



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Supervisión de Obra en la Construcción de la
Cimentación para el Paso Superior de Ferrocarril de
Pasajeros "Viaducto 1", En el Proyecto de Ampliación
de la Línea 1 del Tren Suburbano, Ruta Buenavista –
Lechería – AIFA**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Fernando Aguillón García

ASESOR DE INFORME

M.I. Carmelino Zea Constantino



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS Y ALCANCES.....	3
I. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	4
1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	4
1.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	6
1.3. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO	7
1.4. PLANO GENERAL: ELEVACIONES, PLANTAS Y SECCIÓN TRANSVERSAL	8
2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO EJECUTIVO.....	16
2.1. PILAS DE CIMENTACIÓN.	16
2.2. ZAPATAS DE REPARTICIÓN	45
2.3. COLUMNAS, ESTRIBOS Y PÓRTICOS	53
3. VERIFICACIÓN EN SITIO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES ACORDE A PROYECTO EJECUTIVO	60
3.1. FORMATOS DE SUPERVISIÓN EN SITIO	60
4. GRÁFICA DE AVANCE FÍSICO.....	65
5. INFORME DE MANO DE OBRA.....	68
6. INFORME DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	69
6.1. CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS	69
7. INFORME DE OBRAS INDUCIDAS.....	72
8. EVIDENCIA DEL CONTROL TOPOGRÁFICO	73
9. REPORTE FOTOGRÁFICO.....	74
10. CONCLUSIONES	77
11. BIBLIOGRAFÍA	78

INTRODUCCIÓN

Este informe técnico detalla las actividades profesionales realizadas en el marco del proyecto de Ampliación del Sistema 1 del Tren Suburbano, específicamente en la construcción del “Viaducto 1” que forma parte de la ruta Buenavista - Lechería - AIFA. El “Viaducto 1”, diseñado para un paso superior de tren de pasajeros, incluye un complejo sistema de cimentación compuesto por pilas de cimentación y zapatas.

Durante el desarrollo de este proyecto, se supervisaron diversas fases cruciales del proceso constructivo. Las actividades abarcaron desde la revisión exhaustiva de planos ejecutivos y la verificación de dimensiones en gabinete, hasta la elaboración de generadores y la supervisión en campo de los elementos estructurales (pilas, zapatas, columnas). Esto incluyó la supervisión de niveles de desplante, armado de estructuras, suministro y colocación de concreto, así como la verificación de la calidad de los materiales empleados. Adicionalmente, se realizó la verificación de trazos y replanteos en coordinación con la brigada de topografía, se llevó a cabo un análisis detallado de la mano de obra y la maquinaria utilizada. La calidad de los rellenos de aproche y la revisión de estimaciones también fueron aspectos críticos bajo supervisión.

Así mismo es importante establecer que a lo largo de este trabajo se abordarán temas técnicos, constructivos, seguridad e higiene y relacionado, excluyendo aspectos económicos o financieros.

OBJETIVOS Y ALCANCES

El presente documento tiene como objetivo plasmar la experiencia y conocimientos adquiridos durante el trabajo profesional (periodo comprendido del 6 de diciembre de 2022 al 17 de noviembre del 2023) en la supervisión de la construcción de la subestructura (contemplada en el proyecto ejecutivo como pilas de cimentación, sistema de contención, zapatas y columnas) del “Viaducto 1”. Este refleja la aplicación práctica de principios de construcción y geotecnia, así como el desarrollo de habilidades en la gestión y supervisión de proyectos de infraestructura de alta complejidad a través de la documentación de las actividades realizadas, se busca proporcionar una visión integral de las competencias técnicas y profesionales fortalecidas durante este periodo, subrayando la importancia de una supervisión meticulosa y el cumplimiento de estándares de calidad en la ingeniería civil.

I. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La ampliación al Sistema 1 del Tren Suburbano, conectará a la estación Buenavista ubicada en la alcaldía Cuauhtémoc en la Ciudad de México, con el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA), ubicado en el municipio de Zumpango en el Estado de México.

Este es uno de los dos ramales que compone el sistema de transporte de tren de pasajeros concesionado a “Ferrocarriles Suburbanos S.A. de C.V.” Dicho ramal comprende una trayectoria de 42 kilómetros a partir de la estación Buenavista y de 23 kilómetros a partir de su desviación en la estación Lechería, estación que actualmente se encuentra en operación junto al ramal original comprendido de Buenavista a Cuautitlán.

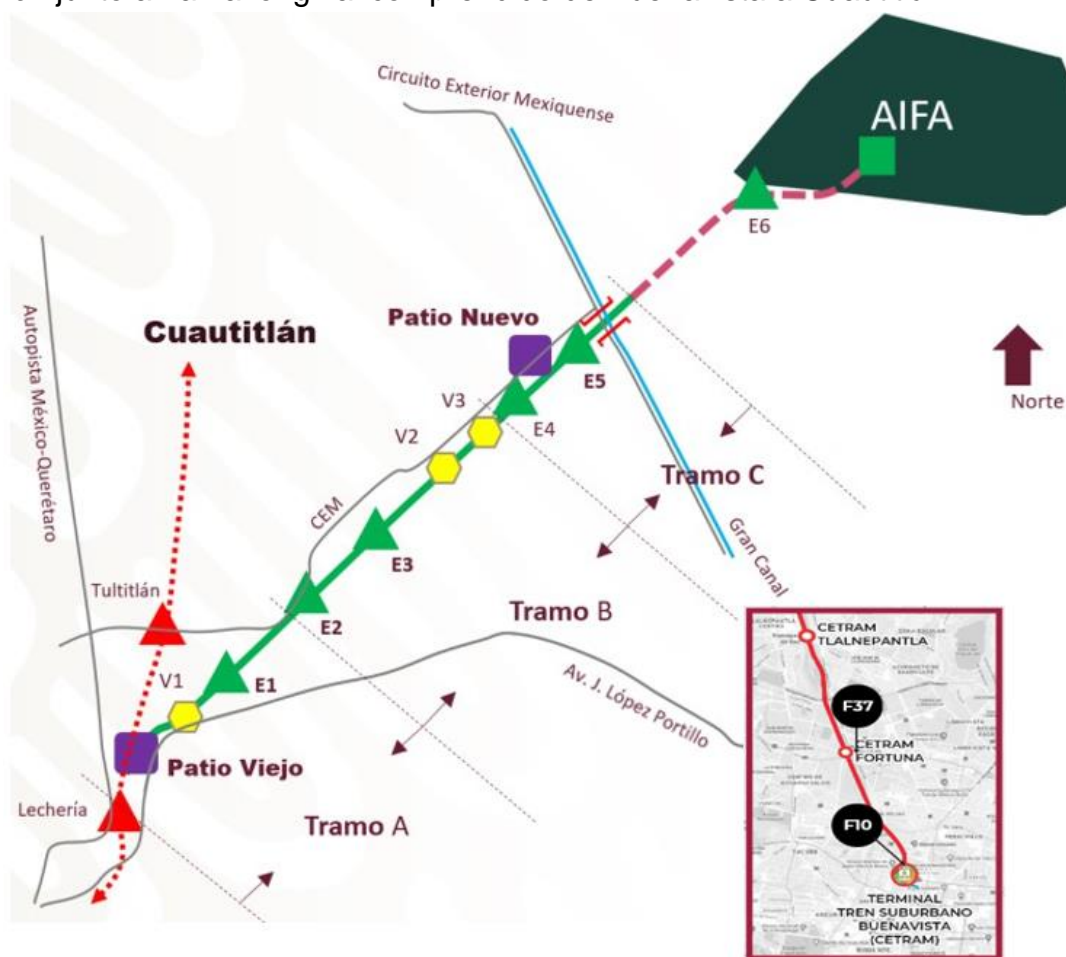


Imagen 1 FONADIN (2024) “Vista General del proyecto y obras complementarias para la Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, Ruta Lechería – AIFA”, <https://www.fonadin.gob.mx/fni2/fp103/>.

Esta obra contiene aspectos trascendentales dentro de sus obras complementarias como lo son Pasos Superiores Vehiculares (PSV), Pasos Superiores Peatonales (PSP), Centrales de Transferencia Multimodal (CETRAM) con sus respectivas estaciones; la reubicación y construcción de vías para ferrocarril de carga, puentes ferroviarios, reubicación de vías en el antiguo patio de maniobras de Tultitlán y la construcción de un nuevo patio de maniobras.

Unas de las obras complementarias inmersas directamente en la infraestructura de este proyecto son la construcción de Viaductos para el paso del tren de pasajeros y el libramiento de las vías de carga, de esta manera el desarrollo del presente se enfoca hacia la construcción del “Viaducto 1”.

OBRAS COMPLEMENTARIAS	
P. Superiores Vehiculares (PSV)	9
P. Superiores Peatonales (PSP)	8
Viaductos	3
Estaciones intermedias	6

Tabla 1 Autoría Propia (2024). Cantidad de obras complementarias en el proyecto.

Una de las principales características de dicho proyecto es la colaboración del sector privado y público, derivado de la construcción en conjunto por parte del concesionario y la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), así como la reubicación de las vías de carga concesionadas a Ferrovial para el alojamiento de vías dentro del derecho concesionado (15 metros a cada lado a partir del eje de vía).

Para la identificación de las obras complementarias, cadenamientos y avances; se dividió todo el tramo en distintos frentes de obra de la siguiente manera:

FRENTES DE OBRA
“Vías de Buenavista”: Km 0+000 a Km 0+500
“Tramo A”: Km 18+600 a Km 24+100
“Tramo B”: Km 24+100 a Km 30+600
“Tramo C”: Km 30+600 a Km 34+400
“Tramo D”: Km 34+400 a Km 42+000

Tabla 2 Autoría Propia (2024). Cadenamientos de inicio-fin de cada frente de obra.

De acuerdo con lo anterior, la construcción a cargo de la empresa concesionaria “Ferrocarriles Suburbanos S.A. de C.V.” a través de la empresa constructora “Construcción, Mantenimiento, Ferrovías y Subsistemas” (CMFS), lleva a cabo los trabajos de construcción de vía y subsistemas, así como la ejecución de los trabajos de obra civil a lo largo de los tramos A, B y C (aproximadamente 14.7 km), mientras que el restante (aproximadamente 8.3 Km) son construidos a cargo de la SEDENA.

1.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Para la ubicación de esta obra se establece un cadenamiento progresivo, partiendo de la estación Buenavista a la terminal que se encuentra dentro del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles.

La construcción del paso superior de tren de pasajeros denominado como “Viaducto 1” a cargo de la empresa Construcción, Mantenimiento, Ferrovías y Subsistemas (CMFS), se lleva a cabo dentro del municipio de Tultitlán en el Estado de México, paralelamente a la avenida José López Portillo, extendiéndose desde el kilómetro 19+872 que inicia unos cuantos metros antes de la calle 11 de Julio ($19^{\circ}36'56.7''N$ $99^{\circ}10'54.1''W$), avanzando para librar la calle Olivos ($19^{\circ}36'56.7''N$ $99^{\circ}10'54.1''W$) y finalmente descender hasta llegar al km 21+357.



Imagen 2 Autoría Propia (2024) "Ubicación y vista General de Viaducto 1, calles y avenidas aledañas". Google Earth Pro

El lugar en el que se encuentra este viaducto es de gran importancia ya que el paso del tren de pasajeros es un sistema confinado por seguridad de los usuarios y transeúntes, esta situación hubiese interferido con vías de acceso principales como lo es la calle 11 de Julio, la cual comunica la carretera Tlanepantla - Cuautitlán con la Av. José López Portillo, mientras que la calle Olivos conecta la zona industrial de Tultitlán con las colonias Tepalcapa y Buenavista. De la misma manera, el libramiento de las vías de carga es uno de los aspectos fundamentales a considerar en este sector, ya que las vías del tren suburbano se encuentran dentro del derecho de vía concesionado a Ferrovial, motivo por el que se hubiese visto interferido la distribución de materia prima con las fábricas aledañas como lo es “Mexichem” (con el acceso de tren metros antes de la calle 11 de Julio) y la ubicación del tren de carga con el Patio de Maniobras de Lechería.

1.3. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1. Descripción general

La longitud de proyecto para el Viaducto 1 es de 1.485 kilómetros, cuenta con 24 elementos de soporte a lo largo de su extensión separados a cada 32 metros (medidos a ejes centroidales), cada apoyo cuenta con un sistema de cimentación mixto conformado por pilas de cimentación y zapatas de distribución; a su vez el ascenso y descenso del tren se llevará a cabo a través de “Muros Mecánicamente Estabilizados” (MME), los cuales se encontrarán de forma adyacente al primer y último apoyo.

A continuación, se establece una tabla resumen para la identificación de los elementos estructurales inmersos dentro del proyecto:

ELEMENTO	APOYO	CANTIDAD
Estribos / Caballetes	1 y 24	2
Apoyos Intermedios	2 a 9, 11 a 14, 16 a 23	20
Pórtico	10 y 15	2
MME	Rampa de Ascenso y Descenso	2

Tabla 3 Autoría Propia (2024) Elementos estructurales presentes en el Viaducto 1.

1.3.2. Subestructura

Los cimientos del Viaducto 1 están caracterizados por ser un sistema de cimentación “mixta” con pilas de 1.2 metros de diámetro a una profundidad variable dependiendo del apoyo con zapatas aisladas de sección constante en los apoyos intermedios y zapatas de sección distintas en estribos y pórticos. Además de ello, cada apoyo cuenta con un sistema de contención a través de pilas secantes con profundidad constante de 3 metros y diámetro de 40 centímetros, vigas de atadura unidas a estas pilas secantes para soportar los esfuerzos y deslizamientos laterales producidos por la “Vía H” de tren de carga y las casas circundantes al proyecto, todo ello con el fin de prevenir eventualidades al mismo.

1.3.3. Superestructura

En los veinte apoyos intermedios se encuentran columnas de altura variable en función de cada apoyo, con un diámetro constante de tres metros, mientras que en los dos estribos se soportan por tres columnas con un diámetro de 1.5 metros en cada una de ellas y altura variable, respecto a los pórticos, las columnas se elevan a una altura de 8.5 metros a partir del nivel terminado de zapata hasta la base inferior del cabezal con un diámetro de dos metros. En cada apoyo intermedio se cuenta con cabezales de sección trapecial y ménsulas en cada lado con sus respectivos apoyos fijos y guiados, en los estribos y pórticos, los cabezales cuentan con una geometría rectangular con una ménsula y apoyos. Respecto a las traveses, estas se caracterizan por ser de tipo “Artesa” sobre las que se apoyarán tabletas prefabricadas.

1.4. PLANO GENERAL: ELEVACIONES, PLANTAS Y SECCIÓN TRANSVERSAL

1.4.1. Planos Generales

A continuación, se muestra corte en elevación y planta de la estructuración del Viaducto 1 seccionado, donde se aprecian las dimensiones de los elementos descritos en el punto 1.3, así como la estratigrafía del terreno de apoyo a lo largo del proyecto, ejes de vía, etc.

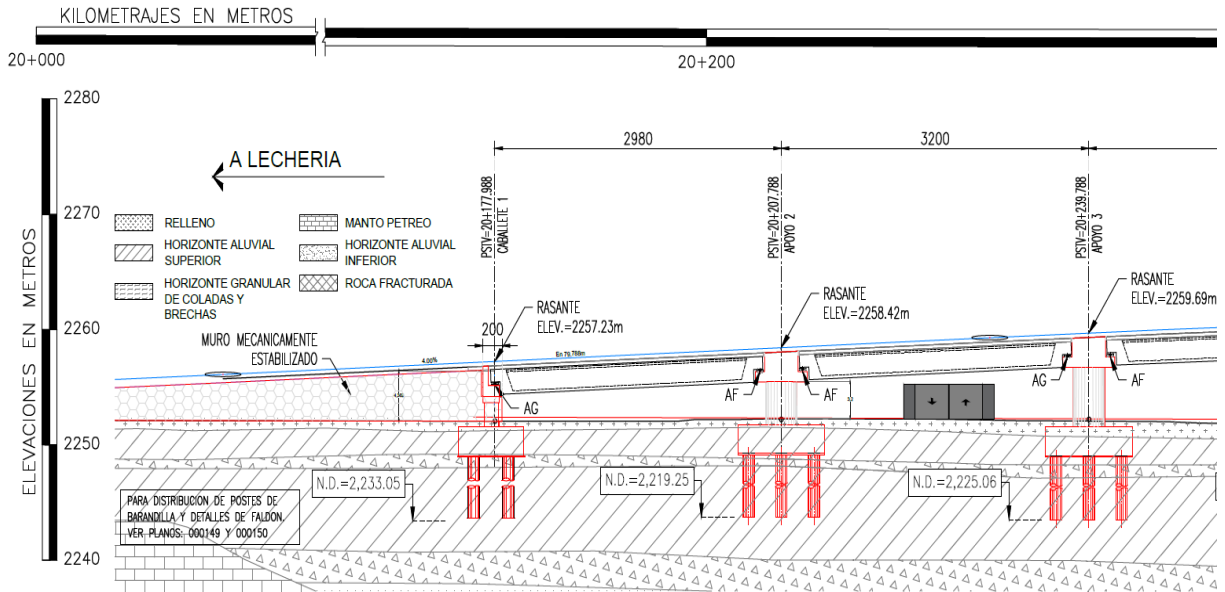


Imagen 3 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Elevación del MME a Apoyo 3"

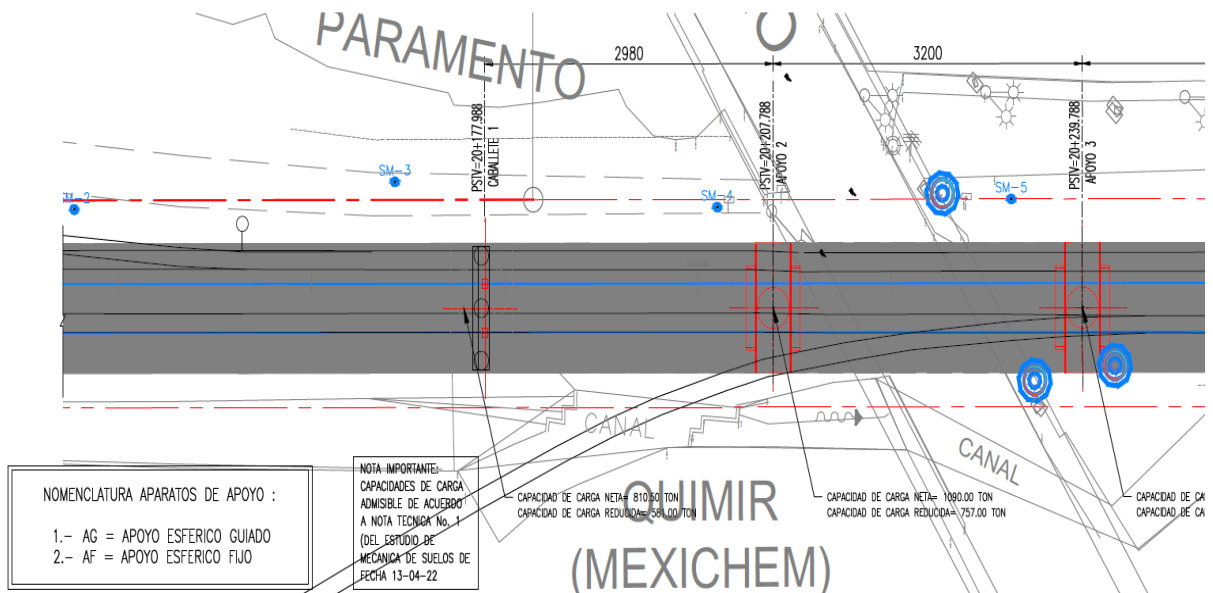


Imagen 4 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Planta del MME a Apoyo 3"

En las plantas de este plano general, se aprecian desde las obras inducidas existentes inmersas en el proyecto, canales, fibra óptica y ductos de gas, así como los herrajes y conexiones que se harán para el nuevo paso del tren de carga, paramentos de las casas aledañas y pasos laterales peatonales, el eje de vía de tren de pasajeros que se traza, pasando por niveles de desplante de las pilas de cimentación, rasante de los cabezales y cruces vehiculares como la calle 11 de julio-

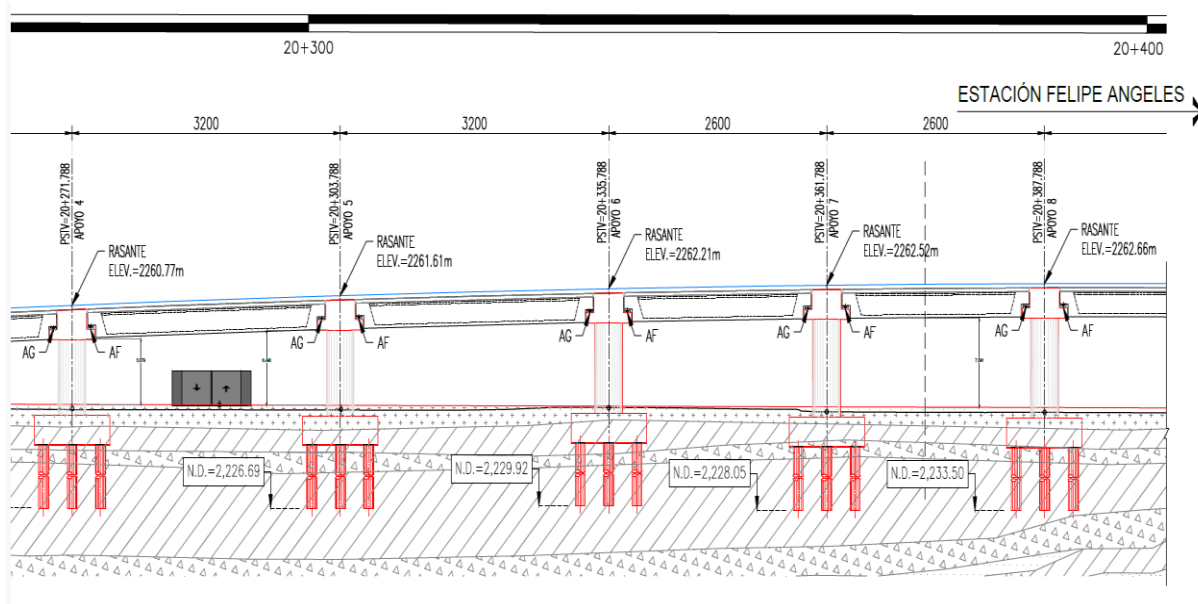


Imagen 5 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Elevación Apoyo 4 a 8"

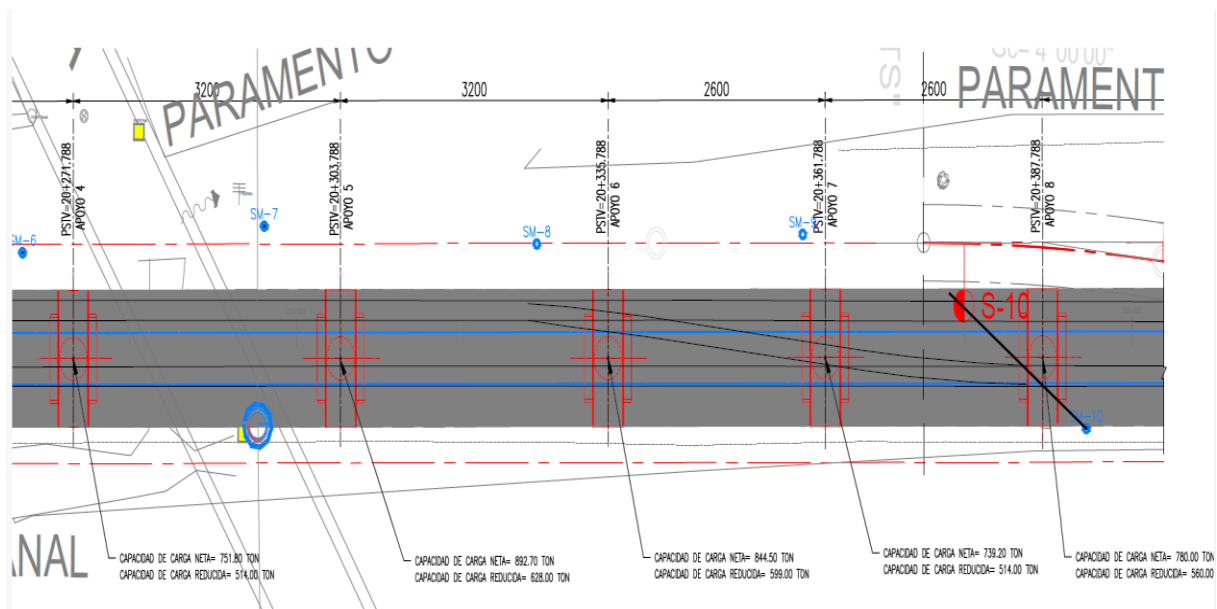


Imagen 6 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Planta Apoyo 4 a 8"

En esta sección del plano general, se observa la presencia del primer pórtico, la cual cuenta con dos columnas de dos metros de diámetro, con un cabezal de geometría rectangular. La función principal de este pórtico es la de permitir el paso de la nueva vía denominada "nTS" dentro del proyecto (vía reubicada hacia los costados) hacia la vía "nH" de carga, con el fin de conectar a las vías de apartadero como la vía 310 que se encuentra en dirección lechería y comunica a la empresa QUIMIR.

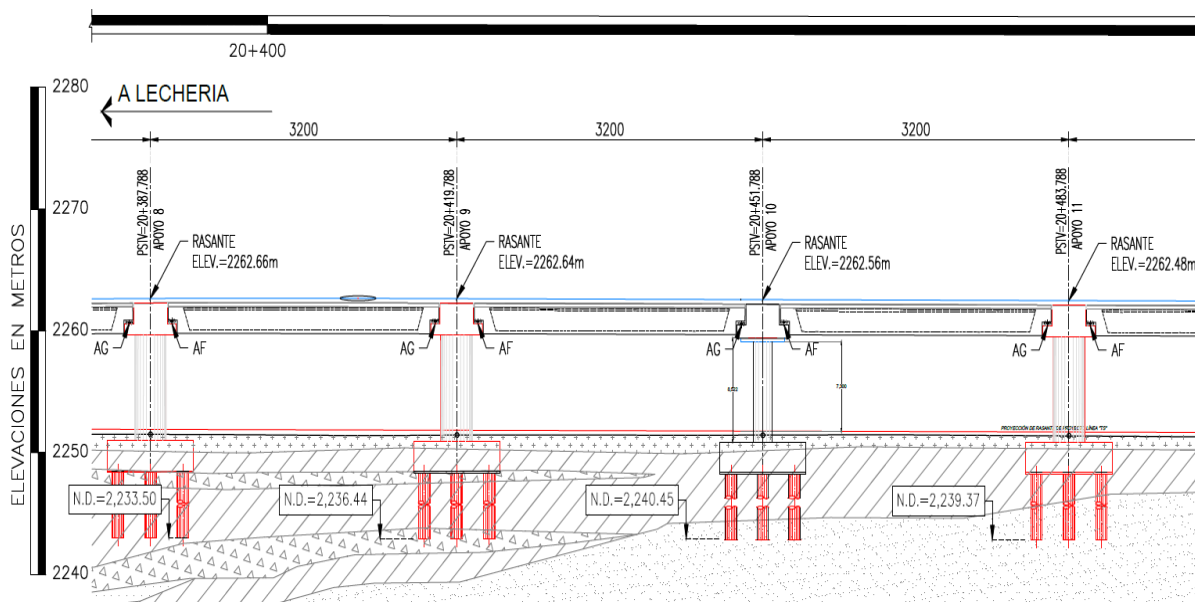


Imagen 7 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Elevación Apoyo 8 a 11"

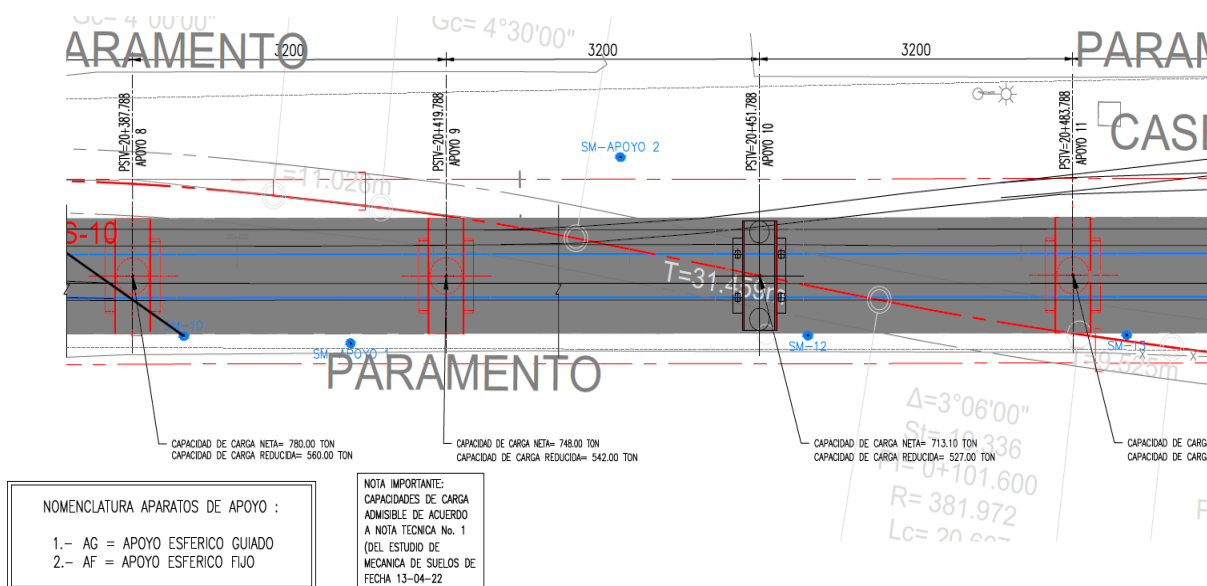


Imagen 8 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Planta Apoyo 8 a 11"

La presencia del segundo pórtico situado en el apoyo quince comparte las mismas características geométricas, estructurales y funcionales del anterior, permitiendo el libramiento y operatividad de los trenes de carga por la vía nH y la vía nTS. Es importante señalar que la esbeltez, altura y espaciamiento entre columnas del pórtico son aspectos clave que permiten asegurar el paso de locomotoras y distintos tipos de contenedores y mercancía, cumpliendo con la factibilidad de fungir como aparcadero en operaciones que Ferrovial lo requiera.

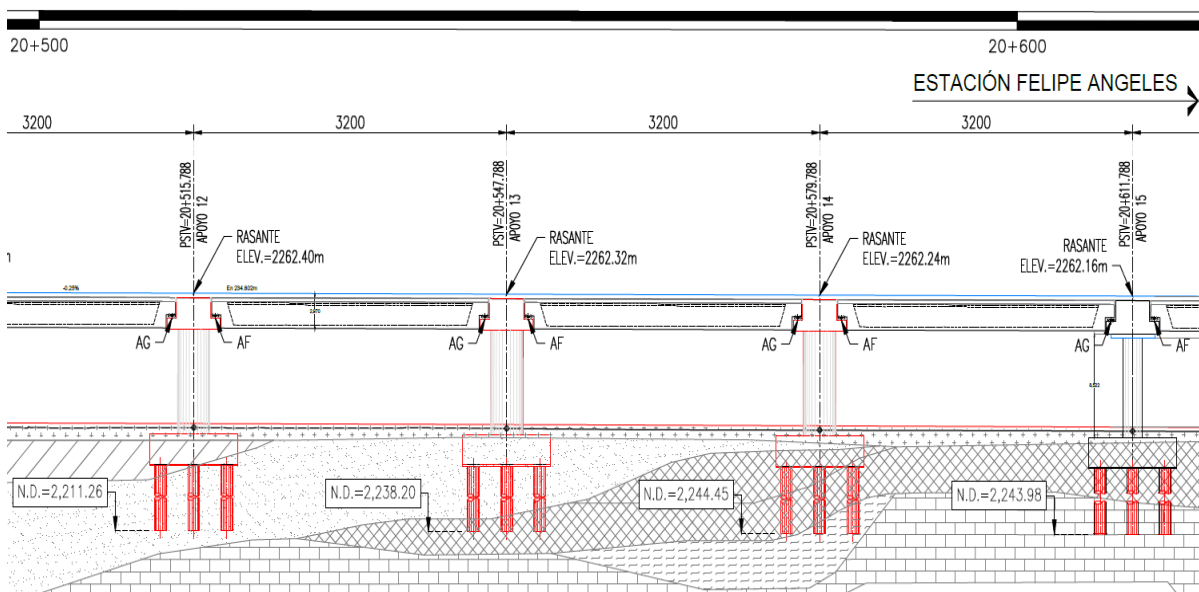


Imagen 9 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Elevación Apoyo 12 a 15"

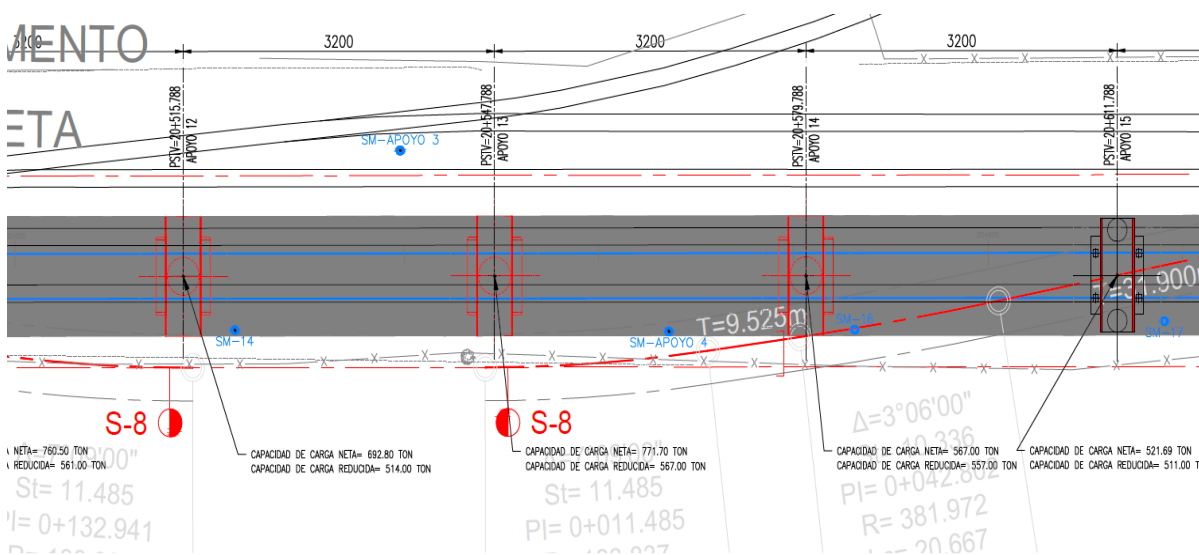


Imagen 10 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 01 Viaducto 1, Planta Apoyo 12 a 15"

A medida que avanza el cadenamamiento del viaducto, las dimensiones de columnas, cabezales y pendientes longitudinales cambian para que el descenso del tren sea lo más ligero posible, cumpliendo con las normativas y manuales vigentes en materia de diseño ferroviario como lo es la NOM-050-SCT2-2017, así como el Manual de Diseño Geométrico de Líneas Ferroviarias y la normativa "AREMA" (American Railway Engineering and Maintenance of Way Association), la cual establece una pendiente (curvatura vertical) de entre 1.5 y 2%, es decir, de 15 a 20 metros por cada kilómetro de longitud.

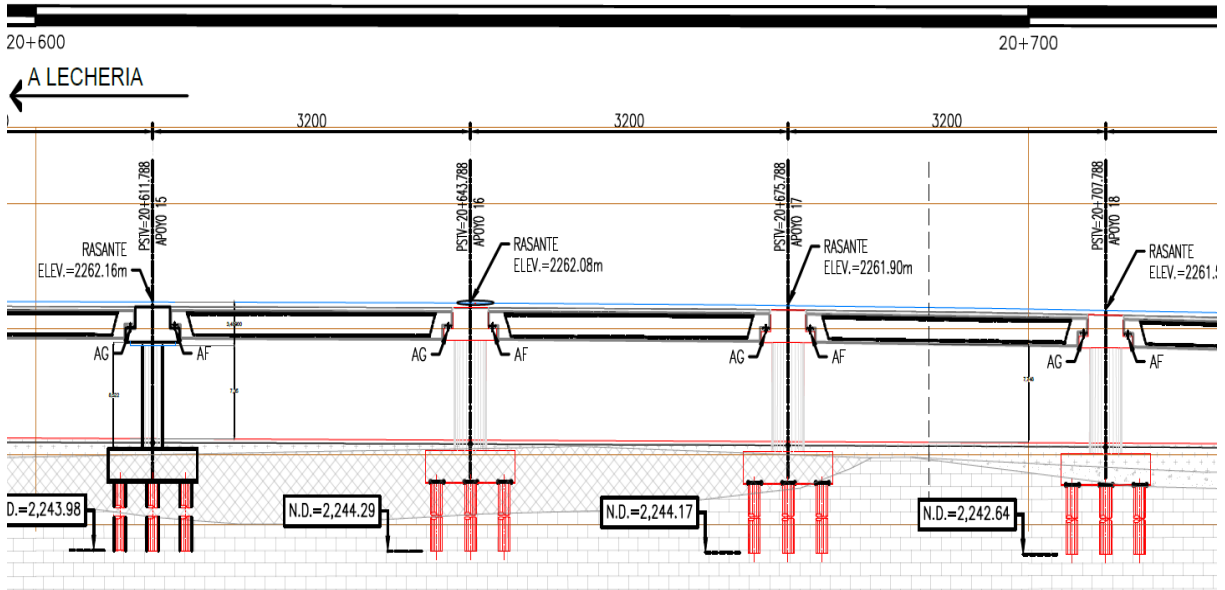


Imagen 11 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 02 Viaducto 1, Elevación Apoyo 15 a 18"

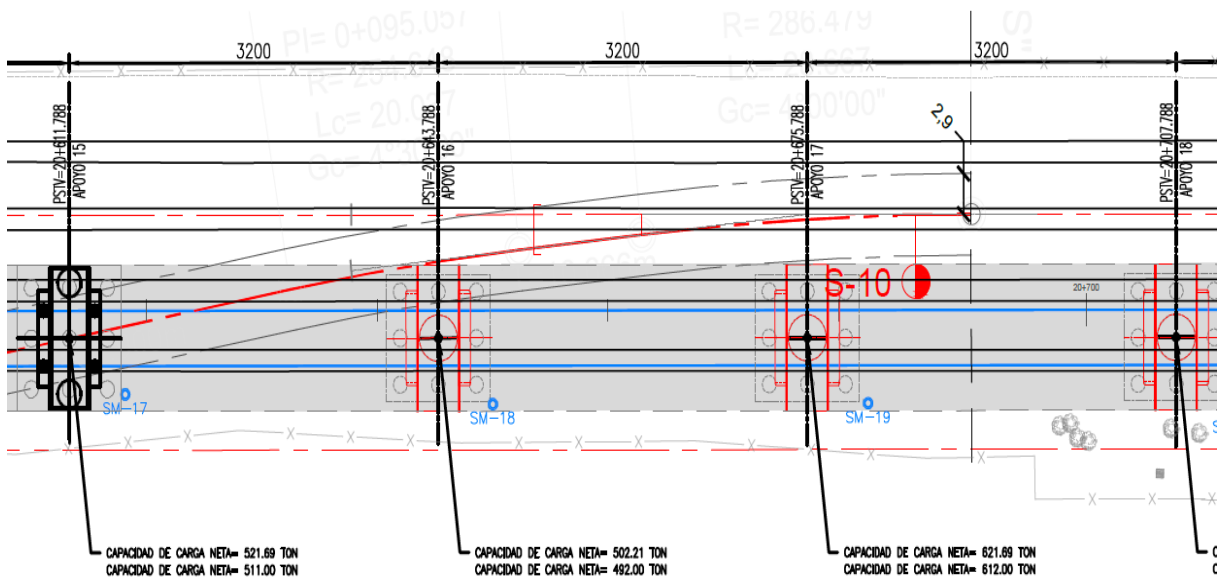


Imagen 12 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 02 Viaducto 1, Planta Apoyo 15 a 18"

Es posible apreciar el cruce a nivel de la calle Olivos. Este cruce permite conectar la avenida principal "José López Portillo" con el parque industrial denominado como "TultiPark", este complejo industrial y de distribución es un centro importante de trabajo para los municipios de Tultitlán, Cuautitlán, y Tultepec; por lo que el paso constante de peatones, autos, camiones y vehículos en general es de suma importancia; gracias a la libranza que permite el Viaducto 1 se podrá realizar de manera habitual.

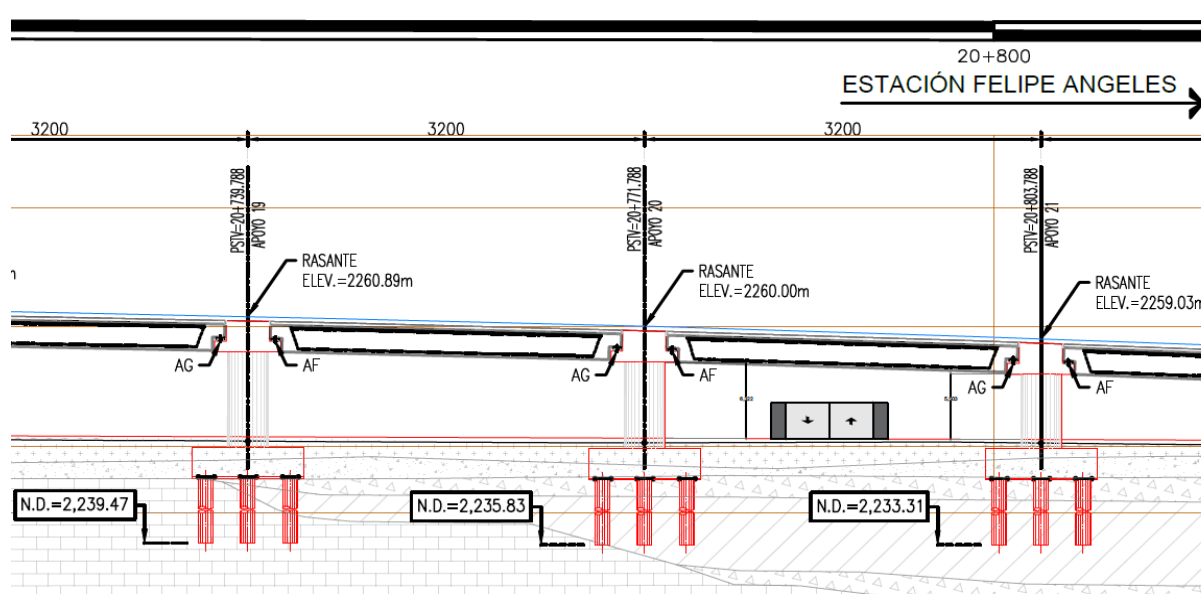


Imagen 13 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 02 Viaducto 1, Elevación Apoyo 19 a 21"

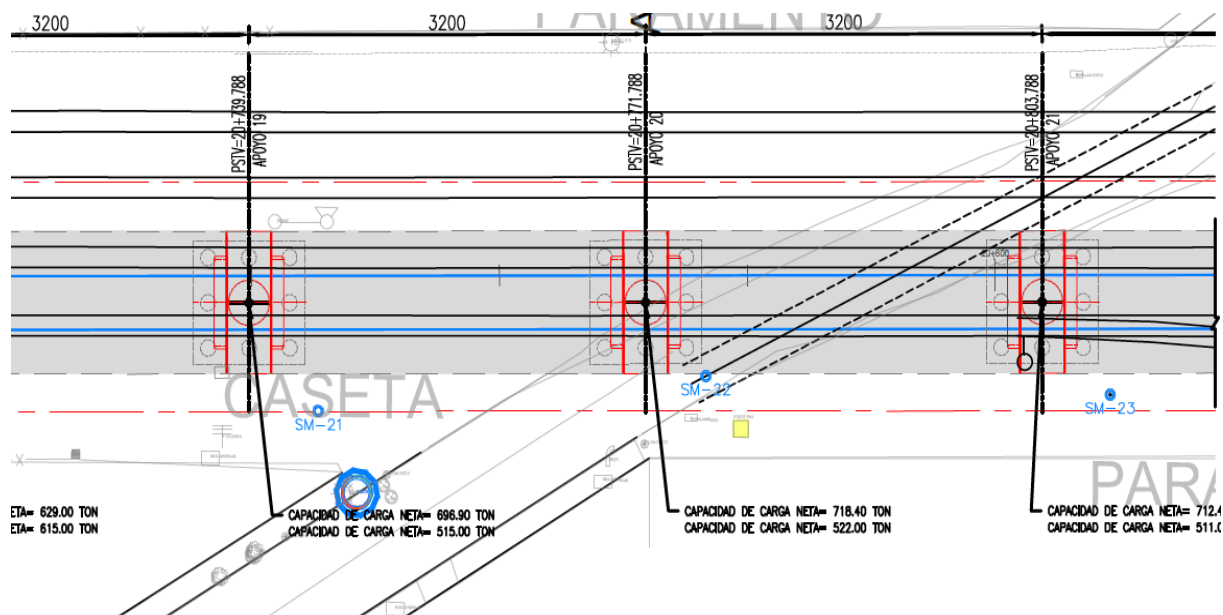


Imagen 14 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 02 Viaducto 1, Planta Apoyo 19 a 21"

Finalmente, el descenso del tren de pasajeros es caracterizado por situarse en un sector donde los cruces a nivel no se encontraban disponibles antes de la construcción, lo que permite con mayor facilidad el confinamiento de las vías de pasajeros. De la misma manera que en el primer apoyo, el apoyo 24 se caracteriza por contar con un caballete de tres columnas con un cabezal de forma rectangular para terminar con un muro mecánicamente estabilizado adyacente.

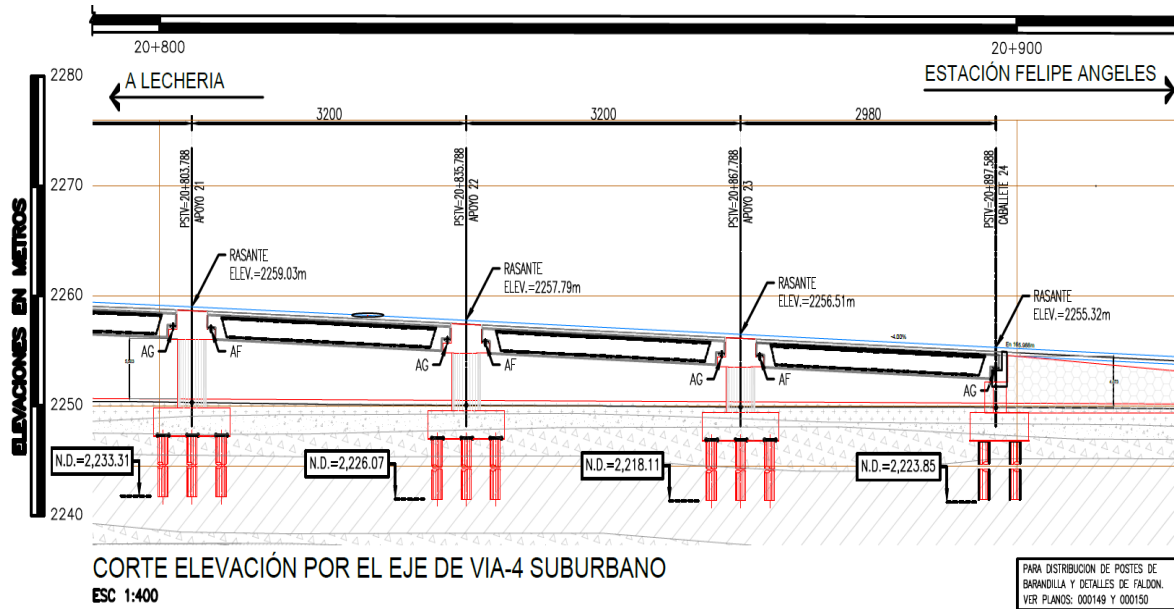
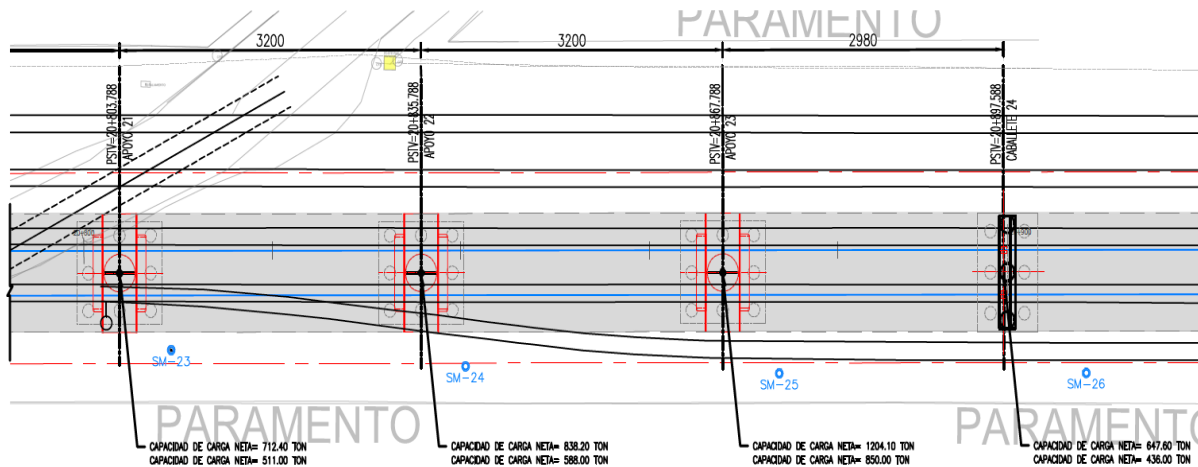


Imagen 15 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 02 Viaducto 1, Elevación Apoyo 21 a 24"



PLANTA PARCIAL (APOYOS 21 AL 24)

Imagen 16 ARI Ingeniería (2023) "Plano General 02 Viaducto 1, Planta Apoyo 21 a 24"

1.4.2. Sección Transversal

A continuación, se presenta una sección transversal tipo sobre apoyos en donde se representan los elementos más trascendentales del Viaducto 1, desde las ménsulas de cabezales, traveses tipo artesa, apoyos de neopreno, dimensiones respecto a ejes centroidales, etc.

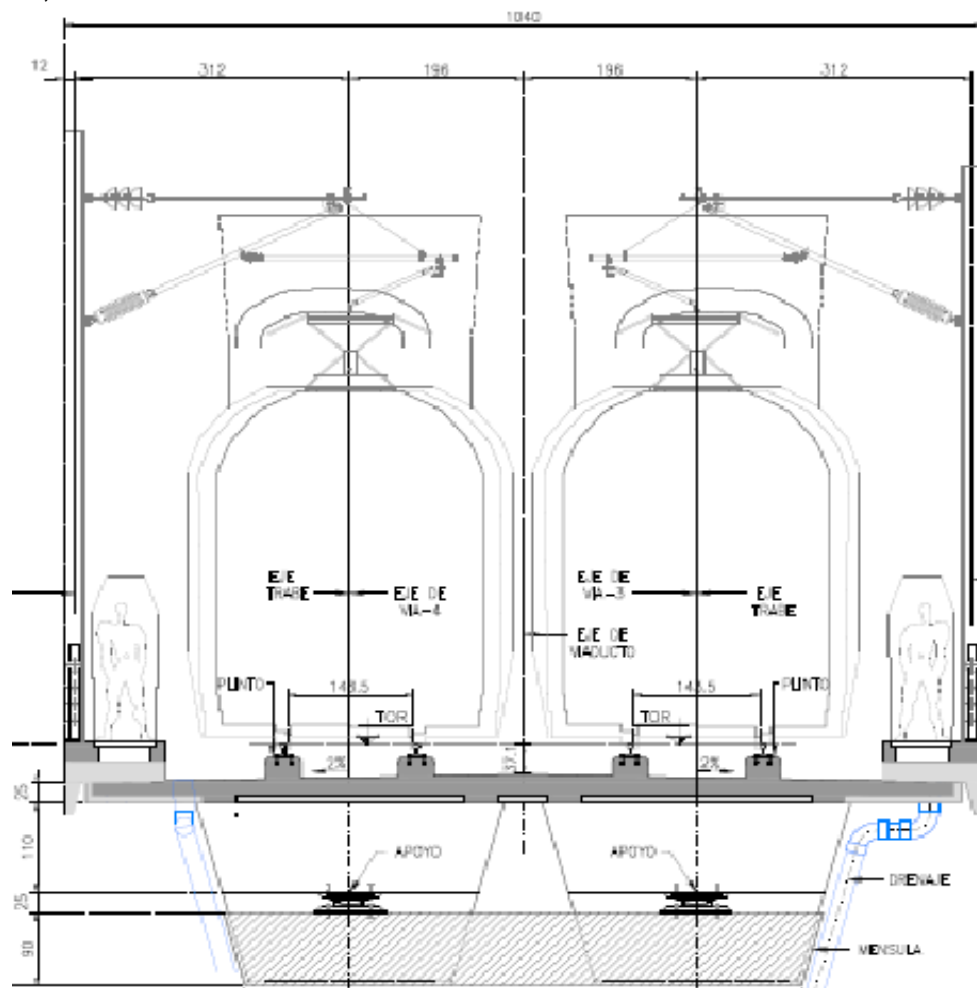


Imagen 17 ARI Ingeniería (2023) "Sección Transversal Tipo Sobre Apoyos"

Se presentan dimensiones de sección transversal para mayor referencia:

ELEMENTO	DIMENSIONES (A EJES CENTROIDALES)
Distancia entre Vía 3 y Vía 4 (Suburbano)	3.92 m
Base de Ménsula a Nivel de Rasante	2.50 m
Distancia entre Rieles de Vía	1.44 m
Distancia entre Postes de Catenaria (Corona)	10.40 m
Pendiente transversal	2 %

Tabla 4 Autoría Propia (2024) Dimensiones de Sección Transversal Tipo sobre Apoyos.

2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO EJECUTIVO

2.1. PILAS DE CIMENTACIÓN.

2.1.1. Descripción general del estudio de mecánica de suelos.

Con el objetivo de obtener información precisa del subsuelo, se realizaron 30 sondeos mixtos, uno en cada ubicación donde se instalará un apoyo del viaducto, con un espaciamiento promedio de 32 metros a lo largo del eje del trazado. La profundidad de cada sondeo se definió en función de la detección del estrato resistente.

A continuación, se detalla el procedimiento de las pruebas:

- Sondeos Mixtos

La perforación mixta combina dos métodos: la prueba de penetración estándar (SPT) y el muestreo inalterado de suelo mediante el tubo Shelby, o la perforación rotatoria para extraer muestras de roca. La prueba SPT, según la norma ASTM D-1586 (American Society for Testing and Materials), consiste en hincar un tubo de 60 cm de largo y 5 cm de diámetro (penetrómetro) utilizando un martillo de 63.5 kg que cae desde 76 cm de altura. Este proceso permite obtener muestras alteradas del suelo y calcular el valor "N" que se es producto de contabilizar el número de golpes necesarios para hacer penetrar los 30 centímetros del penetrómetro en el suelo, ello infiere la compacidad de suelos granulares y la consistencia de suelos finos.

Para obtener muestras inalteradas de suelo, se emplea un tubo Shelby, un cilindro de 4" de diámetro y 90 cm de largo, con 1.6 mm de espesor, que se introduce a presión en el suelo. Este tubo captura una muestra que, una vez extraída, se sella con cera en sus extremos para conservar sus propiedades naturales, siguiendo la norma ASTM D-1587.

Para sitios con presencia de mantos rocosos, se usa una herramienta conocida como barril de perforación (tubo hueco con punta diamantada) con la que se va cortando la roca en forma cilíndrica y a su vez, se va alojando en el interior del barril de tal manera que se pueda extraer de forma íntegra.

- Trabajos de Laboratorios

La clasificación del suelo en sitio, se realizó mediante la obtención de parámetros físicos mediante las pruebas índice a las que son sometidas las muestras alteradas de suelo recuperadas en la prueba SPT; a continuación, se mencionan los principales ensayos.

- Contenido natural de agua (Norma ASTM-D-2216) y clasificación visual y al tacto.
- Límites de consistencia (Norma ASTM-D-4318)
- Densidad de Sólidos
- Compresión Axial Simple (Norma ASTM-D-2166-06)
- Compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada U.U (Norma ASTM-D-2850)

Los parámetros obtenidos de las pruebas mecánicas se utilizaron para el análisis geotécnico de la cimentación a emplear; como resultado del análisis e interpretación de la información obtenida tanto en campo como en laboratorio, se estableció la secuencia estratigráfica de los sondeos realizados. A continuación, se ofrece una descripción general de la caracterización estratigráfica del área en estudio, a lo largo del trazado del viaducto se identificaron distintas formaciones estratigráficas, las cuales presentan variaciones en cuanto a la presencia de roca y estratos superficiales compuestos por suelo de origen lacustre. Para este estudio, el trazado del viaducto se dividió en tres tramos, que se describen a continuación.

- TRAMO I

Este tramo abarca desde el inicio del viaducto en el kilómetro 19+872 hasta el kilómetro 20+460, comprendiendo los apoyos desde el estribo uno hasta el apoyo doce. En este segmento se identificaron las siguientes unidades estratigráficas:

Unidad I.- (Rellenos): Constituida por una mezcla heterogénea de limos y arcillas, con arenas finas a gruesas y gravas. En algunos sondeos se detectó la presencia de materia vegetal en la superficie.

Unidad II.- (Horizonte aluvial superior): Formada por una secuencia de arcillas de alta y baja plasticidad, con arenas finas, cuya consistencia varía significativamente, desde muy blanda hasta dura en algunos casos. De manera particular, se observó un espesor intermedio compuesto por arenas con arcillas y/o limos, además de la presencia de cenizas volcánicas. La compactación predominante es muy densa, siendo detectada entre los sondeos SM-3 y SM-9. En los lechos superior e inferior de esta formación se encontraron arcillas y limos de alta plasticidad con escasa cantidad de arenas finas, de consistencia blanda a firme.

Unidad III.- (Horizonte aluvial inferior): Situada por debajo de la unidad anterior, esta secuencia está compuesta por arcillas arenosas y arenas arcillosas, con una consistencia notable. Para los suelos finos, predomina una consistencia dura, mientras que los suelos granulares presentan una compactación muy densa. A partir del sondeo SM-9 y hacia el final de este tramo, se observan algunas gravas y gravillas dentro de esta formación.

Unidad IV.- (Horizonte granular de coladas y brechas andesíticas): En algunos sondeos, especialmente al inicio de esta formación, se identificó una secuencia de suelos mayormente granulares, compuesta por arenas con arcillas y arenas con limos. Además, se encontraron horizontes intermedios de fragmentos de roca, identificada macroscópicamente como andesita, incrustados en una matriz fina de arcilla/limos con arenas finas a gruesas. La compactación de esta unidad es muy densa.

Unidad V.- (Manto pétreo): En los primeros seis sondeos de este tramo, es decir, desde el sondeo SM-1A hasta el SM-5, se detectó una capa de espesor variable de roca,

clasificada macroscópicamente como andesita. El índice de calidad de la roca (RQD) la clasifica como de muy mala a calidad media. Este estrato se profundiza progresivamente a lo largo del trazado, hasta dejar de ser detectado por los sondeos.

- TRAMO II

Este tramo se extiende del kilómetro 20+460 al kilómetro 20+716, abarcando desde el apoyo N°12 hasta el apoyo N°20. En esta sección se identificaron las siguientes unidades estratigráficas:

Unidad I.- (Rellenos): Compuesta por una mezcla heterogénea de materiales, con la detección de materia vegetal en la superficie en algunos puntos. Debajo de esta capa se encuentran limos y arcillas con arenas que varían de finas a gruesas, además de gravas.

Unidad II.- (Horizonte aluvial superior): Caracterizada por una secuencia de arcillas y limos de baja plasticidad, junto con arenas finas a medias. Se intercalan lentes de arenas finas a medias con arcillas, y la consistencia es dura.

Unidad III.- (Horizonte granular de coladas y brechas andesíticas): Subyacente a la unidad anterior, se presenta una secuencia de arenas arcillosas y arenas limosas con una compacidad muy densa. A mayor profundidad, se detectaron gravas aisladas. Entre los sondeos SM-Apoyo3 y SM-16, también se hallaron fragmentos de roca clasificados macroscópicamente como andesita, empacados en una matriz de limos y arenas finas a gruesas.

Unidad IV.- (Roca andesítica): Basado en el índice de calidad de la roca (RQD), esta unidad se subdivide en:

- **Unidad IV-A.- (Rocas altamente fracturadas):** Compuesta por rocas muy fracturadas, empacadas en limos con arenas finas a medias, con un RQD de cero.
- **Unidad IV-B.- (Manto pétreo):** Consiste en roca andesítica clasificada con una calidad que varía de muy mala a media, según el RQD.

- TRAMO III

Este tramo se extiende desde el kilómetro 20+716 hasta el kilómetro 20+966, abarcando desde el apoyo N°20 hasta el apoyo N°28. En esta sección se identificaron las siguientes unidades estratigráficas:

Unidad I.- (Relleno): Compuesta por una mezcla heterogénea de materiales. En la superficie se detectó materia vegetal en algunos puntos, seguida por capas de limos y arcillas con arenas que varían de finas a gruesas, además de gravas.

Unidad II: Debajo de la unidad anterior, se encuentran materiales consistentes compuestos por arcillas arenosas y arenas arcillosas. En algunos casos, se observaron

gravas y gravillas. La consistencia es mayormente dura en los suelos finos y muy densa en los suelos granulares.

Unidad III.- (Horizonte aluvial superior): Esta unidad está compuesta por una secuencia de arcillas con arenas finas, de consistencia muy firme a dura. Sin embargo, en las fronteras de esta unidad se detectaron arcillas de alta plasticidad con escasas arenas finas. La consistencia varía de muy blanda a firme en la frontera superior y de firme a dura en la frontera inferior.

Unidad IV.- (Horizonte aluvial inferior): Formada por arcillas de alta y baja plasticidad, con arenas finas y lentes intercalados de arena y arcilla. Los suelos finos tienen una consistencia que varía de firme a dura, mientras que los suelos granulares son predominantemente muy densos.

Unidad V.- (Manto pétreo): Entre los sondeos SM-21 y SM-25 se observó una capa de roca andesítica de espesor variable. El índice de calidad de la roca (RQD) la clasifica como de muy mala a media calidad.

Unidad VI. - (Horizonte granular): En los sondeos SM-27 hasta el SM-29, se detectó una secuencia de arenas con arcillas muy densas, con intercalaciones de arcillas arenosas de consistencia dura.

- ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Para el análisis se utilizaron los criterios indicados en el Manual de Diseño de Obras Civiles (MDOC) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) del año 2017, cuyas teorías son las siguientes:

- Capacidad de carga por adherencia lateral en suelos cohesivos
- Capacidad de carga por fricción lateral en suelos friccionantes
- Capacidad de carga por punta en suelos cohesivos
- Capacidad de carga por punta en suelos friccionantes
- Falla por extracción
- Revisión de la condición del estado límite de falla
- Revisión de la condición del estado límite de servicio
- Capacidad de carga por punta en roca
- Cálculo de asentamientos en roca
- Módulo de reacción vertical
- Módulo de reacción horizontal

Gracias a lo anterior se puede determinar que la utilidad de la Prueba de Penetración Estándar (SPT) radica en las correlaciones realizadas en campo como en laboratorio para diferentes tipos de suelo, estas correlaciones estiman de manera aproximada el ángulo de fricción interna en arenas y resistencia a la compresión en arcillas en función del número de golpes necesarios para hincar 30 centímetros el penetrómetro.

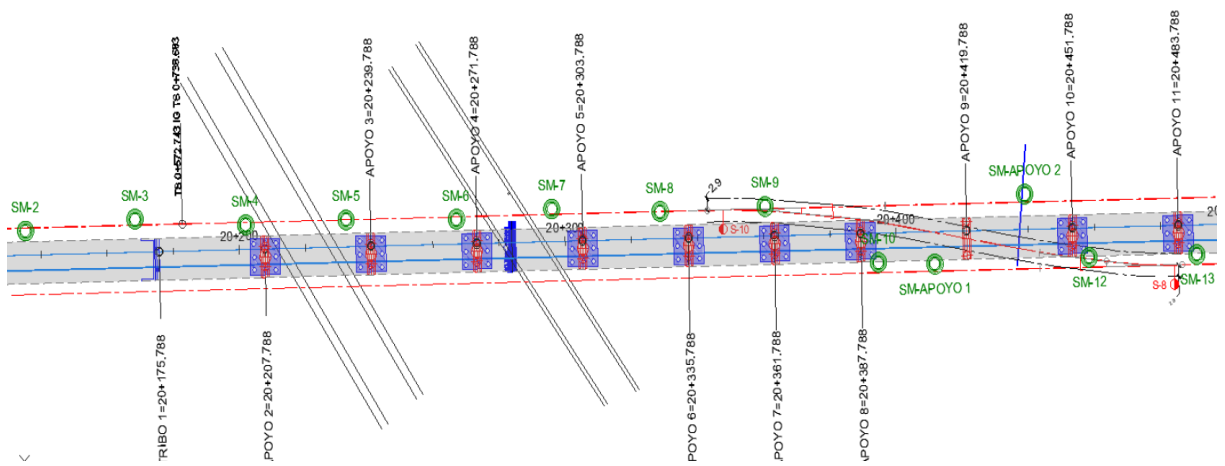


Imagen 18 ARI Ingeniería (2023) "Vista de Sondeos realizados Apoyo 1 a 11"

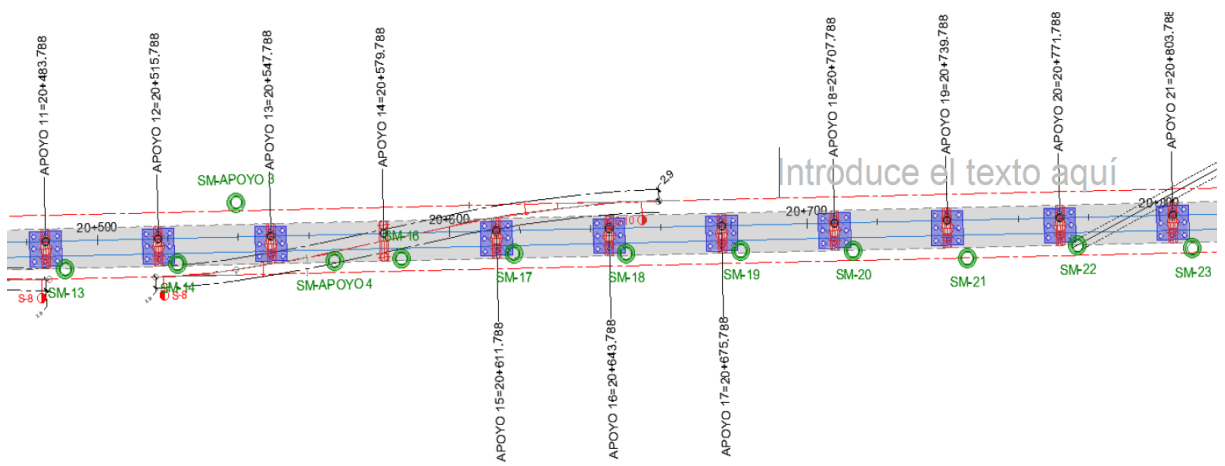


Imagen 19 ARI Ingeniería (2023) "Vista de Sondeos realizados Apoyo 11 a 21"

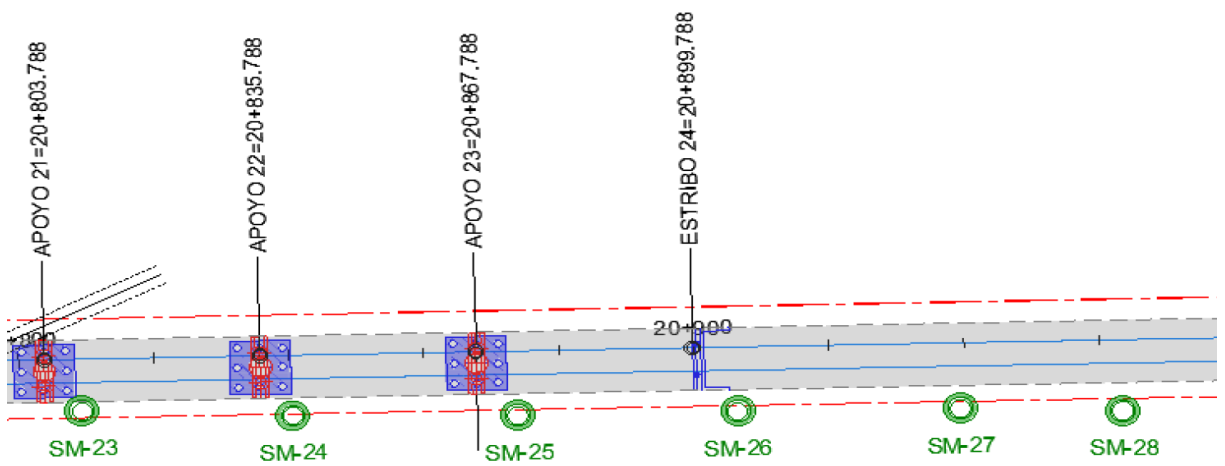


Imagen 20 ARI Ingeniería (2023) "Vista de Sondeos realizados Apoyo 21 a 24"

Existen diversas teorías que relacionan las propiedades mecánicas de los suelos con los resultados de la prueba SPT, que varían en complejidad. No obstante, los modelos geotécnicos se desarrollaron a partir de los parámetros mecánicos obtenidos de muestras inalteradas extraídas de estratos con características índice comparables, generando un criterio teórico-práctico para los análisis específicos de cada sondeo realizado, a continuación, se muestra un análisis basado en este aspecto y los parámetros establecidos por Terzaghi y Peck.

SUELOS COHESIVOS

Numero de golpes	Descripción	qu kg/cm ²	Módulo de elasticidad kg/cm ²
< 2	Muy Blanda	< 0.25	3
2 - 4	Blanda	0.25 - 0.5	30
5 - 8	Media	0.5 - 1.0	45 - 90
9 - 15	Firme	1.0 - 2.0	90 - 200
16 - 30	Muy firme	2.0 - 4.0	>200
>30	Dura	>4.0	

SUELOS FRICCIONANTES

Numero de golpes	Descripción	Compacidad relativa	Angulo de fricción	Módulo de elasticidad kg/cm ²
0 - 4	Muy Suelta	0 - 15 %	28°	100
5 - 10	Suelta	16 - 35 %	28 - 30°	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65 %	30 - 36°	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85 %	36 - 41°	500 - 1000
> 50	Muy Densa	86 - 100%	> 41°	>1000

Imagen 21 Terzaghi & Peck (1947) "Relación de golpes en prueba SPT y propiedades mecánicas del suelo"

Considerando las características y necesidades del proyecto, este informe presenta una serie de análisis geotécnicos orientados a definir el tipo y las características de la cimentación para cada uno de los apoyos. Es relevante señalar que, según las condiciones estratigráficas previamente descritas, el sistema de cimentación consistirá en pilas coladas en sitio, variando únicamente la profundidad de desplante entre cada apoyo y definiendo, según el estudio de mecánica de suelos, que la perforación será estable en forma natural, sin la necesidad de utilizar algún compuesto estabilizante como lodo bentonítico o similar. Se analizaron pilas de 1.20 m de diámetro, apoyadas en el estrato resistente, siempre que este tenga al menos 5 m de espesor (con una resistencia uniforme reflejada en una resistencia a la penetración estándar superior a 50 golpes), garantizando así una capacidad de carga admisible suficiente para satisfacer los requisitos del proyecto.

2.1.2. Descripción de profundidad de desplante y características geotécnicas de pilas de cimentación por apoyo.

- ESTRIBO 1 (APOYO 1)

Ubicado en el kilómetro 20+175, se realizó el sondeo SM-03, con ello se determinó.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long. Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	19	16	810.5	624	43.4	581	301

Tabla 5 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 19 m de profundidad, Estribo 1"

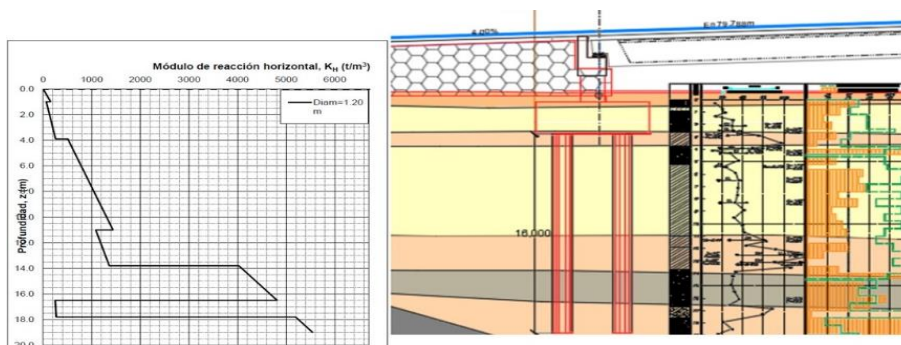


Imagen 22 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Estribo 1"

- APOYO 2

Este apoyo ubicado en el kilómetro 20+207, se realizó con el sondeo SM-04.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long. Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	33	30	1090	839	81.4	757	488

Tabla 6 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 33 m de profundidad, Apoyo 2"

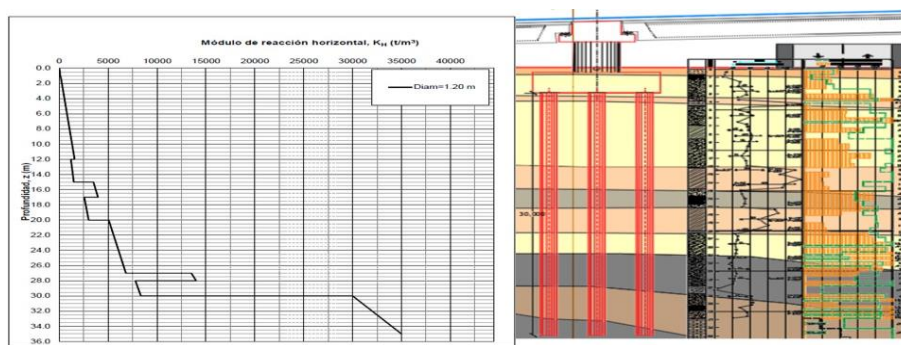


Imagen 23 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 2"

- APOYO 3 Y 4

Ubicado en los kilómetros 20+239 y 20+271 mediante los sondeos mixtos SM-05 y SM-06

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	27	24	751.8	579	65.1	514	488

Tabla 7 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 27 m de profundidad, Apoyo 3 y 4"

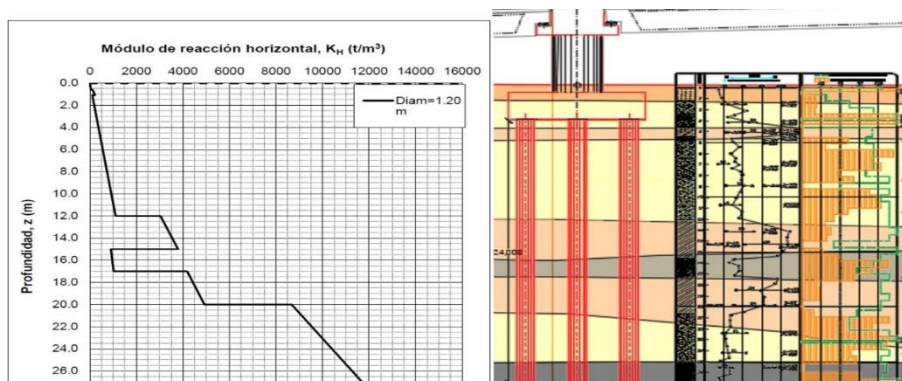


Imagen 24 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 3 y 4"

- APOYO 5

En el km 20+303 cuya exploración en campo corresponde a SM-07, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	25	22	892.7	687	59.7	628	488

Tabla 8 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 25 m de profundidad, Apoyo 5"

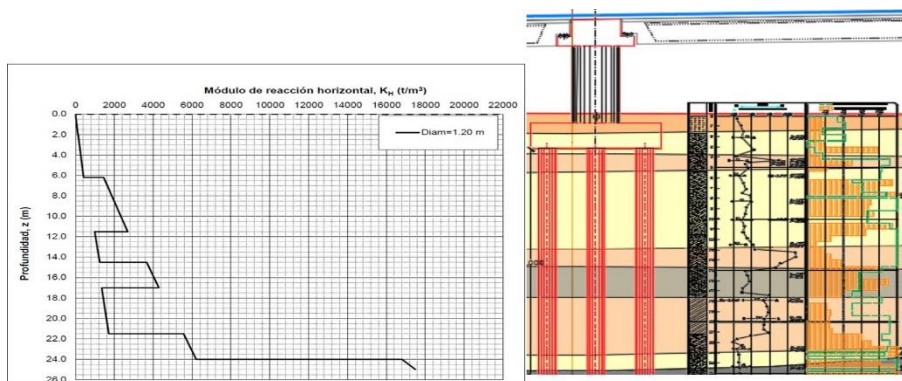


Imagen 25 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 5"

- APOYO 6

En el kilómetro 20+335 mediante el SM-08, se obtuvieron los siguientes datos.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	22	19	844.5	650	51.6	599	488

Tabla 9 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 22 m de profundidad, Apoyo 6"

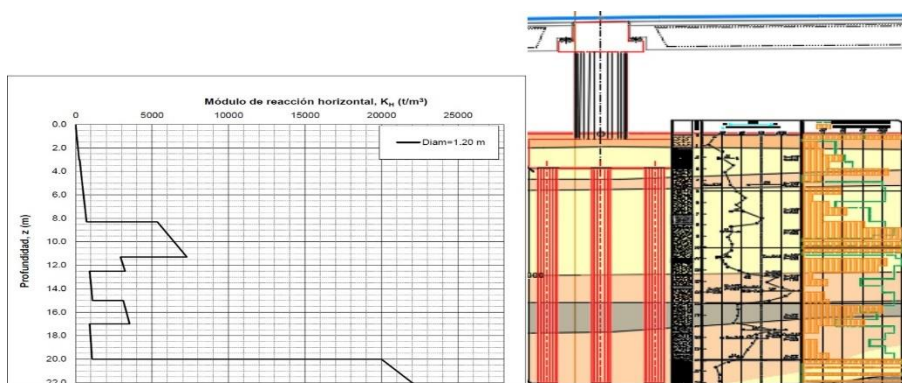


Imagen 26 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 6"

- APOYO 7

En el kilómetro 20+361, explorado in situ con el sondeo mixto SM-09, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	23.5	20.5	739.2	569	55.6	514	488

Tabla 10 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 23.5 m de profundidad, Apoyo 7"

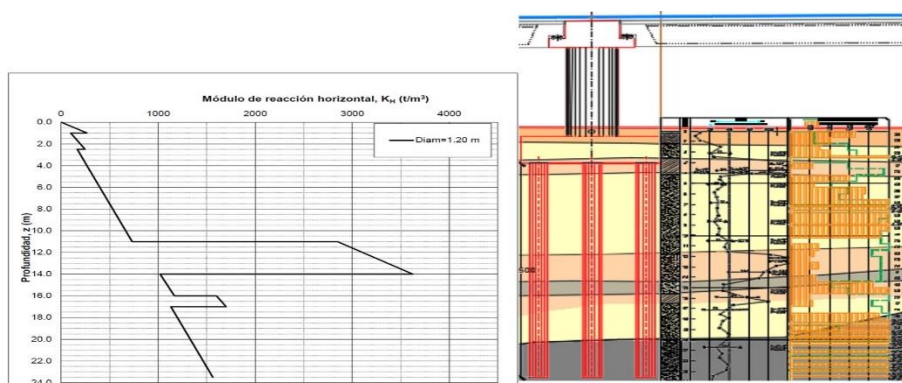


Imagen 27 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 7"

- APOYO 8

Este apoyo en el kilómetro 20+387, se obtuvo los datos con el sondeo mixto SM-10.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	18	15	780	601	40.7	560	488

Tabla 11 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 18 m de profundidad, Apoyo 8"

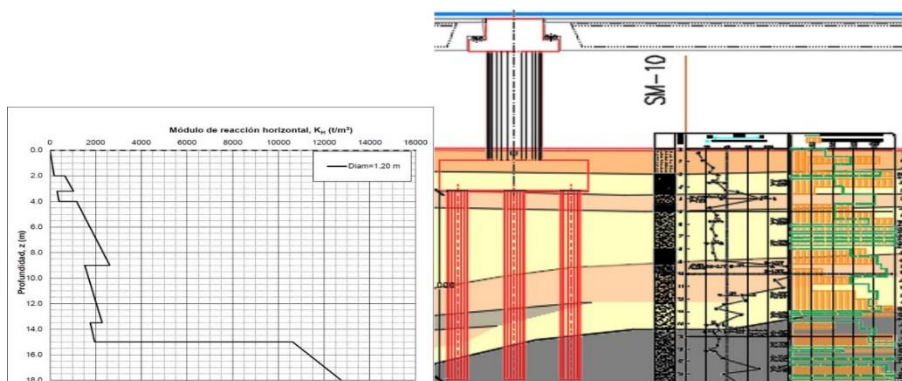


Imagen 28 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 8"

- APOYO 9

En el km 20+419, con los sondeos SM-Apoyo-01 y SM-Apoyo-02 se obtuvo lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	15.5	12.5	748	576	33.9	542	488

Tabla 12 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 15.5 m de profundidad, Apoyo 9"

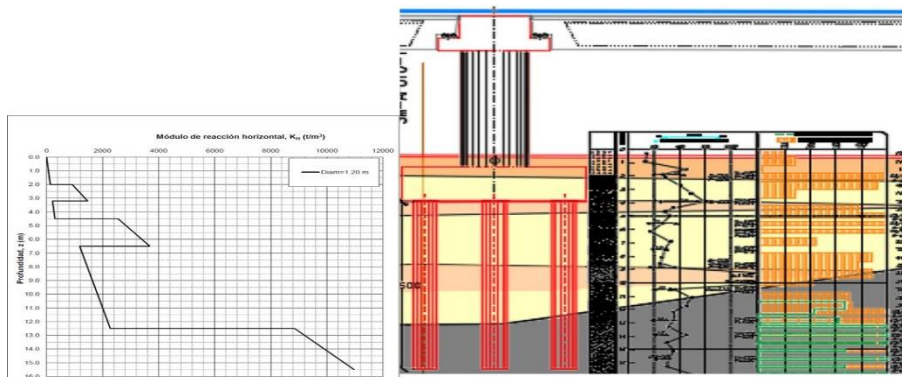


Imagen 29 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 9"

- PÓRTICO 1 (APOYO 10)

El primer pórtico situado en el kilómetro 20+451 sondeado mediante el SM-12, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	11	8	713.1	549	21.7	527	456

Tabla 13 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 11 m de profundidad, Apoyo 10"

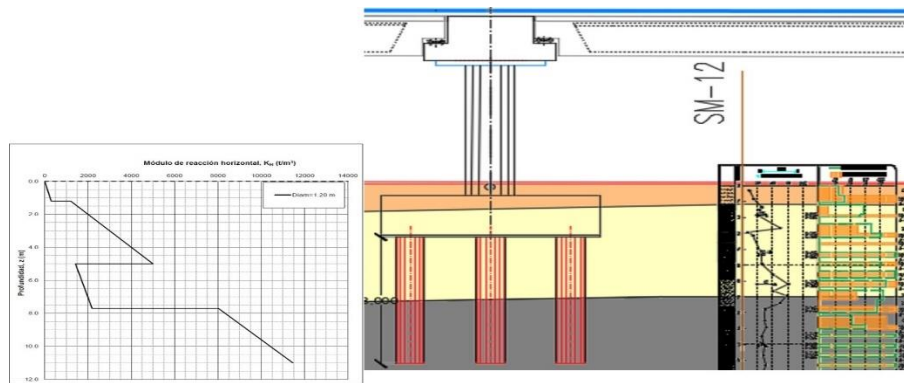


Imagen 30 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 10"

- APOYO 11

Ubicado en el kilómetro 20+483 mediante el SM-13, se presenta lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	12	9	760.5	586	24.4	561	488

Tabla 14 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 12 m de profundidad, Apoyo 11"

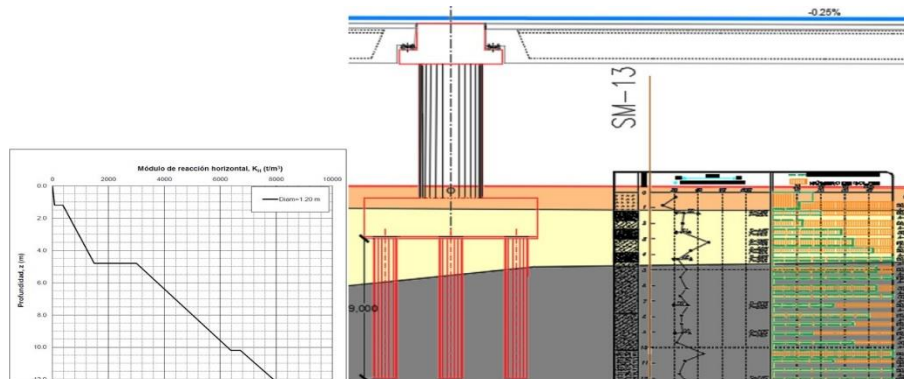


Imagen 31 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 11"

- APOYO 12

En el kilómetro 20+515 mediante SM-14, se analizó la siguiente propuesta.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	10	7	692.8	533	19	514	488

Tabla 15 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 10 m de profundidad, Apoyo 12"

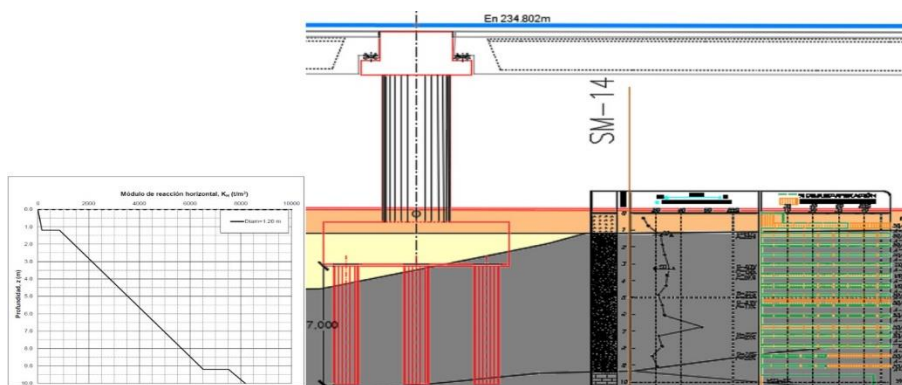


Imagen 32 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 12"

- APOYO 13

En el km 20+547 mediante los sondeos SM-Apoyo-03 y 04, se propuso lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	13	10	771.7	594	27.1	567	488

Tabla 16 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 10 m de profundidad, Apoyo 13"

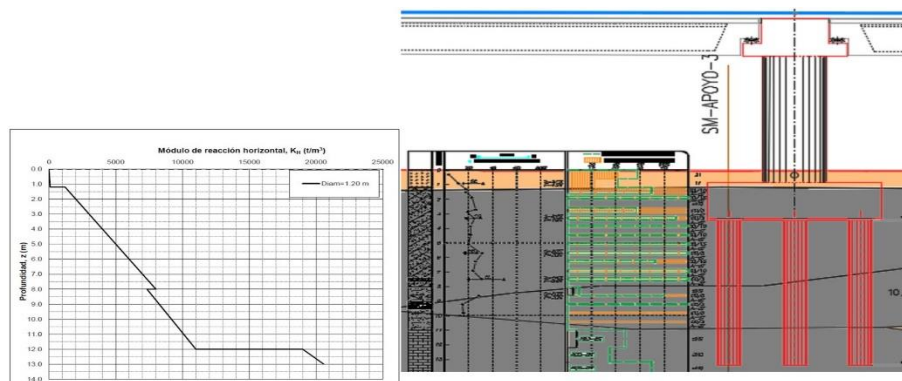


Imagen 33 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 13"

- APOYO 14

Ubicado en el km 20+579, gracias al sondeo mixto SM-16, se propuso lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	6.6	3.6	773	595	19	576	488

Tabla 17 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 6.6 m de profundidad, Apoyo 14"

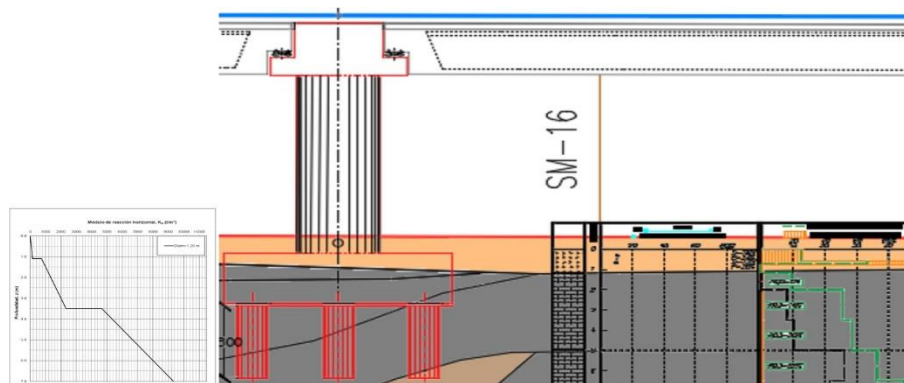


Imagen 34 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 14"

- PÓRTICO 2 (APOYO 15)

Para el segundo pórtico (km 20+611) con SM-17, se determinó lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	7	4	725	558	19	540	456

Tabla 18 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 7 m de profundidad, Apoyo 15"

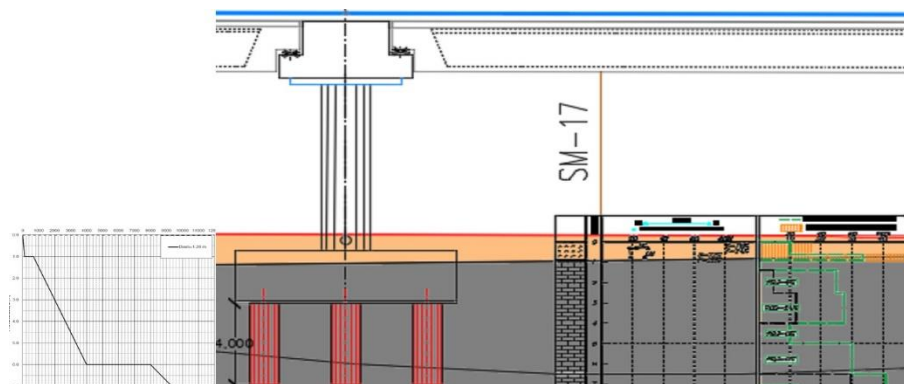


Imagen 35 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 15"

- APOYO 16 Y 17

Con los sondeos SM-18 y 19 (km 20+643 y km 20+675) respectivamente, se determinó.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	6.6	3.6	736	567	19	555	488

Tabla 19 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 6.6 m de profundidad, Apoyo 16 y 17"

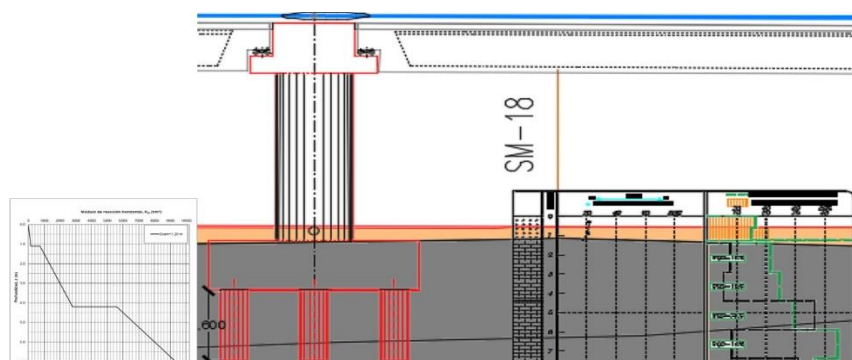


Imagen 36 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 16 y 17"

- APOYO 18

Gracias a la exploración en campo SM-20 ubicado en el km 20+707, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	8	5	726	559	21	538	488

Tabla 20 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 8 m de profundidad, Apoyo 18"

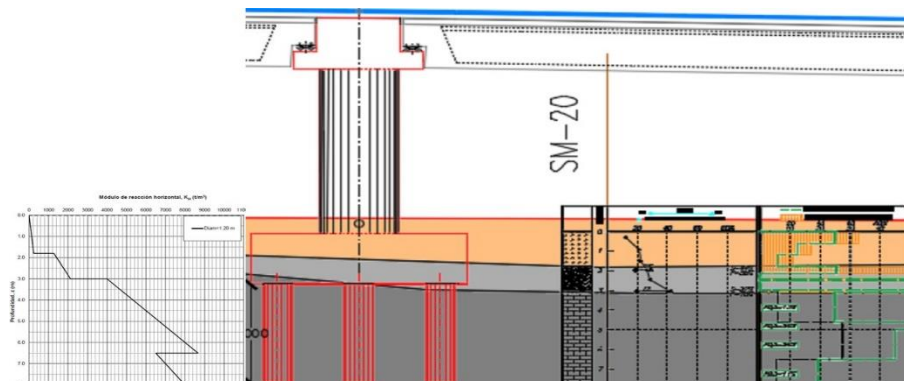


Imagen 37 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 18"

- APOYO 19

Con el sondeo mixto SM-21 ubicado en el km 20+739, se obtuvo lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long. Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	11	8	697	537	19	518	488

Tabla 21 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 11 m de profundidad, Apoyo 19"

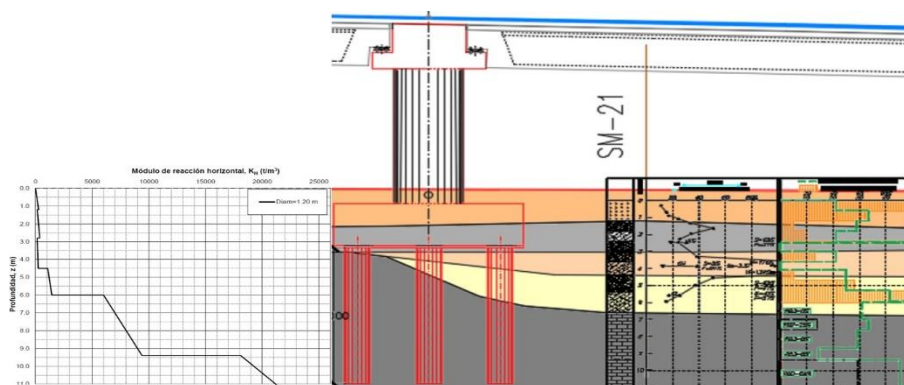


Imagen 38 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 19"

- APOYO 20

Ubicado en el km 20+771; mediante el sondeo mixto SM-22, se obtuvo lo siguiente.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long. Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	14.5	11.5	718	553	23	530	488

Tabla 22 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 14.5 m de profundidad, Apoyo 20"

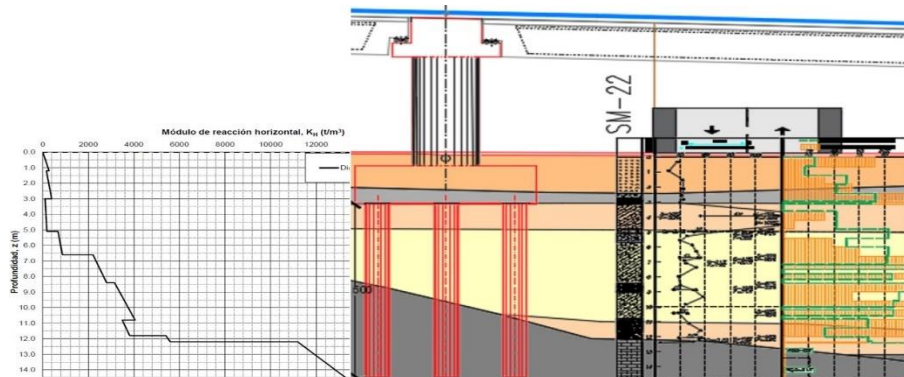


Imagen 39 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 20"

- APOYO 21

En el km 20+803 y gracias a la exploración en con el sondeo mixto SM-23, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	17	14	713	549	38	511	488

Tabla 23 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 17 m de profundidad, Apoyo 21"

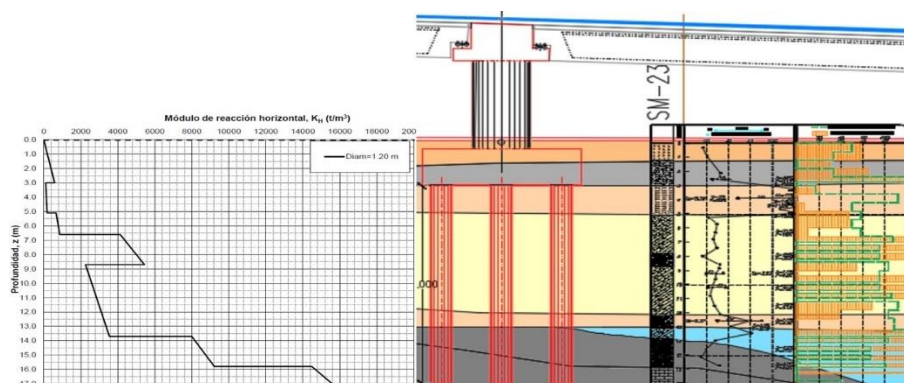


Imagen 40 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 21"

- APOYO 22

Para el sondeo SM-24 en el apoyo ubicado en el km 20+835, se obtuvieron los datos.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	24	21	838	645	57	588	488

Tabla 24 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 24 m de profundidad, Apoyo 22"

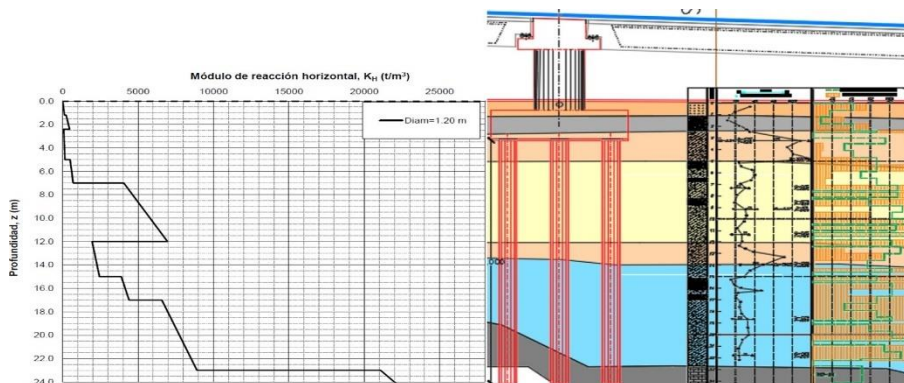


Imagen 41 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 22"

- APOYO 23

Ubicado en el km 20+867 y mediante el sondeo ejecutado en sitio SM-25, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long. Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	31.5	28.5	1097	845	77	768	488

Tabla 25 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 31.5 m de profundidad, Apoyo 23"

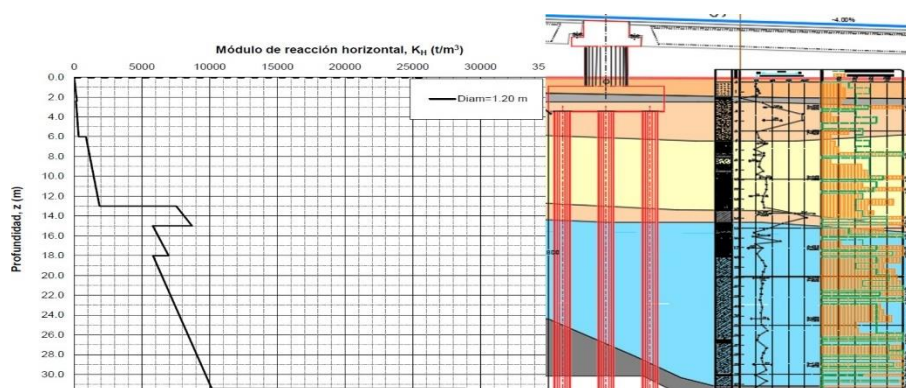


Imagen 42 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 23"

- ESTRIBO 2 (APOYO 24)

El segundo estribo ubicado en el km 20+899 y sondeando mediante el SM-26, se obtuvo.

Diámetro de pila (m)	Long. Total (m)	Long. Efectiva (m)	Cap de carga Máx. (Ton)	Cap de carga reducida (0.77)	Cap. de carga en Límite Plástico (Wp) (Ton)	Cap. Red – Lim Plástico (Ton)	Carga Solicitada (ton)
1.2	26	23	648	499	62	437	301

Tabla 26 Grupo CAF (2023) "Resultados de pilas desplantadas a 26 m de profundidad, Apoyo 24"

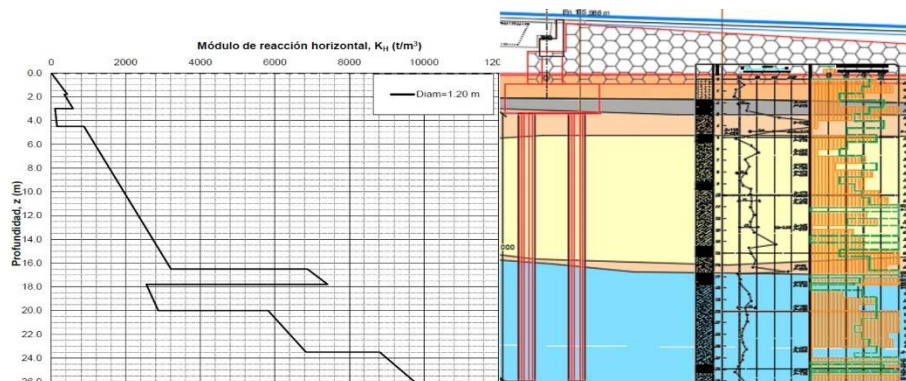


Imagen 43 Grupo CAF (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 24"

2.1.3. Descripción general del elemento.

En el apartado 2.1.2 del presente trabajo, se describen las características de cada uno de los apoyos y con ello, la propuesta del armado de acero para el soporte de los esfuerzos en las pilas de cimentación. Inicialmente, se tiene un armado longitudinal constante de 31 varillas corrugadas de una pulgada de diámetro, además de 31 “bastones”, es decir, varillas corrugadas adicionales del mismo diámetro unidas en paquete, las cuales tendrán una presencia y/o longitud de desarrollo variable en función del apoyo. Así mismo, la conexión para lograr la longitud de las pilas de más de 12 metros, se hará a través de conectores mecánicos roscados, satisfaciendo la Norma Mexicana NMX-C-407-ONNCCE-2017, apartado 9.4; la cual especifica que, para varillas de pulgada de diámetro o superiores, se deben utilizar conectores mecánicos que mediante ensayos de laboratorio sustenten el soporte de los esfuerzos a los que están sujetos las varillas.

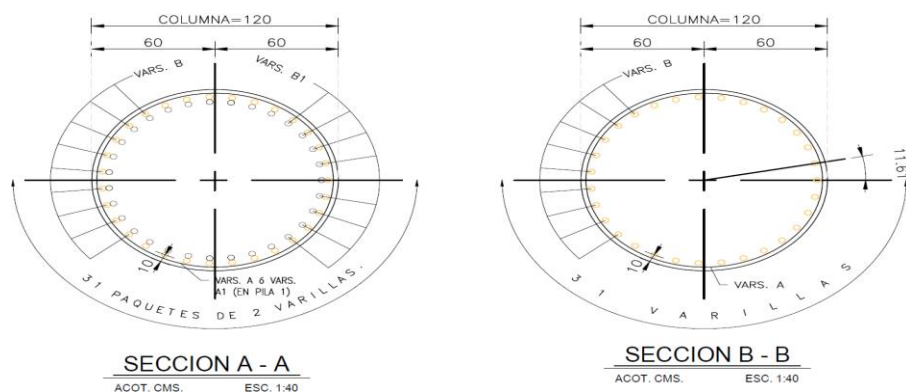


Imagen 44 ARI Ingeniería (2023) "Sección transversal del armado de acero estructural para pilas de cimentación"

Todas las pilas de cimentación cuentan con un recubrimiento de diez centímetros medido a ejes centroidales de la varilla, por lo que la sección transversal del armado de acero y estribos contarán con un metro de diámetro, de igual manera, las pilas contarán con un recubrimiento inferior de 18 centímetros respecto del último estribo al fondo de excavación.



Imagen 45 y 46 Autoría Propia (2023) "Vista de conectores mecánicos roscados y sección transversal del armado de acero en sitio"

En el armado de acero transversal o “estribos”, se tiene una distribución o espaciamientos en función de la estratigrafía y esfuerzos presentes en cada apoyo, a continuación, un ejemplo muestra las características generales de las pilas de cimentación para posteriormente obtener una tabla comparativa en donde se indica la longitud total de colocación de estribos, así como la longitud de los espaciamientos y calibre de varilla a utilizar en las pilas por cada apoyo, con ello se procederá a revisar los armados en sitio.

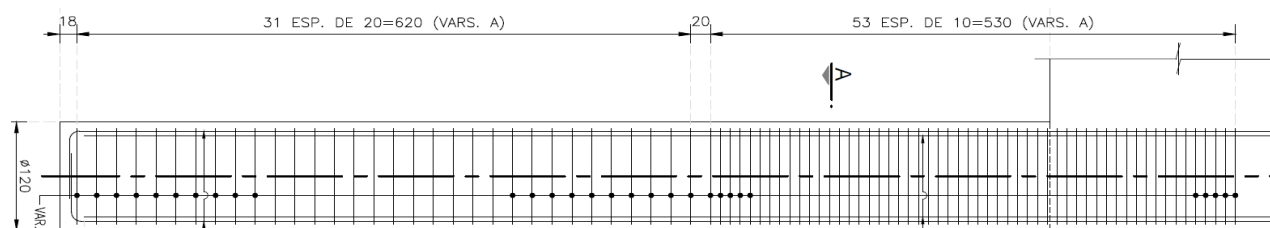


Imagen 47 ARI Ingeniería (2023) "Ejemplo detallado del armado de acero transversal de pila de cimentación del Apoyo 13"

Como es posible apreciar, los estribos con varilla de ½ pulgada con espaciamientos a cada 20 centímetros permiten a la pila soportar los esfuerzos producidos por los estratos más rígidos, los cuales no exigen a la misma soportar grandes esfuerzos al corte, mientras que los estribos con espaciamientos a cada 10 centímetros influyen en la pila para resistir los esfuerzos al corte producidos por los movimientos de los estratos más susceptibles a deformaciones y movimientos laterales. De esta manera, la siguiente tabla muestra la cantidad total de acero longitudinal y acero transversal utilizados en cada pila por apoyo, así como la longitud que deben cumplir para satisfacer las necesidades estructurales representadas en el proyecto ejecutivo, con esta herramienta utilizada durante la ejecución de los trabajos se procedió a la revisión en campo de cada una de las pilas para los 24 apoyos, la cual se mostrará más adelante.

APOYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
RECUBRIMIENTO INFERIOR (cm)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
DISTANCIA DE ESPACIAMIENTO A CADA 20 CM (m)	10.2	19.6	15.6	15.6	14.2	12.6	13.2	9.6	8.0	4.8	5.6	4.2	6.2	2.0	2.2	2.0	2.0	3.0	4.8	7.2	8.8	13.4	18.8	14.8
DISTANCIA DE ESPACIAMIENTO A CADA 10 CM (m)	7.3	11.9	9.9	9.9	9.3	7.9	8.8	6.9	6.0	4.7	4.9	4.3	5.3	3.1	3.3	3.1	3.1	3.5	4.7	5.8	6.7	9.1	11.5	9.7
DISTANCIA DE ENTRE CAMBIO DE ESPACIAMIENTOS (cm)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
CANTIDAD DE ESTRIBOS A 20 CM(1/2")	51	98	78	78	71	58	66	48	40	24	28	21	31	10	8	10	10	15	21	36	44	67	94	74
CANTIDAD DE ESTRIBOS A 10 CM(1/2")	73	119	99	99	93	79	88	69	60	47	49	43	53	31	33	31	31	35	47	58	67	91	115	97
BASTONES DE (1") (m)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	9.01	9.01	9.71	12	6.35	6.71	6.35	6.35	7.71	10.71	12	12	12	12	12
LONGITUD ACERO LONGITUDINAL (m)	18.71	31.71	26.71	26.71	24.71	21.71	23.25	17.71	18.21	9.71	11.71	9.71	12.71	6.35	6.71	6.35	6.35	7.71	10.71	14.21	16.71	23.71	31.01	25.71
CANTIDAD DE ESTRIBOS TOTAL (1/2")	124	217	177	177	164	137	154	117	100	71	77	64	84	41	41	41	41	50	68	94	111	158	209	171

Imagen 48 Autoría Propia (2023) "Ejemplo detallado del armado de acero transversal de pila de cimentación del Apoyo 13"

2.1.4. Supervisión del replanteo y perforación para pilas de cimentación.

Para iniciar con el proceso de construcción de las pilas de cimentación para cada uno de los apoyos, es necesario realizar el replanteo en sitio, es decir, llevar a cabo el marcaje o trazo de los elementos en campo para proceder con la ejecución de los trabajos.

Para ello, se necesitaron de dos aspectos fundamentales; el primero es el plano geométrico, en donde se plasman las dimensiones, espaciamientos y posicionamiento de los elementos, además de las coordenadas de los mismos.

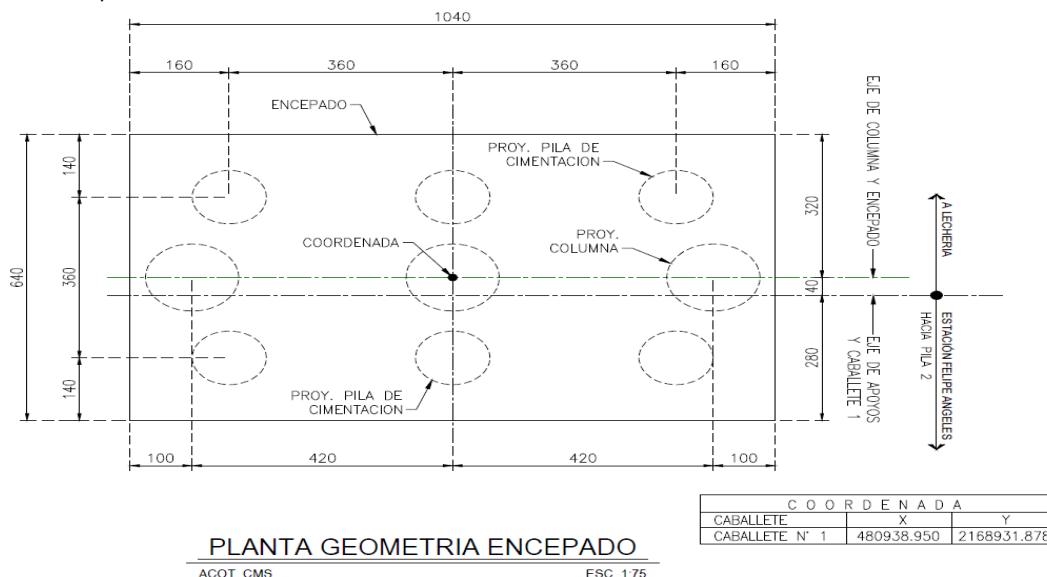


Imagen 49 ARI Ingeniería (2023) "Relación de módulo de reacción horizontal con profundidad de desplante de pilas, Apoyo 24"

El segundo aspecto es el trabajo en conjunto con la brigada de topografía, verificando las coordenadas calculadas anteriormente con base a la coordenada de referencia descrita en el plano; estas son revisadas en campo gracias a la medición con equipo topográfico de alta precisión (Estación total, prisma y bastón).



Imagen 50 y 51 Autoría Propia (2023) "Vista de verificación topográfica de supervisión para pilas de cimentación con estación total y trazo en campo para perforación"

Una vez verificado el trazo del contratista, se proceden a los trabajos de perforación; para llevar a cabo estos trabajos, se necesitaron equipos especializados como las piloteadoras “Casagrande B125 XP”, “Soilmec SR-60”, “Soilmec SR-40” y “Trivelsonda TRIVE 80”. Estos equipos cuentan con características necesarias para cumplir la verticalidad requerida según el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México, específicamente en las Normas Técnicas Complementarias (NTC) para Diseño y Construcción de Cimentaciones en el apartado 7.1.3.1, párrafo 10; la cual establece una tolerancia en la verticalidad del 2% respecto a una profundidad de 25 metros y del 3% si supera esta longitud el elemento.



Imagen 52 y 53 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de perforación para pilas de cimentación en Apoyo 23 y Apoyo 22"

En el punto 2.1.1 de este documento y gracias a la mecánica de suelos, se define que la perforación no requiere de estabilización, por lo que al momento de la ejecución de los trabajos solo se requirió del uso del equipo de pilotaje, una persona auxiliar para la limpieza de la broca, una excavadora CAT 320B y un camión de volteo de 6 metros cúbicos para el retiro de material producto de la perforación a un banco de tiro autorizado.

Para seguir con la ejecución de la construcción, un aspecto importante a verificar durante todo el proceso es el aseguramiento del personal y utilización del equipo de protección (EPP) por parte de los involucrados, desde el uso de botas con casquillo de seguridad, lentes claros, casco, tapones auditivos, arnés y línea de vida unidos a contrapesos para evitar algún accidente o caída dentro de la perforación al momento de realizar la limpieza de broca, además del confinamiento con malla de seguridad y barreras New Jersey.

Finalizado los trabajos, se procede a la verificación en conjunto con el Residente de Obra de la contratista, midiendo el fondo de la perforación para el cálculo y control de volumetrías de excavación; así como para asegurar que no exista presencia de azolves, es decir, derrumbes de las paredes de la perforación que puedan contribuir a la segregación y/o contaminación en el colado, lo anterior, siguiendo las NTC para Diseño y Construcción de Cimentaciones en el apartado 7.1.3.1, párrafo 1, además de cumplir con

las medidas de seguridad correspondientes como arnés de seguridad, línea de vida, contrapeso y parrilla de seguridad al momento de la medición. A continuación, se muestra evidencia de los trabajos de supervisión de perforación realizados.



Imagen 54 y 55 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de sondeo y verificación de profundidad de desplante en pilas de cimentación"

Finalizadas estas verificaciones por parte de la supervisión, se procede a la liberación de la perforación si esta cumple con la profundidad de desplante indicada en el proyecto, en caso contrario, si se logra detectar azolves dentro, se procede a dar aviso al residente encargado de la ejecución de los trabajos para de nueva cuenta movilizar los equipos de perforación, asegurando la integridad y calidad del elemento.

Es importante mencionar que previamente se habilitó el acero en un taller exclusivo para esta función; es decir, se cortaron y doblaron las varillas correspondientes acordé al plano donde desglosa la lista de varillas a emplear, para que a la par en la que se ejecutan los trabajos de perforación se lleven a cabo el armado de acero estructural para las pilas, de manera que se pueda trabajar de una manera más eficiente y evitar el factor del intemperismo en el acero reduciendo la probabilidad de presencia de corrosión.



Imagen 56 y 57 Autoría Propia (2023) "Suministro de acero de refuerzo (Estribos y acero longitudinal) y Maxi light para el armado de pilas de cimentación"

2.1.5. Supervisión en el armado de acero, izaje y colocación de concreto premezclado en pilas de cimentación.

En la ejecución de los trabajos de armado de acero, se lleva a cabo siguiendo los planos y características representadas en el punto 2.1.3. El proceso constructivo inicia por el calzado (separación del acero con el suelo por medio de apoyos de varilla o madera) evitando la contaminación y facilitando la colocación de estribos o aros guía al principio, parte media y final de la pila, además del correcto espaciamiento del acero longitudinal e integración de la pila. En el caso de elementos con longitudes mayores a 12 metros, el acero longitudinal es previamente roscado en taller para empalarse a través de conectores mecánicos y dar la longitud deseada; los conectores mecánicos son empleados de tal manera que las varillas compartan un espacio dentro del conector en proporción similar, esto es uno de los aspectos fundamentales e importantes a supervisar en la liberación del armado de acero en pilas de cimentación, además de los espaciadores (ruedas de plástico unidas a estribos que facilitan el descenso de la pila) y “orejas” que son varillas de media amarrados al acero longitudinal y transversal los cuales contribuyen a cumplir el recubrimiento de cada pila, como se muestra en la imagen 59.

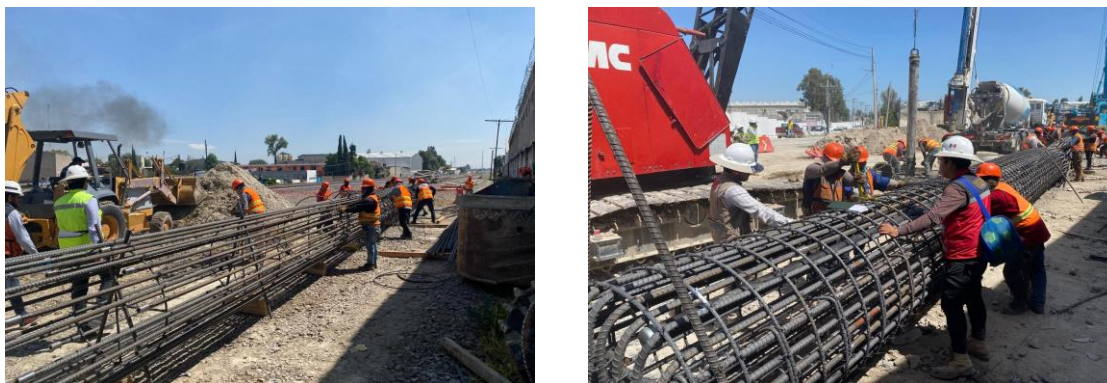


Imagen 58 y 59 Autoría Propia (2023) "Vista de los inicios para el armado de acero en pila de cimentación y supervisión en campo del acoplamiento a través de conectores mecánicos"

Para pilas con una longitud mayor a 20 metros, el procedimiento constructivo indica el armado en dos segmentos de proporciones similares, en el primero se colocarán 4 tuberías de acero de 4 pulgadas (50 mm a 100 mm) de diámetro roscado en el extremo inferior con tapa para evitar el acceso de material o la fuga de agua en la ejecución de pruebas de integridad Cross Hole (CSL), este será izado a través de una grúa “Bucyrus Erie 38B” de 100 toneladas de carga y un alcance máximo de 30 metros; la práctica constructiva establece que el personal no involucrado directamente en las operaciones de izaje deberá mantenerse a una distancia no menor al radio de giro del equipo de izaje; el proyecto al ubicarse entre las nuevas vías de carga y las casas aledañas a la avenida José López Portillo consta de un espacio reducido, por lo que el cumplimiento de esta medida de seguridad se ve afectado, sin embargo, se verifica por parte de supervisión que la

seguridad complementaria como el acordonamiento del área y retiro del personal no involucrado se cumpla para proceder con las maniobras de izaje, atestiguando que el armado y acoplamiento se ejecute de manera óptima.

Una vez introducido el primer tramo, se calza con segmentos de varilla de un gran calibre (normalmente 5 varillas del número 10 o superiores) soldados entre si llamados “bastones”, estos son colocados en las orejas para proporcionar el recubrimiento inferior de la pila y comenzar con las maniobras de izaje del segundo segmento siguiendo las normas de seguridad correspondientes en donde se incorpora la brigada de “fierros” que realizarán el acoplamiento de los dos tramos de pila y tubería, verificando que no se concentren en una misma sección más del 50% de los conectores como se especifica en el proyecto ejecutivo, la normativa ACI 318, el Manual de Diseño de Concreto Armado de la Universidad Nacional Autónoma de México y prácticas constructivas comunes.



Imagen 60 y 61 Autoría Propia (2023) "Vista de los trabajos de izaje, acoplamiento y colocación de estribos para pilas de cimentación mayores a 20 metros de longitud"

Una vez realizado el izaje y colocación del armado de acero, se procede a la supervisión topográfica para corroborar las dimensiones del armado y recubrimientos especificados en el proyecto ejecutivo.



Imagen 62 y 63 Autoría Propia (2023) "Vista de bastones en orejas de pila para maniobras de colocación del segundo tramo y vista de verificación topográfica de recubrimiento inferior"

Liberado topográficamente, se procede a la autorización por parte de supervisión para proceder con el colado, verificando que las características del concreto cumplan con las especificadas en el proyecto ejecutivo; algunos de ellos se ubican en zonas con canales sin recubrimiento y alcantarillado municipal deficiente, facilitando así filtraciones de aguas sulfatadas a lo largo del viaducto, poniendo en riesgo la integridad estructural de la obra.

4 - MATERIALES

4.1 - CONCRETO

4.1.1 - Las clases de concreto deberán ser las siguientes si no se especifica lo contrario

Elemento	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de concreto	Tipo de Agregado	Tamaño máximo del agregado (mm)
Pilas de Cimentación	250	clase I c/ Resistencia a Sulfatos	Calizo	25

Imagen 64 ARI Ingeniería (2023) "Características del concreto según plano TTE-TP-20006-CPV-B11-01.09.00-D20-DRW-00002 para apoyos 1 a 10"

En cuanto al revenimiento del concreto, este será constante para todos los elementos del proyecto, teniendo una holgura que va de los 18 centímetros más menos dos, con tiempo máximo de llegada a sitio de 2 horas a partir de que este sale de la planta de producción, en apoyos subsecuentes al apoyo 10, el concreto no contará con la resistencia a sulfatos.

Uno de los primeros aspectos a supervisar para el colado de pilas es el izaje y colocación de tubería Tremie, este dispositivo conformado por varios tubos de 3 metros de longitud con un diámetro interior de 219 milímetros, permite la colocación del concreto al fondo de la pila, cumpliendo con la Norma Técnica Complementaria para el Diseño y Construcción de Cimentaciones "NTC-01" la cual establece que un tiro directo no debe realizarse a más de 1.5 metros de altura, además de cumplir la NMX-C-443-ONNCCE-2012 donde se recomienda el uso de esta técnica para evitar la segregación del concreto, controlar la mezcla y asegurar que esta fluya de manera uniforme en el fondo sin producir vacíos o discontinuidades.



Imagen 65 y 66 Autoría Propia (2023) "Trabajos de armado y colocación de tubería Tremie para colado de pilas"

Colocada la tubería Tremie y con la primera olla de concreto premezclado en sitio se procede a revisar la hoja de remisión, verificando las características iniciales como la hora de salida de planta, hora de llegada a sitio, resistencia (f'c), cantidad y número de unidad.

Posteriormente, con la ayuda de la brigada de laboratorio se toma la temperatura del concreto a la par que se realiza el muestreo para llevar a cabo la prueba de revenimiento; la norma NMX-C-156-ONNCCE-2020 y la NTC-01 hacen referencia a la temperatura máxima del concreto al momento del colado, indicando que esta no debe de exceder los 32° Celsius, al superar este límite, podrían presentarse efectos adversos como un fraguado anticipado y reducción de resistencia.

Una vez ejecutada la prueba de revenimiento además de la toma de temperatura, se verterán muestras de concreto en cilindros metálicos con un diámetro de 15 cm y 30 cm de altura como lo indica la norma mexicana NMX-C-156-ONNCCE-2020, siguiendo todos los aspectos que esta recomienda como el tiempo de curado, pruebas a realizar, cantidad de cilindros a muestrear (2 cilindros por cada 50 m³), etc., para que, por parte de supervisión, se verifique en laboratorio la resistencia real del concreto suministrado y colocado en el elemento, permitiendo así el aseguramiento de la estructura.



Imagen 67 y 68 Autoría Propia (2023) "Vista de hoja de remisión y toma de muestra para prueba de revenimiento"



Imagen 69 y 70 Autoría Propia (2023) "Prueba de revenimiento y vaciado de concreto en cilindros muestra"

Si el tiempo de llegada a sitio es menor a las dos horas de traslado, la prueba de revenimiento y temperatura cumple sin algún inconveniente en el primer ejercicio, el lote de concreto (volumen en olla) procederá a ser aceptado, de no ser así, se procederá a realizar hasta dos pruebas adicionales de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-156-ONNCCE-2020, el promedio deberá encontrarse dentro de los límites permisibles.



Imagen 71 y 72 Autoría Propia (2023) "Vertido de concreto $f'c$ 250 kg/cm² en pilas de cimentación"

Para este proyecto se dejará un metro de concreto de pila por encima del nivel de desplante (NDD) de la zapata, asegurando que tras por lo menos 7 días de fraguado (según la NMX-419-ONNCCE-2017) y culminados los trabajos de contención de excavación, se proceda con la esta misma para zapatas, permitiendo de esta manera el descabece de las pilas de concreto a través de Martillos Neumáticos debido a que la resistencia del concreto es baja para realizarla con Martillo Hidráulico, este último puede ocasionar fracturas o discontinuidades dentro del elemento.



Imagen 73 y 74 Autoría Propia (2023) "Vista de los trabajos de excavación y descabece en pilas de cimentación"

Al finalizar los trabajos de descabece de pilas, limpieza y remoción de escombros producto de la demolición, se procede a ejecutar las pruebas de integridad para asegurar que no existen fisuras o discontinuidades que comprometan estructuralmente el proyecto, produciendo asentamientos por fracturas totales o parciales en algún apoyo del viaducto.

2.1.6. Supervisión en las pruebas de integridad para pilas de cimentación.

Las pruebas de integridad ejecutadas se llevaron acorde al proyecto ejecutivo, específicamente las descritas en el plano TTE-TP-20006-CPV-B11-01.09.00-D20-DRW-00004, las cuales indican lo siguiente.

3. CONSTRUCCION DE LAS PILAS DE CIMENTACION:

CON EL OBJETO DE IMPLEMENTAR UN CONTROL DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCION DE LAS PILAS DE CIMENTACION, SE DEBERAN REALIZAR EN ELLAS PRUEBAS DE INTEGRIDAD DE TIPO CROSSHOLE. PARA ELLO SE DEBERÁ TENER EN CUENTA LO SIGUIENTE:

- a) SE REALIZARÁ EL ENSAYO DE CONTINUIDAD COMO MÍNIMO EN EL 25% DE LAS PILAS DE CADA ZAPATA Y ENSAYANDO SIEMPRE UN MÍNIMO DE 1 PILA POR APOYO DE ACUERDO A LA ASTM D6760 08. PARA LA ELECCIÓN DE LAS PILAS A ENSAYAR EL CONTRATISTA REALIZARÁ UNA PROPUESTA QUE SERÁ EVALUADA PARA LA ACEPTACIÓN DEL PROPIETARIO. EN CASO DE QUE EL RESULTADO DE UN ENSAYO NO SEA SATISFACTORIO SE DETERMINARÁN LOS ENSAYOS ADICIONALES O ACCIONES CORRECTORA DE ACUERDO CON EL PROPIETARIO. EL CONTRATISTA DEBERÁ DEJAR INSTALADOS TUBOS PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO CROSS-HOLE EN TODAS LAS PILAS EN PREVISIÓN DE QUE MÁS ENSAYOS DE LOS INICIALMENTE DISPUESTOS SEAN NECESARIOS, ESTOS TUBOS PODRÁN DEBERAN CUMPLIR CONFORME LO INDICA LA NORMA PARTICULAR D6760 08.
- b) SE REALIZARÁ EL ENSAYO "TESTING OF PILES INTEGRITY" (PIT) EN EL RESTO DE PILAS EN LAS QUE NO SE HAYA REALIZADO ENSAYO DE CONTINUIDAD, SIEMPRE Y CUANDO LOS RESULTADOS DE CONTINUIDAD HAYAN SIDO SATISFACTORIOS
- c) QUEDA A CRITERIO DEL PROPIETARIO EL REALIZAR PRUEBAS DE CARGA EN LAS PILAS DE CIMENTACION CUANDO ASÍ SE REQUIERA POR LA EXISTENCIA DE DISCREPANCIA Y/O DUDAS EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS DE INTEGRIDAD. EL PROCESO DETALLADO Y LA EJECUCION DE LA PRUEBA DE CARGA DEBERA SER REALIZADO POR UNA EMPRESA O INSTITUCION QUE CUENTE CON AMPLIA EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE TRABAJOS ESPECIALIZADOS.

Imagen 75 ARI Ingeniería (2023) "Especificaciones para la realización de pruebas de integridad acorde a proyecto"

El proyecto ejecutivo recomienda como mínimo el ensaye de una pila por medio de la prueba Cross Hole; como recomendación del supervisor geotécnico de la contratista se ejecutaron pruebas Cross Hole en todas las pilas de aquellos apoyos que superan los 20 metros de longitud (apoyos 2 a 7 y apoyos 22 a 24), mientras que todas las pilas de los apoyos menores a esta longitud se verificaron mediante pruebas PIT.

El método de ejecución de las pruebas Cross Hole inicia con el posicionamiento de los sensores en la parte superior de los tubos de cuatro pulgadas previamente colocados en el armado de acero, los cuatro tubos son llenados con agua hasta el tope para que el sensor emisor y receptor sean sujetos paralelamente por medio de cables que bajan a través de poleas, el sensor emisor genera impulsos sísmicos a través del concreto de la pila que son registrados por el sensor receptor midiendo la velocidad de propagación de onda, este proceso se repite de forma ortogonal en cada uno de los tubos.



Imagen 76 y 77 Autoría Propia (2023) "Ejecución de pruebas Cross Hole en pilas de cimentación mayores a 20 metros de profundidad"

Al finalizar el posicionamiento ortogonal de los sensores de tal manera que se forme un cuadrado y una equis al centro de este, el programa de cómputo arroja un perfil completo de la estructura donde es posible apreciar alguna discontinuidad o desperfecto en el elemento.

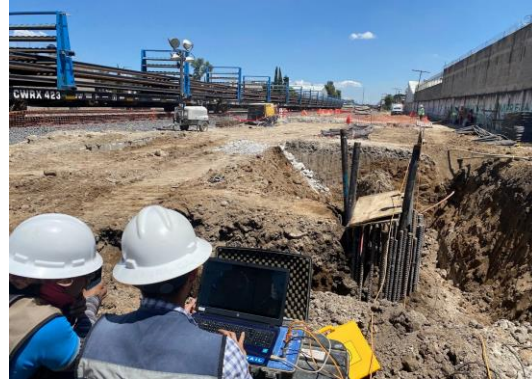


Imagen 78 y 79 Autoría Propia (2023) "Suministro de agua en tubos y ejecución de pruebas Cross Hole en pilas de cimentación mayores a 20 metros de profundidad"

El método de ejecución de las pruebas PIT (Pile Integrity Testing) es un tipo de prueba no destructiva, requiriendo solamente que la pila quede completamente accesible para la instalación de acelerómetros (también denominados geófonos) en la parte superior. La prueba comienza con la colocación del geófono (receptor) en el centro de la pila, normalmente adherida con goma para quedar estable y proseguir con la utilización del martillo de impacto, golpeando la pila diez (10) veces en intervalos de tres (3) segundos, esto generará impulsos acústicos que viajarán a través del concreto hasta llegar nuevamente al receptor, con esta información se calcula la velocidad de propagación, si esta onda se propaga lentamente en ciertas áreas, indicará la presencia de defectos como vacíos, fisuras, fracturas o zonas de concreto de baja densidad. Una vez finalizadas las pruebas, se proceden a colocar los estribos restantes.

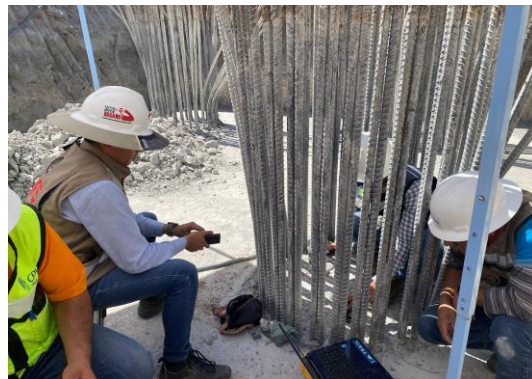


Imagen 80 y 81 Autoría Propia (2023) "Trabajos de supervisión en pruebas de integridad PIT"

2.2. ZAPATAS DE REPARTICIÓN

2.2.1. Descripción general del elemento.

Para la construcción de las zapatas de repartición se consideraron tres tipos; en los apoyos intermedios, la geometría de la excavación es de una profundidad máxima de 3 metros respecto al nivel de terreno natural, para alojar una zapata cuadrada de 9 metros por lado y 2.5 metros de peralte, correspondiendo por ende a un arripe de 50 centímetros.

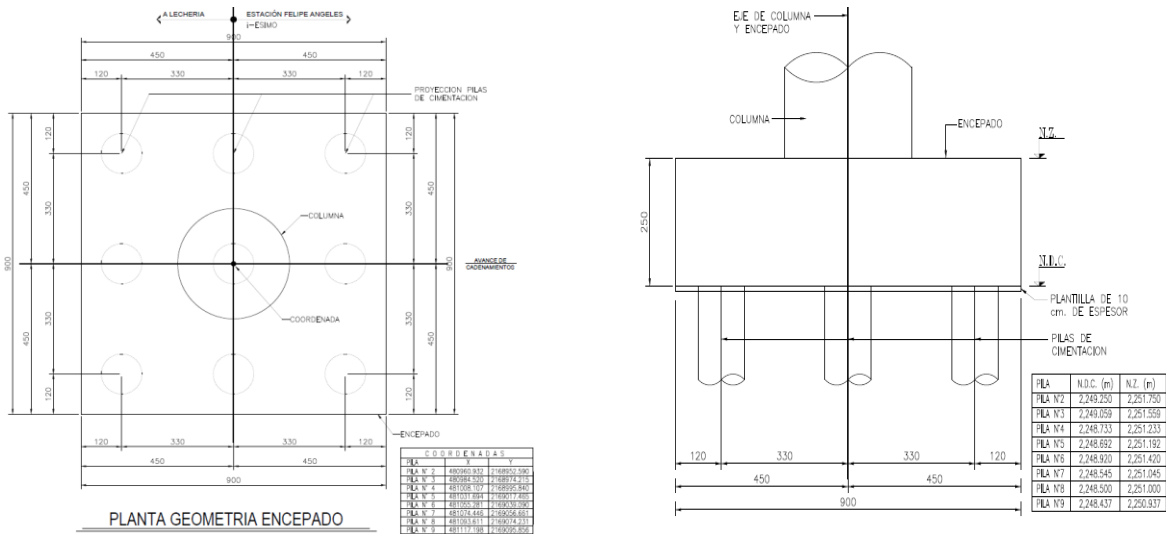


Imagen 82 y 83 ARI Ingeniería (2023) "Geometría de zapatas para apoyos intermedios"

El segundo tipo correspondiendo a pórticos (Apoyo 10 y 15) coincide en profundidad de excavación, peralte de zapata y arripe, variando únicamente la geometría. En él, dos de los lados fueron de 9 metros mientras que los restantes de 10.4 metros como se muestra.

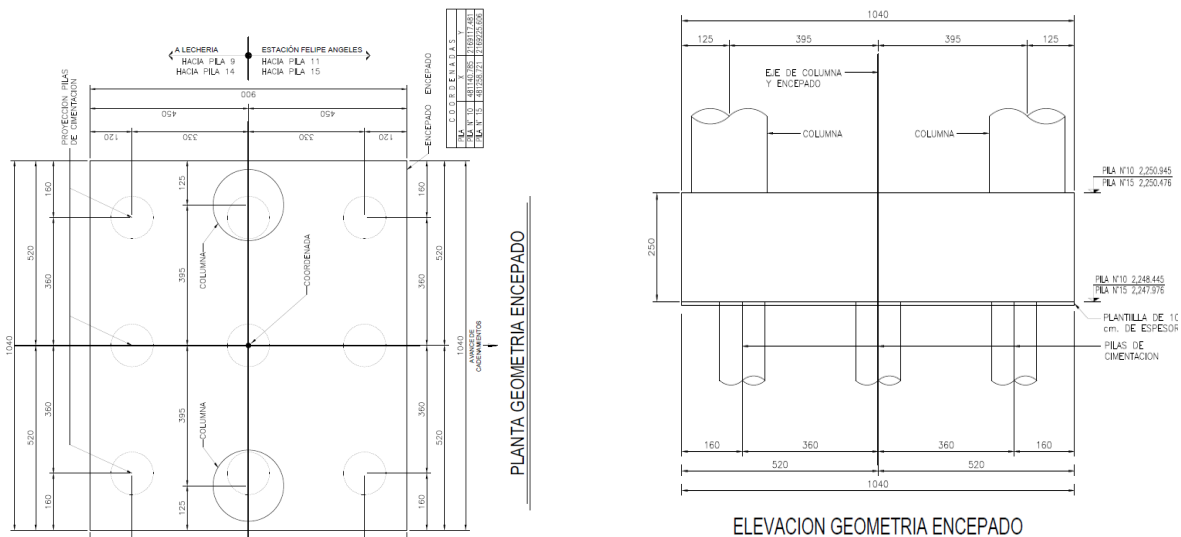


Imagen 84 y 85 ARI Ingeniería (2023) "Geometría de zapatas para pórticos (Apoyo 10 y 15)"

Por último, el tercer tipo de zapata para los estribos (Apoyos 1 y 24) cuenta con una geometría de 6.4 metros de ancho por 10.4 metros de largo, respetando la misma profundidad de excavación, peralte de zapata y arroye.

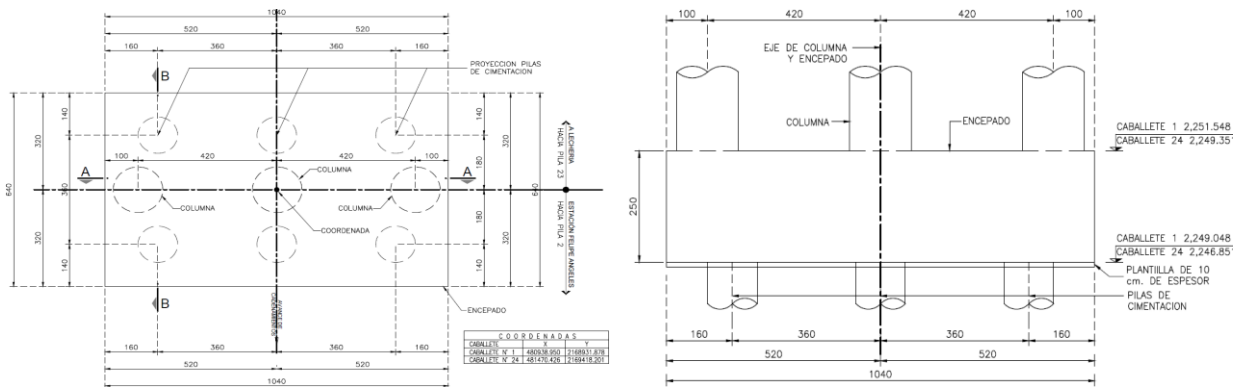


Imagen 86 y 87 ARI Ingeniería (2023) "Geometría de zapatas para estribos (Apoyo 1 y 24)"

Para evitar el contacto directo del elemento con el terreno natural, se establece el suministro de concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ (concreto pobre) para plantillas en zapatas de pórticos y apoyos intermedios con espesor de 5 centímetros, asegurando que la humedad remanente del terreno no afecte la estructura; mientras que para los estribos se establece una plantilla de concreto pobre de 10 centímetros debido a que estos puntos son adyacentes a los muros mecánicamente estabilizados (también llamada tierra armada).

Previamente es importante ejecutar los trabajos de construcción del sistema de contención así como el riego de impregnación al colocar la plantilla de concreto pobre, verificando que existe una adherencia correcta del mismo con el terreno, se verifica que la plantilla cumpla con el nivel de desplante, dimensiones de zapatas, correcta nivelación para iniciar los trabajos de armado de acero, trazado de las aristas, recubrimientos especificados (10 centímetros para todas las zapatas) y la circunferencia para la columna.



Imagen 88 y 89 Autoría Propia (2023) "Vista de plantilla de concreto pobre para inicio de estribado y armado de acero de zapatas de repartición"

2.2.2. Supervisión de excavación, armado de acero, colocación de concreto premezclado y material de relleno.

- Excavación

El proyecto ejecutivo establece elementos de contención para excavaciones a los costados de las zapatas, es decir, colindantes a las nuevas vías de carga y viviendas; dicho sistema consiste en 11 pilas de cuarenta centímetros de diámetro, separadas a 90 centímetros una de otra con un armado de acero de 18 varillas de una pulgada de diámetro distribuidos en 9 paquetes y 53 estribos de media pulgada separados a cada diez centímetros, estas pilas se encuentran a 5.5 metros de profundidad respecto al nivel de terreno natural y 2.5 metros por debajo del nivel de desplante de zapata, en la parte superior se unirán a través de una trabe de liga de sección cuadrada de 50 centímetros cada lado que se extiende 9.5 metros, con un armado de acero longitudinal de diez varillas de una pulgada y 128 estribos de media pulgada para asegurar la estabilización del terreno; la supervisión de este sistema comienza con la verificación del alineamiento en la perforación para el posterior sondeo de profundidad, el armado de acero (verificación en sitio) y colocación de concreto premezclado con $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ (colado con tubería Tremie) se ejecuta de manera similar a las pilas de cimentación.

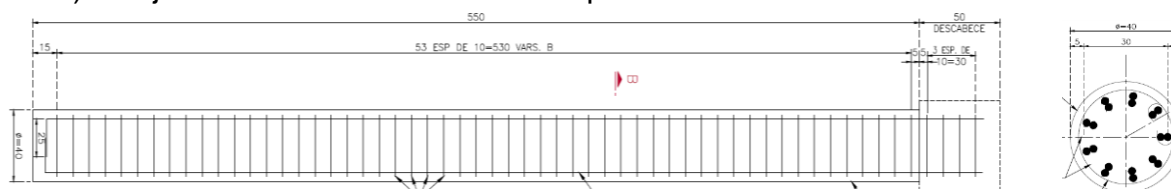


Imagen 90 ARI Ingeniería (2023) "Sección de armado de acero longitudinal y transversal de pilas secantes, sistema de contención para excavación de zapatas"

Por recomendación del supervisor geotécnico del contratista omitió la capa de concreto lanzado de diez centímetros de espesor determinando que el sistema de contención era óptimo, de esta manera se procedió a realizar el replanteo de las dimensiones, marcando las aristas del elemento, además de la sobre excavación de un metro en los segmentos donde no se cuenta con contención, dando un talud de 1:1.

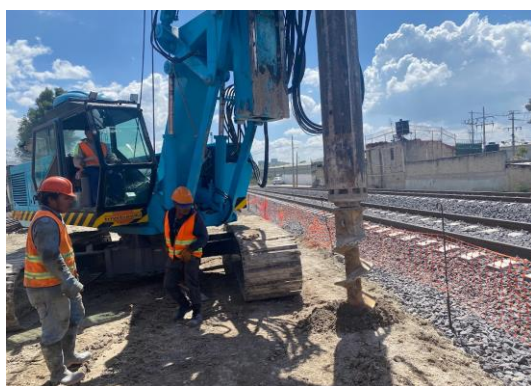


Imagen 91 y 92 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de perforación e izaje de acero para pilas secantes"



Imagen 93 y 94 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de armado de acero, cimbrado y colocación de concreto en trabe de liga"

Una vez culminados los trabajos de construcción del sistema de contención, se procede a realizar la excavación por medios mecánicos a través de la excavadora CAT 320B para el posterior descabece de pilas, colado de plantilla de concreto pobre, ejecución de pruebas de integridad y dar inicio a armado de acero de zapatas de repartición.

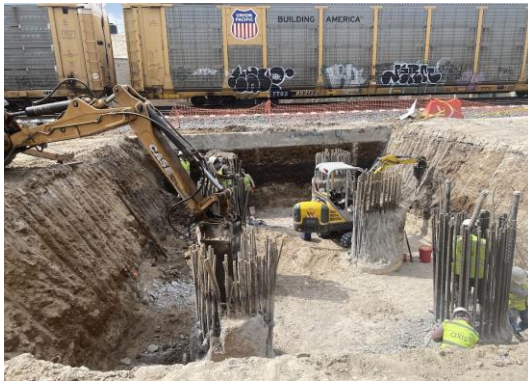


Imagen 95 y 96 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de excavación, sistema de contención de pilas secantes y traves de liga en ambos lados"

El sistema de contención es un aspecto fundamental dentro de la cimentación brindando seguridad al proyecto, por lo que no usar tubería Tremie para el colado de la misma ocasiona segregación y posible susceptibilidad ante los esfuerzos, violando normativas.

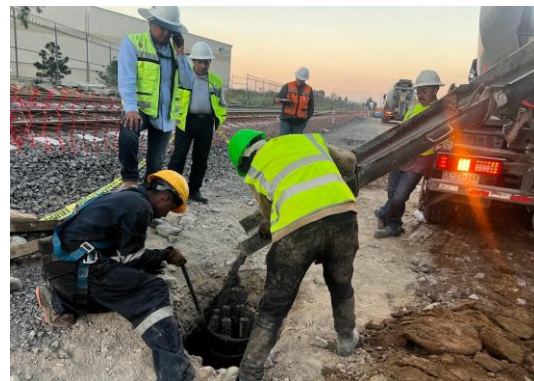
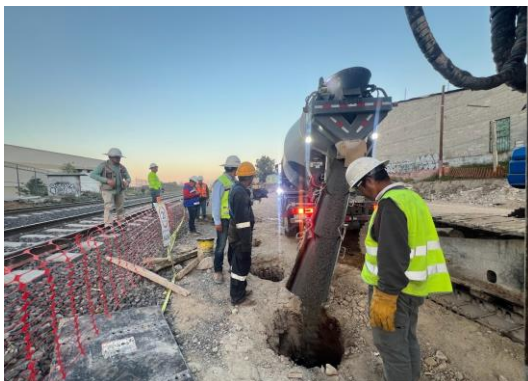


Imagen 97 y 98 Autoría Propia (2023) "Deficiencias en la ejecución del colado para pilas secantes"

- Armado de acero

Para el armado de acero de refuerzo en zapatas, se analizaron los tres diferentes tipos; zapatas para estribos, pórticos y apoyos intermedios que, aunque cuentan con geometría distinta, el armado de acero es similar, coincidiendo con diámetros, espaciamientos y dobleces, cambiando solo la longitud del acero en el lado largo de la zapata para pórticos y en el caso de zapatas de estribos, cambiando en ambas direcciones.

Para la ejecución de los trabajos, se decidió analizar en los segmentos de parrilla inferior y superior, así como en dos cortes denominados “sección A-A” y “sección B-B” facilitando la ubicación de cada elemento durante a ejecución y supervisión.

Comenzando por la parrilla inferior, se observa que cuenta con recubrimiento de 10 centímetros en cada lado, está conformada por acero en dos direcciones (doble cama) con varilla de una pulgada con espaciamientos de 13.6 centímetros en la parte inicial, media y final vista en planta, mientras que el espaciamiento entre estos puntos es de 20 centímetros. En la parrilla superior se encuentran dos camas de acero de una pulgada con espaciamientos en toda la sección de 10 centímetros, finalmente, se colocan estribos de 2 metros de altura y 2.26 metros de base que unen a la parrilla inferior y superior en las secciones que se encuentran entre la parte inicial, media y final del armado.

Al ser una zapata simétrica, la sección A-A y B-B tienen un armado similar.

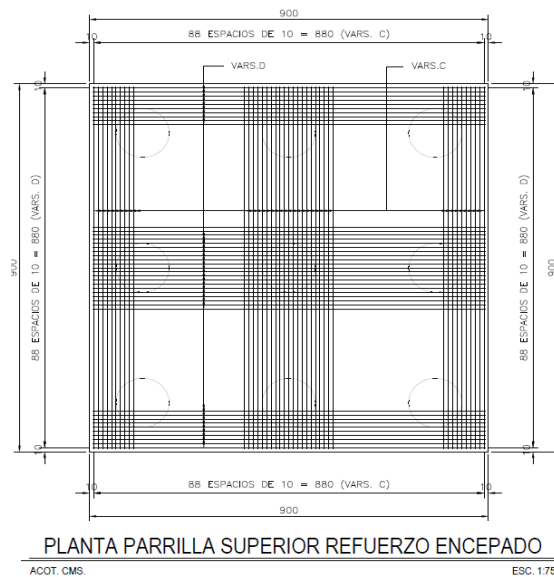
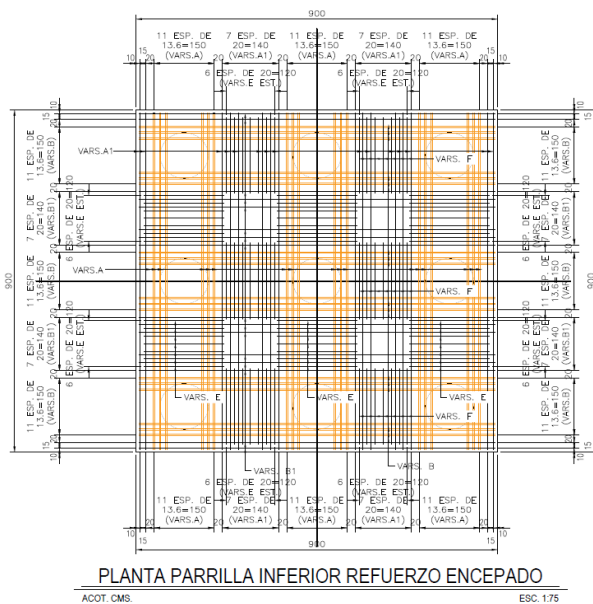


Imagen 99 y 100 ARI Ingeniería (2023) "Características de armado de refuerzo para zapatas de apoyos intermedios"

Al igual que las pilas, el acero de refuerzo es habilitado en el taller en un entorno controlado, evitado corrosión; este es suministrado a sitio a través de un camión con plataforma y brazo hidráulico que permite descargar de forma segura denominado “Hiab”. El proceso de armado comienza con la colocación de apoyos inferiores de concreto,

contribuyendo a lograr el recubrimiento inferior, consecutivamente y con ayuda de andamios de varilla se calza el acero de parrilla superior, elaborando por partes simétricas la forma cúbica de la zapata.

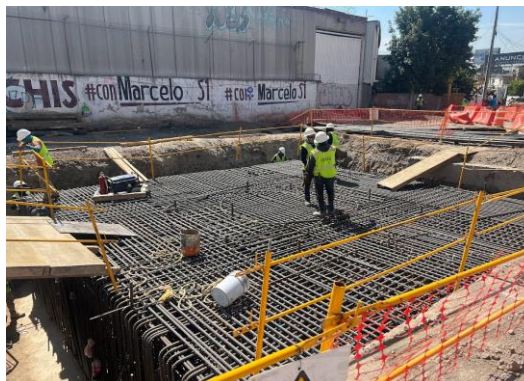


Imagen 101 y 102 Autoría Propia (2023) "Vista de los trabajos de armado de acero en zapatas de Apoyos Intermedios"

Una vez analizando la calidad del acero que llega a campo, se procede a revisar la elaboración del arreglo plasmado en el plano correspondiente en campo verificando que cumpla con varios aspectos como recubrimientos, cantidad de varillas, diámetros, espaciamientos, traslapes y dobleces, además de otros factores clave como la ausencia de corrosión en el acero, amarres, apoyos inferiores de concreto de acero o polietileno; realizadas estas actividades de supervisión, se solicita apoyo a la brigada de topografía para la revisión de niveles de acero, de esta manera se tiene un control preciso sobre los recubrimientos, la horizontal, calidad del armado y "disparos" de varilla para la construcción de la columna. Como se ha visualizado a lo largo de todo el proceso de construcción, la delimitación del área y utilización del equipo de protección personal son puntos a verificar en todo proceso. Se muestran imágenes de supervisión de los trabajos.

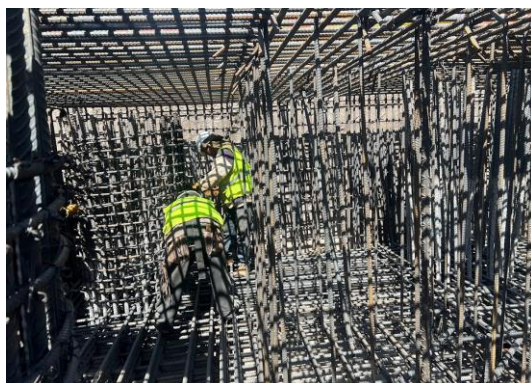


Imagen 103 y 104 Autoría Propia (2023) "Supervisión de estribos restantes en pilas de cimentación, estribos en zapatas, recubrimiento inferior y diámetros de varilla"

Revisado el armado de acero de refuerzo por parte de supervisión se procede a la autorización para la colocación de cimbra en zapata siguiendo los lineamientos de calidad.

- Colocación de concreto premezclado y material de relleno.

El proceso de cimbrado comienza por el replanteo, delimitación del elemento marcándolo sobre la plantilla de concreto pobre, posteriormente se realiza la aplicación de desmoldante en la superficie de contacto con el concreto evitando daños en él al momento de retirarla. Finalmente se empalman una con otra, dando forma a la geometría correspondiente a cada tipo de zapata (para apoyos intermedios, pórticos y estribos), apuntalando cada lado para soportar los esfuerzos laterales producidos por el vaciado de concreto en el elemento.

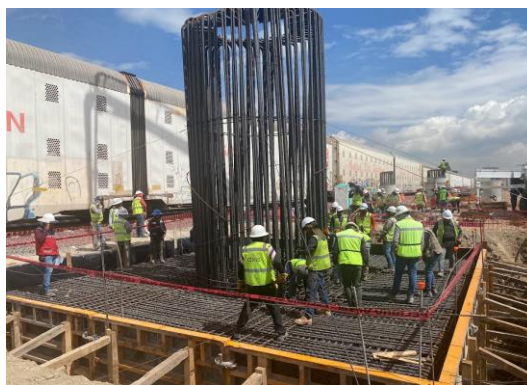


Imagen 105 y 106 Autoría Propia (2023) "Trabajos de colocación de cimbra para zapatas de Apoyos Intermedios"

Culminados los trabajos de colocación de cimbra, se solicita a la brigada de topografía el levantamiento de las aristas compuestas por la unión de la cimbra y profundidad del elemento, verificando la geometría correcta para cuantificar la cantidad de concreto. Liberados estos aspectos, se procede al colado; un punto fundamental a considerar es el suministro de una bomba de concreto debido a que el acceso a sitio es deficiente. Tras el correcto posicionamiento de la bomba, así como la llegada del primer lote de concreto se procede a revisar la hoja de remisión, verificando que las características del concreto cumplan con las especificadas en el proyecto.

4 - MATERIALES

4.1 - CONCRETO

4.1.1 - Las clases de concreto deberán ser las siguientes si no se especifica lo contrario:

Elemento	$f'c$ (Kg/cm ²)	Tipo de concreto	Tipo de agregado	Tamaño máximo del agregado (mm)	E_c (MPa) $4400*(f'c)^{0.5}$	Máxima relacion Agua/Cemento	Recubrimiento libre (mm)
Zapatas	300	clase 1	calizo	25	24100	0.49	75

Imagen 107 ARI Ingeniería (2023) "Trabajos de colocación de cimbra para zapatas de Apoyos Intermedios"

La resistencia del concreto será de 300 kg/cm², con un revenimiento de 13 centímetros debido a la cantidad de acero en el armado, con ello y el vibrado del concreto se garantiza la homogeneidad del elemento, evitando segregación o discontinuidades.

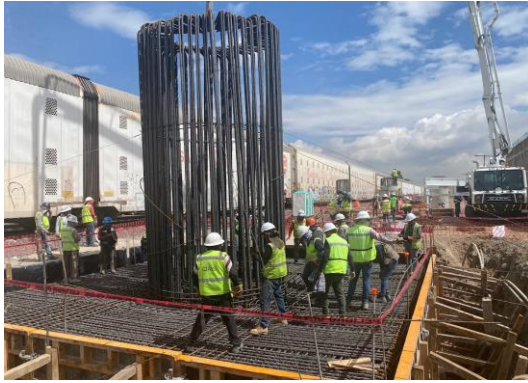


Imagen 108 y 109 Autoría Propia (2023) "Vaciado y vibrado de concreto premezclado para zapata"

Momentos después del colado de la zapata y durante los 7 días posteriores, se realiza el curado del elemento evitando que este pierda agua rápidamente, reduciendo la resistencia. Tras 24 horas después del colado de zapata, se inicia con la instalación de andamios para colocación de estribos en columna, así como el trazado de circunferencia del recubrimiento de la columna con ayuda de la brigada de topografía para finalmente realizar el relleno del aproche con una mezcla de relleno fluido y balasto (material retirado).



Imagen 110 y 111 Autoría Propia (2023) "Vista del terminado del colado en zapata y colocación de andamios"

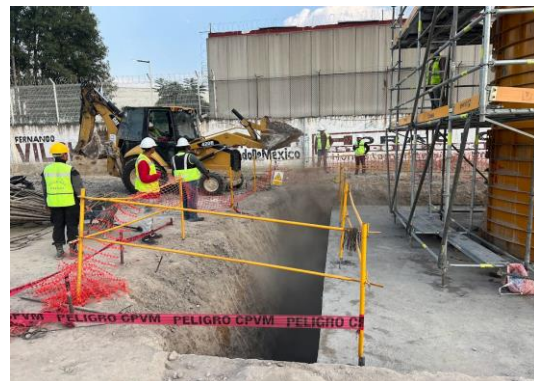


Imagen 112 y 113 Autoría Propia (2023) "Trabajos de relleno de aproche con material retirado y concreto fluido"

2.3. COLUMNAS, ESTRIBOS Y PÓRTICOS

2.3.1. Descripción general del elemento.

A diferencia de las zapatas de repartición, las columnas, estribos y pórticos cuentan con geometría, armado de acero e incluso cantidad de elementos de soporte diferente. Para apoyos intermedios se cuenta con una sola columna, en pórticos se tienen dos, mientras que los estribos, el cabezal es sustentado por tres columnas de diámetro constante.

- Columnas de apoyos intermedios

Conformada por un diámetro constante de 3.3 metros, el armado de acero de refuerzo surge dentro de la zapata destacando así la logística de trazar la elevación (“disparos”) de varilla antes de realizar el colado de esta, el surgimiento del acero parte a 50 centímetros por encima del nivel de desplante de zapata extendiéndose 12.83 metros hasta llegar 50 centímetros por debajo del nivel terminado de concreto (NTC) del cabezal.

El arreglo de acero se caracteriza por contener 64 paquetes de 4 varillas (256 en total) de un calibre de una pulgada y media (1^{1/2}”) o número 12, con estribos de 3.2 metros de diámetro de un calibre de tres cuartos de pulgada (3/4”) comenzando la colocación a 66 centímetros por encima del nivel de desplante con espaciamentos a cada 10 centímetros durante una distancia de cuatro metros, posteriormente, este cambia a cada 20 centímetros durante una distancia de 4.2 metros para finalizar de nueva cuenta con el arreglo separado a cada 10 centímetros durante una longitud de 4.1 metros, finalizando el armado de la columna dentro del cabezal como se muestra a continuación.

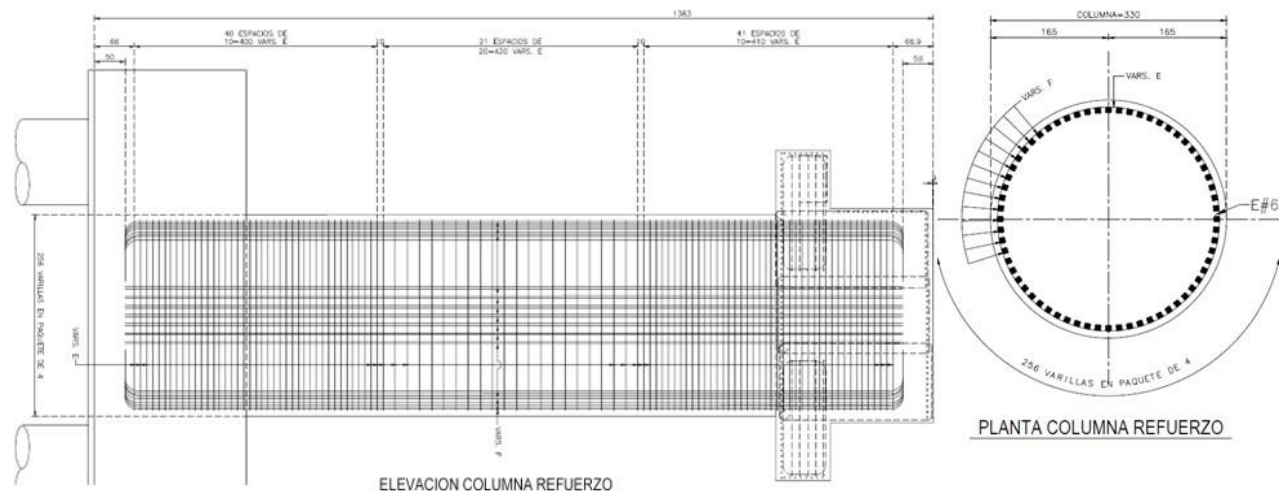


Imagen 114 ARI Ingeniería (2023) "Arreglo de armado de acero de refuerzo para columnas de apoyos intermedios"

Para elementos de acero longitudinal con una medida mayor a 12 metros incluyendo dobleces, se empelaron, al igual que en las pilas de cimentación, conectores mecánicos roscados, verificando que estos no se coloquen en una misma sección más del 50% y en el caso de estribos, que cumpla el grado de doblez para el aseguramiento de la estructura.

- Columnas de pórticos

Para las columnas que conformaron los pórticos se determinó un diámetro constante de 2 metros, el armado de acero longitudinal se origina dentro de la zapata destacando de igual forma la injerencia de la brigada de topografía para trazar la elevación del acero, este surge 20 centímetros a partir del nivel de desplante de la zapata con una longitud de 13.25 metros quedando 37.5 centímetros por debajo del nivel terminado de concreto del cabezal con un arreglo de 40 paquetes de 3 varillas y un calibre de una y un cuarto de pulgada ($1\frac{1}{4}$ "), a lo largo de este se colocaron estribos con un diámetro de 1.85 metros con un calibre de varilla de tres cuartos de pulgada ($\frac{3}{4}$ "), partiendo desde la parte inferior con un espaciamiento de 10 centímetros durante una longitud de 4.95 metros, posteriormente la separación entre estribos cambia a cada 20 centímetros durante una longitud de 2.88 metros para nuevamente colocarlos a cada 10 centímetros en la longitud restante del elemento; finalmente se colocarán estribos internos a lo largo del elemento de $\frac{3}{4}$ de pulgada en dos direcciones de manera que sean ortogonales entre ellos, garantizando así la resistencia del esfuerzo al corte en estos apoyos.

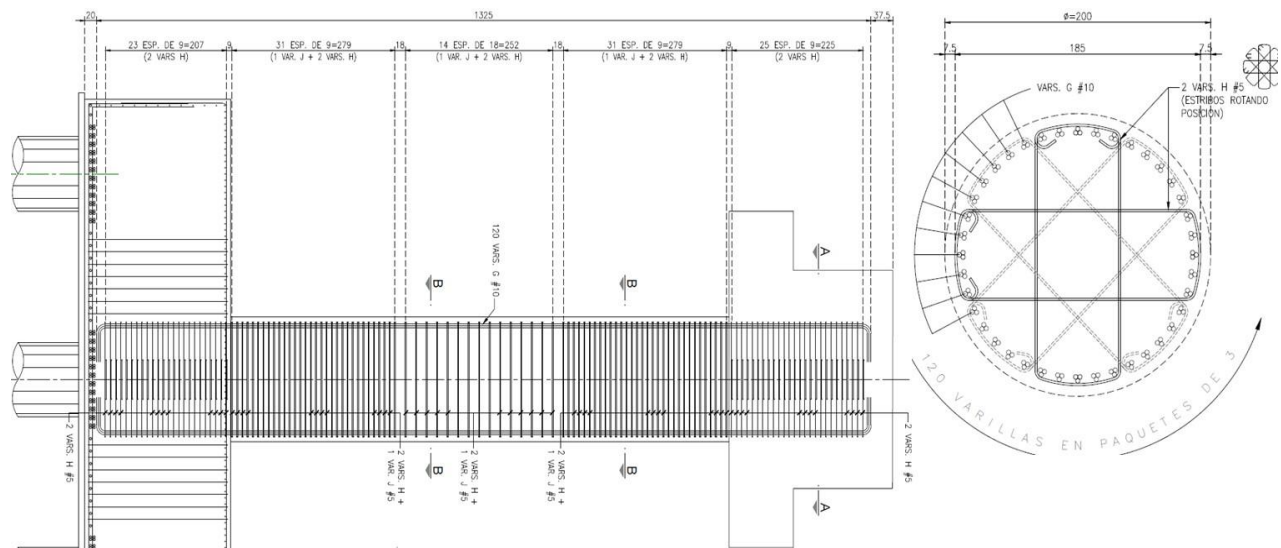


Imagen 115 ARI Ingeniería (2023) "Arreglo de armado de acero de refuerzo para columnas de pórticos (Apoyo 10 y 15)"

Un aspecto a destacar de la utilización de los estribos rectangulares utilizados en dos direcciones ortogonales entre sí, este tipo de arreglo se empleó con una densidad mayor dentro de la zapata y cabezal con el propósito de soportar los esfuerzos dinámicos sufridos en ambos segmentos producidos por el paso de tren pasajeros en la superestructura y aún más importante, las vibraciones que generará el tren de carga en la vía auxiliar 310 la cual une a la nueva vía de carga nH con la vía de carga nTS; mientras que en la parte intermedia de la columna se utilizaron vertical y horizontalmente (una dirección). La estructuración descrita se utilizó también para el segundo pórtico (apoyo 15).

- Columnas en estribos

En las columnas de los apoyos adyacentes al muro mecánicamente estabilizado o tierra armada, se utiliza un arreglo similar al de los pórticos en cuanto a calibre de acero, ya que el acero longitudinal es del número 10 (una y un cuarto de pulgada) con 40 paquetes de 3 varillas, además de que cuenta con estribos del número 5 (tres cuartos de pulgada) de 1.35 metros de diámetro y estribos rectangulares internos del mismo calibre. El acero longitudinal, al igual que en elementos anteriores se originan en la zapata de repartición a 20 centímetros por arriba del nivel de desplante, extendiéndose 5.71 metros, 20 centímetros por debajo del nivel terminado de la ménsula de cabezal, mientras que el estriado a partir del inferior de la columna (dentro de la zapata) cuenta con un espaciamiento de 10 centímetros durante 2.10 metros, posteriormente se colocan de nueva cuenta estribos circulares y estribos rectangulares internos durante una longitud de 70 centímetros. Consecutivamente se colocan estribos circulares y rectangulares internos a cada 20 centímetros durante 60 centímetros para de nueva cuenta continuar con 70 centímetros de estribos dobles (rectangulares y circulares) a cada 10 centímetros para culminar con la colocación de estribos circulares en el último tramo (1.1 metros).

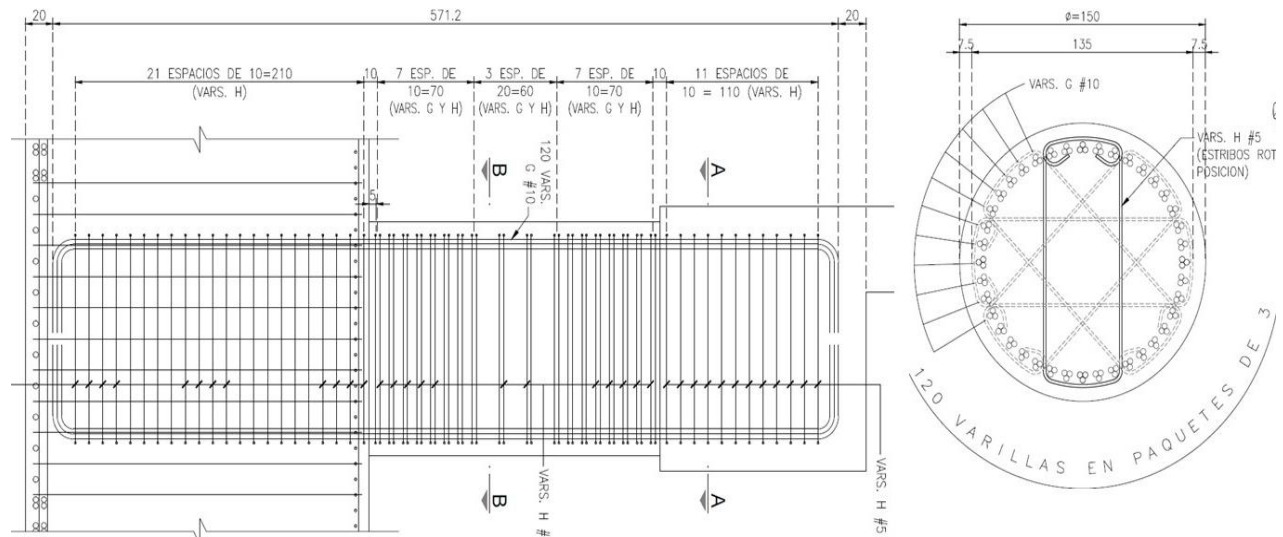


Imagen 116 ARI Ingeniería (2023) "Arreglo de armado de acero de refuerzo para columnas de estribos (Apoyo 1 y 24)"

Al contar con más elementos de distribución, el arreglo de acero para las tres columnas que conforman el estribo (denominado también como caballete) son similares al de los pórticos, permitiendo una mayor trabajabilidad del mismo en un área reducida ya que el diámetro de estas tres columnas es de 1.50 metros. Al ser longitudes menores a 12 metros, no es necesario emplear conectores mecánicos roscados facilitando así la ejecución del armado, finalmente será de vital importancia realizar la verificación de longitudes de desarrollo del acero ya que de esto depende el cumplimiento de los niveles de desplante de los elementos consecuentes.

2.3.2. Supervisión de armado de acero, cimbrado y colocación de concreto.

- Armado de acero y cimbrado

Secuencialmente al análisis de la geometría, estructuración, niveles, ejes de proyecto, materiales a emplear y datos generales, puede procederse a la revisión en campo conforme a todos los aspectos antes mencionados de tal forma que digerida la información se apropien herramientas para actuar de forma preventiva a las inconsistencias en sitio. Para dar inicio con los trabajos de armado de acero estructural es de suma importancia haber coordinado junto con la brigada de topografía el trazado de las salidas de varilla longitudinal que dan forma a la circunferencia del elemento en todos los tipos de apoyos (también denominados como “disparos”), una vez colada la zapata de repartición y el fraguado de la misma colocan puntos de apoyo para amarrar alambro de acero a ellos y a un estribo colocado en la parte superior con la finalidad de brindar la verticalidad durante el proceso, monitoreándola durante todo el proceso de construcción. Una vez ejecutado, se solicita el suministro de cimbra para verificar que cumpla la circunferencia especificada en el proyecto, al mismo tiempo de la colocación de acero transversal (estribos rectangulares interiores y estribos circulares).



Imagen 117 y 118 Autoría Propia (2023) "Suministro y verificación de cimbra metálica para columna"

Verificando que los conectores mecánicos, espaciamiento de estribos, diámetro, calibres de acero, sujeción, limpieza y verticalidad se encuentre ajustada correctamente se procede a la liberación para el cimbrado; una vez aplicado el desmoldante, izada y colocada la cimbra, se ejecuta la revisión final con topografía que revisa verticalidad de la cimbra, así como el correcto apuntalamiento y sujeción entre hojas. Con la verificación topográfica, procede a la revisión de recubrimientos; de no encontrar desperfectos prosigue la programación y colocación de concreto, en caso contrario, se ejecuta el proceso anterior hasta cumplir con las especificaciones indicadas del proyecto. Es importante mencionar que los trabajos se ejecutan a más de 1.8 metros de altura, por lo que la norma NOM-009-STPS-2011 en el apartado 8, establece que para ello es necesario arnés de seguridad y sistema de detección de caídas como línea de vida entre otros.



Imagen 119 y 120 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de armado de acero para columna"



Imagen 121 y 122 Autoría Propia (2023) "Supervisión de armado de acero en columnas de apoyos intermedios"

Debido al volumen de concreto, altura y practicidad se realizan colados por segmentos denominados como "trepados". Para evitar la generación de una junta fría se colocó el epóxico Sikadur 32 Hi-Mod antes de verter el concreto para los trepados subsecuentes.



Imagen 123 y 124 Autoría Propia (2023) "Vista de los trabajos de colocación y aseguramiento de cimbra para columnas de apoyos intermedios."

- Colocación de concreto premezclado.

Uno de los primeros aspectos a considerar son las características del concreto premezclado a utilizar; al igual que las zapatas, las columnas especifican un concreto de resistencia a la compresión de 300 kg/cm², el revenimiento a emplear es de 12 centímetros más menos 2 unidades debido a que en algunas columnas, la densidad de acero es alta. Finalmente, el tamaño máximo del agregado grueso (grava) es de 1.9 milímetros.

Teniendo en cuenta dichas características, además de haber revisado anteriormente la correcta instalación de acero, cimbra, recubrimientos y medidas de seguridad, se procede a la liberación por parte de supervisión para la programación del colado.

Para el suministro se necesitó de una bomba de concreto posicionándola correctamente para que se encuentre en un lugar seguro al ejecutar el vaciado, cumpliendo así con las normas técnicas complementarias, realizando el vertido a no más de 1.5 metros de altura. Arribando a sitio el primer lote de concreto, se verifica en la hoja de remisión la hora de salida y llegada a obra, verificando que el tiempo de traslado del concreto no exceda las dos horas, además de contar con la resistencia indicada por el proyecto ejecutivo.

Posterior a ello se toma una muestra representativa del concreto, supervisando que la temperatura no exceda o se encuentre cerca de los 32° Celsius, al mismo tiempo se realiza la prueba de revenimiento visualizando en todo momento que cumpla con el revenimiento antes mencionado; de no existir inconveniente con estas pruebas iniciales, se vierte.

Columnas de apoyos intermedios cuentan con aproximadamente 30 a 35 metros cúbicos de concreto, por lo que, para estos, columnas de pórticos y columnas de estribos se tomaron dos muestras en cilindros de 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de profundidad acorde a la norma mexicana NMX-C-156-ONNCCE-2020. El trabajo anterior se realiza en todo momento con la brigada del laboratorio y el ingeniero de calidad.



Imagen 125 y 126 Autoría Propia (2023) "Vista de toma de muestra en cilindros para prueba de resistencia a la compresión y prueba de revenimiento para concreto en columnas"



Imagen 127 y 128 Autoría Propia (2023) "Vista de posicionamiento de bomba de concreto para columnas de apoyos intermedios"

Es importante destacar que la pluma de la bomba de concreto no es estática durante el proceso, ya que al tener que vaciar a una distancia no mayor a 1.5 metros varía la altura; al mismo tiempo, en los andamios se encuentra personal con vibradores de gran alcance para realizar este procedimiento y evitar que se forme segregación en el fondo de la columna producto del aire contenido por la fuerza de la bomba. En columnas de apoyos intermedios, así como en columnas de pórticos las cuales son de una dimensión mayor al resto, el proceso de colado por segmentos de cinturones de cimbra es indispensable, evitando de esta manera deficiencias en la vibración produciendo segmentos de segregación y en un futuro, la demolición y procesos especializados de reparación. Para las columnas coladas en distintos segmentos ("trepados") como en la de algunos apoyos intermedios y columnas de pórticos, se aplica un epóxico para sellado de juntas frías, permitiendo una unión efectiva entre las superficies del concreto endurecido y el nuevo concreto que se aplica, evitando problemas de adherencia o filtraciones de agua que, aunque el tiempo entre el vaciado de uno y otro no supera las 48 horas, es una práctica en la construcción, por lo que se asigna a laboratorio verificar la calidad del mismo. Tras un lapso de 5 días, se procede al descimbrado ya que los ensayos de laboratorio arrojaron que el concreto suministrado alcanzó un 85% de la resistencia a los 5 días del suministro.



Imagen 129 Y 130 Autoría Propia (2023) "Vista de descimbrado de apoyos en diferentes trepados"

3. VERIFICACIÓN EN SITIO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES ACORDE A PROYECTO EJECUTIVO

3.1. FORMATOS DE SUPERVISIÓN EN SITIO

Como evidencia de los trabajos ejecutados durante el periodo, se muestran algunos formatos de liberación por parte de supervisión con las principales características a revisar durante las actividades presenciadas, de esta manera se tiene un control desde diferentes aristas, proporcionando así, calidad, seguridad, eficiencia y registrando todas aquellas actividades que cumplan o no con los requerimientos del proyecto; resaltando así que estos son emitidos hacia las partes interesadas una vez culminada la actividad.

De cumplir con todas los puntos acordes a proyecto se emiten para registro y liberación; de no ser ese el caso se registra en el proyecto como una no conformidad para dar aviso a la entidad competente y tomar medidas de saneamiento o mejora.

3.1.1. Pilas Secantes

Para el sistema de contención de excavaciones llevadas a cabo a la par de las perforaciones de pilas de cimentación, se lleva el registro durante todo el tiempo de ejecución de los trabajos, emitiendo dichos formatos hasta la culminación de los trabajos en el elemento, es decir, hasta completar el colado de la trabe de liga y pilas secantes con los aspectos antes mencionados.

DOZZER CONSTRUCCIÓN Y ASesoría	DOZZER Construcción y Asesoría	Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023			
	AUTORIZACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09	No. de versión: 0			
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jatocan - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".					
LUGAR: Tultitlán Edo México	FOLIO: 35 (N1-03)				
OBRA: Viaducto + Liberación de pilas secantes 2,4,6,8 y 10	FECHA: 11/09/23				
ASUNTO: 24	HORA: 10:00				
DATOS					
TRAMO: Tramo A	CROQUIS				
ELEMENTO: Pilas Secantes					
UBICACIÓN: 20+897.500	- Vías NH - Vías NTS				
CUERPO: Varios					
REV. REQUERIDO: 18 cm					
VOL. SOLICITADO: ± 5 m ³					
CONCRETO F.C: 250 kg/cm ²					
FRAGUADO: 28 días					
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN Vo.Bo. PARA EJECUCIÓN					
SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Nº. DE ÚLTIMA REVISIÓN: A02-00111			
TOPOGRAFIA					
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	REPRESENTANTES	Vo.Bo.
UBICACIÓN	/			TOPOGRAFIA CONTRATISTA:	
ALINEAMIENTO	/				
TRAZO	/				
NIVEL DE DESPLANTE	/			TOPOGRAFIA SUPERVISIÓN:	
NIVEL DE ACERO	/				
ESVAJE	/				
OBSERVACIONES:					

ACERO DE REFUERZO				CIMERA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIÁMETROS	/			CIMERA			/
CANTIDAD DE VARRILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		/
TRABAJOS	/			PLOMEO	/		/
ESCALERAS	/			EMBEBIDOS	/		/
RECURSIVOS	/			ESPEJOR DE ELEMENTOS	/		/
SEPARACION	/			DESMOLDANTE EN CIMERA	/		/
LIMPIEZA DE VARRILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE							
RESIDENTE DE OBRA:				Vo.Bo.			
				N/A			
SUPERVISIÓN:				Fernando Aguilón García			
CONTRATISTA:				Luisano de Sarmiento Ace			
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		/
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE RIVENIMIENTO	/		/
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
PLUOZANTES	/			PRUEBAS PROPICIO PARA LA COLOCACION DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		/
OTRO:							
REPRESENTANTE							
SUPERVISIÓN:				Vo.Bo.			
				Luisano de Sarmiento Ace			
CONTRATISTA:				Luisano de Sarmiento Ace			
CURADO							
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
				Luisano de Sarmiento Ace			
CONCEPTO				CONTRATISTA:			
				SUPERVISIÓN DOZZER			
TELA DE FURTE				Luisano de Sarmiento Ace			
AGUA				Luisano de Sarmiento Ace			
MEMBRANA (CURACRETO)				Luisano de Sarmiento Ace			
OBSERVACIONES:							

Imagen 131 y 132 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Formatos de autorización de procesos constructivos de supervisión para pilas secantes Apoyo 24"

DOZZER CONSTRUCCIÓN Y ASesorÍA	DOZZER Construcción y Asesoría	Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023		
	AUTORIZACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09	No. de versión: 0		
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jatocan- Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".				
LUGAR: Toluca-Huixtla Edo México	FOLIO: 56 (VI-059)			
OBRA: Viaducto 1	FECHA: 27/09/23			
ASUNTO: Liberación de pilas secantes 1,3,5,7,9,11,13 A-20	HORA: 15:00			
DATOS		CROQUIS		
TRAMO: Tramo A				
ELEMENTO: Pilas Secantes				
UBICACIÓN: 20+371.788				
CUERPO: Varios				
REV. REQUERIDO: 18 cm				
VOL. SOLICITADO: 27 m ³				
CONCRETO FC: 250 kg/cm ²				
FRAGUADO A: 78 días				
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN VO. BO. PARA EJECUCIÓN: SI / NO		No. de ÚLTIMA REVISIÓN: A02		
TOPOGRAFÍA		REPRESENTANTES		
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	VO. BO.
UBICACIÓN	/			TOPOGRAFÍA CONTRATISTA:
ALINEAMIENTO	/			
TRAZO	/			
NIVEL DE DESPLANTE	/			TOPOGRAFÍA SUPERVISIÓN:
NIVEL DE ACERO	/			
ESVAJE	/			
OBSERVACIONES:				

ACERO DE REFUERZO				CIBRERA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIÁMETROS	/			CIBRERA			/
CANTIDAD DE VARILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		/
TRASLAPES	/			FUMOS	/		/
ESCUADRAS	/			EMBRIBOS	/		/
RECURRIMIENTOS	/			ESPOR DE ELEMENTOS	/		/
SEPARACIÓN	/			DESOLANTE EN CIBRERA	/		/
LIMPIEZA DE VARILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE				VO. BO.			
RESIDENTE DE OBRA:				N/A			
SUPERVISIÓN: Fernando Aguilar Garcia							
CONTRATISTA: Lisandro DE SANCHEZ ACE							
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		/
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE REVENIMIENTO	/		/
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUIDIZANTES	/			TIEMPO PROPIO PARA LA COLOCACION DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		/
OTRO	/						
REPRESENTANTE				VO. BO.			
SUPERVISIÓN: Juan Ignacio Garcia Montoya							
CONTRATISTA: Lisandro DE SANCHEZ ACE							
CURADO				REPRESENTANTE			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA:	VO. BO.		
TELA DE YUTE	/			Lisandro DE SANCHEZ			
AGUA	/			SUPERVISIÓN DOZZER:			
MEMBRANA (CURACRETO)	/			Juan Ignacio Garcia Mte			
OBSERVACIONES:							

Imagen 133 y 134 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Formatos de autorización de procesos constructivos de supervisión para pilas secantes Apoyo 20"

DOZZER CONSTRUCCIÓN Y ASesorÍA	DOZZER Construcción y Asesoría	Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023		
	AUTORIZACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09	No. de versión: 0		
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jatocan- Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".				
LUGAR: Toluca-Huixtla Edo México	FOLIO: 66 (VI-077)			
OBRA: Viaducto 1	FECHA: 4/10/23			
ASUNTO: Liberación de pilas secantes 1-13 Apoyo 12	HORA: 14:30			
DATOS		CROQUIS		
TRAMO: Tramo A				
ELEMENTO: Pilas Secantes				
UBICACIÓN: ---				
CUERPO: Varios				
REV. REQUERIDO: 18 cm				
VOL. SOLICITADO: 13 m ³				
CONCRETO FC: 250 kg/cm ²				
FRAGUADO A: 28 días				
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN VO. BO. PARA EJECUCIÓN: SI / NO		No. de ÚLTIMA REVISIÓN: A02		
TOPOGRAFÍA		REPRESENTANTES		
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	VO. BO.
UBICACIÓN	/			TOPOGRAFÍA CONTRATISTA:
ALINEAMIENTO	/			
TRAZO	/			
NIVEL DE DESPLANTE	/			TOPOGRAFÍA SUPERVISIÓN:
NIVEL DE ACERO	/			
ESVAJE	/			
OBSERVACIONES:				

ACERO DE REFUERZO				CIBRERA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIÁMETROS	/			CIBRERA			/
CANTIDAD DE VARILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		/
TRASLAPES	/			FUMOS	/		/
ESCUADRAS	/			EMBRIBOS	/		/
RECURRIMIENTOS	/			ESPOR DE ELEMENTOS	/		/
SEPARACIÓN	/			DESOLANTE EN CIBRERA	/		/
LIMPIEZA DE VARILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE				VO. BO.			
RESIDENTE DE OBRA:				N/A			
SUPERVISIÓN: Fernando Aguilar Garcia							
CONTRATISTA: Lisandro DE SANCHEZ ACE							
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		/
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE REVENIMIENTO	/		/
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUIDIZANTES	/			TIEMPO PROPIO PARA LA COLOCACION DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		/
OTRO	/						
REPRESENTANTE				VO. BO.			
SUPERVISIÓN: Juan Ignacio Garcia Mte							
CONTRATISTA: Lisandro DE SANCHEZ ACE							
CURADO				REPRESENTANTE			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA:	VO. BO.		
TELA DE YUTE	/			Lisandro DE SANCHEZ			
AGUA	/			SUPERVISIÓN DOZZER:			
MEMBRANA (CURACRETO)	/			Juan Ignacio Garcia Mte			
OBSERVACIONES:							

Imagen 135 y 136 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Formatos de autorización de procesos constructivos de supervisión para pilas secantes Apoyo 12"

3.1.2. Pilas de Cimentación

De la misma manera, el formato de liberación para las pilas de cimentación se emite una vez verificando que el elemento cumple con los estándares establecidos en el proyecto; para estas estructuras, la liberación se realiza hasta la emisión de resultados de las pruebas Cross Hole y pruebas PIT debido a que estos elementos son fundamentales para la estabilidad de la estructura, de esta manera la supervisión da seguridad al cliente sobre los trabajos ejecutados, brindando seguridad, calidad y eficiencia.

DOZZER	DOZZER Construcción y Asesoría	Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023																																																
AUTORIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09		No. de versión: 0																																																
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Luchena - Ixtaccan - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles																																																		
LUGAR: Toluca-Hola Edo México	FOID: 34-BIS (V1)	FECHA: 01/08/23																																																
OBRA: Viaducto 1	ASUNTO: Liberación pilos 4 y 5 Apoyo 17																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> <th colspan="2">CROQUIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TRAMO: Tramo A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ELEMENTO: Pilas de Cimentación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUBCACION: Varios</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CUBIROS: 18 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NIV. DE DESPLANTE: 250 kg/cm²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PRELIMINAR: 28 días</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DATOS		CROQUIS		TRAMO: Tramo A				ELEMENTO: Pilas de Cimentación				SUBCACION: Varios				CUBIROS: 18 cm				NIV. DE DESPLANTE: 250 kg/cm ²				PRELIMINAR: 28 días																							
DATOS		CROQUIS																																																
TRAMO: Tramo A																																																		
ELEMENTO: Pilas de Cimentación																																																		
SUBCACION: Varios																																																		
CUBIROS: 18 cm																																																		
NIV. DE DESPLANTE: 250 kg/cm ²																																																		
PRELIMINAR: 28 días																																																		
¿OS PLANOS EMPLEADOS TIENEN VS B? PARA SEGUICIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO No. de ÚLTIMA REVISIÓN: A03																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TOPOGRAFÍA</th> <th colspan="3">REPRESENTANTES</th> </tr> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>APROBADO</th> <th>NO APROBADO</th> <th>NO APLICA</th> <th>CONTRATISTA</th> <th>VS B?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUBCACION</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>Jose Luis Herrera</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>ALINEAMIENTO</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>TRAZO</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>NIV. DE DESPLANTE</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>NIV. DE ACERO</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>ESTATE</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>Jose Clemente Diaz Carrera</td> <td>/</td> </tr> </tbody> </table>			TOPOGRAFÍA			REPRESENTANTES			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA	VS B?	SUBCACION	/	/	/	Jose Luis Herrera	/	ALINEAMIENTO	/	/	/		/	TRAZO	/	/	/		/	NIV. DE DESPLANTE	/	/	/		/	NIV. DE ACERO	/	/	/		/	ESTATE	/	/	/	Jose Clemente Diaz Carrera	/
TOPOGRAFÍA			REPRESENTANTES																																															
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA	VS B?																																													
SUBCACION	/	/	/	Jose Luis Herrera	/																																													
ALINEAMIENTO	/	/	/		/																																													
TRAZO	/	/	/		/																																													
NIV. DE DESPLANTE	/	/	/		/																																													
NIV. DE ACERO	/	/	/		/																																													
ESTATE	/	/	/	Jose Clemente Diaz Carrera	/																																													
OBSERVACIONES:																																																		

ACERO DE REFUERZO				CIMENTA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
CANTIDAD	/	/	/	CIMENTA	/	/	/
CANTIDAD DE VARILLAS	/	/	/	ALINEAMIENTO	/	/	/
TRABAJOS	/	/	/	PLUMBEO	/	/	/
ESCALERAS	/	/	/	CUBIROS	/	/	/
RECURSOS	/	/	/	ESPESOR DE ELEMENTOS	/	/	/
SEPARACION	/	/	/	DESMOZANTE EN CIMENTA	/	/	/
LIMPIEZA DE VARILLAS	/	/	/				
ANCHO DE VARILLAS	/	/	/				

REPRESENTANTE		VS B?
RESIDENTE DE OBRA:		N/A
SUPERVISIÓN:	Fernando Aguilar Garcia	/
CONTRATISTA:	Luisano de Summas Ate	/

CONCRETOS			LABORATORIO				
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VERIFICACIONES	/	/	/	EQUIPO DE MUESTREO	/	/	/
OBRAS FALSAS O ANOMALIAS	/	/	/	EQUIPO DE REVENIMIENTO	/	/	/
LIMPIEZA	/	/	/	OTROS	/	/	/
ACABADO	/	/	/	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUJANTES	/	/	/	TIEMPO MEDICO PARA LA COLACION DEL CONCRETO	/	/	/
TIEMPO	/	/	/	PERSONAL SUFICIENTE	/	/	/

REPRESENTANTE		VS B?
SUPERVISIÓN:	Juan Ignacio Garcia Martinez	/
CONTRATISTA:	Luisano de Summas Ate	/

CURADO			REPRESENTANTE		
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA	VS B?
TELA DE FUTE	/	/	/	Luisano de Summas Ate	/
AGUA	/	/	/	SUPERVISIÓN DOZZER	/
MEMBRANA CURACRETO:	/	/	/	Juan Ignacio Garcia Mtz	/

Imagen 137 y 138 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Autorización de procesos para pilas de cimentación Apoyo 17"

DOZZER	DOZZER Construcción y Asesoría	Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023																																																
AUTORIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09		No. de versión: 0																																																
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Luchena - Ixtaccan - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles																																																		
LUGAR: Toluca-Hola Edo México	FOID: 33 (V2-0)	FECHA: 7-10/10/23																																																
OBRA: Viaducto 1	ASUNTO: Pilos 13 y 3 Apoyo 15																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> <th colspan="2">CROQUIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TRAMO: Tramo A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ELEMENTO: Pilas de Cimentación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUBCACION: Varios</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CUBIROS: 18 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NIV. DE DESPLANTE: 250 kg/cm²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PRELIMINAR: 28 días</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DATOS		CROQUIS		TRAMO: Tramo A				ELEMENTO: Pilas de Cimentación				SUBCACION: Varios				CUBIROS: 18 cm				NIV. DE DESPLANTE: 250 kg/cm ²				PRELIMINAR: 28 días																							
DATOS		CROQUIS																																																
TRAMO: Tramo A																																																		
ELEMENTO: Pilas de Cimentación																																																		
SUBCACION: Varios																																																		
CUBIROS: 18 cm																																																		
NIV. DE DESPLANTE: 250 kg/cm ²																																																		
PRELIMINAR: 28 días																																																		
¿OS PLANOS EMPLEADOS TIENEN VS B? PARA SEGUICIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO No. de ÚLTIMA REVISIÓN: A04																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TOPOGRAFÍA</th> <th colspan="3">REPRESENTANTES</th> </tr> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>APROBADO</th> <th>NO APROBADO</th> <th>NO APLICA</th> <th>CONTRATISTA</th> <th>VS B?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUBCACION</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>Jose Luis Herrera</td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>ALINEAMIENTO</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>TRAZO</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>NIV. DE DESPLANTE</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>NIV. DE ACERO</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>ESTATE</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>Jose Clemente Diaz Carrera</td> <td>/</td> </tr> </tbody> </table>			TOPOGRAFÍA			REPRESENTANTES			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA	VS B?	SUBCACION	/	/	/	Jose Luis Herrera	/	ALINEAMIENTO	/	/	/		/	TRAZO	/	/	/		/	NIV. DE DESPLANTE	/	/	/		/	NIV. DE ACERO	/	/	/		/	ESTATE	/	/	/	Jose Clemente Diaz Carrera	/
TOPOGRAFÍA			REPRESENTANTES																																															
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA	VS B?																																													
SUBCACION	/	/	/	Jose Luis Herrera	/																																													
ALINEAMIENTO	/	/	/		/																																													
TRAZO	/	/	/		/																																													
NIV. DE DESPLANTE	/	/	/		/																																													
NIV. DE ACERO	/	/	/		/																																													
ESTATE	/	/	/	Jose Clemente Diaz Carrera	/																																													
OBSERVACIONES:																																																		

ACERO DE REFUERZO				CIMENTA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
CANTIDAD	/	/	/	CIMENTA	/	/	/
CANTIDAD DE VARILLAS	/	/	/	ALINEAMIENTO	/	/	/
TRABAJOS	/	/	/	PLUMBEO	/	/	/
ESCALERAS	/	/	/	CUBIROS	/	/	/
RECURSOS	/	/	/	ESPESOR DE ELEMENTOS	/	/	/
SEPARACION	/	/	/	DESMOZANTE EN CIMENTA	/	/	/
LIMPIEZA DE VARILLAS	/	/	/				
ANCHO DE VARILLAS	/	/	/				

REPRESENTANTE		VS B?
RESIDENTE DE OBRA:		N/A
SUPERVISIÓN:	Fernando Aguilar Garcia	/
CONTRATISTA:	Luisano de Summas Ate	/

CONCRETOS			LABORATORIO				
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VERIFICACIONES	/	/	/	EQUIPO DE MUESTREO	/	/	/
OBRAS FALSAS O ANOMALIAS	/	/	/	EQUIPO DE REVENIMIENTO	/	/	/
LIMPIEZA	/	/	/	OTROS	/	/	/
ACABADO	/	/	/	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUJANTES	/	/	/	TIEMPO MEDICO PARA LA COLACION DEL CONCRETO	/	/	/
TIEMPO	/	/	/	PERSONAL SUFICIENTE	/	/	/

REPRESENTANTE		VS B?
SUPERVISIÓN:	Juan Ignacio Garcia Martinez	/
CONTRATISTA:	Luisano de Summas Ate	/

CURADO			REPRESENTANTE		
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA	VS B?
TELA DE FUTE	/	/	/	Luisano de Summas Ate	/
AGUA	/	/	/	SUPERVISIÓN DOZZER	/
MEMBRANA CURACRETO:	/	/	/	Juan Ignacio Garcia Mtz	/

Imagen 139 y 140 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Autorización de procesos para pilas de cimentación Apoyo 15"

3.1.3. Zapatas

Para la liberación se emite una vez que la zapata es descimbrada y verificada por parte de topografía, cumpliendo con la geometría y profundidad de desplante.

DOZZER Servicios de Supervisión y Asesoría S.A. de C.V.	DOZZER Construcción y Asesoría		Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023
	AUTORIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09		No. de versión: 0
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jalisco - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".			
LUGAR:	Tehuacan Edo Mexico	FOLIO:	62 (V1-C24)
OBRA:	Viaducto 1	FECHA:	03/10/23
ASUNTO:	Liberación de zapatas, Apoyo 24	HORA:	17:00
DATOS		CROQUIS	
TRAMO:	Tramo A		
ELEMENTO:	Zapata		
UBICACIÓN:	20+047.598		
CUERPO:	Único		
REV. REQUERIDO:	18 cm		
VOL. SOLICITADO:	± 180 m ³		
CONCRETO P.C.:	300 Kg/cm ²		
FRAGUADO A:	28 días		
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN Vo.Bo. PARA EJECUCIÓN		SI	NO
		/	No. DE ÚLTIMA REVISIÓN: A01
TOPOGRAFÍA		REPRESENTANTES	
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
UBICACIÓN	/		
ALINEAMIENTO	/		
TRAZO	/		
NIVEL DE DESPLANTE	/		
NIVEL DE ACERO	/		
ESVAJE	/		
OBSERVACIONES:			

ACERO DE REFUEZO				CIBRA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIÁMETROS	/			CIBRA	/		
CANTIDAD DE VARILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		
TRASLAPES	/			PLOMEO	/		
ESCUADRAS	/			EMBEBIDOS	/		
RECUBRIMIENTOS	/			ESPESOR DE ELEMENTOS	/		
SEPARACIÓN	/			DESMOLDANTE EN CIBRA	/		
LIMPIEZA DE VARILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
RESIDENTE DE OBRA:				N/A			
SUPERVISIÓN:				Fernando Aguilar García			
CONTRATISTA:				Luisano de Sarmiento ACE			
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE REVENIMIENTO	/		
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUJIZANTES	/			TIEMPO PROPICIO PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		
OTRO							
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
SUPERVISIÓN:				Juan Ignacio García Martínez			
CONTRATISTA:				Luisano de Sarmiento ACE			
OBSERVACIONES:							
CURADO				REPRESENTANTE			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA:	Vo.Bo.		
TELA DE YUTE	/			Luisano de Sarmiento	/		
AGUA	/			SUPERVISIÓN DOZZER:	Juan Ignacio García Martínez		
MEMBRANA (CURACRETO)	/				/		
OBSERVACIONES:							

Imagen 141 y 142 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Autorización de procesos para zapatas, Apoyo 24"

DOZZER Servicios de Supervisión y Asesoría S.A. de C.V.	DOZZER Construcción y Asesoría		Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023
	AUTORIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09		No. de versión: 0
PROYECTO: Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jalisco - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".			
LUGAR:	Tehuacan, Edo de Mexico	FOLIO:	V1-168
OBRA:	Viaducto 1	FECHA:	06-11-2023
ASUNTO:	Zapata de cimentación apoyo 20	HORA:	16:00
DATOS		CROQUIS	
TRAMO:	Tramo A		
ELEMENTO:	Zapata de cimentación		
UBICACIÓN:	apoyo 20		
CUERPO:	Único		
REV. REQUERIDO:	18 cm		
VOL. SOLICITADO:	200 m ³		
CONCRETO P.C.:	300 Kg/cm ²		
FRAGUADO A:	28 días		
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN Vo.Bo. PARA EJECUCIÓN		SI	NO
		/	No. DE ÚLTIMA REVISIÓN: A01
TOPOGRAFÍA		REPRESENTANTES	
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
UBICACIÓN	/		
ALINEAMIENTO	/		
TRAZO	/		
NIVEL DE DESPLANTE	/		
NIVEL DE ACERO	/		
ESVAJE	/		
OBSERVACIONES:			

ACERO DE REFUEZO				CIBRA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIÁMETROS	/			CIBRA	/		
CANTIDAD DE VARILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		
TRASLAPES	/			PLOMEO	/		
ESCUADRAS	/			EMBEBIDOS	/		
RECUBRIMIENTOS	/			ESPESOR DE ELEMENTOS	/		
SEPARACIÓN	/			DESMOLDANTE EN CIBRA	/		
LIMPIEZA DE VARILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
RESIDENTE DE OBRA:				N/A			
SUPERVISIÓN:				Fernando Aguilar García			
CONTRATISTA:				Luisano de Sarmiento ACE			
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE REVENIMIENTO	/		
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUJIZANTES	/			TIEMPO PROPICIO PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		
OTRO							
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
SUPERVISIÓN:				Juan Ignacio García Martínez			
CONTRATISTA:				Luisano de Sarmiento ACE			
OBSERVACIONES:							
CURADO				REPRESENTANTE			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA:	Vo.Bo.		
TELA DE YUTE	/			Luisano de Sarmiento	/		
AGUA	/			SUPERVISIÓN DOZZER:	Juan Ignacio García Martínez		
MEMBRANA (CURACRETO)	/				/		
OBSERVACIONES:							

Imagen 143 y 144 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Autorización de procesos para zapatas, Apoyo 20"

3.1.4. Columnas

En cuanto a la liberación de columnas, para aquellas en las que se construyen por "trepados", se registra el cumplimiento de todas las características para emisión.

Como se observa, las inconsistencias son plasmadas a través de minutas informativas.

DOZZER CONSTRUCCIÓN Y ASesorÍA S.A. DE C.V.	DOZZER Construcción y Asesoría		Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023
	AUTORIZACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09		No. de versión: 0
PROYECTO:	Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jalisco - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".		
LUGAR:	Tultitlan, Edo de México	FOID:	V1-208
OBRA:	Viaducto 1	FECHA:	30-11-2023
ASUNTO:	Columna Apoyo 19, primer trepado	HORA:	18:30
DATOS		CROQUIS	
TRAMO:	Tramo A		
ELEMENTO:	Columna		
UBICACIÓN:	apoyo 19		
CUERPO:	único		
REV. REQUERIDO:	18 cm		
VOL. SOLICITADO:	33 m ³		
CONCRETO FC:	350 kg/cm ²		
FRAGUADO A:	29 días		
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN Vo.Bo. PARA EJECUCIÓN		SI	NO
			No. DE ÚLTIMA REVISIÓN: A03
TOPOGRAFÍA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
UBICACIÓN	/		
ALINEAMIENTO	/		
TRAZO	/		
NIVEL DE DESPLANTE	/		
NIVEL DE ACERO	/		
ESVAJE	/		
OBSERVACIONES:			

ACERO DE REFUERZO				CIMBRA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIAMETROS	/			CIMBRA	/		
CANTIDAD DE VARILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		
TRASLAPES	/			PLUMEO	/		
ESCUADRAS	/			EMBEBIDOS	/		
RECUBRIMIENTOS	/			ESPESOR DE ELEMENTOS	/		
SEPARACIÓN	/			DESMOLDANTE EN CIMBRA	/		
LIMPIEZA DE VARILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
RESIDENTE DE OBRA:				N/A			
SUPERVISIÓN:				Fernando Aguilar Garcia			
CONTRATISTA:				Lisandro de Sarmiento Ace			
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE REVENIMIENTO	/		
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUIDIZANTES	/			TIEMPO PROPIO PARA LA ELOCACION DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		
OTRO:							
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
SUPERVISIÓN:				Juan Ignacio Garcia Mtz			
CONTRATISTA:				Lisandro de Sarmiento Ace			
OBSERVACIONES:							
CURADO				REPRESENTANTE			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA:	Vo.Bo.		
TELA DE YUTE	/			Lisandro de Sarmiento			
AGUA	/			SUPERVISIÓN DOZZER:			
MEMBRANA (CURACRETO)	/			Juan Ignacio Garcia Mtz			
OBSERVACIONES:							

Imagen 145 y 146 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Autorización de procesos para columnas, apoyo 18"

DOZZER CONSTRUCCIÓN Y ASesorÍA S.A. DE C.V.	DOZZER Construcción y Asesoría		Fecha de emisión: 16 de Julio del 2023
	AUTORIZACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS FT-07-01-09		No. de versión: 0
PROYECTO:	Servicios de Supervisión Externa para la "Ampliación al Sistema 1 del Ferrocarril Suburbano, ruta Lechería - Jalisco - Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles".		
LUGAR:	Tultitlan, Edo de México	FOID:	V1-170
OBRA:	Viaducto	FECHA:	08-11-2023
ASUNTO:	Columna apoyo 19	HORA:	16:00
DATOS		CROQUIS	
TRAMO:	Tramo A		
ELEMENTO:	Columna		
UBICACIÓN:	Apoyo 19		
CUERPO:	único		
REV. REQUERIDO:	18 cm		
VOL. SOLICITADO:	68 m ³		
CONCRETO FC:	350 kg/cm ²		
FRAGUADO A:	29 días		
LOS PLANOS EMPLEADOS TIENEN Vo.Bo. PARA EJECUCIÓN		SI	NO
			No. DE ÚLTIMA REVISIÓN: A03
TOPOGRAFÍA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
UBICACIÓN	/		
ALINEAMIENTO	/		
TRAZO	/		
NIVEL DE DESPLANTE	/		
NIVEL DE ACERO	/		
ESVAJE	/		
OBSERVACIONES:			

ACERO DE REFUERZO				CIMBRA			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
DIAMETROS	/			CIMBRA	/		
CANTIDAD DE VARILLAS	/			ALINEAMIENTO	/		
TRASLAPES	/			PLUMEO	/		
ESCUADRAS	/			EMBEBIDOS	/		
RECUBRIMIENTOS	/			ESPESOR DE ELEMENTOS	/		
SEPARACIÓN	/			DESMOLDANTE EN CIMBRA	/		
LIMPIEZA DE VARILLAS	/						
APOYO DE MALLAS	/						
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
RESIDENTE DE OBRA:				N/A			
SUPERVISIÓN:				Fernando Aguilar Garcia			
CONTRATISTA:				Lisandro de Sarmiento Ace			
OBSERVACIONES:							
CONCRETOS				LABORATORIO			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
VIBRADORES	/			EQUIPO DE MUESTREO	/		
OBRAS FALSAS O ANDAMIOS	/			EQUIPO DE REVENIMIENTO	/		
LIMPIEZA	/			OTROS			
ACABADO	/			CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA
FLUIDIZANTES	/			TIEMPO PROPIO PARA LA ELOCACION DEL CONCRETO PERSONAL SUFICIENTE Y	/		
OTRO:							
REPRESENTANTE				Vo.Bo.			
SUPERVISIÓN:				Juan Ignacio Garcia Mtz			
CONTRATISTA:				Lisandro de Sarmiento Ace			
OBSERVACIONES:							
CURADO				REPRESENTANTE			
CONCEPTO	APROBADO	NO APROBADO	NO APLICA	CONTRATISTA:	Vo.Bo.		
TELA DE YUTE	/			Lisandro de Sarmiento			
AGUA	/			SUPERVISIÓN DOZZER:			
MEMBRANA (CURACRETO)	/			Juan Ignacio Garcia Mtz			
OBSERVACIONES:							

Imagen 147 y 148 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Autorización de procesos para columnas, apoyo 19"

4. GRÁFICA DE AVANCE FÍSICO

Para el control del avance de los trabajos, se realizó el seguimiento puntual de los mismos conforme a las liberaciones emitidas por parte de supervisión, teniendo certidumbre de que cada uno de los elementos estructurales forme parte global del proyecto.

AVANCE DE SUBESTRUCTURA REGISTRADO AL 30 DE NOVIEMBRE 2023							
APOYOS	ELEMENTO	EJECUTADOS	TOTALES	PONDERACIÓN	AVANCE POR ELEMENTO	PONDERACIÓN AVANCE	AVANCE POR APOYO
ESTRIBO 2 (Apoyo 24)	Pilas Secantes	10	10	48%	100%	48%	100%
	Trabes de Liga	1	1	5%	100%	5%	
	Pilas Cimentación	6	6	29%	100%	29%	
	Zapatas	1	1	5%	100%	5%	
	Columnas	3	3	14%	100%	14%	
Apoyo 23	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	100%
	Trabes de Liga	1	1	4%	100%	4%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	100%	36%	
	Zapatas	1	1	4%	100%	4%	
	Columnas	1	1	4%	100%	4%	
Apoyo 22	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	100%
	Trabes de Liga	1	1	4%	100%	4%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	100%	36%	
	Zapatas	1	1	4%	100%	4%	
	Columnas	1	1	4%	100%	4%	
Apoyo 21	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	100%
	Trabes de Liga	1	1	4%	100%	4%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	100%	36%	
	Zapatas	1	1	4%	100%	4%	
	Columnas	1	1	4%	100%	4%	
Apoyo 20	Pilas Secantes	26	26	67%	100%	67%	100%
	Trabes de Liga	2	2	5%	100%	5%	
	Pilas Cimentación	9	9	23%	100%	23%	
	Zapatas	1	1	3%	100%	3%	
	Columnas	1	1	3%	100%	3%	
Apoyo 19	Pilas Secantes	26	26	67%	100%	67%	100%
	Trabes de Liga	2	2	5%	100%	5%	
	Pilas Cimentación	9	9	23%	100%	23%	
	Zapatas	1	1	3%	100%	3%	
	Columnas	1	1	3%	100%	3%	

Tabla 27 Autoría Propia (2023) "Vista de primer apartado de tabla para el control de avances físicos"

AVANCE DE SUBESTRUCTURA REGISTRADO AL 30 DE NOVIEMBRE 2023							
APOYOS	ELEMENTO	EJECUTADOS	TOTALES	PONDERACIÓN	AVANCE POR ELEMENTO	PONDERACIÓN AVANCE	AVANCE POR APOYO
Apoyo 18	Pilas Secantes	26	26	67%	100%	67%	100%
	Trabes de Liga	2	2	5%	100%	5%	
	Pilas Cimentación	9	9	23%	100%	23%	
	Zapatas	1	1	3%	100%	3%	
	Columnas	1	1	3%	100%	3%	
Apoyo 17	Pilas Secantes	26	26	67%	100%	67%	100%
	Trabes de Liga	2	2	5%	100%	5%	
	Pilas Cimentación	9	9	23%	100%	23%	
	Zapatas	1	1	3%	100%	3%	
	Columnas	1	1	3%	100%	3%	
Apoyo 16	Pilas Secantes	26	26	67%	100%	67%	60%
	Trabes de Liga	2	2	5%	100%	5%	
	Pilas Cimentación	9	9	23%	100%	23%	
	Zapatas	1	1	3%	0%	0%	
	Columnas	1	1	3%	0%	0%	
Pórtico 2 (Apoyo 15)	Pilas Secantes	13	13	52%	0%	0%	13%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	6	9	36%	67%	24%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 14	Pilas Secantes	13	13	52%	0%	0%	0%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	0%	0%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 13	Pilas Secantes	13	13	52%	0%	0%	4%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	2	9	36%	22%	8%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	

Tabla 28 Autoría Propia (2023) "Vista de segundo apartado de tabla para el control de avances físicos"

AVANCE DE SUBESTRUCTURA REGISTRADO AL 30 DE NOVIEMBRE 2023							
APOYOS	ELEMENTO	EJECUTADOS	TOTALES	PONDERACIÓN	AVANCE POR ELEMENTO	PONDERACIÓN AVANCE	AVANCE POR APOYO
Apoyo 12	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	20%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	0%	0%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 11	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	44%
	Trabes de Liga	1	1	4%	100%	4%	
	Pilas Cimentación	2	9	36%	22%	8%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Pórtico 1 (Apoyo 10)	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	33%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	6	9	36%	67%	24%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 9	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	24%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	2	9	36%	22%	8%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 8	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	29%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	4	9	36%	44%	16%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 7	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	56%
	Trabes de Liga	1	1	4%	100%	4%	
	Pilas Cimentación	7	9	36%	78%	28%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	

Tabla 29 Autoría Propia (2023) "Vista de tercer apartado de tabla para el control de avances físicos"

AVANCE DE SUBESTRUCTURA REGISTRADO AL 30 DE NOVIEMBRE 2023							
APOYOS	ELEMENTO	EJECUTADOS	TOTALES	PONDERACIÓN	AVANCE POR ELEMENTO	PONDERACIÓN AVANCE	AVANCE POR APOYO
Apoyo 6	Pilas Secantes	13	13	52%	100%	52%	53%
	Trabes de Liga	1	1	4%	100%	4%	
	Pilas Cimentación	6	9	36%	67%	24%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 5	Pilas Secantes	7	13	52%	54%	28%	11%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	0%	0%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 4	Pilas Secantes	10	13	52%	77%	40%	15%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	9	9	36%	0%	0%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 3	Pilas Secantes	10	13	52%	77%	40%	22%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	3	9	36%	33%	12%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Apoyo 2	Pilas Secantes	13	13	52%	0%	0%	7%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	3	9	36%	33%	12%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
Estribo 1 (Apoyo 1)	Pilas Secantes	8	13	52%	62%	32%	21%
	Trabes de Liga	1	1	4%	0%	0%	
	Pilas Cimentación	4	9	36%	44%	16%	
	Zapatas	1	1	4%	0%	0%	
	Columnas	1	1	4%	0%	0%	
AVANCE GLOBAL							51%

Tabla 30 Autoría Propia (2023) "Vista de cuarto apartado y avance global para el control de avances físicos"

AVANCE FÍSICO SUBESTRUCTURA VIADUCTO 1

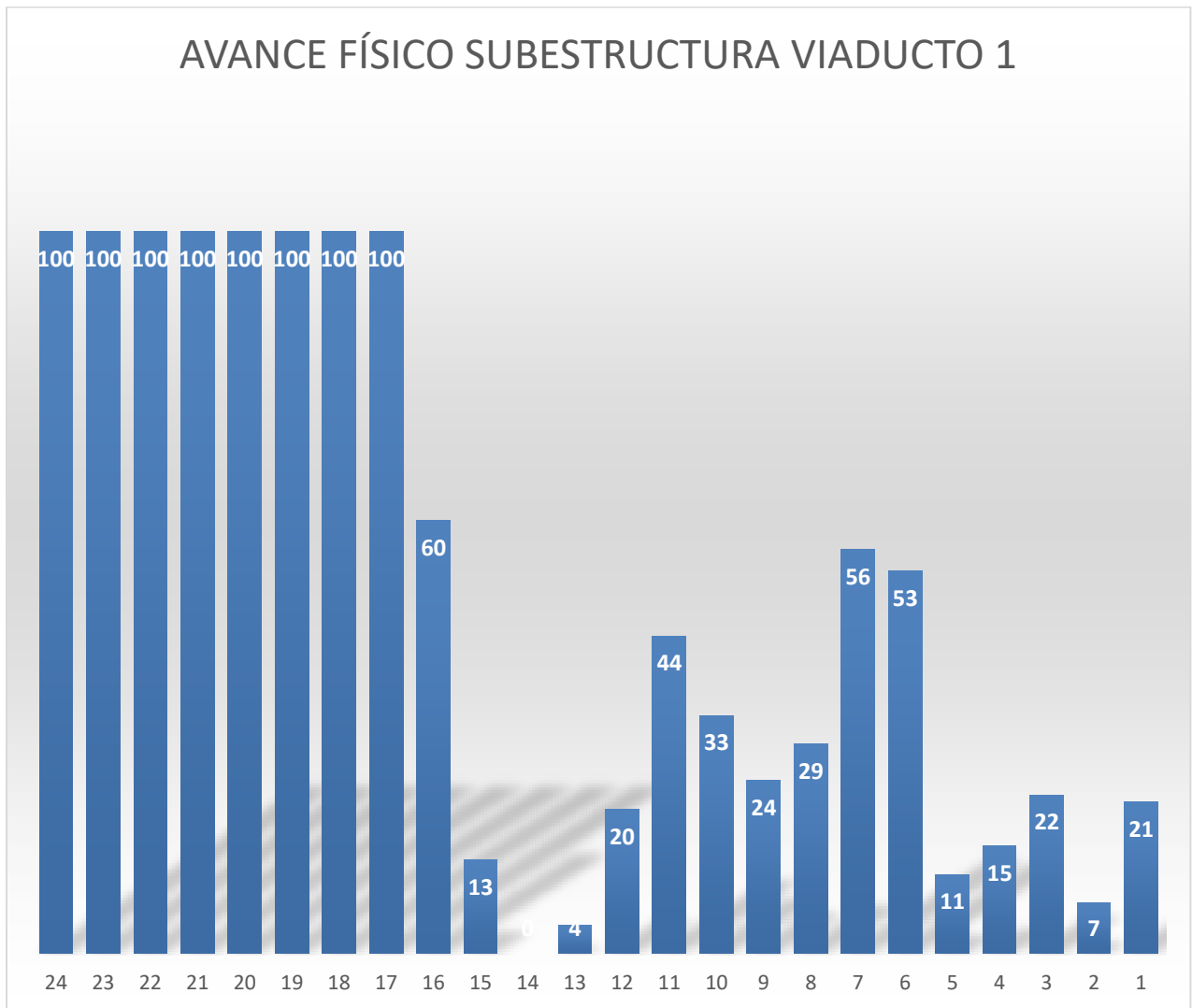


Imagen 149 Autoría Propia (2023) "Vista de cuarto apartado y avance global para el control de avances físicos"

Durante el tiempo que se presenciaron los trabajos en el periodo establecido en el apartado de objetivos del presente documento, se realizaron los controles establecidos como liberaciones, avances físicos y reportes fotográficos, pudiendo de esta manera apreciar en distintos apoyos una discrepancia importante, en los apoyos catorce, trece, doce, así como en los apoyos cinco, cuatro y dos, se cuenta con un bajo porcentaje de subestructura terminada acorde a las liberaciones por parte de supervisión producto de varios factores que interfieren en la realización de perforaciones y/o excavaciones, entre estos factores se encuentran las obras inducidas inmersas en el proyecto de ampliación del tren suburbano y la reubicación de vías de carga. Estas afectan indirectamente a los trabajos de obra civil ya que al no poder reubicar vías de carga ni liberación de derecho de vía (escuela de Enfermería), se limita la llegada, operación, retiro de maquinaria equipo y personal para dar inicios a la ejecución, que, más adelante se ejemplificará.

5. INFORME DE MANO DE OBRA

Para tener un registro correcto sobre las actividades desempeñadas en un periodo de tiempo de un mes, se realizan recorridos diariamente en donde, de manera visual y mediante formatos de la contratista correspondientes al supervisor de seguridad e higiene de la misma, se contabiliza el personal que desempeñará el trabajo durante el día.

INFORME DE MANO DE OBRA

"AMPLIACIÓN AL SISTEMA 1 DEL FERROCARRIL SUBURBANO, RUTA LECHERIA - JALTOCAN - AEROPUERTO INTERNACIONAL FELIPE ANGELES."																
RELACION DE PERSONAL EXISTENTE EN OBRA																
PERIODO DEL 01 AL 15 DE NOVIEMBRE DE 2023																
Personal	Semana 1				Semana 2							Semana 3				
	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
VIADUCTO 1																
SUPERVISION	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	
RESIDENTE DE OBRA	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	
SUPERVISOR DE HSE	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	
OPERADOR	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	
CABO DE OFICIOS	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	
SOBREESTANTE	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
MANIOBRISTA	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	
OPERADOR PERFORADORA	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	
OPERADOR RETROEXCAVADORA	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	
OPERADOR EXCAVADORA	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	
OFICIAL FIERRERO	45	45	45	45	0	45	45	45	45	45	45	0	45	45	45	
OFICIAL SOLDADOR	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
AYUDANTE GENERAL	23	23	23	23	0	23	23	23	23	23	23	0	23	23	23	
TECNICO DE CALIDAD	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
CHOFER	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
Total	113	113	113	113	0	113	113	113	113	113	113	0	113	113	113	

Imagen 150 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Reporte quincenal de mano de obra – Viaducto 1"

INFORME DE MANO DE OBRA

"AMPLIACIÓN AL SISTEMA 1 DEL FERROCARRIL SUBURBANO, RUTA LECHERIA - JALTOCAN - AEROPUERTO INTERNACIONAL FELIPE ANGELES."																
RELACION DE PERSONAL EXISTENTE EN OBRA																
PERIODO DEL 15 AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2023																
Personal	Semana 3			Semana 4							Semana 5					
	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VIADUCTO 1																
SUPERVISION	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	
RESIDENTE DE OBRA	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	6	
SUPERVISOR DE HSE	7	7	7	0	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	7	
OPERADOR	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	
CABO DE OFICIOS	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	
SOBREESTANTE	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
MANIOBRISTA	7	7	7	0	7	7	7	7	7	7	0	7	7	7	7	
OPERADOR PERFORADORA	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	
OPERADOR RETROEXCAVADORA	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	2	
OPERADOR EXCAVADORA	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	1	
OFICIAL FIERRERO	45	45	45	0	45	45	45	45	45	45	0	45	45	45	45	
OFICIAL SOLDADOR	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
AYUDANTE GENERAL	23	23	23	0	23	23	23	23	23	23	0	23	23	23	23	
TECNICO DE CALIDAD	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
CHOFER	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
Total	113	113	113	0	113	113	113	113	113	113	0	113	113	113	107	

Imagen 151 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Reporte mensual de mano de obra – Viaducto 1"

6. INFORME DE SEGURIDAD E HIGIENE

6.1. CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS

Se llevan a cabo recorridos con el personal responsable del área de seguridad e higiene en las secciones activas, y se adjuntan reportes que confirman el cumplimiento de las medidas de seguridad en la obra denominada "Supervisión de Obra en la Construcción para el Paso Superior de Ferrocarril de Pasajeros "Viaducto 1", En el Proyecto de Ampliación de la Línea 1 del Tren Suburbano, Ruta Buenavista – Lechería – AIFA."

Se cuenta servicios sanitarios móviles cercanos a la obra de acuerdo con la norma NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.



Imagen 152 y 153 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de sanitarios portátiles en sitio"

De acuerdo con la norma NOM-031-STPS-2011, apartado 5.12, se dispone de extintores para combatir posibles fuegos incipientes conforme a lo que determina la NOM-002-STPS-2017.



Imagen 154 y 155 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de extintores de emergencia en sitio"

Se cuenta con botiquín de primeros auxilios conforme a la norma NOM-031-STPS-2011, apartado 19.1, inciso c), "Plan de atención a emergencias para las obras".



Imagen 156 y 157 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de botiquines de emergencia presentes en obra"

De acuerdo con la norma NOM-031-STPS-2011, apartado 5.24, se dispone de servicios provisionales de agua potable conforme a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas de la Secretaría de Salud.



Imagen 158 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de suministro de agua potable en obra"

Existen contenedores para la clasificación de basura orgánica e inorgánica, los cuales están ubicados como se describe a continuación:



Imagen 159 y 160 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de depósitos de residuos orgánicos e inorgánicos"

Señales informativas, restrictivas y diversas para protección en zonas de obras conforme a norma NOM-086-SCT2-2022.



Imagen 161 y 162 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de señalamientos, aseguramiento y delimitación de obra para Viaducto 1"

Señalamiento preventivo para protección en zonas de obras conforme a la norma NOM-086-SCT2-2022.



Imagen 163 y 164 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de señalamientos preventivos de obra para Viaducto 1"

Se dispone de apoyo con bandereros para el control del tránsito de personas y vehículos de acuerdo a la norma NOM-031-STPS-2011.



Imagen 165 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de bandereros en cruce a nivel de vehículos Viaducto 1"

7. INFORME DE OBRAS INDUCIDAS

En el apoyo 14, se encuentra una propiedad con metros dentro del derecho de vía, razón por la cual los trabajos se ven limitados a la espera de reubicación de la propiedad.



Imagen 166 y 167 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de reubicación de derecho de vía 610"

Otras obras inmersas involucradas con la construcción del apoyo 20 y apoyo 5, es la perforación dirigida a cargo de Bestel y la reconstrucción del cajón del colector de la colonia.



Imagen 168 y 169 Autoría Propia (2023) "Vista de trabajos de obras inducidas (fibra óptica)"



Imagen 170 y 171 Dozzer Construcción y Asesoría (2023) "Vista de trabajos de obras inducidas (cajón de alcantarilla)"

8. EVIDENCIA DEL CONTROL TOPOGRÁFICO

A continuación, se muestra evidencia de los trabajos de supervisión topográfica para distintos elementos a manera de ejemplificación, es importante destacar que durante todo el proceso de construcción y hasta la finalización existió el control topográfico por parte de supervisión.



Imagen 172 y 173 Autoría Propia (2023) "Vista general de la verificación de marcaje para perforación de pilas de cimentación"



Imagen 174 y 175 Autoría Propia (2023) "Vista general de los trabajos de revisión de replanteo para zapatas de repartición"



Imagen 176 y 177 Autoría Propia (2023) "Vista general de los trabajos de revisión de verticalidad en columnas"

9. REPORTE FOTOGRÁFICO

Con el objetivo de brindar mayor referencia sobre los trabajos de supervisión realizados por el autor del presente informe, se muestran algunas fotografías generales sobre las actividades desempeñadas en cada una de las revisiones ejecutadas.



Imagen 178 y 179 Autoría Propia (2023) "Supervisión de armado de acero y tubería para pruebas de integridad"



Imagen 180 y 181 Autoría Propia (2023) "Medición para la revisión de longitud efectiva en pila de cimentación"

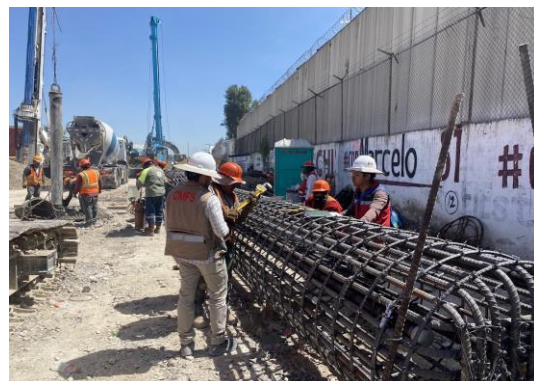


Imagen 182 y 183 Autoría Propia (2023) "Verificación de espaciamientos y conectores mecánicos en pilas de más de 20 metros de longitud"



Imagen 184 y 185 Autoría Propia (2023) "Verificación de longitud efectiva de pila y espaciamiento de acero transversal"



Imagen 186 y 187 Autoría Propia (2023) "Vista y revisión interna de armado de acero y recubrimiento inferior en zapatas de repartición"

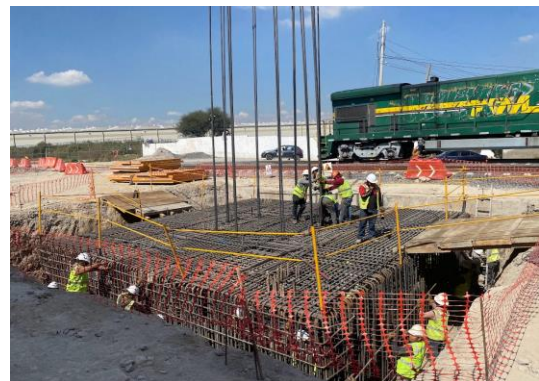


Imagen 188 y 189 Autoría Propia (2023) "Vista externa de los trabajos de armado de acero en zapata y varilla longitudinal para el armado de columna"



Imagen 190 y 191 Autoría Propia (2023) "Supervisión de armado de acero en columnas de apoyos intermedios, conectores mecánicos y verticalidad del elemento"



Imagen 192 y 193 Autoría Propia (2023) "Revisión y vista de la colocación de estribos restantes dentro del área de cabeza"

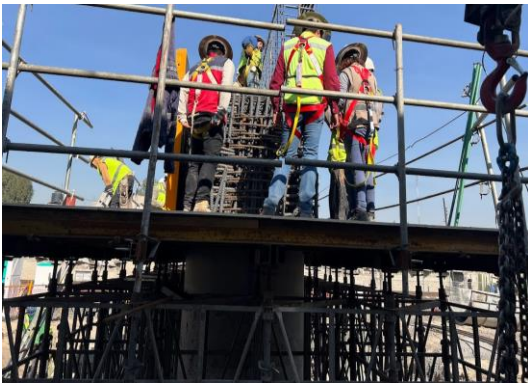


Imagen 194 y 195 Autoría Propia (2023) "Revisión y vista armado superior en columnas de caballetes (estribos)"

10. CONCLUSIONES

La supervisión de obra es el proceso de monitoreo y control de calidad de los trabajos de construcción durante su ejecución con la finalidad de asegurar que la obra se realice conforme a las especificaciones, normas y calidad establecidos en el proyecto ejecutivo cumpliendo plazos y presupuestos definidos, de esta manera, en el desarrollo de la labor como residente de supervisión en la construcción del viaducto de tren elevado, especialmente durante la fase crítica de perforación y colado de pilas de cimentación, así como el armado y colado de zapatas y columnas, se adquiere una experiencia invaluable en la gestión y coordinación de equipos multidisciplinarios, así como en el manejo riguroso de los procesos constructivos a través de la planificación detallada y la supervisión constante de las actividades, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad requeridos para la ejecución exitosa del proyecto.

La participación del supervisor incluye la revisión detallada de los planos, asegurando que todos los elementos estructurales se ejecuten de acuerdo con las especificaciones geométricas y de acero. Además, se debe realizar un seguimiento exhaustivo de las pruebas de integridad Cross Hole y PIT, elementos clave para certificar la calidad de las pilas de cimentación. La coordinación con el equipo de laboratorio y topografía es esencial para asegurar que las mediciones y resultados de las pruebas fueran precisos y confiables.

En cada etapa del proceso, desde la excavación de zapatas hasta el armado de columnas, se mantuvo un enfoque preventivo, destacando la importancia de identificar posibles problemas antes de que se materializaran, con el fin de evitar retrasos y garantizar la integridad de la estructura. La comunicación constante con el contratista y la documentación adecuada de todas las actividades son cruciales para resolver inconsistencias de manera eficiente, mediante la emisión de minutas y la correcta gestión de los formatos de supervisión para la liberación de las actividades.

Asimismo, la gestión de los recursos humanos y materiales, la supervisión del equipo de protección personal y el seguimiento del avance físico de la obra son aspectos clave en el mantenimiento de un ambiente seguro y en el cumplimiento de los plazos establecidos.

En conclusión, mi participación en este proyecto me permitió consolidar habilidades de liderazgo y gestión de obra, además de reforzar la importancia de la supervisión detallada y la comunicación constante para asegurar la ejecución exitosa de proyectos de infraestructura de gran envergadura, lo que me permitió constatar que la coordinación efectiva y la proactividad en la identificación de posibles riesgos son elementos fundamentales para el éxito de cualquier proyecto de construcción.

11. BIBLIOGRAFÍA

- AREMA (2024). High Speed Rail Systems (p.6) American Railway Engineering and Maintenance of Way Association.
- ASTM International. (2018). *Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass* (ASTM D2216-18). ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2216-18> (Contenido de agua).
- ASTM International. (2017). *Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils* (ASTM D4318-17). ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D4318-17> (Límites de consistencia).
- ASTM International. (2006). *Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil* (ASTM D2166-06). ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2166-06> (Compresión axial simple).
- ASTM International. (2017). *Standard test method for undrained shear strength of cohesive soil by the fall cone method* (ASTM D2850-17). ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2850-17> (Compresión Triaxial No Consolidada-No Drenada U.U)
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación (ONNCCE). (2017). *Norma Mexicana NMX-C-407-ONNCCE-2017: Métodos de ensayo para suelos: Determinación de la capacidad de carga de la base y subbase* (apartado 9.4). ONNCCE.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI). (2017). *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones* (p. 38). SEDUVI.
- American Concrete Institute. (2019). *Building code requirements for structural concrete* (ACI 318-19). American Concrete Institute. <https://www.concrete.org>
- ONNCCE. (2012). *NMX-C-403-ONNCCE-2012: Ejecución de cimentaciones de concreto a través de tuberías tremie*. Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación.

- ONNCCE. (2020). *NMX-C-156-ONNCCE-2020: Requisitos para la ejecución de cimentaciones de concreto mediante tuberías tremie*. Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2011). *NOM-009-STPS-2011: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen sustancias químicas peligrosas* (apartado 8). Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2011). *NOM-031-STPS-2011: Condiciones de seguridad en los centros de trabajo para la operación de maquinaria y equipo industrial*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2022). *NOM-086-SCT2-2022: Especificaciones técnicas para la construcción y mantenimiento de pavimentos en carreteras y caminos rurales y suburbanos*. Diario Oficial de la Federación.