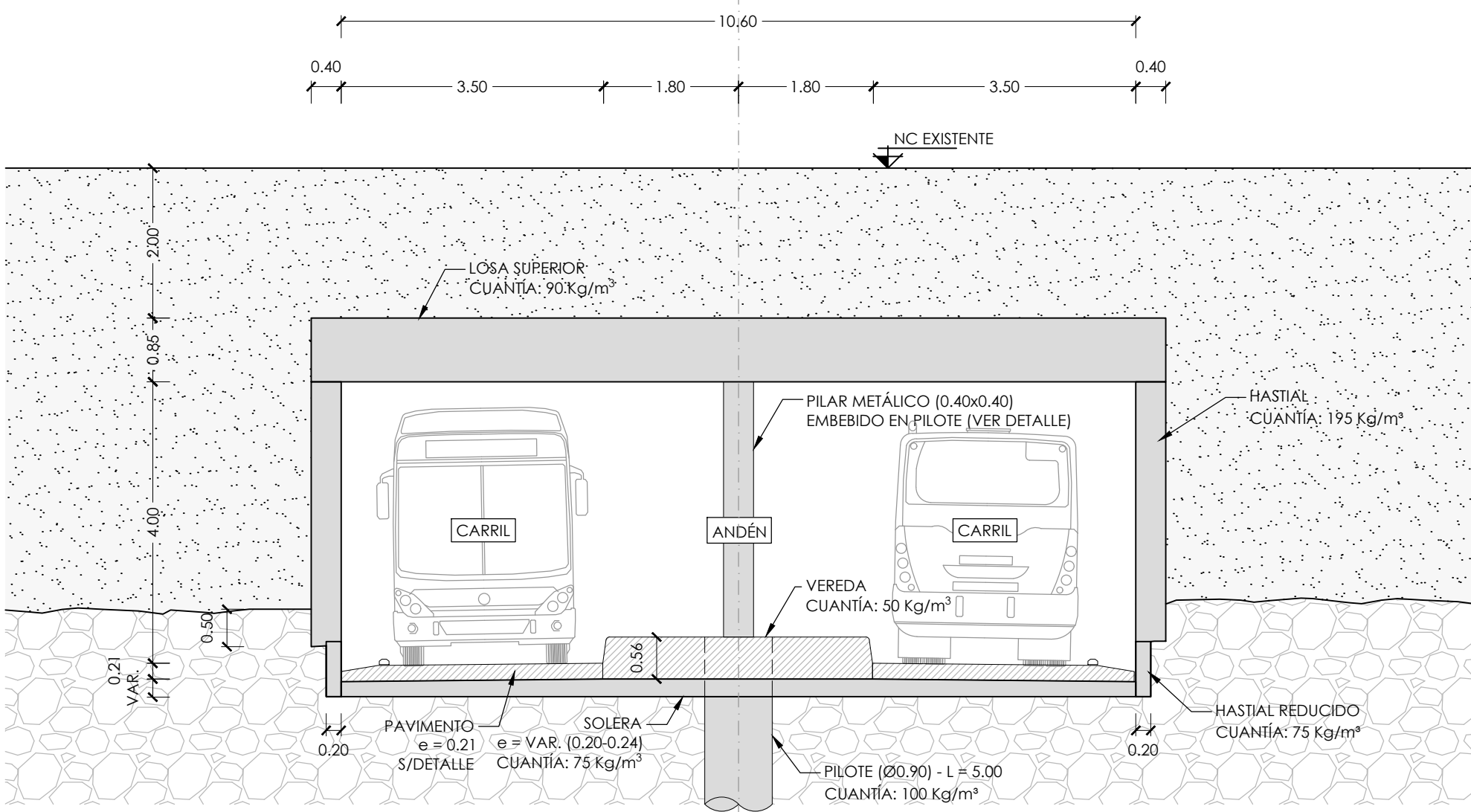
ANDÉN
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:75



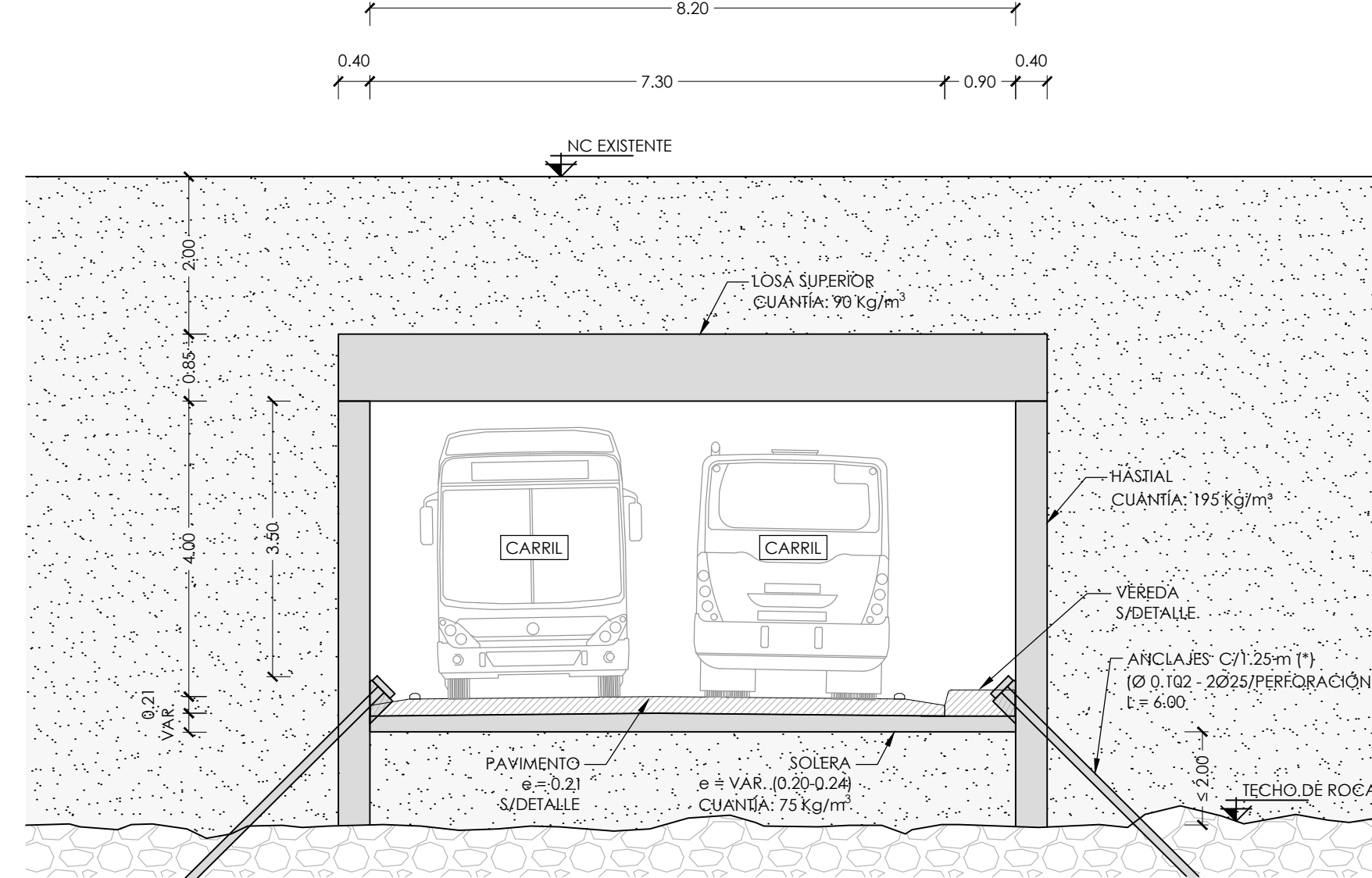
TÚNEL
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:75



ANDÉN
SECCIÓN D-D
ESCALA 1:75



ANDÉN
SECCIÓN E-E
ESCALA 1:75



TÚNEL
SECCIÓN F-F
ESCALA 1:75

NOTA:
- (*) LOS ANCLAJES CORRESPONDEN A ELEMENTOS TRANSITORIOS REQUERIDOS PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS EN OBRA.

NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

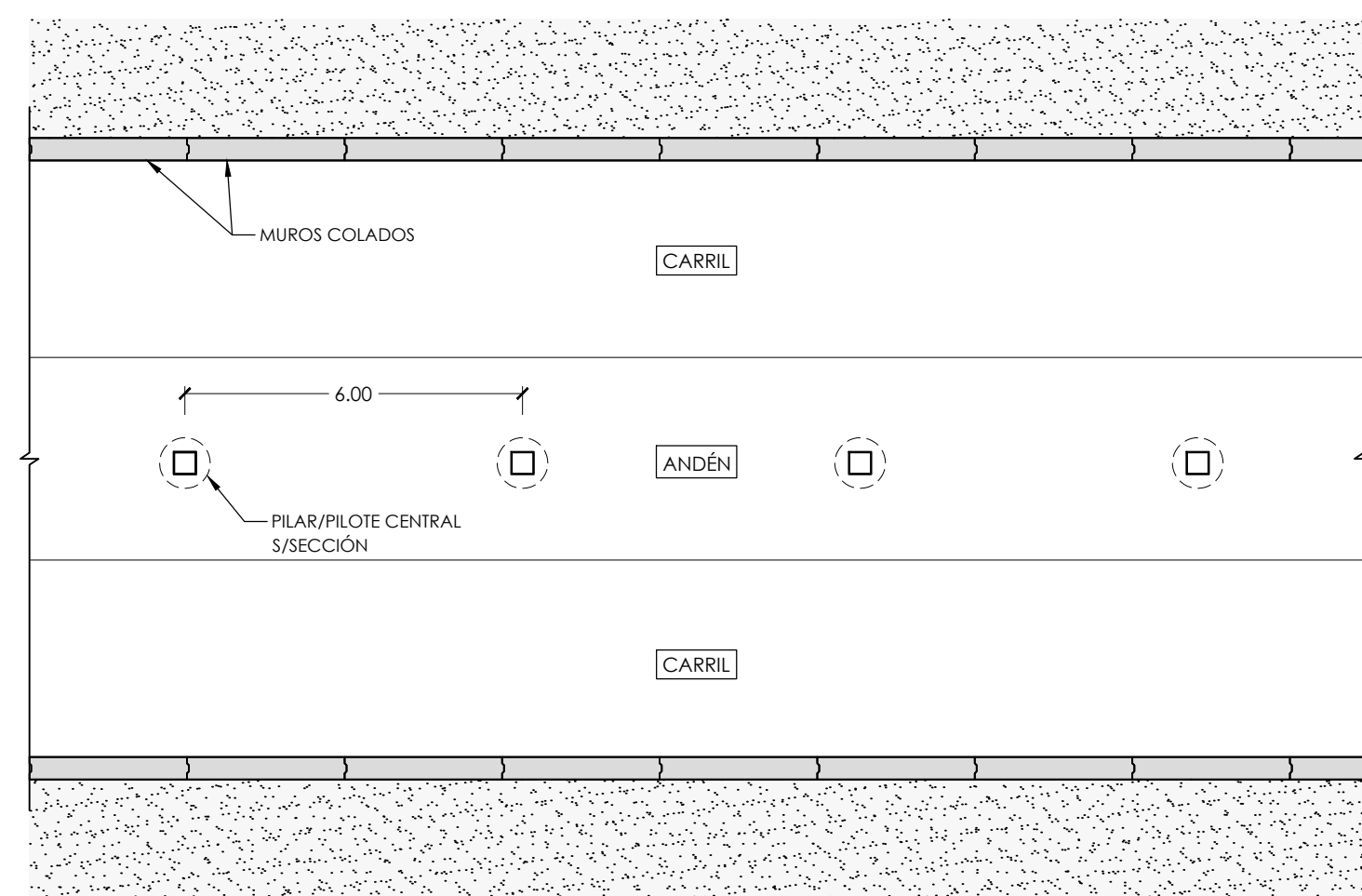
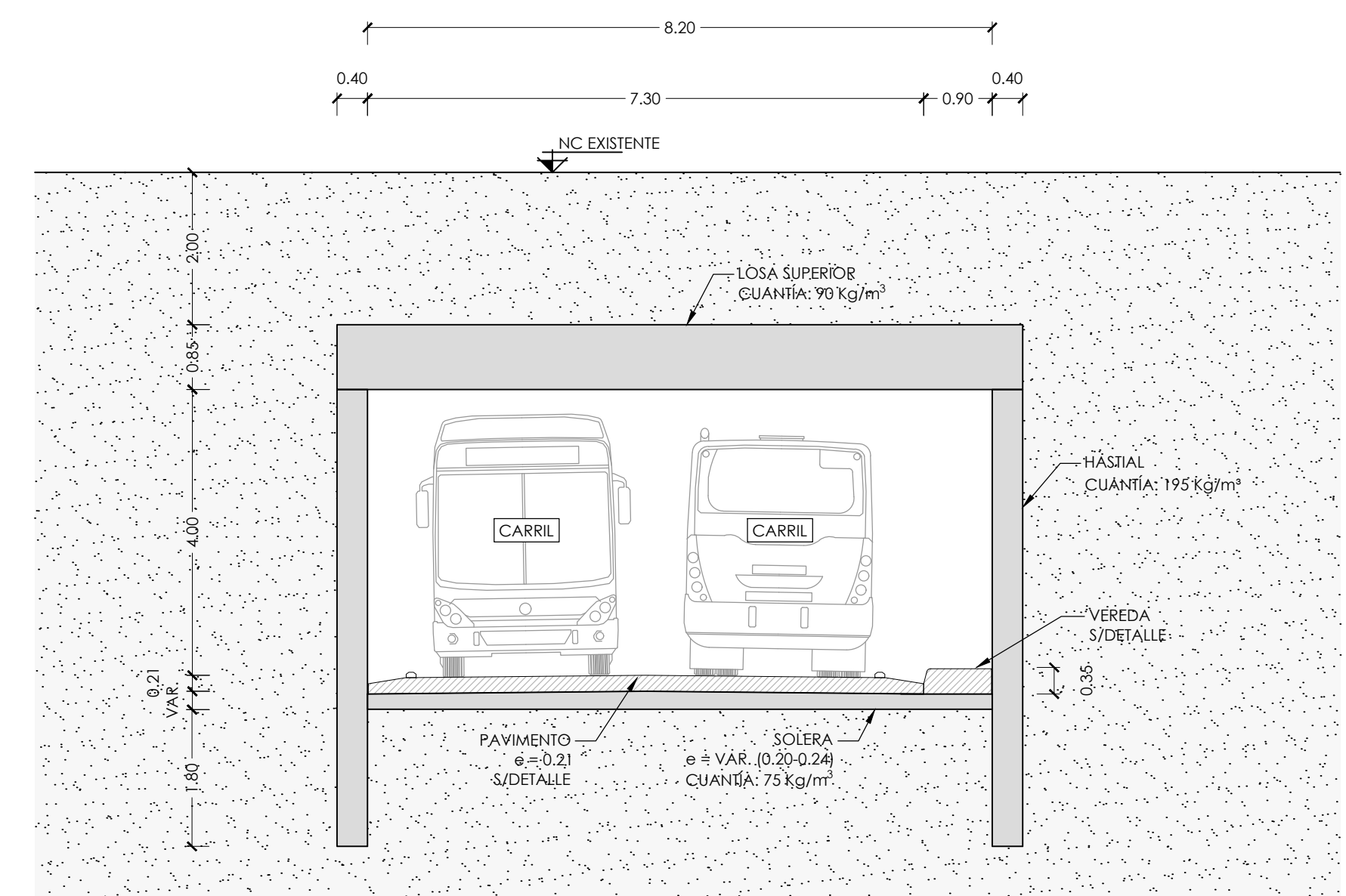
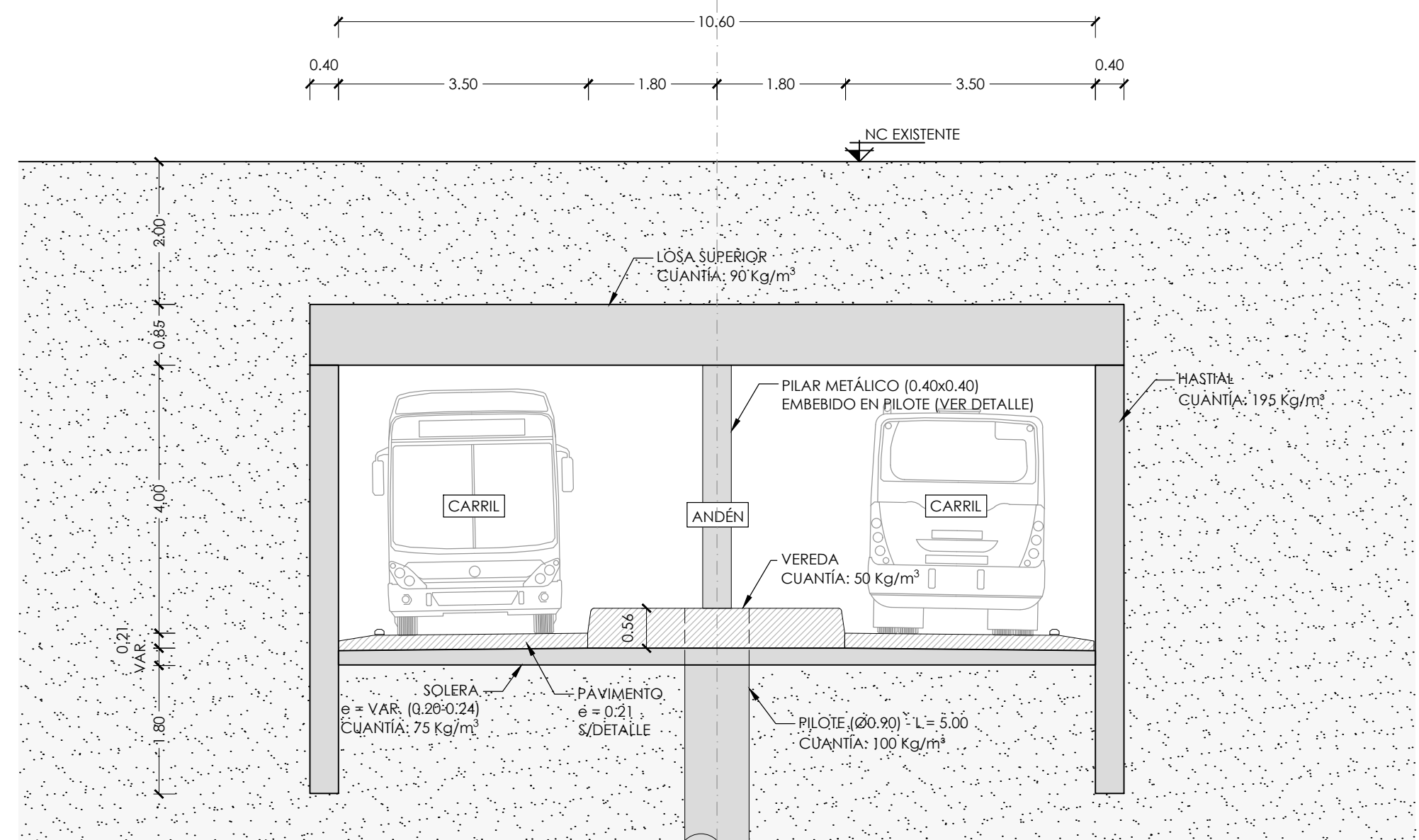
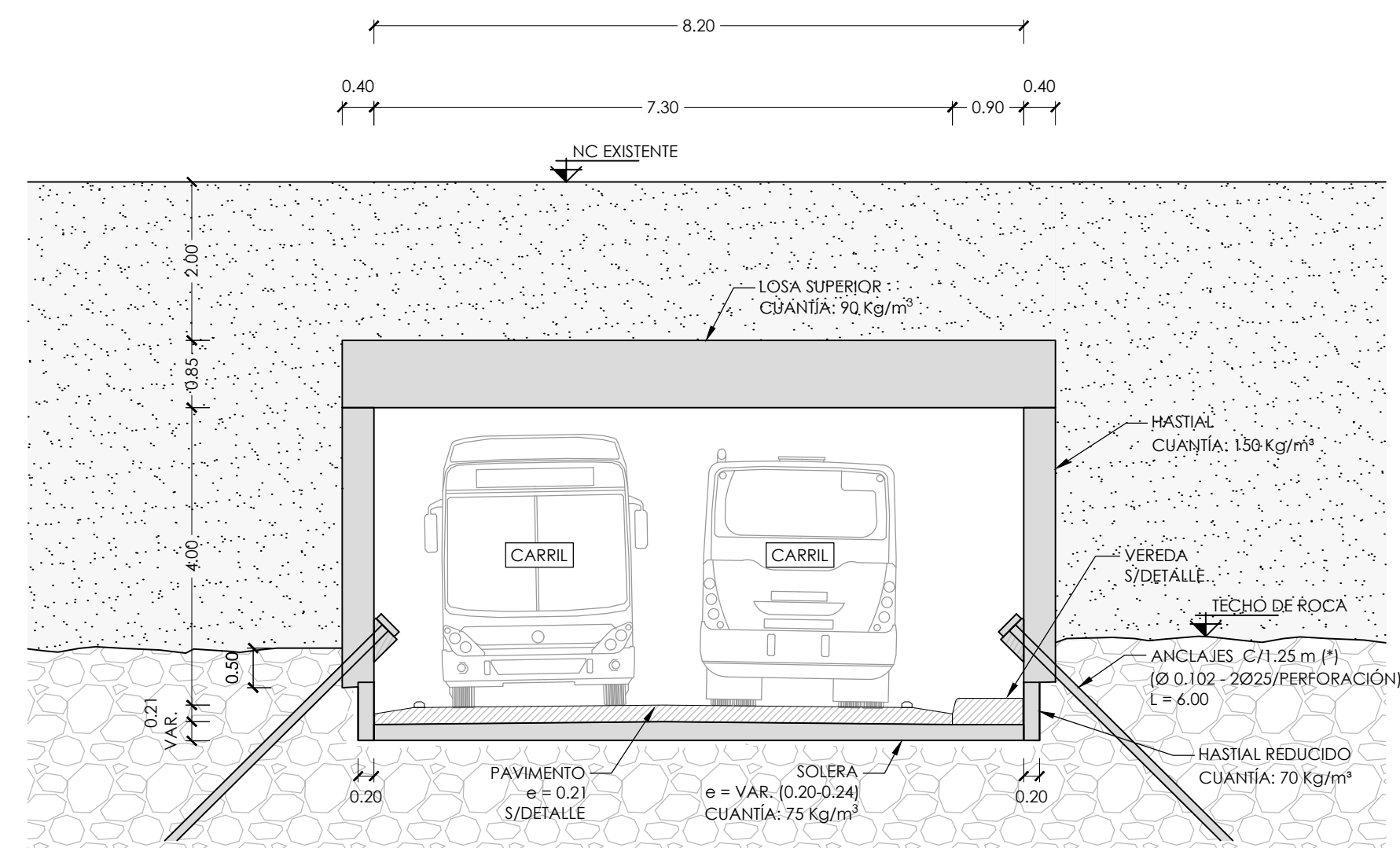
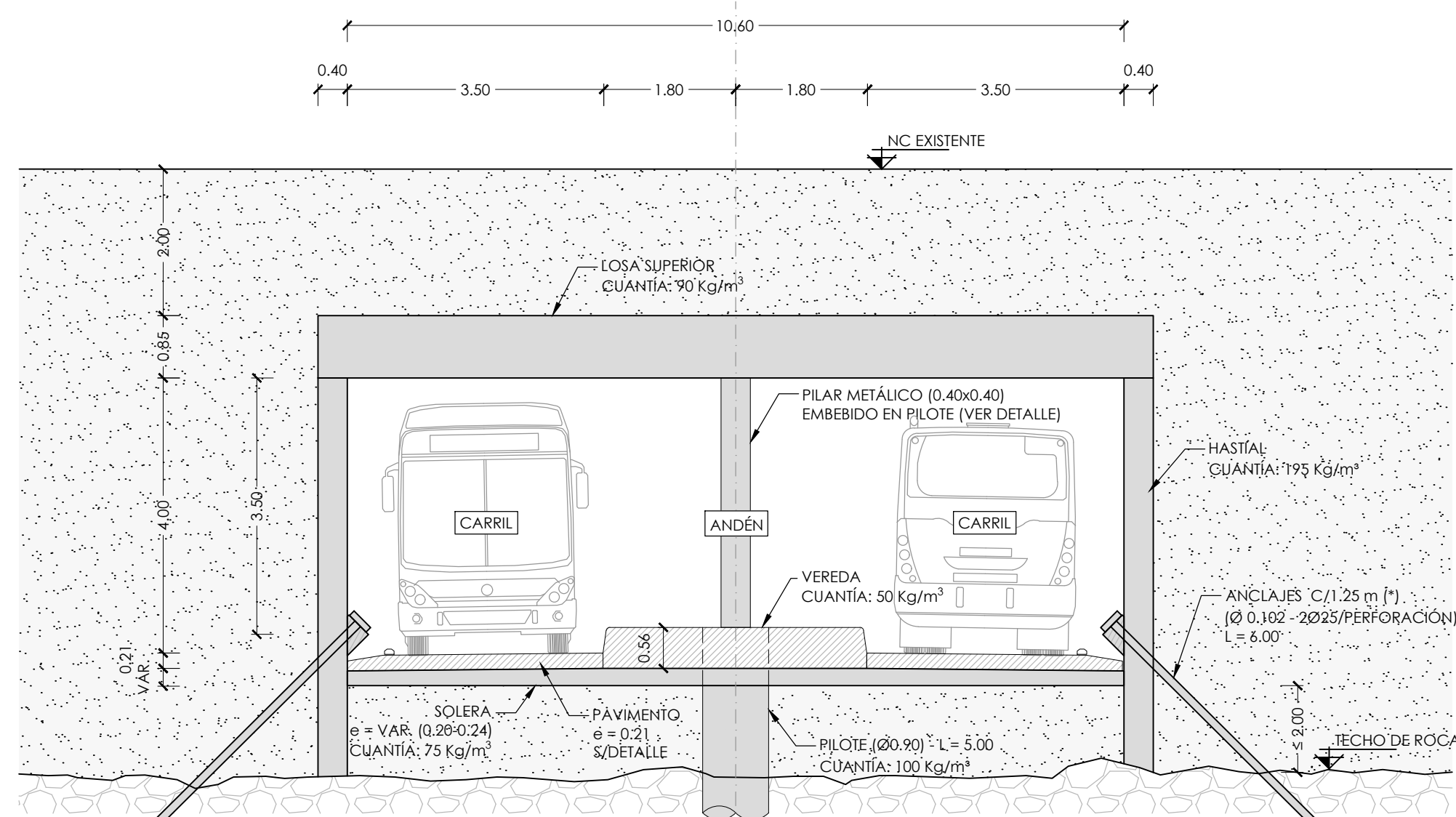
OBRA
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA
MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO
Ministerio de Transporte y Obras Públicas

ORGANISMO CONTRATANTE
BID
Banco Interamericano de Desarrollo

RDA ingeniería de calidad

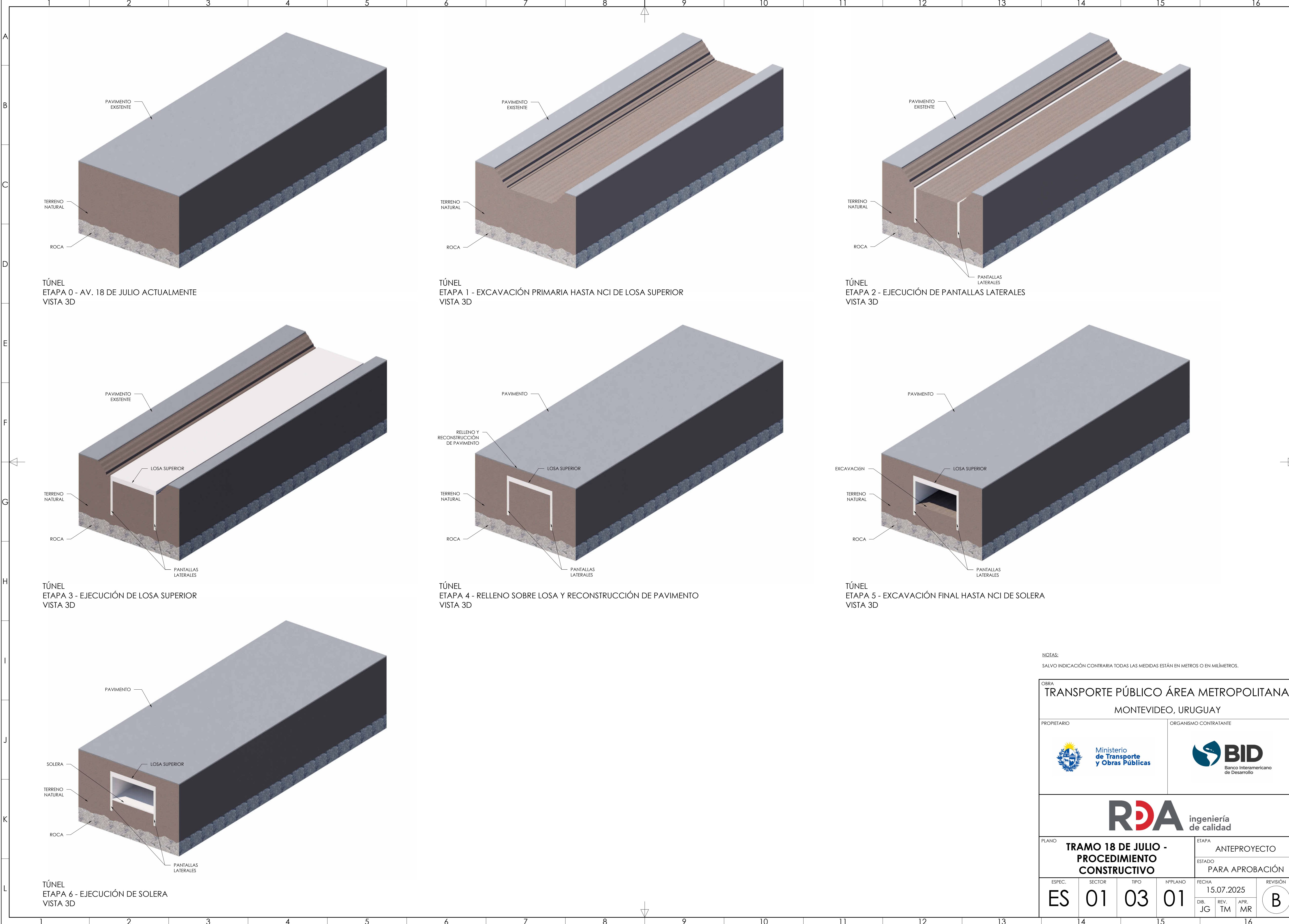
PLANO				ETAPA	
TRAMO 18 DE JULIO				ANTEPROYECTO	
TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS				ESTADO	
OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES				PARA APROBACIÓN	
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	01	02	02	15.07.2025	D
DIB. JG	REV. TM	APR. MI			



NOTAS:

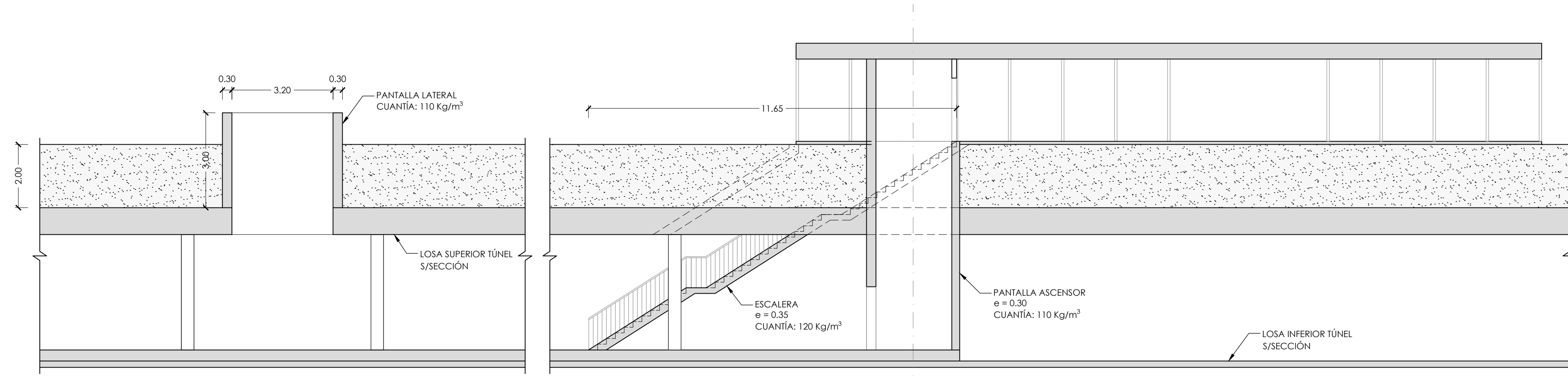
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA MONTEVIDEO, URUGUAY									
PROPIETARIO  Ministerio de Transporte y Obras Públicas					ORGANISMO CONTRATANTE  BID Banco Interamericano de Desarrollo				
									
PLANO TRAMO 18 DE JULIO TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES					ETAPA ANTEPROYECTO ESTADO PARA APROBACIÓN				
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN				
ES	01	02	03	15.07.2025					
				DIB. JG	REV. TM	APR. MI			

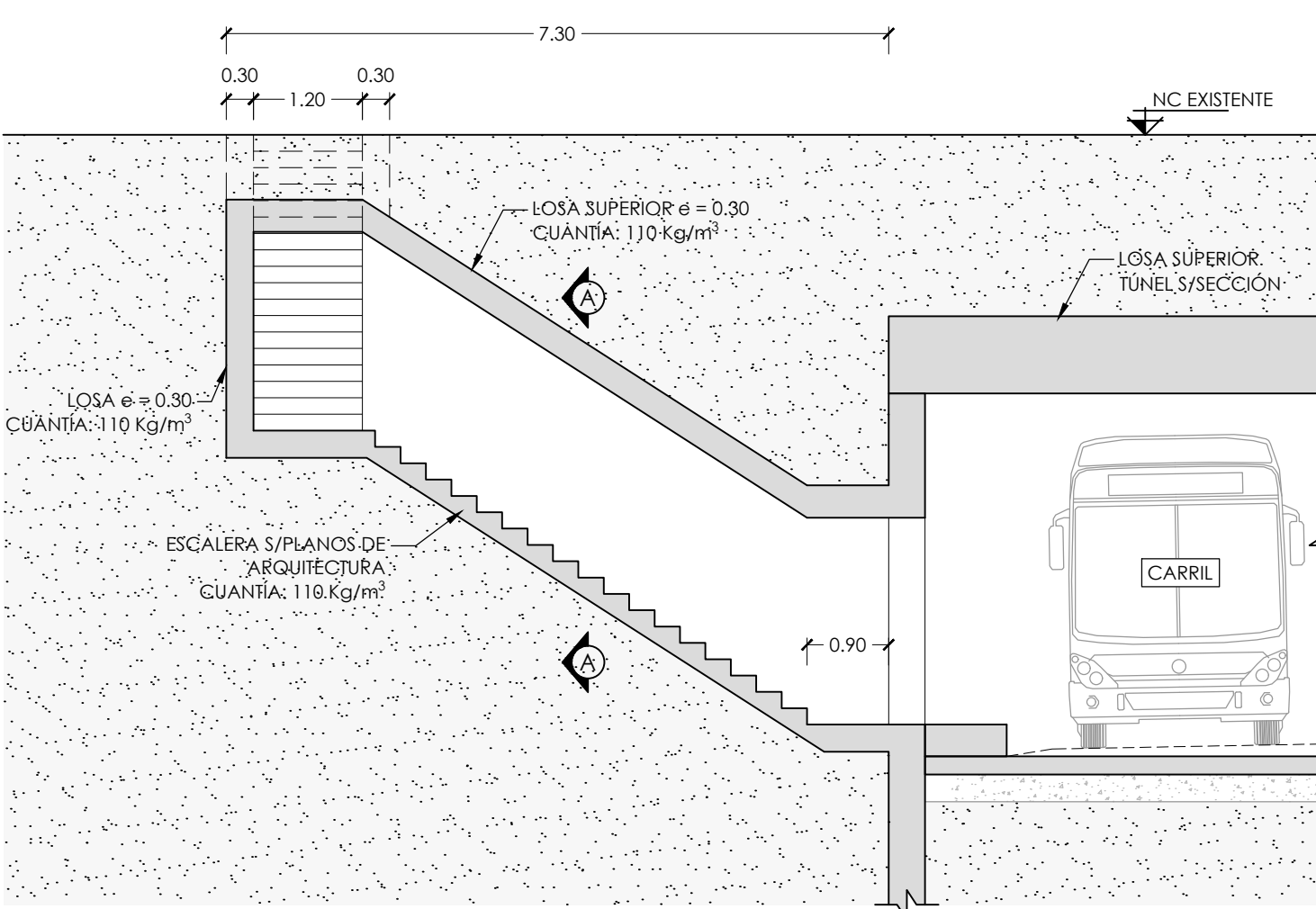


NOTAS:
SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

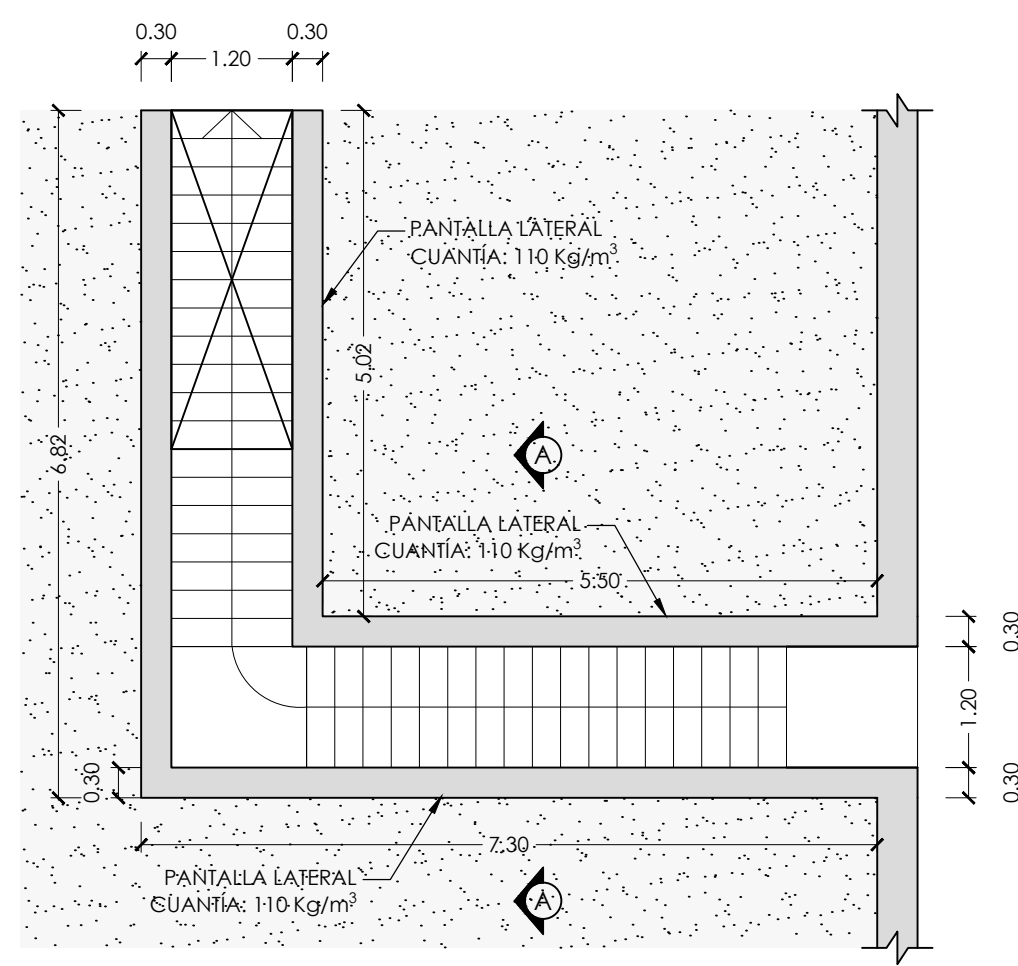
OBRA									
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA									
MONTEVIDEO, URUGUAY									
PROPIETARIO					ORGANISMO CONTRATANTE				
 <div>Ministerio de Transporte y Obras Públicas</div>									
<div><div>RDA</div><div>ingeniería de calidad</div></div>									
PLANO					ETAPA				
TRAMO 18 DE JULIO - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO					ANTEPROYECTO				
					ESTADO				
					PARA APROBACIÓN				
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA				REVISIÓN	
ES	01	03	01	15.07.2025				<div>B</div>	
				DIB. JG	REV. TM	APR. MR			



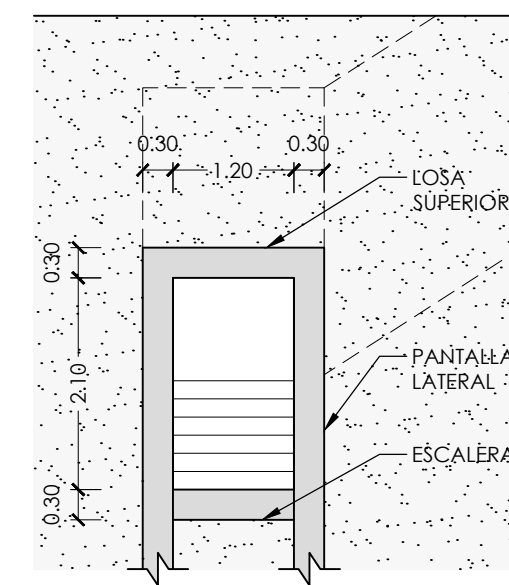
BAJADA A ANDÉN
SECCIÓN
ESCALA 1:100



SALIDA DE EMERGENCIA
SECCIÓN
ESCALA 1:75



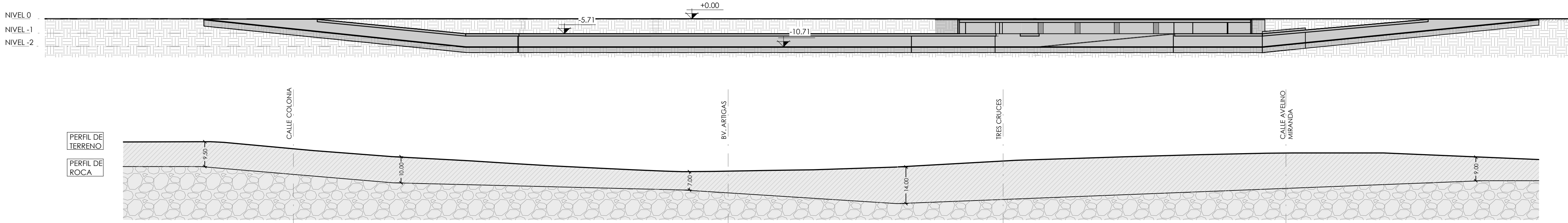
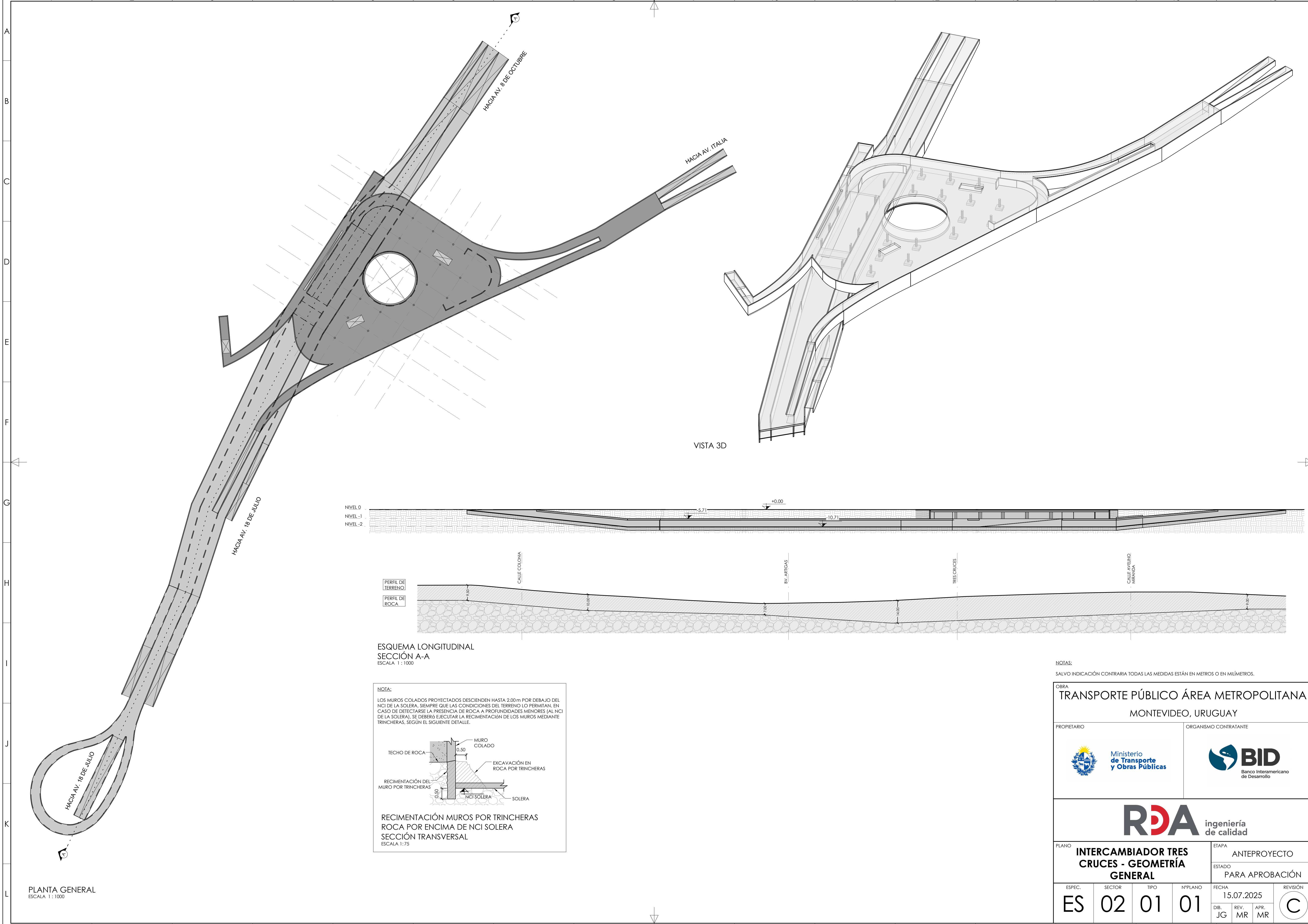
SALIDA DE EMERGENCIA
PLANTA
ESCALA 1:75



SALIDA DE EMERGENCIA
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:75

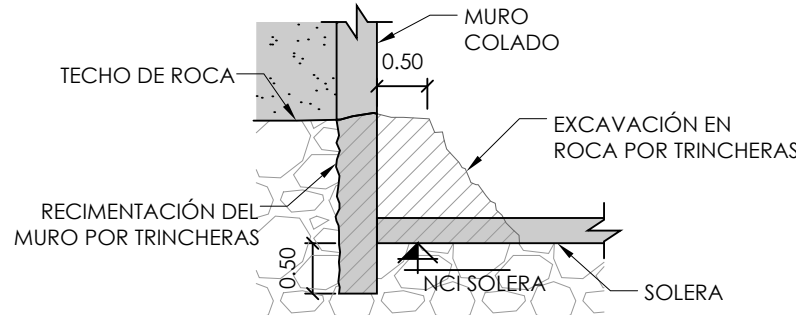
NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA					
MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO			ORGANISMO CONTRATANTE		
 <div>Ministerio de Transporte y Obras Públicas</div>					
					
PLANO			ETAPA		
TRAMO 18 DE JULIO			ANTEPROYECTO		
ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS			ESTADO		
			PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	NºPLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	01	04	01	15.07.2025	
				DIB. JG REV. TM APR. MI	



ESQUEMA LONGITUDINAL
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1000

NOTA:
LOS MUROS COLADOS PROYECTADOS DESCENDEN HASTA 2.00 m POR DEBAJO DEL NCI DE LA SOLERA, SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES DEL TERRENO LO PERMITAN. EN CASO DE DETECTARSE LA PRESENCIA DE ROCA A PROFUNDIDADES MENORES (AL NCI DE LA SOLERA), SE DEBERÁ EJECUTAR LA RECIMENTACIÓN DE LOS MUROS MEDIANTE TRINCHERAS, SEGÚN EL SIGUIENTE DETALLE.



RECIMENTACIÓN MUROS POR TRINCHERAS
ROCA POR ENCIMA DE NCI SOLERA
SECCIÓN TRANSVERSAL
ESCALA 1:75

PLANTA GENERAL
ESCALA 1:1000

NOTAS:
SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA
MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO



ORGANISMO CONTRATANTE



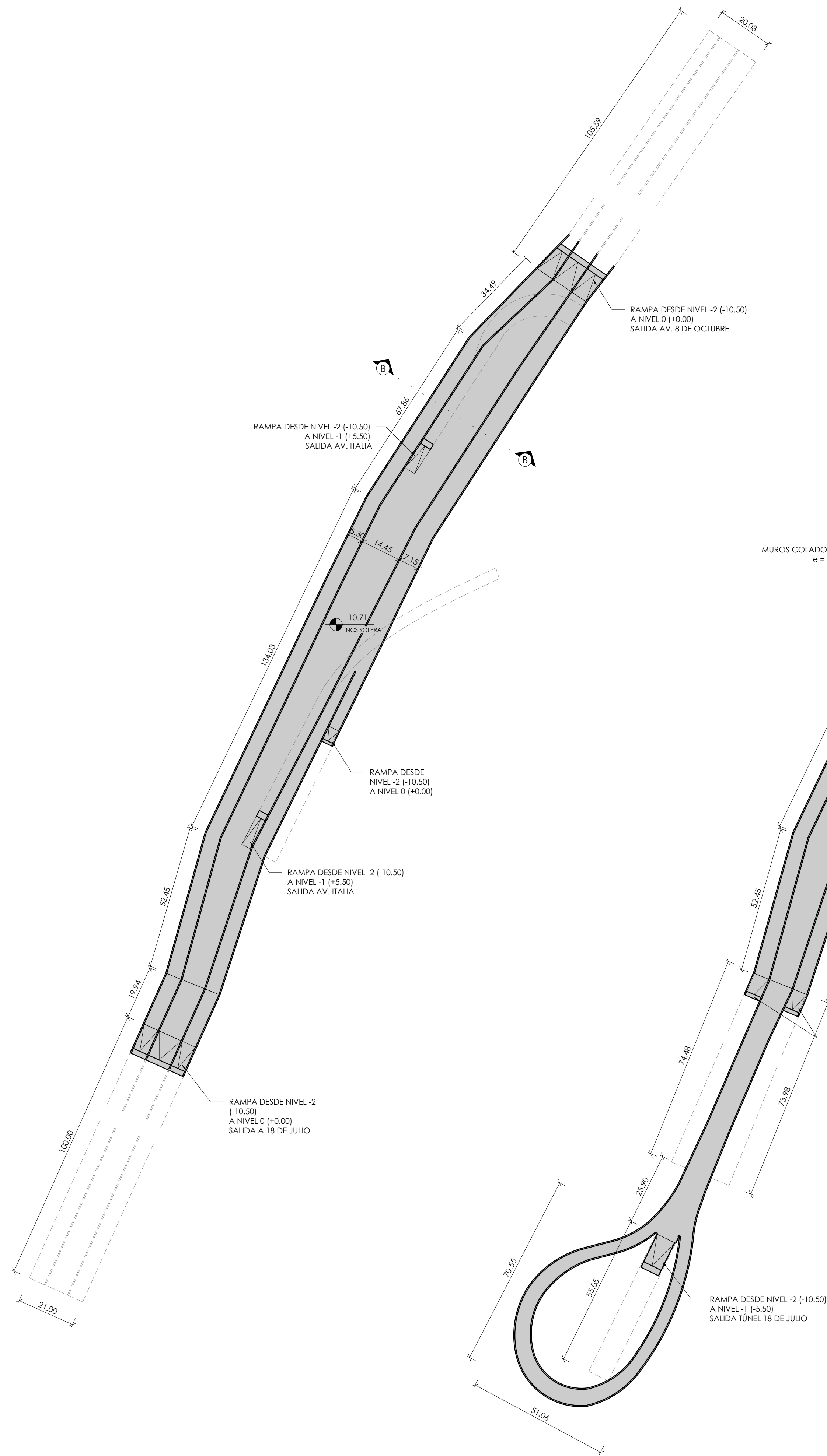
PLANO
INTERCAMBIADOR TRES
CRUCES - GEOMETRÍA
GENERAL

ETAPA
ANTEPROYECTO

ESTADO
PARA APROBACIÓN

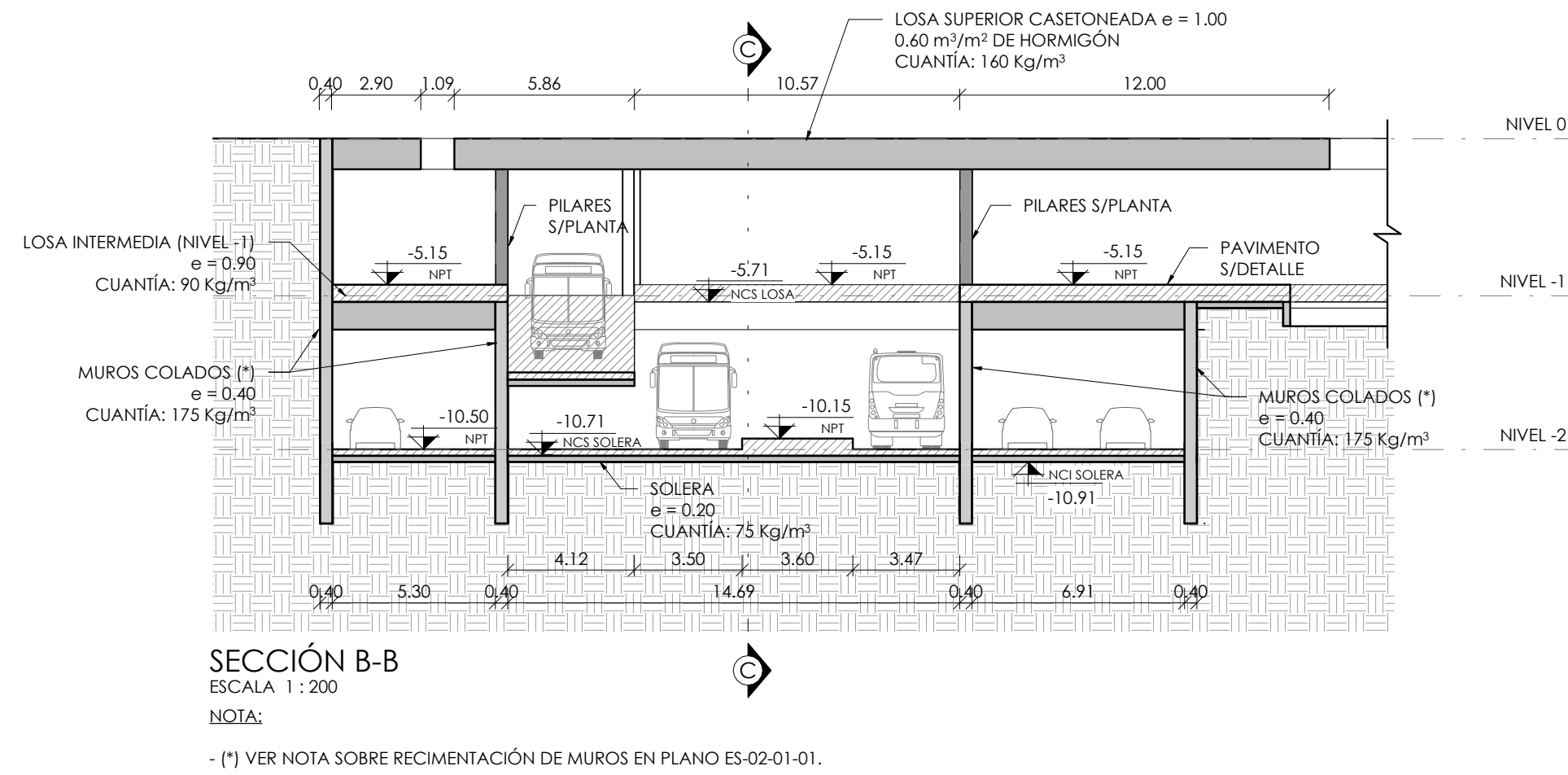
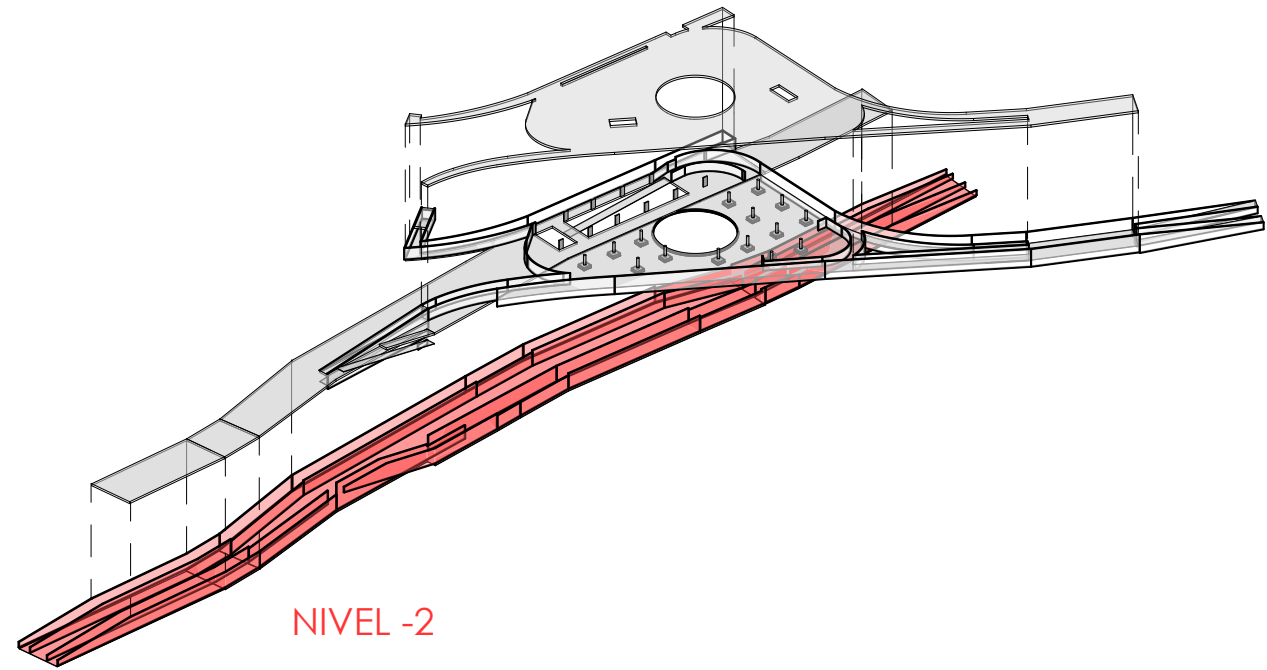
ESPEC. ES 02 01 01
DIB. JG REV. MR APR. MR

FECHA
15.07.2025
REVISIÓN
C



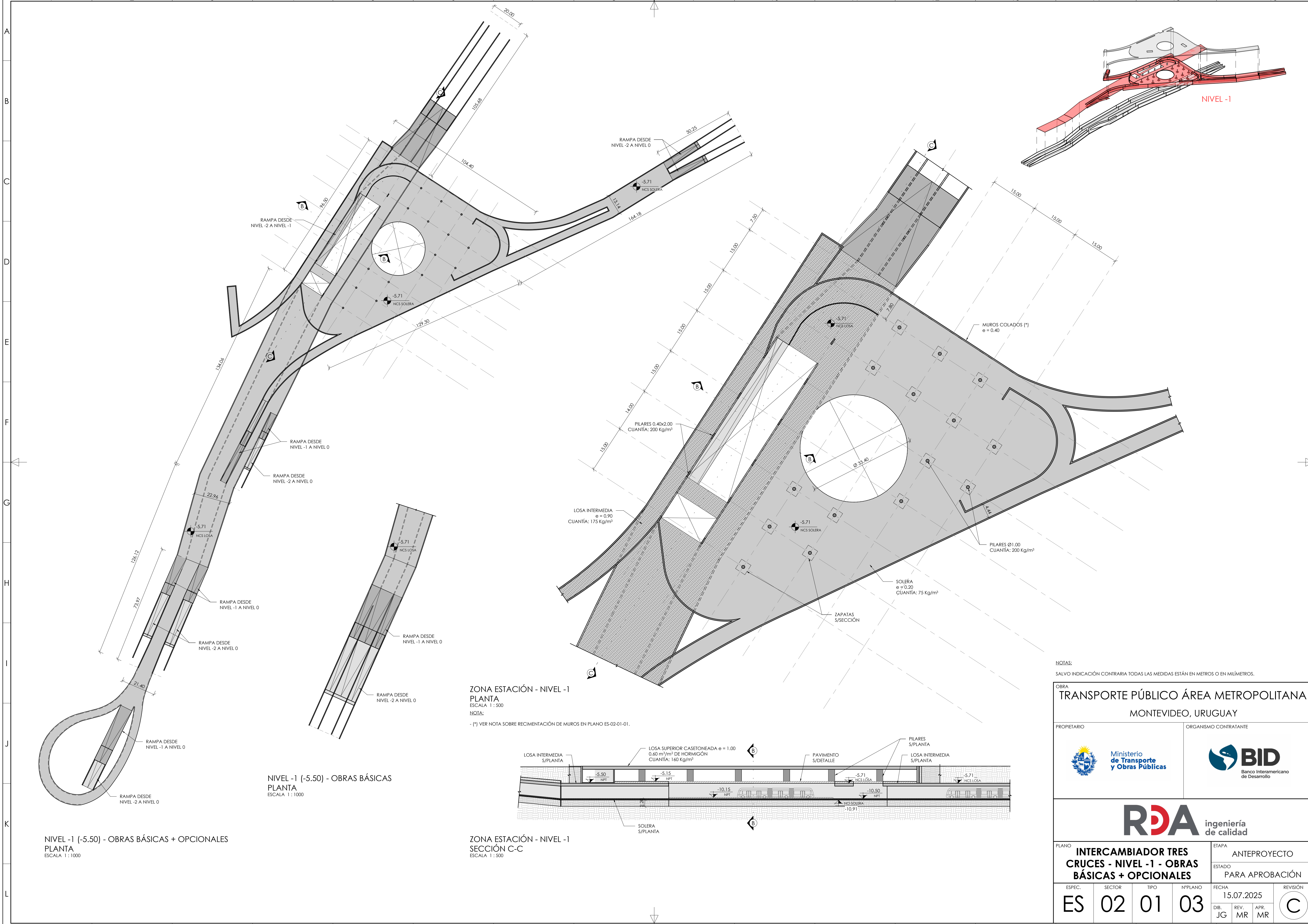
NIVEL -2 (-10.50) - OBRAS BÁSICAS
PLANTA
ESCALA 1:1000

NIVEL -2 (-10.50) - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES
PLANTA
ESCALA 1:1000



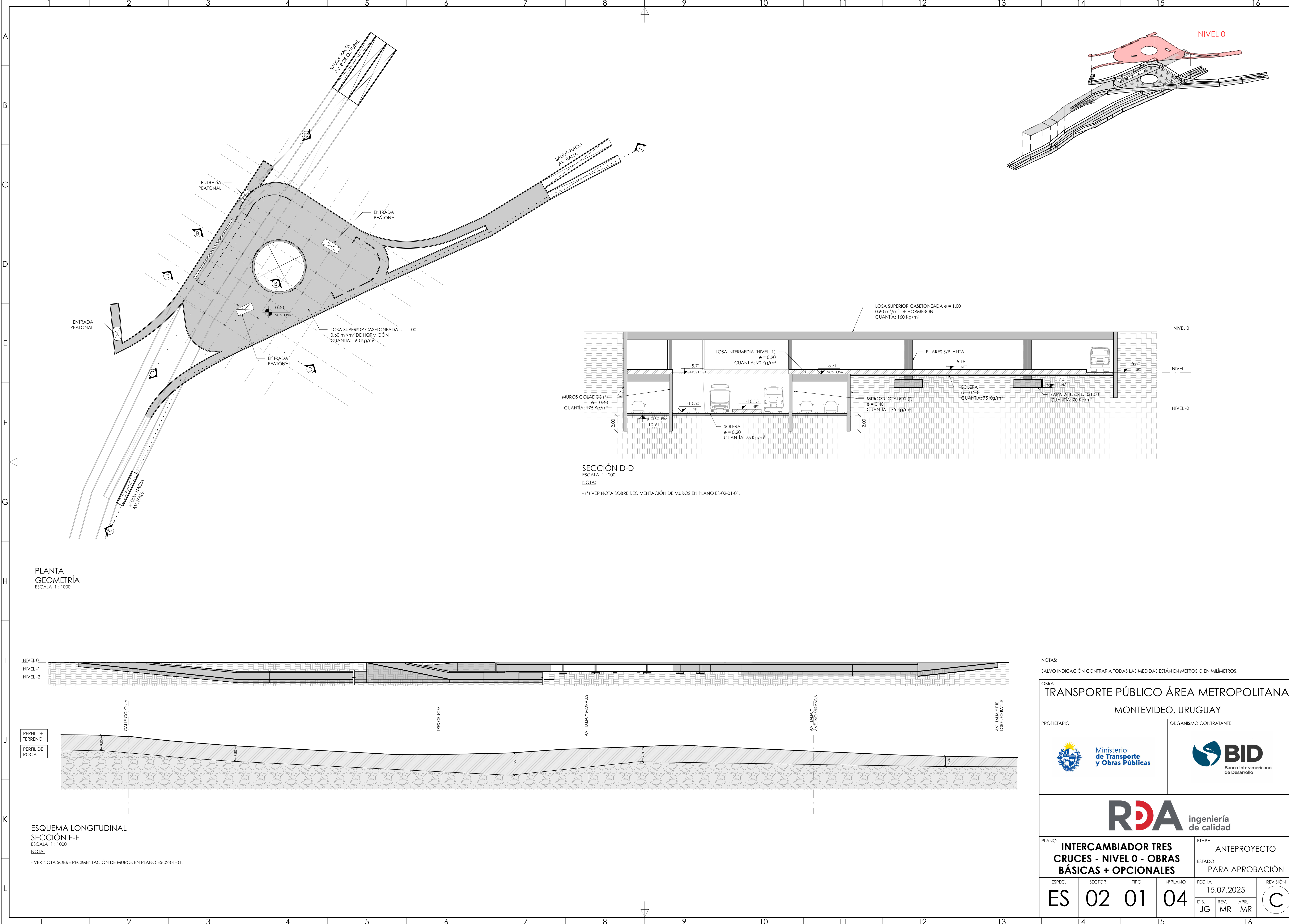
NOTAS:
SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

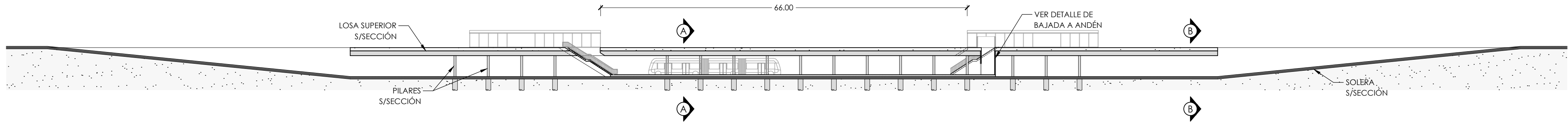
OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA					
MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO			ORGANISMO CONTRATANTE		
 Ministerio de Transporte y Obras Públicas					
					
PLANO			ETAPA		
INTERCAMBIADOR TRES			ANTEPROYECTO		
CRUCES - NIVEL -2 - OBRAS			ESTADO		
BÁSICAS + OPCIONALES			PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	02	01	02	15.07.2025	
DIB.	REV.			APR.	
JG	MR			MR	



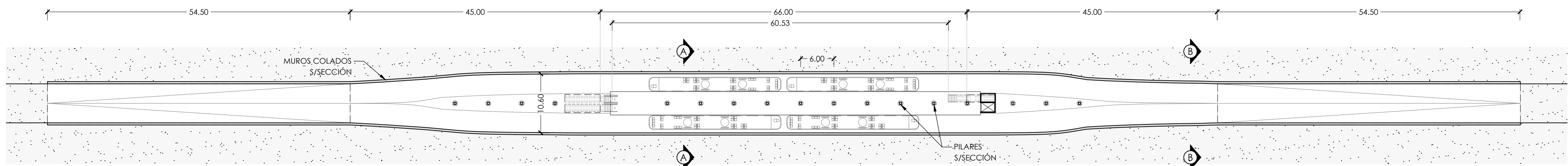
NOTAS:
SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA					
MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO			ORGANISMO CONTRATANTE		
 <div>Ministerio de Transporte y Obras Públicas</div>					
<div><div>RDA</div><div>ingeniería de calidad</div></div>					
PLANO			ETAPA		
INTERCAMBIADOR TRES			ANTEPROYECTO		
CRUCES - NIVEL -1 - OBRAS BÁSICAS + OPCIONALES			ESTADO PARA APROBACIÓN		
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	02	01	03	15.07.2025	
DIB. JG	REV. MR	APR. MR			<div>C</div>

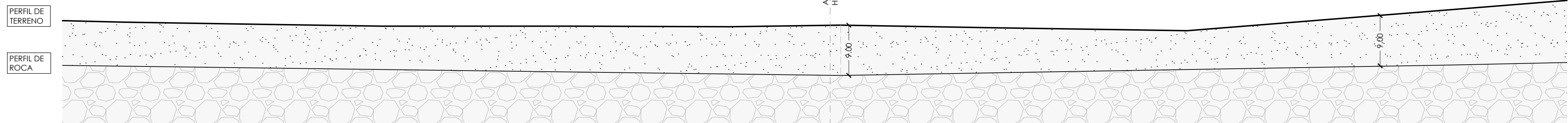




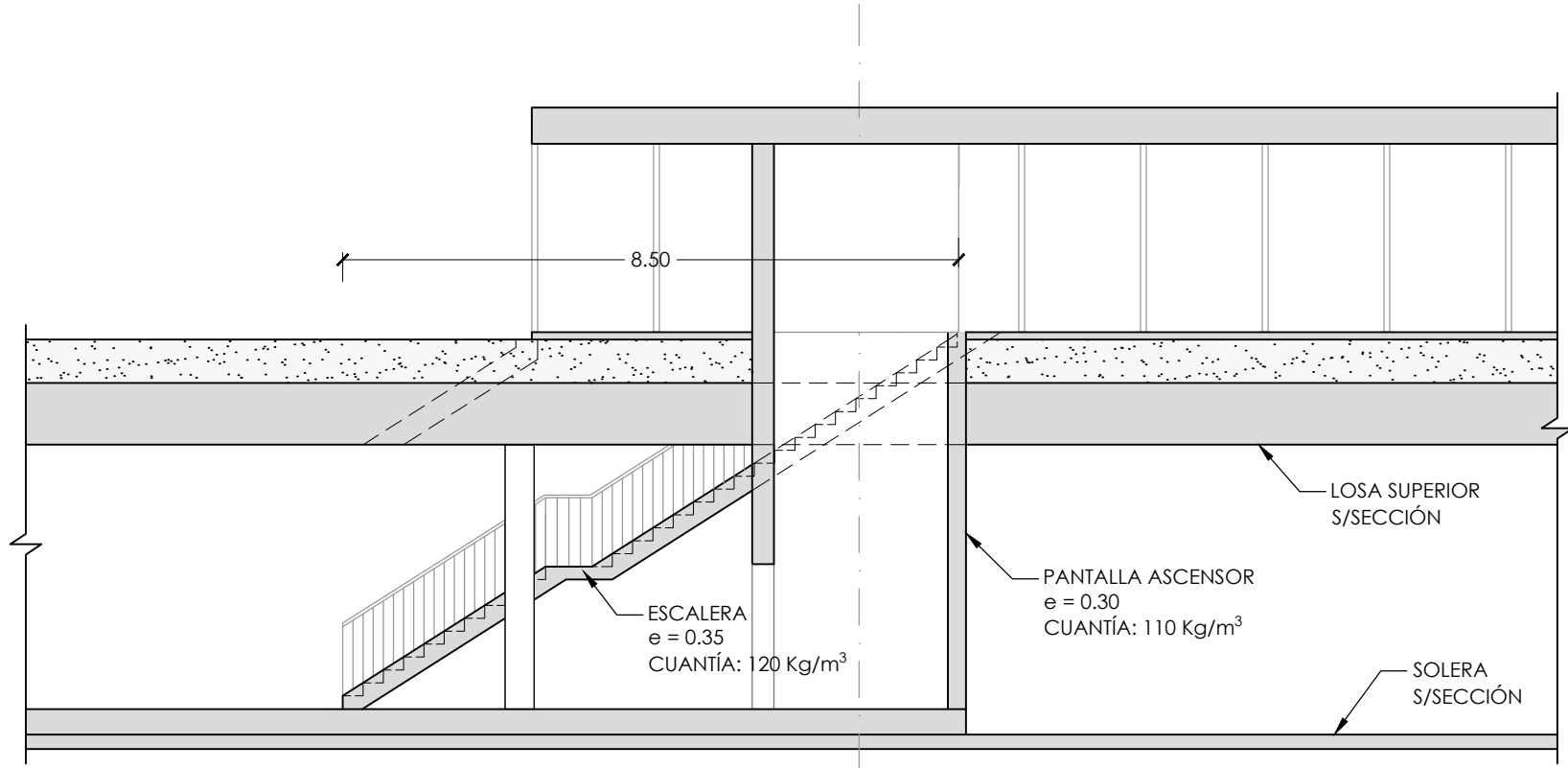
PASO A DESNIVEL - AV. 8 DE OCTUBRE Y AV. LUIS ALBERTO DE HERRERA
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1:500



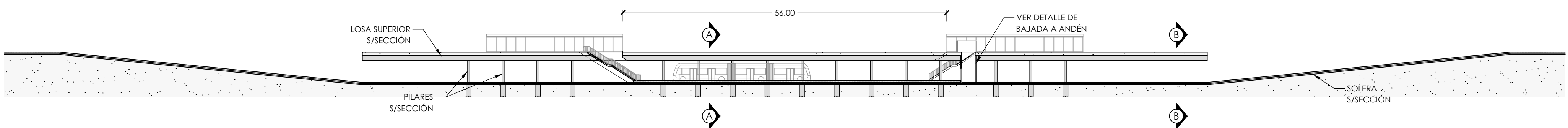
PASO A DESNIVEL - AV. 8 DE OCTUBRE Y AV. LUIS ALBERTO DE HERRERA
PLANTA SUBSUELO
ESCALA 1:500



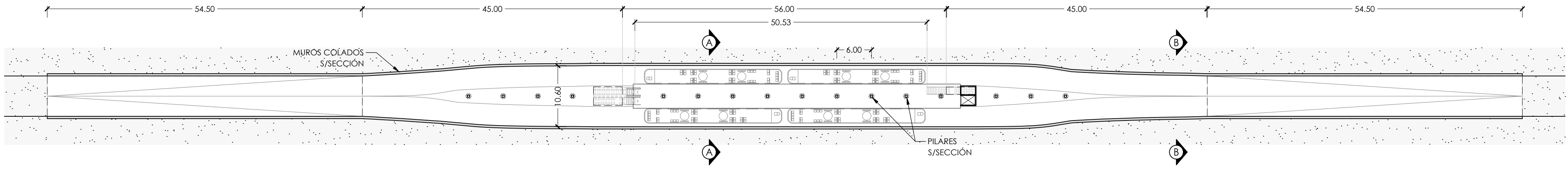
PASO A DESNIVEL - AV. 8 DE OCTUBRE Y AV. LUIS ALBERTO DE HERRERA
PERFIL DE TERRENO
ESCALA 1:500



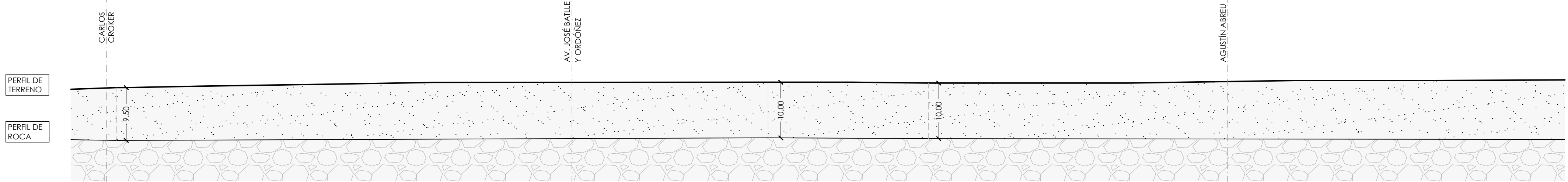
BAJADA A ANDÉN
SECCIÓN
ESCALA 1:100



PASO A DESNIVEL - AV. 8 DE OCTUBRE Y AV. JOSÉ BATLLE Y ORDÓÑEZ
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1:500



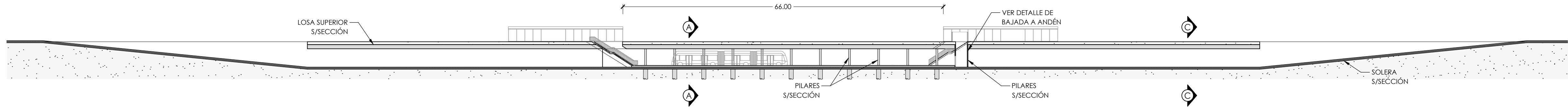
PASO A DESNIVEL - AV. 8 DE OCTUBRE Y AV. JOSÉ BATLLE Y ORDÓÑEZ
PLANTA SUBSUELO
ESCALA 1:500



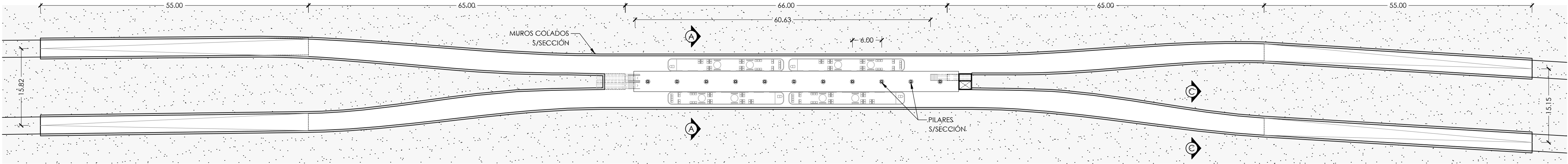
PASO A DESNIVEL - AV. 8 DE OCTUBRE Y AV. JOSÉ BATLLE Y ORDÓÑEZ
PERFIL DE TERRENO
ESCALA 1:500

NOTAS:
- VER 'LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES' ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

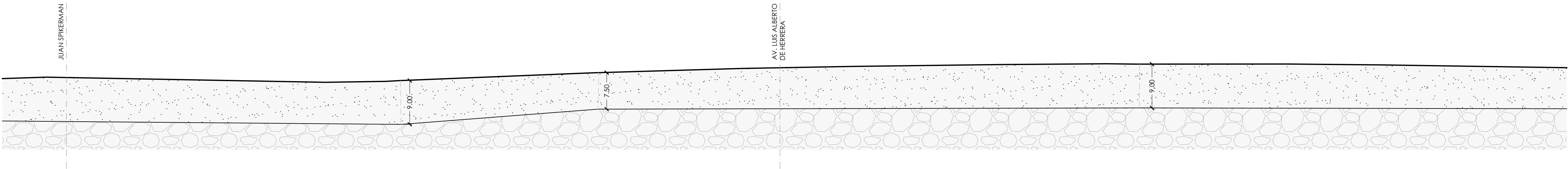
OBRA					
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA					
MONTEVIDEO, URUGUAY					
PROPIETARIO				ORGANISMO CONTRATANTE	
<div><div>Ministerio de Transporte y Obras Públicas</div></div>				<div><div>BID</div><div>Banco Interamericano de Desarrollo</div></div>	
<div><div>RDA</div><div>ingeniería de calidad</div></div>					
PLANO				ETAPA	
PASOS A DESNIVEL GEOMETRÍA GENERAL				ANTEPROYECTO	
ESTADO				PARA APROBACIÓN	
ESPEC..	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	03	01	01	15.07.2025	<div><div>B</div></div>
DIB.	REV.				
JG	TM			MI	



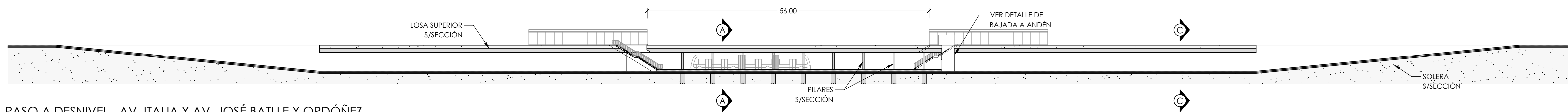
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. LUIS ALBERTO DE HERRERA
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1: 500



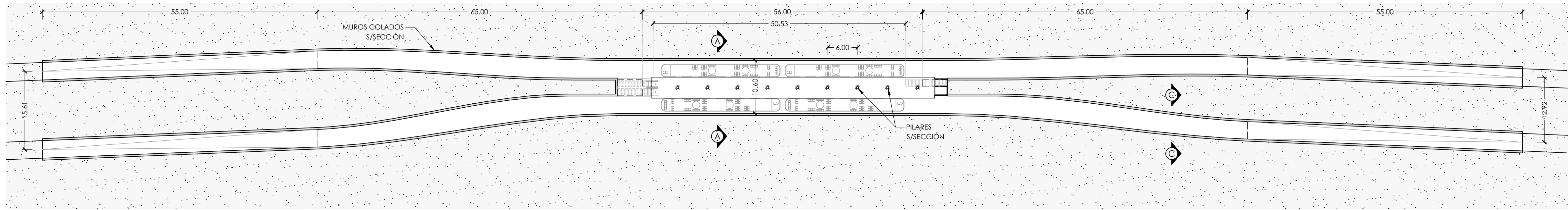
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. LUIS ALBERTO DE HERRERA
PLANTA SUBSUELO
ESCALA 1: 500



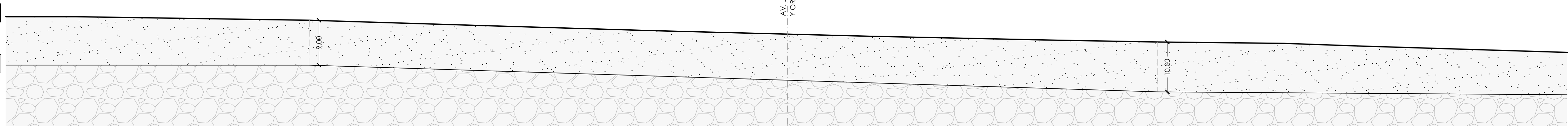
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. LUIS ALBERTO DE HERRERA
PERFIL DE TERRENO
ESCALA 1: 500



PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. JOSÉ BATLLE Y ORDÓÑEZ
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1: 500



PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. JOSÉ BATLLE Y ORDÓÑEZ
PLANTA SUBSUELO
ESCALA 1: 500



PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. JOSÉ BATLLE Y ORDÓÑEZ
PERFIL DE TERRENO
ESCALA 1: 500

NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA
MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO



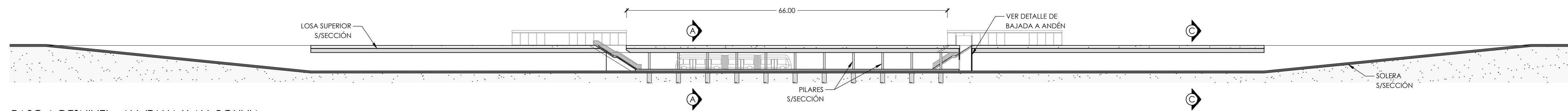
ORGANISMO CONTRATANTE



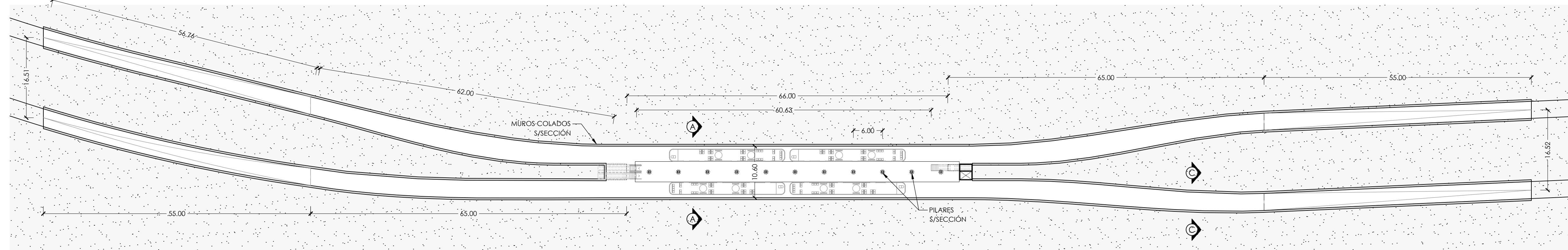
PLANO
**PASOS A DESNIVEL
GEOMETRÍA GENERAL**

ETAPA
ANTEPROYECTO
ESTADO
PARA APROBACIÓN

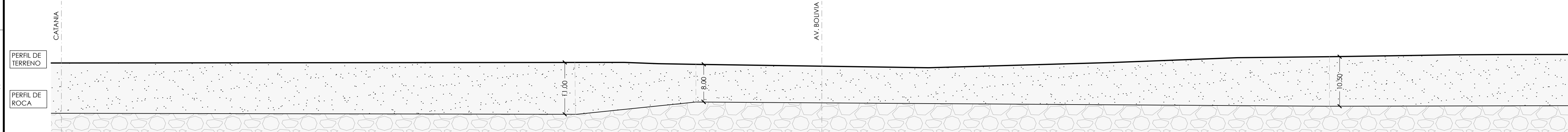
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	03	01	02	15.07.2025	B
DIB.	REV.	APR.			
JG	TM	MI			



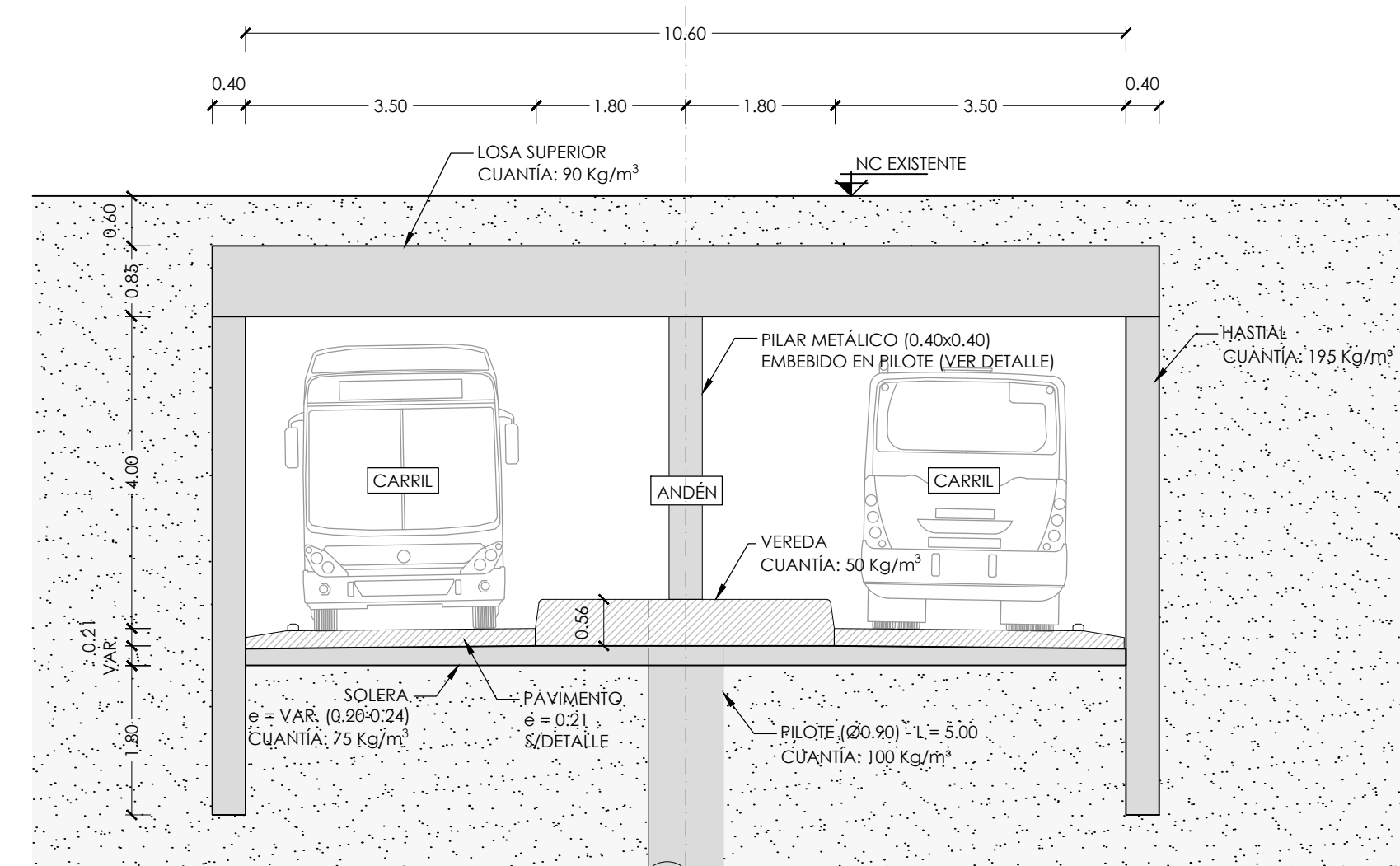
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. BOLIVIA
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1: 500



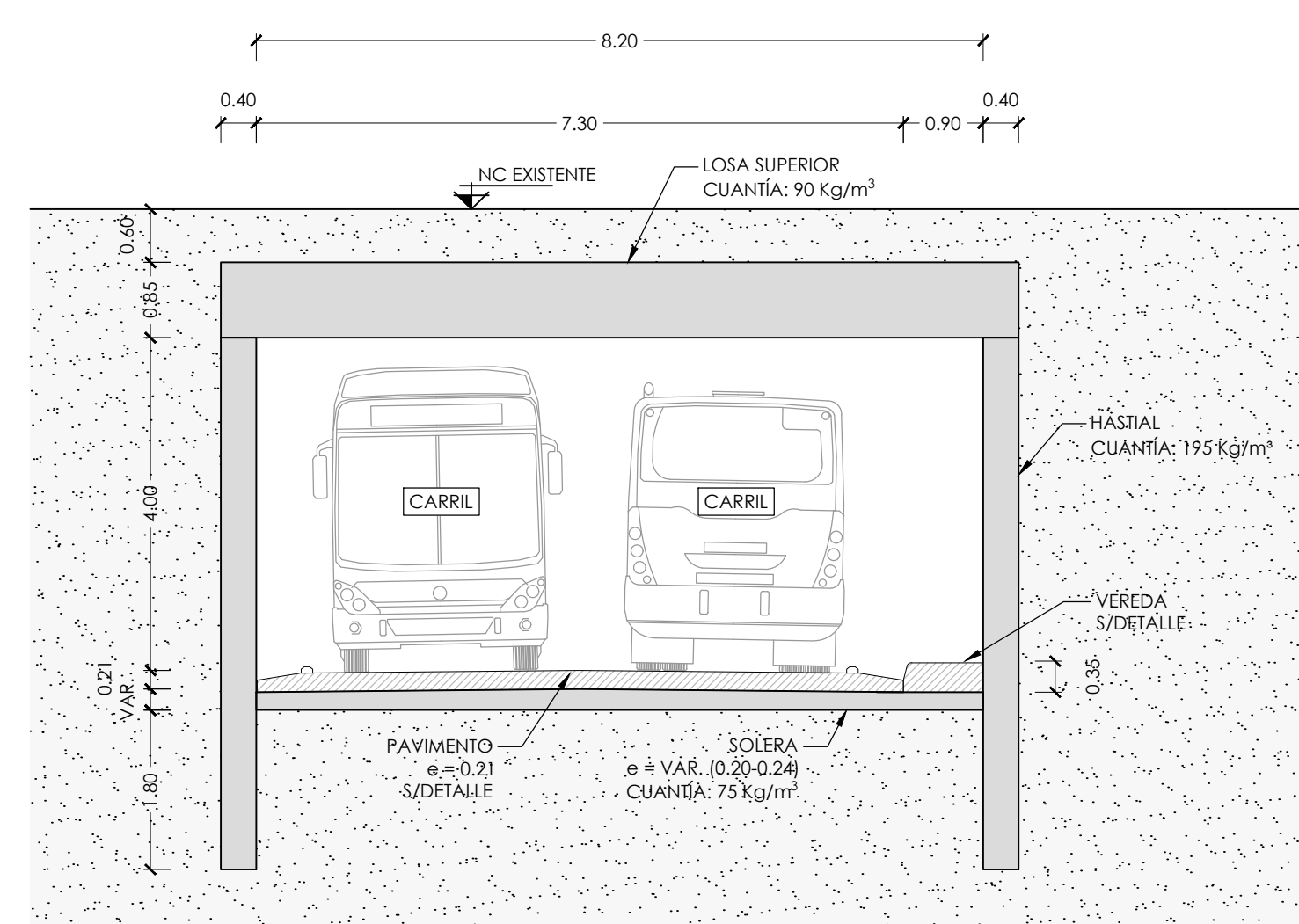
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. BOLIVIA
PLANTA SUBSUELO
ESCALA 1: 500



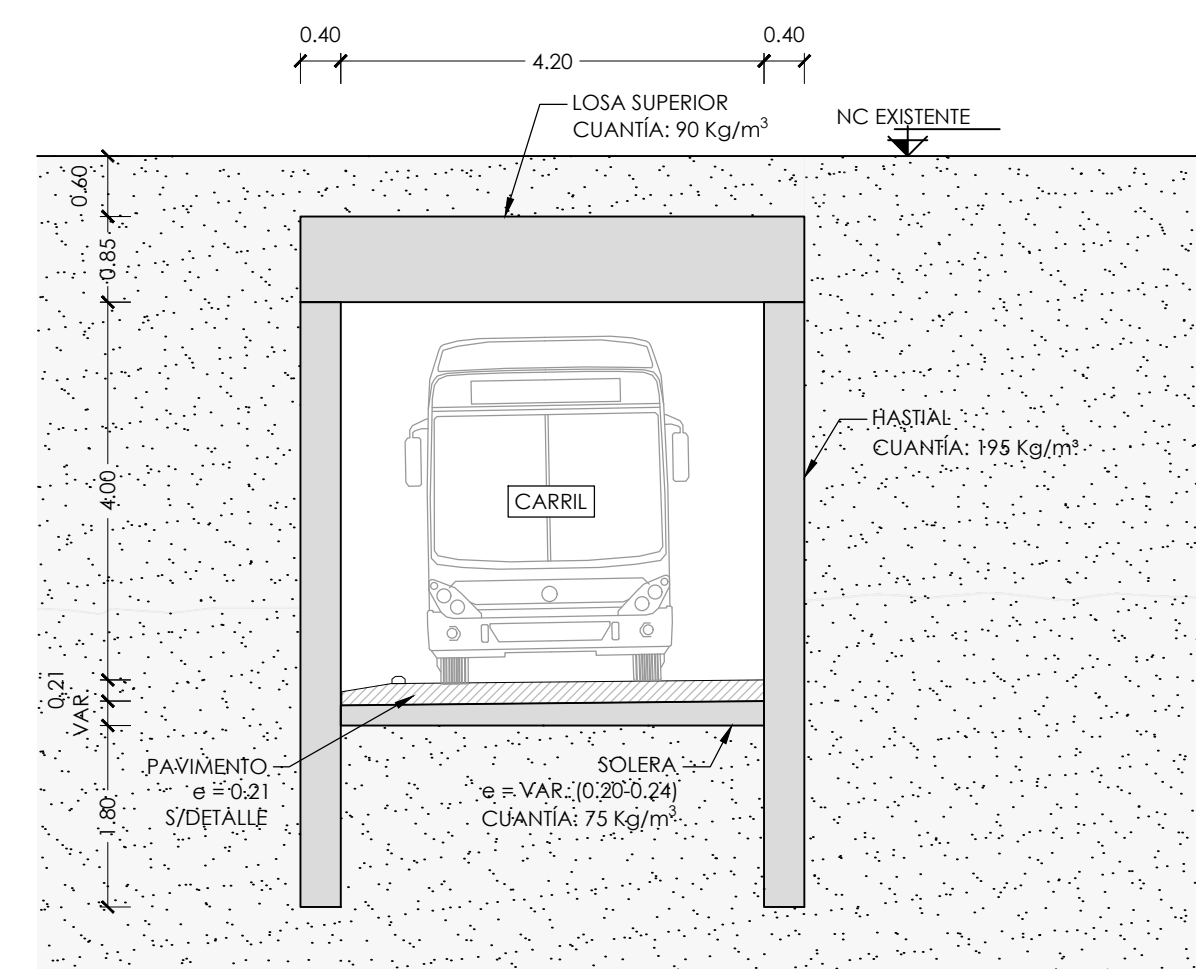
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. BOLIVIA
PERFIL DE TERRENO
ESCALA 1: 500



PASOS A DESNIVEL
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:75



PASOS A DESNIVEL
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:75

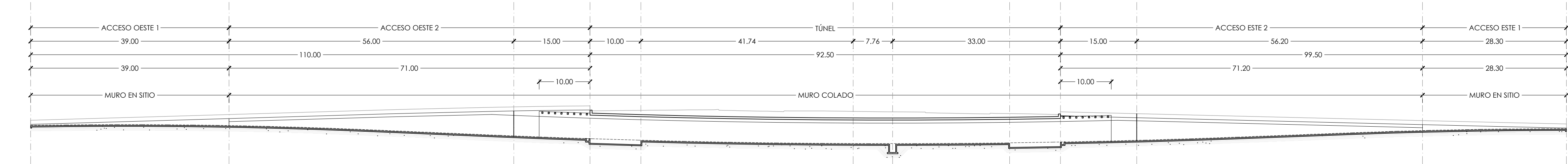


PASOS A DESNIVEL
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:75

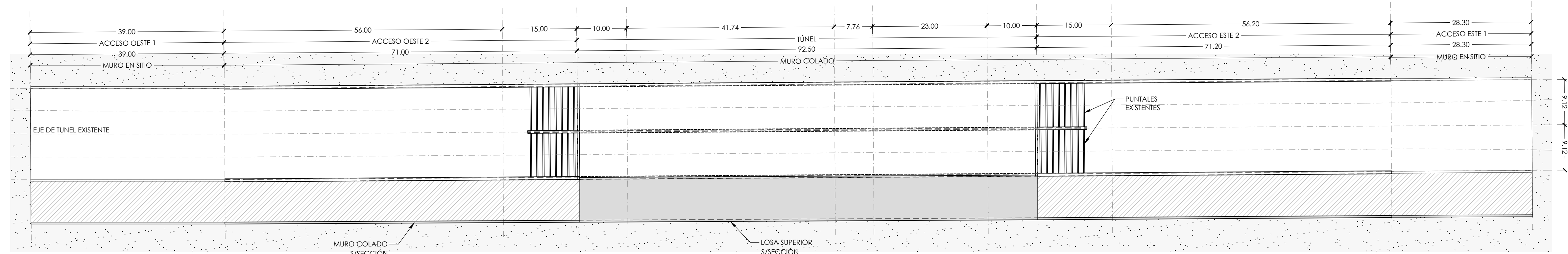
NOTAS:

- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

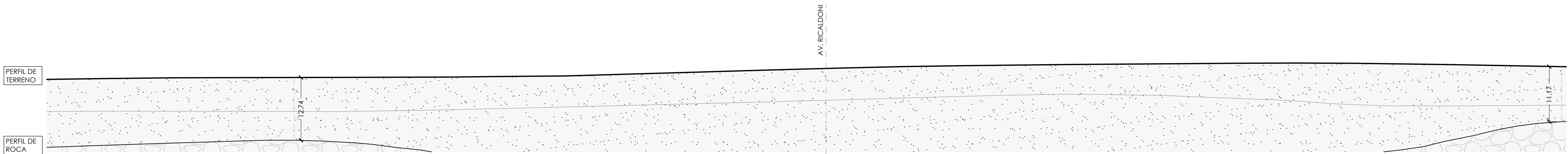
OBRA					TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA				
MONTEVIDEO, URUGUAY									
PROPIETARIO				ORGANISMO CONTRATANTE					
 <p>Ministerio de Transporte y Obras Públicas</p>				 <p>BID Banco Interamericano de Desarrollo</p>					
 <p>RDA ingeniería de calidad</p>									
PLANO				ETAPA					
PASOS A DESNIVEL				ANTEPROYECTO					
GEOMETRÍA GENERAL				ESTADO					
				PARA APROBACIÓN					
ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN				
ES	03	01	03	15.07.2025					
				DIB. JG	REV. TM	APR. MI			



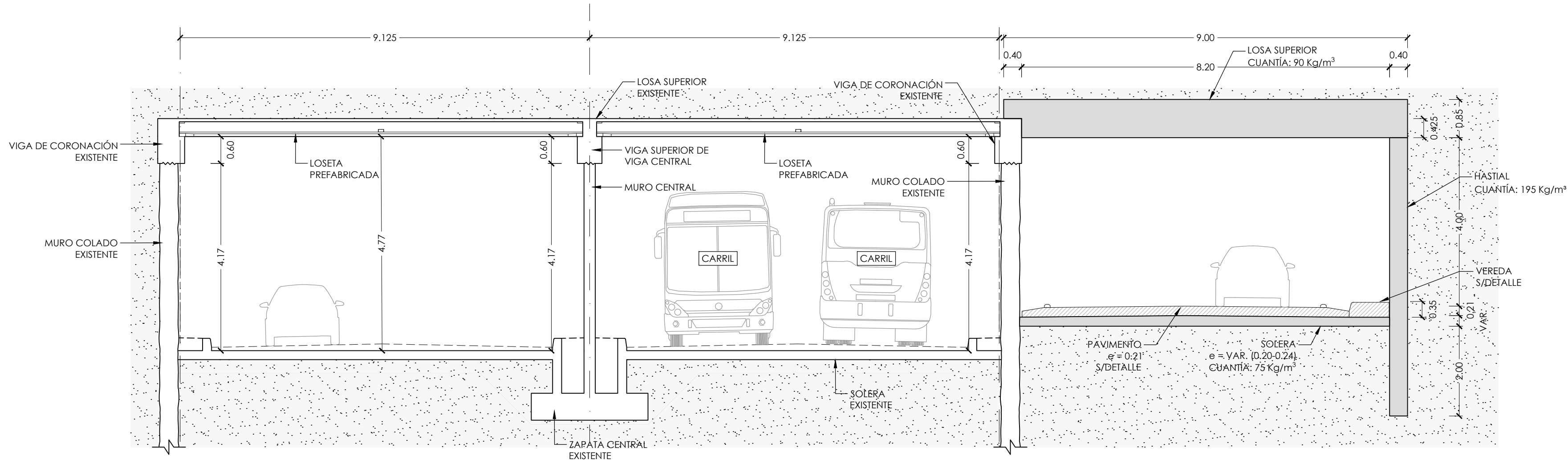
PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. RICARDONI
SECCIÓN LONGITUDINAL TÚNEL EXISTENTE
ESCALA 1:500



PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. RICARDONI
PLANTA GENERAL
ESCALA 1:500



PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. RICARDONI
PERFIL DE TERRENO
ESCALA 1:500



PASO A DESNIVEL - AV. ITALIA Y AV. RICARDONI
SECCIÓN TRANSVERSAL
ESCALA 1:75

NOTAS:
- VER "LÁMINA DE NOTAS Y DETALLES GENERALES" ES-00-00-00
- SALVO INDICACIÓN CONTRARIA TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN METROS O EN MILÍMETROS.

OBRA:
TRANSPORTE PÚBLICO ÁREA METROPOLITANA
MONTEVIDEO, URUGUAY

PROPIETARIO:  **Ministerio de Transporte y Obras Públicas**
ORGANISMO CONTRATANTE:  **BID**
Banco Interamericano de Desarrollo

RDA ingeniería de calidad

PLANO: **PASOS A DESNIVEL GEOMETRÍA GENERAL**
ETAPA: ANTEPROYECTO
ESTADO: PARA APROBACIÓN

ESPEC.	SECTOR	TIPO	Nº PLANO	FECHA	REVISIÓN
ES	03	01	04	15.07.2025	D
DIB.	REV.	APR.			
JG	TM	MI			



CAPÍTULO 6: Planificación, Costos y Riesgo



RDA



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Capítulo 6 - Planificación, costos y riesgos

15/7/25 – REV. 01



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	27/06/2025	DG	Borrador de Informe Final
01	15/07/2025	DG/MG	Informe Final



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1.	Análisis de interferencias y desvíos necesarios durante la construcción. Servicios públicos existentes afectados	4
1.2.	Anteproyecto de estructuras subterráneas	4
1.3.	Anteproyecto de arquitectura	4
1.4.	Informe Geotécnico	5
2.	ESTIMACIÓN DEL COSTO DE INVERSIÓN	5
2.1.	Metodología empleada	5
2.2.	Supuestos de base y criterios técnicos	6
2.2.1.	Definición de procedimiento de ejecución de muros de contención	6
2.2.2.	Análisis de costos	7
2.3.	Estimación del monto de inversión por componente	8
2.3.1.	Escenario 1	9
2.3.2.	Escenario 2	9
2.3.3.	Escenario 3	9
2.3.4.	Escenario 4	9
2.4.	Análisis de incertidumbres vinculadas a costos	9
3.	CRONOGRAMA PRELIMINAR DE LAS OBRAS	10
	Propuesta básica	10
	Propuesta básica con las intervenciones opcionales	11
3.1.	Secuencia de actividades por etapa	11
3.2.	Duración estimada de las obras	12
3.3.	Dependencias críticas e hitos relevantes	22
3.4.	Cronograma general de proyecto - resumido	22
3.4.1.	Plan de trabajo etapa de licitación	22
3.4.2.	Cronograma general considerando 3 frentes	22
3.4.3.	Cronograma general considerando 6 frentes	23
3.5.	Análisis de incertidumbres vinculadas a plazos	23
4.	ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS	24
4.1.	Identificación de riesgos principales	24
4.2.	Estrategias de mitigación propuestas	25
4.3.	Matriz de riesgos	25
5.	ESTRATEGIA DE CONTRATACIONES	26
5.1.	Desarrollo de proyecto	26
5.2.	Tipologías contractuales evaluadas para la ejecución de la obra.	26
5.3.	Modelos de segmentación del proyecto	27
5.4.	Capacidad de empresas constructoras en plaza	27
5.5.	Ventajas y desventajas por alternativa	28
5.6.	Recomendación de estrategia contractual	28
6.	ANEXOS	29



1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta los insumos técnicos considerados como base para la elaboración de las estimaciones preliminares de costos, cronogramas y riegos del proyecto. Estos antecedentes provienen tanto de fuentes externas como de desarrollos realizados por el equipo técnico de la consultoría, y constituyen un punto de partida esencial para el análisis económico y de planificación.

Se contemplan los siguientes insumos principales: la información sobre servicios públicos existentes afectados, el anteproyecto de estructuras subterráneas, el anteproyecto de arquitectura y la información geológica del área a intervenir. Cada uno de ellos aporta definiciones relevantes que permiten dimensionar las obras, anticipar interferencias y establecer secuencias constructivas viables.

1.1. Análisis de interferencias y desvíos necesarios durante la construcción. Servicios públicos existentes afectados

Como parte del análisis técnico necesario para la estimación de costos y la planificación del cronograma de obras, se identificó la necesidad de relevar en detalle los servicios urbanos existentes en las áreas de intervención del proyecto. Este relevamiento resulta fundamental para anticipar interferencias, evaluar posibles desvíos y ajustar las soluciones constructivas en función de las restricciones presentes en el subsuelo.

Para ello, se gestionó la solicitud formal de información ante los distintos entes públicos y empresas responsables de la provisión de servicios. El relevamiento contempla, como mínimo, redes de gas, electricidad, fibra óptica, agua potable, saneamiento y drenaje pluvial.

La información recibida ha sido sistematizada en planos digitales, dado que actualmente ninguna administración cuenta con modelado BIM. Este insumo será clave para las siguientes fases del proyecto, especialmente para validar los procedimientos constructivos propuestos y ajustar las estimaciones de inversión y plazo en función de los condicionantes detectados.

No forman parte de este análisis los costos asociados a desvíos de tránsito, corrimiento de paradas de transporte público, señalización provisoria ni otras afectaciones posibles en superficie vinculados a las obras.

1.2. Anteproyecto de estructuras subterráneas

Se utiliza como insumo el anteproyecto de estructuras subterráneas desarrollado previamente en el capítulo 4).

El diseño preliminar considerará aspectos resistentes, funcionales y constructivos, con el objetivo de asegurar la factibilidad técnica de las soluciones propuestas. El nivel de detalle alcanzado permite elaborar una estimación inicial de costos y sirve como base para la definición del cronograma de obras.

1.3. Anteproyecto de arquitectura

El anteproyecto de arquitectura es desarrollado por el equipo técnico de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de la República, en coordinación con los demás actores del proyecto. A mayo de 2025 se cuenta con planos y cortes del proyecto, que definen a nivel preliminar las



obras en superficie y la infraestructura asociada, con énfasis en la integración urbana, la funcionalidad del sistema y el diseño del espacio público.

Las definiciones arquitectónicas aportadas constituyen un insumo clave para dimensionar los volúmenes construidos, establecer condicionantes de implantación y coordinar la relación entre los componentes subterráneos y su expresión en superficie. Estos criterios son fundamentales para orientar las estimaciones de inversión y la planificación general de las obras.

1.4. Informe Geotécnico

Como insumo fundamental para el diseño estructural y la planificación constructiva, se ha incorporado la caracterización geotécnica de los sitios de intervención incluidos en el capítulo 2).

Los estudios incluyen la identificación de los principales estratos presentes, la determinación de niveles de roca y la definición de parámetros geotécnicos con la finalidad de determinar condiciones de excavabilidad y perforabilidad de los materiales encontrados, lo cual resulta clave para seleccionar métodos constructivos viables y estimar tiempos y costos de ejecución con mayor precisión.

2. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE INVERSIÓN

La presente sección describe el enfoque metodológico adoptado para la estimación preliminar de los costos de inversión, así como los criterios técnicos e hipótesis consideradas, y las principales incertidumbres identificadas en esta etapa. La información presentada se basa en el desarrollo actual de los anteproyectos de arquitectura y estructura, así como en el relevamiento de interferencias con servicios existentes y el informe geotécnico del área de implantación del proyecto.

2.1. Metodología empleada

La estimación del costo de inversión se realizó basados en nuestra experiencia a partir de datos obtenidos de proyectos previos con características técnicas y constructivas comparables. A fin de reflejar de forma realista las condiciones de mercado, los valores fueron elaborados simulando la presentación de una empresa constructora en el marco de una licitación.

Se aplicó un enfoque bottom-up, que consiste en descomponer cada intervención en sus principales componentes y actividades constructivas, a partir de los cuales se estimaron cantidades, precios unitarios y rendimientos. Este enfoque permite construir estimaciones detalladas desde el nivel más bajo de cada partida, brindando mayor precisión y trazabilidad al análisis.

Cada una de las obras fue evaluada de forma independiente, bajo el supuesto de que podrían ser ejecutadas por contratistas distintos. Esta estrategia permite contar con una mayor flexibilidad en el análisis de alternativas de contratación y facilita la posterior toma de decisiones respecto a etapabilidad y/o la segmentación del proyecto.

Por solicitud del cliente, el estimado de costos se estructuró en dos bloques:

- Obras básicas, incluidas en el alcance original del presente informe.
- Obras opcionales o alternativas, que incorporan ampliaciones de alcance durante la elaboración del presente informe.



2.2. Supuestos de base y criterios técnicos

La estimación de costos se apoyó en la información gráfica disponible al momento de elaboración del informe, incluyendo el anteproyecto arquitectónico, el diseño estructural preliminar, la información geológica y la localización de servicios existentes. Se consideraron, además, definiciones técnicas sobre los procedimientos constructivos más probables, en función del tipo de obra y su contexto urbano inmediato.

Tal como se menciona en el Capítulo 3 de Servicios Afectados, se adoptó un criterio conservador: toda la infraestructura interferida se considerará como reconstruida a nuevo. Dada esta hipótesis, no se considera eficiente realizar cateos o relevamientos adicionales en esta etapa. Este enfoque asegura un margen razonable frente a la incertidumbre existente. El mismo podrá ser ajustado en etapas de Proyecto Ejecutivo, analizando cuales de los servicios informados podrían no ser afectados en pos de alguna reducción en los costos.

Para la elaboración de los estimados se consideró el laudo de mano de obra para obreros incluidos en Ley 14.411 vigente al 1 de abril de 2025 y una cotización del dólar estadounidense de \$41.552.

2.2.1. Definición de procedimiento de ejecución de muros de contención

Para las obras subterráneas se previó la utilización de muros colados y/o muros de cortinas pilotes con anclajes en los sectores que así lo requieran. Una vez completadas las contenciones, se contempló la excavación protegida, la implementación de sistemas de depresión de napa freática cuando fuera necesario, y la ejecución de los rellenos compactados junto con los elementos estructurales del proyecto.

Para las situaciones de presencia de roca en cotas más elevadas que el fondo de los túneles, se analizaron 3 alternativas a utilizar como método constructivo de dichos muros de contención:

1. Muro colado ejecutado desde la superficie hasta el techo de roca disgregada, utilizando equipamiento de menor porte.
2. Muro colado ejecutado desde la superficie hasta la profundidad total definida por proyecto, utilizando equipamiento específico para este fin.
3. Muro de contención mediante la ejecución de cortina de pilotes empotrados en la roca.

2.2.1.1.1. Comparativa técnica y operativa

Criterio	Muro colado hasta techo de roca	Muro colado hasta profundidad total	Cortina de pilotes empotrados en roca
Compatibilidad con suelos	Muy alta en suelos blandos, inviable en roca	Muy alta en todo el proyecto	Muy alta en todo el proyecto
Rendimiento estimado	100-130 m/mes por equipo	50-80 m/mes por equipo	30-40 m/mes por equipo



Criterio	Muro colado hasta techo de roca	Muro colado hasta profundidad total	Cortina de pilotes empotrados en roca
Solución estructural	Requiere intervención posterior para completar el muro	Muro finalizado desde el inicio	Este muro actúa como contención provisoria, requiriendo otro elemento estructural adicional.
Disponibilidad local	Alta (empresas nacionales y regionales con experiencia y disponibilidad)	Nula (requeriría soporte internacional especializado)	Alta (empresas nacionales y regionales con experiencia y disponibilidad)

2.2.1.1.2. Síntesis

El método de muro colado hasta el techo de roca resulta más conveniente desde el punto de vista plazos y costos. Desde el punto de vista plazos entendemos que al haber alta disponibilidad de equipos y al ser más veloz su ejecución que los demás métodos, permite implementar de forma sencilla múltiples frentes simultáneos, reduciendo significativamente el plazo en el que se afecta a nivel superficie. A nivel trabajos dentro del túnel también nos resulta más conveniente en plazos ya que el camino crítico continúa siendo en todos los casos la excavación en roca y no la ejecución de las tareas posteriores.

A nivel de costos, también resulta el método más económico al ser el método que minimiza los costos de amortización de equipos y de excavación en roca.

2.2.2. Análisis de costos

En todos los casos, los costos estimados incluyen: traslado de servicios existentes, demoliciones, excavaciones iniciales, ejecución de muros de contención, construcción de la losa superior, excavación interior de túneles, pavimentos interiores y toda la infraestructura necesaria para el funcionamiento del sistema.

Debido a la imprecisión de la información de servicios existentes recibidos por parte de los entes se considera que los servicios afectados serán construidos, en su totalidad, a nuevo.

No se incluyen en esta estimación las obras de reconstrucción sobre la losa superior (calles y veredas), afectaciones a propiedades linderas, ni los costos asociados a desvíos o gestión del tránsito durante la ejecución.

Las intervenciones consideradas incluyen los siguientes tramos:

Obras básicas:

- Obra 18 de Julio: desde plaza independencia hasta arenal grande
- Obra Tres Cruces: conexión superficial
- Intersección 8 de Octubre y Propios



- Intersección 8 de Octubre y Luis Alberto de Herrera
- Intersección Av. Italia y Propios
- Intersección Av. Italia y Luis Alberto de Herrera
- Intersección Av. Italia y Bolivia

Obras opcionales:

- Obra 18 de Julio: desde arenal grande hasta tres cruces
- Obra Tres Cruces: enterrada con 18 de Julio
- Intersección Av. Italia y Ricaldoni

Cada alternativa fue valorada individualmente según el alcance técnico previsto y su grado de definición.

2.3. Estimación del monto de inversión por componente

De acuerdo con lo expuesto en la metodología (punto 2.1), se estructuró la estimación del monto de inversión en función de un esquema base y un conjunto de intervenciones opcionales o alternativas.

A efectos de facilitar el análisis y la toma de decisiones, se presentan a continuación cuatro escenarios de inversión, correspondientes a distintas combinaciones de alcance:

- Escenario 1 – Obras básicas
- Escenario 2 – Obras básico con Av. 18 de Julio subterránea desde Arenal Grande hasta Tres Cruces.
- Escenario 3 – Obras básicas con Ricaldoni. Incorpora a las obras básicas la intervención en el cruce de Av. Italia y Ricaldoni.
- Escenario 4 – Obras básicas y todas las intervenciones opcionales: considera la ejecución del conjunto completo de intervenciones, sumando todas las obras opcionales al esquema base.

Los valores correspondientes a cada escenario se presentan en los cuadros siguientes, desagregados por componente y tipo de obra.

En base a estos escenarios, los montos de inversión estimados son los siguientes:

- Escenario 1: USD 209,482,935.52 (incluye leyes sociales)
- Escenario 2: USD 245,568,247.50 (incluye leyes sociales)
- Escenario 3: USD 218,672,719.33 (incluye leyes sociales)

*los valores descriptos no incluyen IVA

Estos valores fueron elaborados aplicando un enfoque bottom-up y se considera un margen de incertidumbre del orden de $\pm 15\%$, propio del nivel de definición alcanzado. En función del cronograma planteado, se concluye que el objetivo de culminar las obras hacia fines de 2029 es técnicamente viable, siempre que se mantenga una estrategia de ejecución escalonada y coordinada.



Se desglosa la información identificada como “Capítulo 6: Planificación, costos y riesgos – 2: Estimación del costo de inversión - 2.3: Estimación del monto de inversión por componente”, en lo que refiere a los cuadros que identifican desarrollos en cada uno de los escenarios, en atención a que la información ha sido declarada confidencial conforme a la Resolución N°21 de fecha 9 de febrero de 2026.

2.4. Análisis de incertidumbres vinculadas a costos

Dado que los costos fueron elaborados en una etapa temprana de definición del proyecto, existe un conjunto de factores que introducen incertidumbre en las estimaciones. Entre los riesgos más relevantes se identifican:

- Limitada disponibilidad de información de base, lo que puede afectar la precisión de cantidades y procedimientos constructivos.
- Presencia de servicios existentes no detectados o mal registrados, que podrían requerir desvíos o reposiciones costosas durante la obra.
- Condiciones climáticas adversas, especialmente eventos de lluvias intensas que dificulten las tareas de excavación y generen costos adicionales por bombeo o interrupciones.
- Excavaciones en zonas con edificaciones próximas, lo que puede requerir soluciones especiales de contención o monitoreo de estructuras vecinas.



- Gestión del tránsito y desvíos viales, que implican tanto restricciones operativas como costos adicionales asociados a señalización, coordinación y logística. Costos no considerados en estas estimaciones.

Estos aspectos serán refinados en etapas posteriores del proyecto, a medida que se disponga de mayor nivel de detalle técnico y se avance en la definición de la ingeniería ejecutiva.

3. CRONOGRAMA PRELIMINAR DE LAS OBRAS

Esta sección presenta un cronograma preliminar que abarca el desarrollo integral del proyecto, desde las etapas iniciales de viabilidad hasta la ejecución completa de las obras. El objetivo es establecer una secuencia lógica de actividades, identificar los principales hitos del proceso y anticipar restricciones que puedan incidir en la duración total del proyecto.

El cronograma fue elaborado en base a las definiciones técnicas disponibles al momento, incluyendo los anteproyectos de arquitectura y estructuras, el informe geotécnico y el relevamiento de interferencias con servicios existentes. Se trata de una planificación inicial, sujeta a ajustes progresivos a medida que se consoliden los detalles técnicos, logísticos y contractuales del proyecto.

En línea con los escenarios de inversión definidos, se han elaborado dos planes de trabajo diferenciados:

- uno correspondiente a la propuesta básica,
- y otro que considera la ejecución del básico con todas las intervenciones opcionales.

Esta distinción permitirá evaluar con mayor precisión el impacto de cada alternativa sobre la duración total del proyecto, los requerimientos de contratación y la simultaneidad de frentes de obra.

Para todos los casos, se analizaron para el túnel de 18 de Julio las siguientes alternativas:

- uno la posibilidad de trabajar en 3 frentes simultáneos, implicando 3 afectaciones superficiales de 200m aproximadamente alternadas con zonas no afectadas de 600 m aproximadamente,
- y otra posibilidad de trabajar en 6 frentes simultáneos, implicando 3 afectaciones superficiales de 400m aproximadamente alternados con zonas no afectadas de 400m aproximadamente.

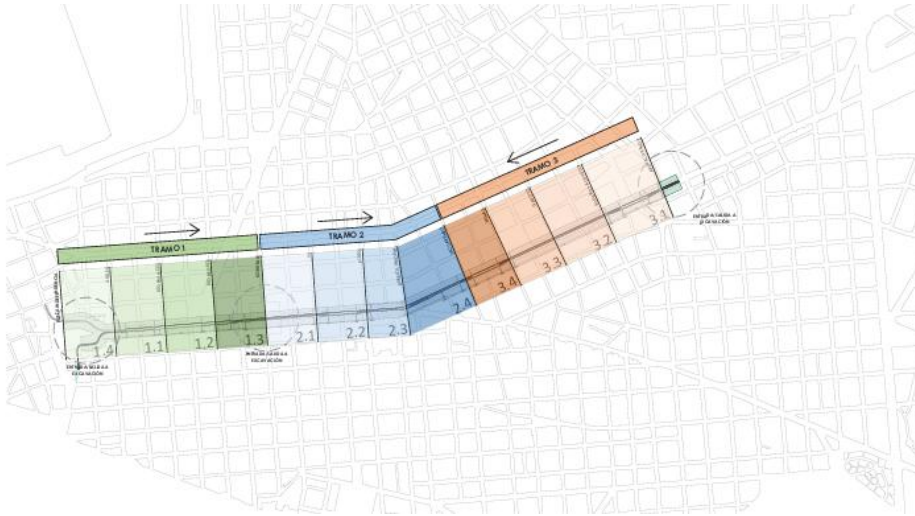
En los cronogramas desarrollados se puede observar que la primera opción tiene menor simultaneidad de intervenciones, pero con un plazo global, de afectación superficial, mayor y la segunda tiene mayor afectación superficial, pero con un plazo global, de dicha afectación, menor. Ambas opciones son viables técnicamente, la segunda implica una mayor simultaneidad de tareas, con una potencial reducción de plazo global, pero a costa de una mayor complejidad operativa y afectación urbana extendida, siendo decisión final del contratante la selección de la etapabilidad más conveniente.

A continuación, un esquema en planta donde se grafica la secuencia de ejecución en planta para las obras planteadas por 18 de julio.

Propuesta básica

En la propuesta de tres frentes, se ejecutan en primera instancia 1.1, 2.1 y 3.1. Una vez culminadas las tareas en superficie de cada tramo se avanza por los tramos 1.2, 2.2 y 3.2 y así sucesivamente.

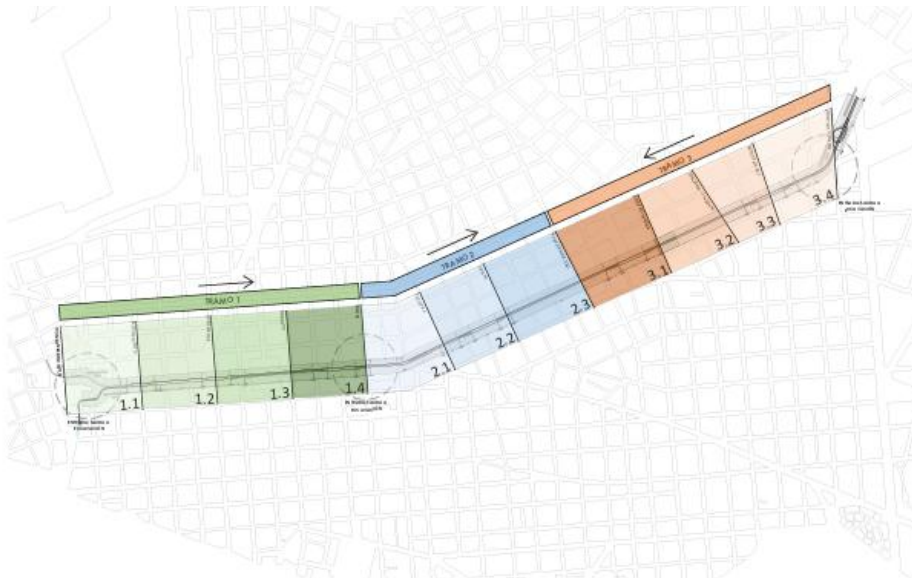
En la propuesta de seis frentes, se ejecutan en primera instancia 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 y 3.2. Una vez culminadas las tareas en superficie de cada tramo se avanza por los tramos 1.3, 1.4, 2.3, 2.4, 3.3, 3.4.



Propuesta básica con las intervenciones opcionales

En la propuesta de tres frentes, se ejecutan en primera instancia 1.1, 2.1 y 3.1. Una vez culminadas las tareas en superficie de cada tramo se avanza por los tramos 1.2, 2.2 y 3.2 y así sucesivamente.

En la propuesta de seis frentes, se ejecutan en primera instancia 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 y 3.2. Una vez culminadas las tareas en superficie de cada tramo se avanza por los tramos 1.3, 1.4, 2.3, 2.4, 3.3, 3.4.



3.1. Secuencia de actividades por etapa

El desarrollo del proyecto se organiza en etapas sucesivas, que permiten avanzar desde la planificación hasta la entrega final. La obra se desglosa en los siguientes bloques principales:



- Proceso de adquisiciones (agosto 2025 – diciembre 2026): contratación del equipo proyectista, asesores técnicos y empresas constructoras.
- Etapa de desarrollo de proyectos de arquitectura e ingenierías (agosto 2025 – octubre 2026): desarrollo del proyecto Apto para Licitación (APL) y Apto para Construir (APC) (*APL: conjunto de documentos con el nivel de definición necesario para llevar adelante el proceso de licitación; APC: conjunto de documentos ejecutivos que incorporan detalles adicionales y definiciones constructivas para permitir la ejecución de la obra, sin modificar el alcance, costo ni plazo contratados sobre la base de la documentación APL*)
- Ejecución de obras enterradas (enero 2027 – setiembre 2029): 33 meses de ejecución, con frentes planificados en paralelo o en serie según el caso.
- Ejecución de obras en superficie de 18 de Julio:
 - Opción 3 frentes: enero 2027 – diciembre 2028
 - Opción 6 frentes: enero 2027 – febrero 2028
- Entrega total del proyecto (septiembre 2029): cierre consolidado de todos los frentes.

Las zonas de intervención fueron organizadas por tramos independientes, lo que permite analizar la viabilidad técnica y constructiva de forma modular. En particular, sobre los ejes de 8 de Octubre y Av. Italia se adoptó una lógica seriada, en la cual el comienzo de una intervención depende de la finalización de la anterior, optimizando recursos y minimizando interferencias urbanas.

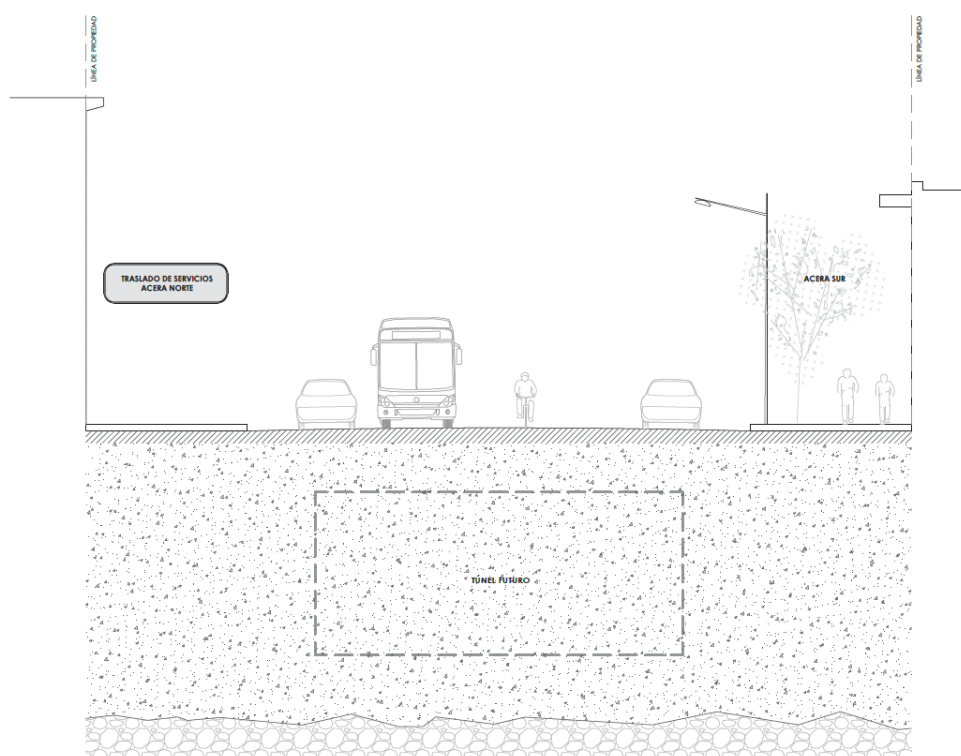
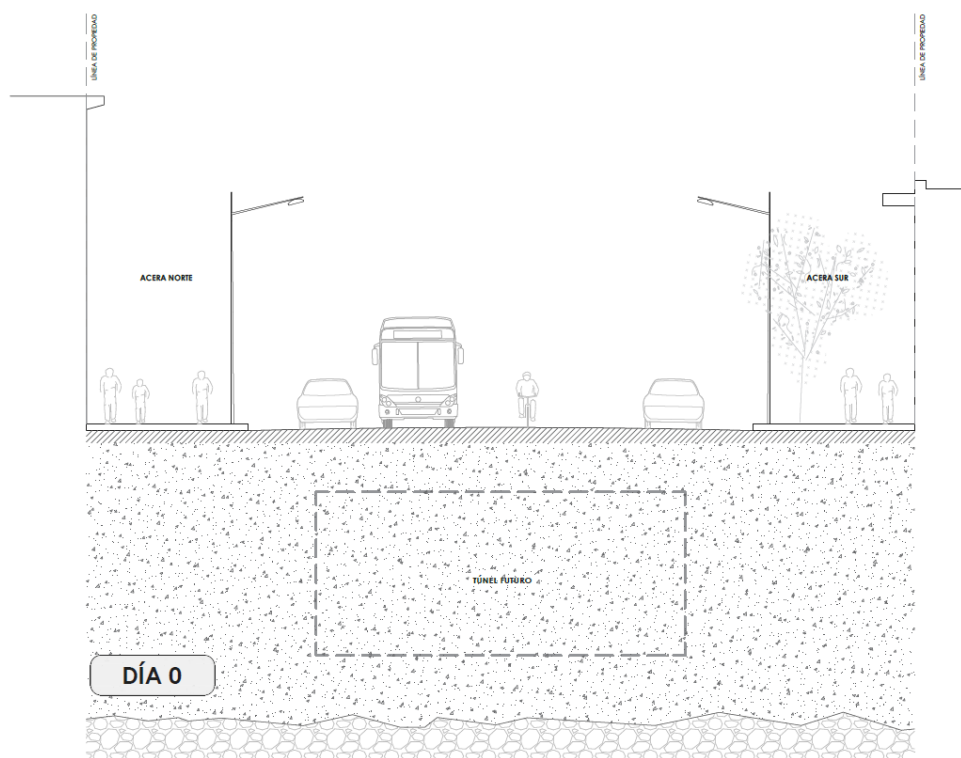
3.2. Duración estimada de las obras

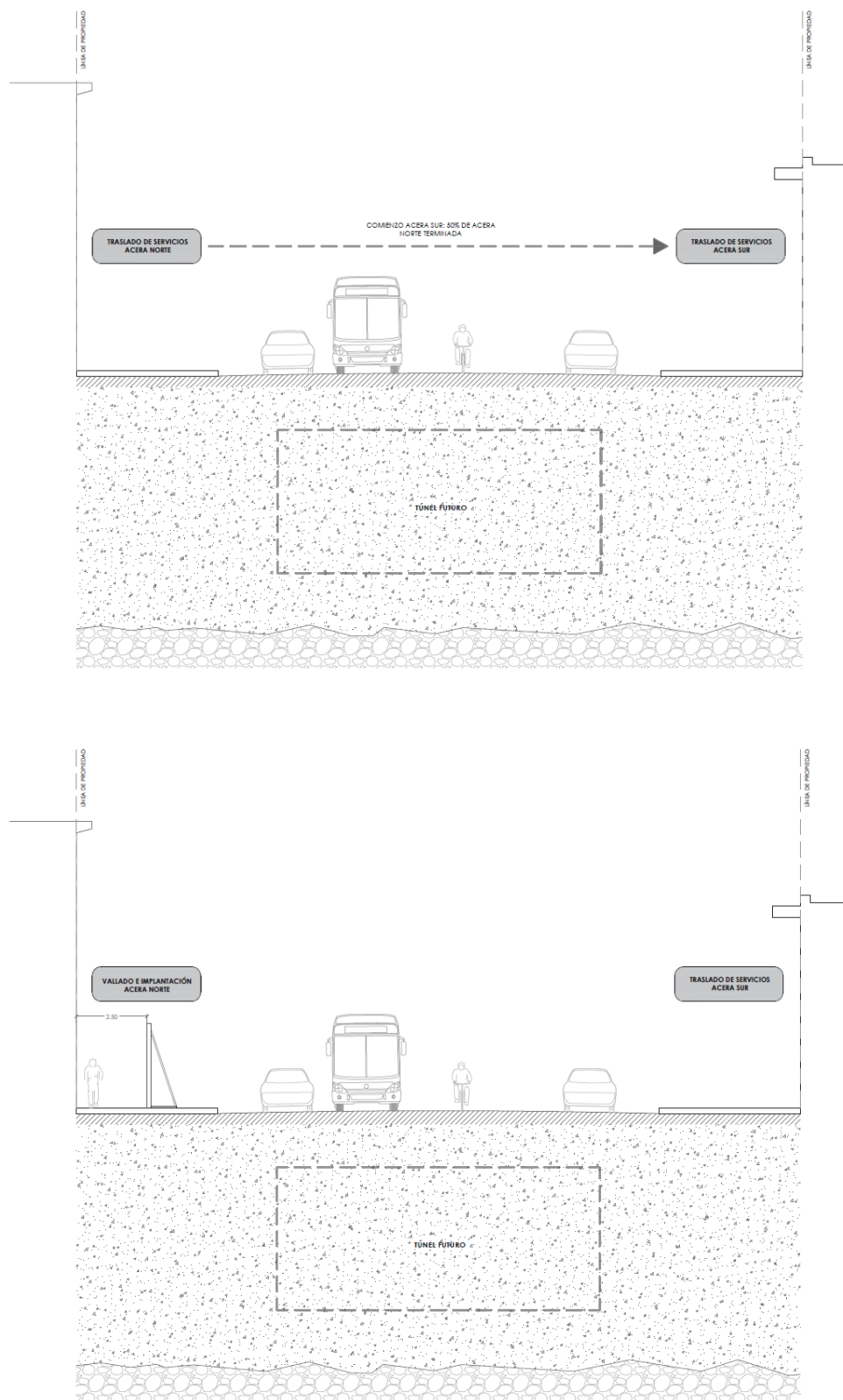
La duración preliminar de cada intervención fue estimada en función de su escala, complejidad técnica y condiciones del entorno. La ejecución por tramo puede extenderse hasta 33 meses, contemplando tanto las obras enterradas como las de superficie.

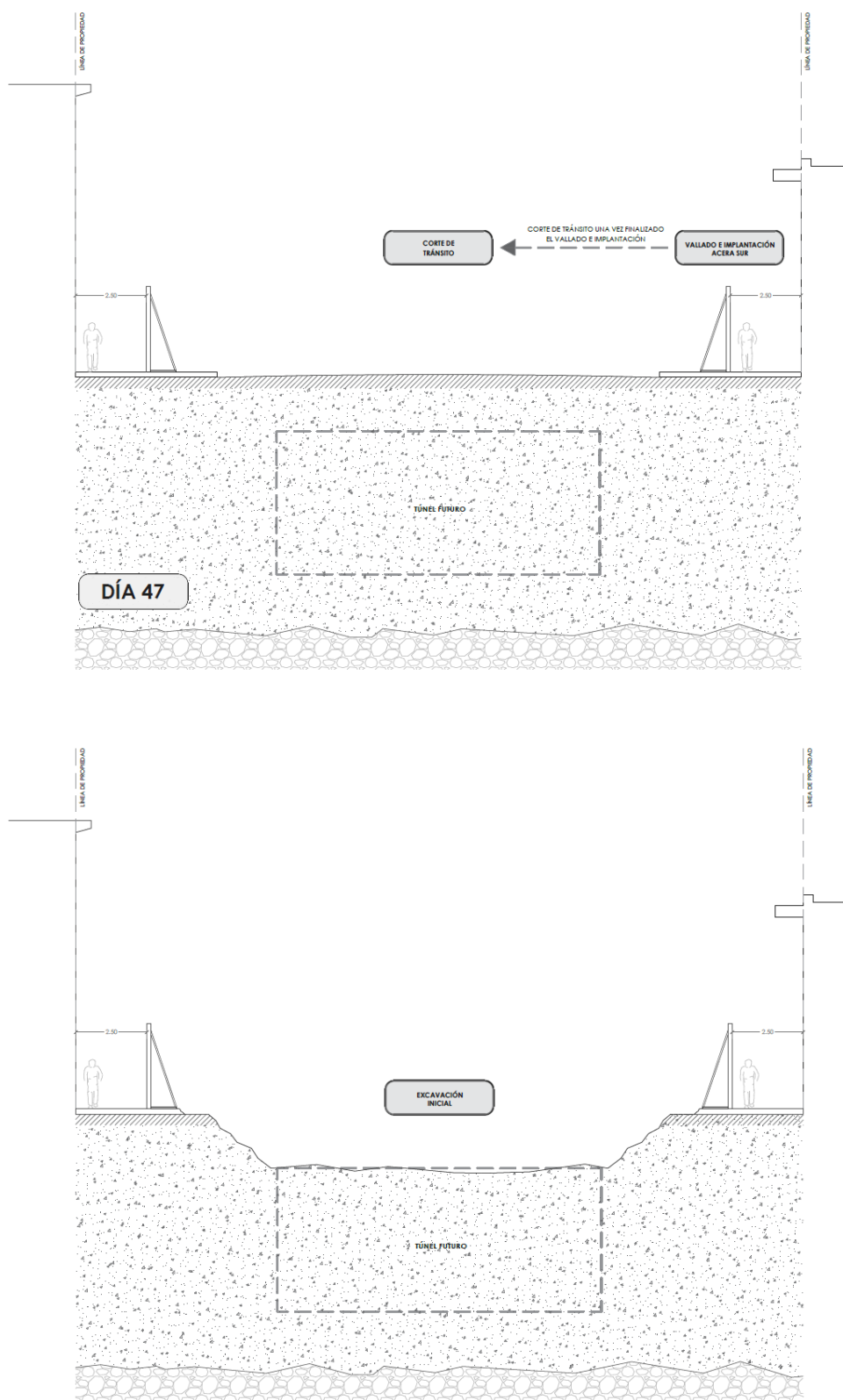
Estos cronogramas incluyen las licencias y feriados reglamentarios de la construcción a lo largo de toda la ejecución, así como una previsión de días perdidos por causas climáticas y sindicales.

Estas estimaciones podrán ser ajustadas durante la etapa de diseño ejecutivo, pero constituyen una base válida para la planificación preliminar del proyecto.

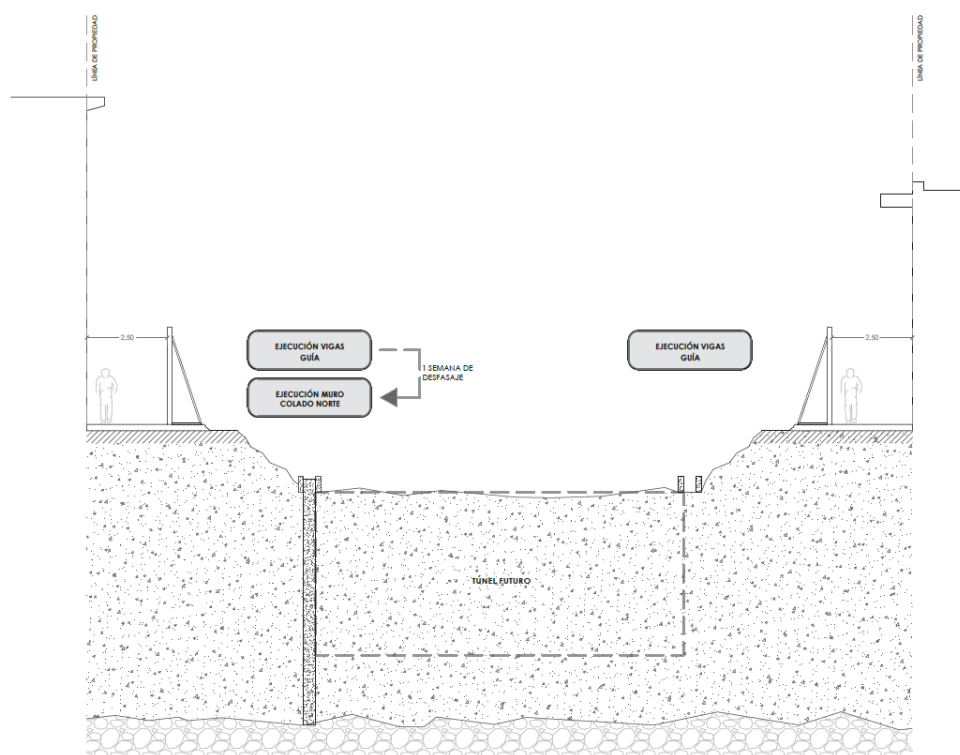
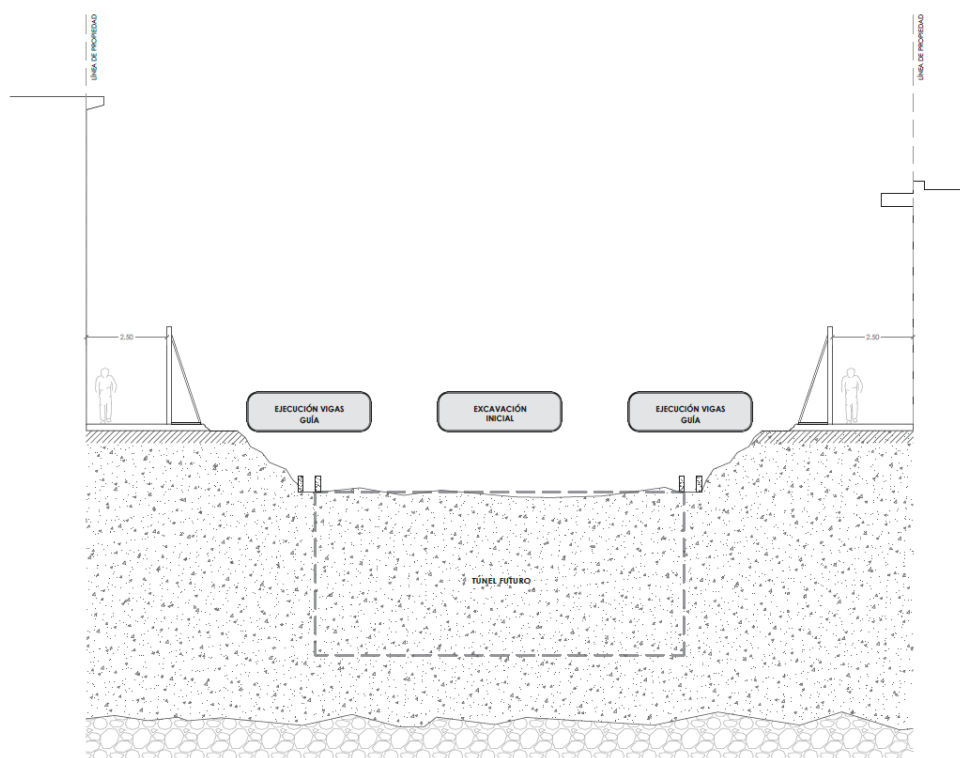
A continuación, se presenta un esquema en corte de la secuencia de ejecución por de cada tramo de obra en 18 de julio:

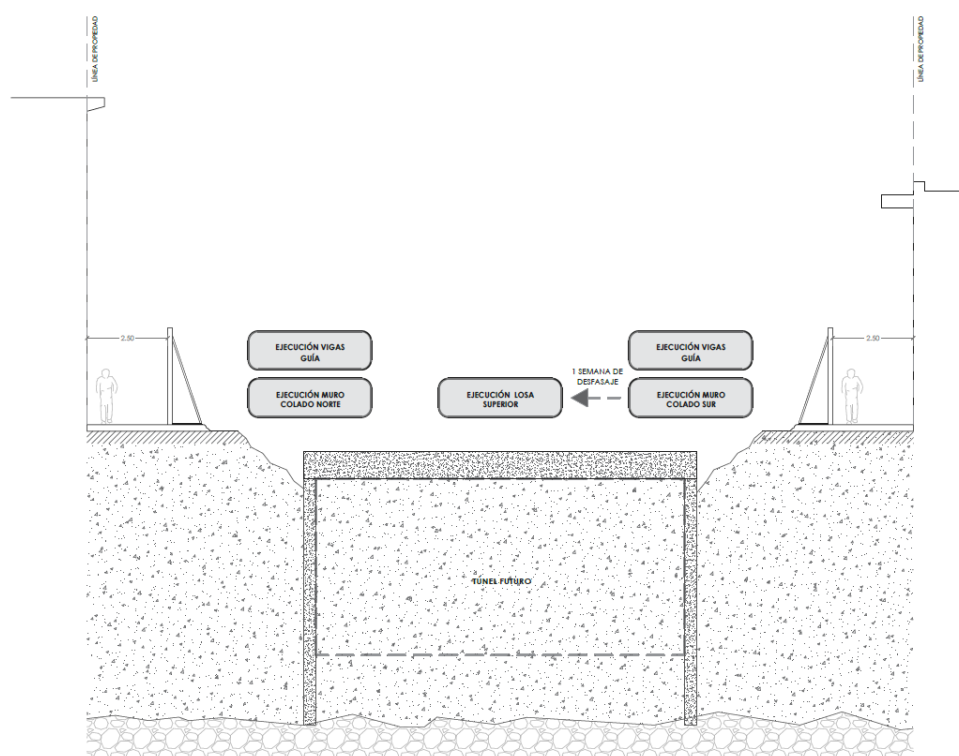
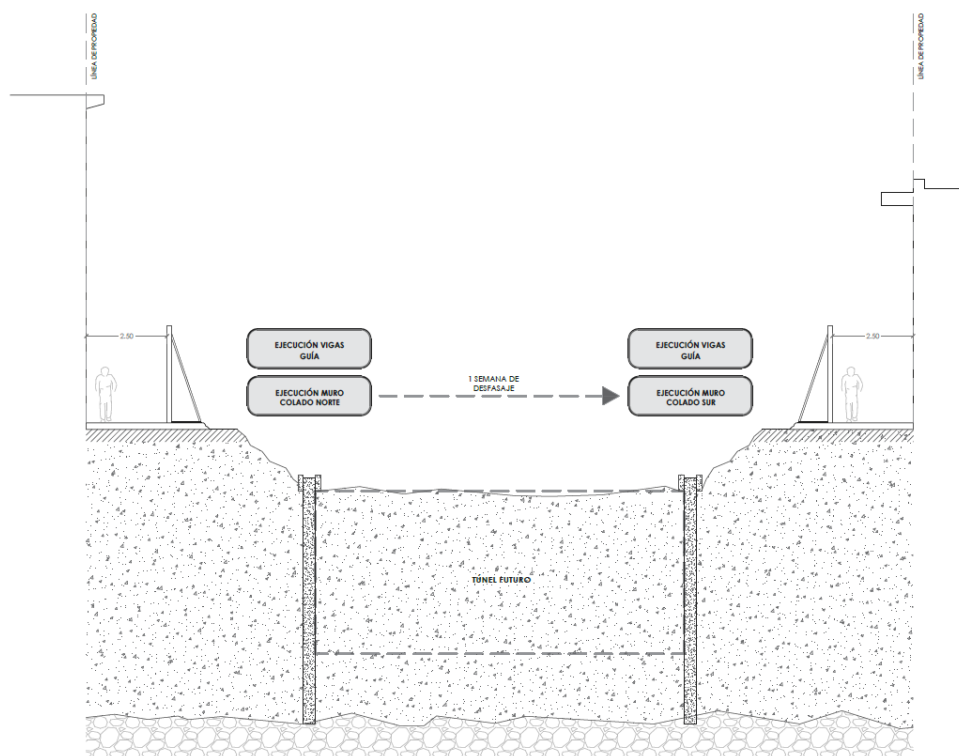


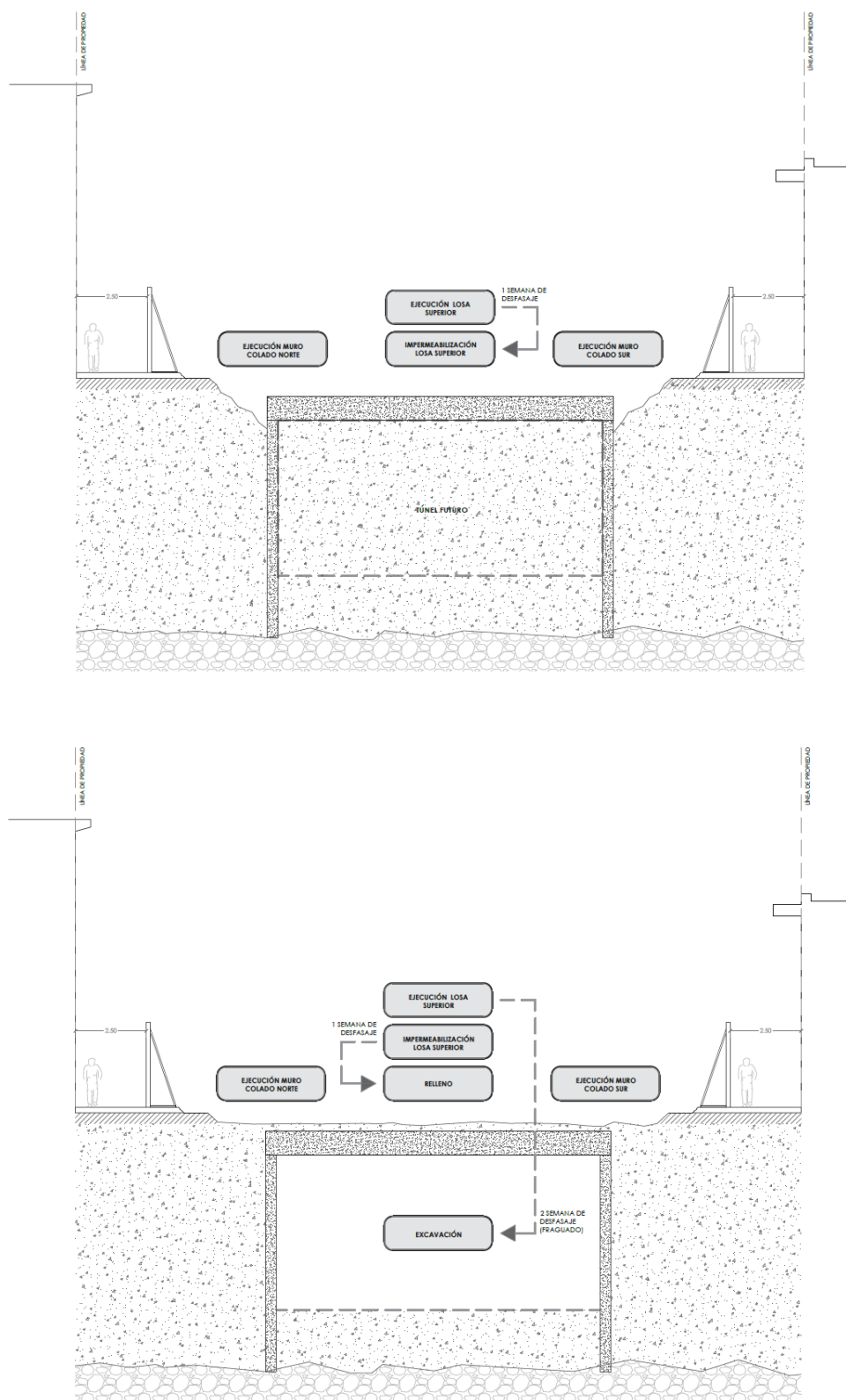


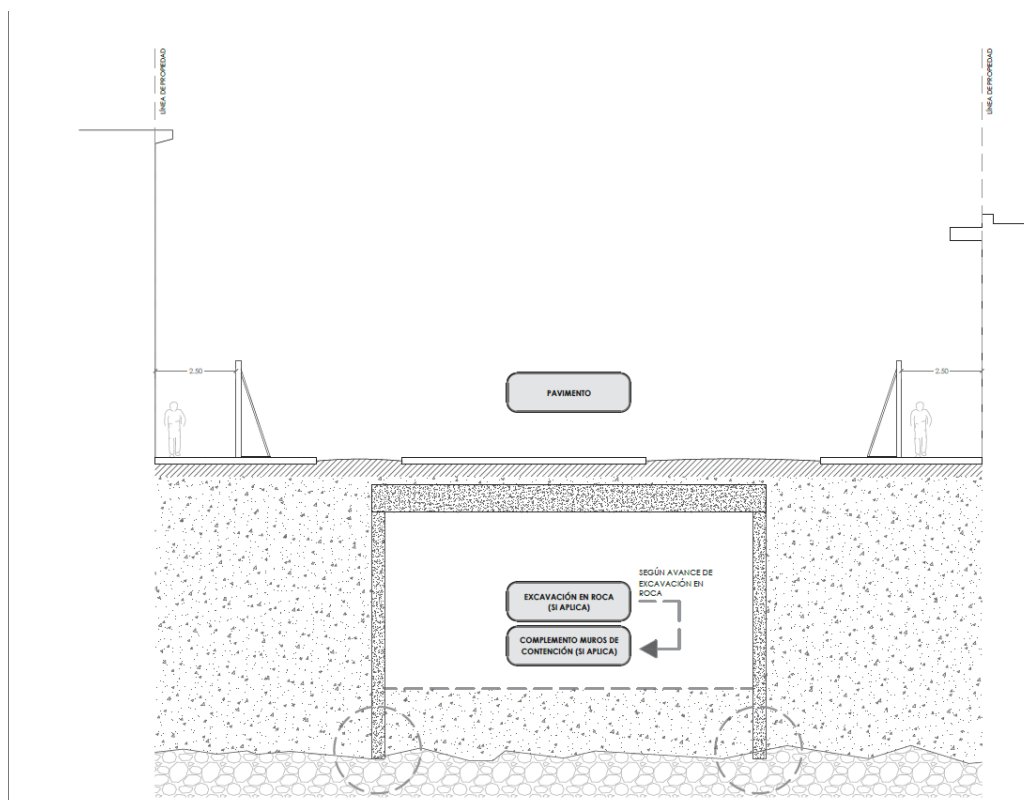
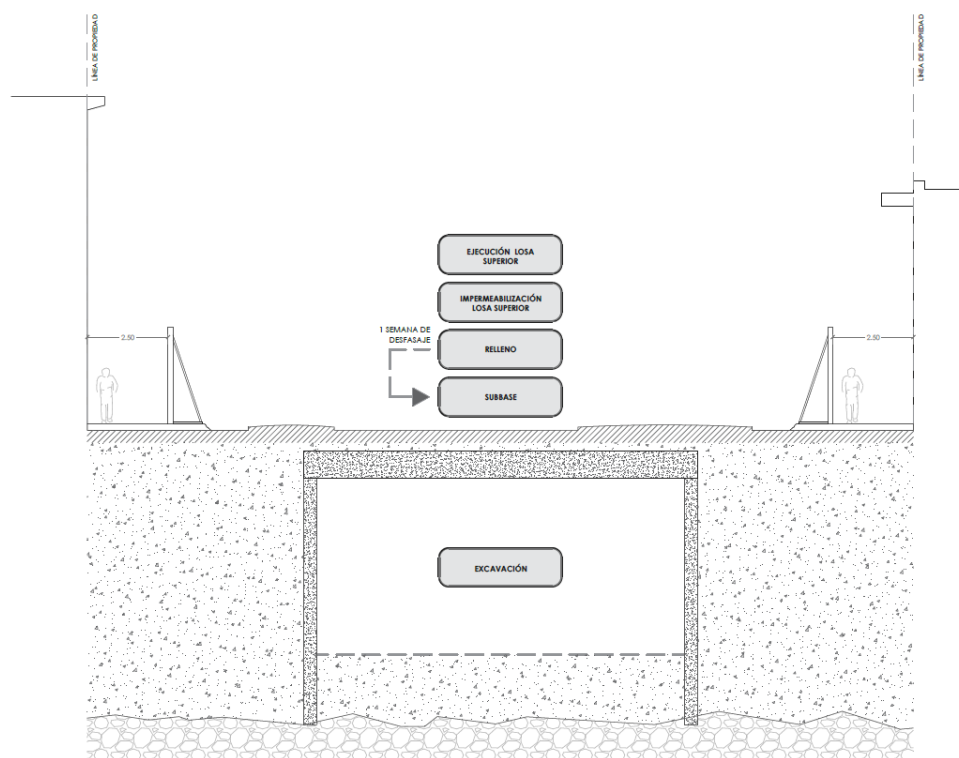


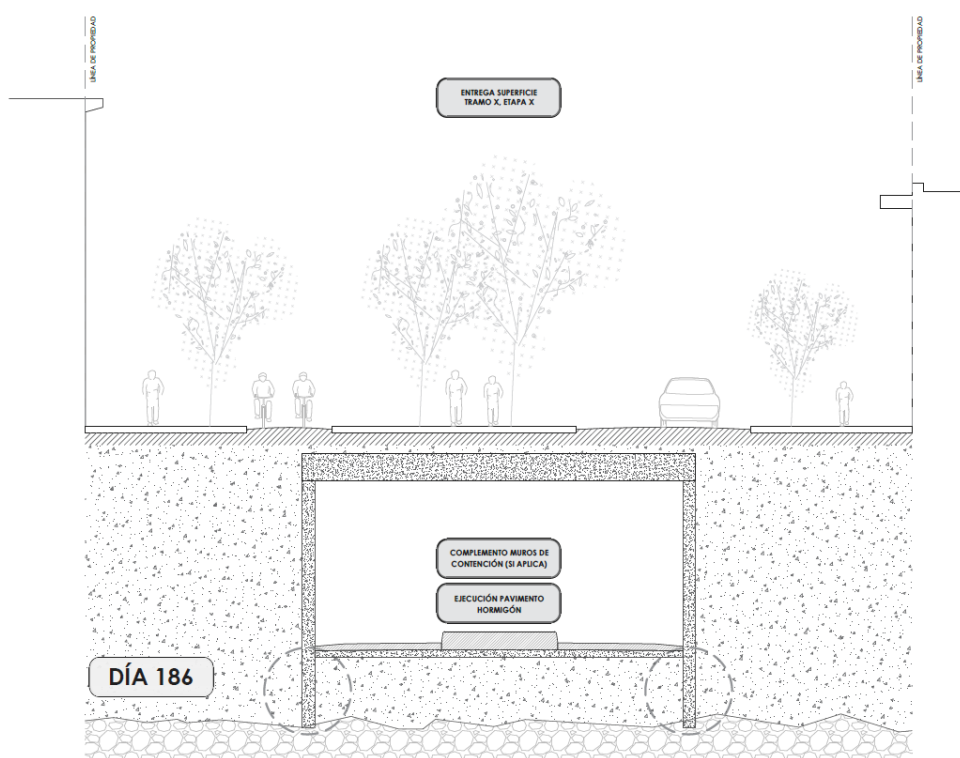
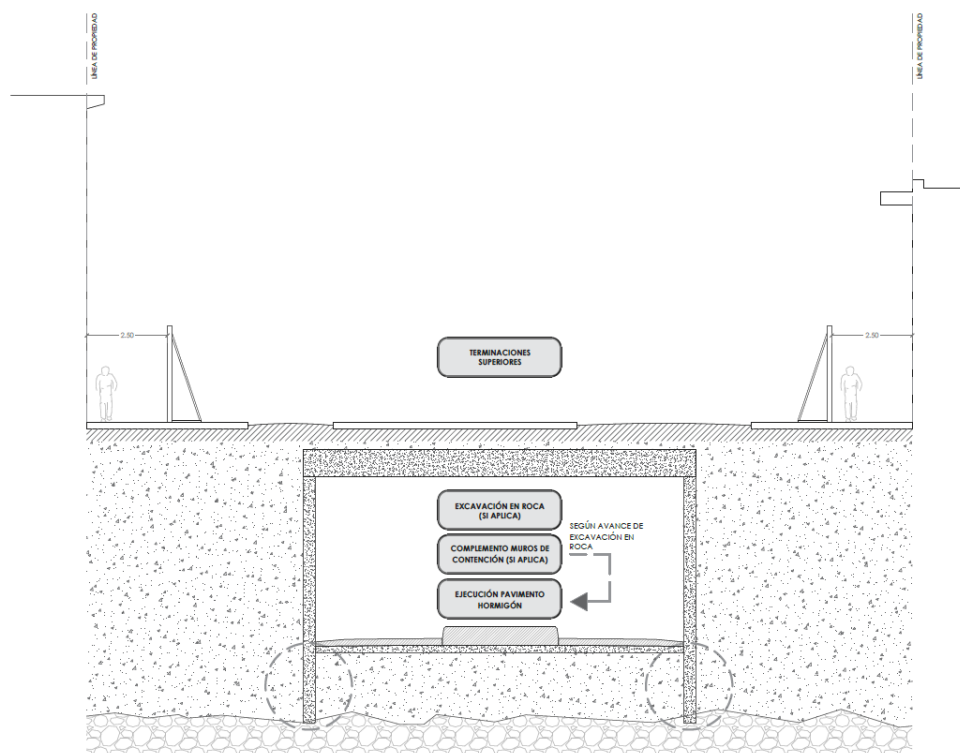
Durante esta etapa de las excavaciones, se considera que diariamente habría un tráfico de 20 camiones por frente que estarían transportando el material sobrante estimado en aproximadamente 10.000m³.

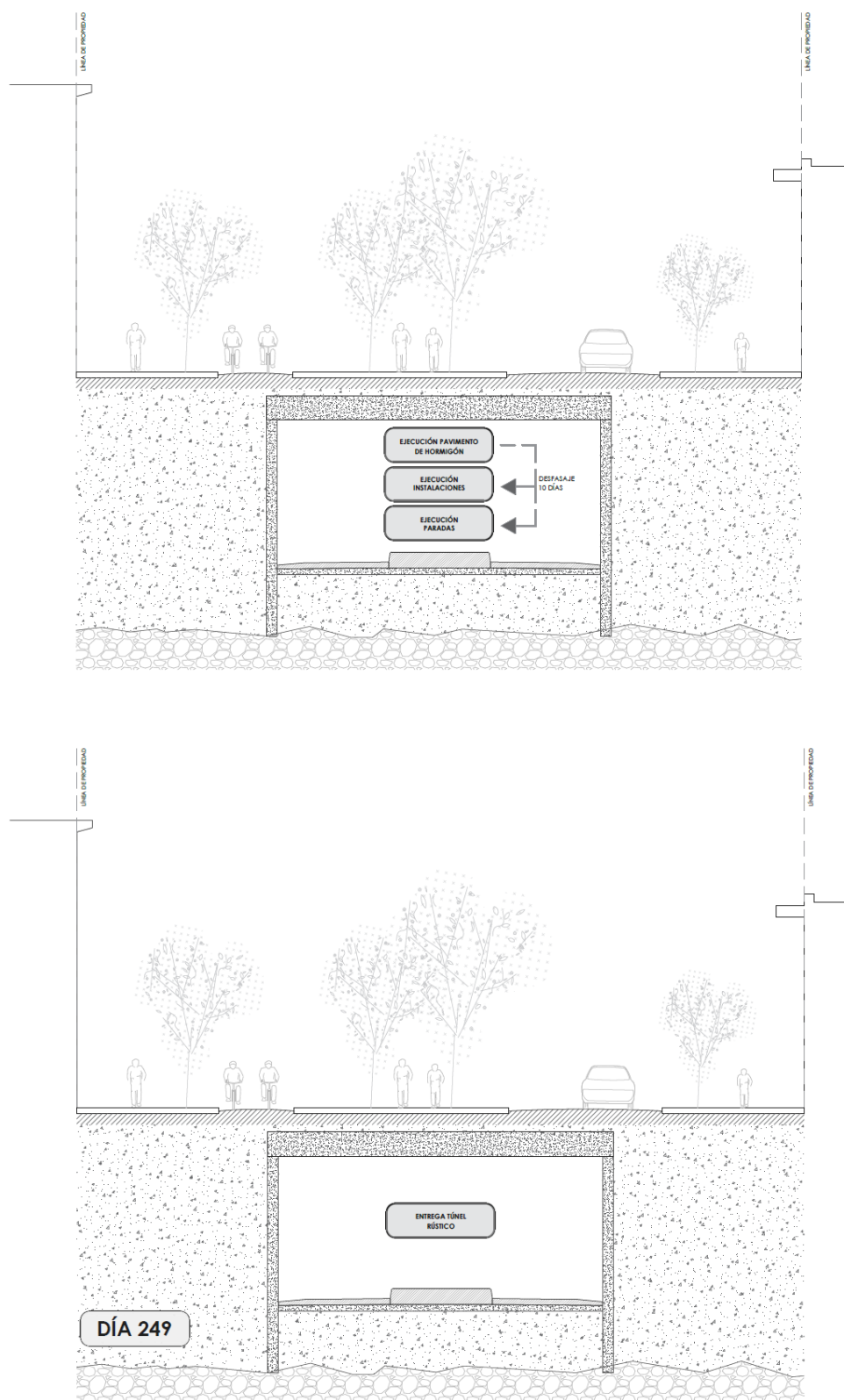














Se desglosa la información obrante en el “Capítulo 6: Planificación, costos y riesgos – 3: Cronograma preliminar de las obras – 3.3: Dependencias críticas e hitos relevantes”, en atención a que la información ha sido declarada reservada conforme a la Resolución N°21 de fecha 9 de febrero de 2026.

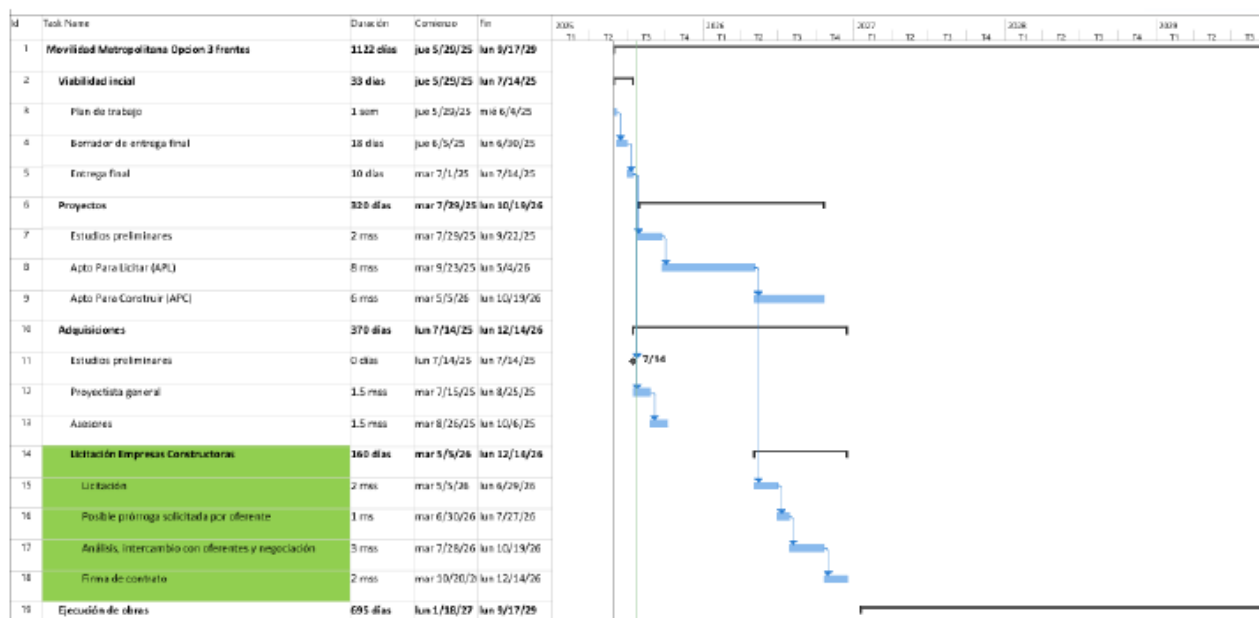
3.4. Cronograma general de proyecto - resumido

3.4.1. Plan de trabajo etapa de licitación

En el siguiente plan de trabajo se amplía el proceso del llamado a precios de las empresas constructoras, desde el lanzamiento del proceso hasta culminar en la firma del contrato.

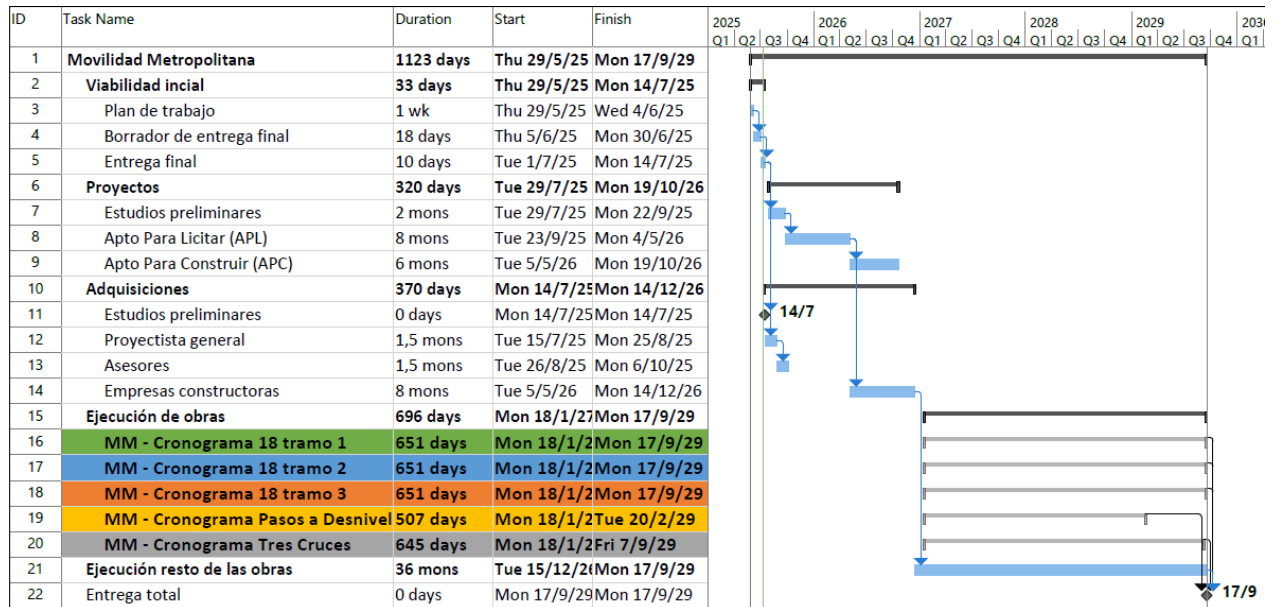
Como insumos para esta etapa serán necesarios los siguientes documentos:

- Proyecto APL de arquitectura, estructura e instalaciones
- Memoria y rubrados
- Pliegos



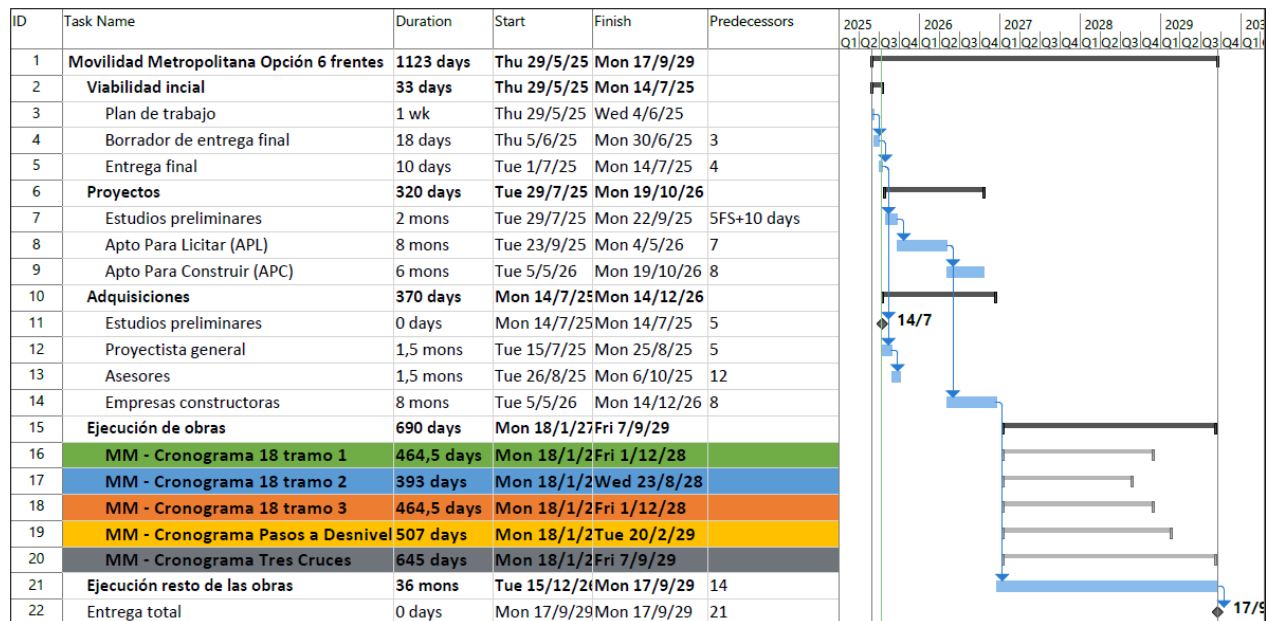
3.4.2. Cronograma general considerando 3 frentes

El siguiente resumen de cronograma es válido para todas las opciones analizadas (proyecto básico y proyecto con intervenciones opcionales).



3.4.3. Cronograma general considerando 6 frentes

El siguiente resumen de cronograma es válido para todas las opciones analizadas (proyecto básico y proyecto con intervenciones opcionales).



3.5. Análisis de incertidumbres vinculadas a plazos

Al igual que en el caso de los costos, el cronograma preliminar está sujeto a diversas fuentes de incertidumbre. Entre las más relevantes se identifican:

- Cumplimiento de fechas de adquisiciones, principalmente el equipo proyectista
- Plazos administrativos asociados a permisos, habilitaciones y aprobaciones técnicas
- Gestión de habilitaciones medioambientales



- Gestión de afectaciones patrimoniales
- Detección de obras por acciones legales de interesados afectados
- Coordinación con entes prestadores de servicios ante interferencias no previstas
- Restricciones operativas por tránsito, afectación a terceros o condiciones del entorno urbano
- Condiciones climáticas adversas, en particular durante la ejecución de excavaciones
- Capacidad de las empresas contratistas
- Disponibilidad de equipos tanto en cantidad como en prestaciones
- Disponibilidad de mano de obra especializada
- Conflictividad sindical

Estos factores serán monitoreados y reevaluados conforme se avance en la definición técnica del proyecto y en el desarrollo de la estrategia de contratación, incorporando márgenes y planes de contingencia según corresponda.

4. ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS

4.1. Identificación de riesgos principales

Como punto de partida para el análisis, se tomaron como referencia las categorías de riesgo más habituales en proyectos de construcción. Estas categorías permiten organizar los distintos factores de incertidumbre en grupos temáticos, facilitando su identificación, análisis y posterior gestión a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

FUERZA MAYOR	POLÍTICOS / SOCIALES	FINANCIEROS / ECONÓMICOS	CAUSAS FÍSICAS	RELACIONADOS CON EL DISEÑO O EL PROYECTO	RELACIONADOS CON LA ORGANIZACIÓN	RELACIONADOS CON PROVEEDORES O SUBCONTRATOS	RELACIONADOS CON LA CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lluvias extremas ▪ Inundaciones ▪ Vientos – Huracanes ▪ Fuego ▪ Desmoronamientos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios de leyes y reglamentos ▪ Huelgas (SUNCA) ▪ Permisos y autorizaciones ▪ Normas ambientales ▪ Expropiación ▪ Embargos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inflación ▪ Disponibilidad de fondos ▪ Fluctuación de la tasa de cambio ▪ Ajustes paramétricos ▪ Suspensión de pagos ▪ Quiebra 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en la estructura ▪ Daños en el equipamiento ▪ Accidentes laborales ▪ Incendio de materiales o equipos ▪ Robo ▪ Soluciones alternativas con equipamiento disponible 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición incompleta del alcance ▪ Diseño defectuoso ▪ Errores y omisiones ▪ Especificaciones inadecuadas ▪ Estudio deficiente de las condiciones del terreno ▪ Cambios en definiciones a lo largo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordaje erróneo de los objetivos ▪ Atrasos en documentación o permisos ▪ Definición de suministros y compras ▪ Deficiencias de coordinación ▪ Cambios organizacionales ▪ Problemas de productividad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de materiales alternativos ▪ Falta de muestras ▪ Atrasos en entrega ▪ Proveedores sin antecedentes comprobables ▪ Capacidad técnica limitada ▪ Personal conflictivo ▪ Documentación legal incompleta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajos adicionales o alternativos ▪ Cambios de diseño en obra ▪ Incongruencias entre planos y realidad ▪ Cambios en la programación ▪ Control de calidad deficiente ▪ Retrabajos por mala ejecución

A partir del análisis de las categorías antes mencionadas y de la experiencia acumulada en proyectos de similar naturaleza, se identifican los siguientes riesgos relevantes:

- Información de base incompleta o desactualizada, especialmente en lo que refiere a servicios públicos existentes.
- Interferencias no previstas durante la obra, que requieran desvíos, reposiciones o rediseños no contemplados.
- Inundaciones o ingreso de agua durante la excavación, producto de lluvias intensas o napas freáticas elevadas.
- Proximidad de fundaciones existentes, que podría requerir monitoreo estructural o soluciones especiales de contención.



- Cortes y desvíos de tránsito con alto impacto en la movilidad urbana y resistencia social a la obra.
- Demoras en tramitaciones administrativas, como habilitaciones o permisos de intervención.
- Variaciones en los precios de insumos y servicios, dada la extensión temporal del proyecto.
- Variabilidad en el tipo de cambio a lo largo de la ejecución de las obras.
- Riesgos asociados a la simultaneidad de frentes de obra

4.2. Estrategias de mitigación propuestas

A continuación, se detallan algunas de las principales estrategias de mitigación consideradas en esta etapa:

- Coordinación anticipada con entes prestadores de servicios, para asegurar la disponibilidad de información completa y actualizada.
- Diseño de soluciones constructivas flexibles, que permitan adaptarse a hallazgos imprevistos durante la obra.
- Prevención ante eventos climáticos, mediante planificación estacional, sistemas de bombeo y diseño de protecciones temporales.
- Estudios de entorno y campañas de monitoreo estructural en áreas con edificaciones colindantes.
- Planificación de desvíos y gestión de tránsito en coordinación con la Intendencia, asegurando una comunicación clara con la ciudadanía.
- Gestión temprana de permisos y preparación de cronogramas con márgenes adecuados para trámites administrativos.
- Actualización de precios de referencia y consideración de contingencias en las estimaciones.
- Seguros
- Segmentación contractual y escalonamiento de licitaciones
- Supervisión y coordinación centralizadas

4.3. Matriz de riesgos

Cada riesgo identificado en los capítulos previos será evaluado de forma cualitativa en base a su probabilidad de ocurrencia y su impacto potencial en el proyecto. Esta evaluación

n preliminar permitirá jerarquizar los riesgos y priorizar aquellos que requieren un seguimiento más estricto o acciones inmediatas.

A efectos de consolidar el análisis, se presentará una matriz de riesgos que resuma los factores identificados, su clasificación cualitativa y las medidas propuestas:

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Clasificación	Estrategia de mitigación
Interferencias con servicios no detectados	Alta	Alta	Crítico	A nivel de costos se considera que se rehace todo de nuevo
Inundaciones por lluvias o napa freáticas	Media	Alta	Crítico	Bombeo, protección de excavaciones
Afectaciones patrimoniales en el trazado de la obra	Media	Alta	Crítico	Relevamiento y coordinación temprana con autoridades patrimoniales;



Acciones legales por parte de interesados afectados	Baja	Alta	Moderado	Gestión anticipada con actores clave; validación institucional; comunicación proactiva
Conflictividad sindical	Media	Alta	Crítico	Seguimiento sindical; cronogramas realistas; márgenes de contingencia en plazo y costos
Excavaciones cerca de estructuras existentes	Media	Media	Moderado	Monitoreo estructural, solución técnica adecuada
Corte y gestión de tránsito urbano	Alta	Media	Alto	Coordinación con autoridades, plan de desvíos
Retrasos por permisos o aprobaciones	Media	Alta	Crítico	Coordinación con autoridades, plan de desvíos
Variabilidad en precios de materiales	Media	Media	Moderado	Estimaciones con contingencia
Limitada capacidad del mercado local	Media	Alta	Crítico	Restricción por VECA; licitaciones escalonadas; participación internacional opcional
Riesgo de superposición de frentes y desvíos de plazos	Media	Media	Moderado	Secuencia constructiva clara; coordinación entre contratistas

5. ESTRATEGIA DE CONTRATACIONES

La estrategia de contratación propuesta busca asegurar una implementación eficiente del proyecto, considerando su escala, complejidad técnica, condiciones urbanas y la necesidad de coordinación con múltiples actores. A continuación, se presentan las posibles estrategias de contratación, las tipologías contractuales evaluadas para la ejecución de las obras, los modelos de segmentación por tramos, la capacidad del mercado local y una recomendación preliminar basada en criterios técnicos, operativos y de gestión de riesgos.

5.1. Desarrollo de proyecto

Dado el objetivo planteado por el cliente de contar con las obras ejecutadas hacia fines de 2029, se propone como estrategia inicial la licitación y contratación de un equipo de proyecto que incluya asesores técnicos dentro del mismo contrato. Este contrato debería ser adjudicado a la mayor brevedad posible para iniciar el proceso en forma inmediata y asegurar el inicio de las obras en enero 2027.

Como hitos clave, se plantea la entrega del Proyecto Apto para Licitación (APL) durante el segundo trimestre de 2026 y el Proyecto Apto para Construir (APC) para el cuarto trimestre del mismo año.

5.2. Tipologías contractuales evaluadas para la ejecución de la obra.

Se analizaron dos esquemas principales:

- Contrato llave en mano (con proyecto Apto para Construir desarrollado previamente): Esta alternativa permite licitar la obra con un proyecto ejecutivo ya desarrollado por el equipo proyectista y sus asesores. Facilita el control técnico por parte del cliente, reduce incertidumbres y permite establecer plazos contractuales realistas.
- Contrato tipo EPC (Engineering, Procurement and Construction): Bajo esta modalidad, el contratista desarrolla el proyecto ejecutivo y ejecuta la obra. Si bien puede reducir interfaces contractuales, introduce riesgos significativos en los plazos, especialmente considerando que el diseño sería elaborado dentro del mismo contrato. Esta opción podría comprometer el



cumplimiento del plazo global establecido (tercer trimestre de 2029), por lo cual se considera menos conveniente.

5.3. Modelos de segmentación del proyecto

En función de la distribución geográfica de las intervenciones y su diversidad técnica, se propone estructurar el proyecto mediante paquetes de obras independientes, organizados por tramos o zonas y tipos.

Entre las alternativas consideradas:

- En primer lugar, dividir en paquetes las obras viales puras en superficie de las obras que incluyen obras subterráneas. Esto se recomienda por la experiencia y capacidades diferentes que tienen las obras y las empresas capacitadas para su ejecución.
- A continuación, recomendamos que en los tramos que incluyen obras enterradas, incluir el 100% de las tareas del tramo en su alcance por aspectos de limitación de responsabilidades.
- Para las obras que incluyen obras enterradas, analizamos:
- ✓ Segmentación por tramos geográficos: Se propone dividir las intervenciones en paquetes separados, por ejemplo:
 - Avenida 18 de Julio dividida en tres tramos independientes
 - Tres Cruces como unidad separada
 - Intervenciones restantes sobre 8 de Octubre y Av. Italia como frentes autónomos

Esta segmentación permitiría lanzar licitaciones en paralelo, diversificar la contratación y permitir ejecución simultánea.

- ✓ Contrato único integral: Si bien simplifica la gestión contractual, limitaría la participación del mercado local y concentraría el riesgo en un solo contratista. El riesgo mayor de esta opción se basa en que ante la eventualidad de una dificultad con esa empresa contratista, la totalidad de la obra se forzaría a detenerse. Por estos motivos, se descarta como opción preferente.
- ✓ Segmentación geográfica con un único contratista para la totalidad de la obra por 18 de julio. Al igual que en análisis desarrollado en el párrafo anterior, se asume un riesgo grande ante una dificultad con la empresa. Si se divide en 3 frentes, si una empresa rescinde el contrato, las otras 2 pueden absorber las obras restantes y minimizar el impacto en plazo de esa dificultad. Por lo tanto, también descartamos esta opción en nuestro análisis.

La segmentación por tramos ofrece mayor flexibilidad y se alinea mejor con la planificación constructiva, así como con la capacidad del mercado local.

5.4. Capacidad de empresas constructoras en plaza

El análisis de la capacidad del mercado local indica que, si bien existen empresas con experiencia en obras viales, subterráneas y urbanas, la dimensión total del proyecto excede la capacidad operativa de una sola firma.

En base a las VECA (valor estimado de contratación anual emitido por el MTOP) recabadas de las 10 principales empresas del país, se estima una capacidad promedio de USD 100 millones por empresa por año. Esta información es clave para definir una estrategia de contratación realista, en especial para anticipar cuellos de botella y coordinar múltiples frentes de obra en paralelo.



5.5. Ventajas y desventajas por alternativa

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Llave en mano (con proyecto previo)	Mayor control técnico Menor riesgo en plazos Mayor certidumbre para licitaciones	Requiere finalizar el proyecto ejecutivo con antelación
Contrato tipo EPC (diseño y construcción)	Menor cantidad de contratos Responsabilidad centralizada	Mayores riesgos de plazos Menor control sobre el diseño
Segmentación por tramos	Fomenta competencia Permite ejecución simultánea	Mayor complejidad de coordinación entre contratistas
Segmentación por tramos con un único contratista en 18 de Julio	Fomenta competencia Permite ejecución simultánea	Riesgo concentrado, mayor probabilidad de detención total de la obra
Contrato único integral	Simplicidad contractual Menor gestión administrativa	Escasa competencia Riesgo concentrado, mayor probabilidad de detención total de la obra

Se desglosa la información obrante en el “Capítulo 6: Planificación, costos y riesgos – 5: Estrategia de contrataciones - 5.6: Recomendación de estrategia contractual”, en atención a que la información ha sido declarada confidencial conforme a la Resolución N°21 de fecha 9 de febrero de 2026.





6. ANEXOS

- Cronogramas ampliados

Se desglosa la información obrante en el “Capítulo 6: Planificación, costos y riesgos – 6: Anexos – Estimados de inversión”, en atención a que la información ha sido declarada confidencial conforme a la Resolución N°21 de fecha 9 de febrero de 2026.



Uruguay **(+598) 2711 7048**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

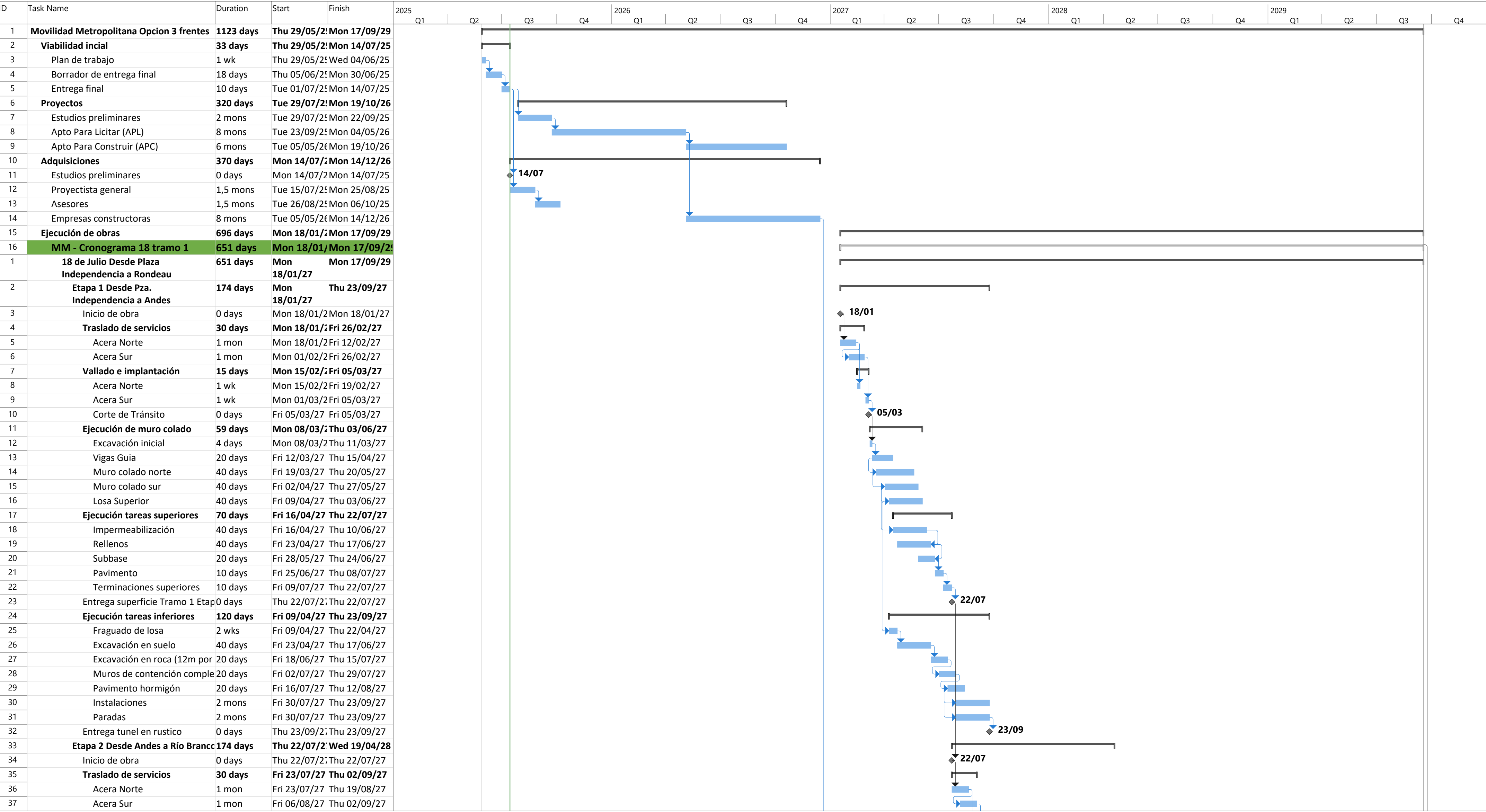
Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**



PLANES DE TRABAJO CRONOGRAMAS AMPLIADOS

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

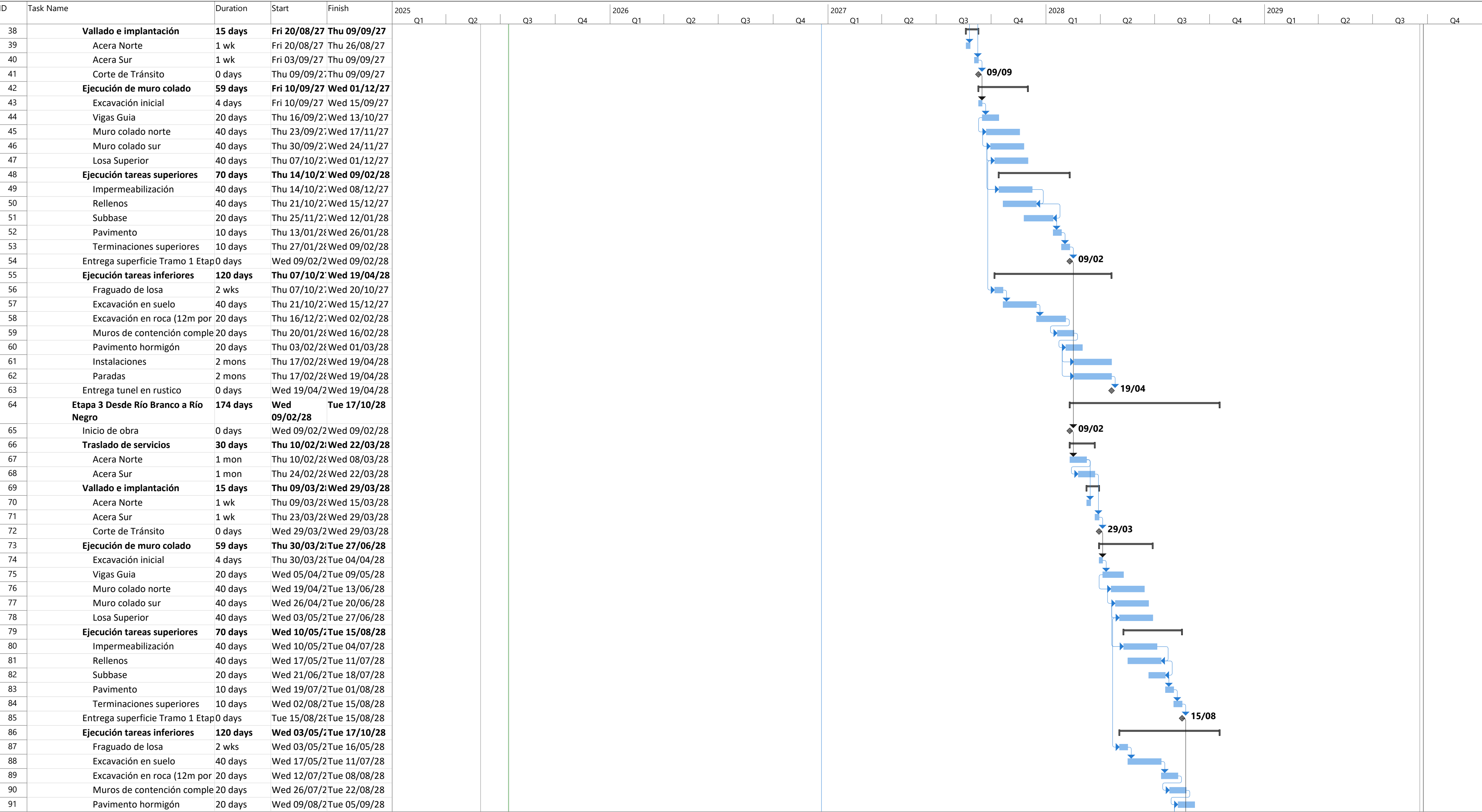
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

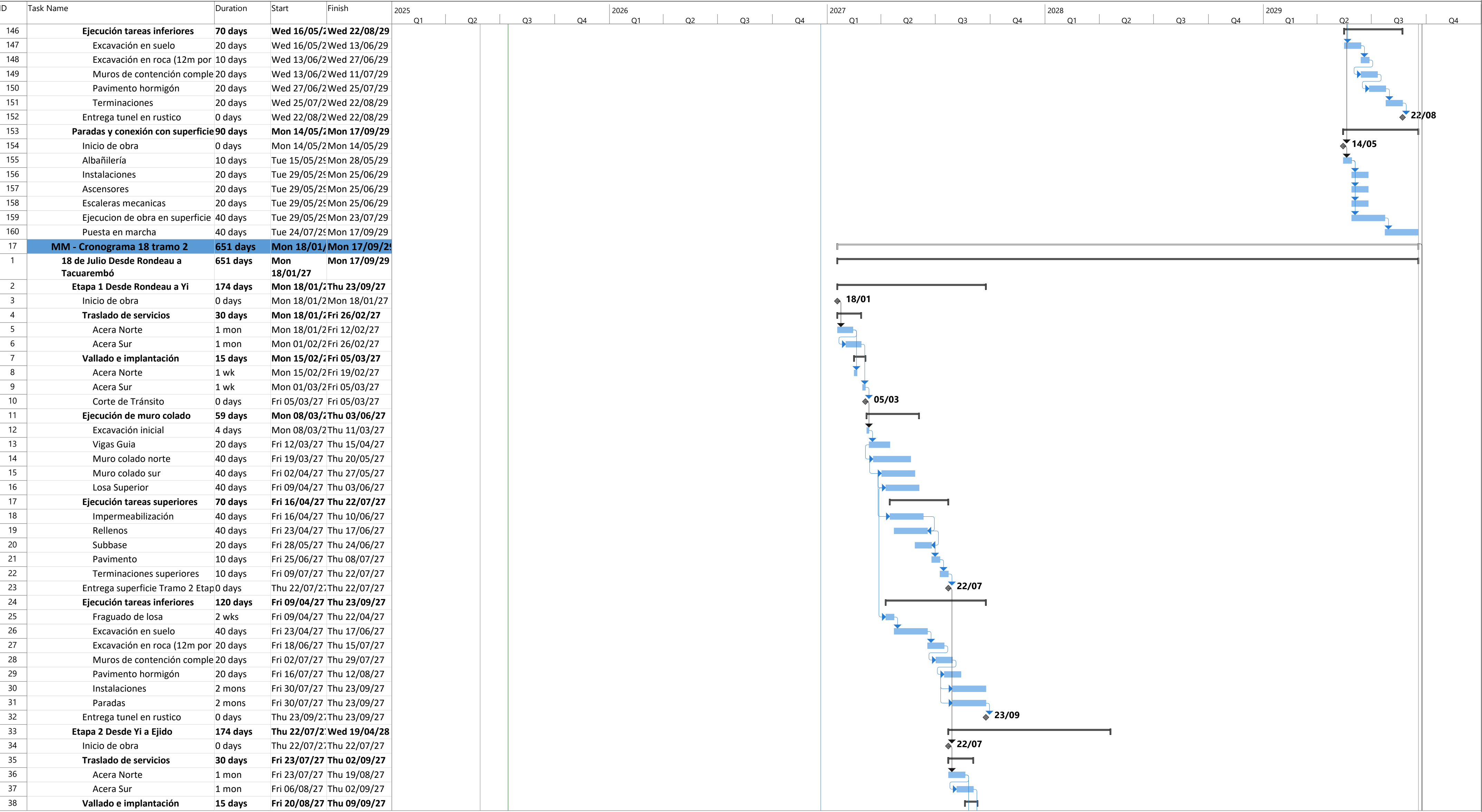
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

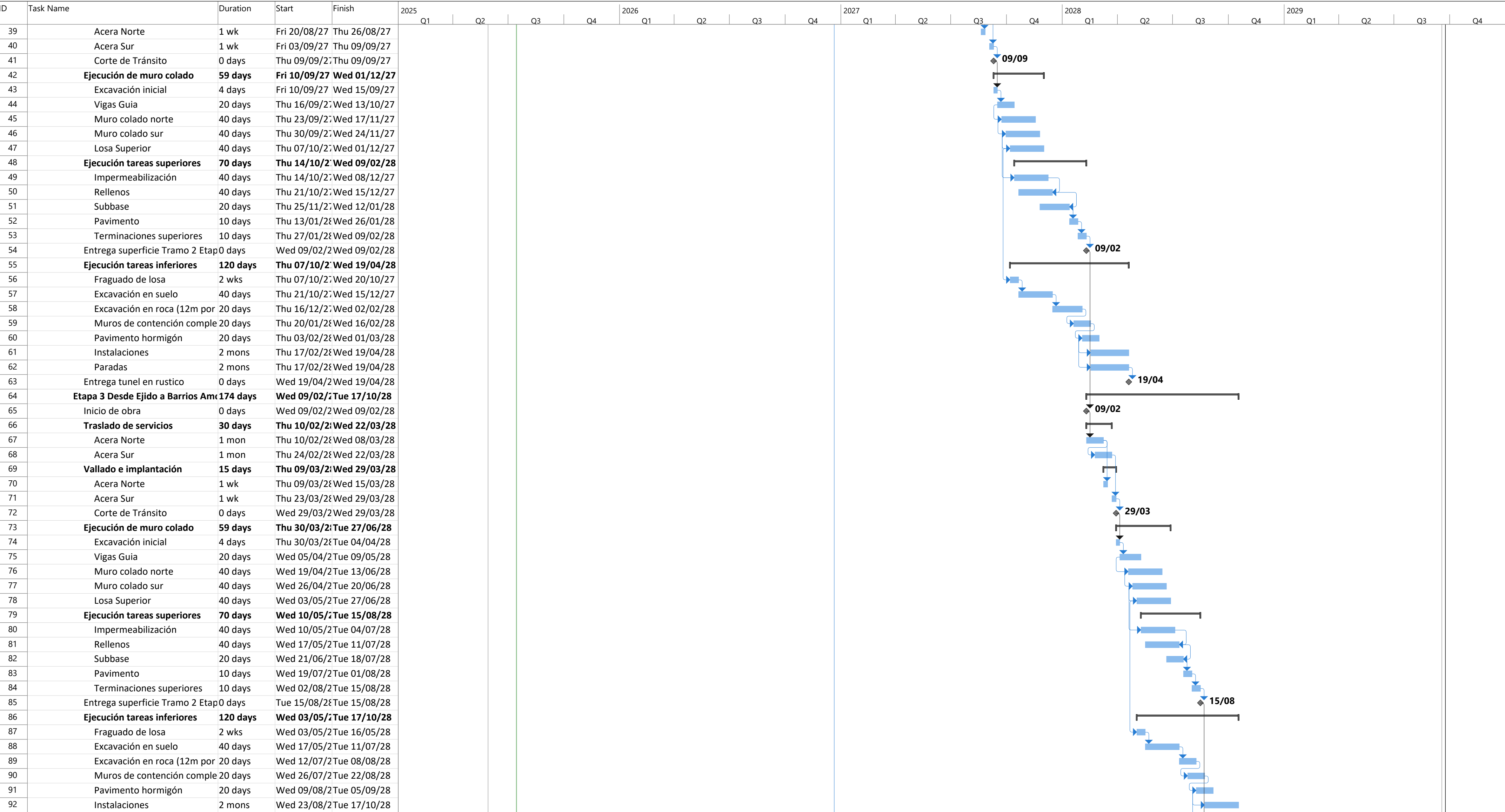


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

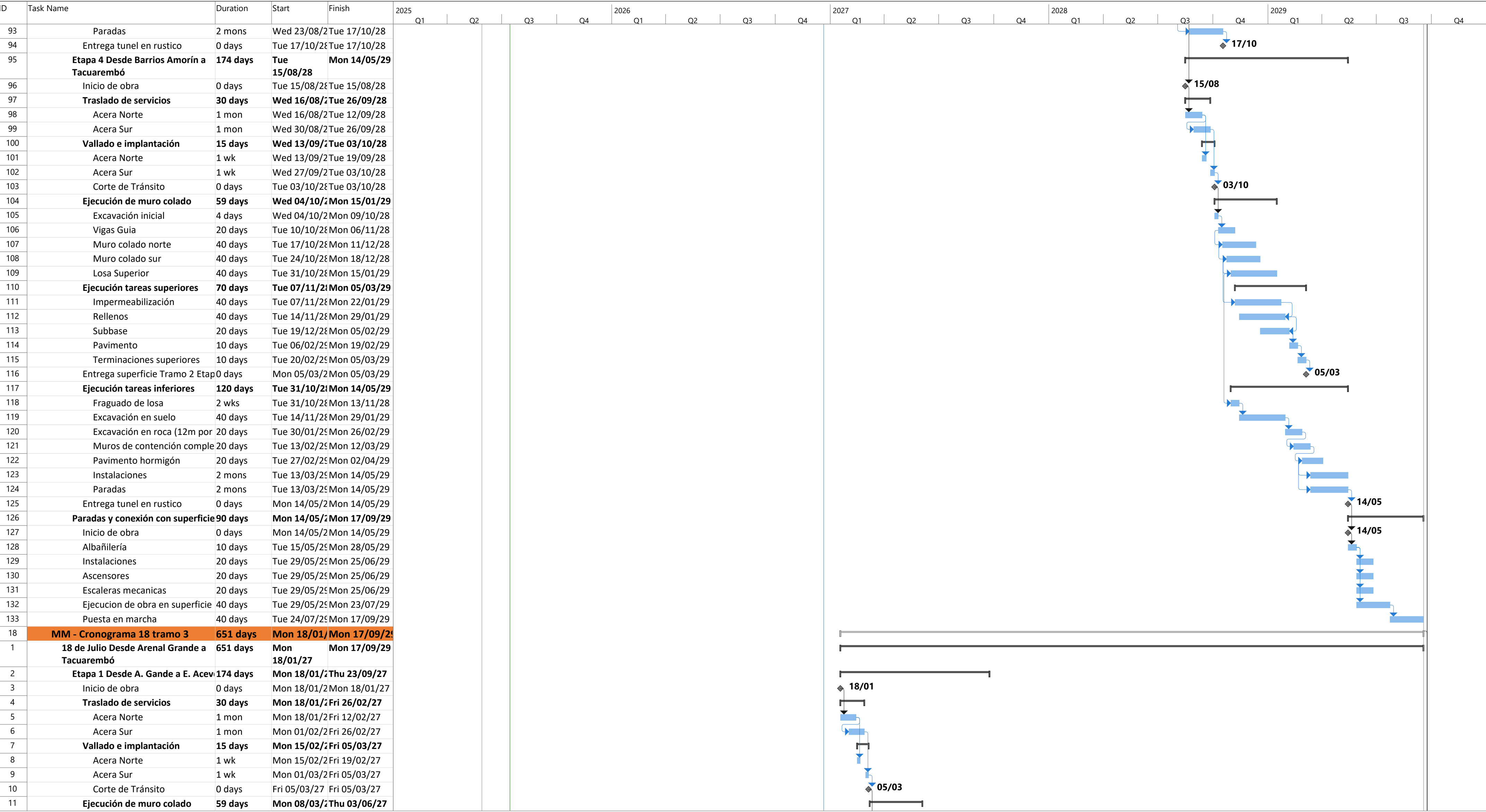
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

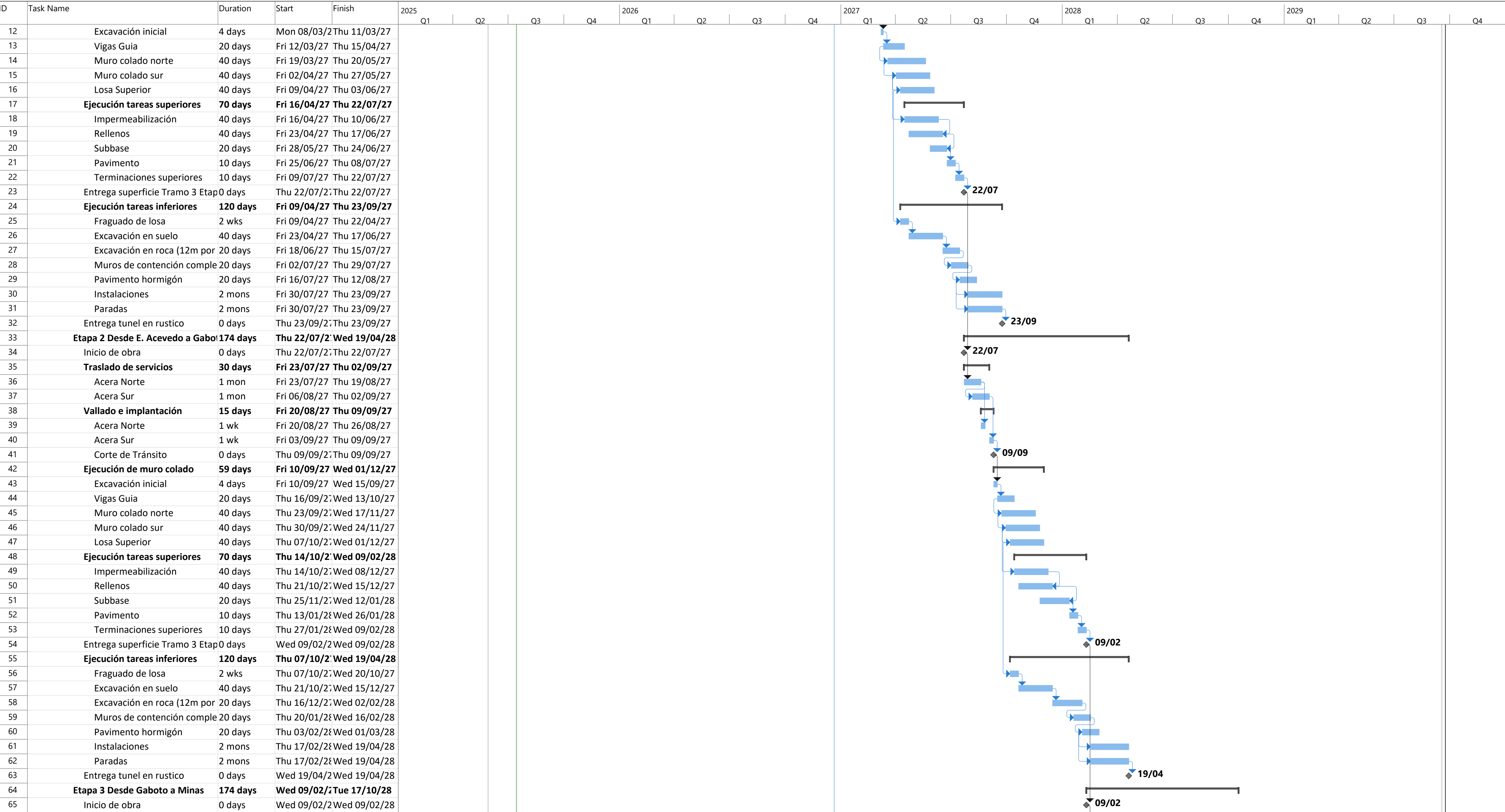
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

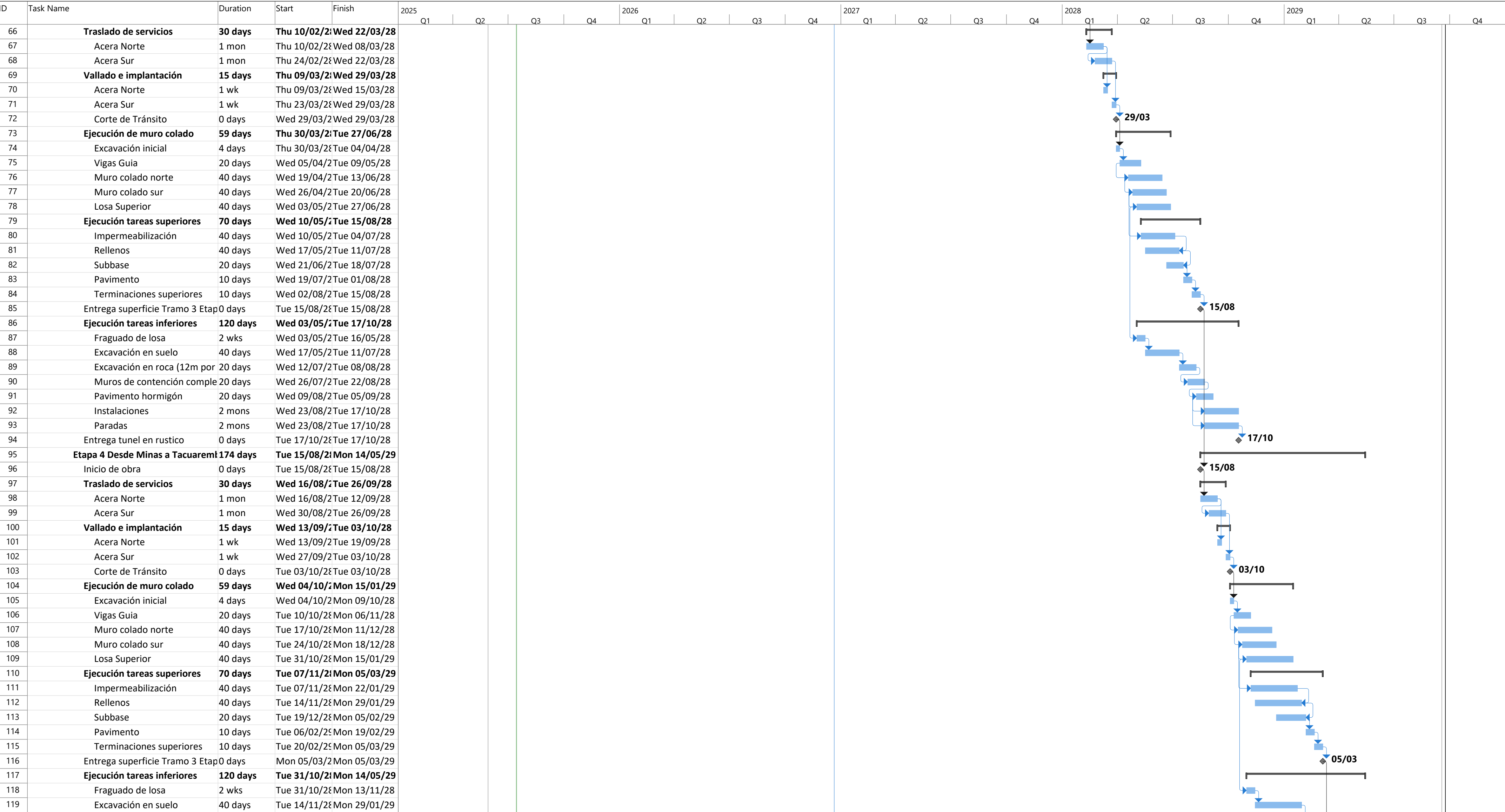
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

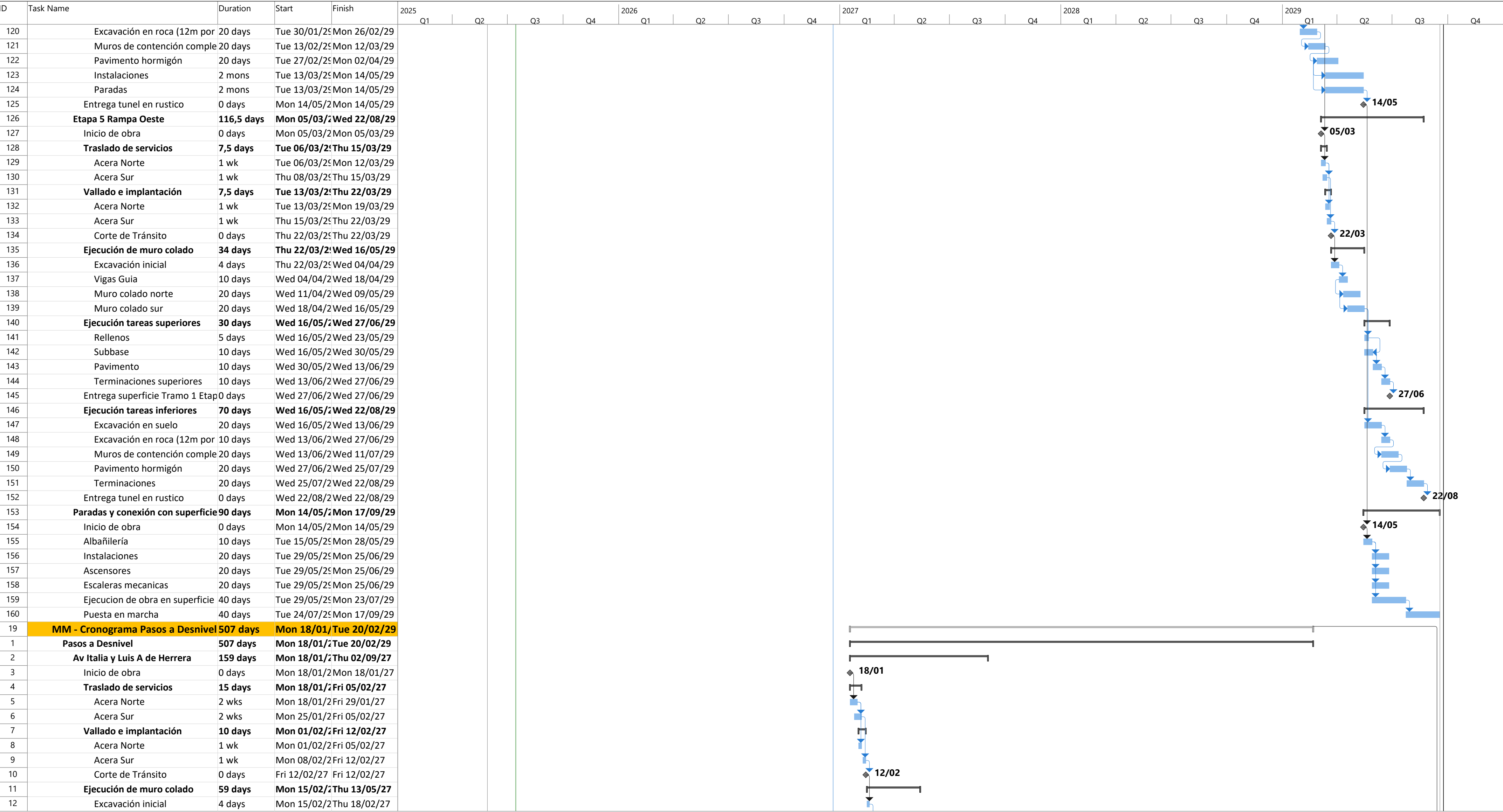
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

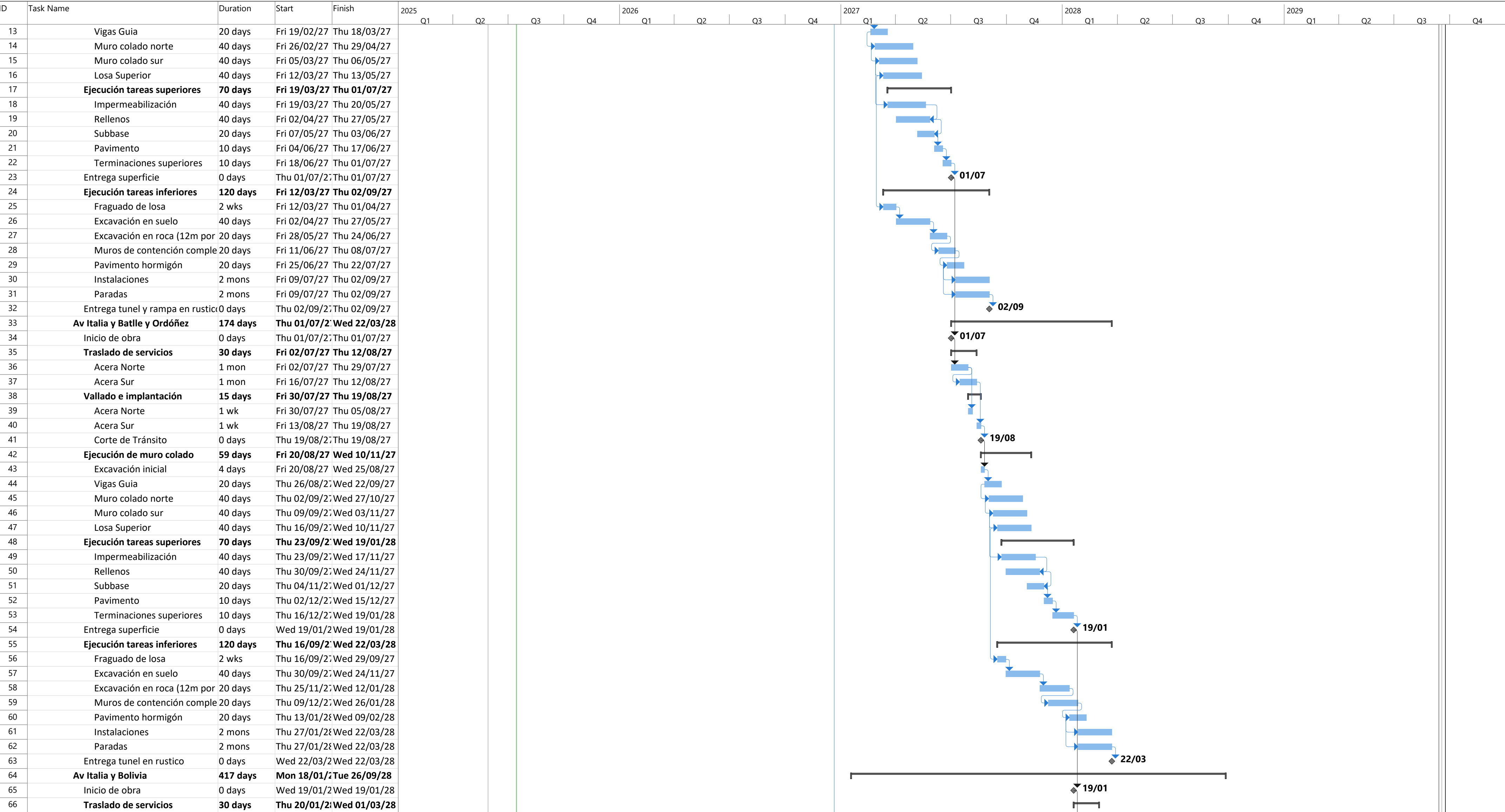
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

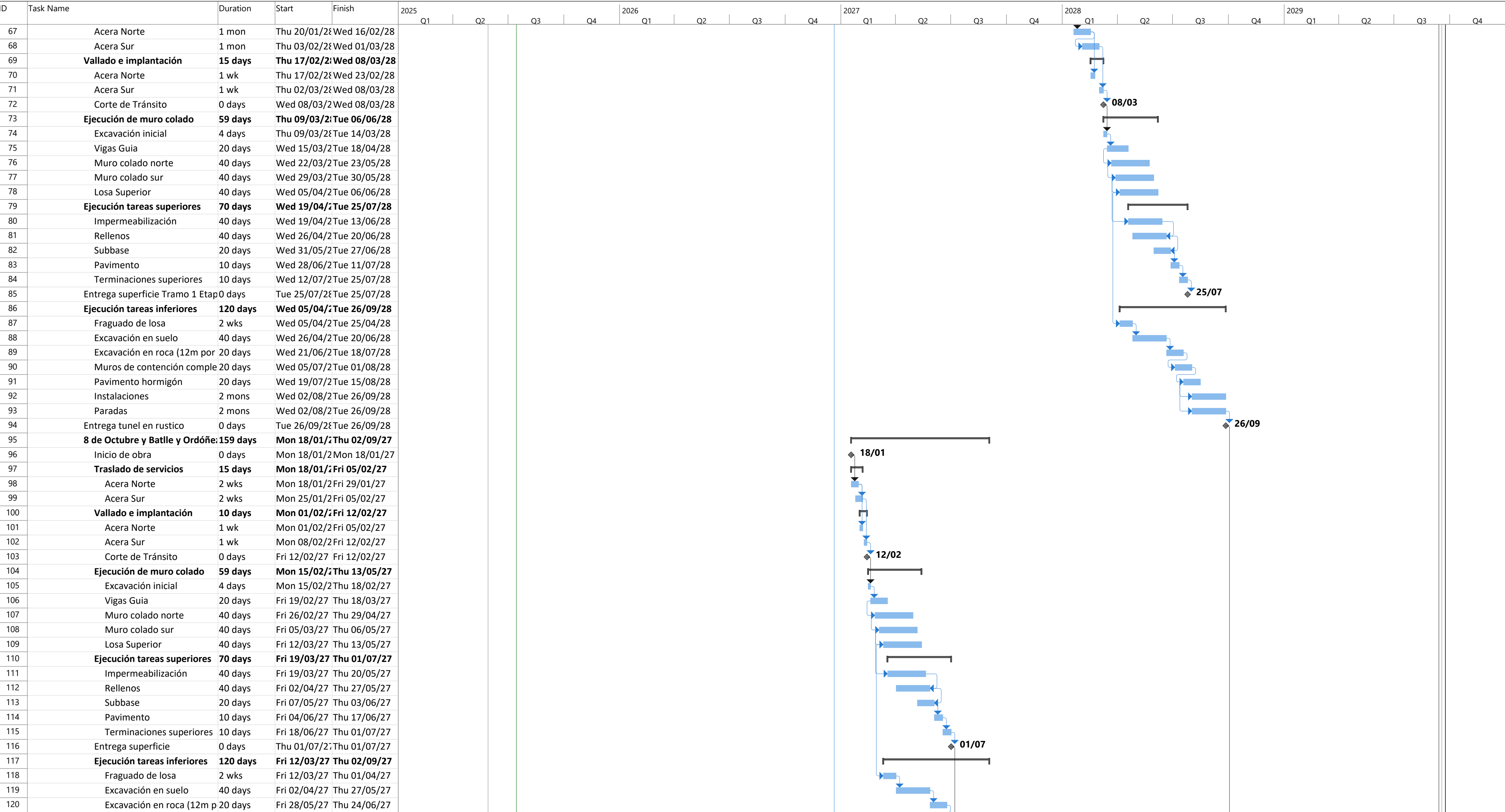


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

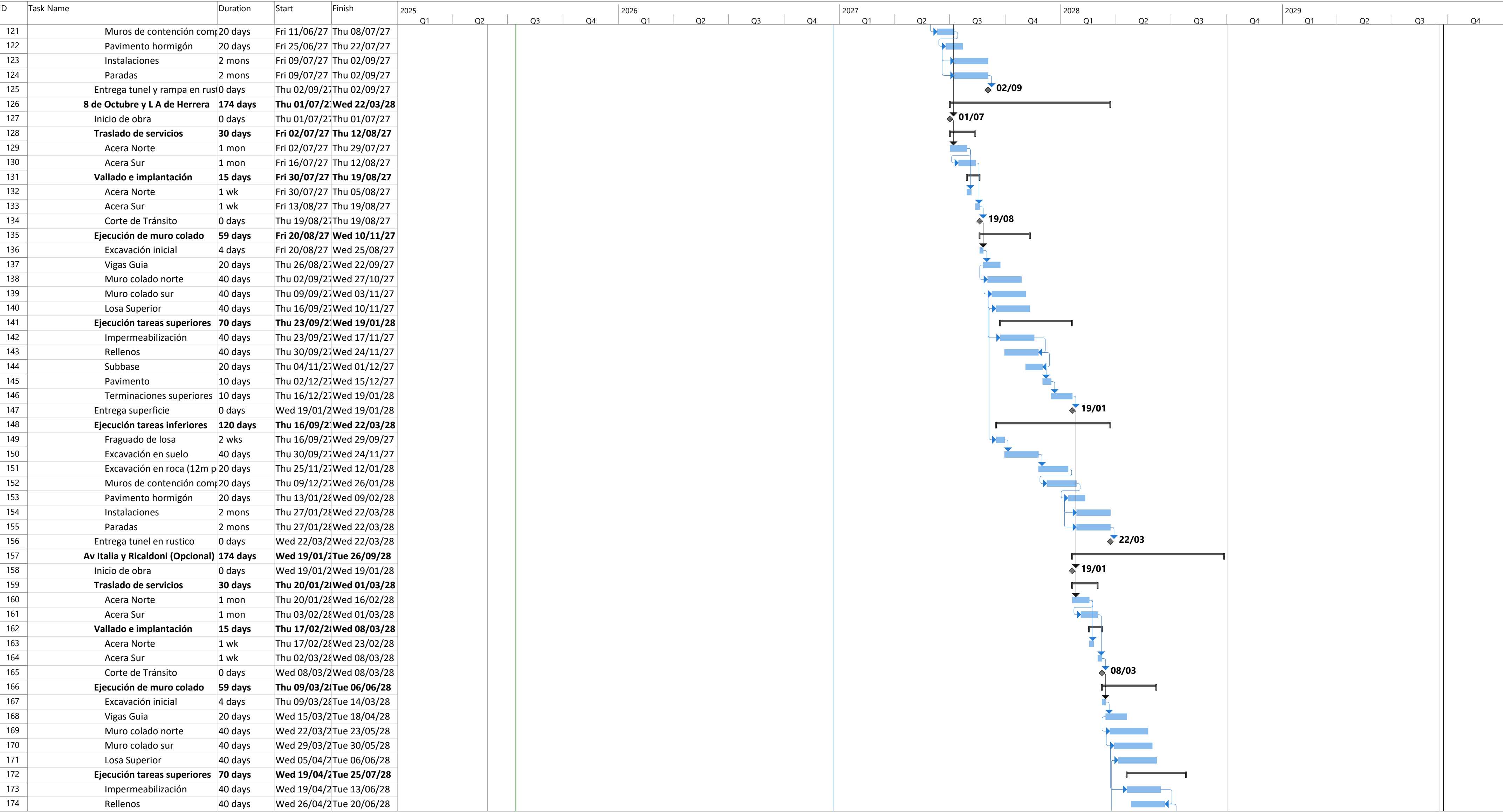
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

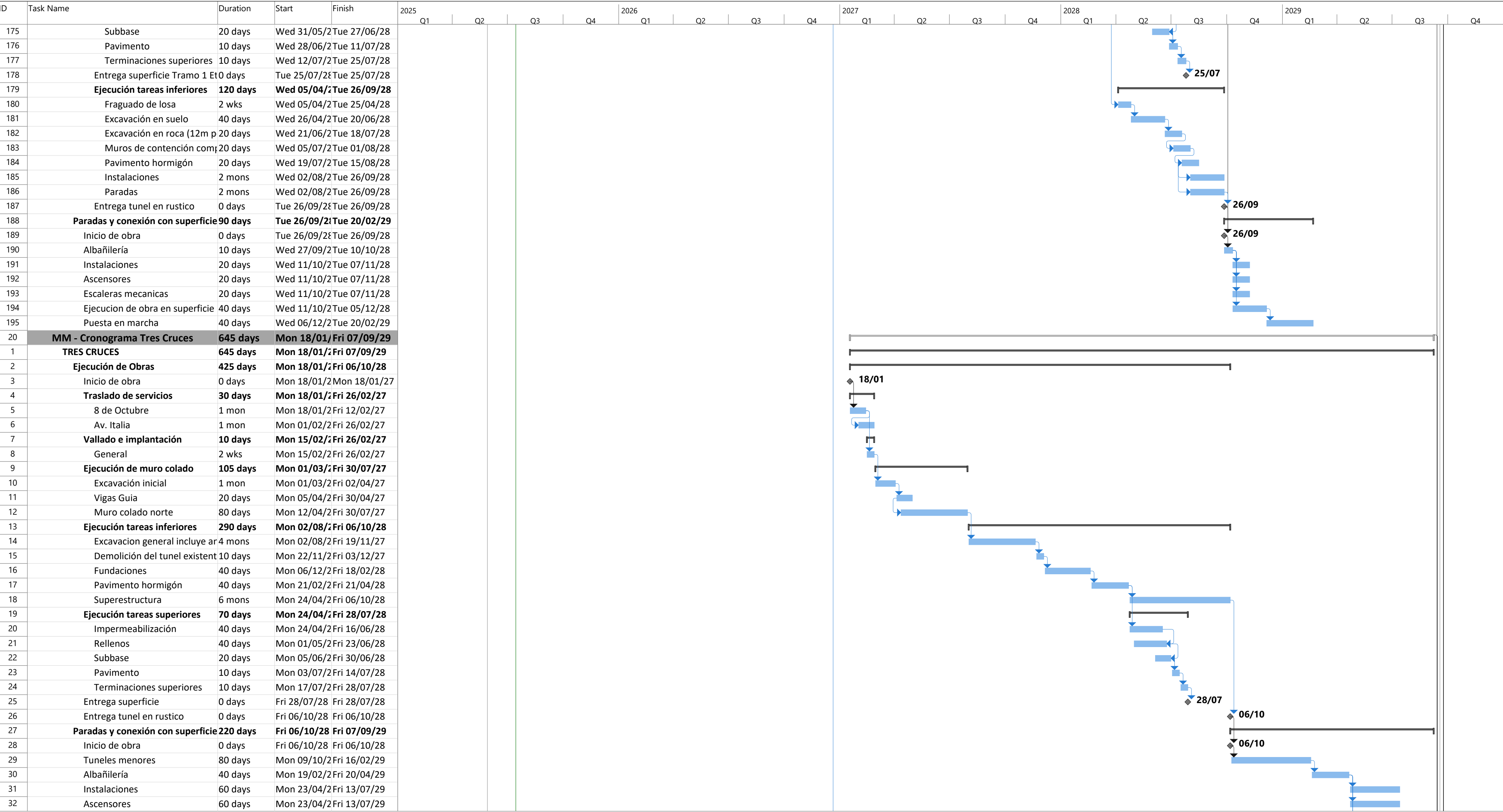
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

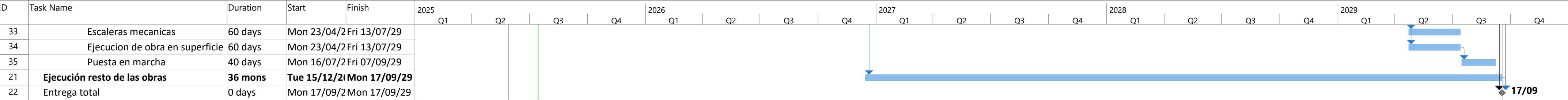
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 2: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

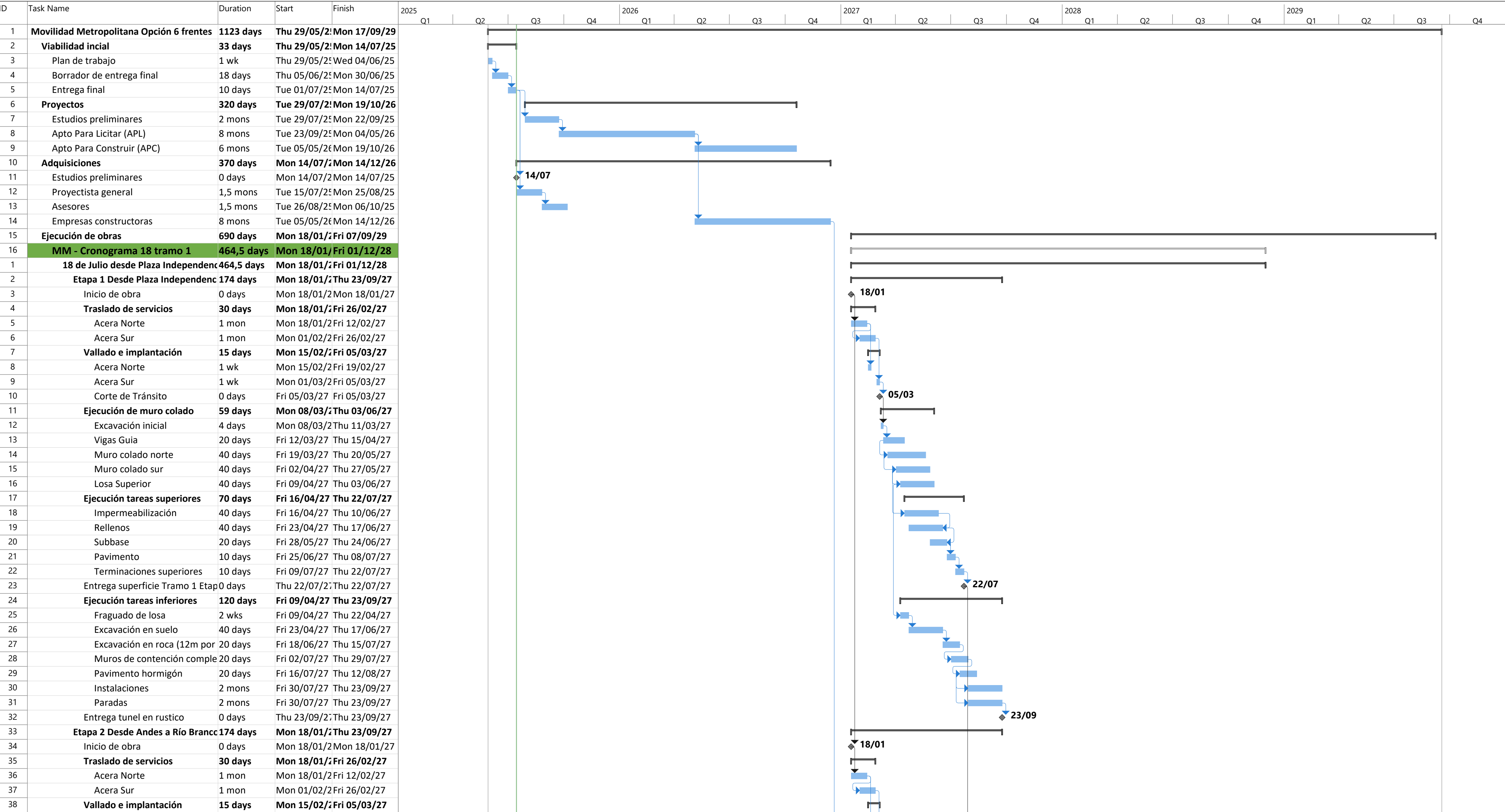


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

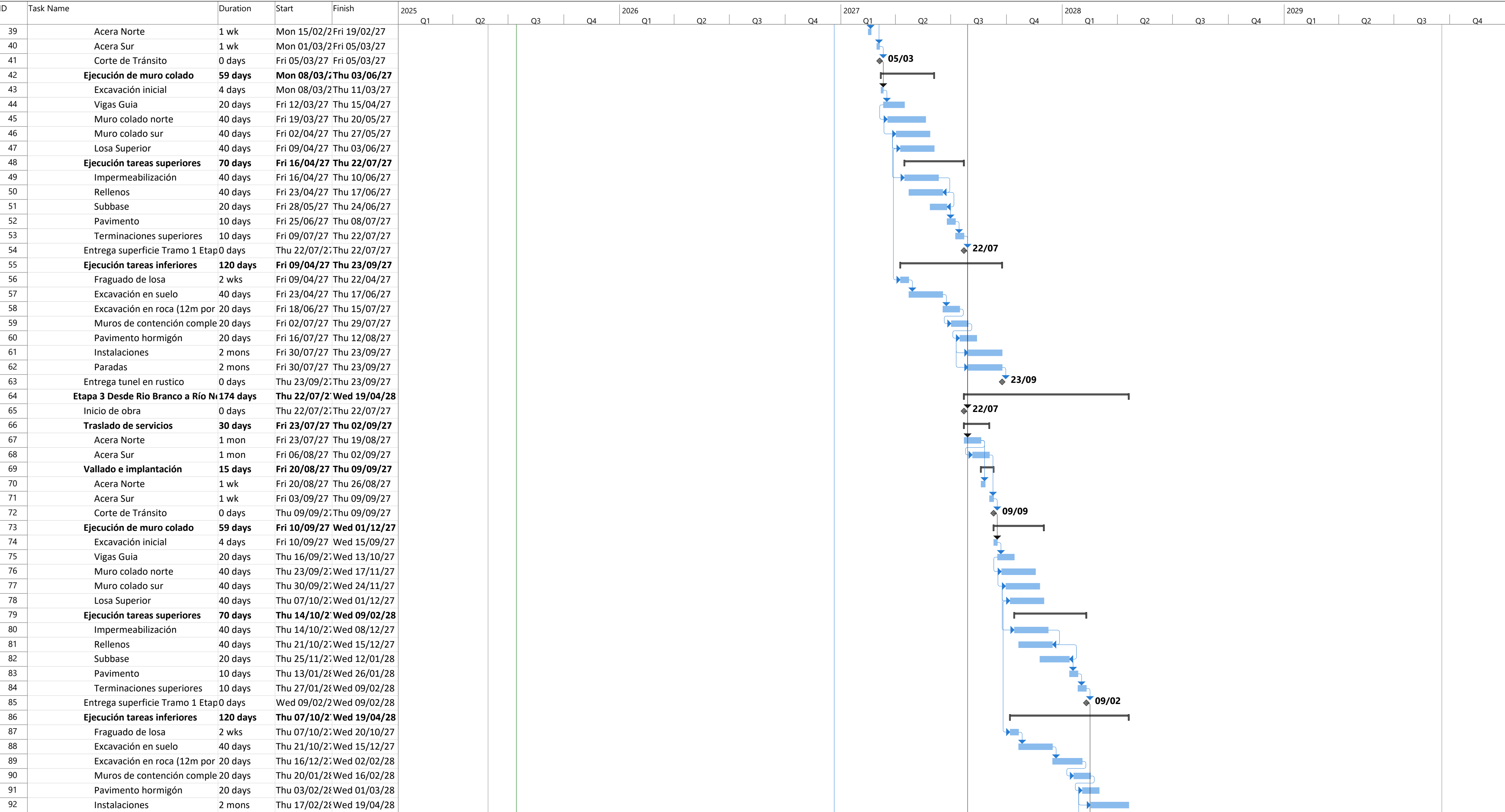
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

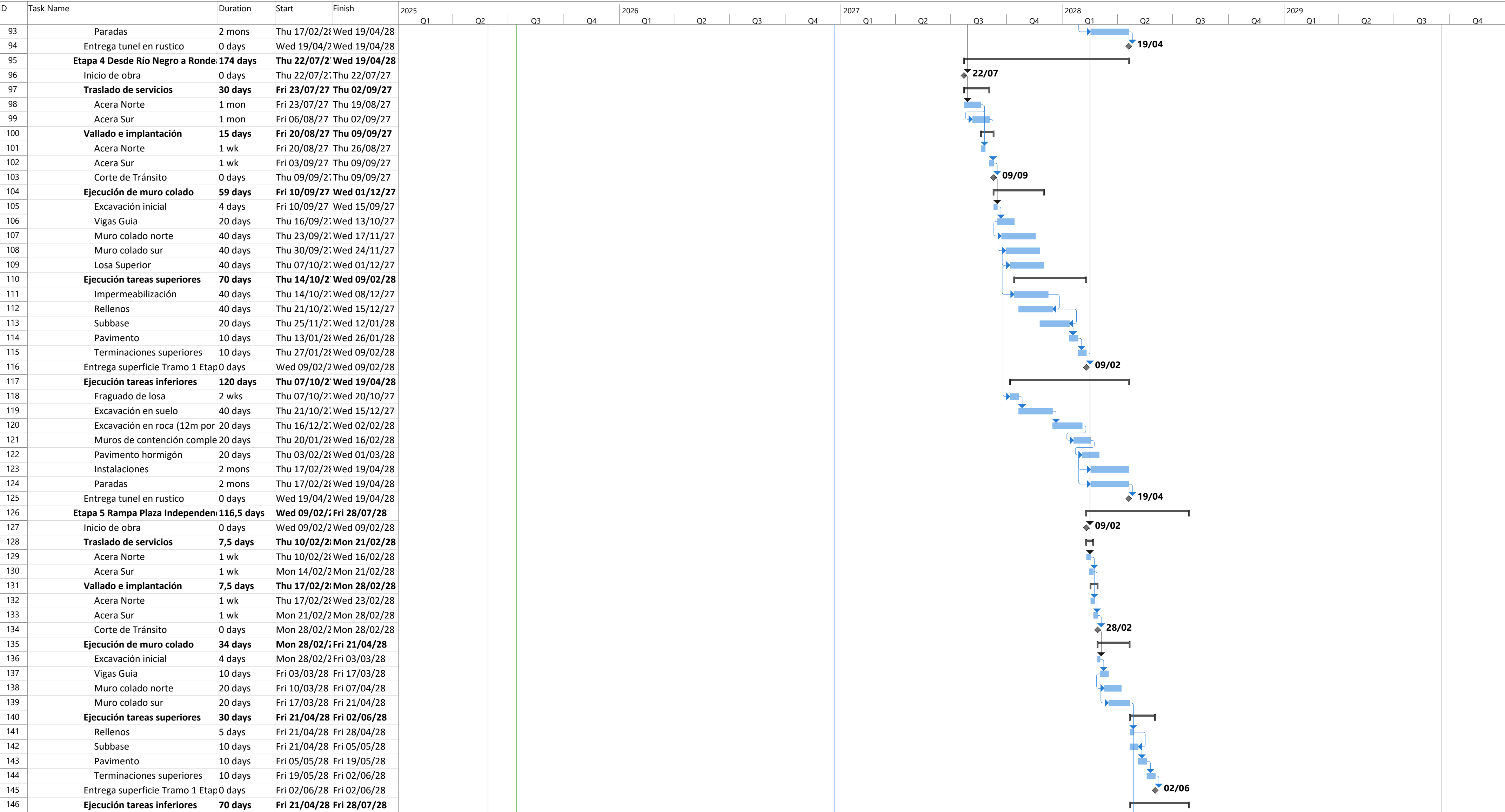
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

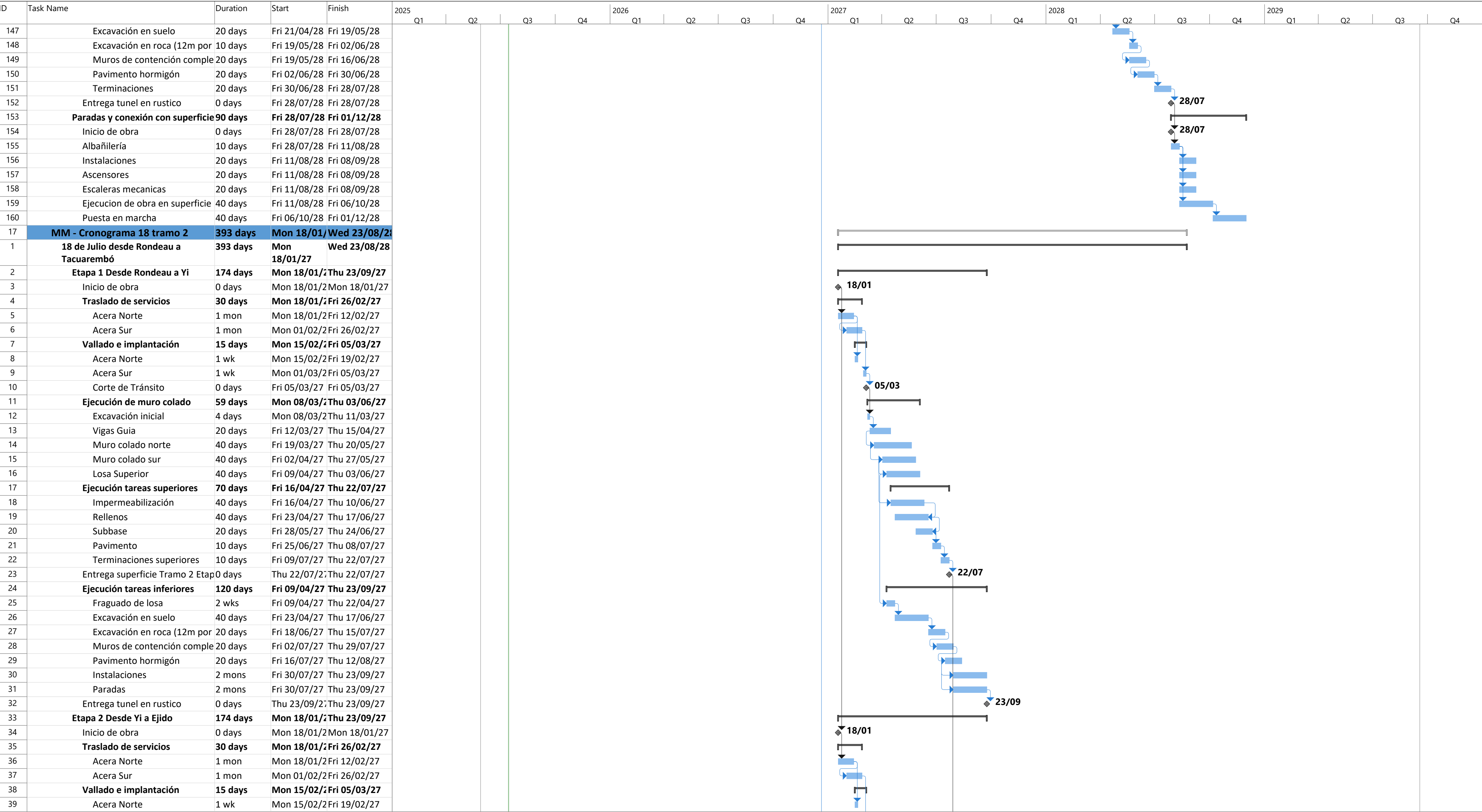
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

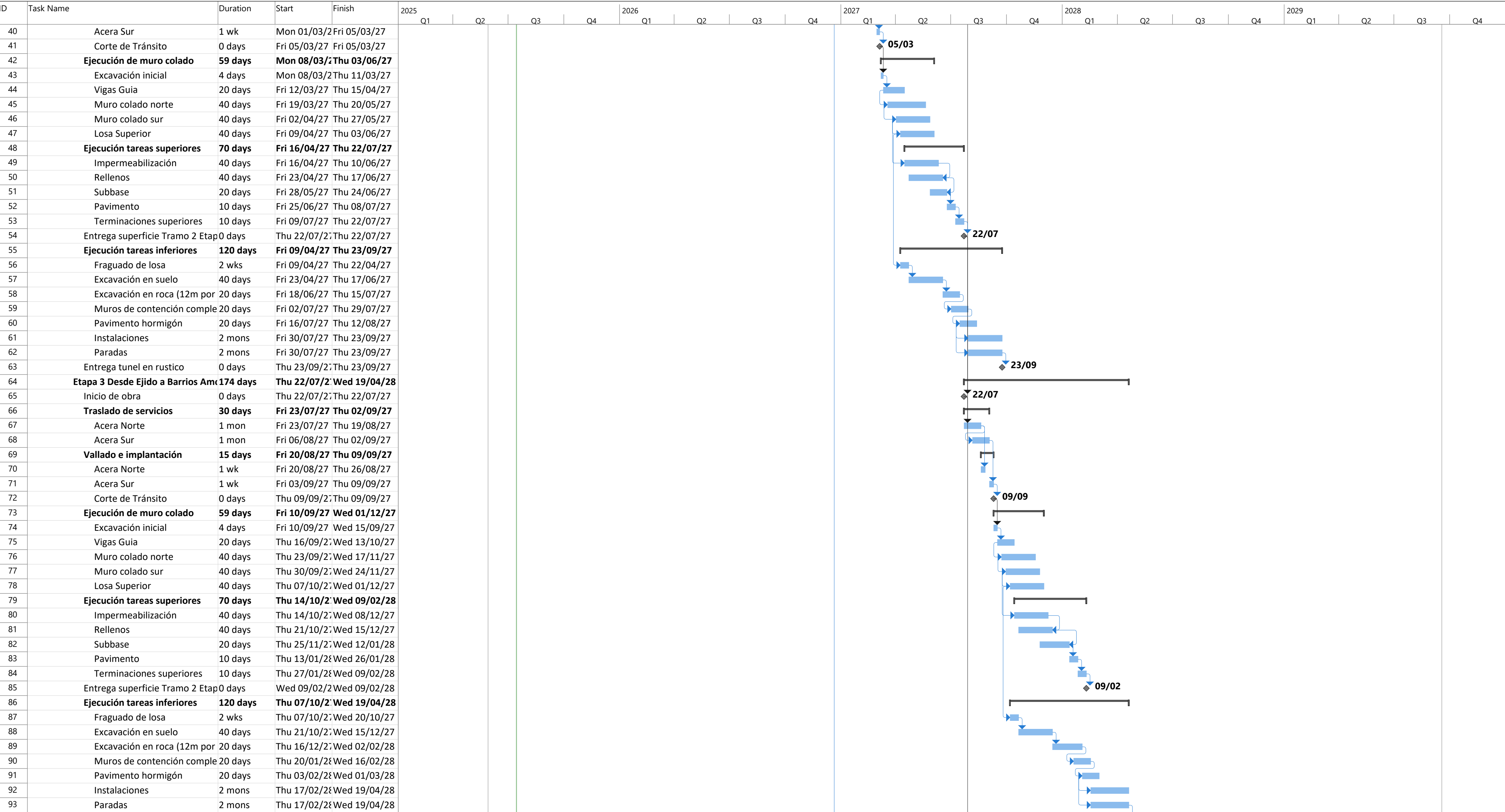
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

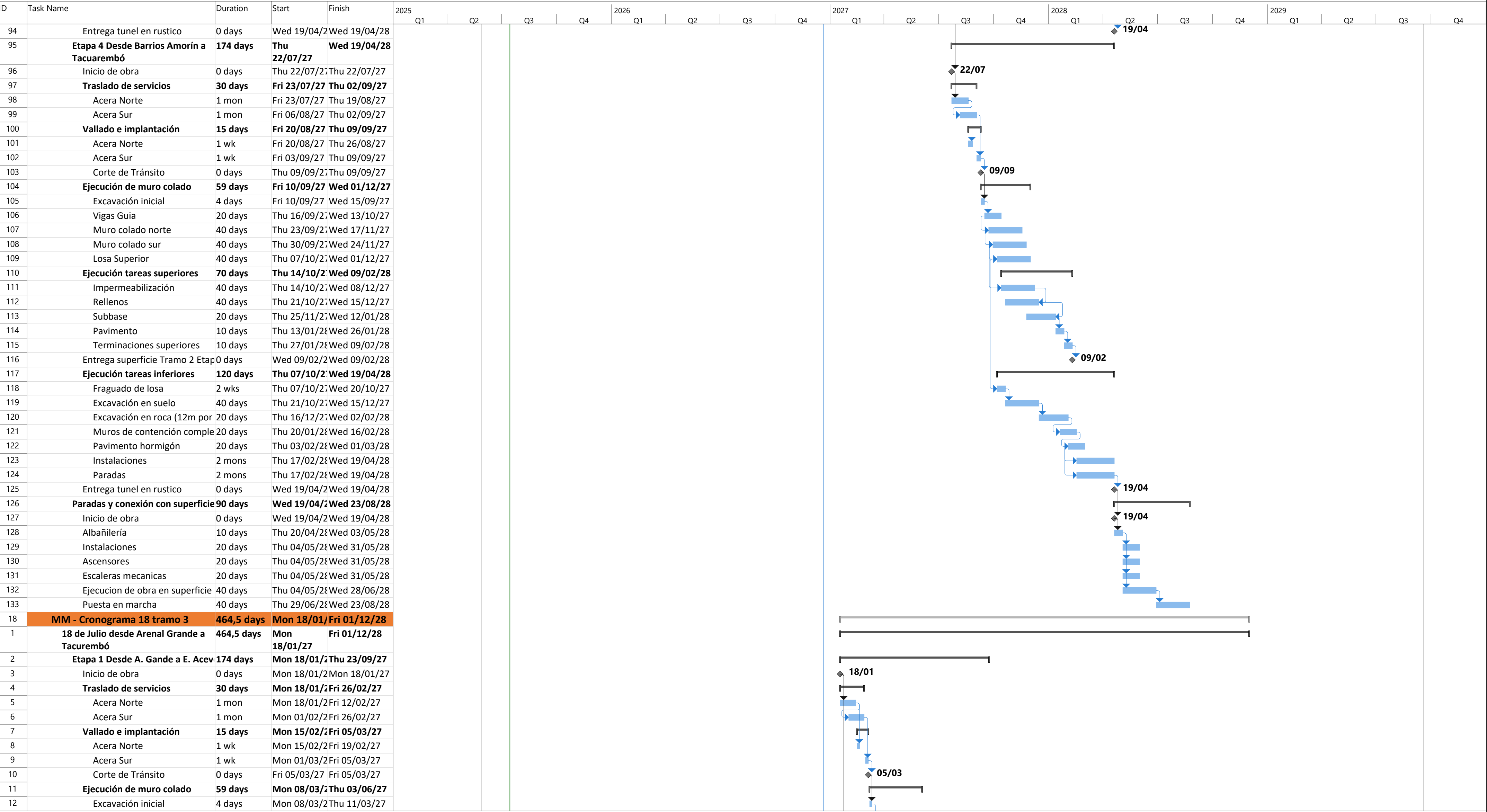
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

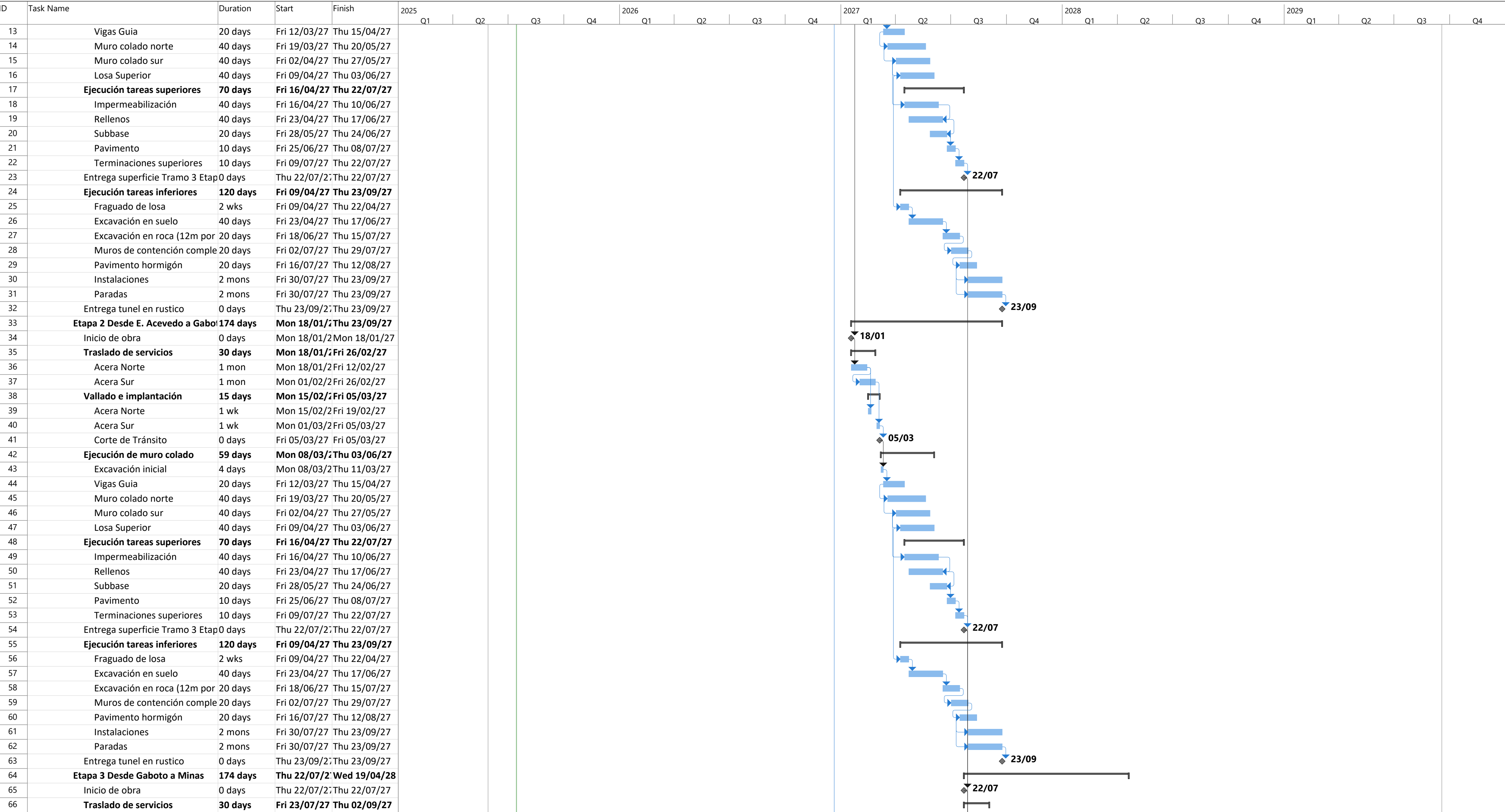
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

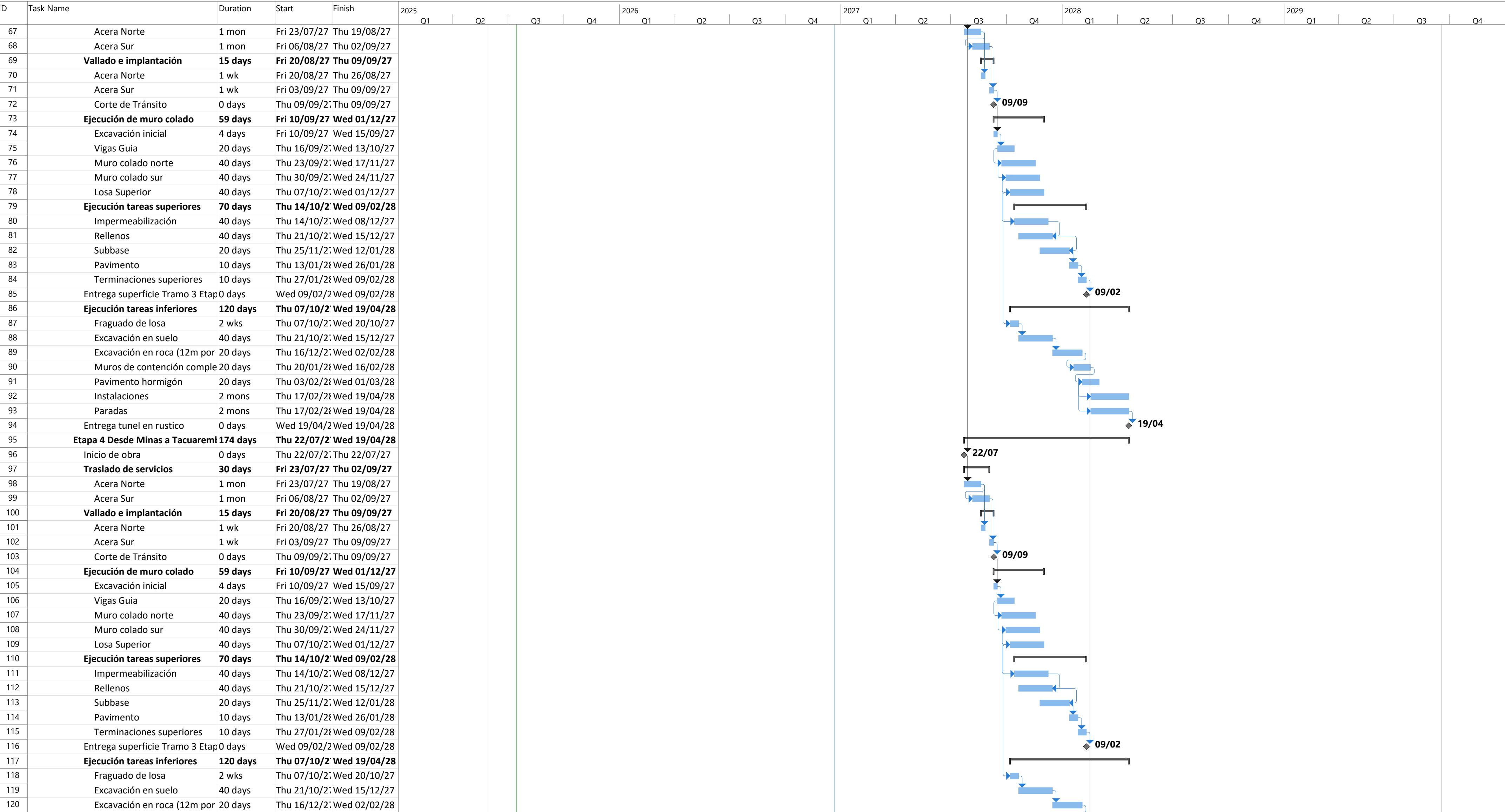
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

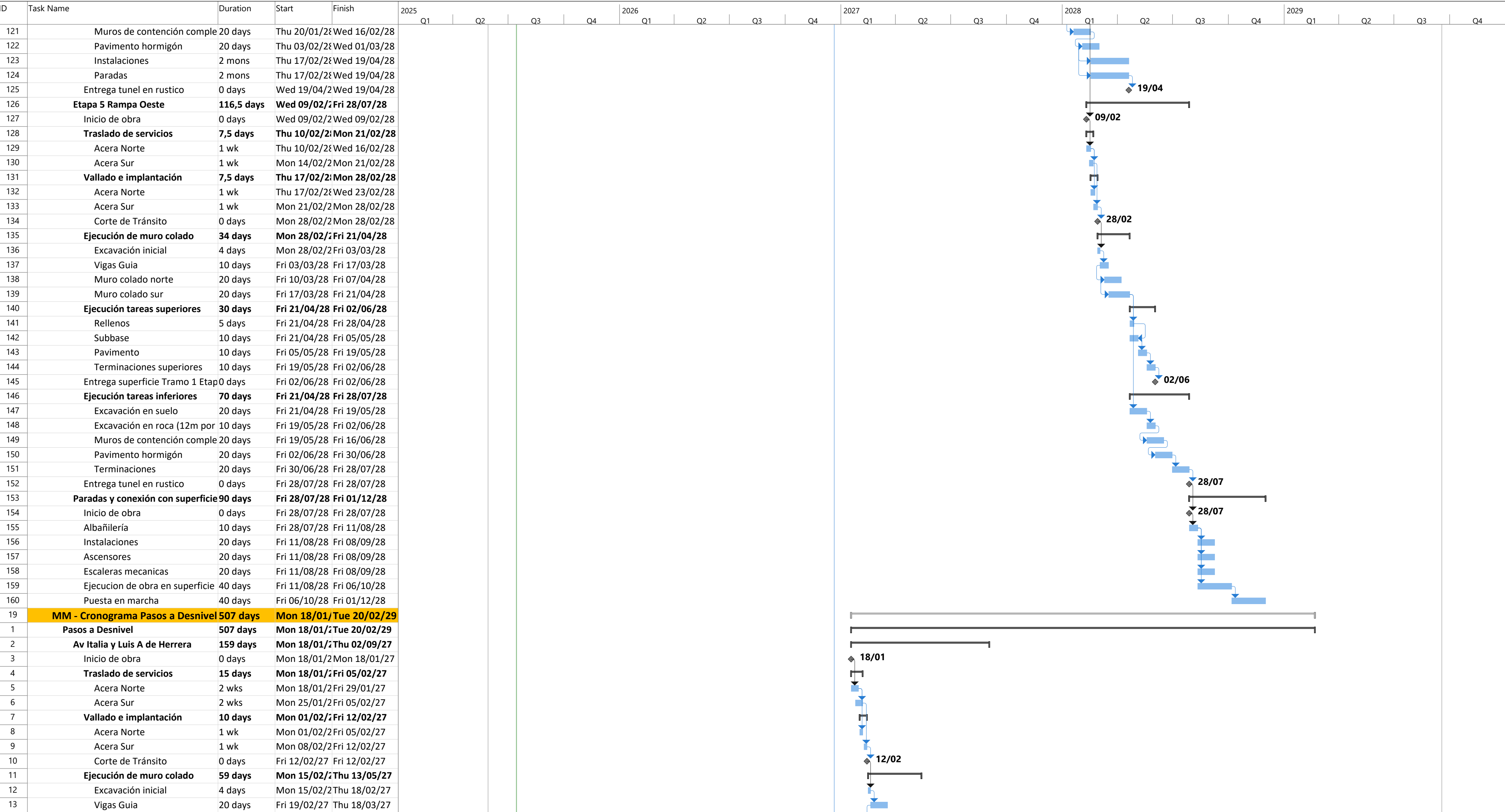
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

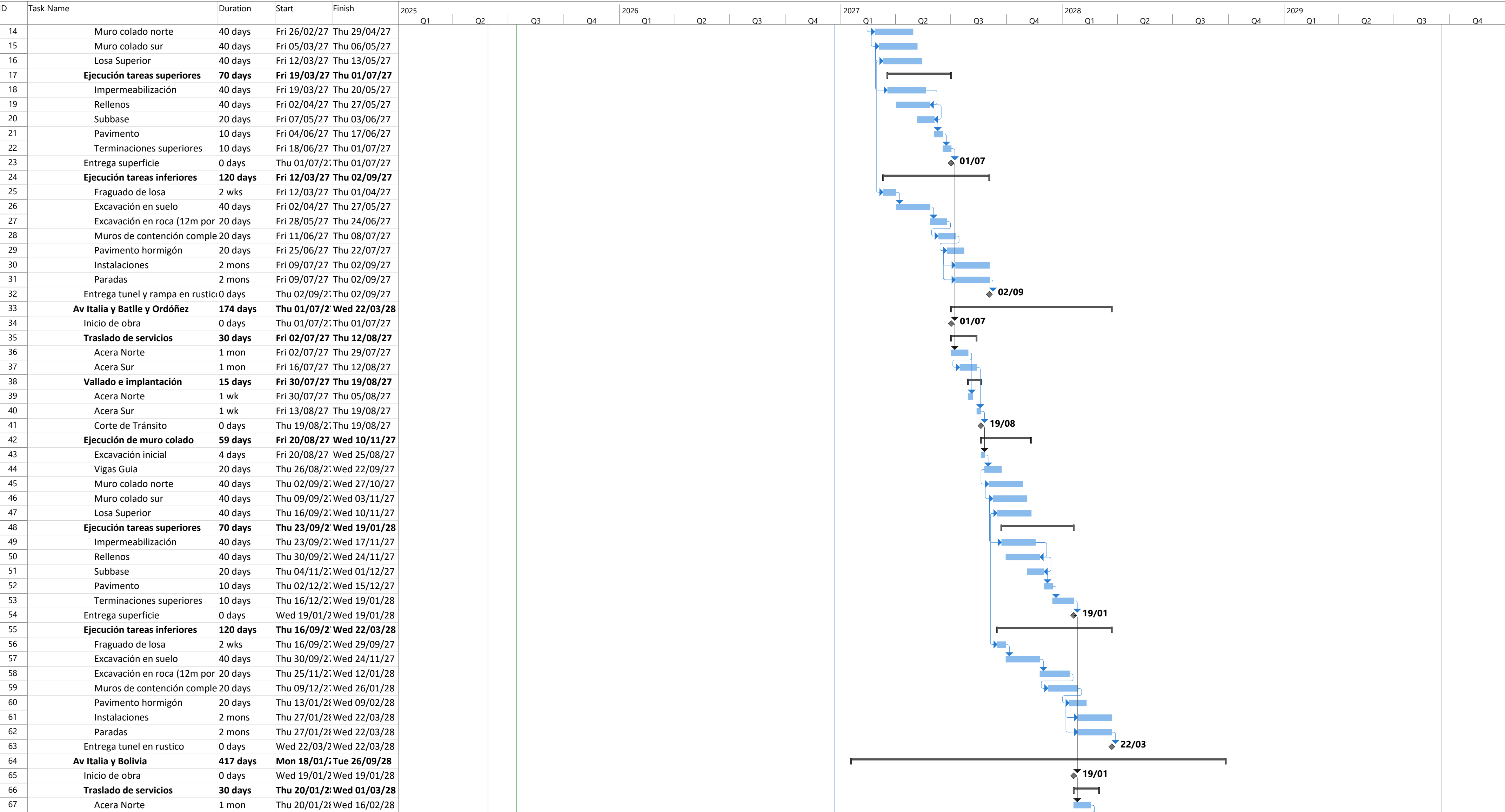
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

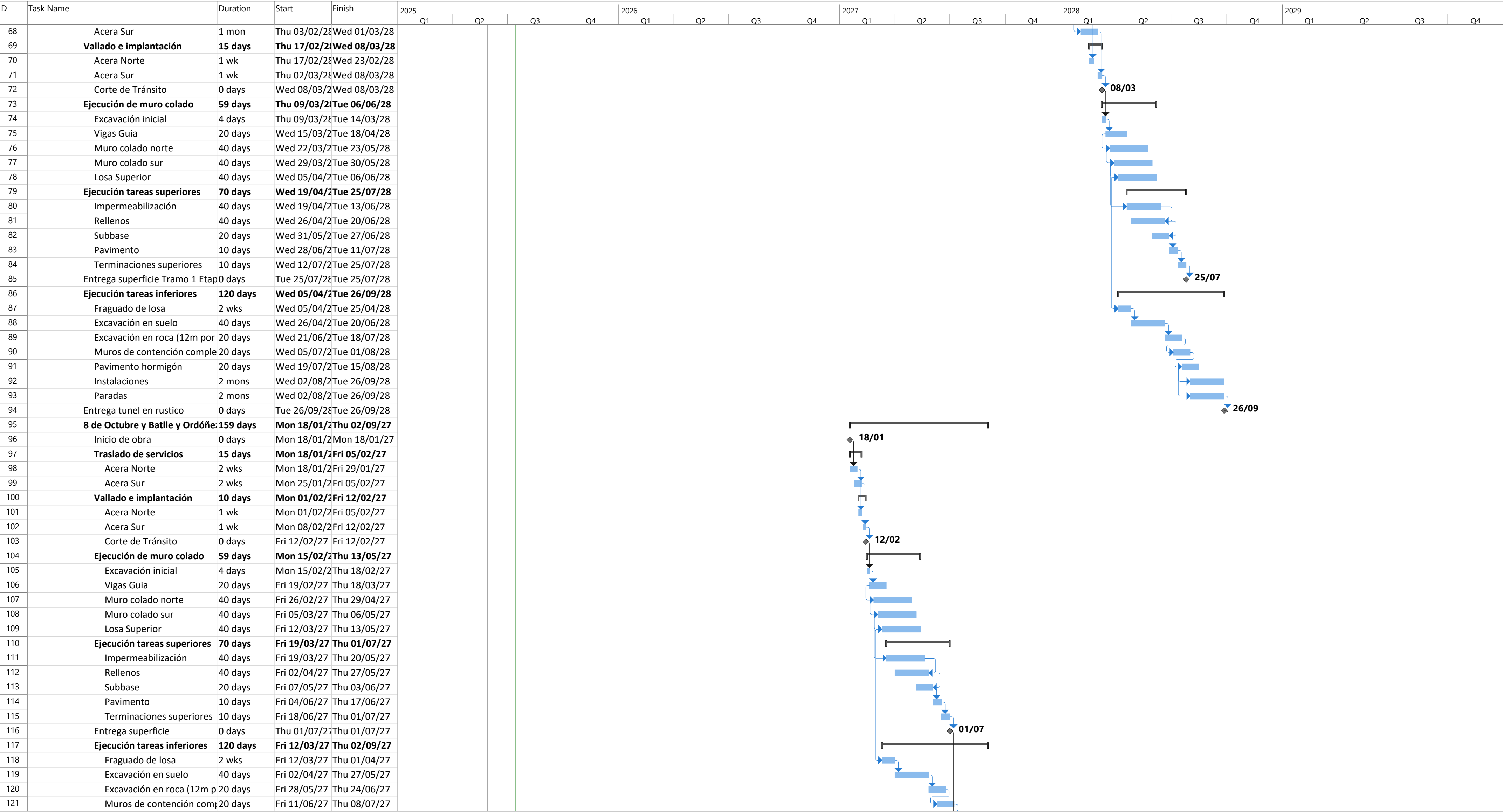


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

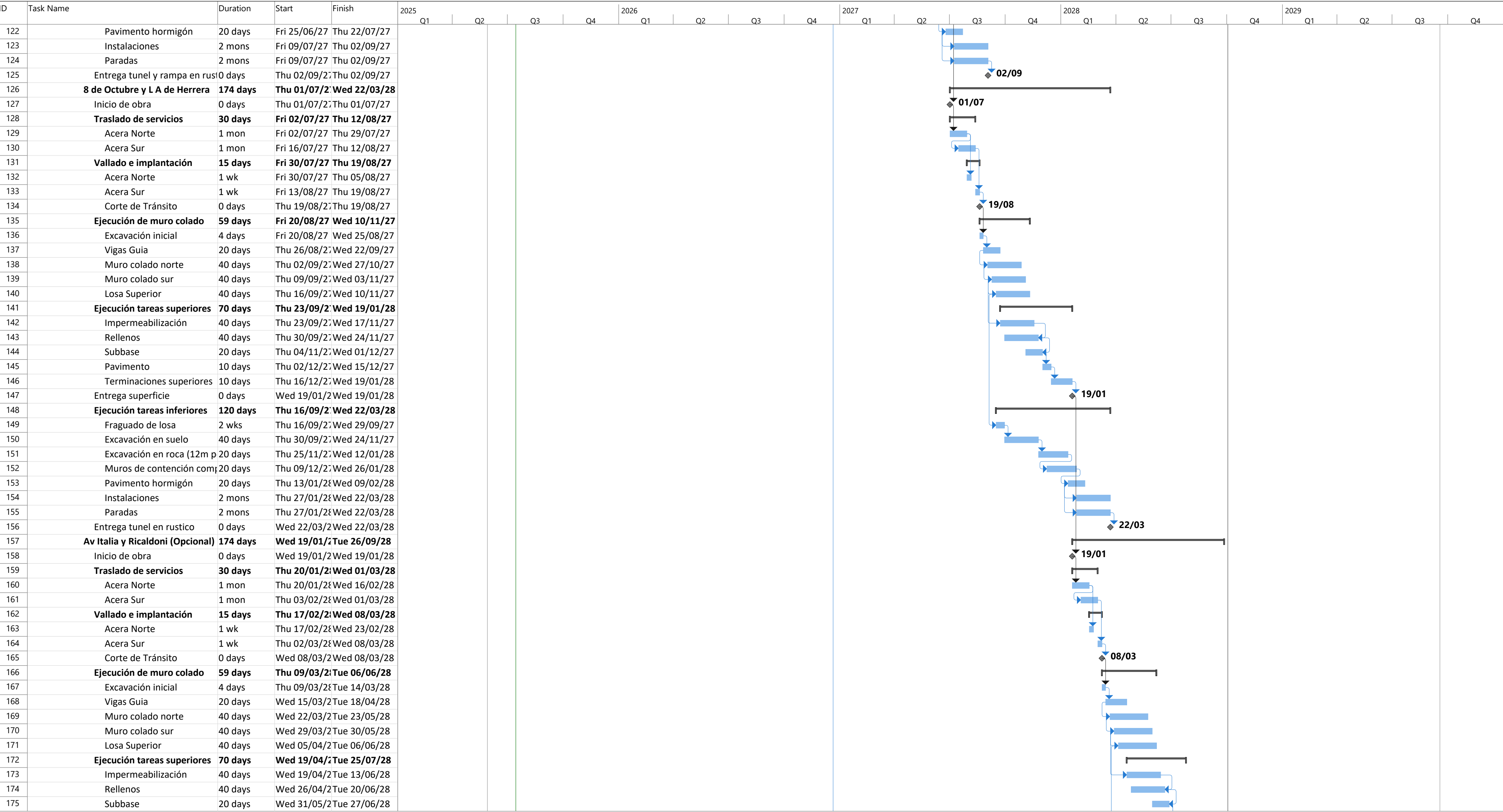
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

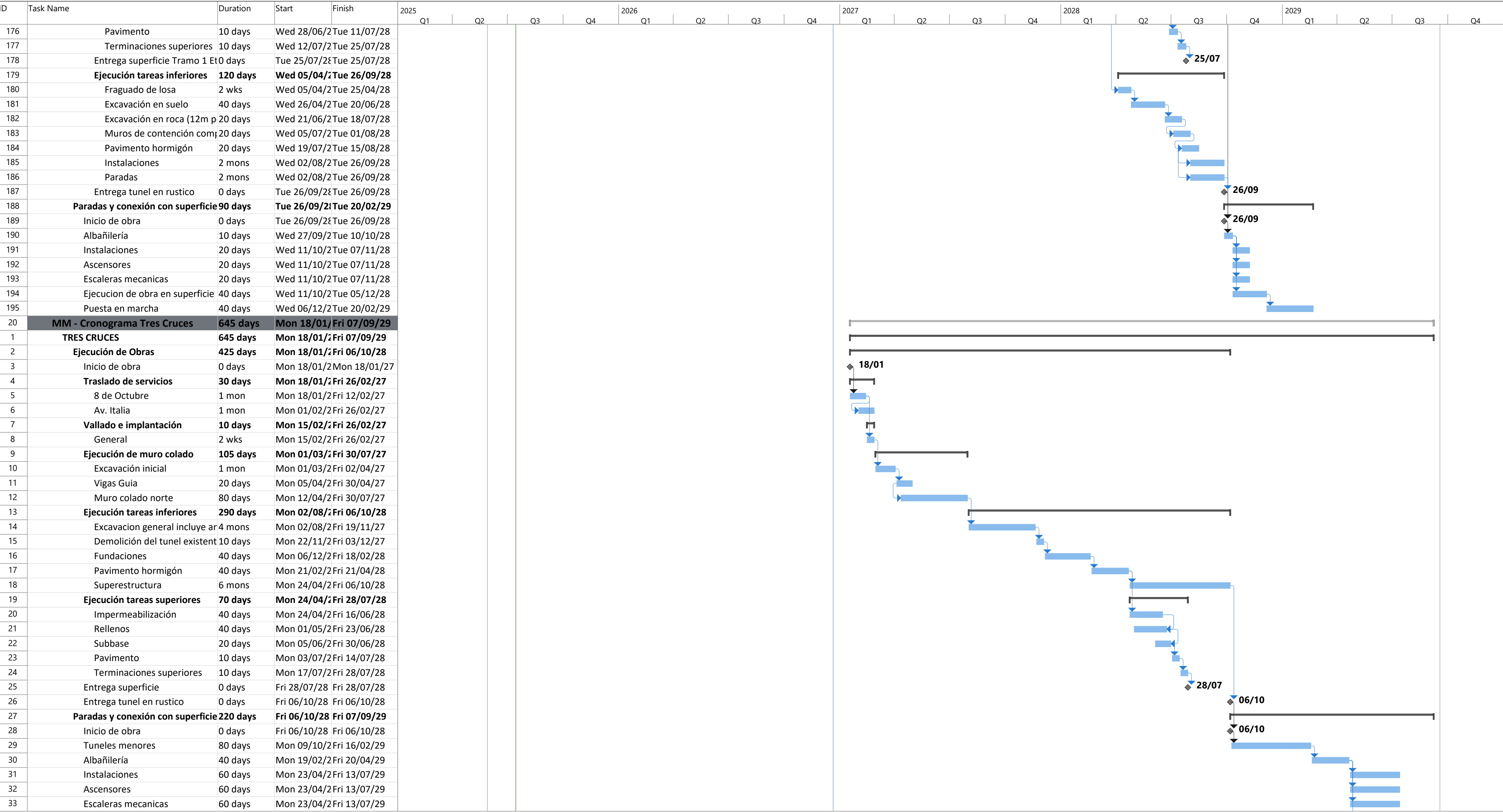
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 3: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICO - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	2025				2026				2027				2028				2029			
					Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
34	Ejecucion de obra en superficie	60 days	Mon 23/04/2	Fri 13/07/29																				
35	Puesta en marcha	40 days	Mon 16/07/2	Fri 07/09/29																				
21	Ejecución resto de las obras	36 mons	Tue 15/12/2	Mon 17/09/29																				
22	Entrega total	0 days	Mon 17/09/2	Mon 17/09/29																				
																							</	

Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

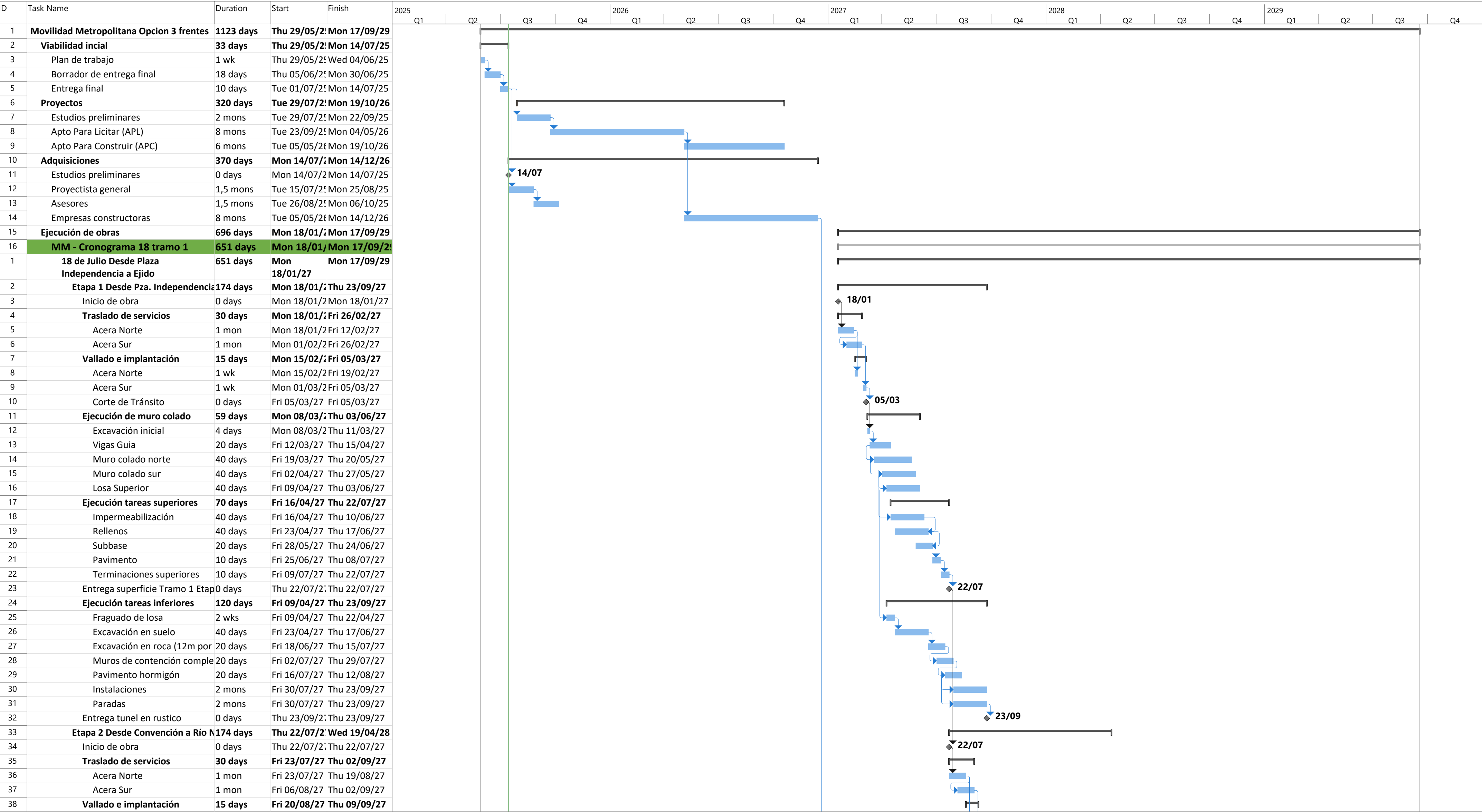
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

◇

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

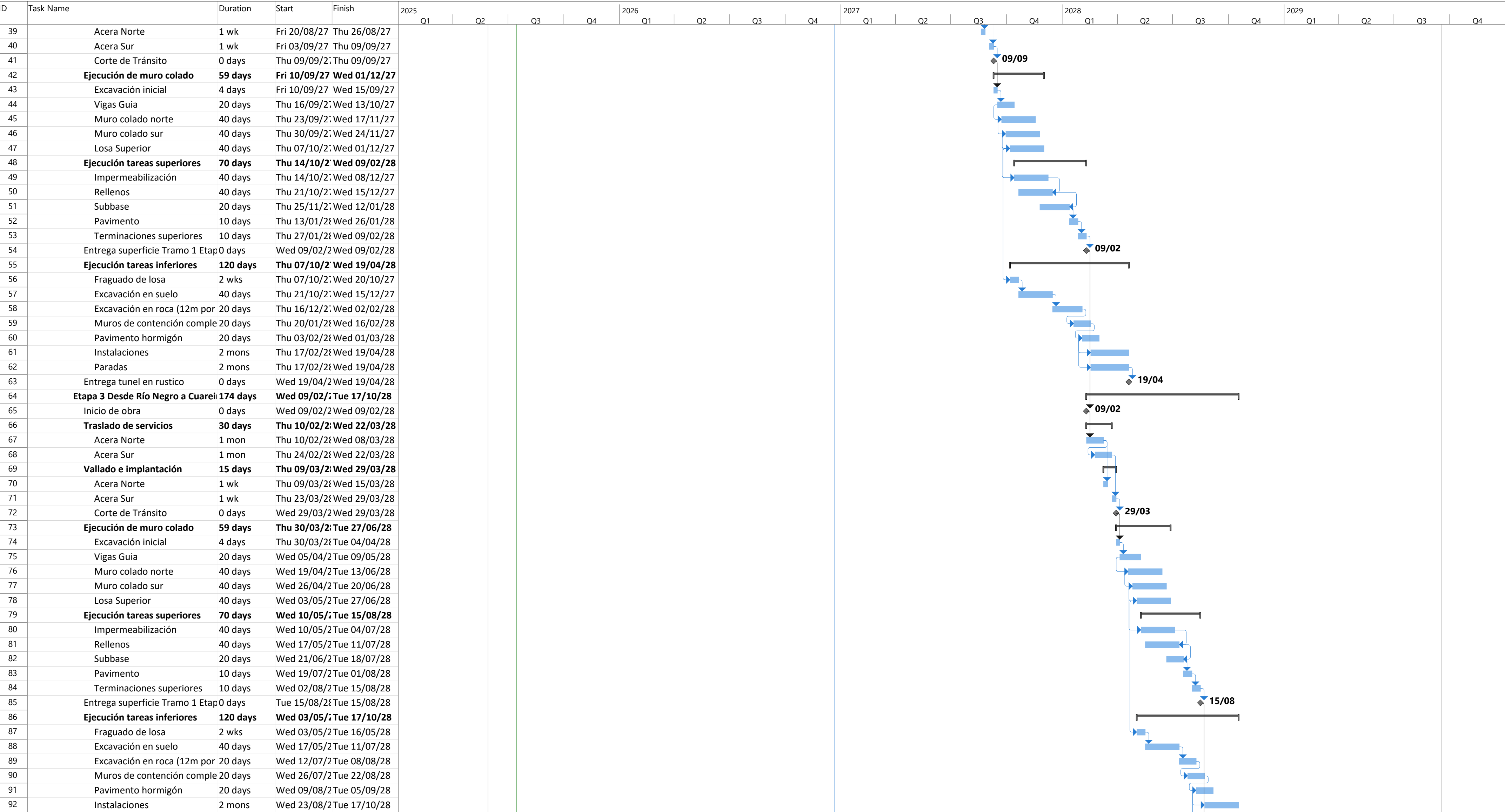
◇

↓

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

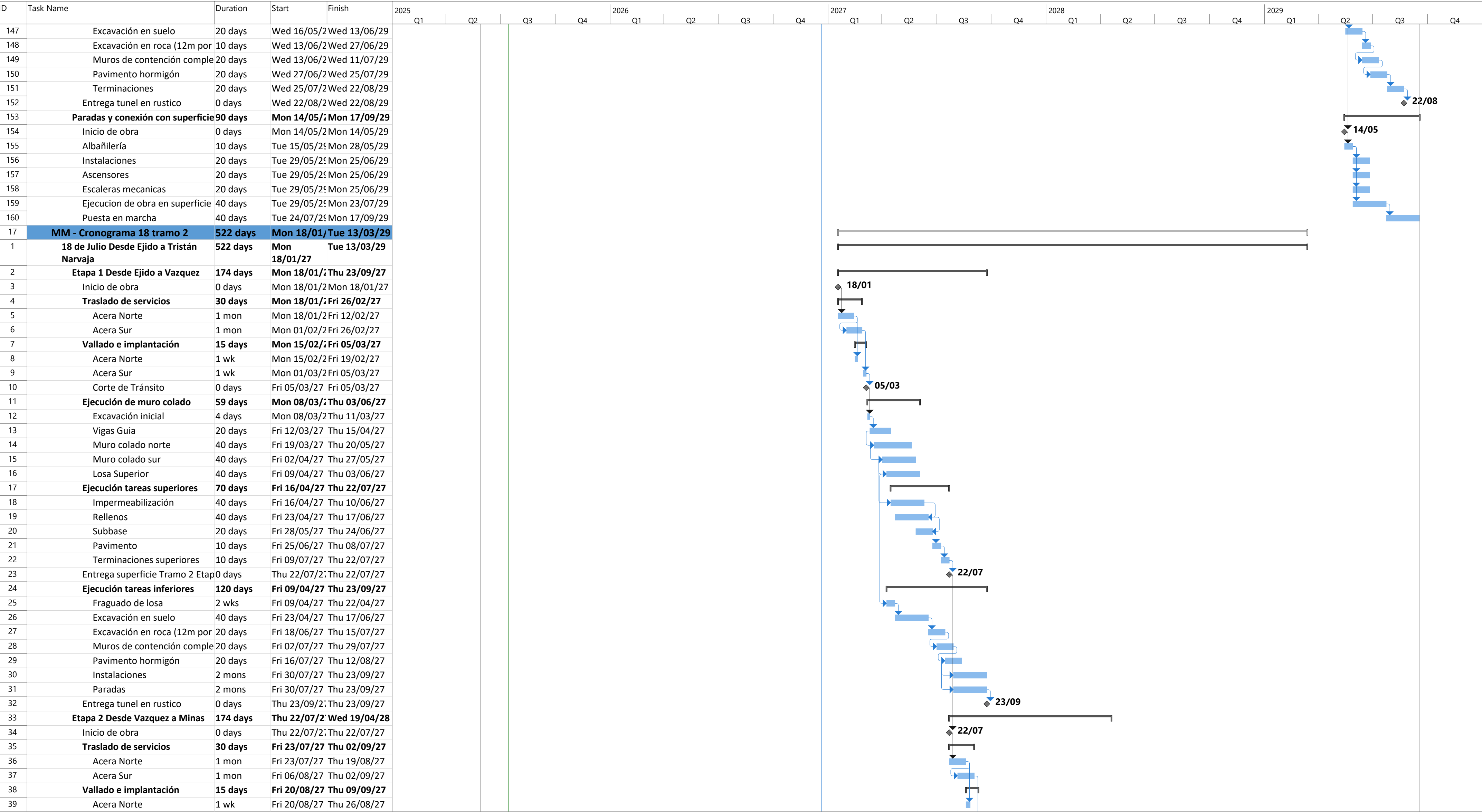
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

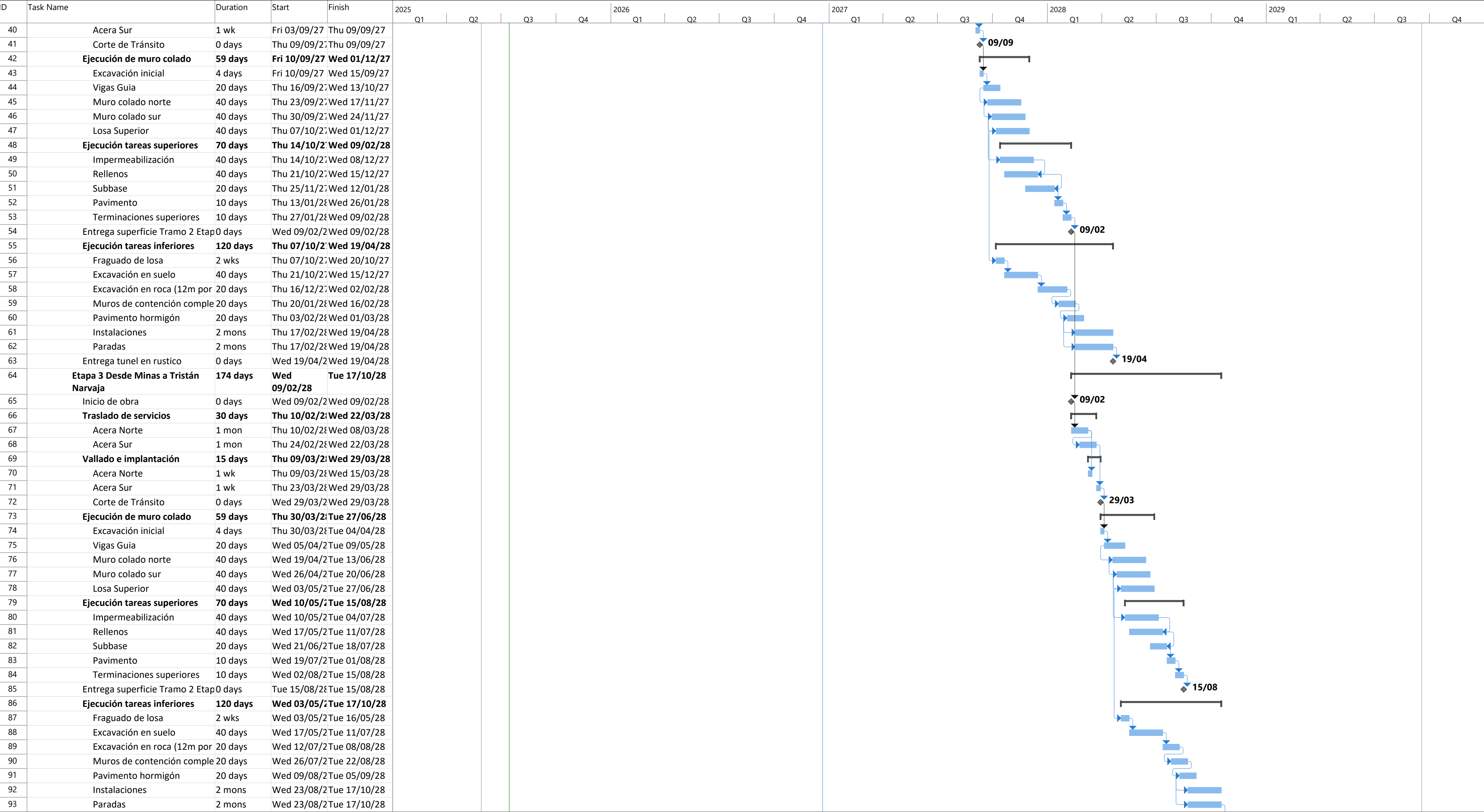
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

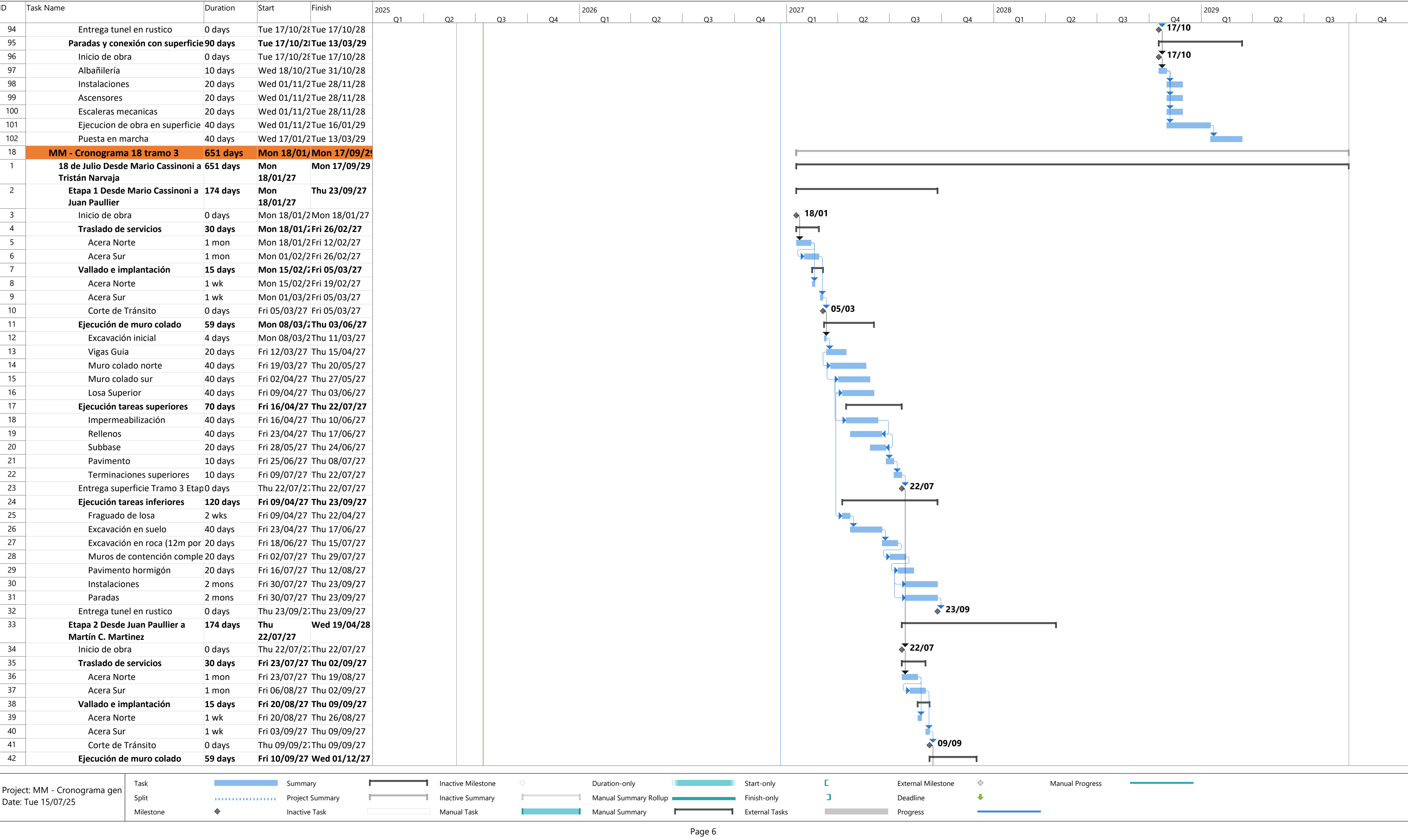
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

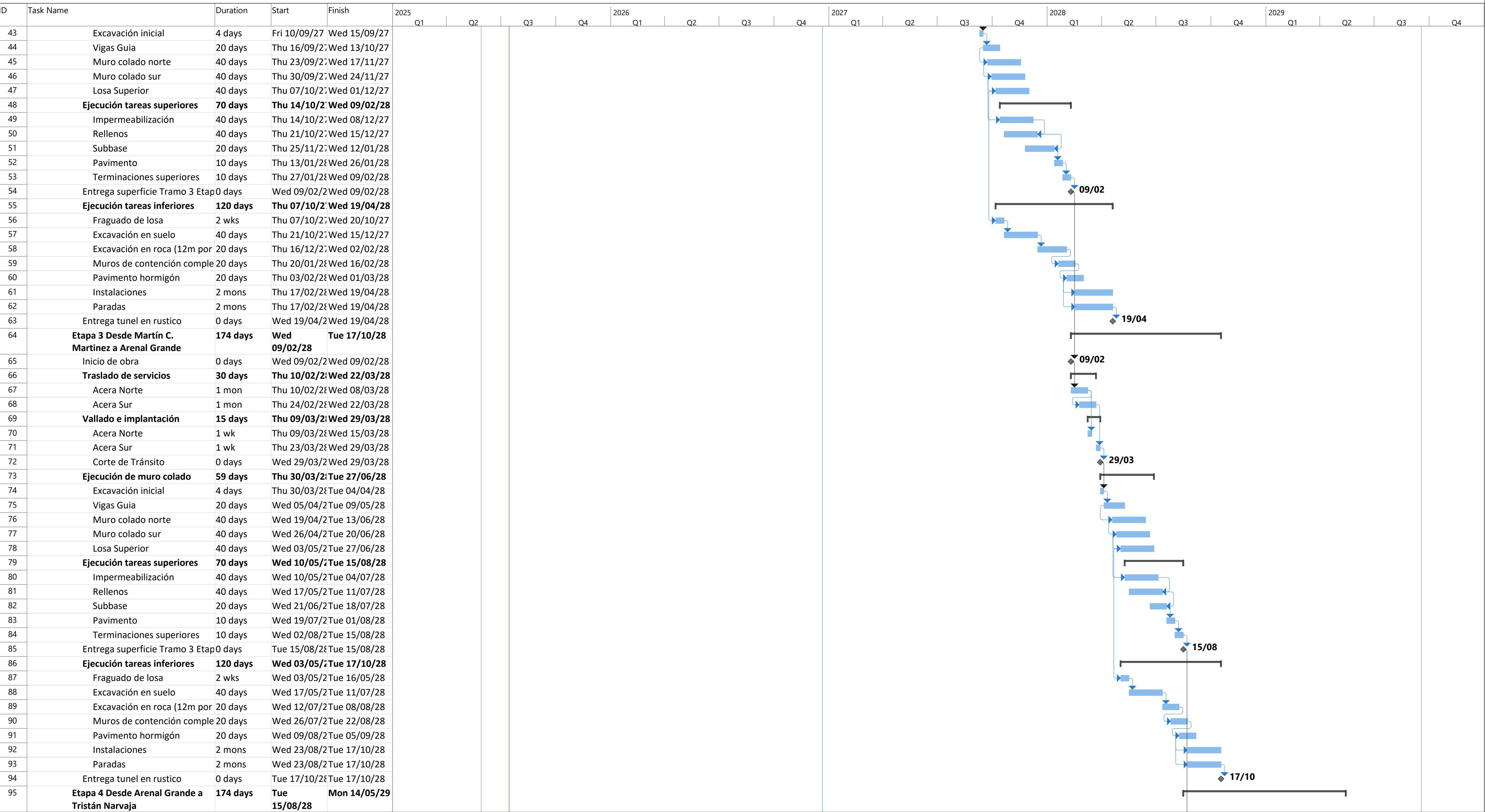
Deadline

Progress







Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTE EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

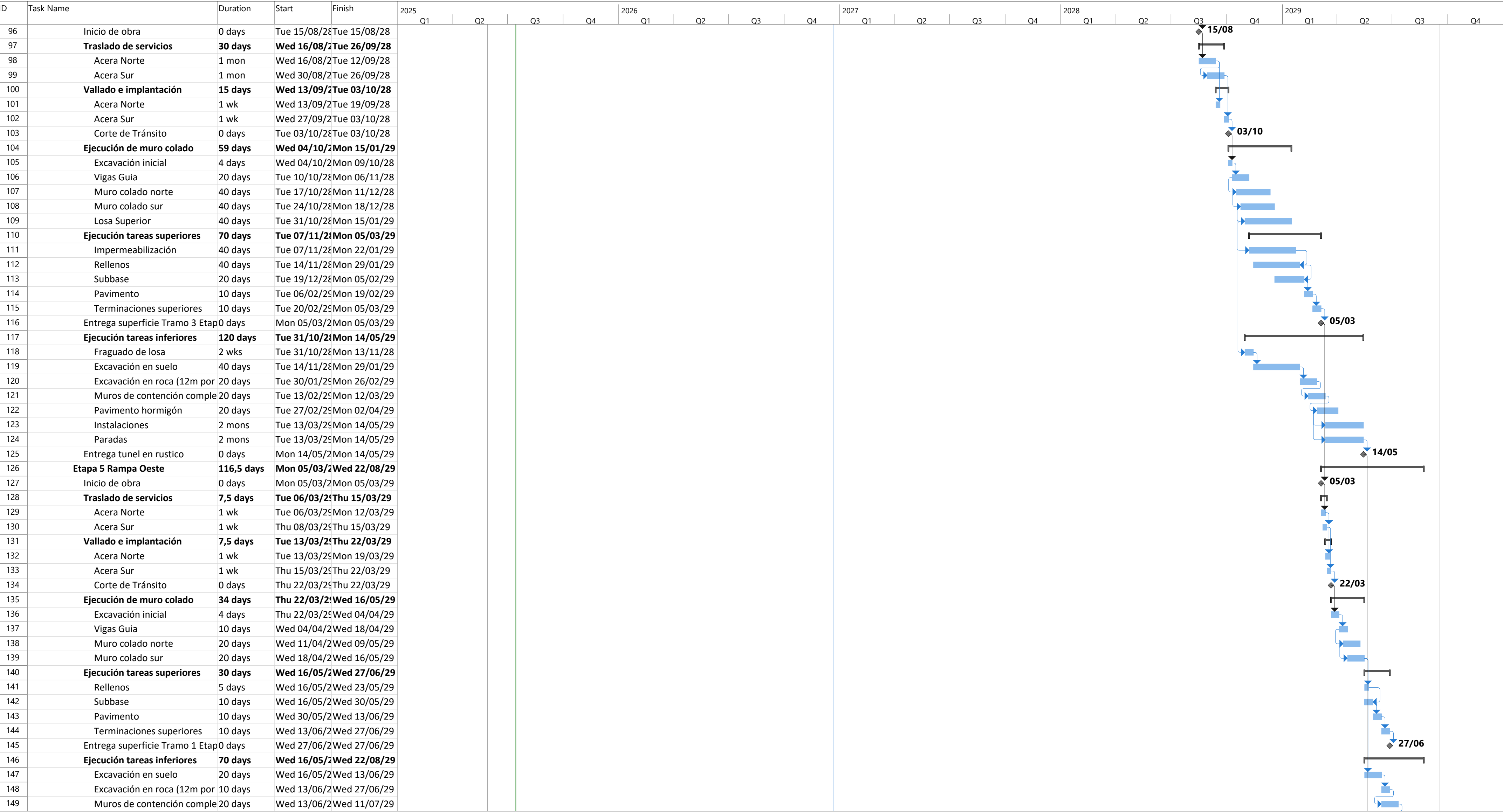


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

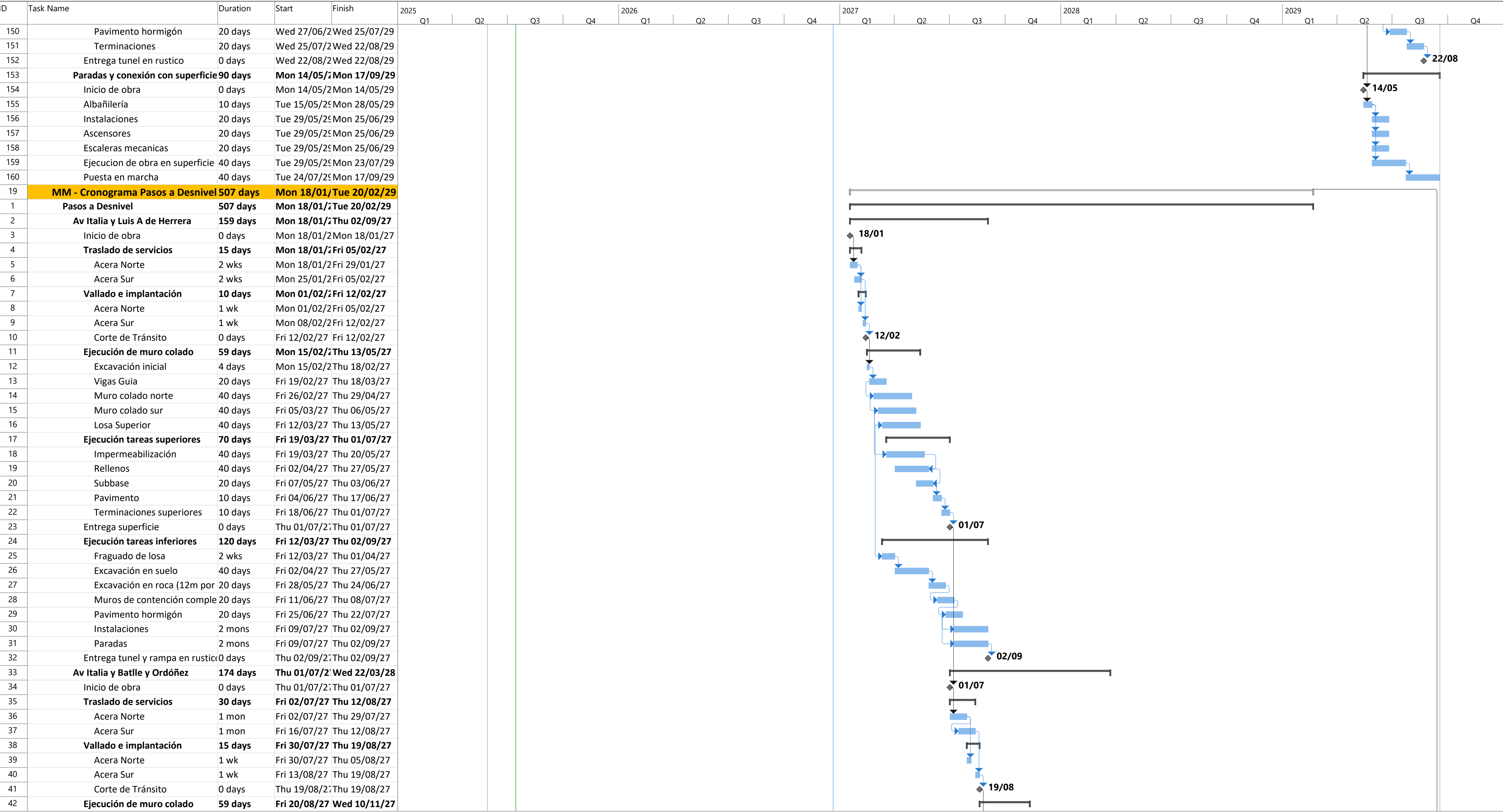
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

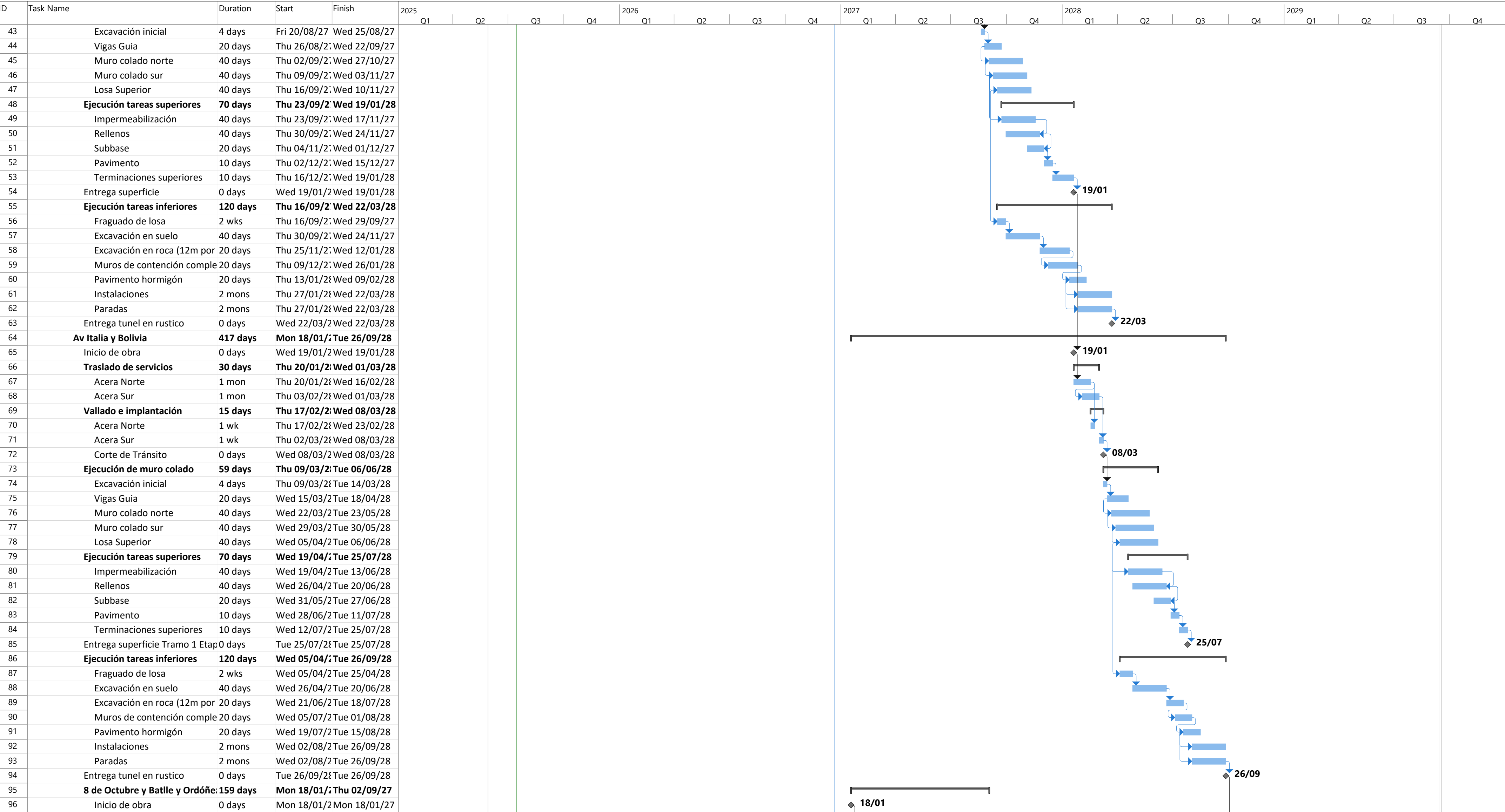
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

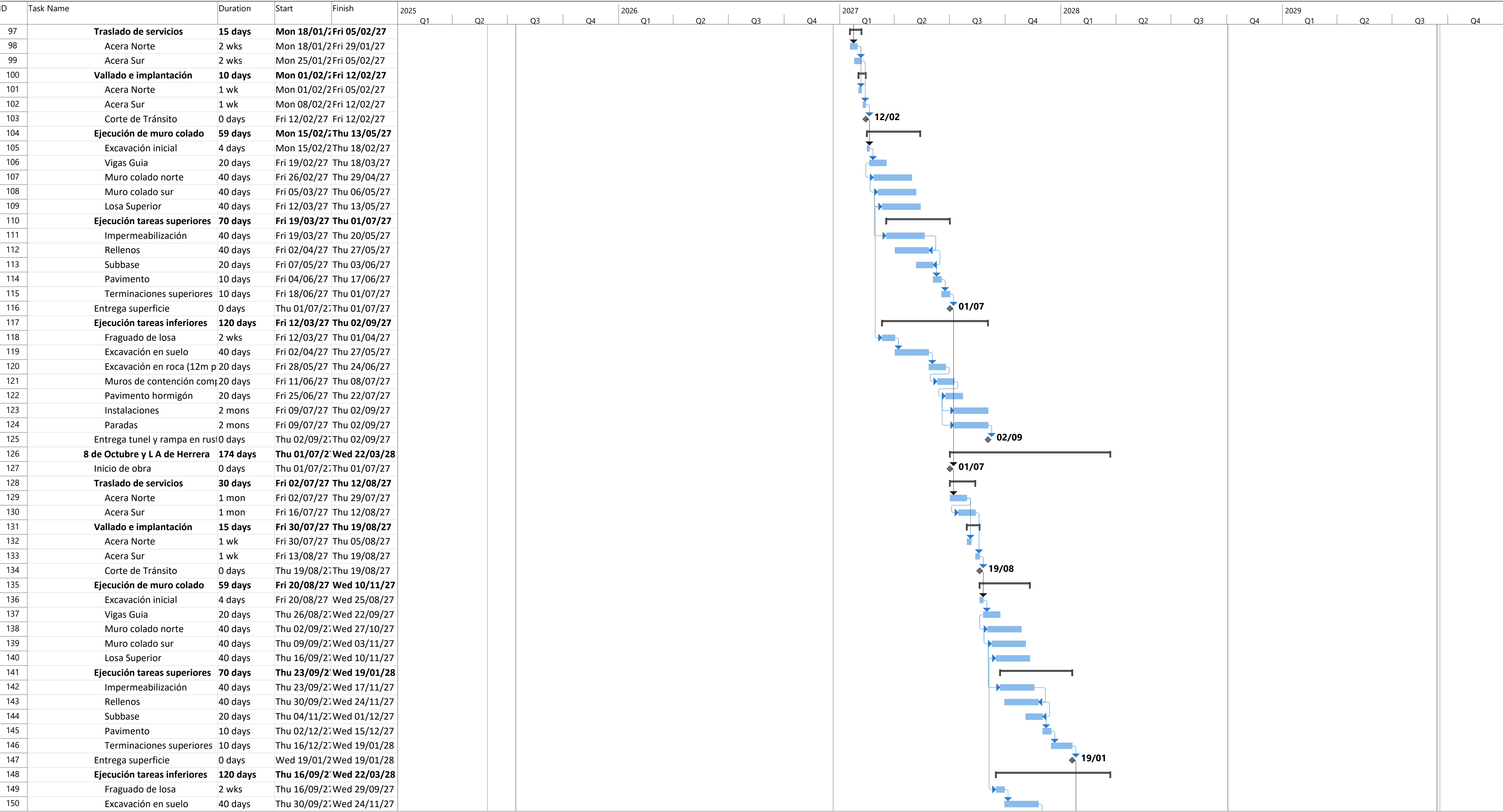


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task		Summary		Inactive Milestone		Duration-only		Start-only		External Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Finish-only		Deadline			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		Progress			

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

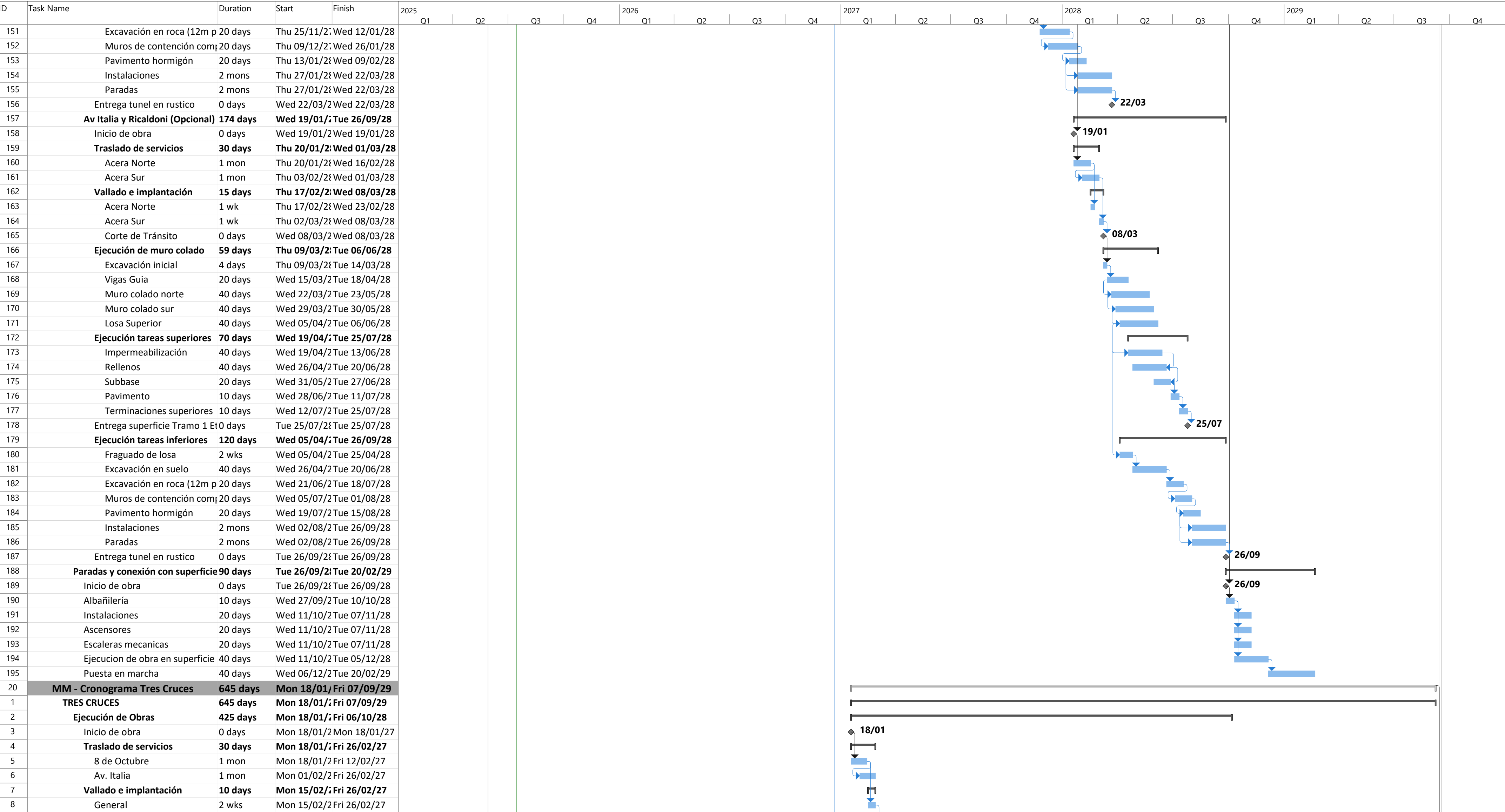
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

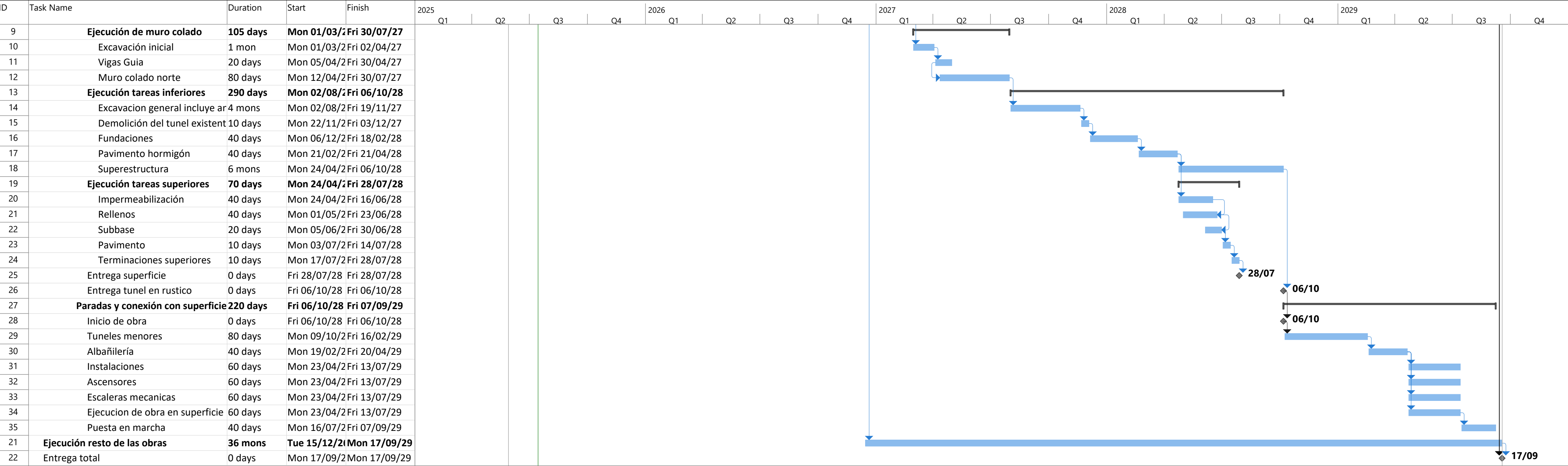
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 4: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 3 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

◇

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

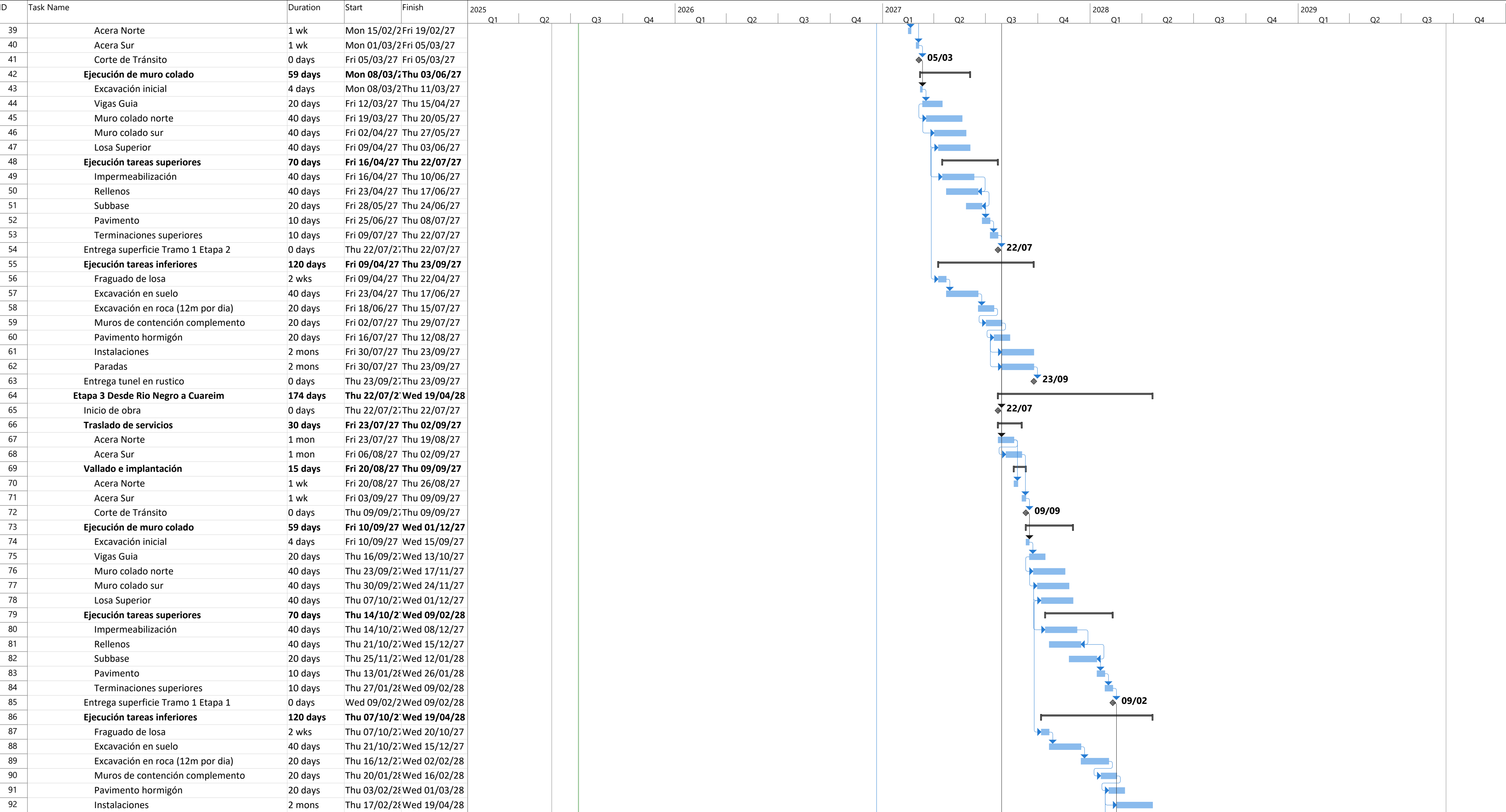
Progress

◇

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

◇

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Duration-only

Manual Summary

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

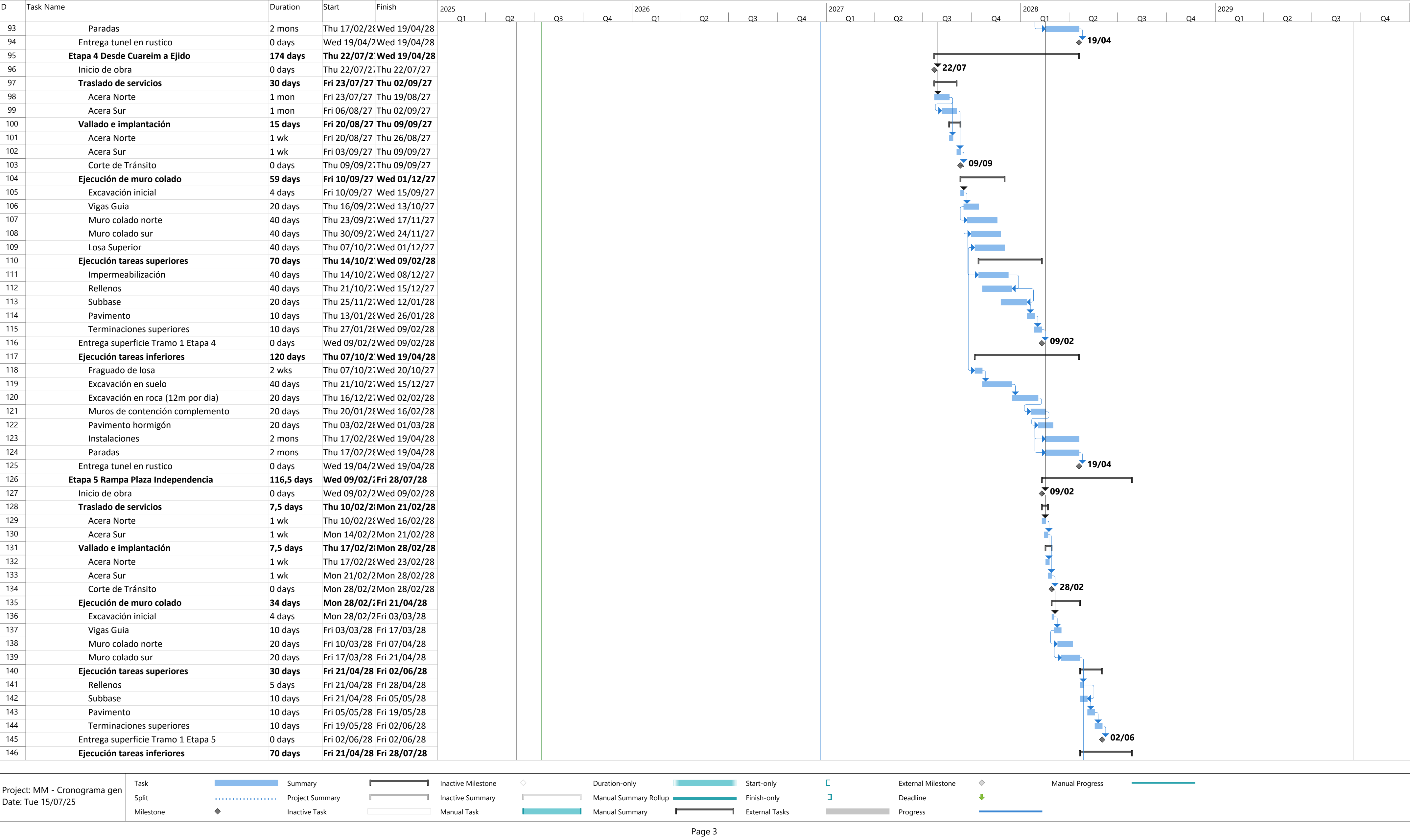
Progress

◇

Manual Progress

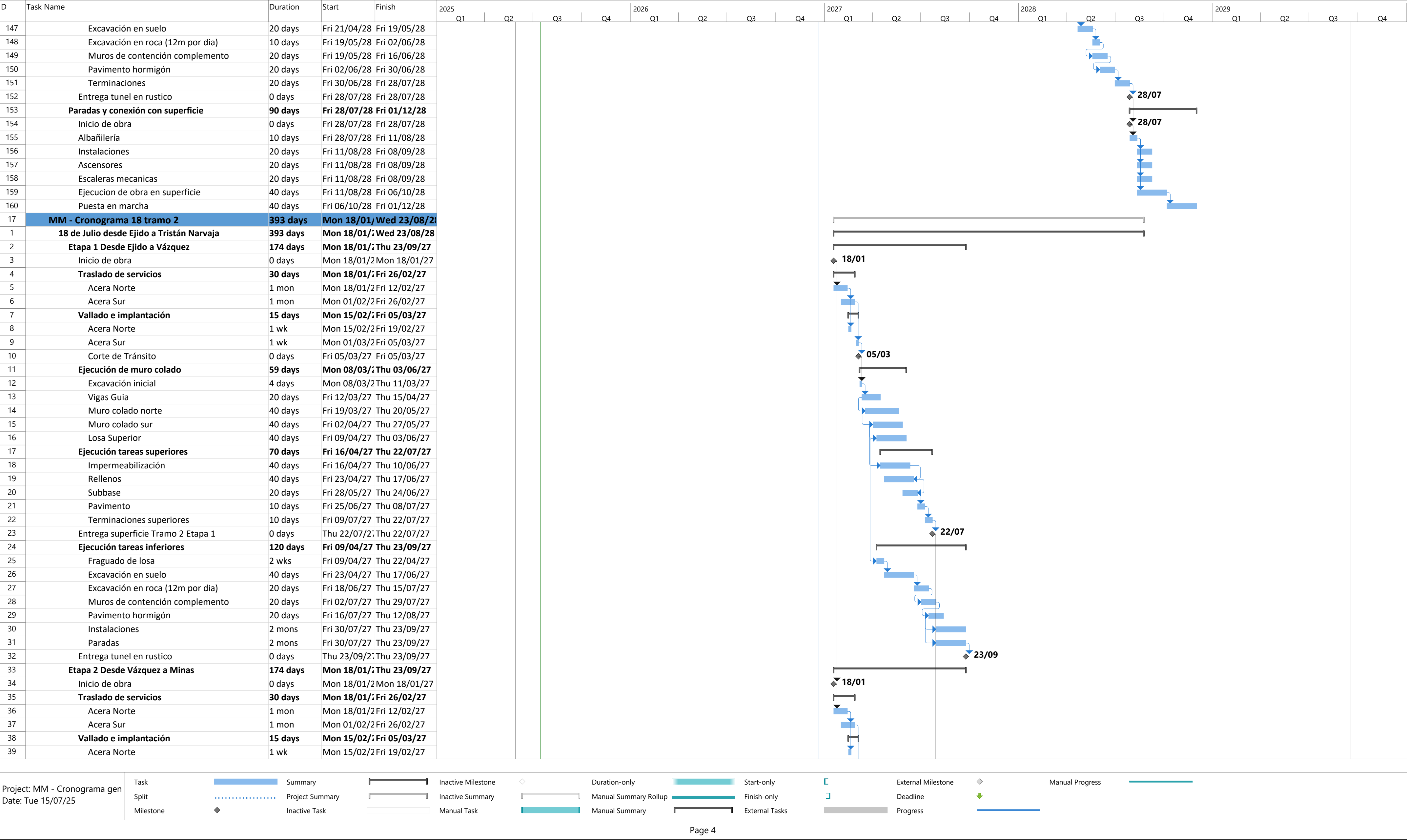
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

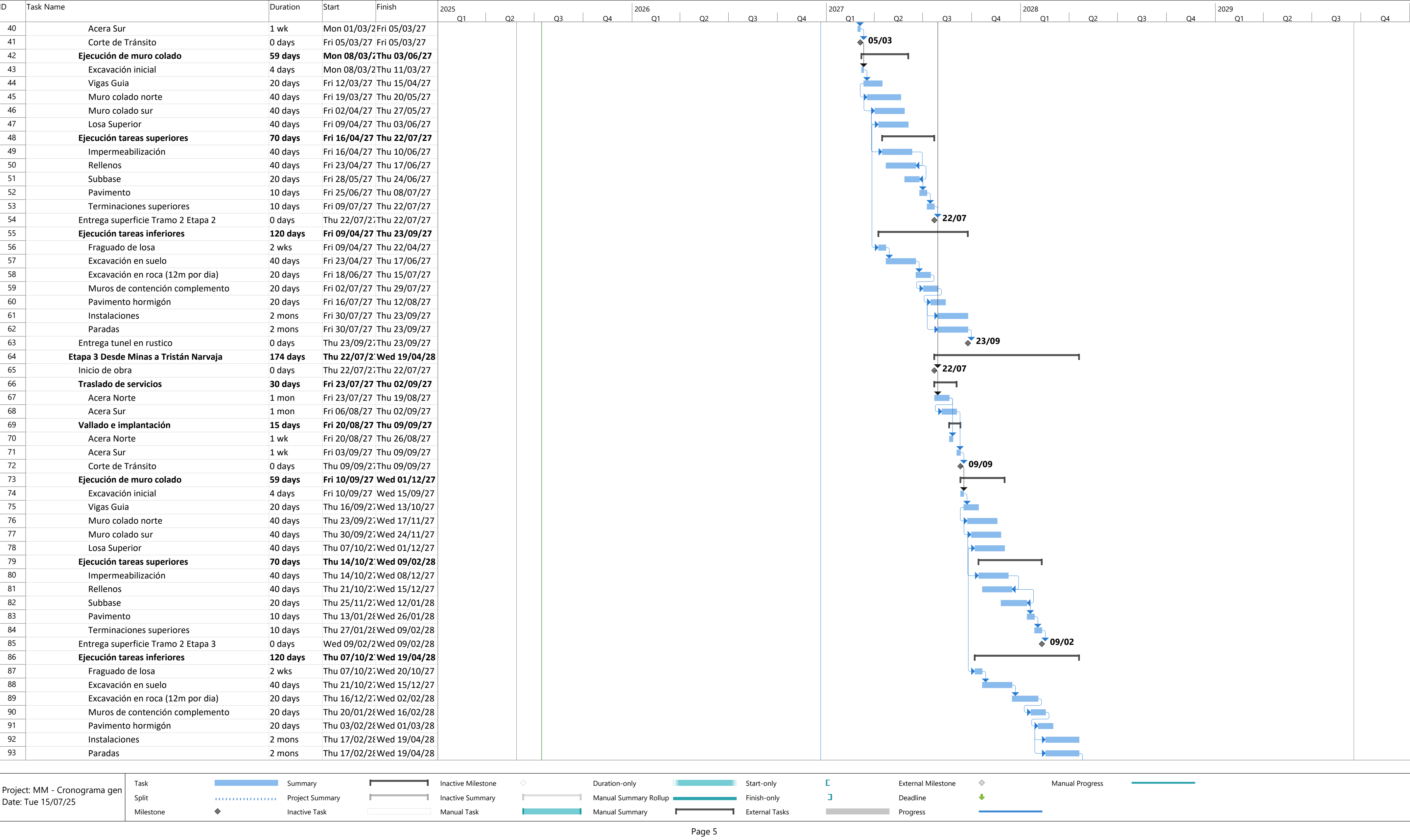
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025

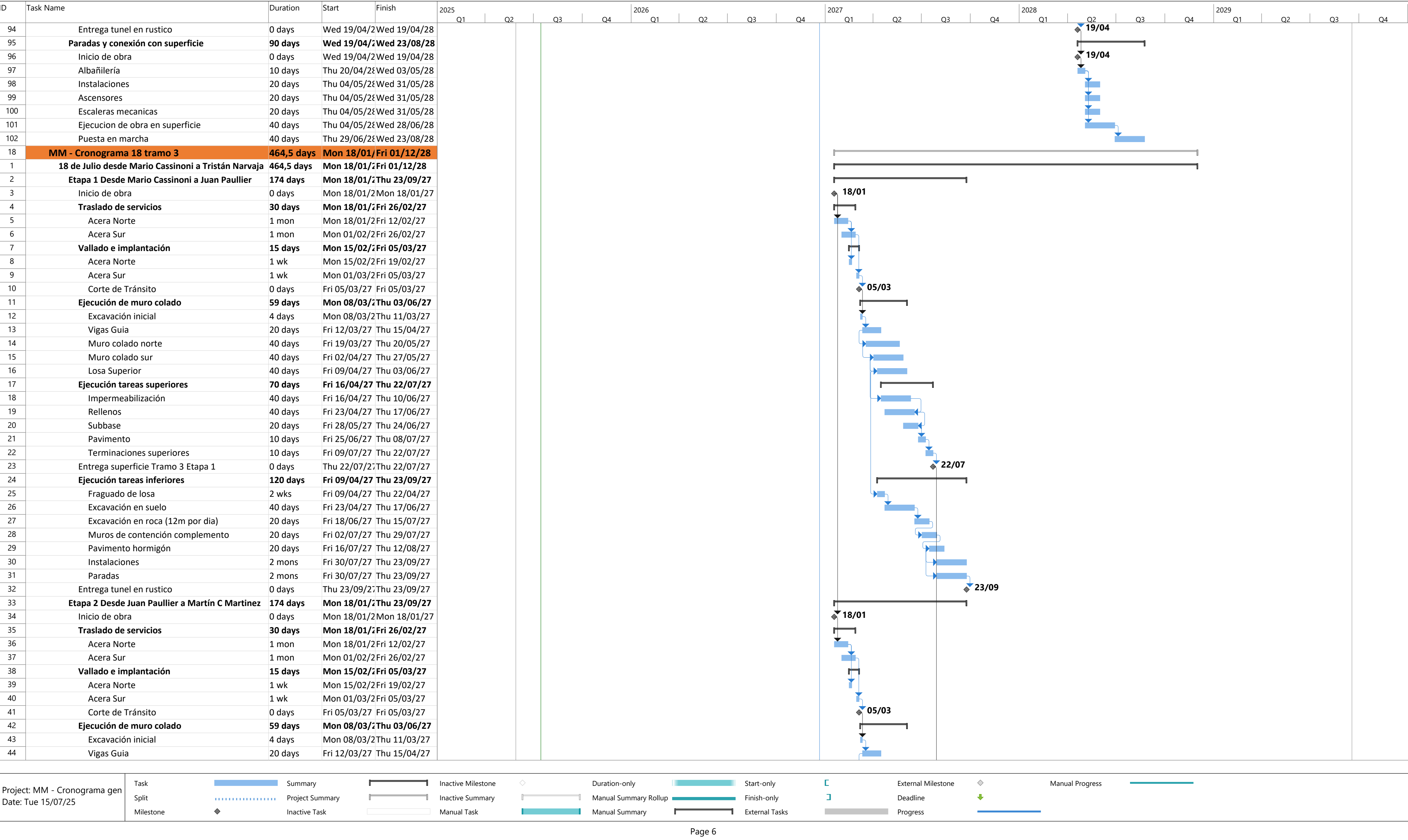


Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task	Summary	Inactive Milestone	Duration-only	Start-only	External Milestone	Manual Progress
Split	Project Summary	Inactive Summary	Manual Summary Rollup	Finish-only	Deadline	
Milestone	Inactive Task	Manual Task	Manual Summary	External Tasks	Progress	

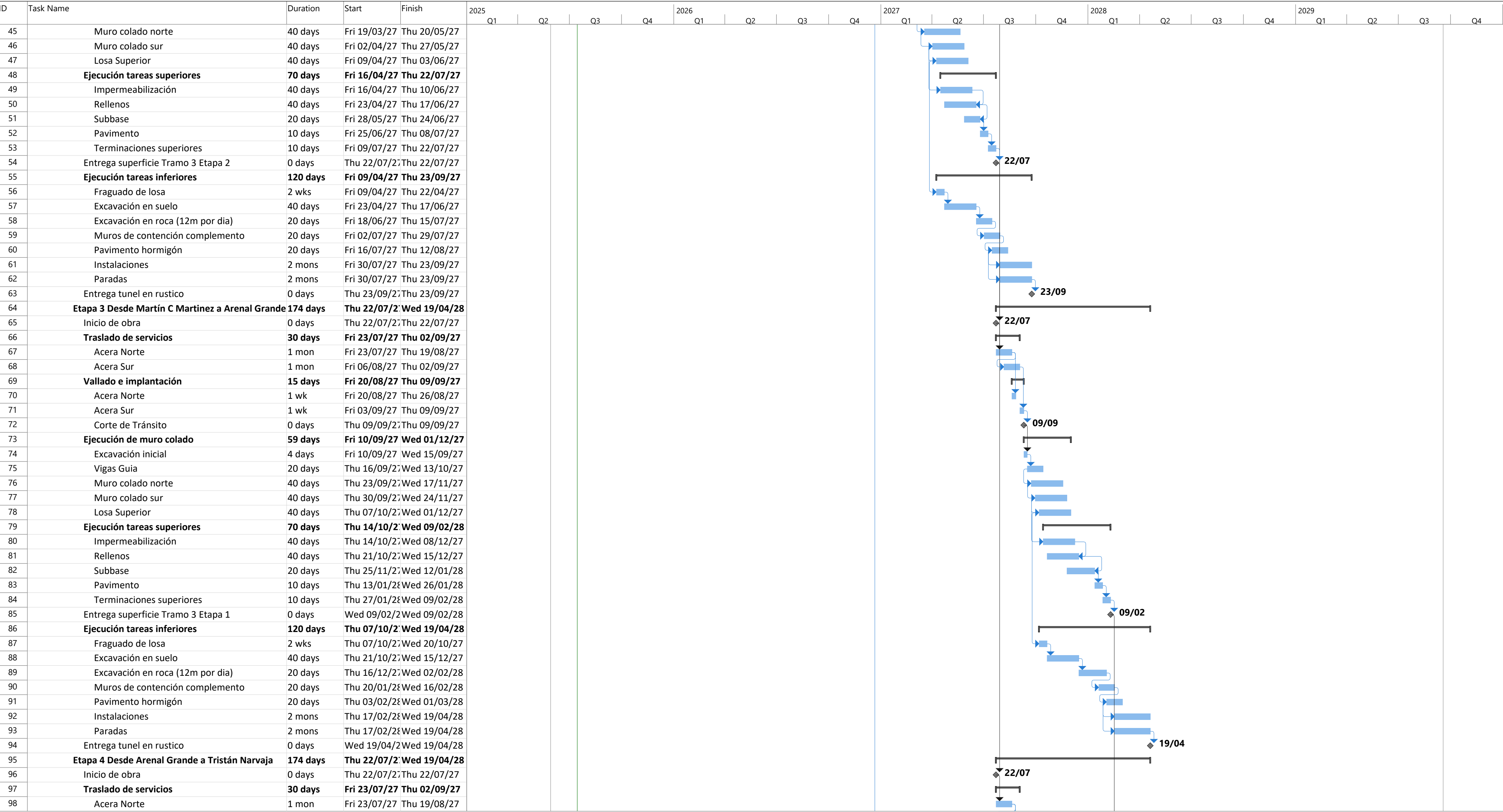
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

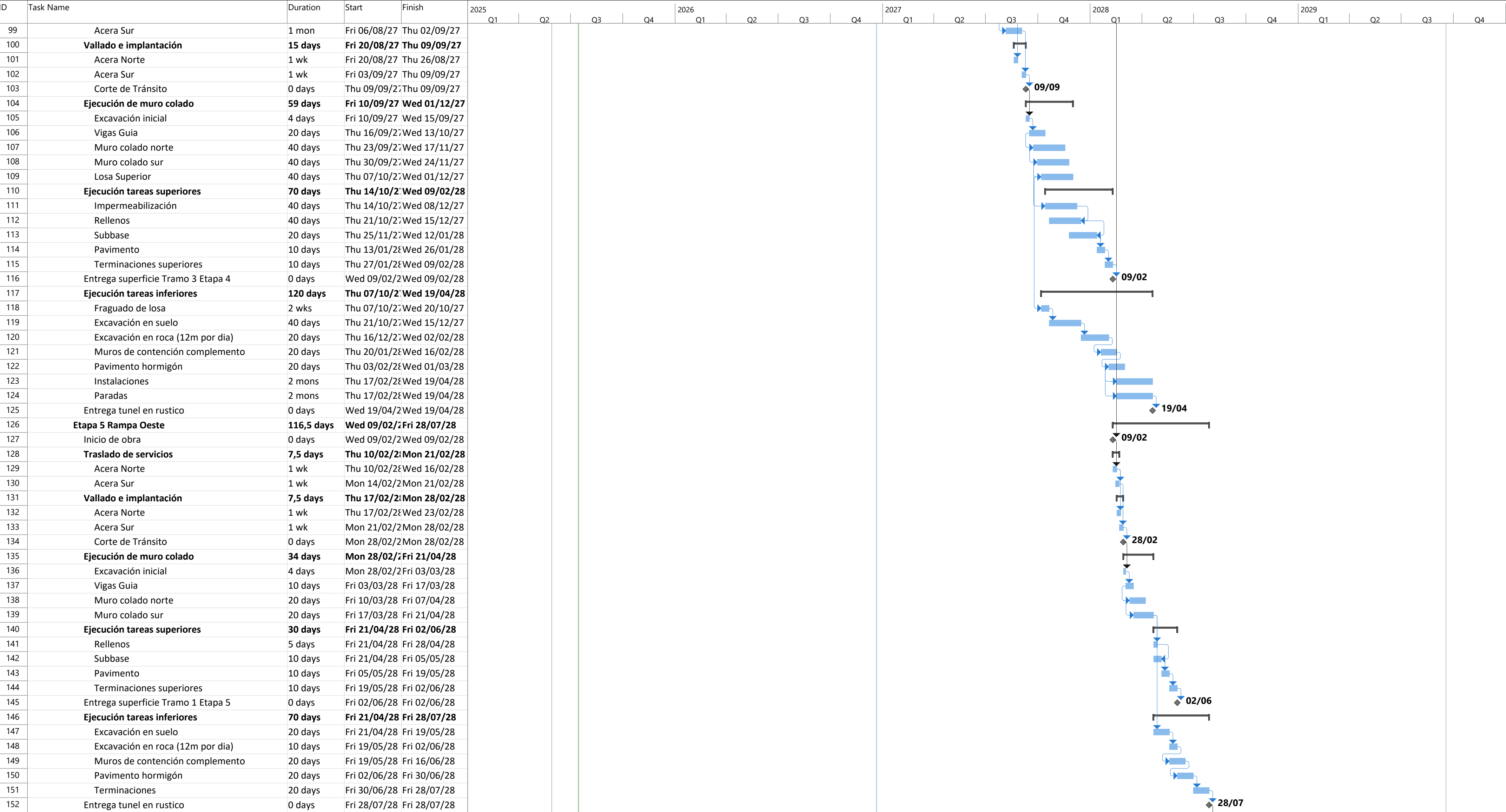
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

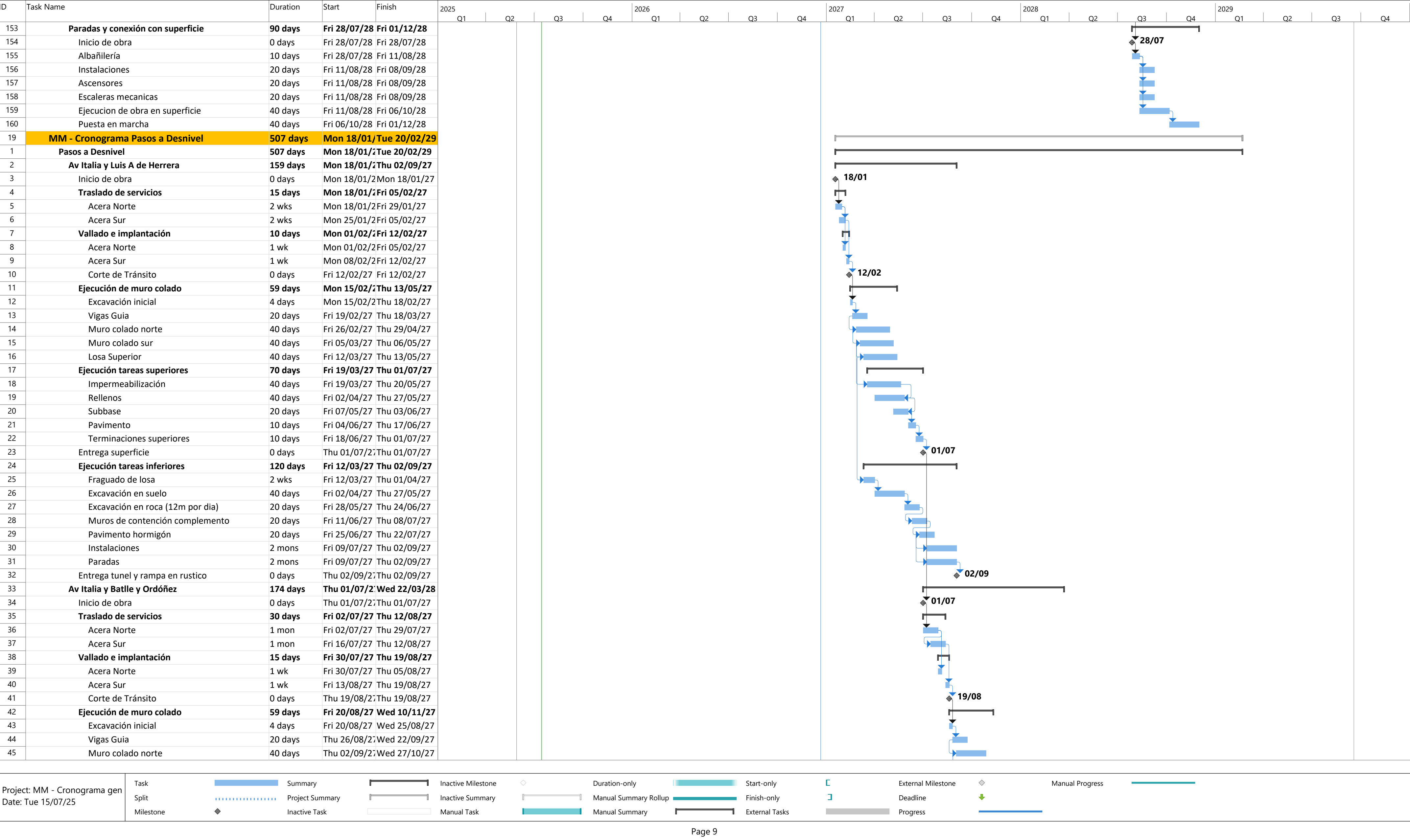
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

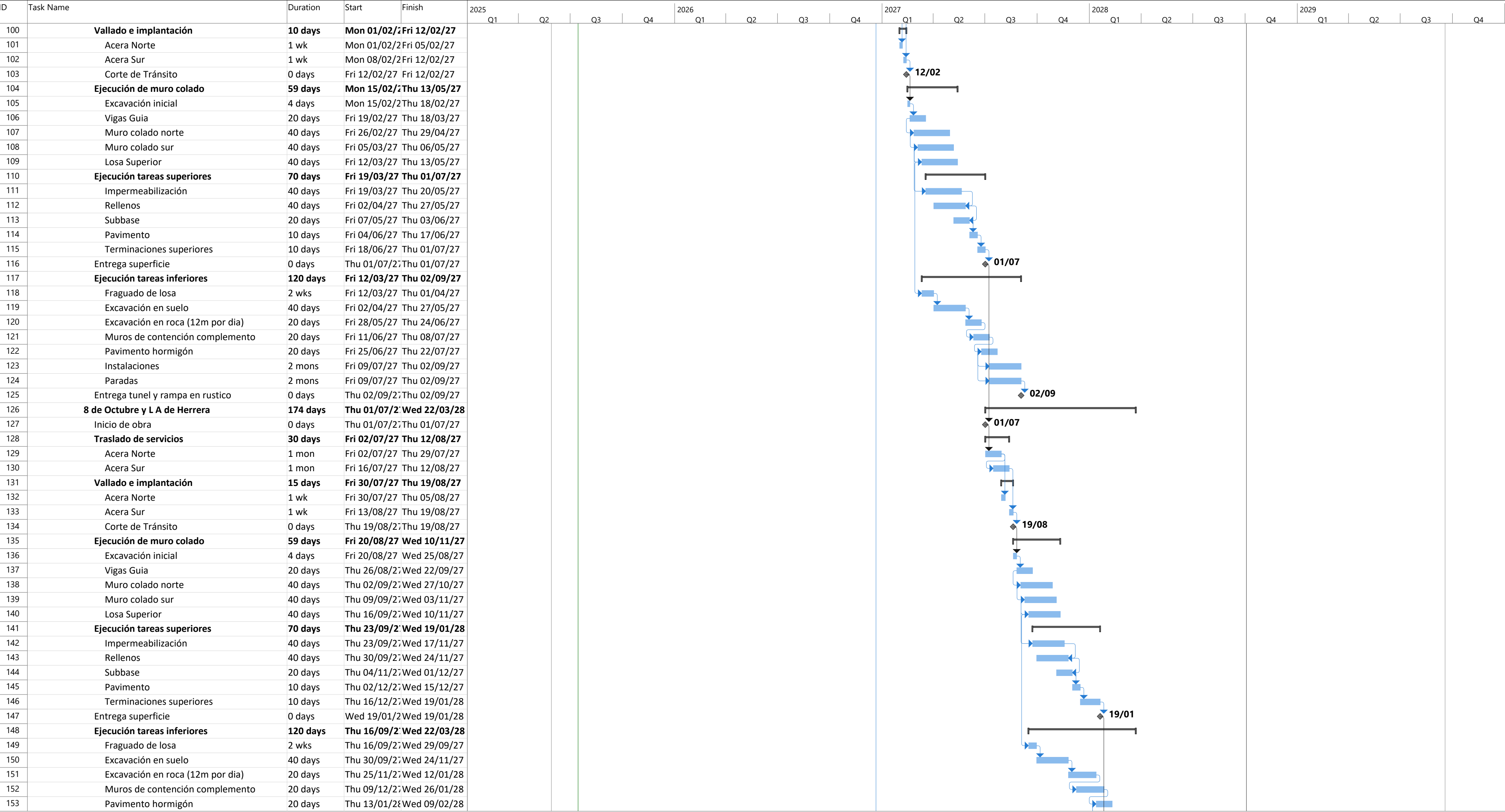
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

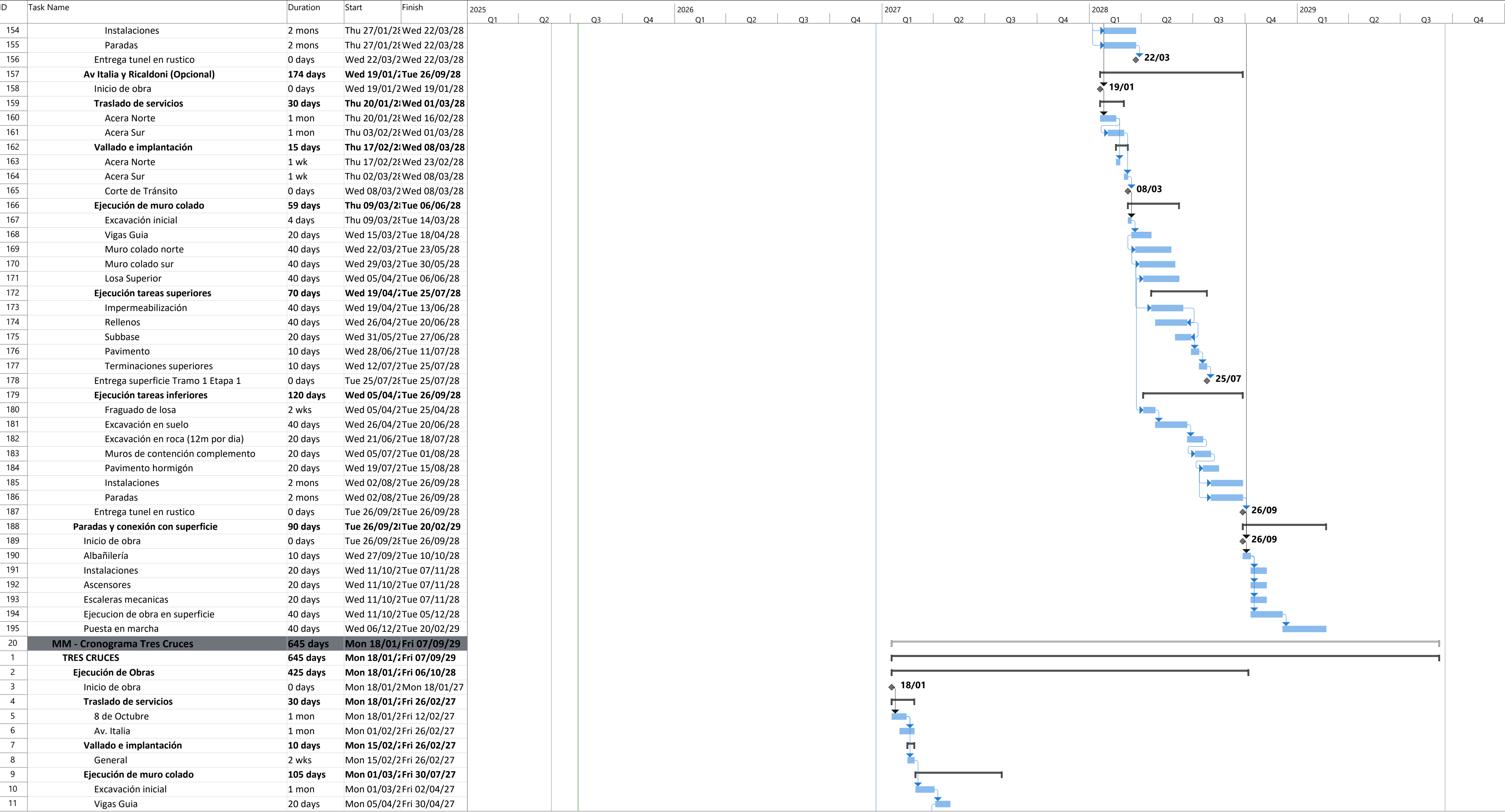
External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

◇

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

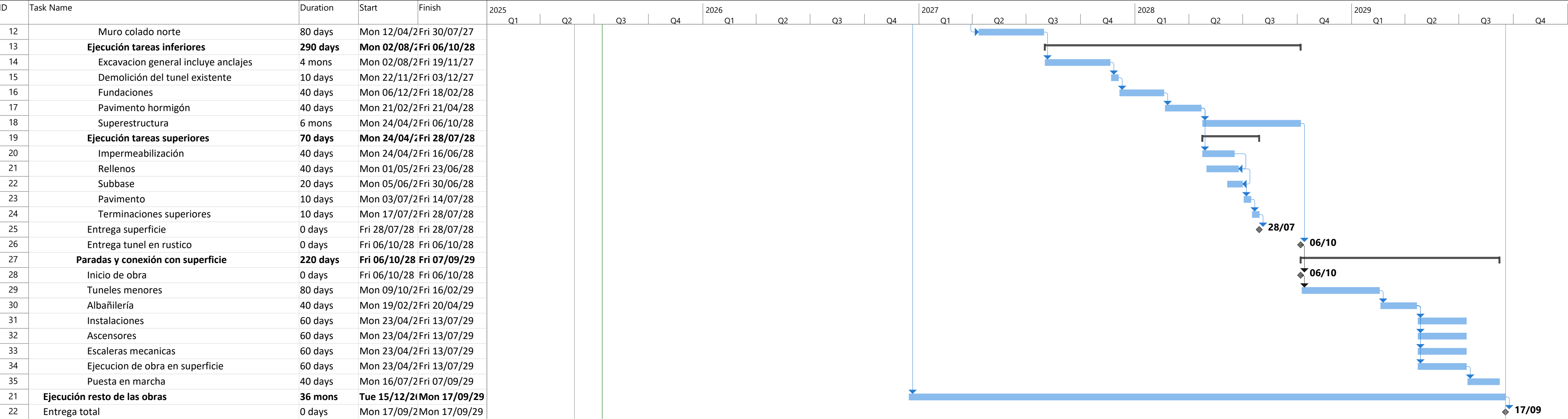
Progress

◇

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Tue 15/07/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress



Uruguay **(+598) 2711 7048**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**



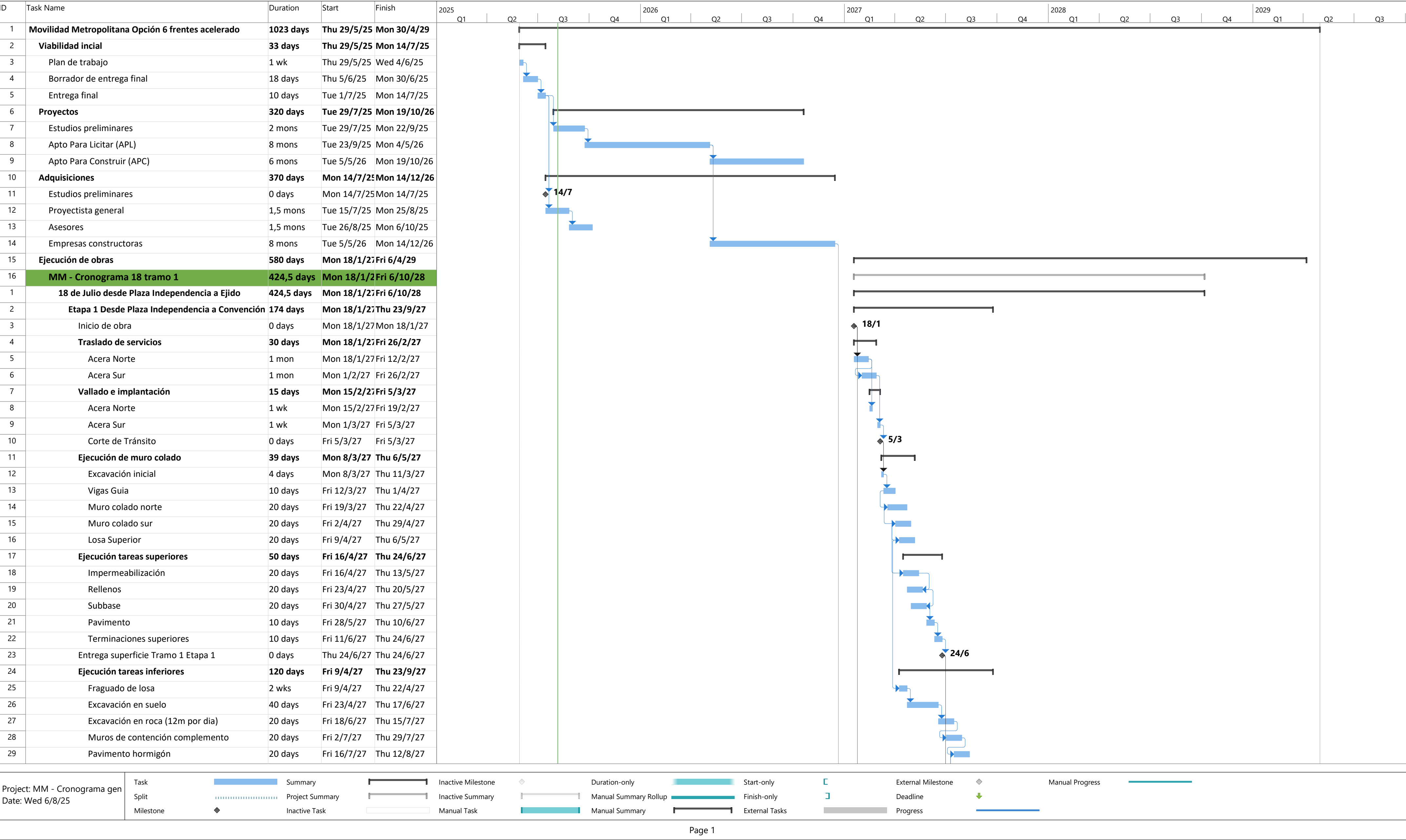
Uruguay (+598) 2711 7048

Paraguay (+595) 994 736 153

Estados Unidos (+1) 631 204 6096

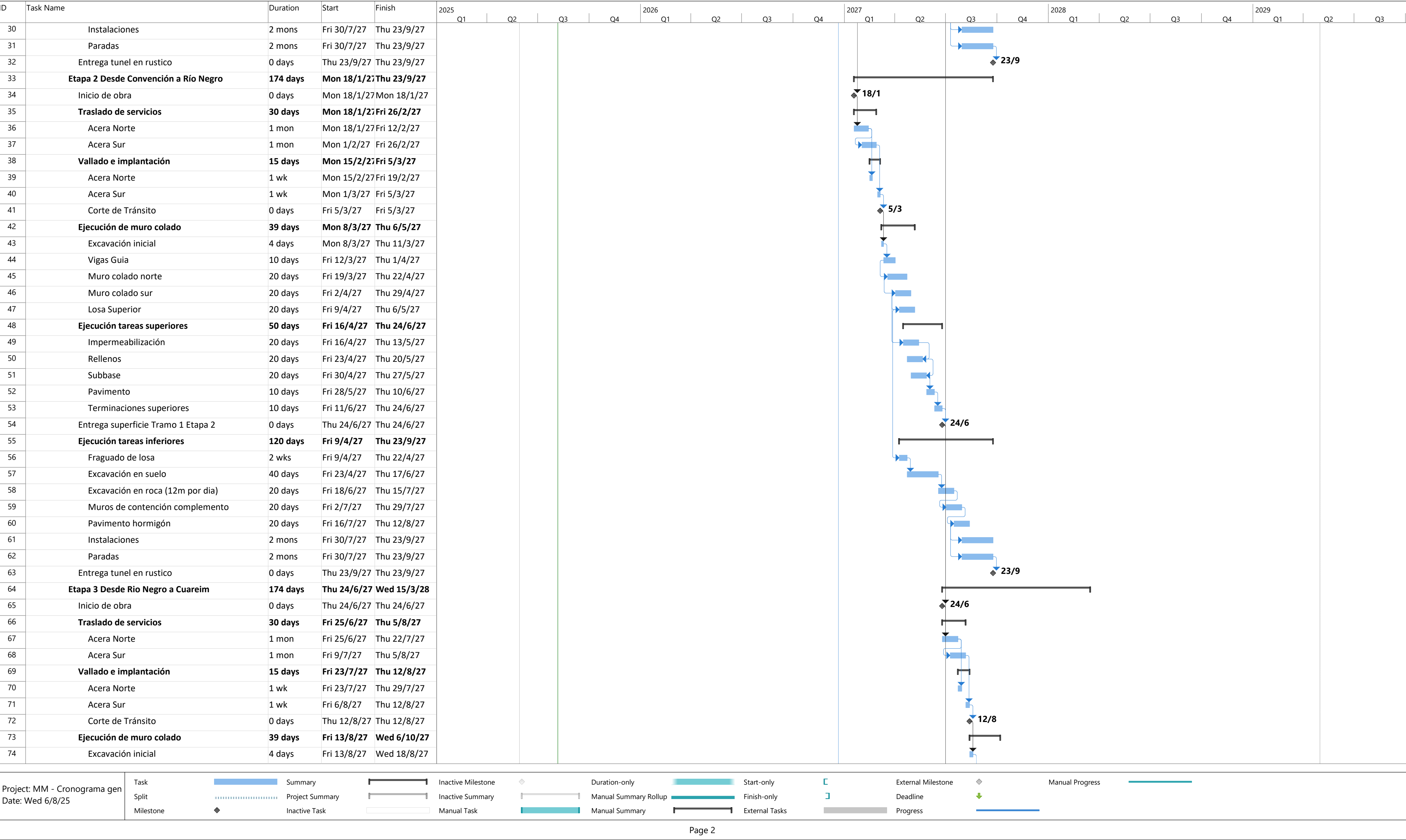
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



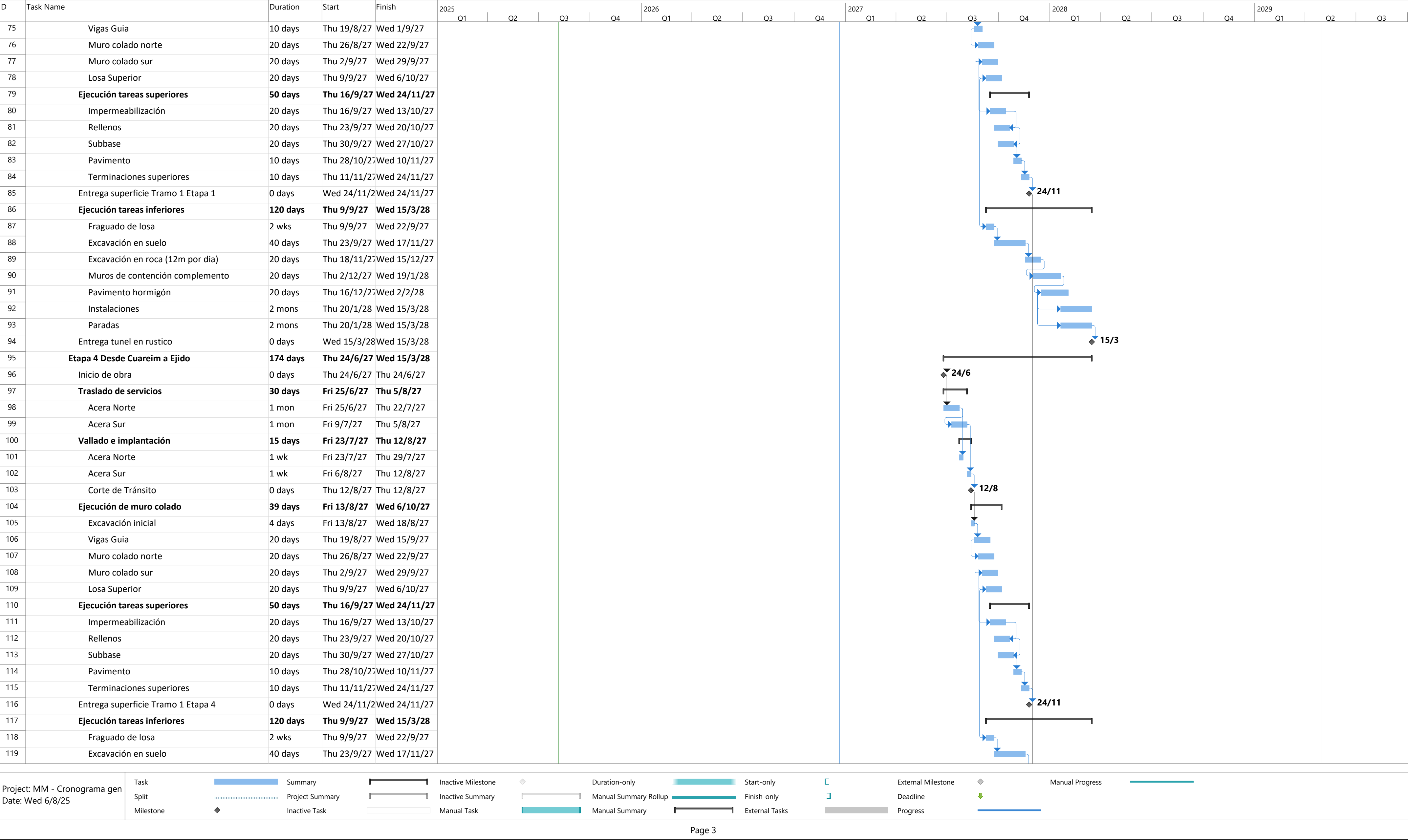
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



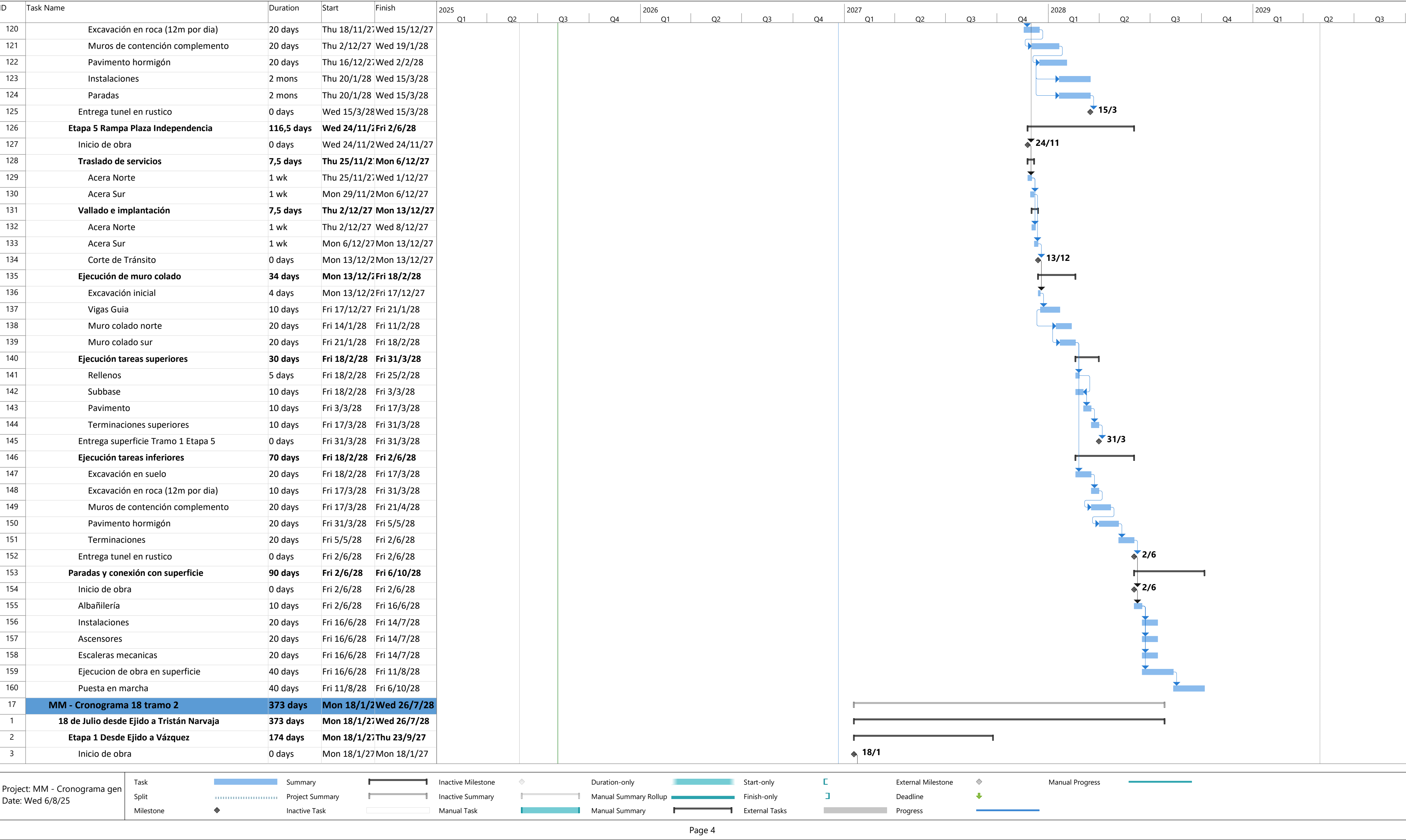
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



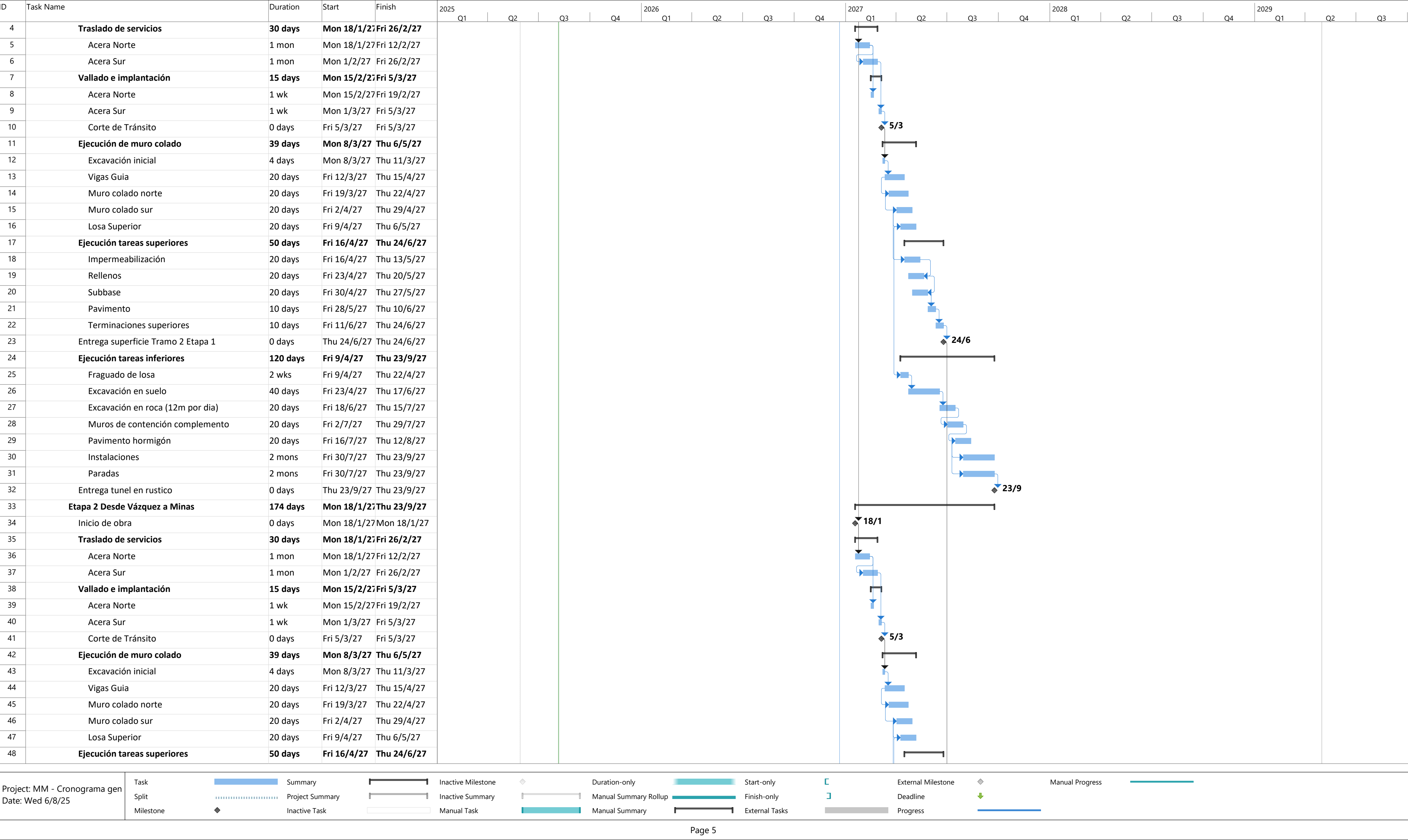
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Wed 6/8/25

Task

Split

Milestone

.....

◆

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

◆

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

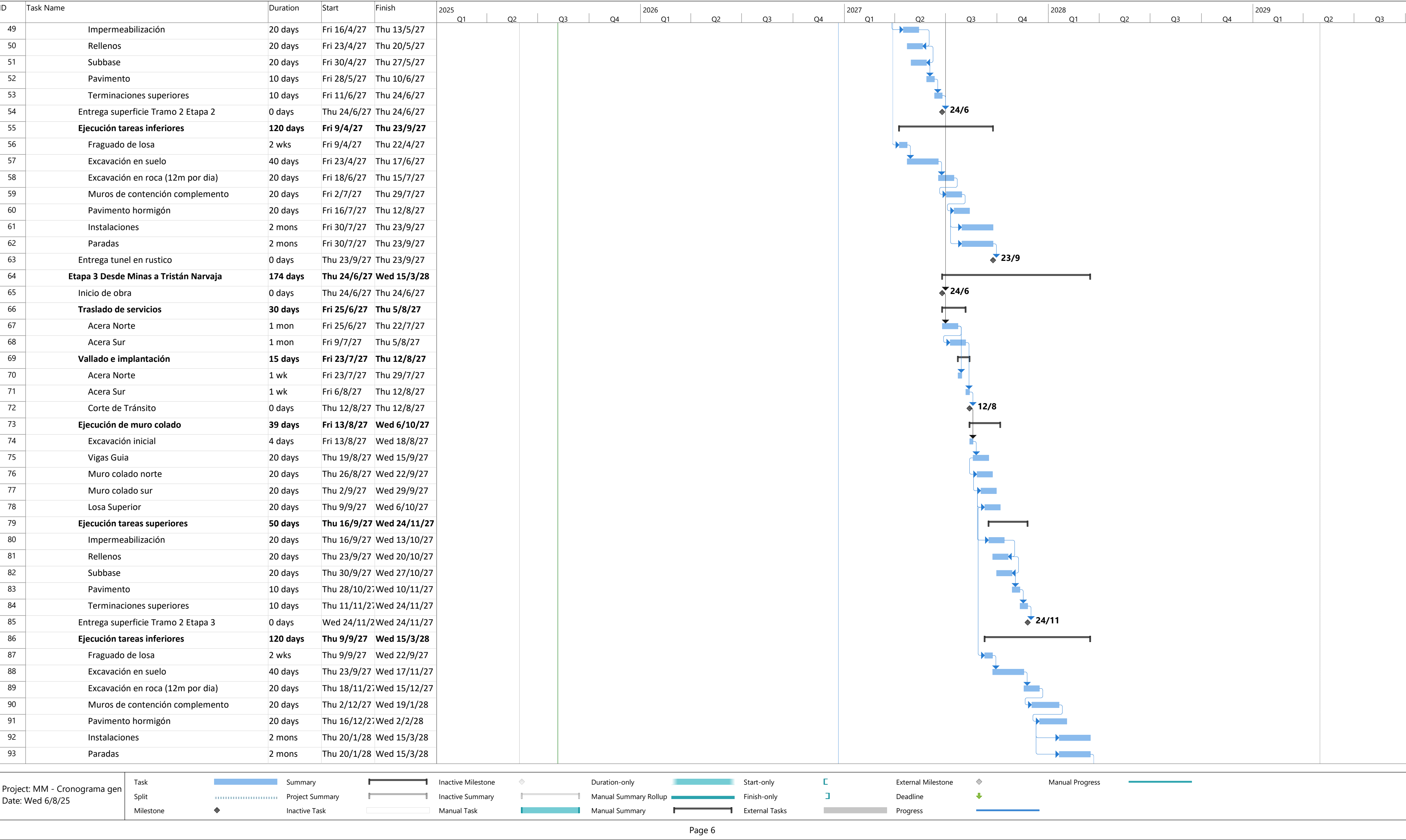
◆

↓

Manual Progress

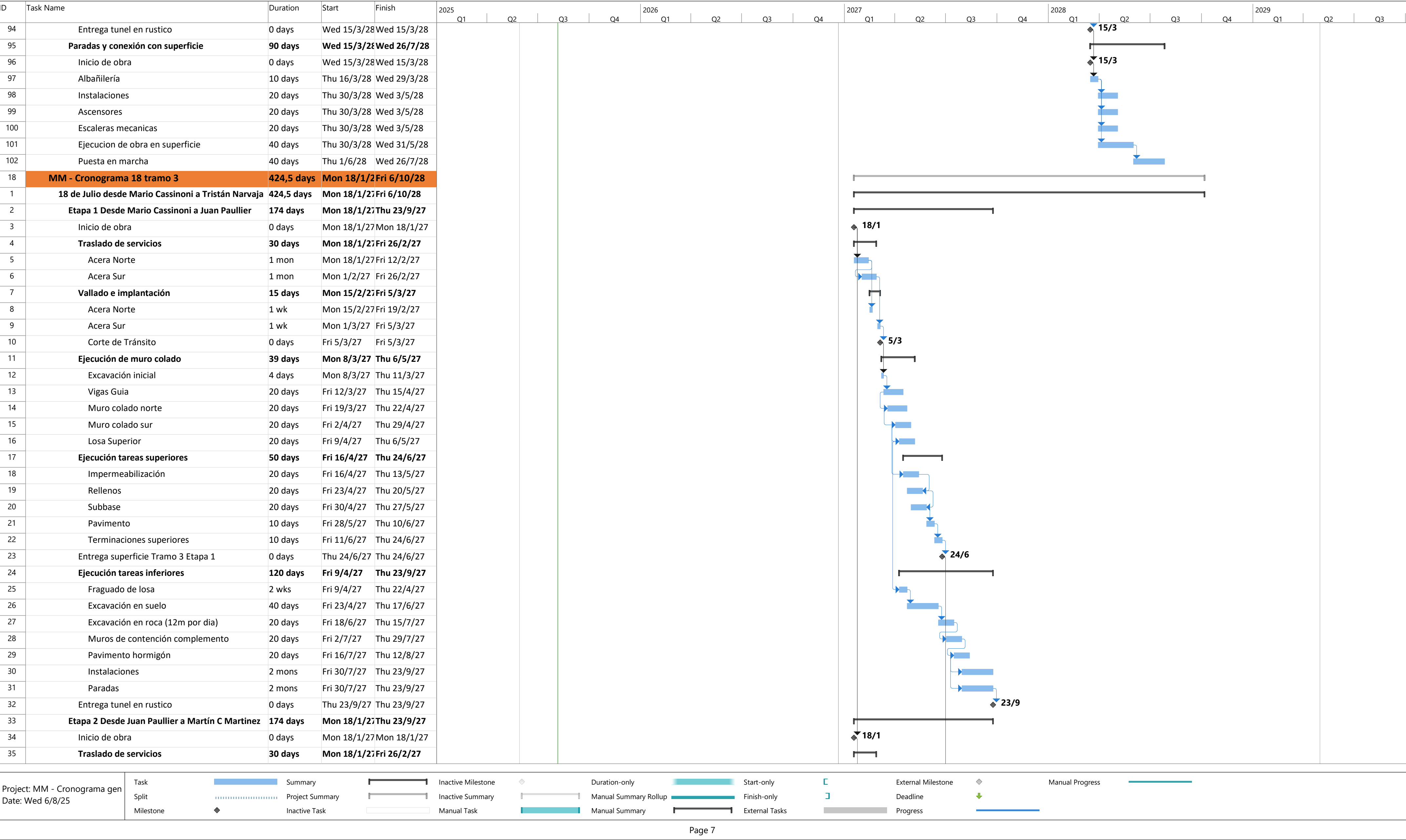
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Wed 6/8/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

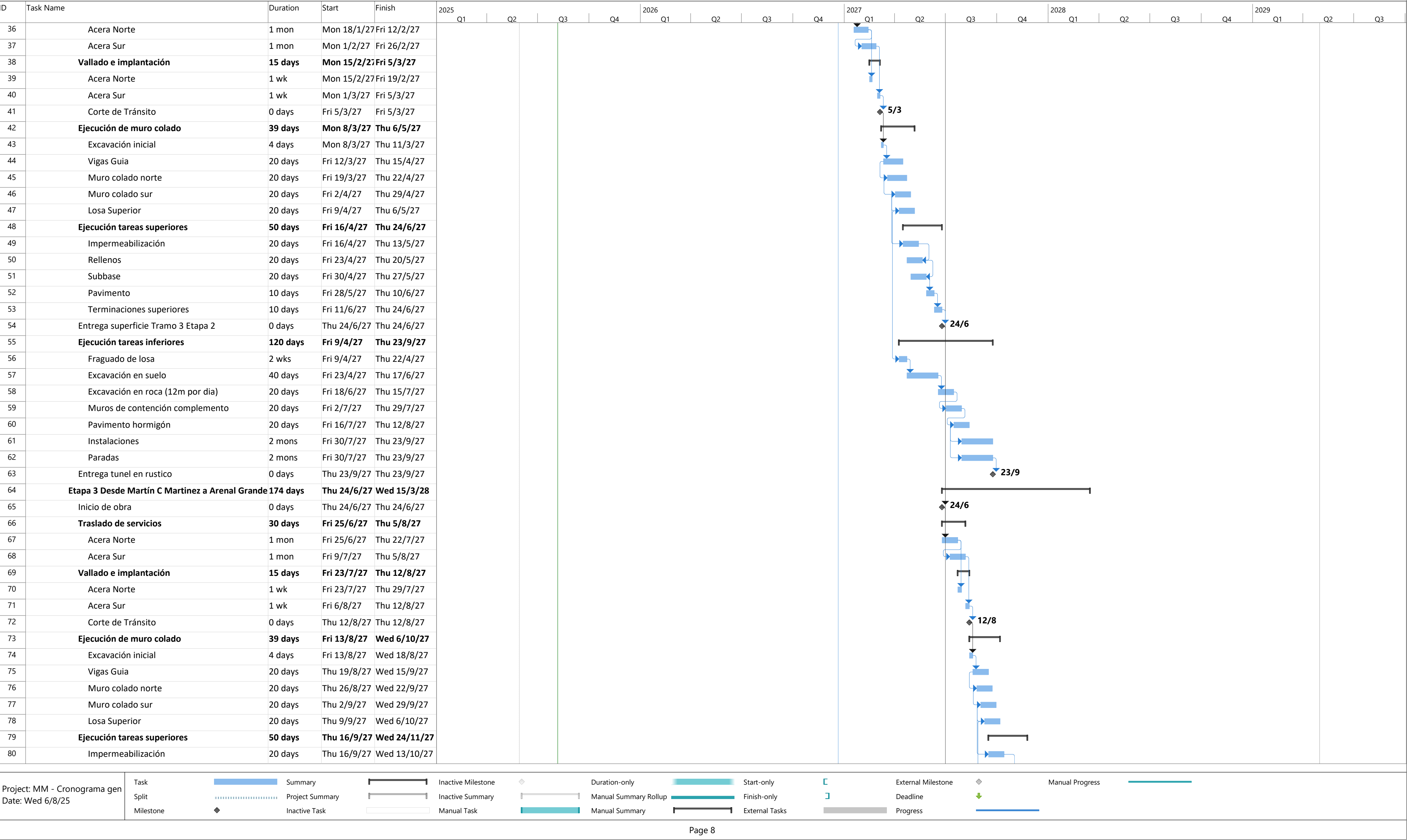
Deadline

Progress

Manual Progress

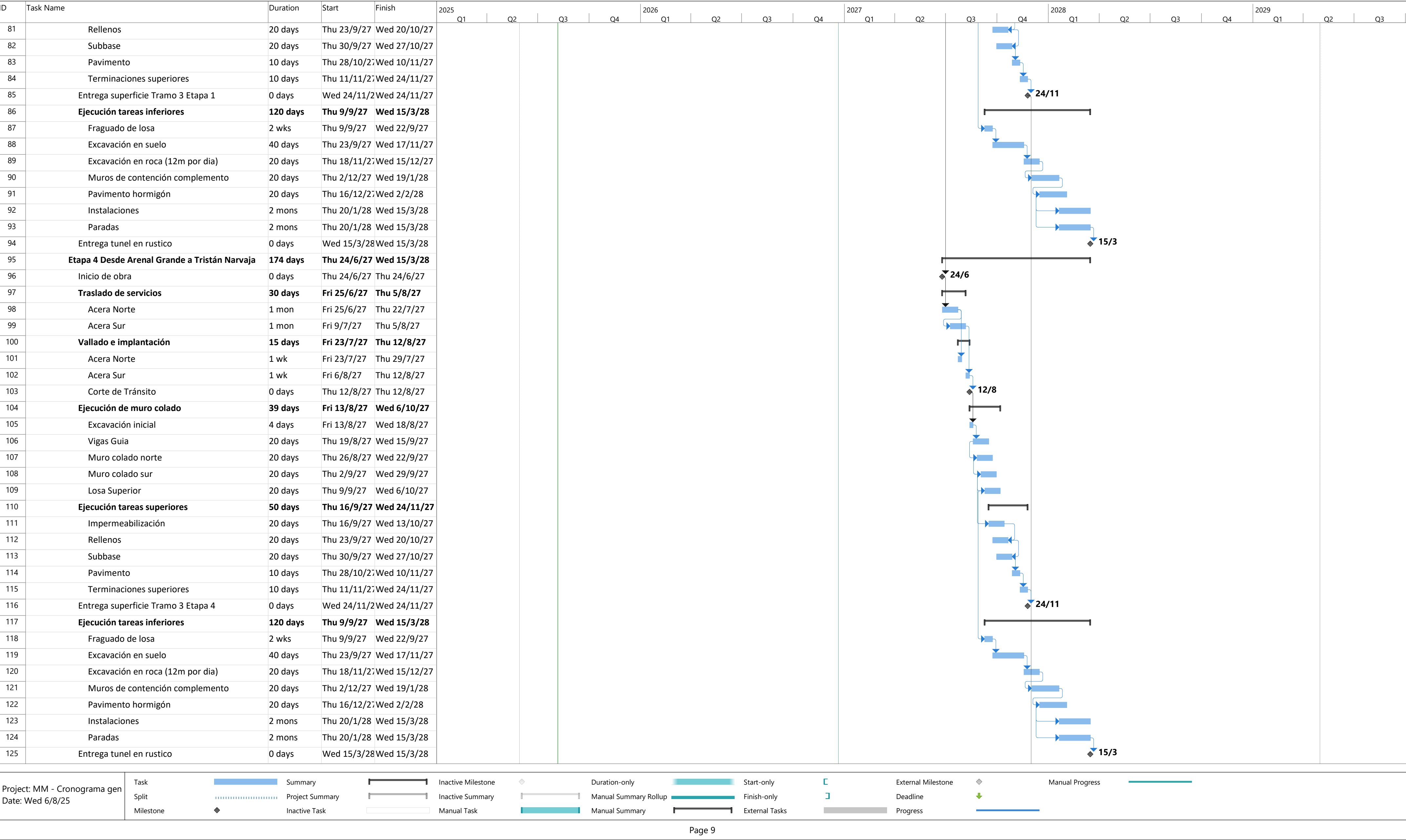
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Wed 6/8/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

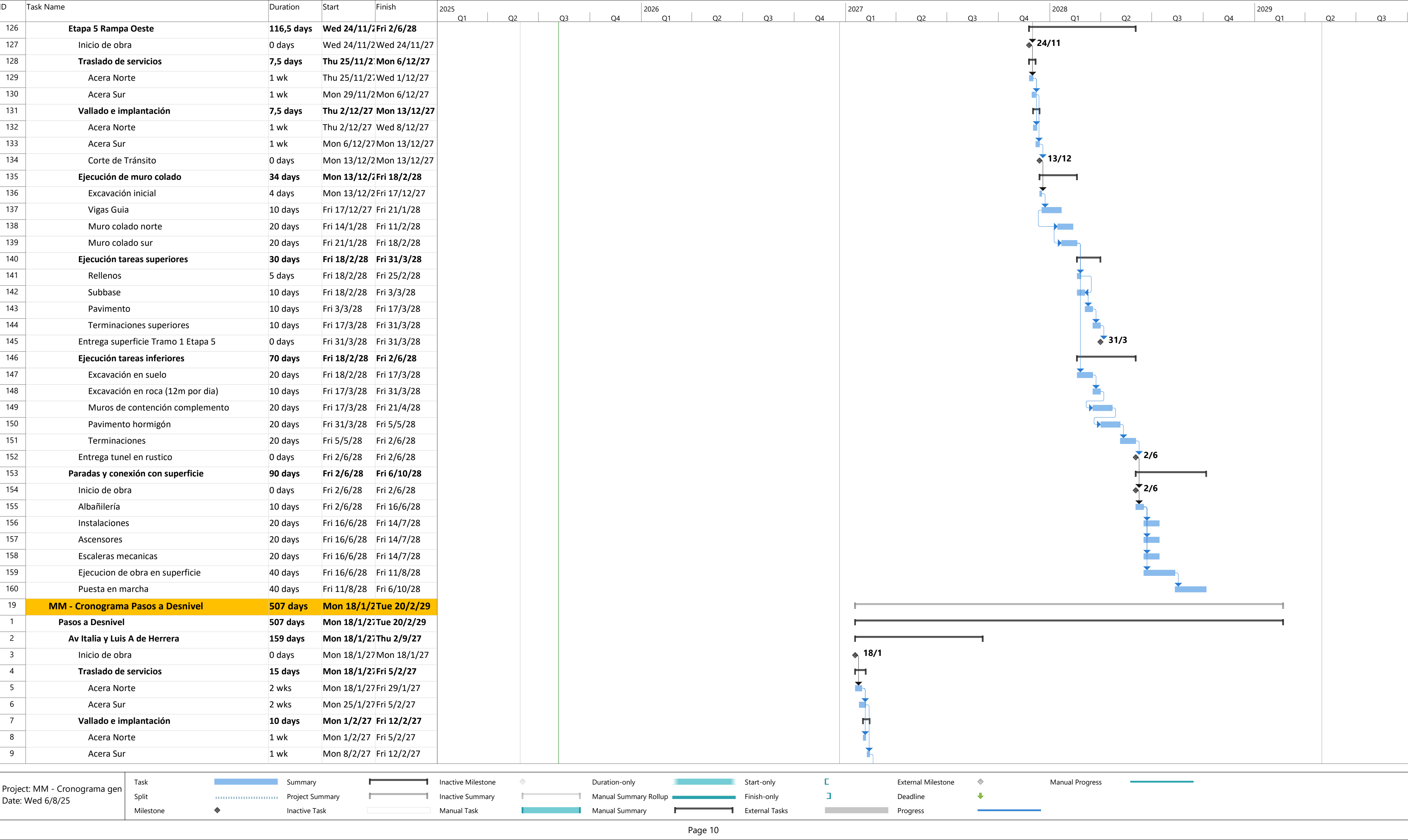
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Wed 6/8/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

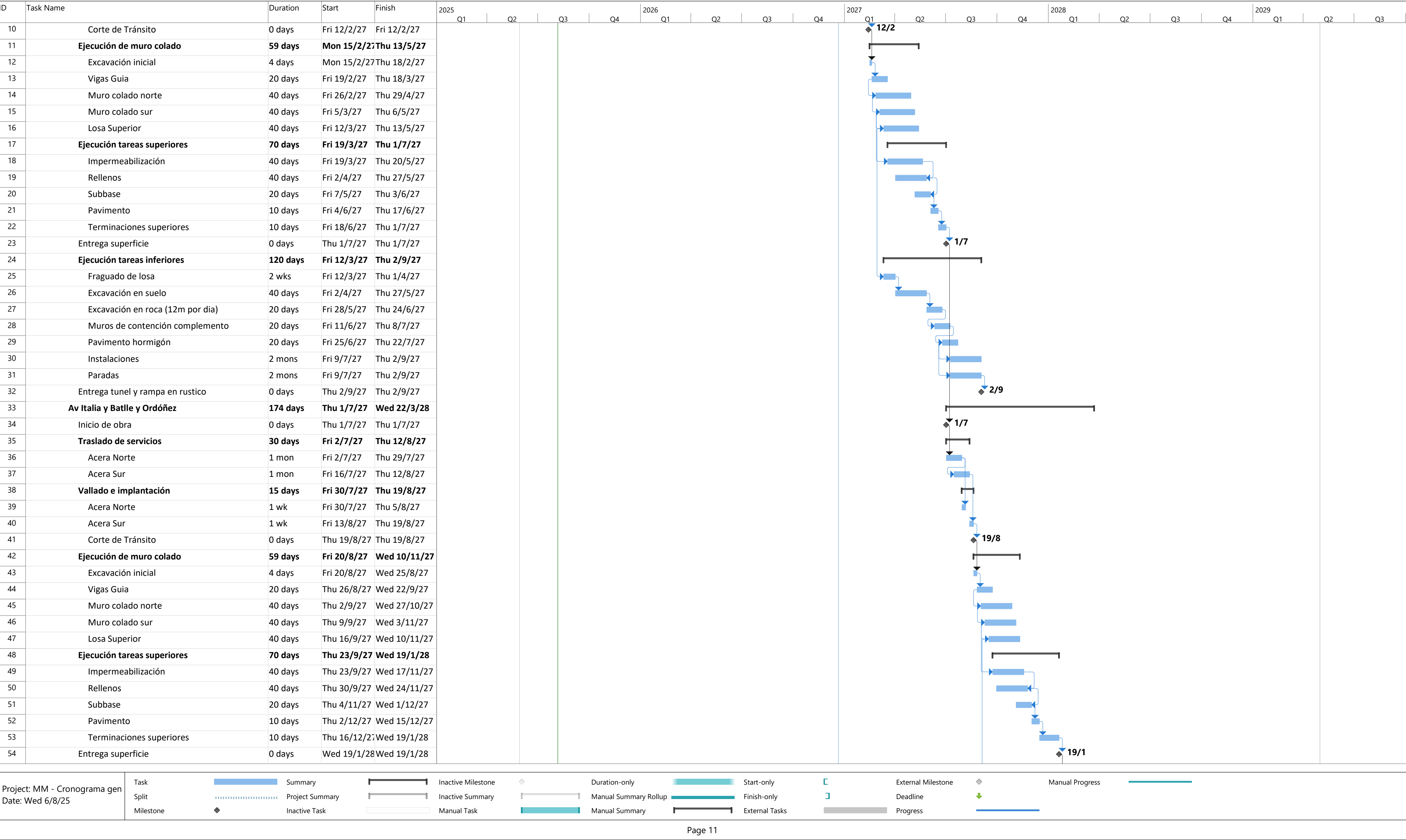
Deadline

Progress

Manual Progress

ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Wed 6/8/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

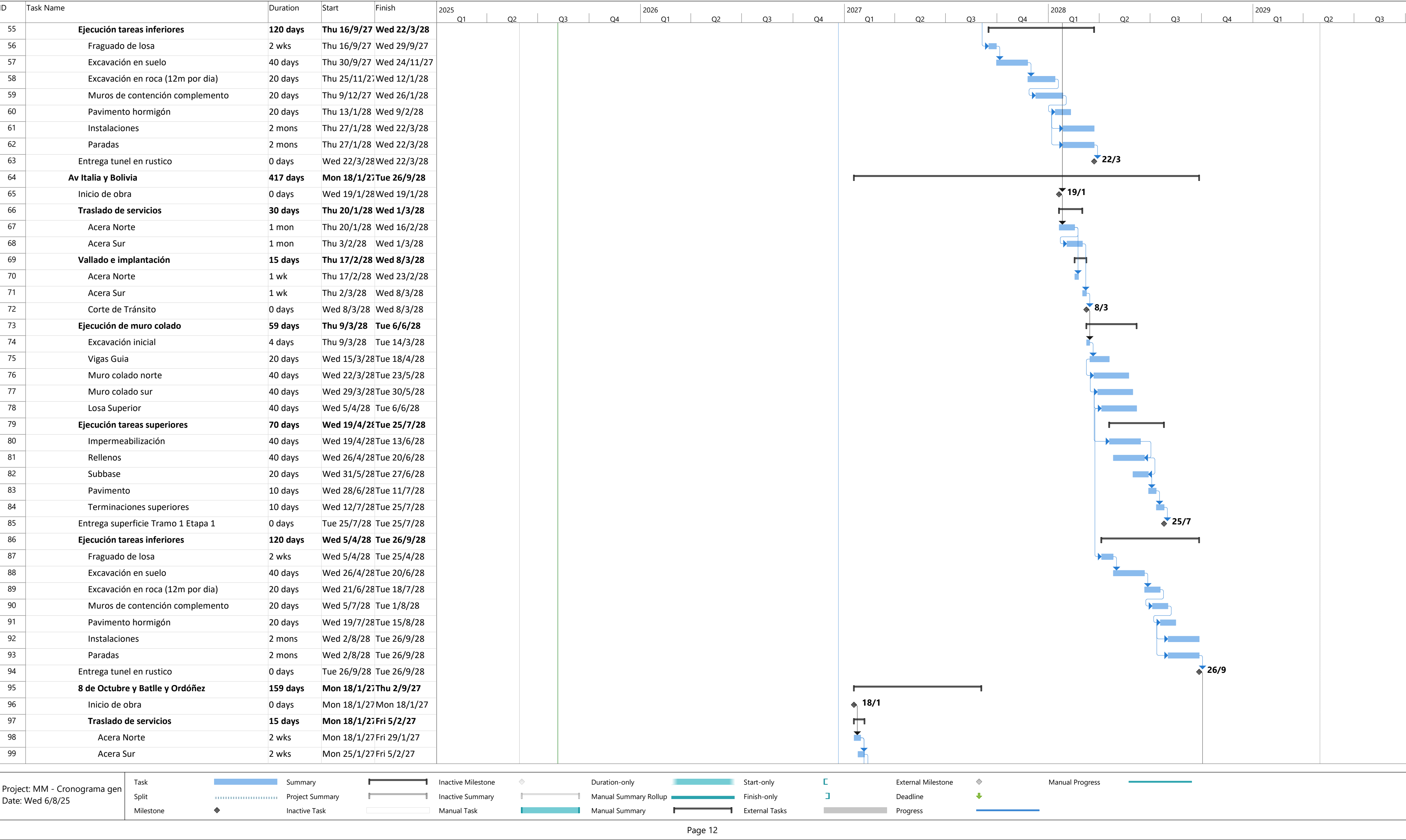
Deadline

Progress

Manual Progress

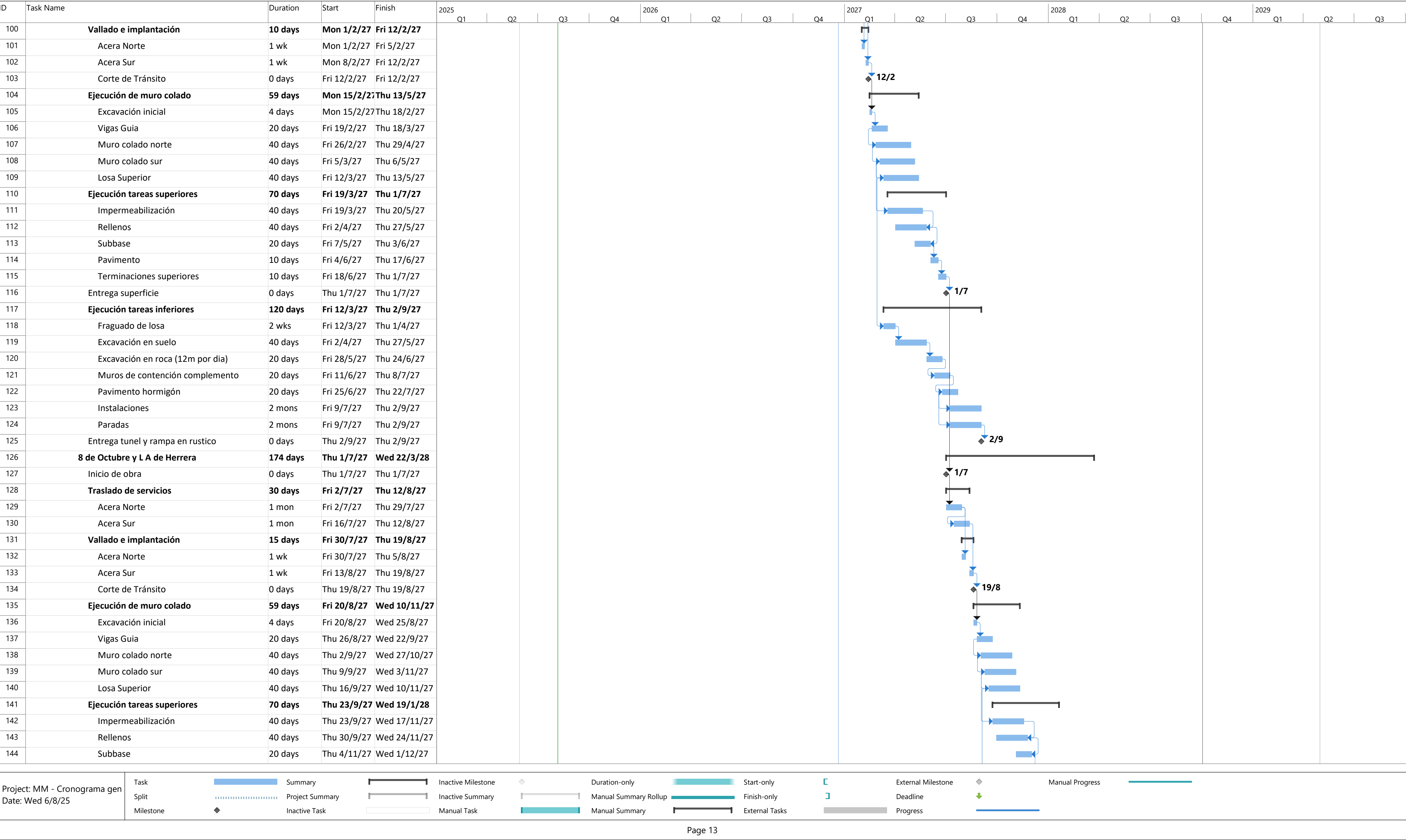
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



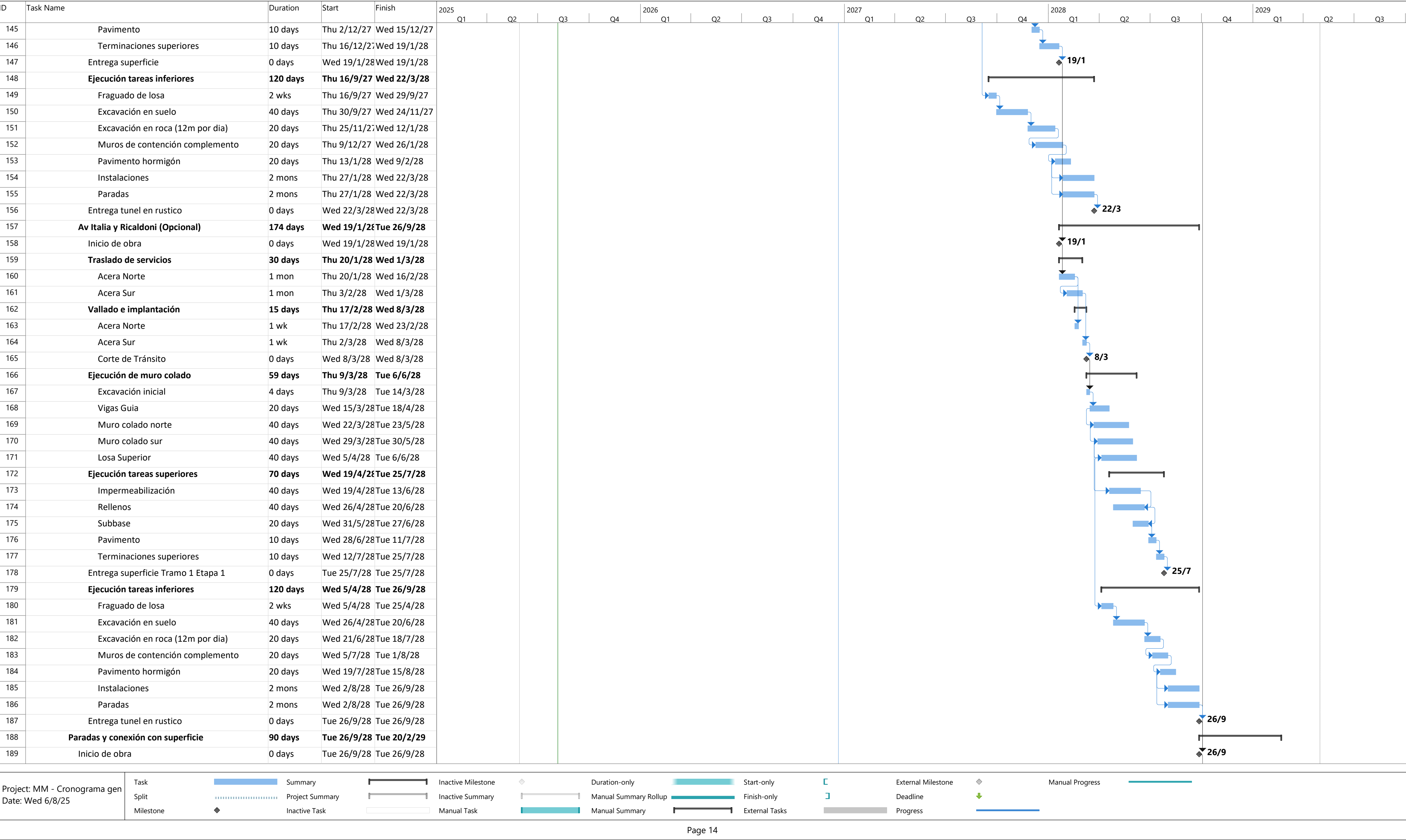
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



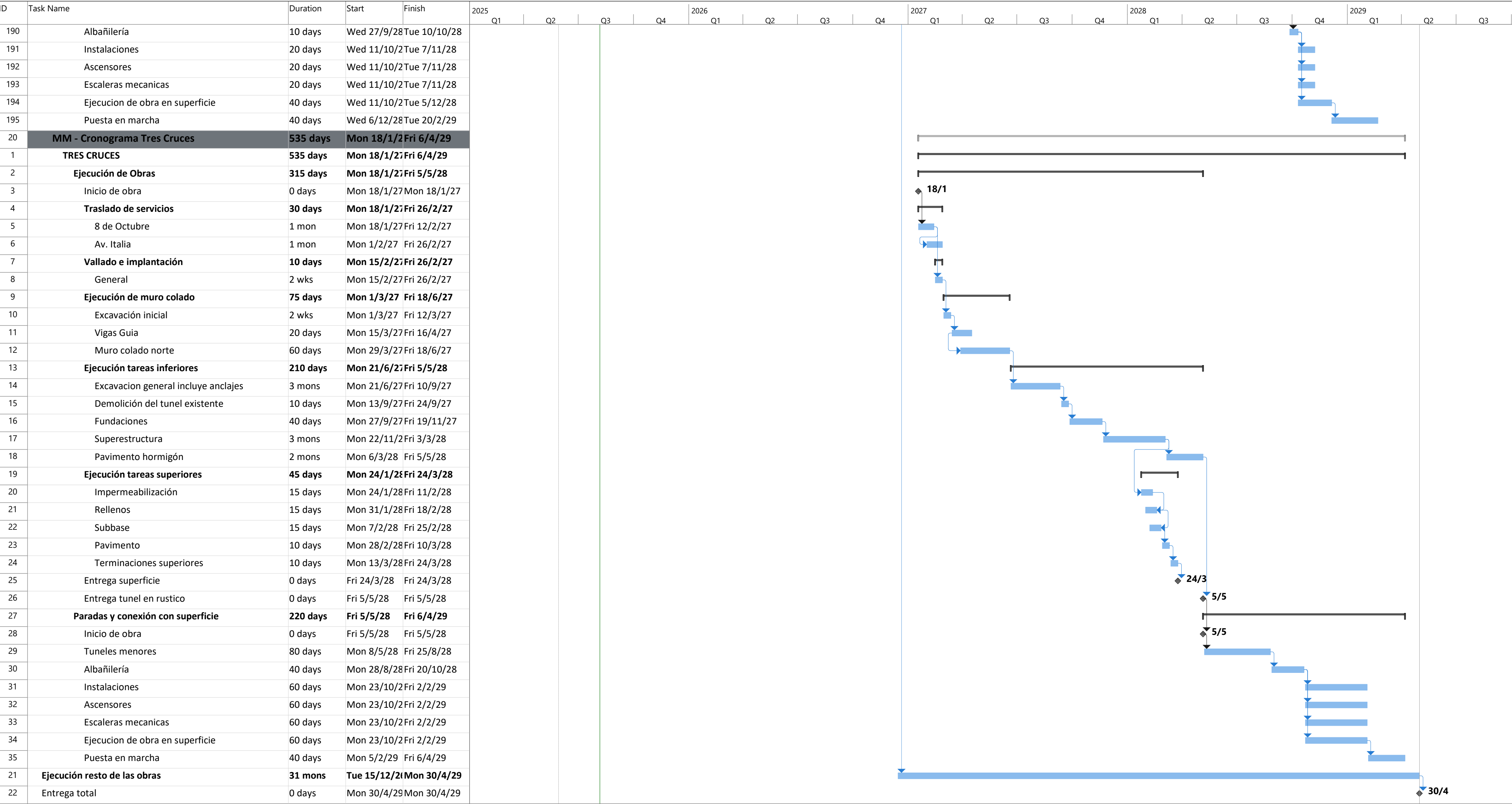
ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



ANEXO 5: CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS BÁSICAS CON OPCIONALES - OPCIÓN 6 FRENTES EN 18 DE JULIO

FECHA: 15/07/2025



Project: MM - Cronograma gen
Date: Wed 6/8/25

Task

Split

Milestone

Summary

Project Summary

Inactive Task

Inactive Milestone

Inactive Summary

Manual Task

Duration-only

Manual Summary Rollup

Manual Summary

Start-only

Finish-only

External Tasks

External Milestone

Deadline

Progress

Manual Progress



RDA



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

UR-T1279-P003

Capítulo 7 – Plan de Acelere

8/8/25 – REV. 00



REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	08/08/2025	DG/MG	Plan de acelere 18 y XXX



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1.	Situación de referencia y objetivos de acelere	4
2.	ESTRATEGIAS DE ACELERE	4
2.1.	Avenida 18 de Julio	4
2.2.	Tres Cruces	4
3.	IMPACTO EN COSTOS	5
3.1.	Escenario 1	5
3.2.	Escenario 2	6
3.3.	Escenario 3	6
3.4.	Escenario 4	6
4.	IMPACTO EN PLAZOS	6
4.1.	Duración estimada de las obras	6
4.2.	Cronograma general	6
4.3.	Plan de trabajo - Avenida 18 de Julio	7
4.3.1.	Secuencia de tareas	7
4.4.	Plan de trabajo – Tres Cruces.....	10
5.	IMPACTO EN RIESGOS	11
5.1.	Identificación de nuevos riesgos producto del plan de acelere	11
5.2.	Estrategias de mitigación propuestas	11
5.3.	Matriz de riesgos	12
6.	COMENTARIOS FINALES	13



1. INTRODUCCIÓN

A solicitud del contratante, se analizó la posibilidad de reducir el plazo de ejecución en dos de los tramos más relevantes del proyecto: Avenida 18 de Julio y Tres Cruces, con el objetivo de minimizar la afectación en superficie y anticipar la habilitación del corredor.

Este informe se desarrolla como complemento del Capítulo 6 – Planificación, costos y riesgos, manteniendo su estructura metodológica y criterios de base. Se introducen aquí nuevas hipótesis y estrategias específicas orientadas a evaluar la viabilidad de un plan de acelere, junto con sus impactos en costos, plazos, riesgos y de gestión.

Las nuevas hipótesis de trabajo mantienen el inicio de obras en enero de 2027, con un plazo total de ejecución de 28 meses, incluyendo licencias, feriados reglamentarios y un 10% de días perdidos por inclemencias del tiempo.

1.1. Situación de referencia y objetivos de acelere

- Avenida 18 de Julio: Se plantea la ejecución de los tres tramos con seis frentes simultáneos, afectando aproximadamente el 50% de la superficie en paralelo. El plazo total de obra estimado es de 21 meses, con una afectación en superficie de 10 meses, salvo trabajos puntuales en estaciones.
- Tres Cruces: plazo total de obra estimado en 27 meses, con afectación en superficie durante 14 meses.

El objetivo del plan de acelere es reducir la duración de las actividades más críticas para acortar la afectación superficial y anticipar la finalización de ambos tramos.

2. ESTRATEGIAS DE ACELERE

2.1. Avenida 18 de Julio

Para este tramo se propone una estrategia intensiva que permita reducir el plazo total y concentrar la afectación superficial. Las principales medidas son:

- Duplicación de recursos: incremento de maquinaria y personal para tareas que afectan la superficie, manteniendo el ritmo de trabajo en actividades bajo superficie.
- Flexibilidad en métodos constructivos: ejecución de muros de contención utilizando indistintamente muro colado o cortina de pilotes, ampliando la disponibilidad de equipos y reduciendo riesgos de demoras por falta de recursos.
- Secuencias optimizadas: priorización de trabajos en superficie y liberación temprana de sectores ya completados.

2.2. Tres Cruces

Para el tramo de Tres Cruces se proponen las siguientes medidas específicas:

- Aceleración de muros de contención: incremento de equipos y optimización del diseño para reducir tiempos de ejecución.



- Flexibilidad en métodos constructivos: misma estrategia que en 18 de Julio, aplicando muro colado o cortina de pilotes según disponibilidad.
- Cambio en la secuencia estructural: ejecución de la losa superior antes de completar la estructura inferior, permitiendo liberar antes la superficie y avanzar en paralelo con otras tareas.

3. IMPACTO EN COSTOS

La aplicación de las estrategias planteadas en los puntos anteriores implica un incremento en los costos estimados, principalmente por:

- Mayor dotación de personal y equipos.
- Horas extra y turnos extendidos.
- Mayor exigencia en logística y supervisión.

Manteniendo la metodología de estimación utilizada en el Capítulo 6 (enfoque bottom-up), y considerando un margen de incertidumbre del orden de $\pm 15\%$, se actualizan los valores de inversión para los siguientes escenarios:

- Escenario 1 – Obras básicas
- Escenario 2 – Obras básico con Av. 18 de Julio subterránea desde Arenal Grande hasta Tres Cruces.
- Escenario 3 – Obras básicas con Ricaldoni. Incorpora a las obras básicas la intervención en el cruce de Av. Italia y Ricaldoni.
- Escenario 4 – Obras básicas y todas las intervenciones opcionales: considera la ejecución del conjunto completo de intervenciones, sumando todas las obras opcionales al esquema base.

En base a estos escenarios, los nuevos montos de inversión estimados son los siguientes:

- Escenario 1: USD 214.818.666,39 (incluye leyes sociales)
- Escenario 2: USD 252.325.745,38 (incluye leyes sociales)
- Escenario 3: USD 224.008.450,20 (incluye leyes sociales)
- Escenario 4: USD 261.515.529,19 (incluye leyes sociales)

*los valores descriptos no incluyen IVA



Se desglosa la información obrante en el “Capítulo 7: Plan de acelere – 3: Impacto en costos”, en lo que refiere a los cuadros que identifica desarrollos en cada uno de los escenarios, en atención a que la información ha sido declarada confidencial conforme a la Resolución N°21 de fecha 9 de febrero de 2026.

4. IMPACTO EN PLAZOS

4.1. Duración estimada de las obras

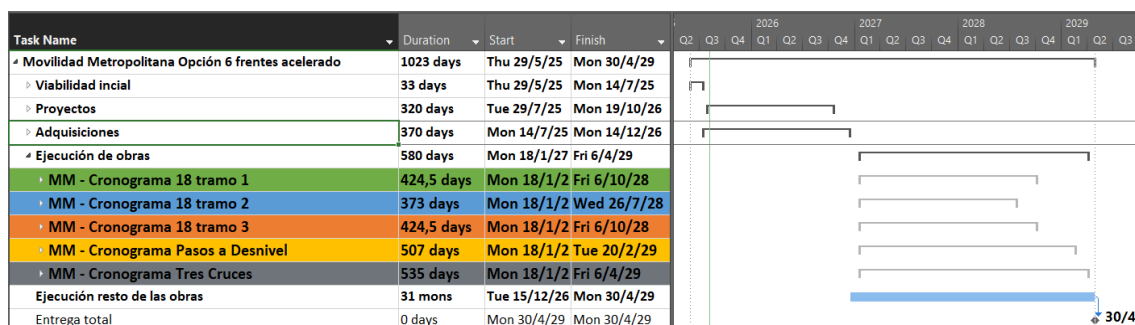
La ejecución con seis frentes simultáneos en 18 de Julio y el rediseño de la secuencia constructiva en Tres Cruces permite una reducción en los plazos globales:

- 18 de Julio: plazo total estimado de 21 meses, con afectación superficial de 10 meses. Esto representa una reducción de 2 meses respecto al análisis base del Capítulo 6.
- Tres Cruces: plazo total estimado de 27 meses, con afectación superficial de 14 meses, lo que implica una reducción de 5 meses respecto al cronograma base.

Estas mejoras resultan de una mayor simultaneidad de tareas, necesidad de mayor disponibilidad de recursos y ajustes metodológicos orientados a liberar la superficie antes del cierre estructural completo.

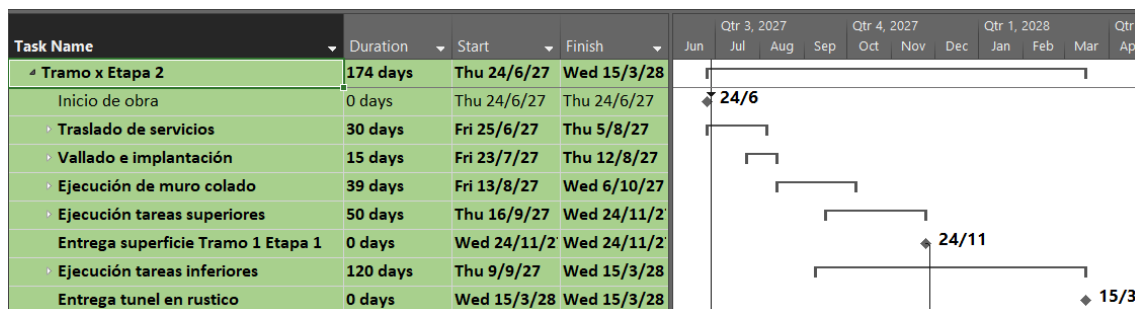
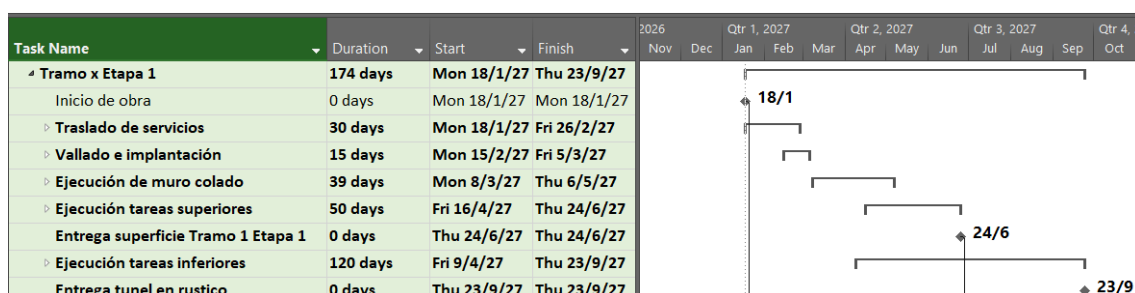
4.2. Cronograma general

El cronograma reducido elaborado para este escenario considera los mismos hitos y lógica de desarrollo que el presentado en el Capítulo 6, pero ajustado a las nuevas duraciones por tramo. Este cronograma se aplica de forma equivalente a todos los escenarios analizados (obra básica y alternativas opcionales).



4.3. Plan de trabajo - Avenida 18 de Julio

La afectación en superficie para el tramo de Av. 18 de Julio se estima en 5 meses para cada etapa, mientras que el fin de la obra rustica se estima en 8 meses por frente.

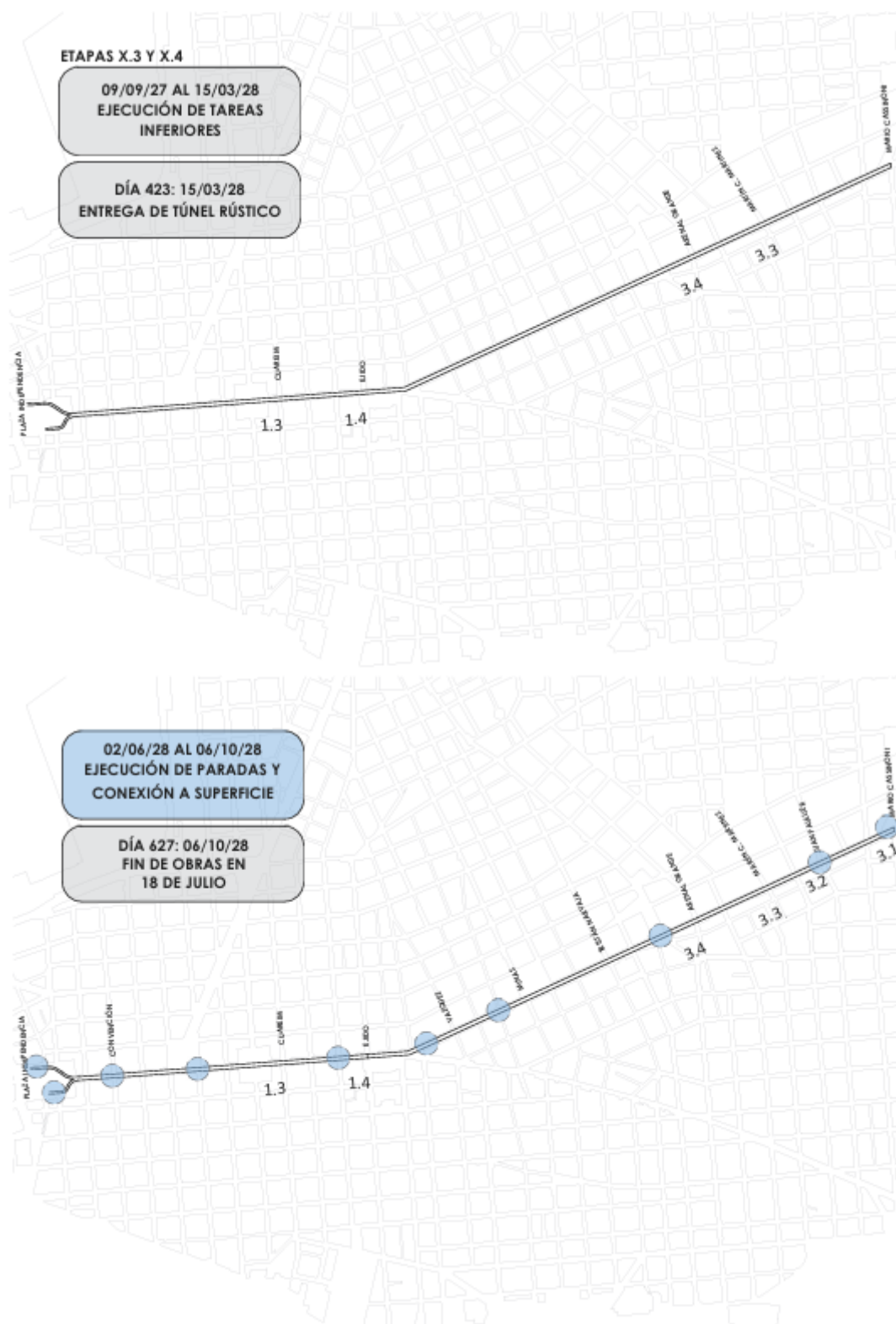


4.3.1. Secuencia de tareas

A continuación, un esquema en planta donde se grafica la secuencia de ejecución en planta para las obras planteadas por 18 de julio:







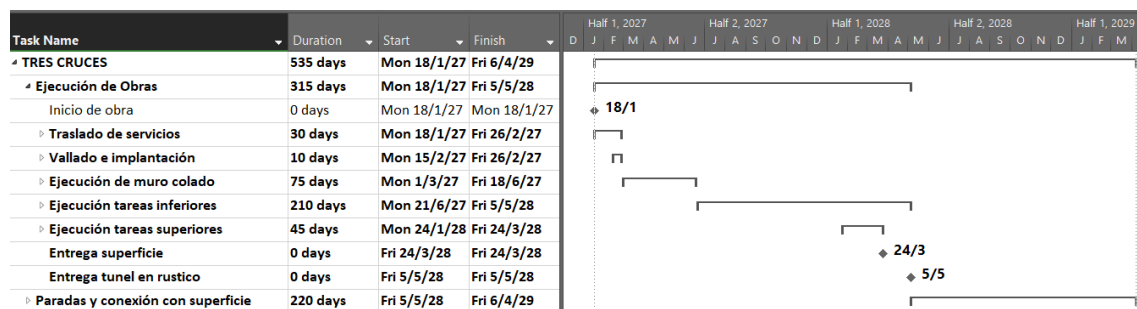
4.4. Plan de trabajo – Tres Cruces

En este tramo, la intervención se realizará mayoritariamente a cielo abierto, con cierre total de la zona por un período de 14 meses. Se empleará muro colado como solución preferente, y se propone como



alternativa la ejecución anticipada de la losa superior para restablecer el tránsito antes del cierre estructural.

Se adjunta plan de trabajo planteado para esta zona:



5. IMPACTO EN RIESGOS

5.1. Identificación de nuevos riesgos producto del plan de acelere

La implementación de un esquema acelerado, con múltiples frentes simultáneos y turnos extendidos, introduce una serie de riesgos adicionales respecto al cronograma base. Estos riesgos están vinculados a la mayor complejidad operativa, a la exigencia de recursos técnicos y humanos en plazos concentrados, y a la necesidad de mantener estándares de calidad y seguridad en condiciones más exigentes.

Entre los riesgos principales identificados se destacan:

- Saturación del mercado local de equipos y mano de obra especializada.
- Disminución de la productividad por alta simultaneidad de tareas.
- Aumento del riesgo de incidentes por intensificación del ritmo de obra.
- Riesgos logísticos y contractuales asociados a turnos extendidos y mayor presión operativa.
- Posibles restricciones en la disponibilidad de equipos específicos (ej. equipos para muro colado).
- Riesgos laborales derivados de cambios en condiciones de trabajo o jornadas atípicas.

5.2. Estrategias de mitigación propuestas

Para minimizar la probabilidad y el impacto de estos riesgos, se propone una estrategia de mitigación basada en cuatro ejes:

- Planificación anticipada: validación de VECA de las principales empresas del sector, acuerdos de disponibilidad de recursos y estructuración clara de los paquetes de obra.
- Flexibilidad técnica: consideración de métodos constructivos alternativos (como cortina de pilotes) para asegurar continuidad en obra ante limitaciones de disponibilidad.
- Gestión reforzada de seguridad y logística: diseño de un plan específico de seguridad para el escenario acelerado, con medidas diferenciadas para turnos nocturnos, simultaneidad de tareas y zonas de interferencia.
- Relación laboral proactiva: comunicación anticipada con gremios, definición clara de condiciones de trabajo y eventuales incentivos por cumplimiento de metas en condiciones especiales.

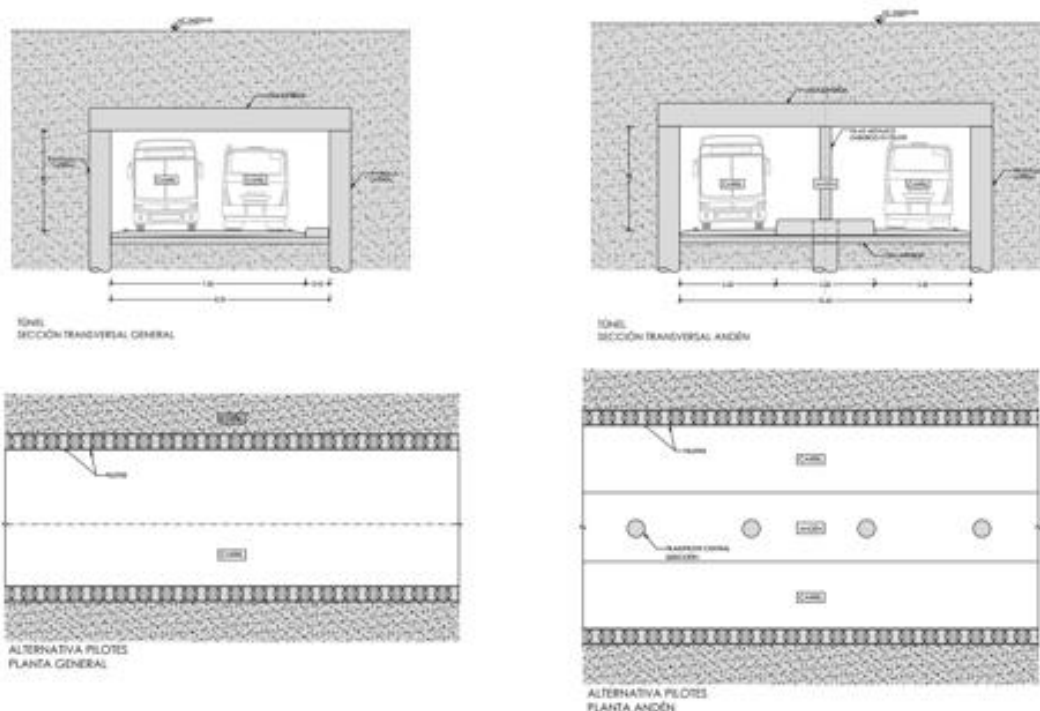


5.3. Matriz de riesgos

A efectos de consolidar este análisis de plan de acelere en los tramos de Av. 18 de Julio y Tres Cruces, se presenta la siguiente matriz de riesgos que resume los factores identificados, su clasificación cualitativa y las medidas propuestas:

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Clasificación	Estrategia de mitigación
Saturación del mercado local de equipos y mano de obra especializada	Media	Alta	Critico	Relevamiento anticipado de capacidad de mercado (VECA); diversificación de proveedores; posibilidad de contratación de empresas externas.
Disminución de productividad por alta simultaneidad de frentes	Media	Alta	Critico	Planificación detallada de secuencias; coordinación centralizada de recursos; ajuste dinámico de cronograma ante interferencias.
Aumento de incidentes de seguridad por turnos extendidos y mayor concentración de tareas	Media	Alta	Critico	Plan de seguridad específico para el plan de acelere; rotación de personal; supervisión reforzada en horarios nocturnos y fines de semana.
Riesgos en la disponibilidad de equipos para la ejecución de obras mediante el método constructivo muro colado.	Alta	Media	Crítico	Alternativa de método constructivo: cortina de pilotes. *
Retrasos en suministros por aumento de demanda simultánea	Media	Media	Moderada	Contratos de suministro con entrega programada; acopio estratégico previo; proveedores alternativos identificados.
Incremento de costos por horas extra, turnos adicionales y sobreuso de equipos	Alta	Medio	Alto	Control presupuestal continuo; priorización de tareas críticas; negociación de tarifas por volumen/horario extendido
Riesgo de conflictos laborales por cambios en jornada o condiciones de trabajo	Media	Alta	Critico	Negociación temprana con gremios; comunicación clara de condiciones; incorporación de incentivos por productividad.

* Se detalla a continuación el método constructivo alternativo planteado: Cortina de Pilotes:



6. COMENTARIOS FINALES

El plan de acelere para Avenida 18 de Julio y Tres Cruces permitirá reducir la afectación en superficie y optimizar el plazo total de ejecución, con impacto en el incremento de costos y de una gestión más intensiva de riesgos.

Respecto a los plazos, la reducción en el plazo total de ejecución es de 100 jornadas efectivamente trabajadas (aproximadamente 5 meses calendario), manteniendo el inicio de las obras en enero de 2027 y culminando la totalidad de estas para abril de 2029.

También se ven reducidos los tiempos de afectación de las obras a nivel superficial. En este nuevo escenario las obras superficiales de Tres Cruces se desarrollan en 14 meses, mientras que las de Av. 18 de Julio lo hacen en 10 meses.

Desde el punto de vista económico, el plan implica un incremento en los costos producto de la mayor dotación de recursos, el trabajo en turnos extendidos y la logística reforzada. Estos incrementos han sido contemplados en los nuevos estimados incluidos en este capítulo, manteniendo una estructura metodológica coherente con el análisis base.

A continuación, se detallan los incrementos mencionados del plan de acelere con respecto a lo analizado en el capítulo 6.:

ESCENARIO	INCREMENTO DE COSTOS POR PLAN DE ACELERE (incluye LLSS)
-----------	---------------------------------------------------------



1 – Obras básicas	USD 5,335,730.87
2 – Obras básico con Av. 18 de Julio subterránea desde Arenal Grande hasta Tres Cruces.	USD 6,757,497.88
3 – Obras básicas con Ricaldoni. Incorpora a las obras básicas la intervención en el cruce de Av. Italia y Ricaldoni.	USD 5,335,730.87
4 – Obras básicas y todas las intervenciones opcionales: considera la ejecución del conjunto completo de intervenciones, sumando todas las obras opcionales al esquema base.	USD 6,757,497.88

*los valores descriptos no incluyen IVA

Por otro lado, desde el punto de vista de los riesgos, la viabilidad de este enfoque dependerá de la disponibilidad de recursos y de la capacidad de coordinación entre todos los actores involucrados.



Uruguay **(+598) 2711 7048**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**