



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

Tesis presentada por:
Darwin René Santizo García

Para optar al título de:
ARQUITECTO

Guatemala, Enero de 2,015



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de
Arquitectura

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA



TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Arquitectura por

Darwin René Santizo García
Al conferírsele el título de
ARQUITECTO



***PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO:
SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS
APLICADOS A LA ARQUITECTURA***

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA POR
Darwin René Santizo García
Al conferirse el título de
ARQUITECTO

“El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenido del proyecto de graduación, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala”

Guatemala de La Asunción, Enero 2,015

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
Vocal II	Arq. Edgar Armando López Pazos
Vocal III	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
Vocal IV	Tec. D.G. Wilian Josué Pérez Sazo
Vocal V	Br. Carlos Alfredo Guzmán Lechuga
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN PRIVADO

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Asesor	Arq. Juan Luis Morales
Consultor	Arq. Gabriel Barahona
Consultor	Arq. Leonel De La Roca
Sustentante	Darwin René Santizo García

DEDICATORIA

A MI BUEN DIOS

Por estar conmigo y llevarme de su mano en todo momento. Por darme sabiduría, inteligencia, fortaleza para llevar adelante mi carrera. Por tener este gran plan para mi vida y permitirme llevarlo a cabo.

A MI ESPOSA Y A MI HIJA

Mis Stephanies, gracias por su tiempo, su apoyo incondicional y por darme la fuerza para salir adelante. Ustedes son lo mejor de mi vida.

A MI MADRE

Por su sacrificio y su amor. Tu ejemplo de superación y esfuerzo me enseñaron a ser un hombre de bien.

4

A MI FAMILIA

Hermanos, abuelos, tíos, sobrinos, suegros, cuñados. Gracias por su confianza y apoyo. Espero poder retribuirles todo el cariño, paciencia y fortaleza que me han brindado.

A MIS AMIGOS

Cada uno sabe cuán especial ha sido para mí y lo que cada uno aportó para mi vida, mi carrera y mis recuerdos.

AGRADECIMIENTOS

ESPECIALES

A MI ASESOR

Arquitecto Juan Luis Morales por toda su atención, apoyo y ayuda.

A LOS ARQUITECTOS

Gabriel Barahona, Leonel De La Roca, por ser base fundamental en mis conocimientos.

5

A LOS INGENIEROS

Miguel Ángel Fuentes (Q.E.P.D.), Gerardo Corado y su noble familia, Néstor Villatoro. A todos gracias por su amistad, su ayuda incondicional y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias.

A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Por la educación obtenida.

A COPRECA (Concreto Preesforzado de Centroamérica, S.A.)

Por el apoyo e información para el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

- Introducción
- Metodología de investigación
- Antecedentes y justificación
- Objetivos
 - Objetivos generales
 - Objetivos específicos
- Problema
- Árbol de problema
- Delimitación del tema

1. Generalidades de los muros

- 1.01 Descripción
- 1.02 Tipos de muros

2. Generalidades de las losas

- 2.01 Descripción
- 2.02 Tipos de losas

3. Generalidades del concreto preesforzado

- 3.01 Definición
- 3.02 Historia
- 3.03 Estructuras de concreto preesforzado pretensado
- 3.04 Estructuras de concreto preesforzado postensado
- 3.05 Ventajas y desventajas
- 3.06 Fallas del concreto preesforzado
- 3.07 De los materiales
- 3.08 Situación actual del concreto preesforzado en Guatemala
- 3.09 Estructuras de concreto preesforzado en la Metrópoli.

4. Generalidades de prefabricado en Concreto

- 4.01 Definición
- 4.02 Historia

- 4.03 Materiales
- 4.04 Equipos e instalaciones
- 4.05 Moldes
- 4.06 Banco de fundición
- 4.07 Curado
- 4.08 Almacenaje y estibas
- 4.09 Variables que pueden afectar la calidad final de un prefabricado en concreto
- 4.10 Transporte y montaje
- 4.11 Ventajas
- 4.12 Desventajas
- 4.13 Aplicación de prefabricados de concreto preesforzado

5. Prefabricado tipo Spancrete

- 5.01 Descripción
- 5.02 Aplicación
- 5.03 Características
- 5.04 Ventajas
- 5.05 Desventajas
- 5.06 Proceso de fabricación en planta de producción
- 5.07 Pasos generales a seguir en obra para su instalación como losa
- 5.08 Pasos generales a seguir en obra para su instalación como muro
- 5.09 Planos con tipos de Spancrete
 - 01-50 Planta y elevación de Spancrete – Cortes y perforaciones.
 - 02-50 Detalle y especificaciones de Spancrete de 4"
 - 03-50 Detalle y especificaciones de Spancrete de 6"
 - 04-50 Detalle y especificaciones de Spancrete de 8"
 - 05-50 Detalle y especificaciones de Spancrete de 10"
- 5.10 Planos con detalles básicos de Spancrete
 - 06-50 Detalles de apoyos de Spancrete.
 - 07-50 Detalle de voladizos con Spancrete.
 - 08-50 Detalle de remates en cenefas.
 - 09-50 Detalles en remates en apoyos finales e intermedios.
 - 10-50 Detalles en remates en apoyos finales e intermedios.
 - 11-50 Detalles en remates en apoyos finales e intermedios

6. Prefabricado tipo Doble T

- 6.01 Descripción
- 6.02 Aplicación
- 6.03 Características
- 6.04 Ventajas
- 6.05 Desventajas

- 6.06 Proceso de fabricación en planta de producción
- 6.07 Pasos generales a seguir en obra para su instalación como losa
- 6.08 Pasos a generales a seguir en obra para su instalación como muro
- 6.09 Planos con tipos de Doble T
 - o 12-50 Planta y elevación de Doble T nervio a 0.75 m. – Cortes y perforaciones.
 - o 13-50 Planta y elevación de Doble T nervio a 1.50 m. – Cortes y perforaciones.
 - o 14-50 Detalle y especificaciones Doble T – Nervio 0.75 peralte de 0.30, 0.40 y 0.50 m.
 - o 15-50 Detalle y especificaciones Doble T – Nervio 0.75 peralte de 0.60, 0.70 y 0.80 m.
 - o 16-50 Detalle y especificaciones Doble T – Nervio 1.50 peralte de 0.30, 0.40 y 0.50 m.
 - o 17-50 Detalle y especificaciones Doble T – Nervio 1.50 peralte de 0.60, 0.70 y 0.80 m.
 - o 18-50 Detalle y especificaciones Doble T – Nervio 1.50 peralte de 0.90 y 1.00 m.
- 6.10 Planos con detalles básicos Doble T
 - o 19-50 Detalle de apoyo para Doble T.
 - o 20-50 Detalle de remates para Doble T.
 - o 21-50 Detalle y voladizo

7. Tabla de cargas

8. Planos de prefabricados Spancrete y Doble T en proyecto ejemplo

- o 22-50 Planta de distribución Sótano 2
- o 23-50 Planta de distribución Sótano 1
- o 24-50 Planta de distribución Nivel 1
- o 25-50 Planta de distribución Nivel 2
- o 26-50 Planta de distribución Nivel 2
- o 27-50 Entrepiso de Sótano 2 – Modulación de muros de contención y modulación de entrepiso con Spancrete.
- o 28-50 Entrepiso de Sótano 1 – Modulación de muros de contención – muros perimetrales y modulación de entrepiso con Spancrete - Doble T.
- o 29-50 Entrepiso de Nivel 1 – Modulación de muros perimetrales y modulación de entrepiso con Spancrete - Doble T.
- o 30-50 Entrepiso de Nivel 2 – Modulación de muros perimetrales y modulación de entrepiso con Spancrete - Doble T.
- o 31-50 Techo de Nivel 3 – Modulación de muros perimetrales y modulación de entrepiso con Spancrete - Doble T.
- o 32-50 Sección 1 – 1’ Transversal con prefabricados Spancrete – Doble T.
- o 33-50 Sección 2 – 2’ Transversal con prefabricados Spancrete – Doble T.
- o 34-50 Sección 3 – 3’ Transversal con prefabricados Spancrete – Doble T.
- o 35-50 Sección 4 – 4’ Longitudinal con prefabricados Spancrete – Doble T.
- o 36-50 Cortes de Muro de contención, 2, 4 y 5.
- o 37-50 Cortes de Muro de contención, 3, 6, 7, y corte 1-1’ detalle de apoyos de Spancrete.
- o 38-50 Corte detalle de apoyo de doble T 8-8’, Corte 9 voladizo con doble T, Corte 10 de muro cerramiento vertical y corte 11 detalle corte de vidrio en fachada.
- o 39-50 DETALLE “A” modulación de Spancrete, armado y fundición. Secciones 1,2 y 3 de la modulación.
- o 40-50 DETALLE “B, C y D” de Spancrete en planta – Modulación de Spancrete como muro de contención – Detalle de cimiento de muro de contención.
- o 41-50 DETALLE “F” Elevación y sección de puentes peatonal con Doble T.

- 42-50 DETALLE "G" modulación de Spancrete, armado y fundición. Secciones 1 y 2 de la modulación.
- 43-50 DETALLE "H y K" Planta de modulación de muro perimetral – Planta modulación de muros tipo Spancrete sobre doble T – Elevación con muros tipo Spancrete.
- 44-50 DETALLE "I" Elevación de pasarela peatonal con Doble T – Secciones A-A' y B-B' – Luz libre 16.10 m.
- 45-50 DETALLE "J" Elevación de pasarela peatonal con Doble T – Secciones C-C' y D-D' – Luz libre 7.70 m.
- 46-50 DETALLE "L" modulación de Doble T, armado y fundición. Secciones 1, 2 y 3 de la modulación.
- 47-50 DETALLE "M" secciones Doble T y Spancrete con diversos tipos de instalaciones.
- 48-50 DETALLE "E" Plantas de modulación de doble para rampas vehiculares ingreso a Sótanos.
- 49-50 DETALLE "E" Sección Longitudinal A-A' rampa vehicular.
- 50-50 DETALLE "E" - Secciones Transversales B-B' – C-C' Y D-D' de rampa vehicular.

9. Renders de "proyecto ejemplo" (para visualización de prefabricados)

10. Comparativo de costos y tiempo con sistemas tradicional

11. Conclusiones y recomendaciones

12. Glosario

13. Bibliografía

INTRODUCCIÓN

El estudio contempla el siguiente tema: **“PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA”**.

El proyecto de graduación contiene un estudio sobre dos prefabricados de concreto preesforzado que actualmente se utilizan en el mercado de la construcción en Guatemala. Incluirá el proceso de fabricación, transporte, montaje e instalación, maquinaria, personal calificado, cuidados especiales, calidad de materiales y los tecnicismos necesarios para su uso en losas y muros.

10

Así mismo se hará una comparativa de costos y tiempo de ejecución de los prefabricados contra el sistema tradicional o in situ.

Esta información servirá de complemento para los cursos de construcción y estructuras, y para orientar de mejor manera los elementos que se pueden aplicar en un proyecto de construcción cuyas exigencias sean mayores.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En Guatemala es muy común el empleo del sistema tradicional o in situ para la construcción, limitando a muchos profesionales y estudiantes a desarrollar proyectos, en los cuales el tiempo de ejecución y la calidad de los mismos se ven afectados. Lo anterior debido a la poca información y carencia de conocimiento dentro del campo de la arquitectura. La construcción con prefabricados permite acortar tiempo y son productos que han llevado un control de calidad estricto en su producción.

11

En nuestro país existen diferentes tipos de prefabricados de concreto los cuales son usados para construcción de losas, muros de cerramiento, pasarelas, puentes, etc. Entre ellos están Spancrete y la Doble T (aunque en el mercado existen varios más como la Simple T, Losa Cajón, Sistema LK, vigueta y bovedilla pretensada y vigas AASHTO). El documento a elaborar explicará el uso y aplicación del Spancrete y la Doble T en losas y muros, así como las ventajas y desventajas en los procesos de construcción. Los dos prefabricados a mencionar tienen capacidad de soportar grandes cargas con luces de 3.00 m. hasta 22.00 m. y por las características de su armado y diseño también pueden ser usados como muros de contención. Por lo que son muy usados en construcciones de gran tamaño como las torres de parqueos, bodegas y edificios.

La función de los prefabricados es construir en menor tiempo y con un mejor control de calidad.

En este documento se darán algunas soluciones para optimizar los recursos que ahora se encuentran a nuestro alcance en la construcción, en lo que a prefabricados se refiere. De instar a la utilización de nuevas técnicas y productos, los cuales no se aplican por desconocimiento o falta de confiabilidad en los mismos.

Ante la importancia que significan estos productos prefabricados pretensados, el alto costo de los materiales, la mano de obra especializada, así como las limitantes que presenta el sistema tradicional; se realiza esta investigación, para analizar de una forma más exacta los beneficios y riesgos que estos productos aportan a nuestro medio.

Tratándose de desarrollar un documento de fácil comprensión y de gran utilidad para la mayoría de los técnicos en el ramo de la construcción.

Este documento trata de dar a conocer dos sistemas de construcción, a través de los cuales podremos proponer como losas y muros en proyectos arquitectónicos y a la misma vez obtener calidad y rapidez.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Contribuir en forma teórica a resolver los problemas en el campo de la construcción en el país, especialmente cuando se desarrollen proyectos de grandes dimensiones.
- Proporcionar un documento que detalle el uso del Spancrete y la Doble T y su uso en la construcción de losas y muros.
- Proporcionar una fuente de consulta que ayude en la preparación de los estudiantes y profesionales de la arquitectura.

12

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio sobre dos sistemas de prefabricados de concreto preesforzado para losas y muros como lo son el Spancrete y la Doble T.
- Generar confianza en los profesionales y constructores del uso de los prefabricados de concreto preesforzado para la construcción de losas y muros.
- Detallar las características del prefabricado tipo Spancrete y su instalación en un proyecto de construcción.
- Detallar las características del prefabricado tipo Doble T y su instalación en un proyecto de construcción.
- Realizar un análisis comparativo del sistema de construcción de prefabricado de concreto con el tradicional aplicado en Guatemala.
- Detallar la aplicación del Spancrete y la Doble T y como se conforman estructuralmente en un proyecto.
- Despertar interés en estudiantes, profesionales, técnicos y público en general en la elaboración de material objetivo para la construcción.

PROBLEMA

Actualmente la construcción en Guatemala se encuentra en una etapa de pleno desarrollo, por lo cual debe ser necesario estudiar procesos constructivos que nos permitan ser más competitivos y mantener una constante actualización en los avances tecnológicos para la construcción, especialmente los aplicados en países con mayor experiencia en el medio.

La falta de conocimiento en el uso y la aplicación de sistemas constructivos prefabricados preesforzados para losas y muros no permite que el profesional pueda desarrollar diseños o proyectos como en otros países en los cuales logran resolver situaciones de grandes luces o voladizos por el buen manejo de los prefabricados preesforzados.

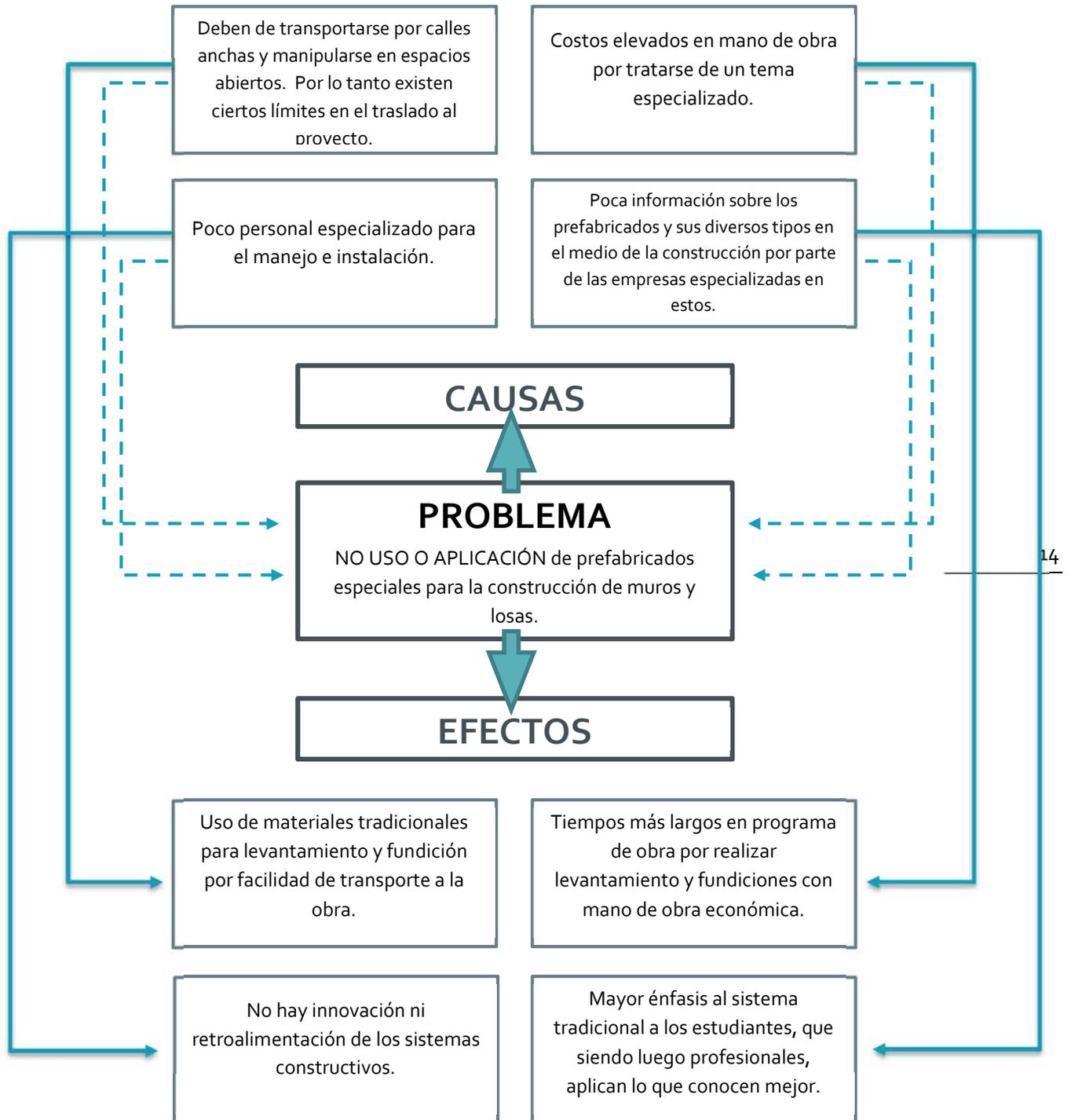
La mano de obra en Guatemala tiende a cotizarse baja, por lo que el factor costo influye también en gran manera en la aplicación de los mismos en un proyecto. Pues al costo de producción hay que sumar el transporte, el montaje y la mano de obra especializada cuando se utilizan elementos prefabricados.

En Guatemala la mayoría de empresas de construcción y profesionales de la arquitectura utilizan sistemas tradicionales (marcos rígidos de vigas principales, secundarias y losas fundidas en el lugar) y levantado de muros con block, generando con ello la utilización de formaleta, arrendamiento de puntales y equipo, mano de obra para procesos de armados, contratación de empresas que presten el servicio de concreto para las fundiciones, mayor supervisión de los trabajos etc. Además de ello el tiempo de construcción con el sistema tradicional es más lento en comparación con la utilización de los prefabricados de concreto.

Guatemala cuenta con empresas dedicadas a los prefabricados pretensados y preesforzados con experiencia de más 40 años, tiempo durante el cual se ha demostrado la eficacia de los productos en construcciones de gran renombre en el país.

El uso de la estructura metálica es también otro factor importante para que no se utilicen los prefabricados de concreto preesforzado, es importante hacer notar que se puede llegar a combinar una estructura metálica con los prefabricados de concreto preesforzado.

ÁRBOL DE PROBLEMAS



DELIMITACIÓN DEL TEMA

El tema será desarrollado en el ámbito de la construcción de losas y muros (para ello se realizará un ejemplo aplicado a un proyecto ficticio); la investigación detallará los conceptos generales de prefabricados, elementos preesforzados, losas, muros, los pasos a seguir para la instalación del Spancrete y la Doble T en losas y muros; ventajas y desventajas de cada sistema y la información de cargas y tecnicismos necesarios para el proyecto ***Prefabricados de concreto preesforzado: Spancrete y Doble T y su uso en losas y muros.***

Es importante mencionar que la información dentro de este documento podrá ser utilizada como guía para diseñar y proponer diseños con prefabricados tipo Spancrete y Doble T. La propuesta que se realice deberá ser validada estructuralmente por ingeniero especialista en el tema o directamente por los fabricantes de los productos.

1. GENERALIDADES DE LOS MUROS

1.01 DESCRIPCIÓN

Se define como muro a toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno. El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial, así como servir de cerramientos verticales y muros perimetrales.

1.02 TIPOS DE MUROS

Son elementos estructurales lineales, capaces de contener, cerrar o soportar cargas, recibiendo distintas denominaciones según su aplicación. Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Cimentación: Se encarga de transmitir los esfuerzos al terreno, evitando el vuelco del conjunto.
- Pantalla: es el parámetro vertical.
- Coronación: es el remate superior en la parte alta.
- Base: punto de contacto entre muro y el cimiento, con la misma o mayor dimensión que la coronación.
- Puntera: parte del cimiento libre de la tierra a contener.
- Talón: parte del cimiento bajo la tierra a contener.

Existen diversas clasificaciones de muros según su cometido, el material de construcción, su forma geométrica, la forma de trabajar, entre otras.

Por su uso y aplicación se clasifican en:

- Muros cerramiento.
- Muros de piedra.
- Muros de bloques de hormigón.
- Muros de encofrado perdido.
- Muros de contención. Es uno de los muros más comunes y su misión, tal como si nombre lo indica, es contener el empuje producido por la tierra que sobrepasa el ángulo de deslizamiento, o talud natural de la misma. Este se aplica en toda construcción que esté por debajo de la rasante, o para evitar deslizamientos de tierra a cielo abierto. Los muros de contención trabajan por dos sistemas:

- **Gravedad.** Se contrarresta el empuje exterior con el propio peso del material. Son de un gran espesor y volumen. El material empleado será mampostería y hormigón en masa; su aplicación es limitada, por el dimensionado y por la lentitud de ejecución.
- **Flexión.** Se trata de sustituir la resistencia por peso, por resistencia a la flexión. Se utiliza mayormente el hormigón armado, que trabaja como una losa en voladizo empotrados por su extremo inferior al cimiento. El efecto de contención de los muros se mejora con la colocación de contrafuertes interiores o exteriores, aunque con el problema de su difícil ejecución y la invasión del espacio útil al exterior.

2. GENERALIDADES DE LAS LOSAS

2.01 DESCRIPCIÓN

Las losas son elementos estructurales cuyas dimensiones en planta son relativamente grandes en comparación con su peralte. Las acciones principales sobre las losas son cargas normales a su plano, aunque en ocasiones actúan también fuerzas contenidas en el plano de la losa.

2.02 TIPOS DE LOSAS

Las losas las podemos dividir en dos grandes grupos: perimetralmente apoyadas y planas.

- Las losas apoyadas perimetralmente son aquellas que están apoyadas sobre vigas o muros en sus cuatro lados, y que por tanto trabajan en dos direcciones, a diferencia de las losas en una dirección que, estructuralmente sólo se apoyan en dos extremos.
- Las losas planas, son aquellas que se apoyan directamente sobre las columnas, sin existir ninguna viga entre columna y columna. Este sistema estructural fue ampliamente utilizado en el mundo, sobre todo después del esquema de la famosa Casa Domino de Le Corbusier. Pero, sus principales desventajas, es el enorme punzonamiento o cortante que se produce en el apoyo entre columna y losa (que se puede disminuir con el uso de capiteles), y la relativa independencia de las columnas, que al no formar un marco rígido se pandean y/o flexionan a diferentes ritmos cada una.

La diferencia entre losas que trabajan en una dirección y losas apoyadas perimetralmente, puede verse también en la forma que adquieren las losas cuando se deflexionan bajo la acción de cargas normales a su plano: las primeras se deforman en curvatura simple, mientras que las segundas lo hacen en curvatura doble.

Una característica estructural importante de los apoyos de estas losas es que su rigidez a flexión es mucho mayor que la rigidez a flexión de la propia losa. Las losas apoyadas perimetralmente forman parte, comúnmente de sistemas estructurales integrados por columnas, vigas y losas. El comportamiento de éstas no puede estudiarse rigurosamente en forma aislada sino que debe

analizarse todo el sistema, ya que las características de cada elemento influyen en el comportamiento de los otros.

Las losas de concreto pueden ser:

- Macizas.
- Aligeradas.
- Nervadas.
- Membrana o paraboloides de revolución.

El aligeramiento se logra incorporando bloques huecos o tubo de cartón, o bien, formando huecos con moldes recuperables de plástico u otros materiales. Las losas aligeradas reciben a veces el nombre de losas encasetonadas o reticulares.

En las losas planas se utilizan a veces ampliaciones en la zona de unión de la columna con la losa. Como el tamaño de las vigas de apoyo de losas perimetralmente apoyadas puede ser cualquiera, las losas planas pueden considerarse como un caso particular de las losas perimetralmente apoyadas en el que las vigas se han ido reduciendo de sección hasta desaparecer.

La losa es un elemento flexional de espesor uniforme que sostiene cargas distribuidas en su superficie. Las losas pueden estar armadas para soportar flexión en una o dos direcciones. Estas losas pueden ser nervadas o viguetas en una o dos direcciones.

Losa Unidireccional: una losa unidireccional de concreto armado es un elemento flexional que cubre el claro entre apoyos en una sola dirección y que está reforzado contra la flexión en un solo sentido. Si una losa está apoyada en vigas o muros por los cuatro lados, pero su claro largo equivale dos veces el claro corto, casi toda la carga es soportada en el sentido corto; por tanto la losa puede diseñarse como si fuera unidireccional.

3. GENERALIDADES DEL CONCRETO PREESFORZADO

3.01 DEFINICIÓN

Se le conoce con diversos nombres, tales como hormigón pretensado, concreto armado pre comprimido, concreto preesforzado, etcétera. Sin embargo, en el presente documento lo denominaremos: concreto preesforzado.

El concreto preesforzado, es aquel en el cual se han introducido esfuerzos internos de tal magnitud y distribución que los esfuerzos resultantes de las cargas externas dadas se equilibran hasta un grado deseado (ACI). Esto visto desde un punto de vista más práctico, consiste en aplicar a una estructura una carga que la deforme en sentido contrario al que tendrá cuando se ponga en uso, procurando contrarrestar el efecto de tensión en el concreto, producido por las cargas en servicio.

El término preesforzado, proviene del prefijo “pre” que significa antes de, y el termino esfuerzo, que relaciona la aplicación de una fuerza sobre una determinada área. Así, preesforzar al concreto, es el término que designa la aplicación de una fuerza sobre una determinada área de concreto, antes de su puesta en servicio.

Gracias a la combinación del concreto y el acero de preesfuerzo es posible producir, en un elemento estructural, esfuerzos y deformaciones que contrarresten total o parcialmente a los producidos por las cargas gravitacionales que actúan en el elemento, lográndose así diseños más eficientes.

3.02 HISTORIA

El concreto preesforzado surgió de la intensa búsqueda de una alternativa que permitiera superar las dificultades encontradas por la técnica del concreto reforzado.

La idea del preesfuerzo es muy antigua y puede encontrarse como un claro ejemplo de esta idea la ejecución manual de los toneles, donde al calar los arcos

se producen pre-compresiones circunferenciales en las duelas, uniéndolas estrechamente. La rueda de una bicicleta y el aire comprimido de los neumáticos, son muestras distintas de la aplicación del principio de preesforzado: someter a un material incapaz de soportar esfuerzos en determinado sentido, a esfuerzos iniciales de sentido contrario.

Esta idea es perfectamente aplicable al concreto, como un material incapaz de soportar esfuerzos de tensión. Bien conocido es el hecho que una de las suposiciones de la teoría del diseño con concreto reforzado, es la que inhibe la tensión aplicada al concreto, limitando a éste, a trabajar en las áreas diseñadas para esfuerzos de compresión.

A finales del siglo XIX surge la inquietud en diversos investigadores de utilizar al concreto como un elemento que soportará mayores cargas de diseño que las permitidas por el concreto reforzado, lo que llevó a una de las innovaciones más grandes en la historia de la Ingeniería Civil. A continuación se presenta una tabla con la descripción de los aportes en la historia del concreto preesforzado así como las figuras que revelan tales adelantos.

<u>AÑO/PAÍS</u>	<u>INVESTIGADOR</u>	<u>APORTE</u>
1886/USA	P.H. Jackson	Registra una patente donde propone el empleo de tirantes pretensados provistos de anclajes.
1888/ALEMANIA	C.E.W. Doehring	Aseguró independientemente una patente para concreto reforzado con metal que tenía esfuerzos de tensión aplicados antes de que se cargara la losa. La referencia es recordada por la prioridad de la idea, más no por el éxito práctico.
1907/ALEMANIA	Koenen	Originó su idea de la preocupación de que los esfuerzos de tensión en el concreto de las trabes pudieran con el tiempo resultar dañinos a su buena conservación. Creó un aparato con el cual aplicaba una tensión previa a la armadura, a la par de una carga de trabajo que era entonces inferior a 1,000 kp/cm ² que se reducía además con el tiempo hasta casi anularse.
1908/USA	C.H. Steiner	Sugirió la posibilidad de reajustar las varillas de refuerzo después de que tuviera lugar alguna contracción y escurrimiento en el concreto, a fin de recuperar algo de la pérdida.
1919	K. Wettstein	Con el objeto de alcanzar una resistencia del concreto lo más alta posible, utilizó inicialmente como armadura alambres de cuerda de piano, con una resistencia de 14,000 a 20,000 kp/cm ² , los cuales posteriormente tensó, hasta un punto próximo a su límite elástico colocándolos próximos a la superficie. Construyó así sus tabloncillos elásticos de concreto, que tenían la capacidad de deformarse hasta un cuarto de circunferencia, y regresar a su estado inicial al ser descargados.
1925	R.E. Dill	Ensayó barras de acero de gran resistencia, pintadas para impedir su adherencia con el concreto. Después de que el concreto había fraguado, las varillas de acero se tensaron y anclaron en tuercas al concreto.
1928/FRANCIA	Eugene Freyssinet	Estudió el comportamiento del concreto preesforzado teórica y experimentalmente, con la ayuda de valientes colaboradores poniendo en relieve las características más salientes de la precompresión. Industrializó su proceso para usos prácticos y patentizó la idea en 1,928. Su éxito se debe

		a que en su época ya existían concretos de mejor calidad y aceros de alta resistencia, en los cuales pudo producir elevados esfuerzos previos próximos a la ruptura, con el que se redujo la deformación lenta hasta un pequeño porcentaje.
ALEMANIA	E. Hoyer	Fabricó en gran escala elementos de concreto pretensado con alambres de acero de pequeño diámetro y con anclajes automáticos por adherencia. Este sistema es aún utilizado en la fabricación industrializada de viguetas.
1935/USA	Preload Company	Esta empresa desarrolló un sistema de preesfuerzo circular, con máquinas especiales para enrollar alambre, con las que construyó tanques de concreto preesforzado.
1938/ITALIA	Colonetti	Publicó la técnica de los estados de coacción artificial.
1939/FRANCIA	Eugene Freyssinet	Creó un sistema de anclaje seguro, a base de cuñas cónicas y gatos de doble acción que tensan los alambres y empujan los conos machos dentro de los conos hembras.
1940/BELGICA	G. Magnel	Autor de un sistema de anclaje especial mediante el cual dos alambres se tensan simultáneamente y se anclan con una simple cuña de metal en cada extremo.
1943/FRANCIA	Eugene Freyssinet	Patenta y comercializa su sistema de preesfuerzo con anclajes de concreto.
En Guatemala y el mundo, a partir de la década de los cincuenta se inicia la expansión y acreditación del sistema de concreto preesforzado.		
1958/GUATEMALA	Ing. Mauricio Castillo	Construcción del puente El Trébol, utilizando por primera vez el concreto preesforzado en Guatemala.
1960/GUATEMALA		Inicia el comercio de elementos prefabricados pretensados en este país, principalmente en la construcción de losas.
1965/GUATEMALA	Ing. Enrique Godoy	Construcción del puente Mayuelas.
1973/GUATEMALA	Freyssinet	Construcción del puente El Incienso.
1991/GUATEMALA	Copreca	Construcción del Paso a Dnivel Vista Hermosa.
1994/GUATEMALA	Copreca	Construcción del Paso a Dnivel Obelisco.
1995/GUATEMALA	Copreca	Construcción del Paso a Dnivel Las Charcas.
1999/GUATEMALA	Intecsa	Construcción del puente El Naranjo.

3.03 ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREESFORZADO PRETENSADO

Estas estructuras tienen una armadura que se sujeta a tensión antes de hacer el colado; la tensión se obtiene mediante aparatos puestos en los extremos, fijos en el terreno o bien en los mismos moldes. La transmisión de los esfuerzos al concreto, cuando éste ya ha endurecido, se hace por la simple adherencia en sus extremos fenómeno conocido como auto anclaje.

Este tipo de estructuras es el utilizado en la prefabricación industrializada de viguetas, debido a ventajas como rapidez de ejecución, variedad de diseños, variedad de aplicaciones, administración simplificada de pérdidas en materiales y fácil manejo de elementos terminados.

3.04

ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREESFORZADO POSTENSADO

Estas estructuras tienen una armadura que se somete a tensión después de que el concreto ha fraguado. El acero debe ser colocado dentro del elemento antes de ser fundido, y debe protegerse de la adherencia mediante una envoltura que permita un deslizamiento al aplicar la fuerza de preesfuerzo.

El preesfuerzo se aplica mediante aparatos portátiles después que el concreto ha alcanzado la resistencia especificada para el diseño. Para conservar el preesfuerzo, el acero debe ser anclado mediante un sistema mecánico que minimice la pérdida de preesfuerzo aplicado. Por último, los anclajes y el acero deben ser rellenados con una solución inyectada, que permita o no la adherencia entre el concreto y el acero; esto dependerá del tipo de diseño con el que se trabaje. Estas estructuras son en su mayoría usadas en la construcción de elementos de grandes luces, donde el mejor ejemplo lo representan los puentes.

3.05

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

23

El concreto preesforzado, posee mayor durabilidad, a consecuencia de la estricta limitación de la aparición y abertura de las fisuras del concreto, factor que redundará en una mejor protección del acero contra la corrosión.

El concreto preesforzado está especialmente capacitado para recuperar su forma inicial cuando cesa la carga que lo deforma.

Incluso las fisuras que se producen bajo la actuación de cargas excepcionales pueden llegar a cerrarse, cuando éstas desaparecen.

La resistencia a fatiga del concreto pretensado es muy superior a la que presentan otros materiales constructivos, superando incluso la de las estructuras metálicas en construcción. Esto se debe a que los ciclos de tensión transmitidos a la armadura son muy pequeños, permitiendo a estas estructuras soportar cargas cíclicas y dinámicas como las de los puentes de ferrocarril, por ejemplo.

La deformación en elementos de concreto preesforzado es del orden de una cuarta parte de las producidas con concreto reforzado, para estructuras de igual sección bajo la acción de idéntica carga. Estas deformaciones tan pequeñas permiten al proyectista diseñar estructuras de gran esbeltez que dan como resultado pequeñas amplitudes de vibración.

En diversas pruebas de laboratorio, se ha llegado a la conclusión de que el concreto preesforzado no produce derrumbamientos inmediatos en el caso de

incendio, produciéndose grandes deformaciones antes de desplomarse. Así mismo, si el salto térmico puede atenuarse, y si la superficie del concreto se enfría lentamente, los elementos de concreto preesforzado tienden a comportarse de manera semejante a los de concreto reforzado.

De forma mecánica, las estructuras de concreto preesforzado eliminan los esfuerzos de tensión en el concreto, debidos a las cargas externas, reduciendo los esfuerzos máximos de compresión y los esfuerzos principales de tensión debidos al esfuerzo cortante.

Esta reducción de esfuerzo permite el diseño de peraltes más pequeños que los obtenidos con concreto reforzado, permitiendo una reducción en la carga muerta y una mejor vista arquitectónica de los elementos.

El correcto empleo del concreto preesforzado se ahorra del 15 al 30% de concreto, con relación al concreto reforzado, gracias a la cooperación total de la sección. El ahorro en el acero es aún mayor: del 60 al 80%, debido al elevado límite elástico de los aceros de preesfuerzo.

Algunas ventajas del concreto preesforzado son las siguientes:

- Mejor comportamiento ante cargas de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión.
- Permite el uso óptimo de materiales de alta resistencia.
- Se obtienen elementos más eficientes y esbeltos, con menos empleo de material; en vigas, por ejemplo, se utilizan peraltes del orden de $L/20$ a $L/23$, donde L es el claro de la viga, a diferencia de $L/10$ en concreto reforzado.
- La producción en serie en plantas permite mayor control de calidad y abatimiento de costos.
- Mayor rapidez de construcción al atacarse al mismo tiempo varios frentes o construirse simultáneamente distintas partes de la estructura; esto en general conlleva importantes ventajas económicas en un análisis financiero completo.

Desventajas que en ocasiones pueden surgir en ciertas obras:

- La falta de coordinación en el transporte de los elementos prefabricados puede encarecer el montaje.
- En general, la inversión inicial es mayor por la disminución en los tiempos de construcción.

- Se requiere también de un diseño relativamente especializado de conexiones, uniones y apoyos.
- Se debe planear y ejecutar cuidadosamente el proceso constructivo, sobre todo en las etapas de montaje y fundiciones.

3.06 FALLAS DEL CONCRETO PREESFORZADO

En las edificaciones de concreto preesforzado se pueden observar fisuras que aparecen a lo largo de muchos años o en las primeras horas de vida de la estructura. Las causas de estas fisuras, pueden ser muchas y las fallas estructurales por fisuras, solo representan una parte del universo de causas que provocan comportamientos no esperados en ellas.

La principal causa de las fallas es la negligencia. De ella derivan problemas que afectan desde la etapa del diseño estructural, hasta la puesta en servicio de una estructura. Y las consecuencias pueden representar pérdidas que van desde lo económico hasta lo vital. La principal preocupación de todo profesional de la construcción debe ser la seguridad del usuario. El problema aparece cuando se antepone a esta premisa la condicionante económica, que es regularmente la causa de acciones negligentes.

Las investigaciones más profundas realizadas sobre las causas, efectos y tratamientos de las fallas en estructuras están resumidas en la ciencia de la ingeniería civil denominada patología de las estructuras y éstas han demostrado que el agrietamiento en el concreto no se puede evitar totalmente, sin embargo sí es posible reducirlo al mínimo. Sobre esta base, se puede hacer una clasificación de las causas que provocan fallas en las estructuras de forma sencilla y clara:

3.06.1 IGNORANCIA

- Incompetencia de los hombres encargados del diseño, construcción e inspección.
- Supervisión y mantenimiento por parte de personas sin la experiencia necesaria.
- Adquirir las responsabilidades vitales sin la experiencia y conocimiento necesario.
- Competencia sin supervisión.
- Falta de experiencia.
- Falta de suficiente información preliminar.

3.06.2 ECONOMÍA

- En el costo primario.
- En el mantenimiento.

3.06.3 DESCUIDOS / ERRORES / EQUIVOCACIONES:

- Una persona cuidadosa y competente que demuestra negligencia en cierta parte del trabajo.
- Un contratista o un superintendente toma el riesgo, sabiendo que lo está tomando.
- Falta de propia coordinación en producción de planes.

3.06.4 CASOS NO FRECUENTES O ACCIDENTALES:

- Sismos, tormentas, incendios, etcétera.

Dos son los parámetros importantes que influyen en el proyecto y tecnología del concreto: Uno es la relación árido/cemento y el otro es la relación agua/cemento. De ellos depende en gran parte no sólo las resistencias mecánicas, sino también, la durabilidad y la estabilidad del concreto a lo largo del tiempo. La patología de una estructura puede presentarse de diversas formas, las más importantes son:

- Aparición de rugosidades superficiales.
- Formación de una película superficial, adherente o no, constituida por reacción química entre agentes agresivos y el concreto endurecido.
- Cambios de coloración.
- Degradaciones superficiales.
- Aparición de fisuras.
- Deformaciones excesivas.

Entre los daños más frecuentes en elementos estructurales se encuentran las fisuras y grietas, los descantillados, las oquedades o coqueras, desagregaciones, disgregaciones, segregaciones, etcétera. Cuando el concreto está en proceso de curado una de las causas más comunes de agrietamiento es la retracción y las grietas se producen pues el concreto no ha alcanzado su máxima resistencia, por lo que no puede resistir los cambios dimensionales que supone la retracción.

El concreto preesforzado posee la cualidad de ser un concreto de alta resistencia, considerándose un mínimo de 28MPa según la ACI. Esto es una ventaja en relación al concreto de baja resistencia, pues los concretos de alta resistencia presentan cualidades mecánicas y químicas que evitan la aparición de fisuras.

La principal causa de las fallas por fisura en el concreto preesforzado, al eliminar todas aquellas derivadas de la supervisión y asistencia del hombre, son las fallas estructurales. Éstas se pueden clasificar en relación al esfuerzo que produce la carga aplicada y son:

3.06.5 FALLAS EN EL TRANSPORTE:

Una de las ventajas del concreto preesforzado, sobre el reforzado, es que éste puede ser prefabricado en un área donde las condiciones favorezcan la producción. Pero se convierte en una desventaja al hablar del transporte de las estructuras prefabricadas preesforzadas. Las fallas por transporte se pueden clasificar en dos tipos.

FALLAS DURANTE EL TRASLADO

El transporte requiere de conocimientos técnicos en relación con el manejo de los elementos estructurales preesforzados, pues como se sabe, estas estructuras están diseñadas para funcionar en una dirección establecida y mucho tiene que ver en ellas la inercia, que determina la única posición de su sección de estudio.

Las fallas más frecuentes durante el transporte ocurren con elementos preesforzados relativamente pequeños, como viguetas prefabricadas las cuales son fácilmente manejables con la fuerza del hombre. Pero también ocurren estos errores durante el traslado de vigas de gran peralte montadas en plataformas tiradas por cabezales o remolques.

Se han observado fallas de estrategia al no considerar los riesgos de transportar un elemento tan grande en espacios reducidos como carreteras con curvas cerradas, demasiada pendiente o un paso a través de un pueblo.

FALLAS DURANTE LA ERECCIÓN Y COLOCACIÓN EN SU POSICIÓN FINAL

Las estructuras prefabricadas deben ser erigidas a su posición final desde una altura o hasta una altura H. Durante el transporte pueden ocurrir fallas accidentales y fallas técnicas. Por ejemplo, una viga que ha sido diseñada para autoportarse en sus extremos, debe ser erigida desde sus extremos, pues de lo contrario sufriría fácilmente daños permanentes y hasta su destrucción total.

3.06.6 FALLAS EN LOS MÉTODOS CONSTRUCTIVOS:

Los métodos constructivos pueden ser tan variados como la imaginación de cada profesional encargado de una obra.

3.07 DE LOS MATERIALES

El concreto preesforzado es un derivado del concreto reforzado, al cual debe su existencia. Bajo este concepto se puede decir que los materiales que forman una estructura de uno u otro, son similares a simple vista. Pero las variaciones en los materiales usados para concreto reforzado son las que permitieron el éxito del concreto preesforzado.

Los materiales que esencialmente componen una estructura de concreto preesforzado, son el concreto de alta resistencia y el acero de alta resistencia.

Se puede mencionar así mismo, otros materiales involucrados en la aplicación del preesfuerzo, como las lechadas y los conductos longitudinales. Por último, una parte importante del preesfuerzo, la constituyen los anclajes, que se pueden tratar como un material independiente, aunque en su mayoría estén hechos de acero de alta resistencia y que dependen en gran medida de especificaciones del fabricante.

Todos estos materiales deben cumplir con estrictas normas de calidad, por lo que es imprescindible depender de unas pocas empresas a nivel mundial dedicadas a la fabricación bajo patente de dichos productos.

3.08 SITUACIÓN ACTUAL DEL CONCRETO PREESFORZADO EN GUATEMALA

En Guatemala existe desde hace más de 40 años la tecnología del preesfuerzo y fue aplicada por primera vez en la construcción de un distribuidor vial que aún se encuentra en servicio: El Trébol, que fue construido por el ingeniero Mauricio Castillo en el año de 1958. Desde entonces, la red vial de Guatemala, tanto metropolitana como rural, ha visto el crecimiento constante de esta tecnología aplicada principalmente a estructuras de puentes y pasos a desnivel.

En la actualidad el preesfuerzo no solo se usa para construir puentes. Esta tecnología se ha extendido a la construcción de edificios, tal es el caso de las torres del Banco Industrial ubicadas en la zona 4 y el centro comercial Plaza del Sol ubicado en la zona 9, ambos en la ciudad de Guatemala. También existen viviendas, pasarelas, parqueos, bodegas, mercados, muelles, etcétera, que son estructuras tan diferentes como las aplicaciones del preesfuerzo en la construcción.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREESFORZADO EN LA METRÓPOLI

Las estructuras de concreto preesforzado que existen en la ciudad de Guatemala son tan variadas como las aplicaciones de la tecnología del preesfuerzo. A continuación, algunas fotografías de estructuras que forman parte del entorno cotidiano de la ciudad de Guatemala, y quienes viven en ella diariamente testifican y aprovechan la importancia de su existencia. Estas fotografías, algunas en fase de ejecución y otras en servicio, son la muestra del crecimiento de esta tecnología en nuestro país.

*Torres del
Banco
Industrial.*
Estructuras
hiperestáticas
postensadas

Fuente:
INTECSA



*Edificio Nestlé
Roosevelt.*
Losa de
entrepiso con
Doble T, luz de
17.00 m.

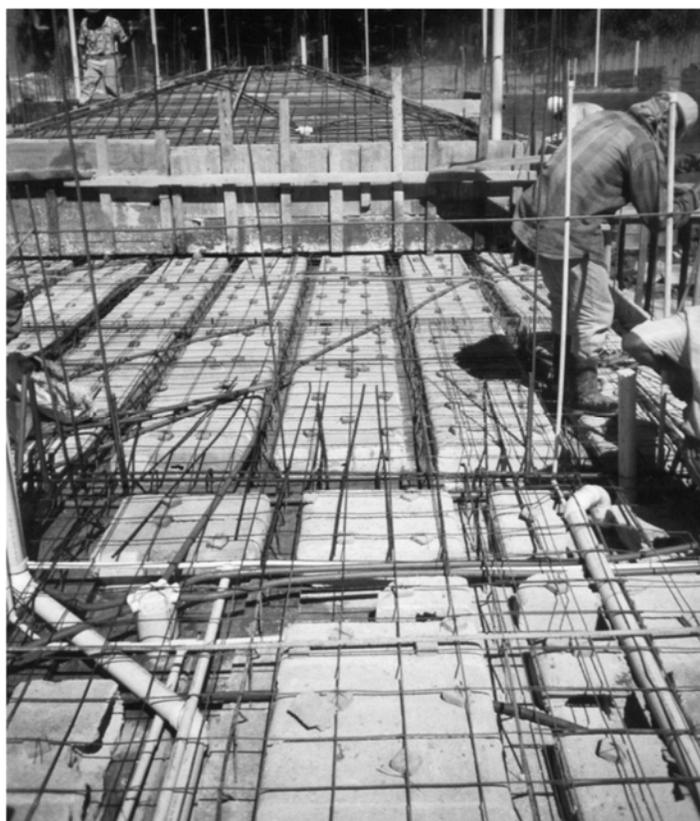
Fuente:
COPRECA





Bodega Distun.
Muros de
cerramiento
pretensados

Fuente:
COPRECA



*Vivienda
unifamiliar.*
Losa con estructura
de vigueta
pretensada.

Fuente: PRETECSA

4 GENERALIDADES DEL PREFABRICADO EN CONCRETO

4.01 DEFINICIÓN

Cuando se habla de prefabricación suele entenderse, por regla general, un sistema constructivo basado en la fabricación de elementos estructurales en una posición distinta de la que tendrán en la estructura terminada. Este concepto amplio de prefabricación incluye, por ejemplo, las siguientes modalidades:

Estructuras construidas totalmente con elementos prefabricados en plantas especiales de prefabricación o plantas montadas en el lugar de la obra.

Estructuras mixtas en las que se combinan elementos prefabricados con elementos fundidos en el lugar; el conocido sistema de losas planas fundidos en el piso y levantadas después a su lugar definitivo.

Puentes construidos con elementos prefabricados que son montados posteriormente sobre los estribos o apoyos, etc.

En cualquier caso los elementos prefabricados, pueden ser de concreto reforzado ordinario o de concreto preesforzado, según las características técnicas y económicas del elemento en cuestión.

4.02 HISTORIA

La historia del concreto se remonta al Imperio Romano. El cemento compuesto de cal apagada puzolana (ceniza volcánica que contiene sílice) se mezcló con el azulejo grava y ladrillo para formar un cemento. Este material se coloca entre o sobre las formas para crear cúpulas, bóvedas y paredes. La mayor parte del hormigón se utilizó para crear esculturas, fuentes y piedra artificial decorativa. Mármol o piedra de corte fue el material preferido para paredes enfrentadas y para superficies, sin embargo, en algunas áreas se utilizó hormigón.

La debilidad de la mampostería y hormigón en tensión se reconoció a una edad temprana. En Egipto desde el año 2000 A.C. el metal se utiliza para ayudar a unir la piedra. Debido a los problemas involucrados en la producción del metal, no se utiliza en gran medida. Durante el período romano, cadenas de hierro fueron utilizadas con el hormigón para resistir el empuje de las cúpulas y en algunas estructuras de tipo arquitectónicas.

Entre la caída del Imperio Romano y el 1700 la producción de hormigón no estaba muy extendida. Esto era debido a la falta de disponibilidad de puzolana. En Inglaterra, en 1756, John Smeaton redescubrió el arte de hacer cemento hidráulico mediante el uso de roca de cemento natural. En el siglo XIX Escrutinio descubrió el cemento natural en el condado de Madison, Nueva York y el cual utilizó en la construcción del canal de Erie. El cemento Portland fue inventado en 1824 en Inglaterra y fue producido por primera vez en los Estados Unidos en 1871. En 1850 Joseph Monier de Francia desarrolló el arte de combinar metal con hormigón. Él utilizó este nuevo material para tinas, tanques y esculturas. Es en esto cuando probablemente el prefabricado de hormigón armado fue utilizado por primera vez.

La fecha del primer desarrollo del concepto de hormigón pretensado es desconocida. En 1886 P.H. Jackson, un ingeniero estructural de San Francisco obtuvo una patente sobre un sistema de apretar las barras de acero a través de bloques de hormigón prefabricados para formar placas. En 1888 C.E.W. Doehring de Alemania consiguió una patente para hormigón armado, con la tensión de metal tensado antes de la carga. Ninguno de estos métodos fue un éxito debido a la pérdida de la fluencia lenta del hormigón pretensado, aunque ya la contracción y la relajación de los aceros de baja resistencia eran utilizados.

En los Estados Unidos el desarrollo de la tecnología de prefabricado será más lenta, pero a partir de 1950 se desarrollaron más rápidamente a medida que las capacidades físicas fueron probadas en Europa. El aumento del costo del acero, la escasez de materiales durante el conflicto de Corea y el desarrollo de métodos de producción en masa para reducir al mínimo los costos laborales han sido todos factores que conducen a la expansión del uso de la planta de pretensado de fundición y hormigón prefabricado.

A través de los Estados Unidos entre 1902 y 1940 hubo mucha experimentación con elementos prefabricados de hormigón. La mayoría de estos experimentos fueron en fachadas de edificios y consistió en paneles de pared producidos en el lugar de trabajo o en una planta y se envían al lugar de trabajo. Para luego ser montados en el lugar de trabajo.

4.03 MATERIALES

Para iniciar cualquier proceso de producción se requiere de materia prima para la elaboración del producto. Los prefabricados son de concreto preesforzado con tendones de acero, o de concreto prefabricados reforzados con tendones de acero estándar. El concreto empleado en dichos elementos es normalmente de resistencia más alta (4,000 psi y 5,000 psi) que el de las estructuras fundidas en obra (3,000 psi):

3,000 psi	210 Kg/m ²
4,000 psi	280 Kg/m ²
5,000 psi	310 Kg/m ² *

* Usado en prefabricados de concreto preesforzado.

Algunas consideraciones en cuanto al manejo de los materiales en una planta de fabricación se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Los agregados deben de manejarse y almacenarse de tal forma que aseguren la uniformidad en su granulometría y humedad.
- Si los agregados se almacenan en montones, éstos deberán ser casi horizontales o con muy pequeña pendiente.
- Se deben evitar montones de forma cónica o descargar los agregados de manera que éstos rueden por los lados de pendientes muy grandes pues esto provoca segregación.
- Para evitar que se mezclen los diferentes tipos de agregados es recomendable separarlos por paredes o a una distancia razonablemente amplia entre ellos.
- El agregado fino deberá manejarse húmedo, para minimizar que los finos se separen por acción del viento.
- Cuando se usa cemento a granel deberá almacenarse en silos sellados contra el agua, humedad y contaminantes externos. Los silos deberán de vaciarse completamente por lo menos una vez al mes para evitar que el cemento se compacte. Cada tipo, marca y color de cemento deberá de almacenarse separadamente.
- El cemento en bolsa deberá almacenarse en pilas sobre paletas de madera que eviten el contacto con la humedad y permitan la circulación del aire. Si las bolsas se almacenan por mucho tiempo deberán taparse con una cubierta impermeable. Se guardarán de tal forma que las primeras bolsas almacenadas sean las primeras en ser utilizadas.

- Para los aditivos y pigmentos cada fabricante especifica la forma de almacenarlos. Seguir las indicaciones del fabricante asegurará el buen funcionamiento y durabilidad del producto.
- El acero de preesfuerzo deberá almacenarse en lugares cubiertos o protegerlos con cubiertas impermeables para evitar la corrosión.

Área de Materia Prima.
Piedrín, arena y silo de cemento.

Fuente: COPRECA



4.04 EQUIPOS E INSTALACIONES

El equipo y maquinaria necesarios para la elaboración de elementos prefabricados preesforzados son:

- Zonas de retoque, resane y de almacenaje.
- Silos de almacenamiento.
- Mesas de colado, muertos y anclajes.
- Moldes.
- Dosificadora y mezcladora de concreto (en caso de fabricar el concreto en planta).
- Equipo para depositar el concreto en el molde y camión tipo mixto.
- Vibradores de concreto.
- Gatos hidráulicos y bomba para el tensado de los cables.
- Máquinas soldadoras para elaboración de accesorios.
- Talleres y equipo para cortar y doblar varillas, placas y accesorios metálicos.
- Equipos para cortar los cables (cortadora).
- Grúas sobre camión o grúas pórtico para desmolde y transporte interno de elementos.
- Equipo de transporte (Tráileres con plataformas).
- Calderas y mangueras para suministrar vapor en el proceso de curado acelerado de los elementos y lonas para cubrirlos.

- Equipo para llevar a cabo el control de calidad del concreto y del producto terminado.

4.05 MOLDES

Una planta de prefabricación deberá contar con las instalaciones propias para la elaboración de elementos de concreto de alta calidad. Para ello se requieren moldes que permitan al personal encargado de la producción, fabricar elementos que cumplan con las especificaciones de calidad y dimensiones del proyecto.

La apariencia en la superficie de cualquier elemento prefabricado está directamente relacionada con el material y la calidad de los moldes. Éstos se pueden hacer de materiales como madera, concreto, acero, plástico, fibra de vidrio con resinas de poliéster, yeso o una combinación de estos materiales. Para la fabricación de elementos estructurales, los moldes son generalmente de acero, concreto o madera, siendo los otros materiales más usuales en la prefabricación de elementos arquitectónicos de fachada.

Los moldes deberán de construirse suficientemente rígidos para poder soportar su propio peso y la presión del concreto fresco, sin deformarse más allá de las tolerancias convencionales.

Los moldes de madera deberán ser sellados con materiales que prevengan la absorción. Los de concreto deberán tratarse con una membrana de poliuretano que tape el poro de la superficie para evitar la adherencia con el concreto fresco y permitir el desmolde de la pieza sin daños. Los de plástico no se deberán de usar cuando se anticipen temperaturas superiores a los 60 grados centígrados. Algunos plásticos son susceptibles a agentes desmoldantes por lo que deberá analizarse la factibilidad de su uso.

Cuando se usen moldes de acero se asegurará que no exista corrosión, bordes de soldadura o desajustes en las juntas.



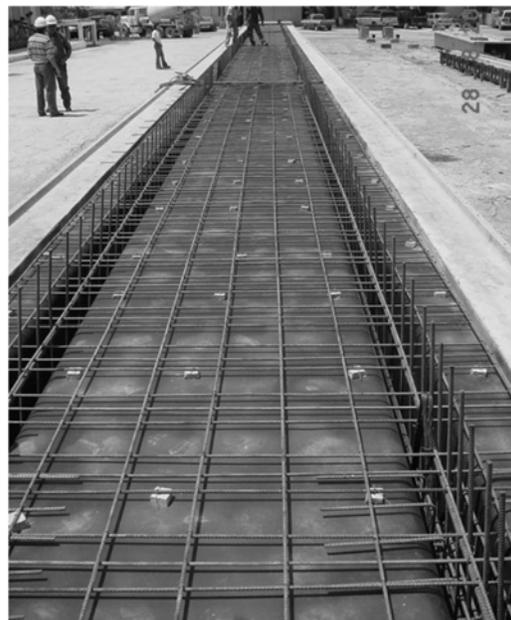
Molde para prefabricado Doble T

Fuente: ENIPPAC - Manual de
diseño de estructuras
prefabricadas y preesforzadas.

4.06 BANCO DE FUNDICION

Las mesas de colado en una planta de prefabricados son líneas de producción de gran longitud. La longitud de las mesas varía de acuerdo a las limitaciones de las plantas entre 60.00 y 150.00m. Dependiendo del tipo de elemento. El preesforzado simultáneo de varios elementos a la vez en una misma mesa de colado tiene como resultado una gran economía de mano de obra, además de eliminar el costoso herraje del anclaje en los extremos, propios del postensado.

36



*Banco de fundición para prefabricado
Doble T*

Fuente: COPRECA

4.07 CURADO

Una de las principales ventajas de la prefabricación es la rapidez con la que se ejecutan las obras. Esto se debe en gran medida a la velocidad con la que se hacen los ciclos de colado de los elementos prefabricados. Para ello se requiere que el método de curado del concreto acelere las reacciones químicas que produce un concreto resistente y durable. El método de curado más utilizado en elementos prefabricados y especialmente en los pretensados es el curado a vapor. Con la aplicación de este método es posible la producción de elementos preesforzados en forma económica y rápida al permitir la utilización diaria de los moldes.

4.08 ALMACENAJE Y ESTIBAS

Un elemento deberá almacenarse soportado únicamente en dos apoyos localizados en o cerca de los puntos usados para izaje y manejo de la pieza.

37

*Prefabricados
almacenados en planta de
producción*

Fuente: COPRECA



*Almacenaje de Vigas Doble
T en planta de producción*

Fuente: COPRECA



4.09 VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR LA CALIDAD FINAL DE UN PREFABRICADO EN CONCRETO:

4.09.1 DE LOS AGREGADOS

- Procedencia
- Tamaño
- Densidad
- Propiedades químicas
- Propiedades físicas (granulometría, gradación, forma de las partículas, textura, porosidad, absorción)
- Propiedades mecánicas (dureza, resistencia, tenacidad, adherencia)
- Limpieza
- Almacenamiento

4.09.2 DEL AGUA

- Control químico (acidez, alcalinidad, dureza, cloro, pH, sedimentos, sólidos disueltos, turbidez, partículas en suspensión)

4.09.3 DEL CEMENTO

- Calidad
- Tipo

38

4.09.4 DE LA DOSIFICACIÓN

- Por peso o por volumen (según condiciones técnicas)
- Cantidad de agregado fino
- Cantidad de agregado grueso
- Cantidad de cemento
- Humedad natural y agua libre en los agregados (secos o húmedos)
- Cantidad agua de absorción de los agregados (% de absorción)
- Cantidad agua de hidratación del cemento (% de hidratación)
- Cantidad agua de mezclado (= % de absorción + % de hidratación)
- Relación Agua/Cemento (mezcla muy seca)
- Asentamiento

4.09.5 DEL PROCESO DE MEZCLADO

- Orden de ingreso de la materia prima a la mezcladora
- Tiempos de mezclado

4.09.6 DE LOS MOLDES

- Superficie plana
- Cuidados y mantenimiento

4.09.7 DE LA ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES

- Llenado del molde
- Tiempos de vibración
- Densidad (grado de compactación)
- Absorción de la pieza
- Masa de la pieza
- Retiro de los moldes con las piezas (manual o maquinaria)

4.09.8 DEL FRAGUADO

- Transporte a la zona de fraguado
- Curado en la zona de fraguado

4.09.9 DEL CURADO

- Curado de piezas

4.09.10 DEL ALMACENAMIENTO

- Manipulación

4.09.11 OTRAS VARIABLES

- Forma y volumen del molde (ángulos, agujeros, paredes y tabiques)
- Aditivos
- Colorantes
- Instalaciones físicas
- Condiciones ambientales.

4.10 TRANSPORTE Y MONTAJE

4.10.1 ASPECTOS GENERALES

Al seleccionar el proceso constructivo a utilizar en un proyecto, es necesaria la correcta evaluación del transporte. En gran medida, del resultado de esta evaluación se decide si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra.

La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia por recorrer y a la complejidad del flete. En condiciones normales, es aceptable que una obra que esté a menos de 350 km tenga un costo por transporte del 10 al 20 por ciento del costo total de los prefabricados.

Existen dos tipos de fletes: los que por sus características de peso y dimensiones se ejecutan con equipos de transporte ordinario y los que exceden el peso y dimensiones permitidos en las normas y reglamentos locales o federales.

Los primeros se realizan con camiones tractocamiones y plataformas, y los segundos con equipos de transporte especializado. Por los riesgos que implican el exceso de peso y dimensiones, estas maniobras las deben realizar empresas que cuentan con registro especial para estos trabajos.

4.10.2 TRANSPORTE

Al realizar el transporte de un prefabricado debe de tomarse en cuenta la capacidad de carga del transporte, así como la ruta adecuada en la cual se evite el daño de la pieza. Para ello debe de contarse con permisos especiales por parte de la institución que vela por el tráfico en la localidad.



Cargas en tráileres de los prefabricados

Fuente: COPRECA



*Cargas en tráileres de
los prefabricados*

Fuente: COPRECA



4.10.3 MONTAJE

En las obras prefabricadas, el montaje representa entre 10 y 30 por ciento del costo total de la obra. En términos generales, mientras mayor sea el volumen de la obra, menor será el costo relativo del montaje.

Sin embargo, hay que considerar que los equipos de montaje por ser especializados y generalmente de gran capacidad, tienen costos horarios elevados, por lo que resulta indispensable una buena planeación de todas las actividades.

Para la elección adecuada del equipo hay que considerar, entre otras cosas, que la capacidad nominal con la que se le denomina comercialmente a una grúa es la carga máxima que soportará pero con el mínimo radio y a la menor altura. Es obvio que la capacidad nominal de una grúa siempre tendrá que ser mayor que la carga más grande a mover.

Esta capacidad disminuirá proporcionalmente a la distancia a lanzar el elemento a partir del centro de giro de la grúa, y a la altura a levantarlo.

Los rangos de capacidad se basan en condiciones ideales:

- Nivel de piso firme.
- Viento en calma.
- No llevar la carga lateralmente ni balanceándose.
- Buena visibilidad.
- La maquinaria debe estar en buenas condiciones, que no tenga miembros estructurales dañados ni fatigados y debe estar equipada como "recién salida de la fábrica".

En términos simples podemos calcular la capacidad requerida, C , de una grúa con la siguiente función: $C = 0.37 W d$

Donde C es la capacidad requerida, W el peso del elemento (T) y d es la distancia desde el punto de rotación de la pluma hasta el centro del claro de la pieza a montar (m).

También es importante considerar que las grúas de mediana y gran capacidad (mayores de 45 toneladas) tienen en sí mismas exceso de peso y dimensiones, por lo que su traslado y acceso a las obras en ocasiones resulta imposible o incosteable.

SEGURIDAD

La seguridad en el montaje empieza con la correcta planeación del proyecto. El responsable delegará las funciones del trabajo e instruirá al resto de la brigada acerca de cualquier riesgo.

Planos de Montaje: Repasar los planos de montaje y los planes de seguridad. Este repaso debe considerar la configuración global de la estructura, pensando en asegurar el elemento para que quede estable durante la fase de la construcción sin liberar los estrobos hasta haber colocado en posición definitiva a la pieza asegurando su estabilidad y revisando la sucesión de la construcción para no obstaculizar fases futuras ni concurrentes de otras brigadas.

Accesos: Revisar los accesos para grúa y tractocamión verificando que se puedan desplazar seguramente sin ser limitados por excavaciones, líneas de corriente aéreas o subterráneas, tuberías, tanques o túneles. Determinar las áreas de trabajo de la grúa y verificar que la capacidad del suelo es adecuada. En caso de taludes, determinar la distancia a la que la grúa deba colocarse. Algunos problemas se podrán solucionar reduciendo el tamaño de la grúa, utilizando camas de madera y apuntalando para distribuir las cargas de los estabilizadores. Verificar que el acceso o tránsito de las vías públicas se puedan realizar con seguridad, en caso necesario solicitar los permisos de obstrucción a la dependencia correspondiente.



*Montaje de
Viga Doble T*

Grúa de 70Tons.
Fuente: COPRECA



*Spancrete montado
para losa*

Fuente: Folleto
Spancrete
Manufacturers
Association

4.11 VENTAJAS

- Su aplicación aumenta la productividad y reduce los tiempos de ejecución de una obra.
- Mejores materiales a emplear.
- Mayor control de calidad.
- Curado con vapor.
- Se aprovechan tiempos muertos de obra en producir los elementos. Por ejemplo, durante la excavación o preparación de la misma, se producen las zapatas, columnas, trabes, etc.
- Reducción de personal de obra (armadores, albañiles, carpinteros).
- Menor tiempo de ejecución. La recuperación de la inversión empieza más rápido (por ejemplo, una tienda comercial hace ventas desde el momento de la apertura).
- Se elimina el 95% de encofrado.
- Mejores acabados de la obra (pueden quedar integrados).
- Uso repetitivo de moldes metálicos de buena calidad (a la larga es económico).

- Al usar elementos pretensados la relación claro/peralte puede ser entre 25 y 40 veces dependiendo de los elementos (por ejemplo, trabes, losas).
- Eliminación de formaletas: no es necesario el uso excesivo de madera, moldes o planchas metálicas y a diferencia de la losa tradicional en la que no se puede trabajar bajo la losa libremente durante los 20-28 días siguientes, este tiene un tiempo de fraguado de 3 días aproximadamente.
- Reducción de mano de obra.
- Soporte de cargas altas.
- Adaptabilidad a cualquier diseño arquitectónico.
- Losas de mayor durabilidad, pues se reduce la corrosión.

4.12 DESVENTAJAS

- Mayor detalle en planos de construcción y montaje.
- Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria transporte).
- La inversión se hace en menos tiempo.
- Se requiere maquinaria pesada (tractor camión, grúas, etc.)
- Mano de obra especializada.
- Se requiere espacio para maniobras en las obras.
- La inversión en moldes metálicos es muy alta.
- Son elementos pesados, se requiere equipo para maniobras, como grúas.

El proceso de producción, la dosificación, la gradación, la materia prima, entre otros, es un secreto muy bien guardado por los conocedores; a pesar que lo que funciona para unos no funcionará para otros, ya que no es lo mismo producir en La capital de Guatemala que producir en Huehuetenango, Escuintla o Zacapa. En cada una de estas ciudades las condiciones climáticas son diferentes, así como también los agregados, el cemento y el agua. Por lo tanto, es importante invertir en la elaboración del Estudio de Factibilidad respectivo que arroje luces sobre los materiales, su dosificación, el proceso productivo, etc. ajustado a las condiciones climáticas que se tengan en cada ciudad.

El fabricante debe poseer control sobre las piezas prefabricadas: conocerlas, cuantificarlas, analizarlas y de ser posible, hacerles seguimiento. Desafortunadamente muchas veces no poseen los equipos necesarios para realizar estos análisis en sus plantas de producción por lo que deben recurrir con frecuencia a laboratorios especializados en el tema y que elaboren sus ensayos basados en los procedimientos descritos en las Normas Técnicas. Esto puede ser un poco desesperante para el encargado de la Producción, ya que debe esperar al menos 9 días para conocer los resultados, 7 en curado y por lo menos 2 en el laboratorio. No hay otra forma, los ensayos deben elaborarse a 7, 14, 21 y 28 días si se realiza un curado a temperatura ambiente.

Para producir una buena pieza prefabricada se necesita experiencia, conocimiento del tema y mantener un minucioso control en el proceso de selección de materias primas, uso de maquinaria y manejo de las piezas.

4.13 APLICACIÓN DE PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO

El desarrollo de productos, materiales y técnicas basados en el uso de prefabricados ha popularizado su uso en una variedad de proyectos residenciales, comerciales, de transporte y otros tipos de estructuras.

4.13.1 **ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS / CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS**

Desarrolladores y propietarios de estructuras realizadas con prefabricados con concreto preesforzado reconocen rápidamente las cualidades de estos. Debido a esto, es fácil reconocer que son utilizados para construir múltiples tipos de estructuras.

Las estructuras realizadas utilizando concreto prefabricado poseen mayor flexibilidad para alcanzar los niveles necesarios de resistencia al fuego, control de sonidos, durabilidad y uso eficiente de la energía.

Además, la velocidad de construcción se maximiza, se reducen los costos y por ende significa un gran beneficio con respecto a la economía de quien construya obras con este tipo de materiales.

4.13.2 **CONSTRUCCIONES RESIDENCIALES**

El uso de concretos prefabricados y pretensados goza de gran aceptación en la realización de condominios, hoteles, moteles y guarderías. La seguridad que estos materiales poseen con respecto a la resistencia al fuego y control del sonido es reconocida por los dueños de dichas construcciones.

4.13.3 **EDIFICIOS DE OFICINAS**

El ahorro en el tiempo invertido en una construcción es extremadamente significativo cuando se utilizan estructuras de concreto prefabricado. La superestructura es prefabricada, mientras que los cimientos y fundaciones se construyen. De esta manera, se evitan los posibles retrasos en los proyectos que se lleven a cabo. El montaje de las diferentes partes que conforman las

estructuras prefabricadas puede seguirse realizando aun cuando las condiciones climáticas cambien inesperadamente. Al instalarse los pisos prefabricados, permiten ser utilizados como plataforma de trabajo para instalar los sistemas eléctricos y establecer los demás detalles interiores de la construcción.

Los usos de los elementos prefabricados en la construcción de edificios de oficinas son muchos, desde los sistemas de construcción totales hasta el uso de los productos individuales, como las gradas prefabricadas. Vigas prefabricadas, columnas y suelos se utilizan en sistemas de marcos; los muros de corte se pueden usar solos o en conjunción con las vigas y columnas para resistir las cargas laterales.

Las gradas prefabricadas, además de ser económicas, proveen seguridad en la construcción.

4.13.4 ALMACENES Y EDIFICIOS INDUSTRIALES

La capacidad del prefabricado preesforzado para abarcar largas distancias con profundidades pequeñas y transportar cargas pesadas, es particularmente adecuada para almacenes y edificios industriales. Los muros estándares prefabricados, aislados o sin aislamiento, son muy económicos al utilizarlos en construcciones de almacenes y manufactura liviana. Además, proporcionan una amplia variedad de acabados de pared.

46

En grandes proyectos industriales, los elementos prefabricados con capacidad para transportar las cargas pesadas típicas del suelo se pueden combinar con otros componentes prefabricados para la construcción de sistemas estructurales versátiles, resistentes a la corrosión. El armazón prefabricado puede ser diseñado para acomodar una variedad de sistemas mecánicos y para apoyar los puentes-grúa para usos industriales.

Los elementos prefabricados de alta calidad proporcionan protección contra el fuego, la humedad y una gran variedad de sustancias químicas. Las superficies lisas alcanzables al trabajar con materiales prefabricados, son ideales para el procesamiento de alimentos, la fabricación de componentes de computadoras, así como muchos otros tipos de operaciones de fabricación y almacenamiento.

Luces claras de 40 pies y 90 pies son posibles con losas alveolares [de centro hueco. Tramos aún más largos, de aproximadamente 150 pies, pueden obtenerse con vigas de tipo puente.

4.13.5 OTROS TIPOS DE ESTRUCTURAS

Los muchos beneficios del concreto prefabricado y pretensado, lo hacen adecuado para muchos otros tipos de edificios, además de viviendas, oficinas y edificios industriales.

Las aplicaciones de estos materiales, abundan en las construcciones de instituciones educativas, edificios comerciales, como centros comerciales y edificios públicos como hospitales, bibliotecas y terminales de aeropuertos. También se utilizan en otra gran variedad de proyectos de modernización.

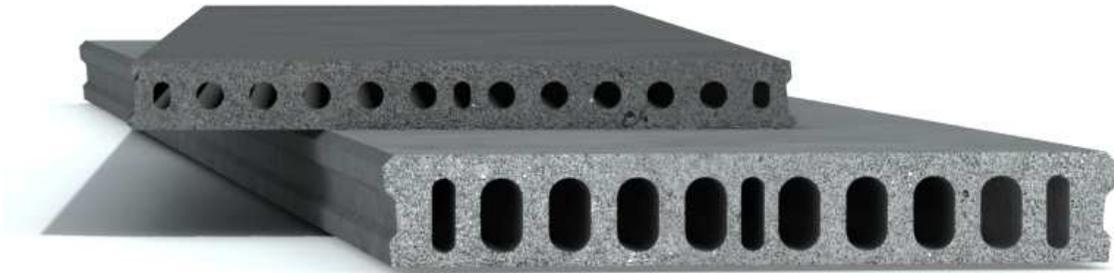
4.13.6 ESTRUCTURAS DE PARQUEOS

Cada vez más, los arquitectos, ingenieros, desarrolladores y propietarios están recurriendo a la utilización del concreto prefabricado y pretensado como la respuesta a sus necesidades de construir estacionamientos comerciales, municipales e institucionales. A pesar de clasificarse y construirse como edificios, las estructuras de estacionamientos son únicas, de alguna manera, pueden ser comparadas con los puentes, por sus varias cubiertas. Están sujetos a las cargas en movimiento del tráfico de automóviles; el nivel del techo de una estructura de estacionamiento está expuesto a la intemperie de la misma manera que la cubierta de los puentes. Además, por lo general, están a la intemperie y, por tanto toda la estructura se somete a las condiciones climáticas ambientales.

Las condiciones controladas que se obtienen en una construcción prefabricada, aseguran al dueño de la estructura de parqueo que la calidad del concreto y mano de obra le otorgaran una gran durabilidad a largo plazo. La proporción entre el agua y el cemento del concreto prefabricado ha demostrado que aumenta la resistencia a la corrosión debido a los cloruros.

Estas características, junto con la durabilidad, bajo costo, el montaje rápido en todas las condiciones climáticas y la expresión arquitectónica ilimitada, hacen del uso del concreto prefabricado y pretensado la opción natural para construir estructuras de parqueos.

5 PREFABRICADO TIPO SPANCRETE



5.01 DESCRIPCION

Es un método constructivo a base de planchas prefabricadas de concreto preesforzado por sistemas de pretensión y extrusión. No existe un producto tan versátil como el Spancrete. El sistema Spancrete, consisten en planchas planas, aligeradas por medio de ductos longitudinales, que aparte de beneficio estructural aumentan la insolación térmica y acústica, lo ductos permiten el paso de instalaciones eléctricas y mecánicas.

48

*Planchas de
Spancrete*
Almacenadas
en Planta de
Producción

Fuente:
COPRECA,
S.A.



*Planchas de
Spancrete*
Almacenadas
en Planta de
Producción

Fuente:
COPRECA,
S.A



El Spancrete se fabrica mediante un proceso donde el concreto de alta resistencia es extruido sobre una cama con cables de acero preesforzados. Los materiales para el proceso de fabricación son de la mejor procedencia, y su producción requiere de un estricto control en todos los elementos para garantizar la homogeneidad y calidad del producto terminado, produciendo un producto increíblemente resistente, que tolera grandes capacidades de carga y que permite alcanzar grandes claros.

49

El Spancrete es un producto patentado en Guatemala por la empresa Concreto Preesforzado de Centroamérica, Copreca, S.A.

*Planchas de
Spancrete*
En Bancos de
fundición

Fuente:
Spancrete.com



5.02 APLICACIÓN

Su uso puede aplicarse en entrepisos, techos, muros, cercas perimetrales, etc. La losa Spancrete puede ser utilizada como entrepiso y/o azoteas, como parte de una solución 100% prefabricada, o como elementos de piso en un sistema de construcción tradicional; esto es por la versatilidad de colocar la losa Spancrete sobre muros de block, muros de concreto, vigas prefabricadas, vigas metálicas y estructuras de concreto fundidas en sitio y/o prefabricadas.

El sistema de prefabricado tipo Spancrete puede ser aplicado en proyectos:

- Edificios para vivienda.
- Edificios deportivos.
- Estadios.
- Maquiladoras.
- Restaurantes.
- Hospitales.
- Hogares de retiro.
- Puentes vehiculares.
- Edificios comerciales.
- Edificios de gobierno.
- Estacionamientos.
- Oficinas.
- Edificios judiciales.
- Hoteles / moteles.
- Muros aislantes al ruido.
- Escuelas / edificios educativos.

*Universidad
d Francisco
Marroquín*
Losa

Fuente:
COPRECA,
S.A.



*Museos El
Tenedor del
Cerro*
Losa

Fuente:
COPRECA,
S.A

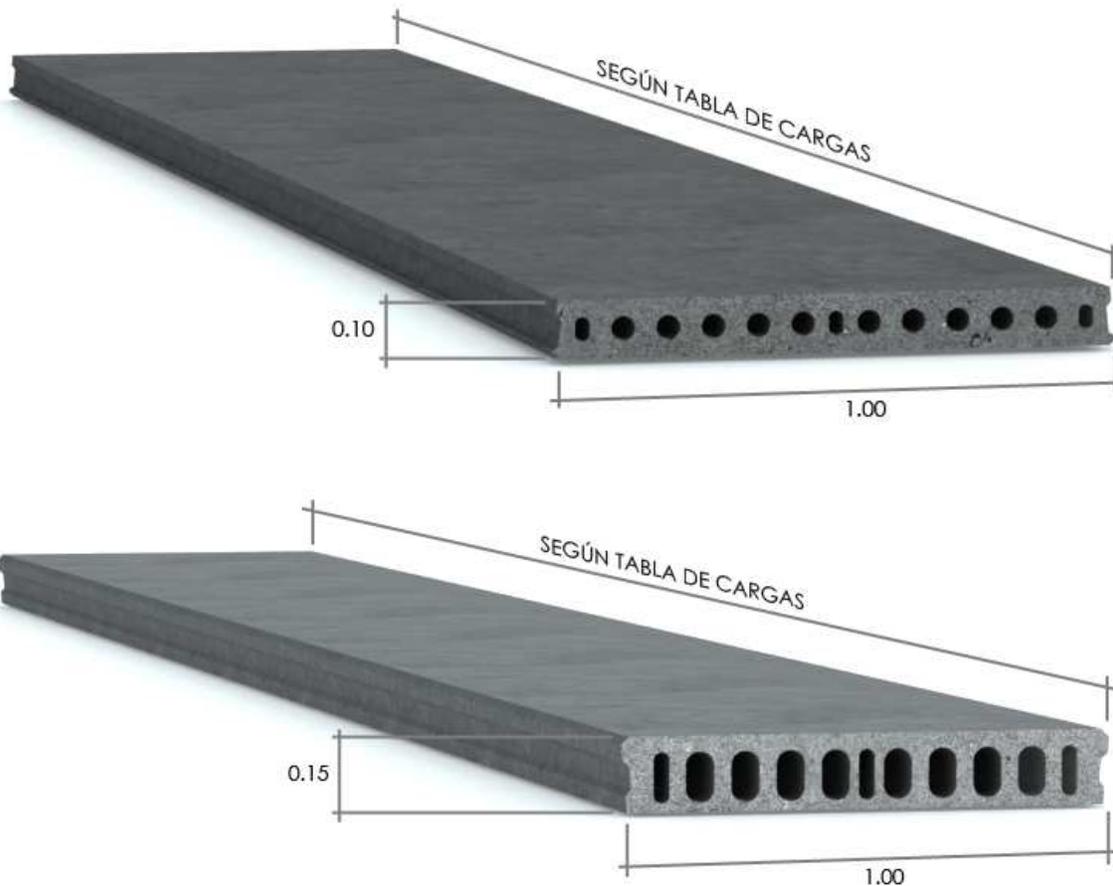


*Edificio de
parqueos
Condomini
o Villa Sol*
Losa

Fuente:
COPRECA,
S.A



5.03 CARACTERISTICAS



Los huecos en forma de panel eliminan gran parte del peso, y por lo tanto, del costo; además, estos huecos pueden ser utilizados para correr instalaciones y cableado.

Las planchas de Spancrete, se producen con un ancho normal de 1.00 m. con peraltes de 3", 4", 6" que son las más utilizadas en el mercado cubriendo luces hasta 8.00 m. Según requerimiento se puede producir de 8" y 10" cubriendo luces hasta 12.00 m. (en Guatemala no se producen planchas con peraltes de 8" y 10", ya que para cubrir luces mayores se diseña y modula con el prefabricado tipo Doble T).

El fino acabado de sus superficies permite dejar expuestas ambas caras y además pueden recubrirse con cualquier tipo de acabado.

Los paneles de pared huecos Spancrete pueden ser horizontales o verticales, con o sin aislación, con opciones de terminación en hormigón a la vista, liso, con agregado expuesto, corrugado y otras texturas especiales.

La capa inferior está formada por una mezcla especial, con grava de $\frac{1}{4}$ de pulgada como máximo, con el fin de que el concreto adquiera mayor adherencia en el refuerzo longitudinal pretensado.

La capa de relleno está compuesta por un concreto poroso flexible. El objeto de esta capa es darle el peralte deseado a cada plancha.

La capa impermeabilizante, está formada por una mezcla con arena de río, cemento y agua; el objetivo de esta capa es asegurar la impermeabilidad de cada plancha.

Según sea requerido se puede solicitar plancha con recubrimiento o plancha sin recubrimiento.

Una losa de este tipo, también llevará refuerzo por temperatura que puede ser una malla electrosoldada, o bien, varilla #2 a cada 0.25 m.

*Planchas de
Spancrete
Instaladas
horizontalmente
para cerramiento
de bodega.*

Fuente:
Spancrete.com



5.04 VENTAJAS

- Pronta recuperación de la inversión por la rápida ejecución de la obra, por la rapidez del montaje, dado que los montajes pueden realizarse en cualquier temporada y clima.
- Ahorro en la utilización de columnas y traveses (por m²).
- Amplitud visual al cubrir grandes claros.
- Adaptabilidad y flexibilidad.
- Resistencia a grandes cargas (Estacionamientos, bibliotecas, almacenes, etc.)
- Durabilidad y longevidad con resistencia a la corrosión y humedad.
- Resistencia al fuego de más de 4 horas.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Mayor distancia entre piso y techo (altura por nivel).
- Interiores silenciosos.
- La superficie uniforme del Spancrete requiere mínimas preparaciones para la instalación de piso, alfombra o cualquier otro tipo de acabado.

- Una estructura fabricada con materiales de alta calidad como lo son acero de preesfuerzo de $f_{pu}=19,000 \text{ kg/cm}^2$ y concretos con una resistencia a la compresión 350 a 500 kg/cm^2 según se requiera.
- Instalación rápida y segura con poco personal.
- Instalación en cualquier tiempo y en cualquier época del año.
- Una vez en su sitio, las placas proveen un piso firme para poder comenzar otros trabajos inmediatamente.
- La superficie lisa de cada placa puede ser alfombrada o revestida con cerámica directamente con mínima preparación.
- Las placas pueden ser levantadas e instaladas directamente desde el vehículo de transporte.
- Posibilidad de paneles de pared vertical u horizontal.
- Losas huecas cubren más de 18 m de luz, las mayores del mundo.

5.05 DESVENTAJAS

- El transporte, manejo en obra y montaje deben efectuarse con equipos y métodos apropiados y personal calificado.
- Debe de haber acceso amplio y apropiado a la obra para el ingreso de las grúas y equipo de montaje, así como los tráileres con plataformas. Por lo que deben realizarse permisos y licencias para interrumpir el tránsito, así como la reubicación de los cables de alta tensión que afecten el montaje.

54

5.06 PROCESO DE FABRICACIÓN EN PLANTA DE PRODUCCIÓN

▪ **PREPARACION DE BANCO**

Antes de cada fundición de producto sobre el banco de concreto se limpia el área y se realizan rezanados para dejar una superficie lisa. El banco tiene 130.00 metros de longitud y el ancho estándar de 1.00 m.

▪ **TENSADO**

En base a al diseño estructural se colocan la cantidad de cables sujetando cada extremo del cable con su respectivo tambor y cuña de pretensado. El espaciamiento entre el cable y el recubrimiento la mantiene una platina con agujeros que está colocada en los extremos del banco (muertos); que conservan las medidas de los planos y permite darle el largo necesario y ángulos que establece las necesidades de la obra.

El cable de 3/8" o 1/4" de diámetro es tensado al 70 % de su capacidad (270 ksi), esta operación se realiza unitariamente con un gato hidráulico que ya está programado para dicha carga, y por rutina se hacen lecturas de la elongación de cada uno de los cables.

▪ **FUNDICION**

Colocados los cables en el banco de fundición se chequean los recubrimientos necesarios y dimensiones de la pieza según planos de producción. Esta operación la realiza el supervisor de producción con el supervisor de la obra. Dada la autorización para fundir se solicita el envío del concreto (tipo 5,000 psi, 380 kg/cm²). Los materiales para la elaboración del concreto son previamente chequeados por el departamento de control de calidad para poder hacer las fundiciones necesarias dentro de la planta y fuera de ella. Para la elaboración del concreto se cuenta con dos mezcladoras y dosificadoras; para el transporte del concreto se cuenta con camiones mezcladores y cubetas de 0.5 m³ de capacidad.

En una sola fundición se cubren los 130.00 metros de longitud de la capacidad del banco de fundición.

▪ **DESTENSADO**

Durante los cuatro días sucesivos a la fundición se riega el prefabricado con agua, cuando el concreto tenga la resistencia de 3,500 psi (245 kg/cm²) a 4,000 psi (280 kg/cm²) se destensa el banco con equipo de oxicorte. El proceso de destensado se realiza en cada uno de los extremos del banco, cortando simultáneamente cada uno de los cables de la pieza.

▪ **CORTE DE PLANCHAS**

Luego de realizado el destensado se procede a marcar la longitud de cada pieza según planos de producción. Luego se procede al corte con una sierra eléctrica especial para concreto.

▪ **RETIRO DE PIEZAS DE BANCO**

Para el retiro de las piezas se utilizan grúas Demag con capacidad para 20 tons.

- **ALMACENAMIENTO**

Las piezas son sacadas del banco de fundición y colocadas en perchas de 06 unidades, donde se les identifica con pintura el tipo de plancha, medidas y proyecto para poder enviarlas cuando se necesiten en obra.

5.07 PASOS GENERALES A SEGUIR EN OBRA PARA SU INSTALACIÓN COMO LOSA

PASO 1

Posterior al estudio de factibilidad de montaje (acceso a maniobra y montaje con equipo pesado tipo grúa de 18 a 22 toneladas) se envía de la planta de producción las planchas de 1.00 m. de ancho y longitud requerida según el diseño hasta un máximo de 15.00 m.

PASO 2

Se almacenan en la obra teniendo el cuidado de dejar el refuerzo (cable de preesfuerzo) apoyada en la cara inferior y los polines alineados correctamente en los extremos a una distancia máxima de 0.10 m. de la orilla de la plancha y no más de 6 planchas por estiba.

56

PASO 3

Se estabiliza la grúa y se procede al montaje de las planchas debiendo quedar apoyadas no menos de 0.05 m. dentro de la viga y sobre la obra falsa. Teniendo en cuenta que se debe apuntalar al centro en planchas no mayores de 3.00 m. a los tercios en planchas con peralte de 0.03 a 0.05 m. y a los cuartos en planchas con peraltes mayores.

PASO 4

Si las instalaciones no son vistas, se colocan mangueras las cuales se llevan por los huecos de las planchas.

PASO 5

Se arma la sobrelosa que por lo regular es de 0.05 a 0.07 m. con electromalla tipo 6 x 6 9/9 según diseño, y bastones No. 4 a cada 0.25 m. paralelas a la plancha y No. 3 a cada 0.25 m. perpendiculares a las planchas en los apoyos de las mismas (sobre las vigas de carga y amarre respectivamente).

PASO 6

Se faldonean las vigas y se aseguran los apoyos (apuntalamiento) para evitar accidentes durante la fundición.

PASO 7

Se funde la sobrelosa con concreto clase 4000 psi (281 kg/cm²) evitando acumular volcanes de concreto el cual debe tener un revestimiento de 2" a 3", usando un vibrador de aguja no mayor de 1" para evitar espacios de aire.

57

PASO 8

Se fragua preferentemente inundándolo con agua o en su defecto con antisol durante 15 días mínimo, en el caso de ser la última losa. En el caso de ser un entrepiso se pueden realizar trabajos de levantados de muros, tabiques y otros al siguiente día.

*Apuntalamiento
de Spancrete
como losa*

Fuente:
COPRECA, S.A.



*Spancrete
colocado previo a
fundición de
sobrelosa*

Fuente:
COPRECA, S.A



*Spancrete
colocado previo a
fundición de
sobrelosa*

Fuente:
SPANCRETE.COM



5.08 PASOS GENERALES A SEGUIR EN OBRA PARA SU INSTALACIÓN COMO MURO

PASO 1

Ya con la plataforma compactada y a nivel se procede al trazo y excavación de la zanja para el cimiento corrido.

PASO 2

Formaleta y armadura de cimiento corrido según diseño (dependiendo de si es muro de contención o si es muro de cerramiento).

PASO 3

Fundición de cimiento corrido teniendo particular cuidado en dejar una correcta nivelación en el área donde se apoyará el Spancrete.

PASO 4

Montaje de piezas de Spancrete según diseño, con grúa de capacidad adecuada para el peso de la plancha (en condiciones ideales se logra instalar un promedio de 25 planchas diarias en una jornada de ocho horas).

PASO 5

Los agujeros del Spancrete se taponean con papel dejando una altura libre de 0.50m para la colocación del bastón.

PASO 6

Se coloca el refuerzo en los agujeros superiores mediante bastones hacia las vigas de la estructura y se coloca la formaleta para completar la viga.

PASO 7

Se funden las vigas de remate (y la sobrelosa en el caso de que exista) con concreto clase 4000 psi (281 kg/cm²) evitando acumular volcanes de concreto el cual debe tener un revestimiento de 2" a 3", usando un vibrador de aguja no mayor de 1" para evitar espacios de aire.

PASO 8

En caso de ser necesario colocar planchas en nivel adicional puede hacerse dejando un diente en la parte superior y el procedimiento se repite desde el paso 4.

El Spancrete como muro de contención tiene una altura de cobertura máxima de 5.00m y como muro de cerramiento una altura de cobertura máxima de 7.00m.



*Muros de Bodega con
Spancrete*
Bodegas Alcorsa, S.A.

Fuente: COPRECA, S.A.



*Aplicación de
impermeabilizante a
planchas de Spancrete*
Para muro de contención.

Fuente: COPRECA, S.A.



*Viga de remate en muro
de contención tipo
Spancrete.*

Fuente: COPRECA, S.A.

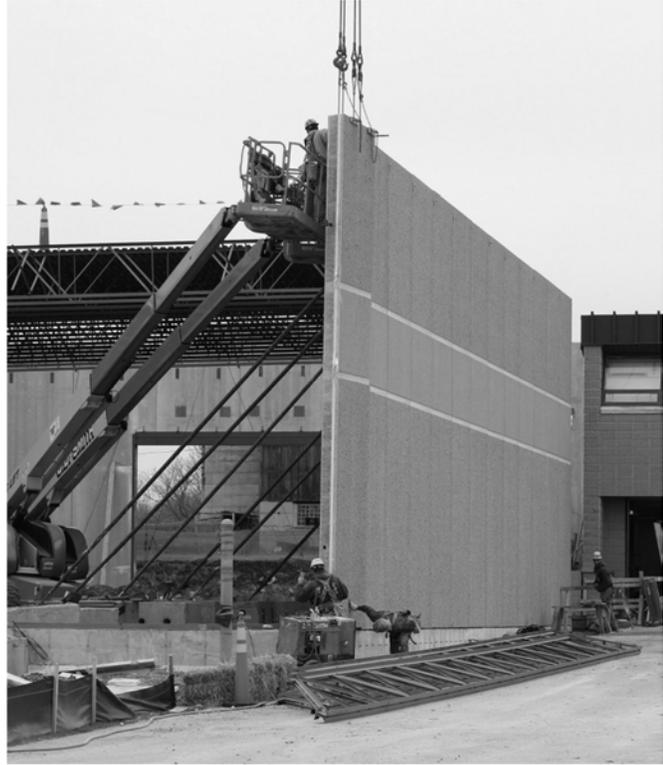


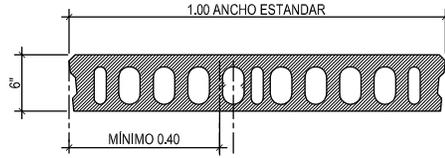
*Planchas de Spancrete
como
Muro de cerramiento de
bodega.*

Fuente: COPRECA, S.A.

*Montaje de planchas de
Spancrete con acabado en
una cara.*

Fuente: COPRECA, S.A.



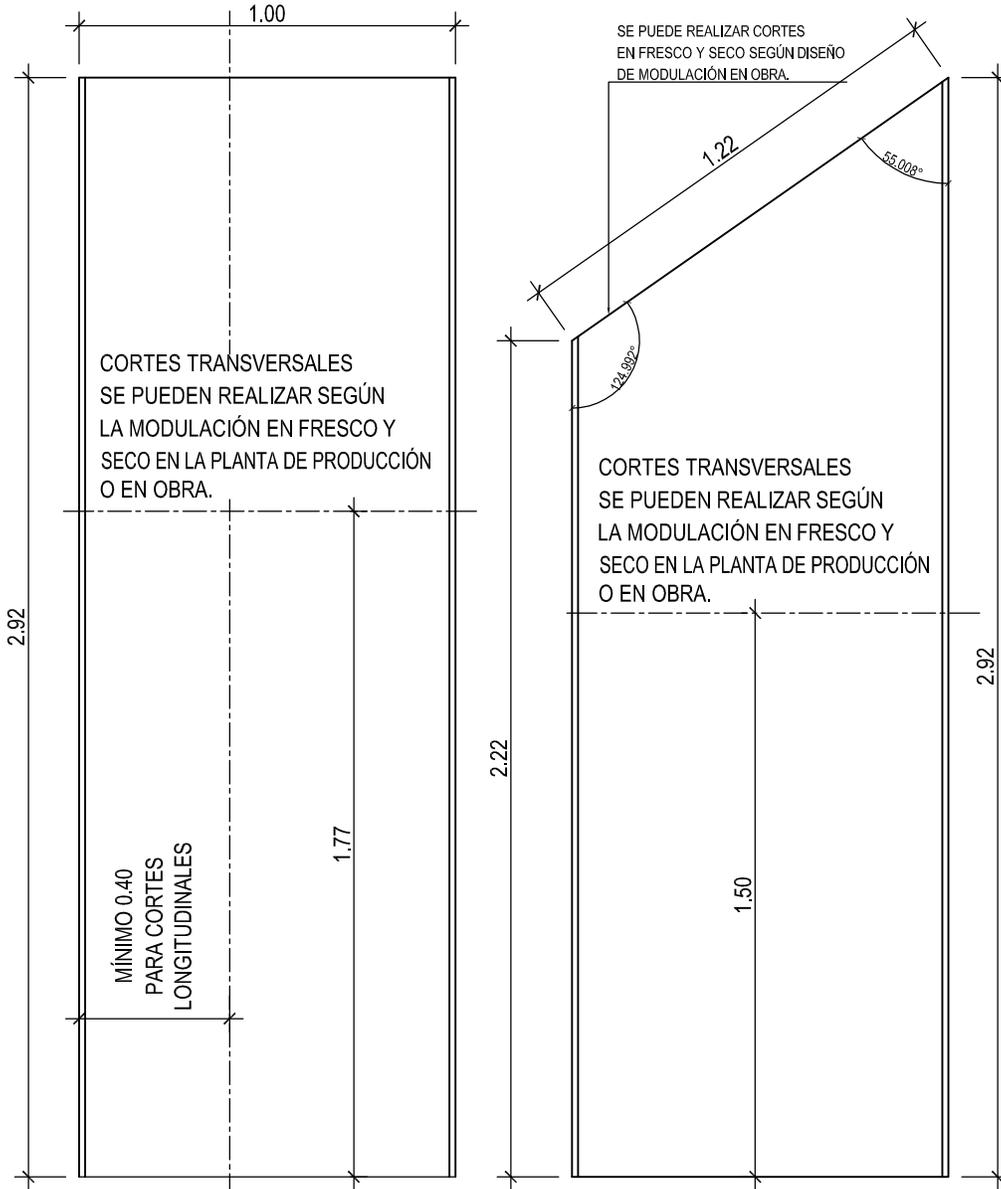


- LOS CORTES PARA PERMITIR PASO DE COLUMNAS O DUCTOS ELÉCTRICOS, PINES ETC. DEBEN COINCIDIR CON LAS JUNTAS DE SPANCRETE

- LOS CORTES LONGITUDINALES DEBEN REALIZARSE APROVECHANDO LOS HUECOS DEL SPANCRETE

ELEVACIÓN DE SPANCRETE

Esc. 1:12.5



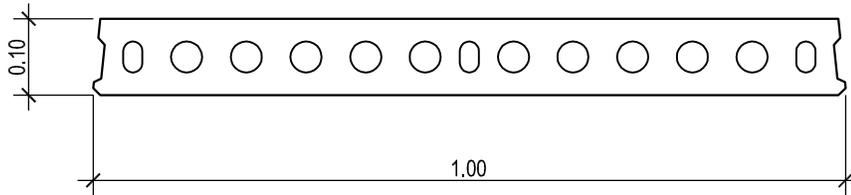
PLANTA DE SPANCRETE

Escala 1:20



PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

HOJA
01 / 50



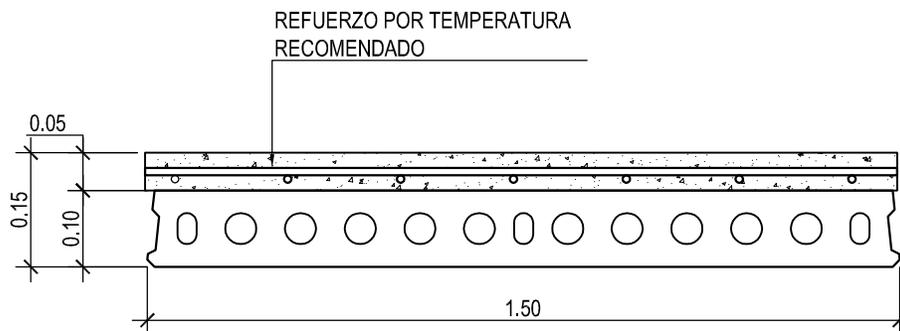
SPANCRETE 4" SIN RECUBRIMIENTO

Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 4.50 m. - 350 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS DE RESIDENCIAS
TECHOS EN GENERAL
OFICINAS
HABITACIONES DE HOSPITAL

PESO DE LA PLANCHA 150 Kg/ Mts.²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI



SPANCRETE 4" CON RECUBRIMIENTO

Escala 1:150

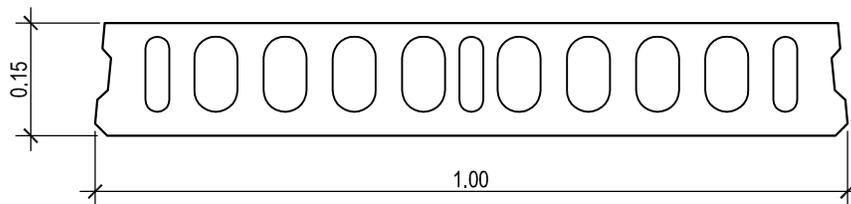
LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 5.20 m. - 350 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
AULAS ESCOLARES, ÁREAS DE DESCANSO
OFICINAS
MÓDULOS DE APARTAMENTOS

PESO DE LA PLANCHA MÁS
EL RECUBRIMIENTO 273 Kg/ Mts.²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN





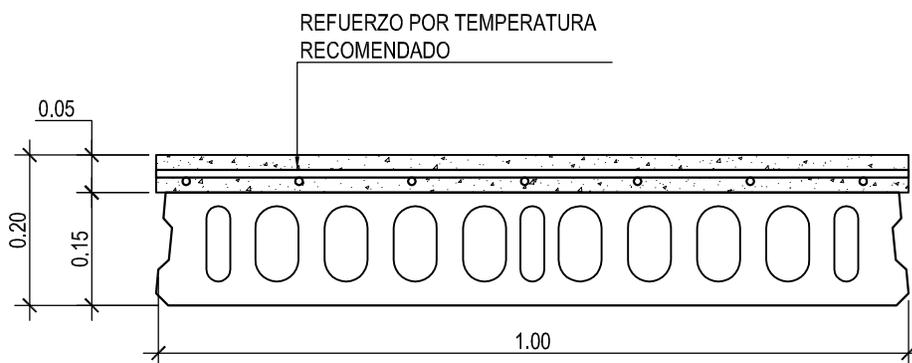
SPANCRETE 6" SIN RECUBRIMIENTO

Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 6.40 m. - 350 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
AULAS ESCOLARES, ÁREAS DE DESCANSO
OFICINAS
MÓDULOS DE APARTAMENTOS

PESO DE LA PLANCHA 220 Kg/ Mts.²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI



SPANCRETE 6" CON RECUBRIMIENTO

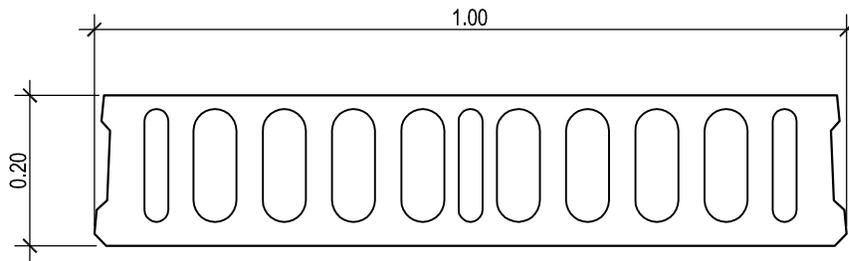
Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 7.50 m. - 350 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
AULAS ESCOLARES, ÁREAS DE DESCANSO
OFICINAS
MÓDULOS DE APARTAMENTOS
PARQUEOS

PESO DE LA PLANCHA MÁS
EL RECUBRIMIENTO 342 Kg/ Mts.²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO





SPANCRETE 8" SIN RECUBRIMIENTO

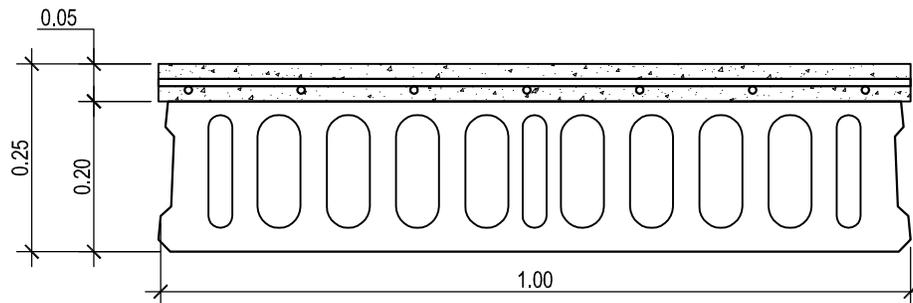
Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE =8.55 m. - 450Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL

PESO DE LA PLANCHA 293 Kg/ Mts.²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI



SPANCRETE 8" CON RECUBRIMIENTO

Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE =9.15 m. -450 Kg/ m²

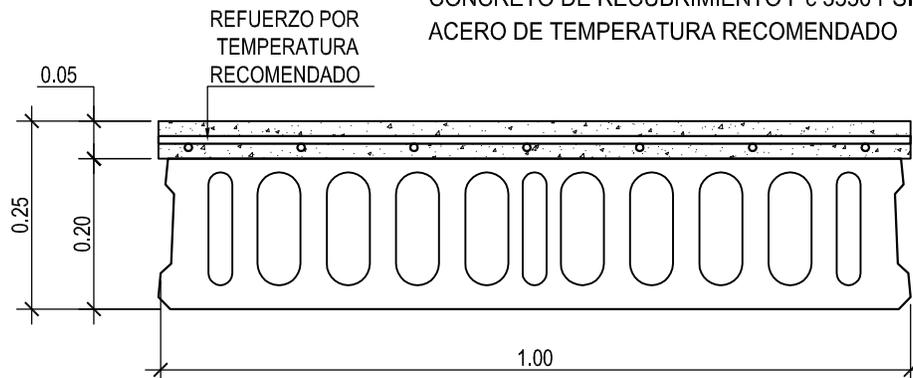
SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL

PESO DE LA PLANCHA MÁS

EL RECUBRIMIENTO 415 Kg/ Mts.²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI

ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO



SPANCRETE 8" SIN RECUBRIMIENTO

4 Hrs. DE PRUEBA DE FUEGO

Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE =8.50 m. -450 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL.

PESO DE LA PLANCHA MÁS

EL RECUBRIMIENTO 415 Kg/ Mts.²

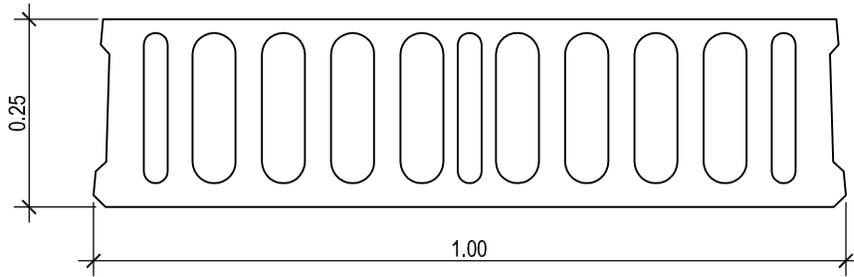
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI

ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREEFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

NOTA: - LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE
 - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN
 - ACTUALMENTE SPANCRETE DE 8" YA NO SE PRODUCE
 LOS PROFESIONALES PREFEREN UTILIZAR LA DOBLE T Y OTROS.





SPANCRETE 8" CON RECUBRIMIENTO

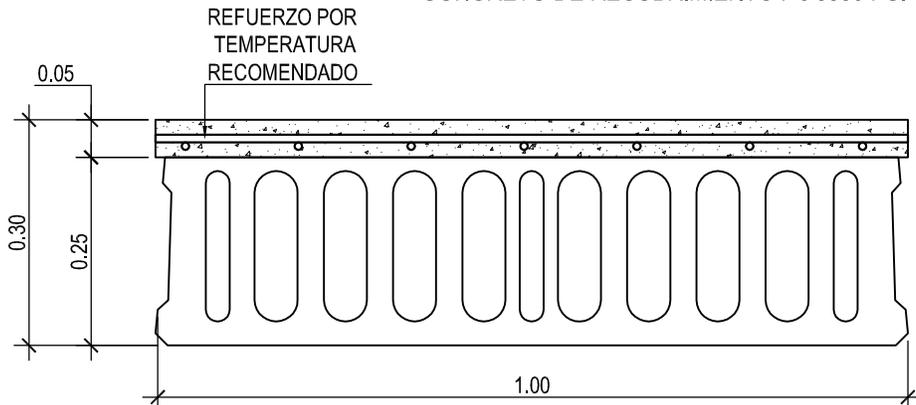
Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 9.15 m. - 550 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL

PESO DE LA PLANCHA 366Kg/ Mts.²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI



SPANCRETE 10" SIN RECUBRIMIENTO

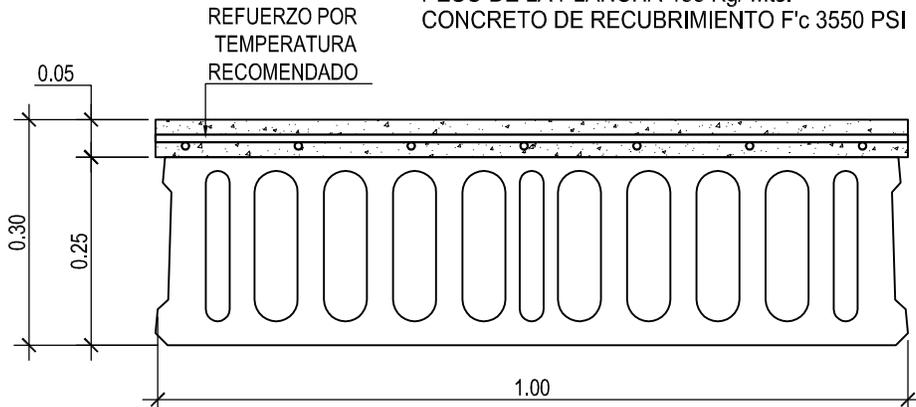
Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 10.05 m. - 550 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL

PESO DE LA PLANCHA 488 Kg/ Mts.²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI



SPANCRETE 10" CON RECUBRIMIENTO

4 Hrs. DE PRUEBA DE FUEGO

Escala 1:150

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 10.05 m. - 550 Kg/ m²

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL

PESO DE LA PLANCHA 488 Kg/ Mts.²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI

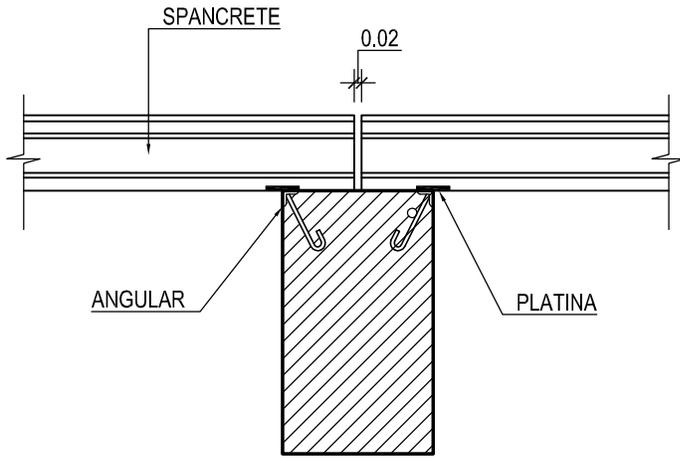
NOTA: - LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE
 - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN
 - ACTUALMENTE SPANCRETE DE 8" YA NO SE PRODUCE
 LOS PROFESIONALES PREFEREN UTILIZAR LA DOBLE T Y OTROS.



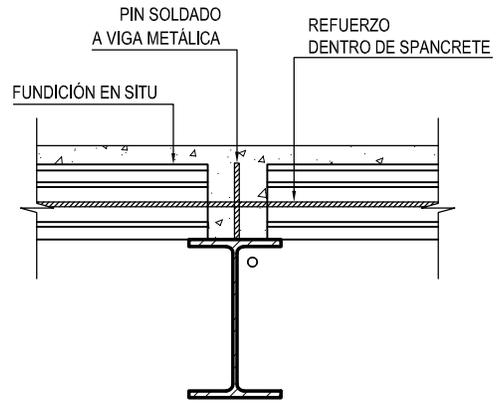
PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

HOJA

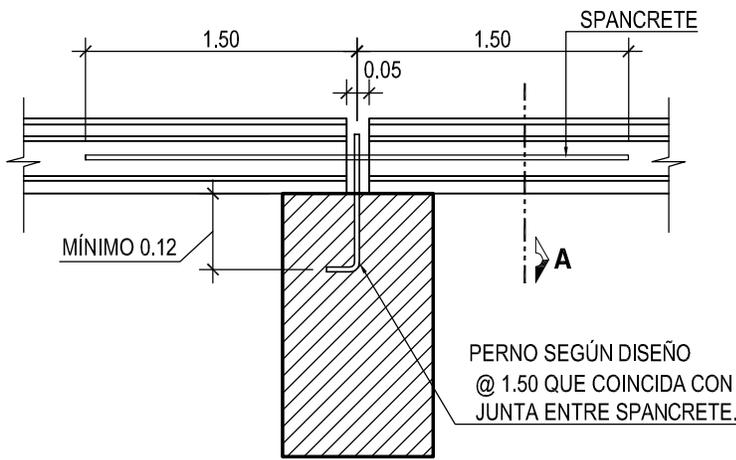
05/50



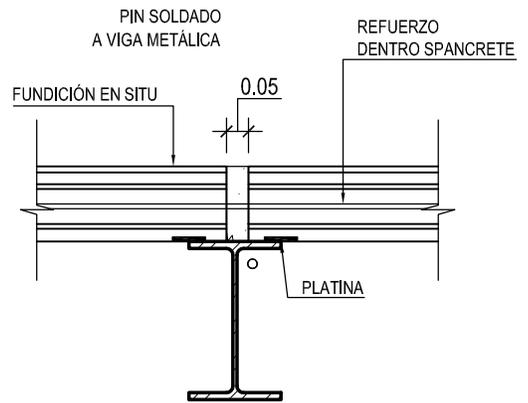
APOYO SIN RECUBRIMIENTO Escala 1:20



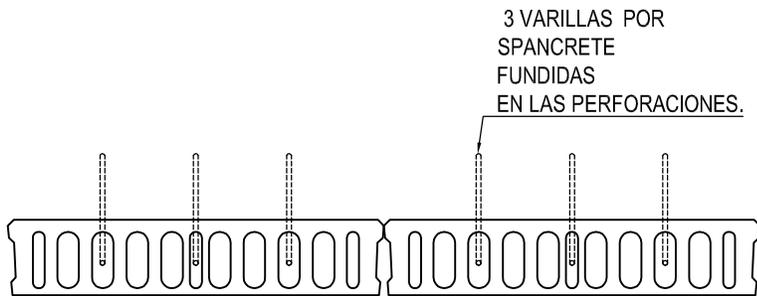
APOYO EN VIGA METÁLICA CON RECUBRIMIENTO Escala 1:20



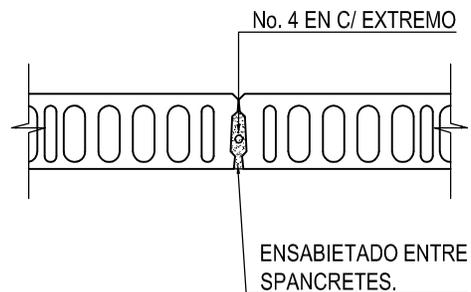
APOYO CON RECUBRIMIENTO Escala 1:20



APOYO EN VIGA METÁLICA SIN RECUBRIMIENTO Escala 1:20



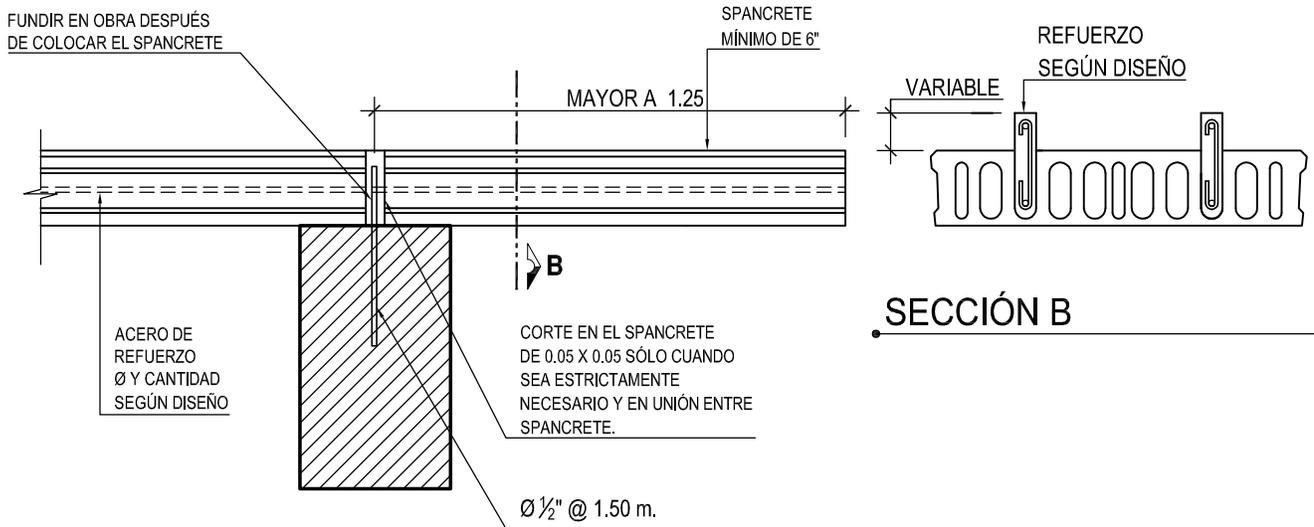
DETALLE - PASADOR DE CORTE
MUROS DE CONTENCIÓN - MUROS PERIMETRALES



SECCIÓN A

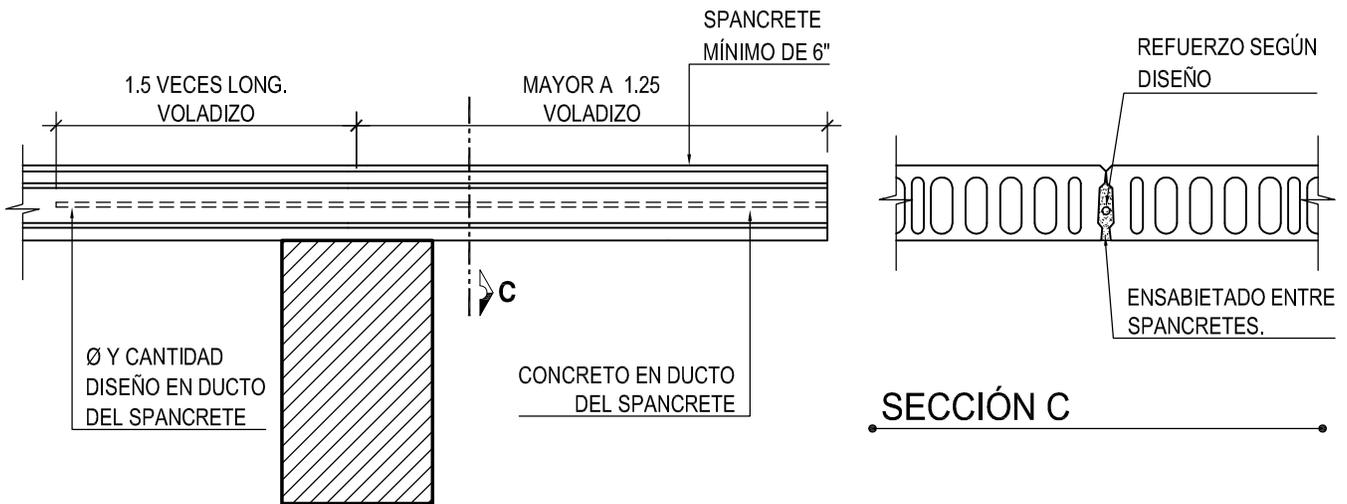
NOTA: TODOS LOS APOYOS (VIGAS Y SOLERAS) DEBERÁN ESTAR BIEN NIVELADAS Y LIMPIAS.





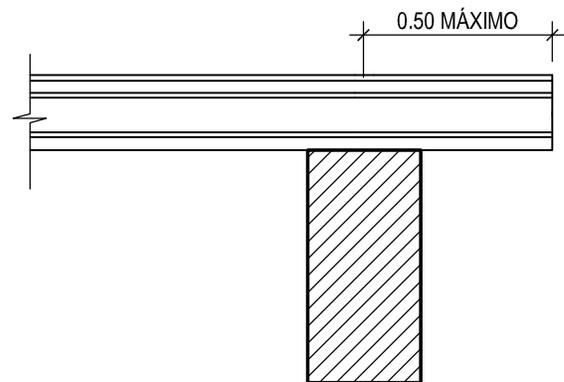
VOLADIZOS CON CARGA
CON CARGA O MAYORES 1.25 m.

Escala 1:20



VOLADIZOS CON CARGA
HASTA 1.25 m.

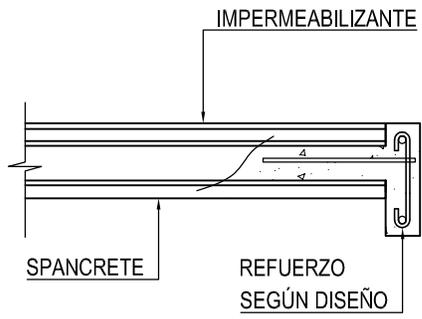
Escala 1:20



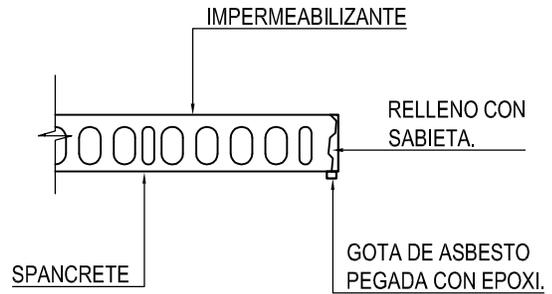
VOLADIZOS CON CARGA
SIN REFUERZO HASTA 0.50 m.

Escala 1:20

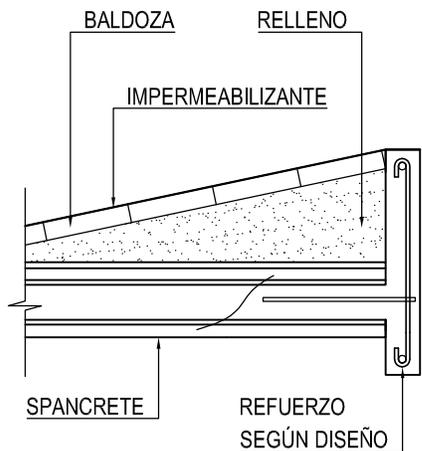




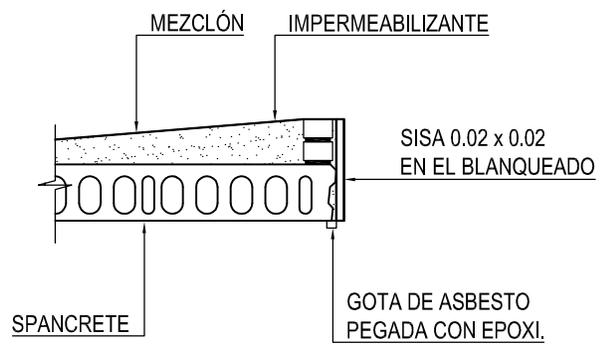
LOSA



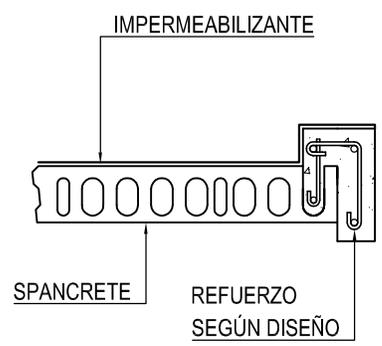
LOSA
SPANCRETE SIN RECUBRIMIENTO



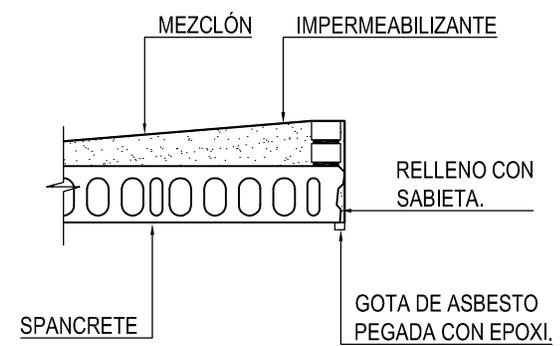
LOSA INCLINADA



LOSA
CON MEZCLÓN



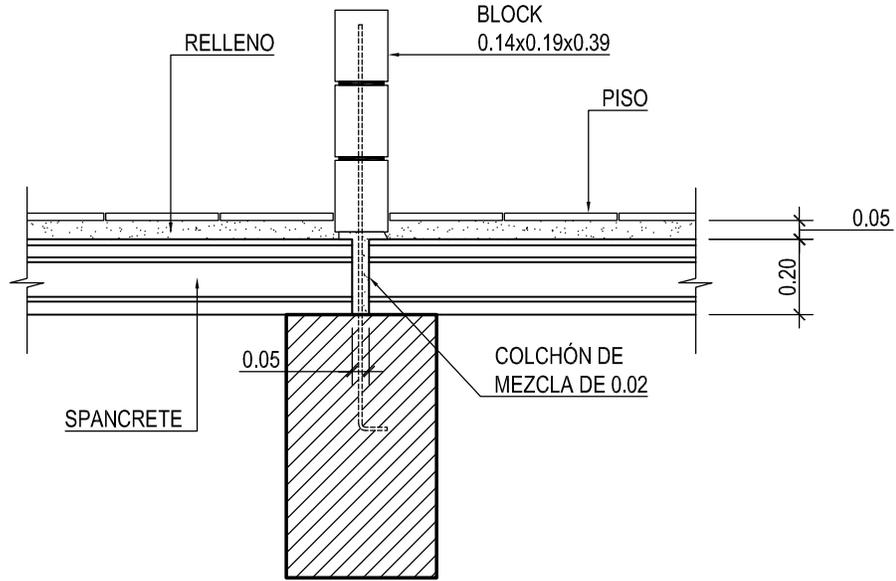
LOSA INCLINADA



LOSA
CON MEZCLÓN

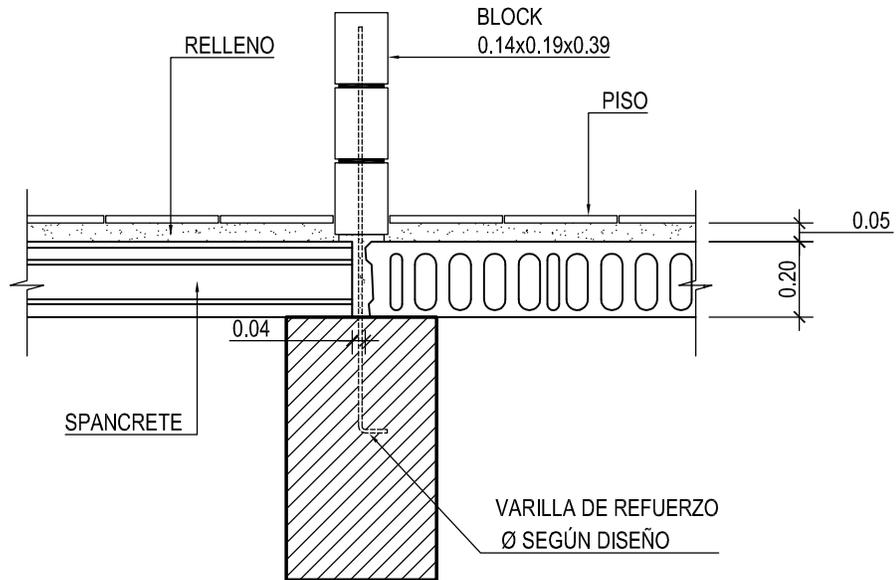
NOTA : SE RECOMIENDA SISA VERTICAL DE 0.02 x 0.02 @ 1.50 m. QUE COINCIDA CON LA JUNTA DE SPANCRETE Y EN CADA UNIÓN A TOPE DE 2 SPANCRETES.





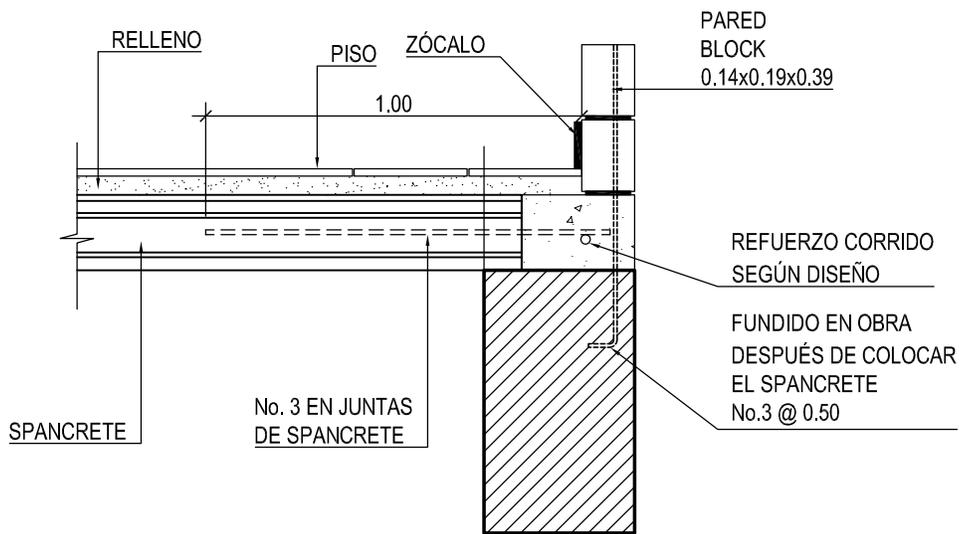
REMATE INTERMEDIO EN ENTREPISO

Escala 1:20



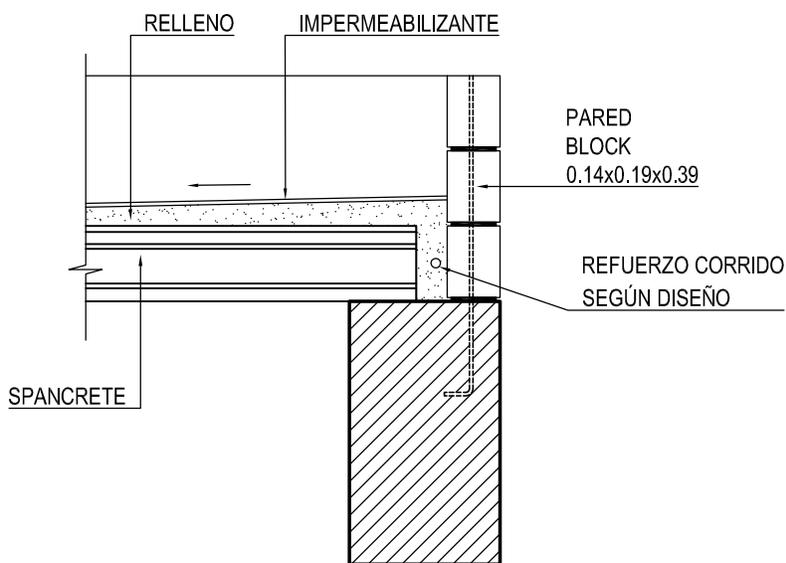
REMATE INTERMEDIO EN ENTREPISO

Escala 1:20



REMATE FINAL EN ENTREPISO

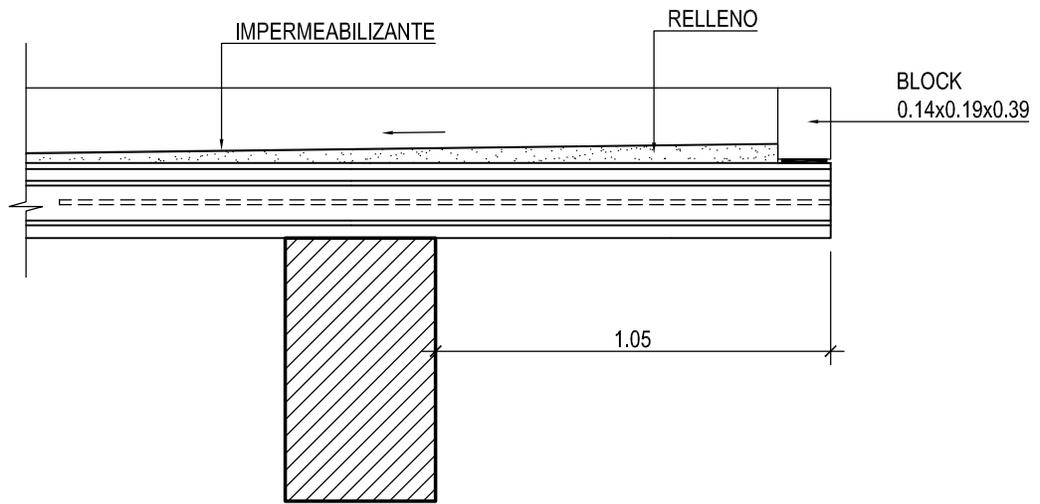
Escala 1:20



REMATE FINAL EN LOSA

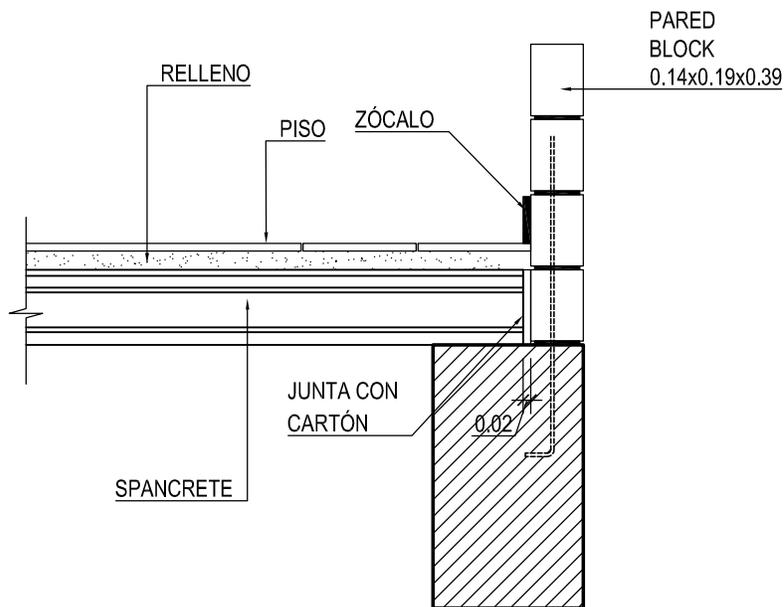
Escala 1:20





REMATE FINAL EN LOSA - VOLADIZO

Escala 1:20

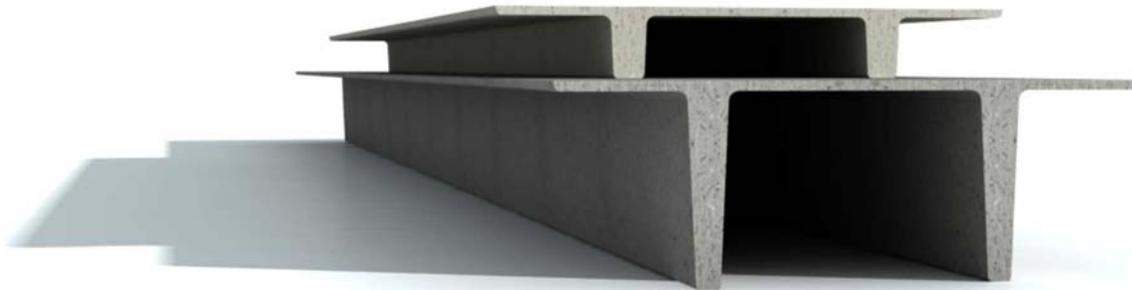


REMATE FINAL EN ENTREPISO

Escala 1:20

NOTA : SE DEBERÁ CONSULTAR ANTES DE COLOCAR MUROS DE MAMPOSTERÍA DIRECTAMENTE SOBRE EL SPANCRETE.

6. PREFABRICADO TIPO DOBLE T



6.01 DESCRIPCION

Losas nervadas pretensadas de gran flexibilidad de uso debido a sus características geométricas que le permiten salvar grandes claros con diversas capacidades de carga.

Constituye sin duda una solución estructural muy racional, siempre que la losa se disponga del lado de las compresiones. En estas condiciones, la viga cuenta con una gran cantidad de material sometido a compresión y puede resistir grandes momentos flectores, aún con alturas reducidas.

Son elementos estructurales prefabricados, pretensados en moldes metálicos, diseñadas especialmente como losa nervada en un sentido.

64



*Doble T
Almacenada en
planta de
producción*

Fuente:
COPRECA, S.A.

Doble T
Almacenada en
planta de
producción

Fuente:
COPRECA, S.A.



Doble T
Almacenada en
planta de
producción

Fuente:
COPRECA, S.A.



6.02 APLICACIÓN

Su aplicación en la edificación es muy versátil usándose en entrepisos normales o en los de cargas muy fuertes, techos; así como vigas portapanel, es decir para apoyo de paneles de cerramiento. En estos casos, trabaja como viga de fundación apoyada en las paredes de los tinteros de las bases.

Puede aplicarse para puentes vehiculares con luces no mayores de 15.00 m. y para pasos peatonales (pasarelas) con luces no mayores de 22.00 m.

Según sea su aplicación es recomendable que sobre la Doble T se funda un recubrimiento de 0.07m. Con refuerzo para temperatura.

Las prefabricados doble T se utilizan como sistemas de entresijos, techos y muros, para las edificaciones industriales, comerciales, habitacionales, centros deportivos, escuelas, etc.

Doble T
Usada en
residencia,
especialmente
para cubrir
voladizos.



Doble T
Usada en
residencia,
especialmente
para cubrir
voladizos.





*Doble T
Usada en
residencia,
especialmente
para cubrir
voladizos.*

67



La doble T se ha convertido en el pilar de la industria del hormigón pretensado. Se utiliza como un miembro de cubierta en entresijos y techos de oficinas, centros comerciales, grandes almacenes, escuelas y edificios de apartamentos.

Algunos de proyectos donde podemos utilizar las vigas doble T:

- Pasarelas peatonales
- Puentes vehiculares
- Edificios de apartamentos
- Edificios deportivos / Estadios
- Restaurantes
- Hospitales
- Hogares de retiro
- Edificios comerciales
- Edificios de gobierno
- Estacionamientos
- Oficinas
- Edificios judiciales
- Hoteles / Moteles
- Muros aislantes al ruido
- Escuelas / Edificios educativos



*Túnel vehicular
Doble T en losa de túnel*

Fuente: COPRECA, S.A.



*Detalle de montaje de Doble T
sobre muros prefabricados*

Fuente: COPRECA, S.A.

6.03 CARACTERISTICAS

La pieza consta de dos nervios separados a 0.75 m. o 1.50 m. que trabajan conjuntamente con una fundición de 7cms., obteniéndose un ancho standard por piezas de 1.50 mts y 3.00 m. y que se presenta en varios peraltes diferentes según sea su aplicación en proyectos de construcción.

Este tipo de pieza, por sus características geométricas unidas a la pretensión, permite alcanzar luces hasta de 18.00 mts, voladizos de 4.50 m. Logrando detalles arquitectónicos interesantes.





La Doble T como muro puede ser usada en el caso de que el diseño contenga parteluces y el ambiente sea de gran altura, es decir que pueden aprovecharse los nervios para que funcionen como parteluces. Así también pueden solicitarse con boquetes ubicados entre los dos nervios para colocar ventanas o puertas.

6.04 VENTAJAS

70

- Se logran soluciones estructurales rápidas, económicas y con la característica durable del concreto.
- No es necesario un acabado posterior.
- Permite cubrir grandes luces con diversas capacidades de carga.

6.05 DESVENTAJAS

- El transporte, manejo en obra y montaje deben efectuarse con equipos y métodos apropiados y personal calificado.
- Debe de haber acceso amplio y apropiado a la obra para el ingreso de las grúas y equipo de montaje, así como los tráileres con plataformas. Por lo que deben realizarse permisos y licencias para interrumpir el tránsito, así como la reubicación de los cables de alta tensión que afecten el montaje.

6.06 PROCESO DE FABRICACION EN PLANTA DE PRODUCCION

▪ PREPARACION DE BANCO

Antes de cada fundición del producto sobre el banco metálico de vigas doble "T" se limpia las paredes y superficie del mismo, agregándole desmoldante para el buen desencofrado de la pieza. Se ajustan los altos y anchos según planos de producción con banquillos metálicos del mismo molde para las alturas, en la sobre losa si no fuera del ancho total del molde se coloca una formaleta en ambos lados para darle el ancho y alto que definen los planos de producción en la losa.

▪ TENSADO

En el plano de producción se determina cuantos cables y diámetro lleva cada nervadura de la pieza a fundir, con este dato se halan cada cable manualmente a lo largo del banco de producción (50 ml) sujetando cada extremo del cable con su respectivo tambor y cuña de pretensado. El espaciamiento entre el cable y el recubrimiento la mantiene una platina con agujeros que está colocada en los extremos del banco (muertos); entre cada una de las piezas que se funden se colocan tapones (metálicos o de madera) que conservan las medidas de los planos y permite darle el largo necesario y ángulos que establece las necesidades de la obra.

El cable de ½" de diámetro es tensado al 70 % de su capacidad (270 ksi), esta operación se realiza unitariamente con un gato hidráulico que ya está programado para dicha carga, y por rutina se hacen lecturas de la elongación de cada uno de los cables.

▪ ARMADO

Las armaduras de las piezas a fundir se elaboran fuera de banco en el área del departamento de armaduría donde al ingresar el hierro solicitado por el departamento de Planta de Producción y autorizado por el departamento de Control de Calidad, es cortado a las medidas necesarias para hacer los dobleces requeridos para formar el cuerpo de refuerzo de la pieza; al tener lista cada armadura es llevada al banco de fundiciones y es colocada dentro del mismo para su fundición.

▪ FUNDICION

Colocada la armadura en el molde se chequean los recubrimientos necesarios y dimensiones de la pieza según planos de producción. Esta operación la realiza el supervisor de producción con el supervisor de la obra. Dada la autorización para

fundir se solicita el envío del concreto (tipo 5,000 psi, 380 kg/cm²). Los materiales para la elaboración del concreto son previamente chequeados por el departamento de control de calidad para poder hacer las fundiciones necesarias dentro de la planta y fuera de ella. Para la elaboración del concreto se cuenta con dos mezcladoras y dosificadoras; para el transporte del concreto se cuenta con camiones mezcladores y cubetas de 1.00 m³ de capacidad.

▪ **CURADO Y DESTENSADO**

Después de realizada la fundición del banco se le aplica un aditivo curador de concreto a la superficie de cada pieza. Durante los cuatro días sucesivos a la fundición se riega el prefabricado con agua, cuando el concreto tenga la resistencia de 3,500 psi (245 kg/cm²) a 4,000 psi (280 kg/cm²) se destensa el banco con equipo de oxicorte o con soldadura eléctrica. El proceso de destensado se realiza en cada uno de los extremos del banco, cortado simultáneamente cada uno de los cables del nervio de la pieza.

▪ **RETIRO DE PIEZAS DE BANCO**

Para el retiro de las piezas utilizamos cables de acero para el levantado de las mismas y con ayuda de grúas hidráulicas las cuales nos permiten dejar el banco listo para la siguiente fundición en aproximadamente 1 hora.

72

▪ **ALMACENAMIENTO**

La piezas son sacadas del molde y colocadas en perchas de 03 unidades, donde se les identifica con pintura el tipo, medidas y proyecto para poder enviarlas cuando se necesiten en obra. Estando en las perchas se les sigue regando agua para su curado.



*Transporte de
Doble T*

Fuente:
COPRECA, S.A.

6.07 PASOS GENERALES A SEGUIR EN OBRA PARA SU INSTALACIÓN COMO LOSA

PASO 1

Posterior al estudio de factibilidad de montaje (acceso a maniobra y montaje con equipo pesado tipo grúa de 18 a 22 toneladas) se envía de la planta de producción las planchas de 1.00 m. de ancho y longitud requerida según el diseño hasta un máximo de 15.00 m.

PASO 2

Se almacenan en la obra teniendo el cuidado de dejar el refuerzo (cable de preesfuerzo) apoyada en la cara inferior y los polines alineados correctamente en los extremos a una distancia máxima de 0.10 m. de la orilla de la plancha y no más de 6 planchas por estiba.

PASO 3

Se estabiliza la grúa y se procede al montaje de las planchas debiendo quedar apoyadas no menos de 0.05 m. dentro de la viga y sobre la obra falsa. Teniendo en cuenta que se debe apuntalar al centro en planchas no mayores de 3.00 m. a los tercios en planchas con peralte de 0.03 a 0.05 m. y a los cuartos en planchas con peraltes mayores.

PASO 4

Si las instalaciones no son vistas, se colocan mangueras las cuales se llevan por los huecos de las planchas.

PASO 5

Se arma la sobrelosa que por lo regular es de 0.05 a 0.07 m. con electromalla tipo 6 x 6 g/9 según diseño, y bastones No. 4 a cada 0.25 m. paralelas a la plancha y

No. 3 a cada 0.25 m. perpendiculares a las planchas en los apoyos de las mismas (sobre las vigas de carga y amarre respectivamente).

PASO 6

Se faldonean las vigas y se aseguran los apoyos (apuntalamiento) para evitar accidentes durante la fundición.

PASO 7

Se funde la sobrelosa con concreto clase 4000 psi (281 kg/cm²) evitando acumular volcanes de concreto el cual debe tener un revestimiento de 2" a 3", usando un vibrador de aguja no mayor de 1" para evitar espacios de aire.

PASO 8

Se fragua preferentemente inundándolo con agua o en su defecto con antisol durante 15 días mínimo, en el caso de ser la última losa. En el caso de ser un entrepiso se pueden realizar trabajos de levantados de muros, tabiques y otros al siguiente día.

*Megafraternidad
Cristiana de
Guatemala.
Librería y
Cafetería.
Vigas Doble T
en losa
Fuente:
COPRECA, S.A.*



*Megafraternidad
Cristiana de
Guatemala.
Librería y
Cafetería.*

Vigas Doble T
en losa
Fuente:
COPRECA, S.A.



*Megafraternidad
Cristiana de
Guatemala.
Librería y
Cafetería.*

Vigas Doble T
en losa
Fuente:
COPRECA, S.A.



6.08 PASOS GENERALES A SEGUIR EN OBRA PARA SU INSTALACIÓN COMO MURO

PASO 1

Ya con la plataforma compactada y a nivel se procede al trazo y excavación de la zanja para el cimiento corrido.

PASO 2

Formaleta y armadura de cimiento corrido según diseño.

PASO 3

Fundición de cimiento corrido teniendo particular cuidado en dejar una correcta nivelación en el área donde se apoyará la Doble T.

PASO 4

Montaje de piezas de Doble T según diseño, con grúa de capacidad adecuada para el peso de la pieza (en condiciones ideales se logra instalar un promedio de 6 Doble T diarias en una jornada de ocho horas).

PASO 5

Se coloca el refuerzo mediante esperas hacia las vigas de la estructura y se coloca la formaleta para completar la viga.

PASO 7

Se funden las vigas de remate (y la sobrelosa en el caso de que exista) con concreto clase 4000 psi (281 kg/cm²) evitando acumular volcanes de concreto el cual debe tener un revestimiento de 2" a 3", usando un vibrador de aguja no mayor de 1" para evitar espacios de aire.

PASO 8

Se fragua preferentemente inundándolo con agua o en su defecto con antisol durante 15 días mínimo.

7. TABLA DE CARGAS

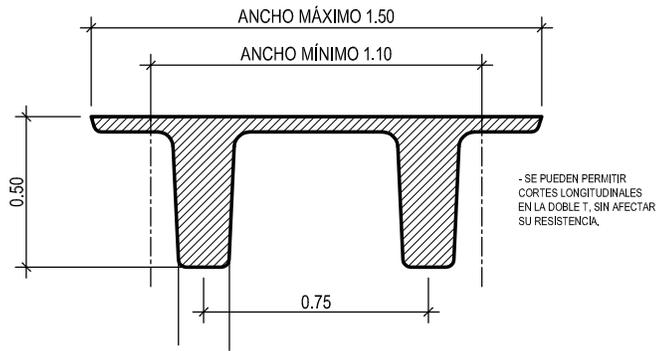
77

TIPO DE OCUPACIÓN O USO	Wv (KG/M2)	Pv (KG)
VIVIENDA		
BALCONES	500	
HABITACIONES Y PASILLOS	200	
ESCALERAS	300	
OFICINA		
PASILLOS Y ESCALERAS	300	
OFICINAS	250	800
ÁREAS DE CAFETERÍA	500	
HOSPITALES		
PASILLOS	500	450
CLÍNICAS Y ENCAMAMIENTO	250	
SERVICIOS MÉDICOS Y LABORATORIO	350	800
FARMACIA	500	
ESCALERAS	500	
CAFETERÍA Y COCINA	500	
HOTELES		
HABITACIONES	200	450
SERVICIOS Y ÁREAS PÚBLICAS	500	800

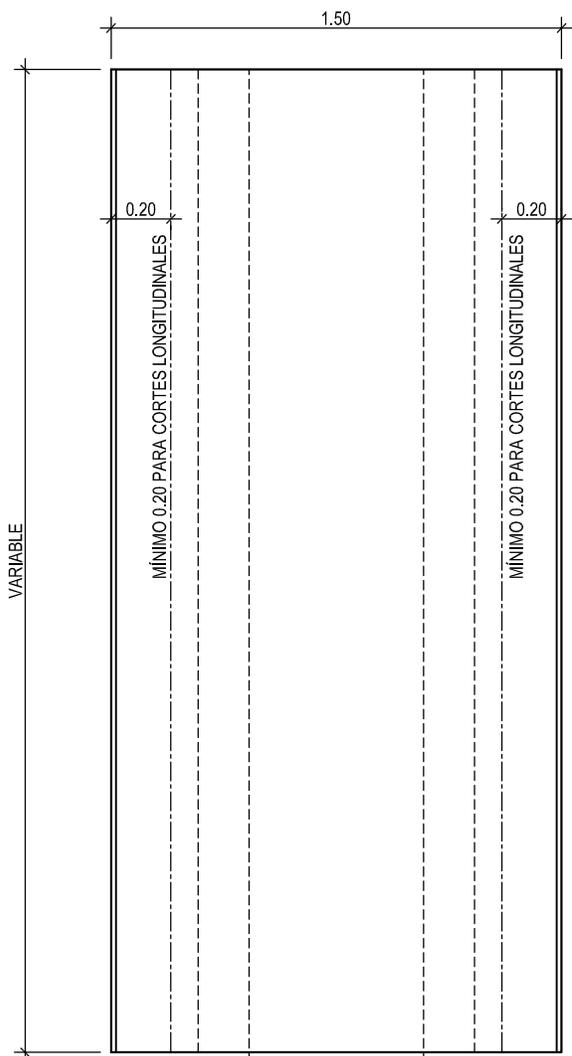


EDUCATIVOS		
AULAS	200	400
PASILLOS Y ESCALERAS	500	
SALONES DE LECTURA DE BIBLIOTECA	200	400
ÁREA DE ESTANTERÍAS DE BIBLIOTECA	700	800
REUNION		
ESCALERAS PRIVADAS	300	
ESCALERAS PÚBLICAS	500	
BALCONES	500	
VESTÍBULOS PÚBLICOS	500	
PLAZAS A NIVEL DE LA CALLE	500	800
SALONES CON ASIENTO FIJO	300	
SALONES SIN ASIENTO FIJO	500	800
ESCENARIOS Y CIRCULACIONES	500	
GARAJES		
GARAJES PARA AUTOMÓVILES DE PASAJEROS	250	
GARAJES PARA VEHÍCULOS DE CARGA (2,000 KG)	500	
RAMPAS DE USO COLECTIVO	750	
CORREDORES DE CIRCULACIÓN	500	
SERVICIOS Y REPARACIÓN	500	
INSTALACIONES DEPORTIVAS PÚBLICAS		
ZONAS DE CIRCULACIÓN	500	
ZONAS DE ASIENTOS	400	
ZONAS SIN ASIENTOS	800	
CANCHAS DEPORTIVAS		CARGA DEPENDE DEL TIPO DE CANCHA
ALMACENES		
MINORISTAS	500	800
MAYORISTAS	600	1,200
BODEGAS		

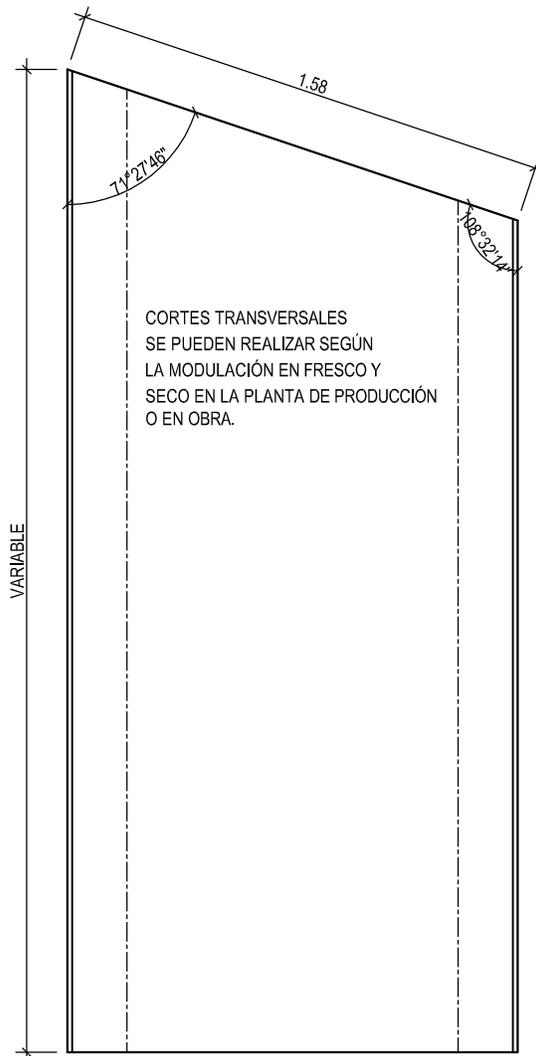
CARGAS LIVIANAS	600	800
CARGAS PESADAS	1,200	1,200
FÁBRICAS		
INDUSTRIAS LIVIANAS	500	800
INDUSTRIAS PESADAS	1,000	1,200
CUBIERTAS PESADAS		
AZOTEAS DE CONCRETO CON ACCESO	200	
AZOTEAS SIN ACCESO HORIZONTAL O INCLINADAS	100	
AZOTEAS CON INCLINACIÓN MAYOR DE 20 GRADOS	75	
CUBIERTAS USADAS PARA JARDÍN O PARA REUNIONES	500	
CUBIERTAS LIVIANAS		
TECHOS DE LÁMINAS, TEJAS, CUBIERTAS PLÁSTICAS, LONAS, ETC.	50	



SECCIÓN DE DOBLE T
NERVIO A 1.50 m. Esc. 1:12.5



PLANTA DE DOBLE T
NERVIO A 1.50 m. Esc. 1:12.5



PLANTA DE DOBLE T
NERVIO A 1.50 m. Esc. 1:12.5

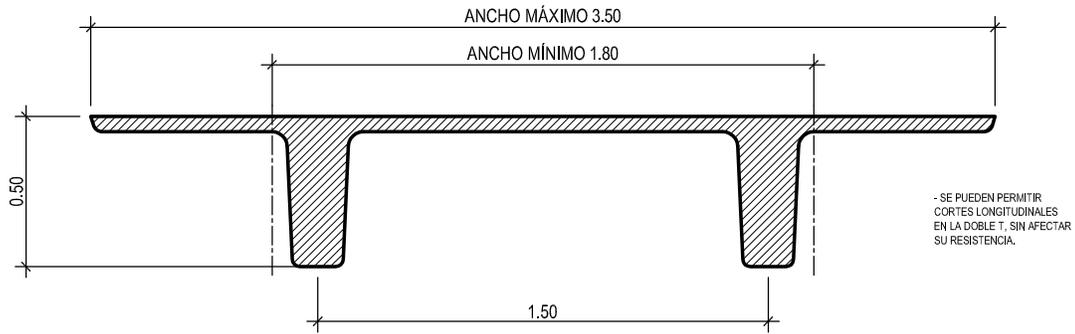


NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREEFORSADO: SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

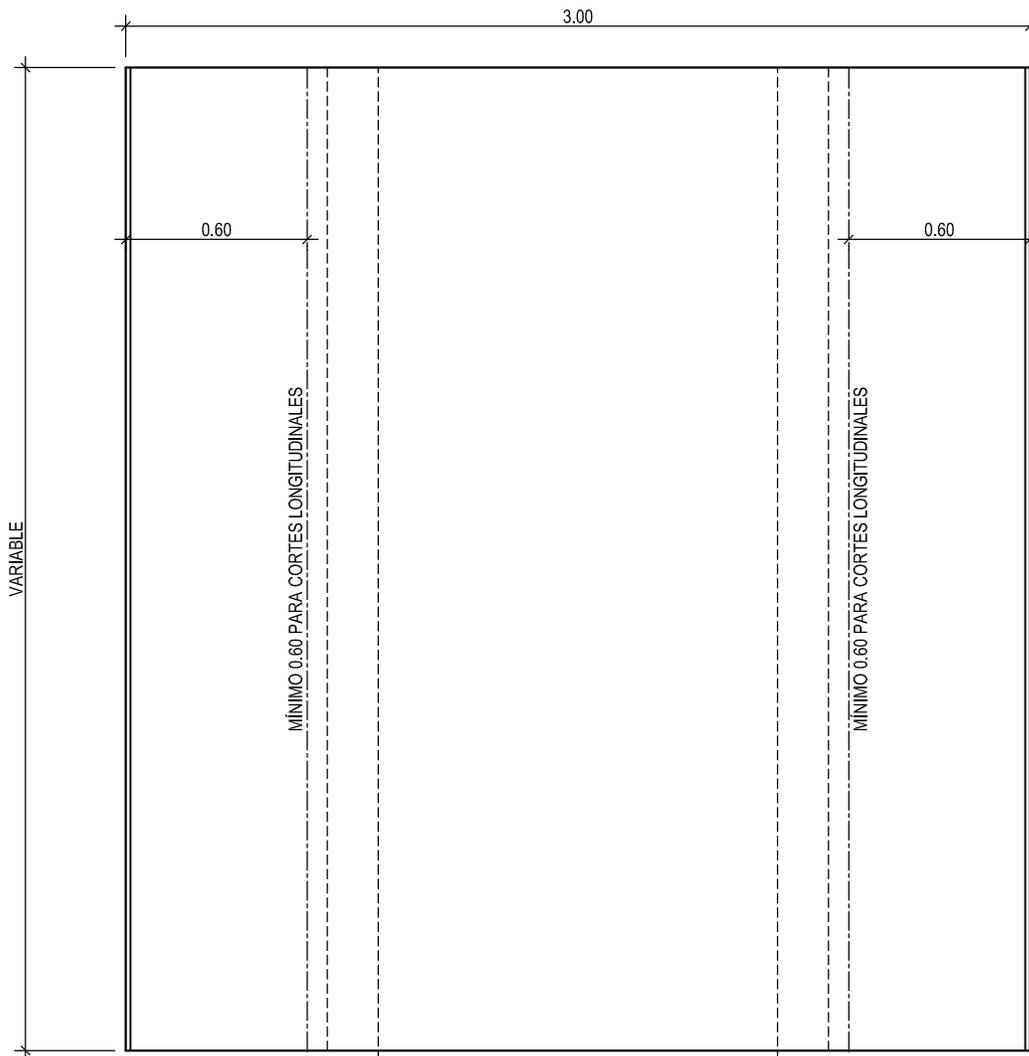
HOJA

12/50



SECCIÓN DE DOBLE T
NERVIO A 1.50 m.

Esc. 1:12.5



PLANTA DE DOBLE T
NERVIO A 1.50 m.

Esc. 1:12.5

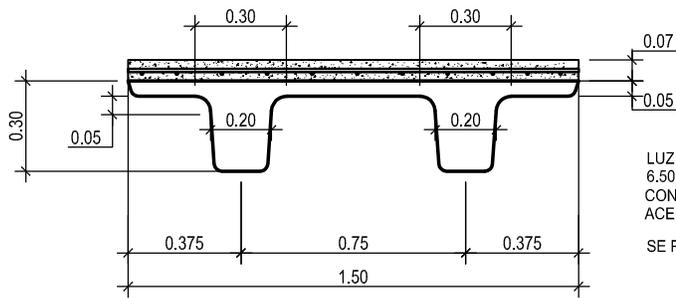


NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

HOJA

13/50



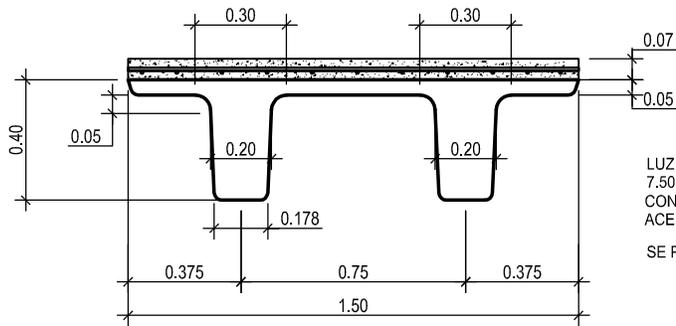
LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE
6.50 m. - 350 Kg/ m²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN :

ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
EDIFICIOS DE APARTAMENTOS
EDIFICIOS DE OFICINAS EN GENERAL

DOBLE T - 30
NERVIO A 0.75 m.

Escala 1:25



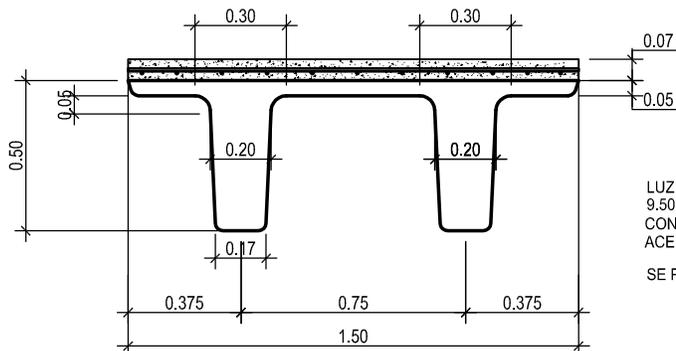
LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE
7.50 m. - 350 Kg/ m²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN :

ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
EDIFICIOS DE APARTAMENTOS
EDIFICIOS DE OFICINAS EN GENERAL

DOBLE T - 40
NERVIO A 0.75 m.

Escala 1:25



LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE
9.50 m. - 550 Kg/ m²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN :

ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
EDIFICIOS DE APARTAMENTOS
EDIFICIOS DE OFICINAS EN GENERAL
ENTREPIISO DE PARQUEOS

DOBLE T - 50
NERVIO A 0.75 m.

Escala 1:25

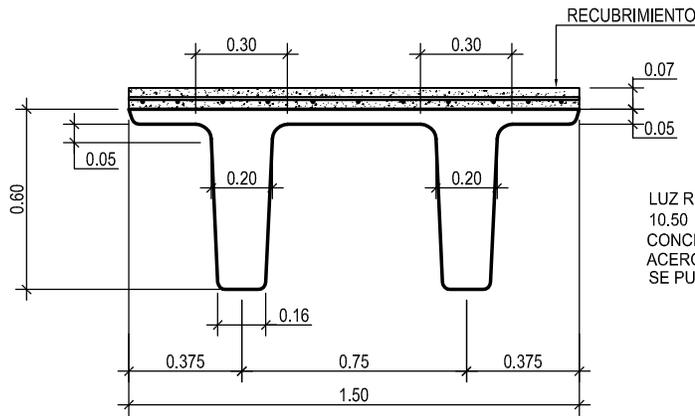


NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREEFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

HOJA

14/50

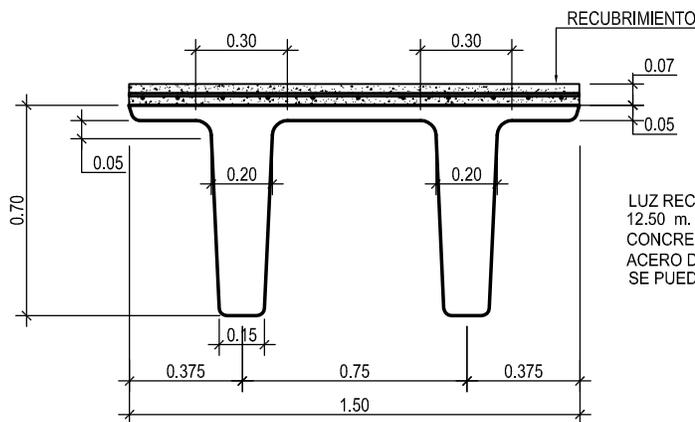


LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE
10.50 m. - 550 Kg/ m²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO
SE PUEDE UTILIZAR EN :

SALÓN DE REUNIONES - IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, ETC.

DOBLE T - 60
NERVIO A 0.75 m.

Escala 1:25

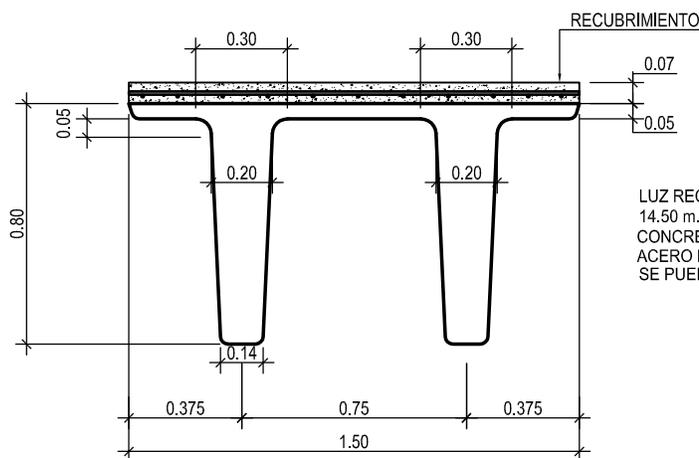


LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE
12.50 m. - 550 Kg/ m²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO
SE PUEDE UTILIZAR EN :

SALÓN DE REUNIONES - IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, ETC.

DOBLE T - 70
NERVIO A 0.75 m.

Escala 1:25



LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE
14.50 m. - 550 Kg/ m²
CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO
SE PUEDE UTILIZAR EN :

SALÓN DE REUNIONES - IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, ETC.

DOBLE T - 80
NERVIO A 0.75 m.

Escala 1:25

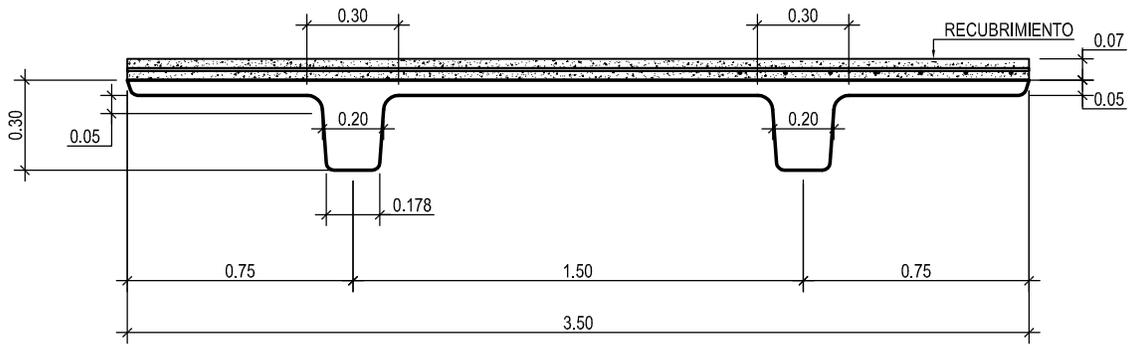


NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREEFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

HOJA

15/50

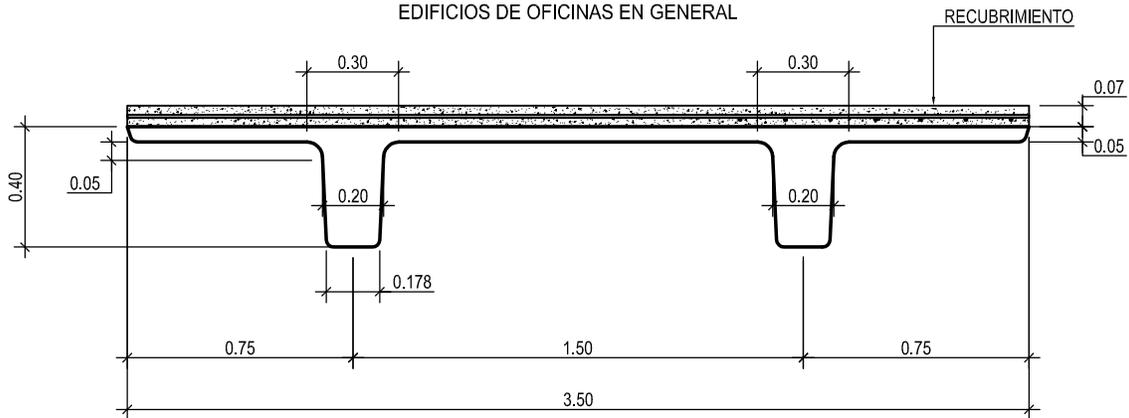


DOBLE T - 30 - NERVIOS A 1.50 m.

Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 7.50 A 8.50 m. - 350 Kg/ m²
 CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F_c 3550 PSI
 ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS
 EDIFICIOS DE OFICINAS EN GENERAL

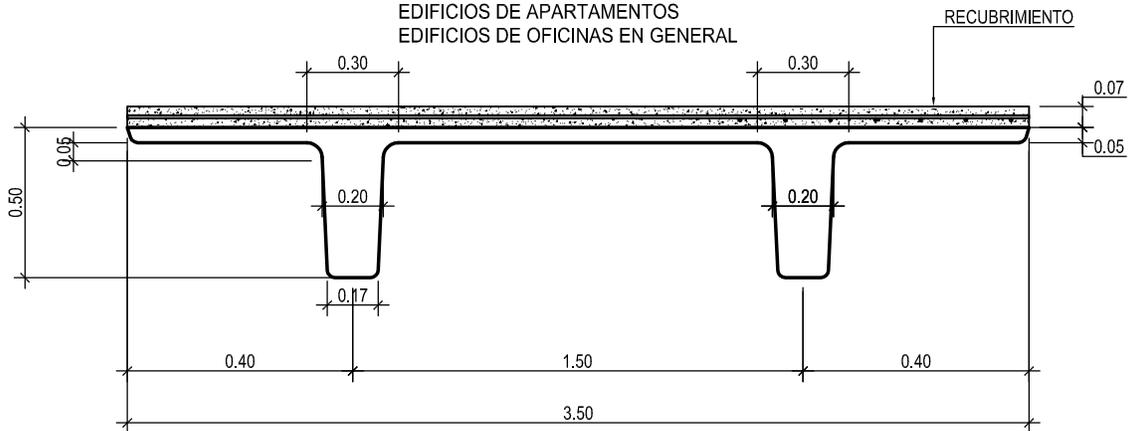


DOBLE T - 40 - NERVIOS A 1.50 m.

Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 8.50 A 9.50 m. - 350 Kg/ m²
 CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F_c 3550 PSI
 ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS
 EDIFICIOS DE OFICINAS EN GENERAL



DOBLE T - 50 - NERVIOS A 1.50 m.

Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 12.50 m. - 550 Kg/ m²
 CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F_c 3550 PSI
 ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

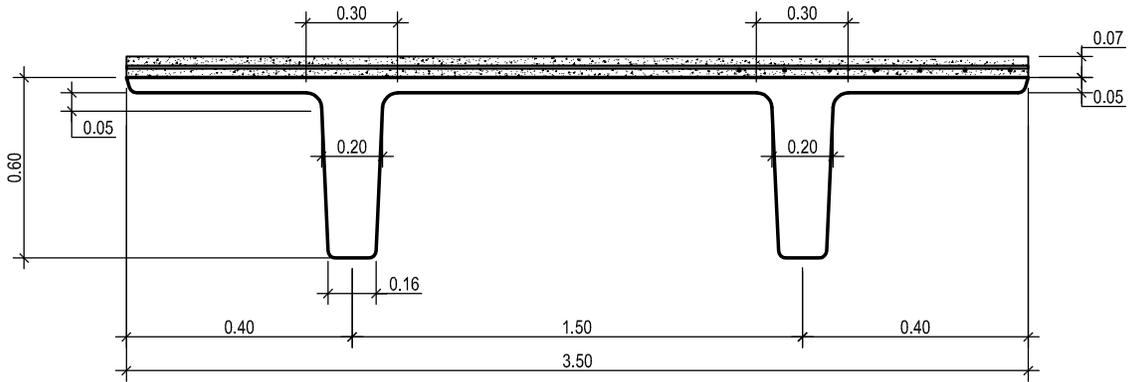
SE PUEDE UTILIZAR EN : ENTREPISOS Y TECHOS EN GENERAL
 EDIFICIOS DE APARTAMENTOS
 EDIFICIOS DE OFICINAS EN GENERAL



NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREEFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

HOJA
 16/50



DOBLE T - 60 - NERVIO A 1.50 m.

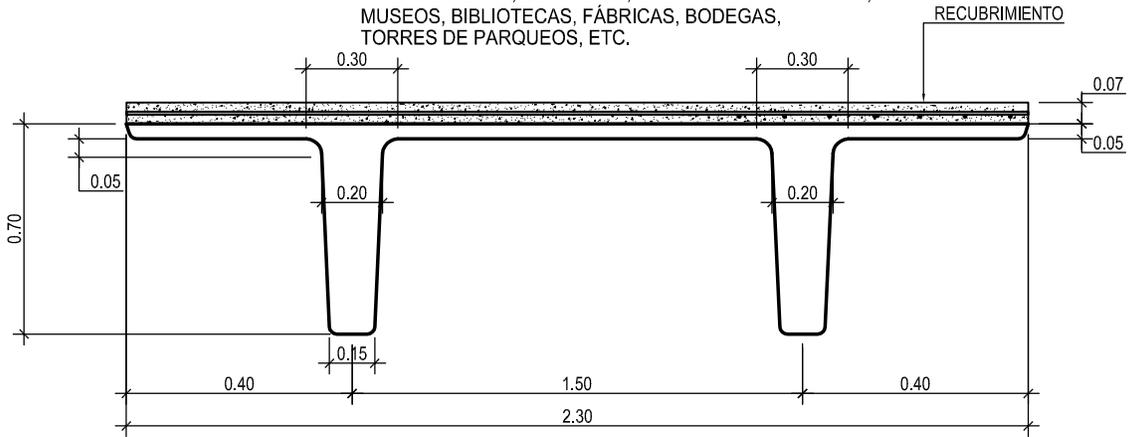
Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 14.50 m. - 550 Kg/ m²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI

ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN : SALÓN DE REUNIONES, IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, ETC.



DOBLE T - 70 - NERVIO A 1.50 m.

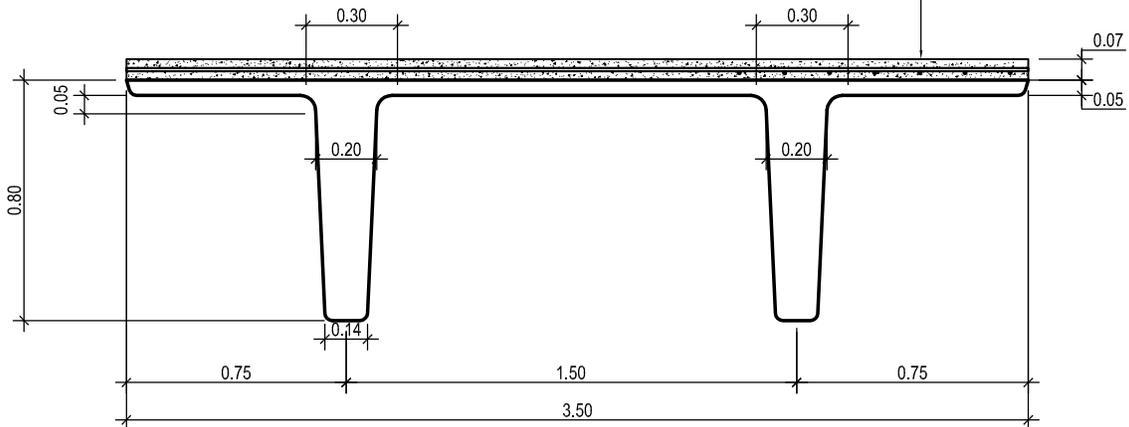
Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 16.50 m. - 550 Kg/ m²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI

ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN : SALONES DE REUNIONES, IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, ETC.



DOBLE T - 80 - NERVIO A 1.50 m.

Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 18.50 m. - 550 Kg/ m²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F'c 3550 PSI

ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

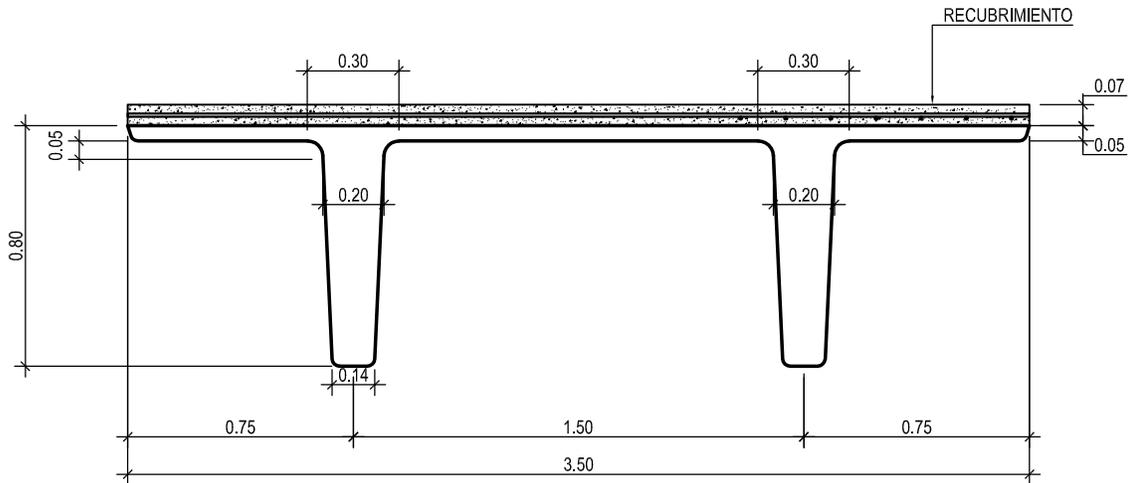
SE PUEDE UTILIZAR EN : SALONES DE REUNIONES, IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, ETC.

NOTA: LUZ RECOMENDADA SEGÚN FABRICANTE - CARGAS SEGÚN TABLA DE LA DIN

NOTA: PUEBLES VEHICULARES A 15.50

FUENTE : FOLLETO PROPORCIONADO POR COPRECA S.A.





DOBLE T - 90 - NERVIOS A 1.50 m.

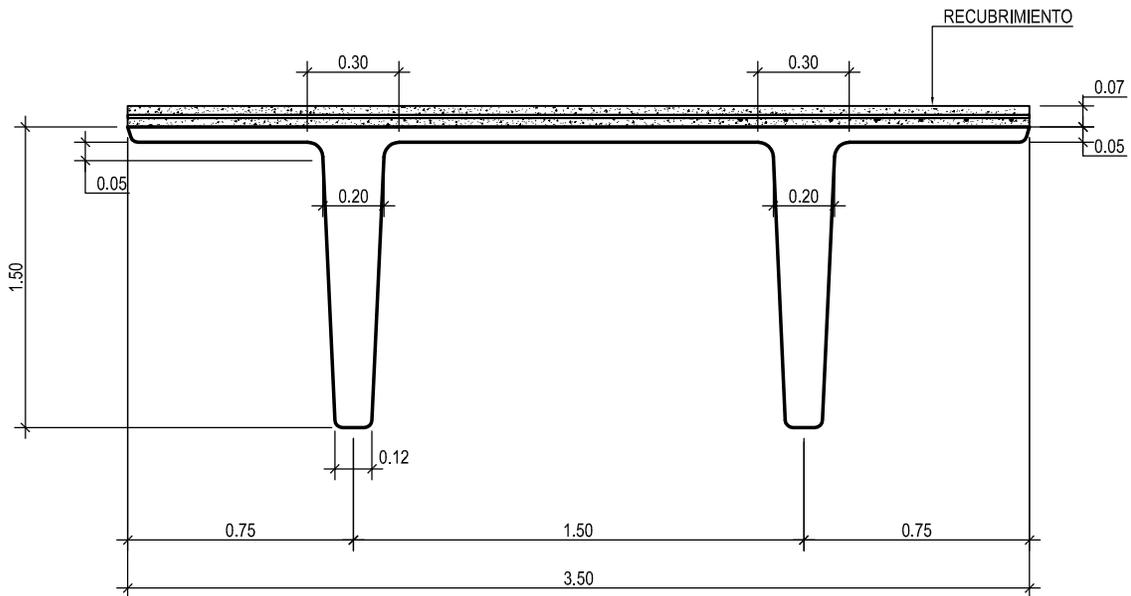
Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 19.50 m. - 550 Kg/ m²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F_c 3550 PSI

ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN : SALÓN DE REUNIONES - IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, PASARELAS PEATONALES, ETC.



DOBLE T - 100 - NERVIOS A 1.50 m.

Escala 1:25

LUZ RECOMENDADA SEGÚN TABLA DE FABRICANTE = 20.50 m. - 550 Kg/ m²

CONCRETO DE RECUBRIMIENTO F_c 3550 PSI

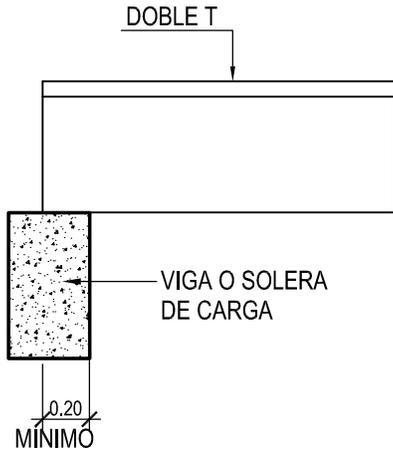
ACERO DE TEMPERATURA RECOMENDADO

SE PUEDE UTILIZAR EN : SALÓN DE REUNIONES - IGLESIAS, TEATROS,
SALÓN DE BAILE, GIMNASIOS, CENTROS COMERCIALES,
MUSEOS, BIBLIOTECAS, FÁBRICAS, BODEGAS,
TORRES DE PARQUEOS, PASARELAS PEATONALES, ETC.

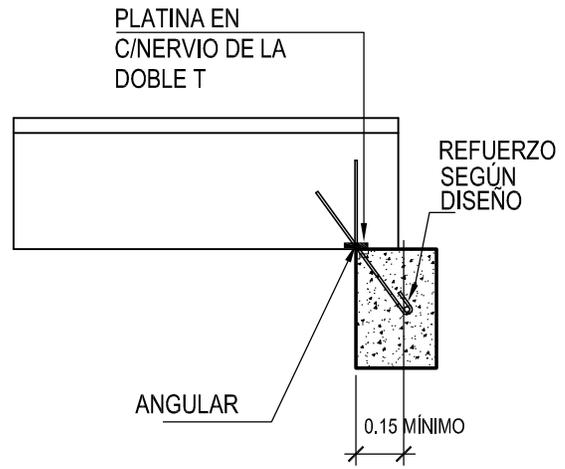
NOTA: PUENTES VEHICULARES HASTA 15.50 m. DE LUZ LIBRE AUMENTANDO EL PERALTE DE RECUBRIMIENTO.

FUENTE: FOLLETO PROPORCIONADO POR COPRECA S.A.

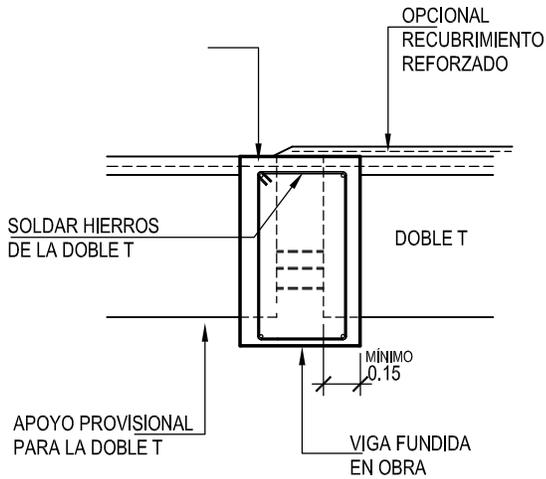




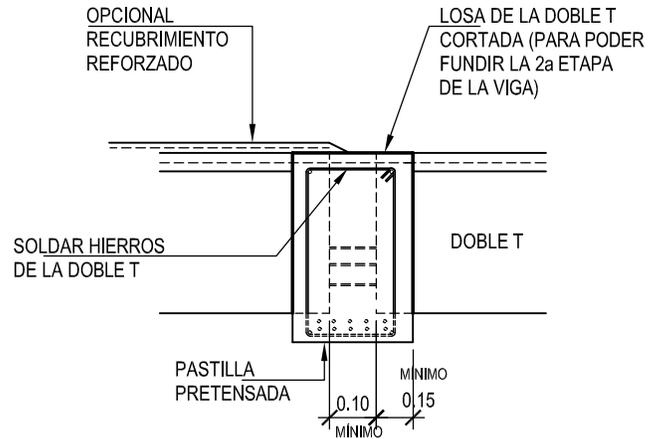
APOYO SIMPLE



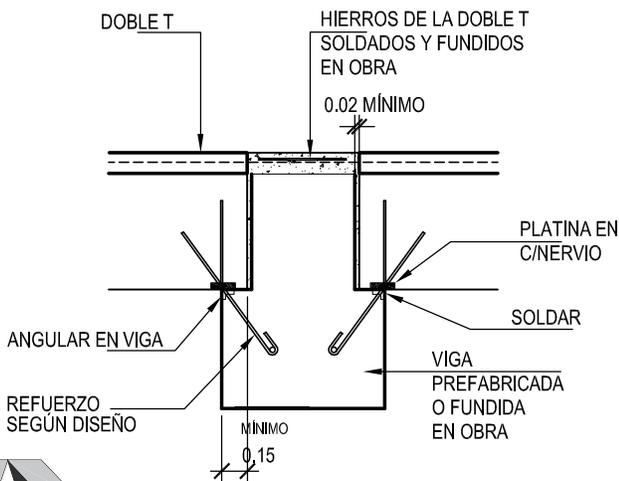
APOYO ANCLADO



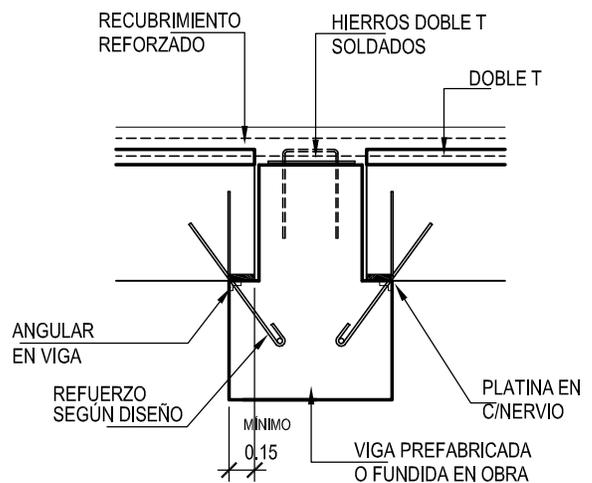
APOYO SEMI-EMPOTRADO



APOYO SEMI-EMPOTRADO

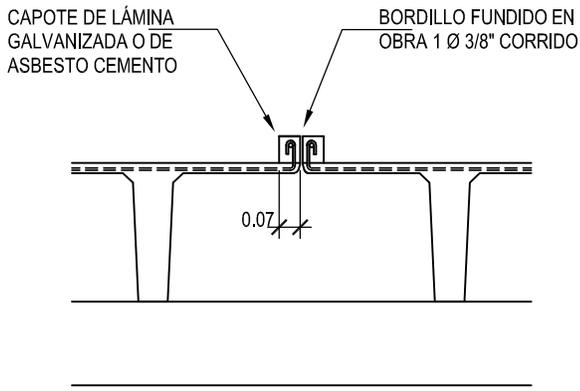


APOYO ANCLADO SOBRE VIGA T INVERTIDA

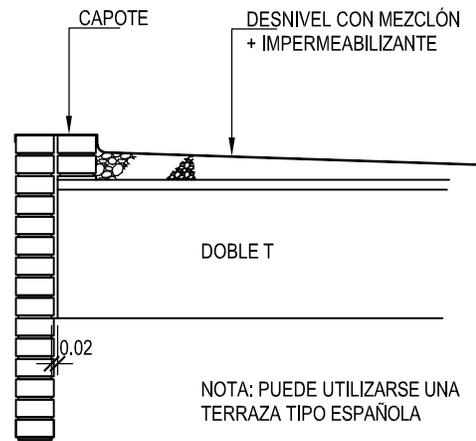


APOYO EMPOTRADO

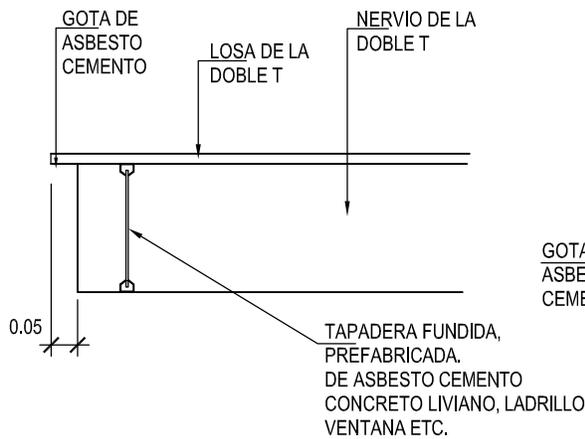




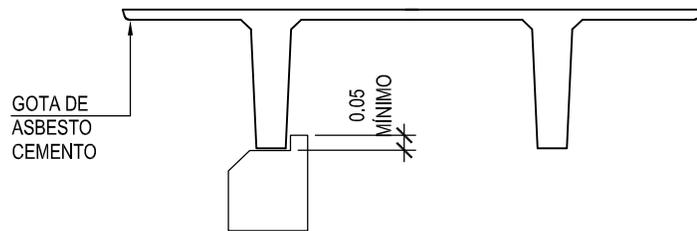
• REMATE - IMPERMEABILIZACIÓN
LOSA FINAL



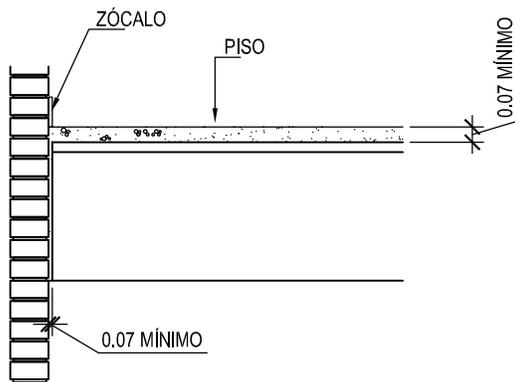
• REMATE - IMPERMEABILIZACIÓN
LOSA FINAL



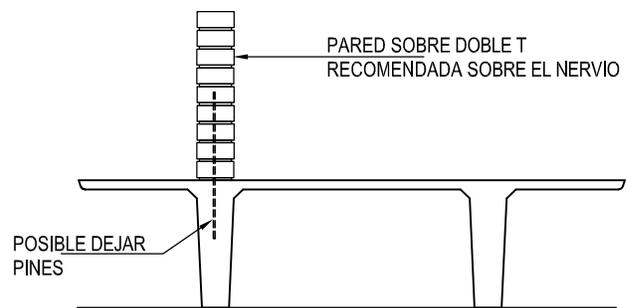
• REMATE FRONTAL



• REMATE LATERAL EVITANDO LA
PENETRACIÓN DE AGUA



• ENTREPISO OCULTAR DETALLE
PARA LA CIZA EN EL PISO



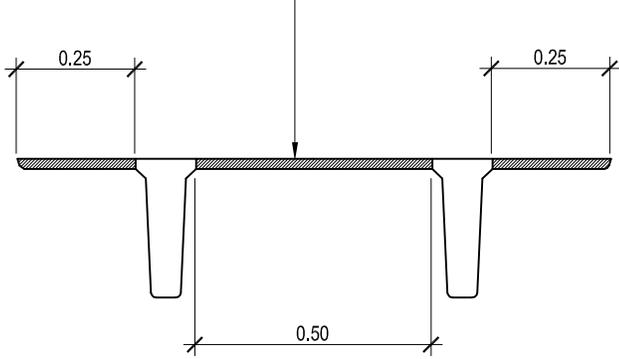
• ENTREPISO TABICACIÓN
SOBRE DOBLE T

NOTA: PARA PAREDES SOBRE DOBLE T
CONSULTAR AL FABRICANTE

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA



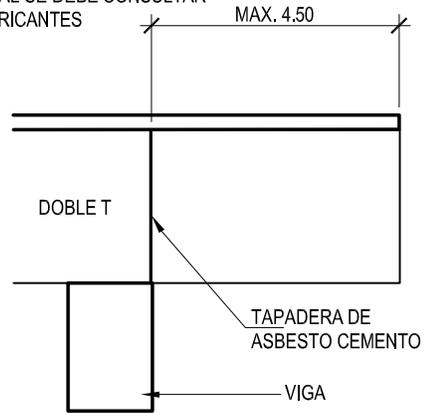
SE PUEDEN REALIZAR CORTES O PERFORACIONES EN LAS ZONAS INDICADAS CON HATCH, DE LOS EXTREMOS A 1/3 DE LA LUZ



NOTA: PARA CORTES LONGITUDINALES QUE PRODUZCAN UN SECCIÓN DIFERENTE CONSULTAR AL FABRICANTE

CORTE - PERFORACIONES

NOTA: LA SECCIÓN DOBLE T PERMITE EL USO DE VOLADIZO DE GRAN MAGNITUD PARA EL CUAL SE DEBE CONSULTAR A LOS FRABRICANTES

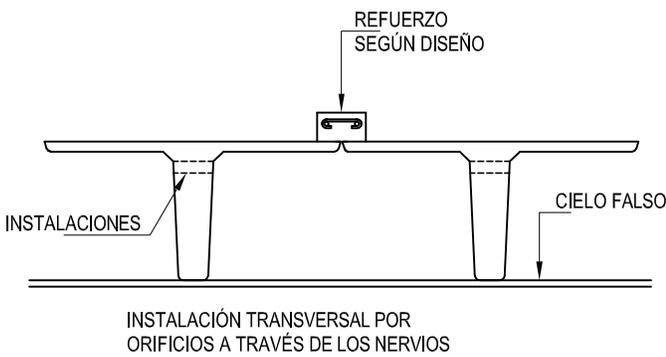
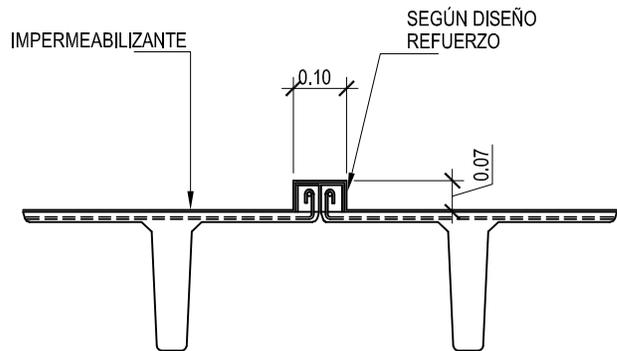


VOLADIZOS

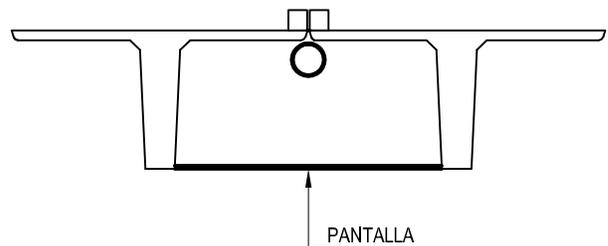
PLATINAS EN CADA ALETA DOBLE T SOLDADAS EN OBRA



UNIÓN ENTRE DOS DOBLE T



INSTALACIONES



INSTALACIONES



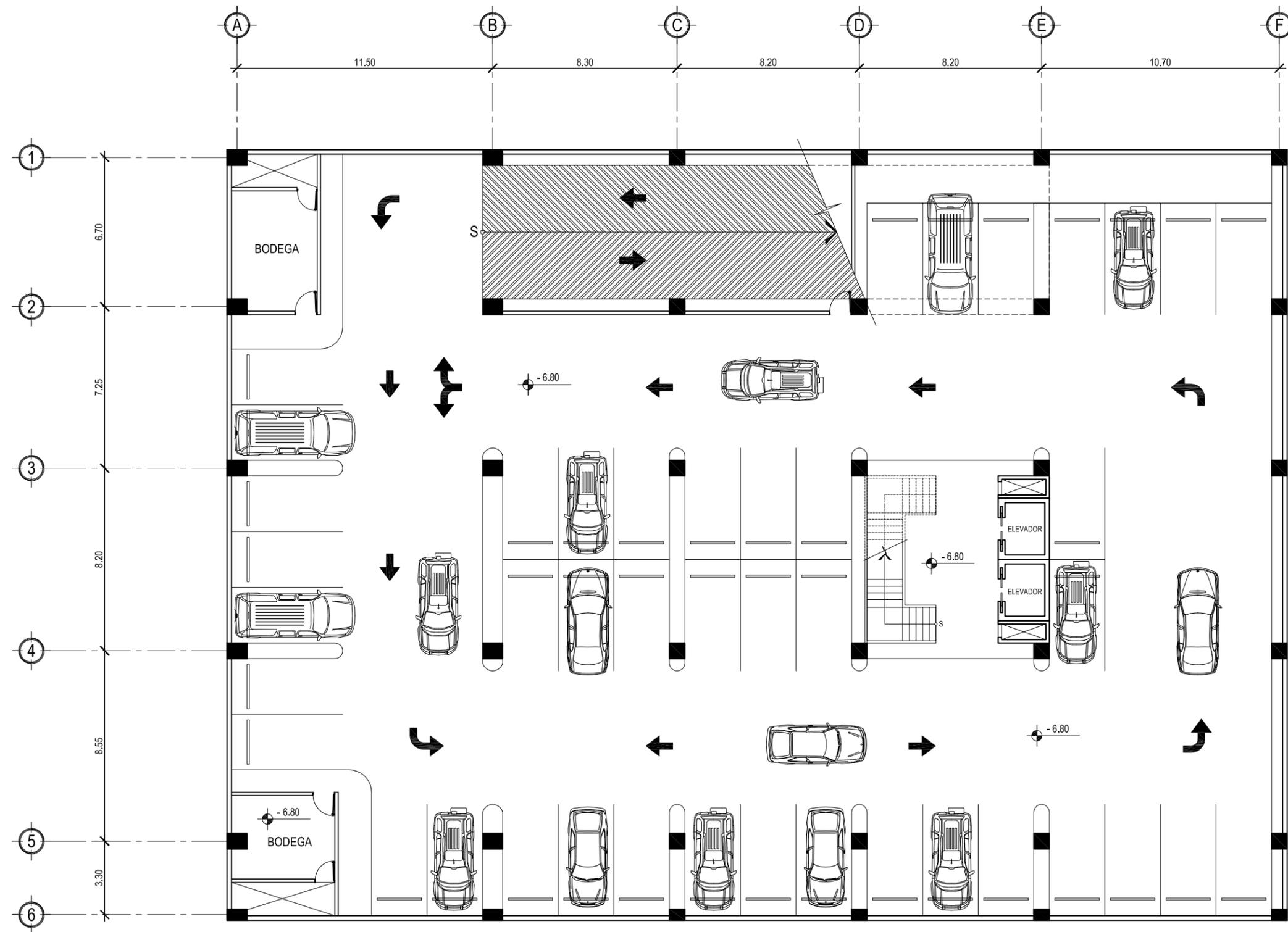
8. PLANOS DE PREFABRICADOS DE USO DE SPANCRETE Y DOBLE T EN “PROYECTO EJEMPLO”

A continuación se presentan los planos desarrollados en un “proyecto ejemplo”. En ellos se pueden apreciar los diferentes tipos de modulación y las diversas situaciones que se puedan presentar en el desarrollo de un diseño.

Los detalles que se resaltan son los siguientes:

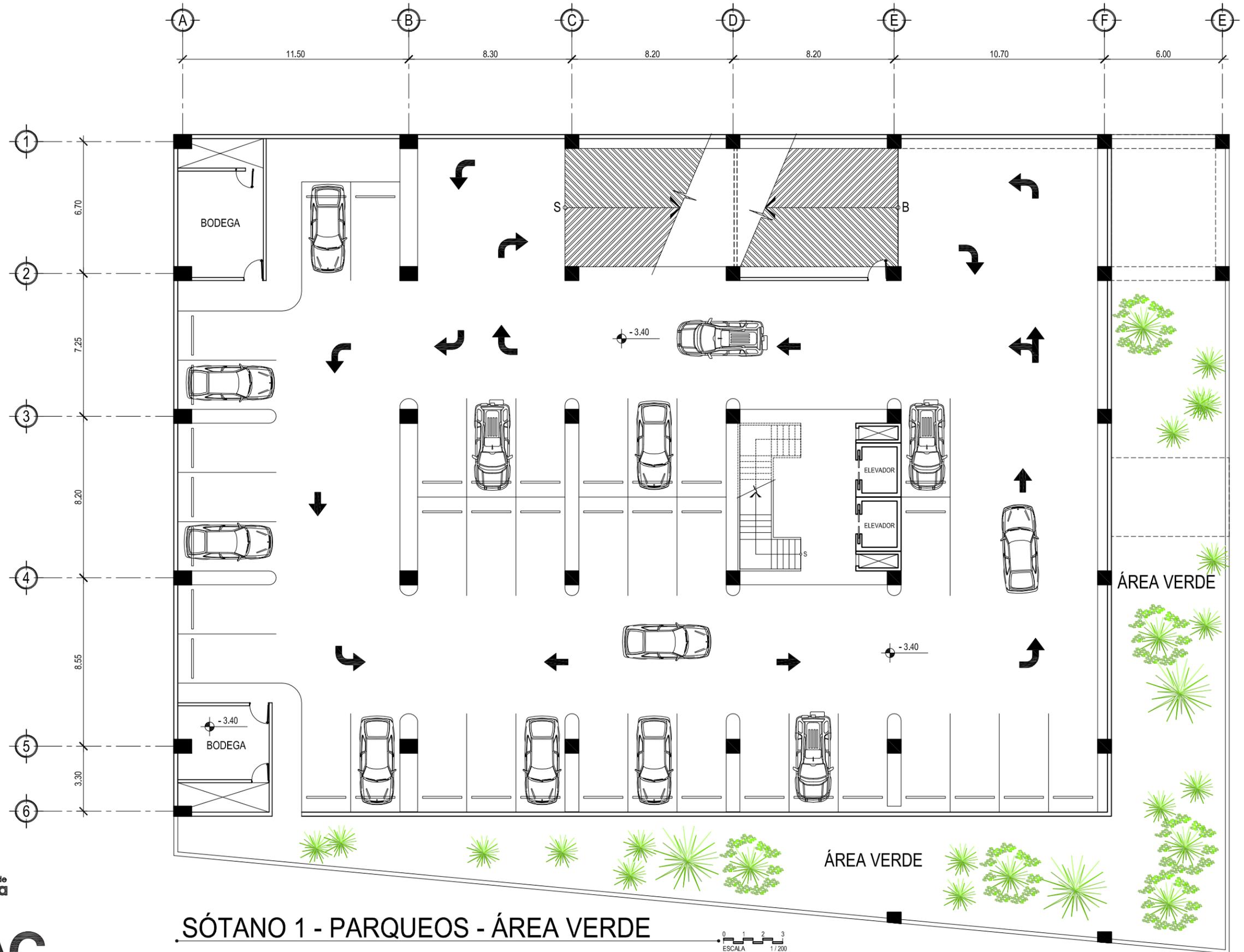
- Modulación de Spancrete como losa de entrepiso, losa final, muros de contención, muros perimetrales y muros de cerramiento vertical.
- Modulación de Doble T como entrepiso y losa final.
- Uso de Doble T para pasarelas peatonales.
- Uso de Doble T para rampas vehiculares.
- Detalles en general sobre los sistemas prefabricados de Spancrete y Doble T.

El proyecto consta de un edificio de dos sótanos y tres niveles de área de oficinas y se desarrolló con marcos estructurales de vigas y columnas de concreto. El forro de las fachadas está realizado en vidrio para apreciar de una mejor forma la losa y los muros prefabricados.



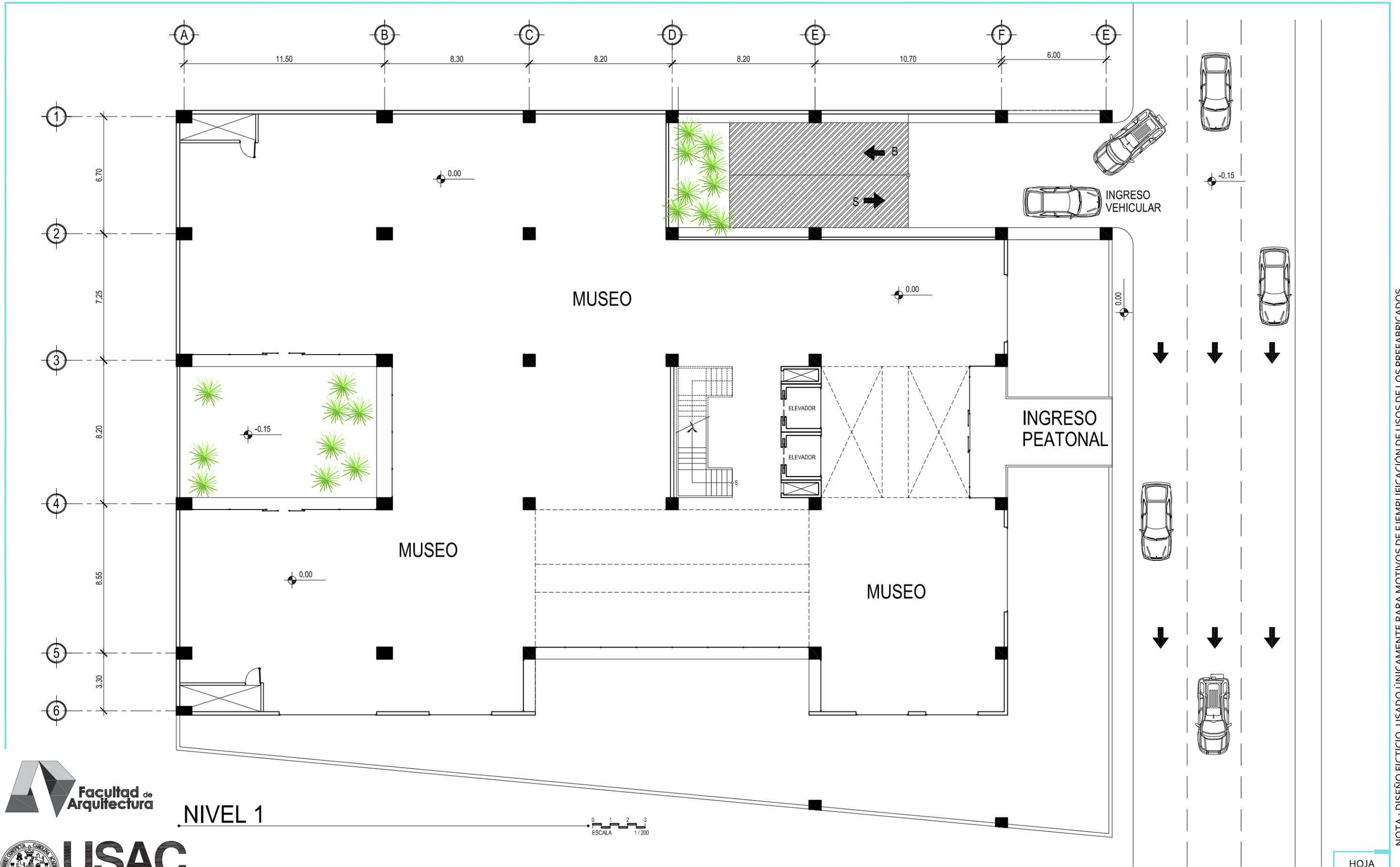
SÓTANO 2 - PARQUEOS





SÓTANO 1 - PARQUEOS - ÁREA VERDE

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

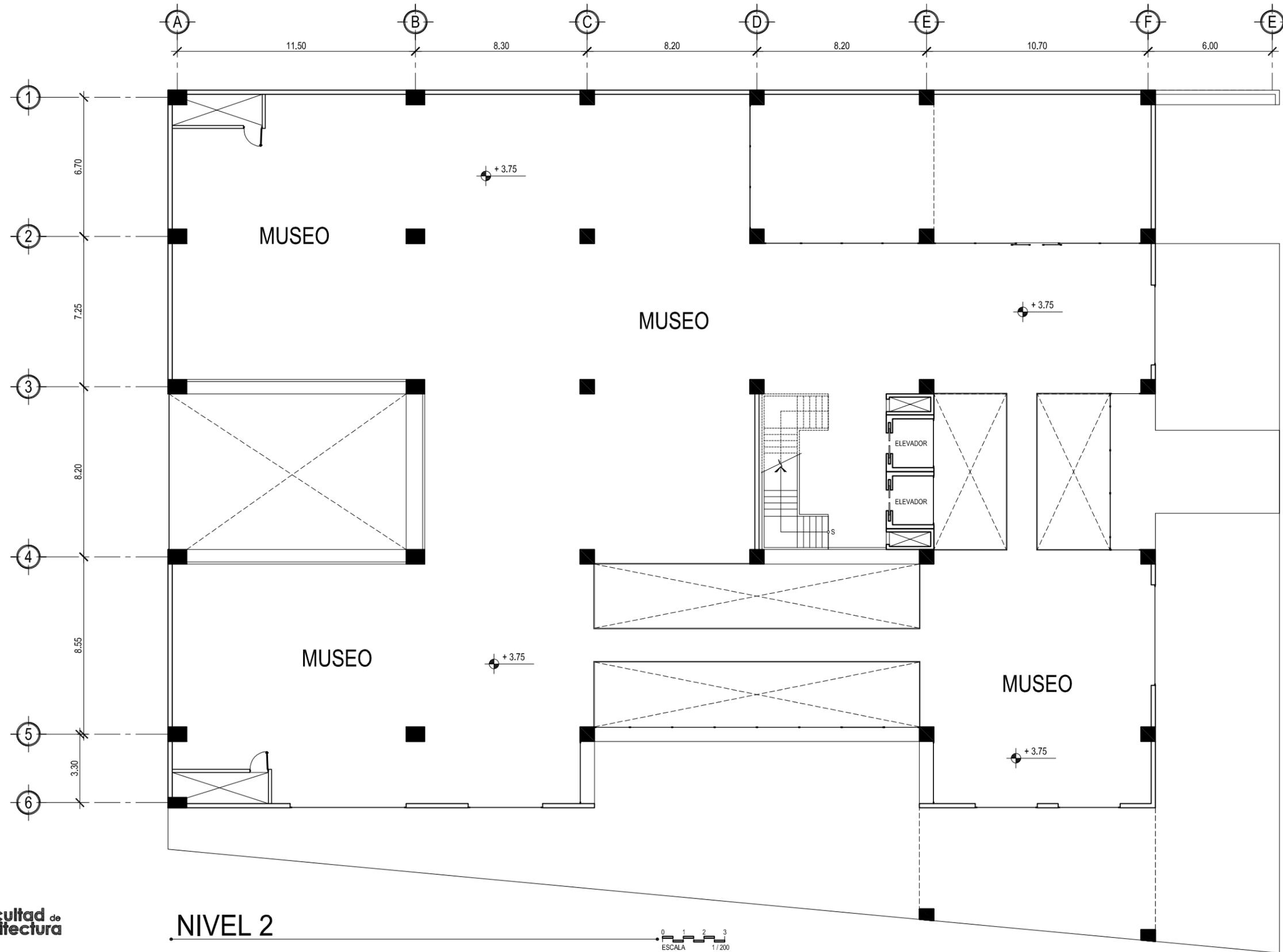


NIVEL 1

ESCALA 1/200

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

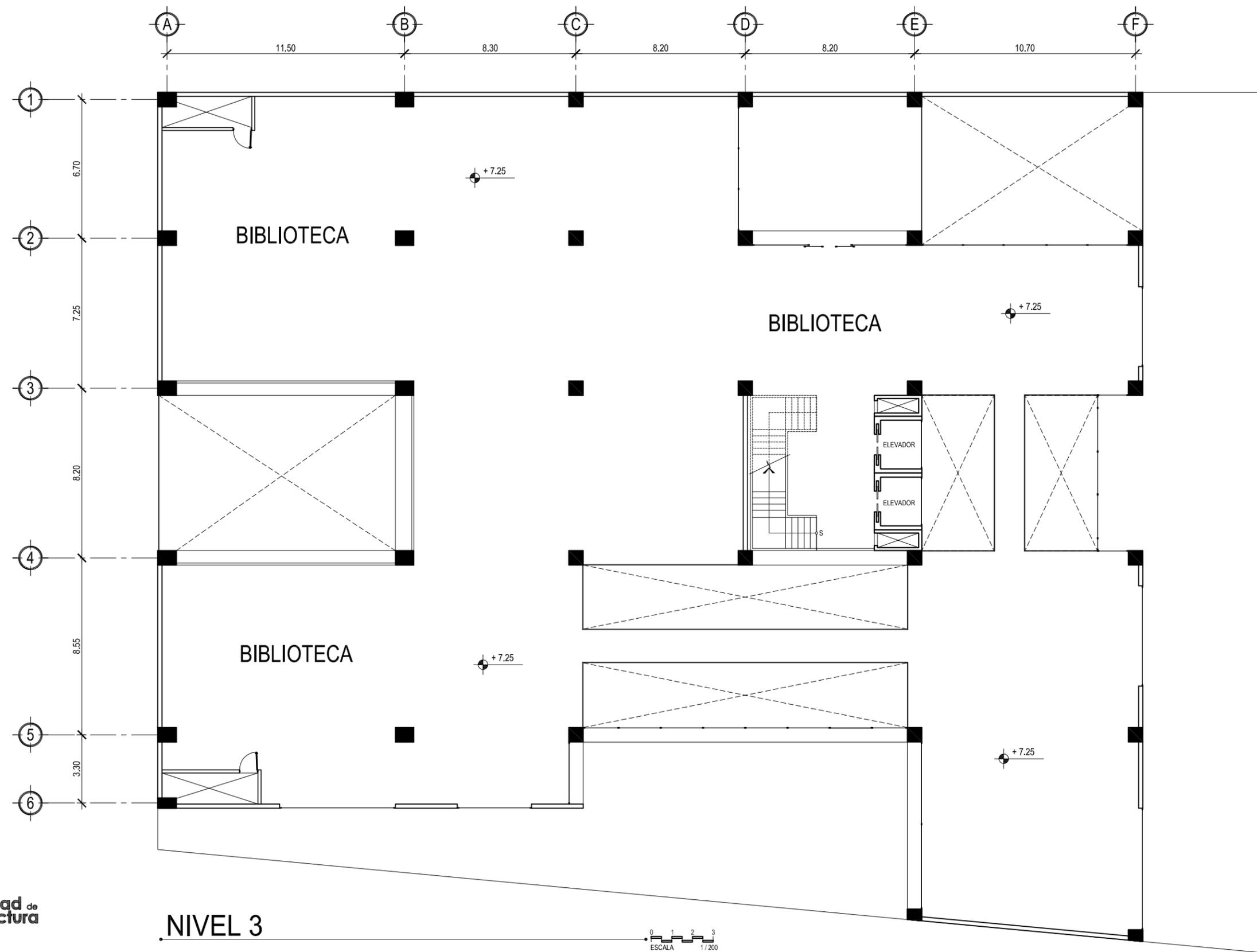
NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.



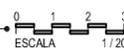
NIVEL 2

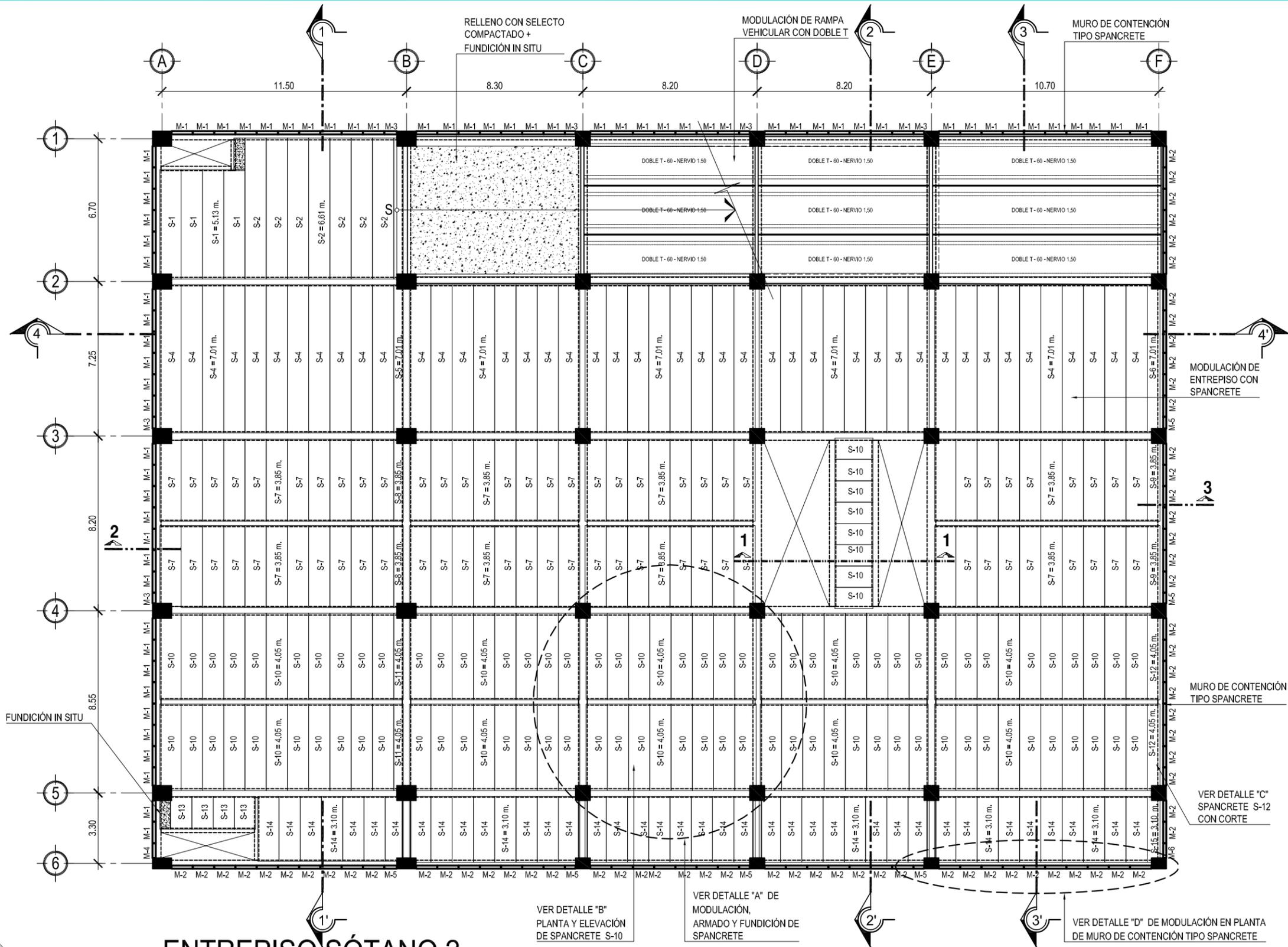
ESCALA 1/200





NIVEL 3





INDICA CORTE DE MURO

INDICA SECCIÓN ESTRUCTURAL

VER DETALLE

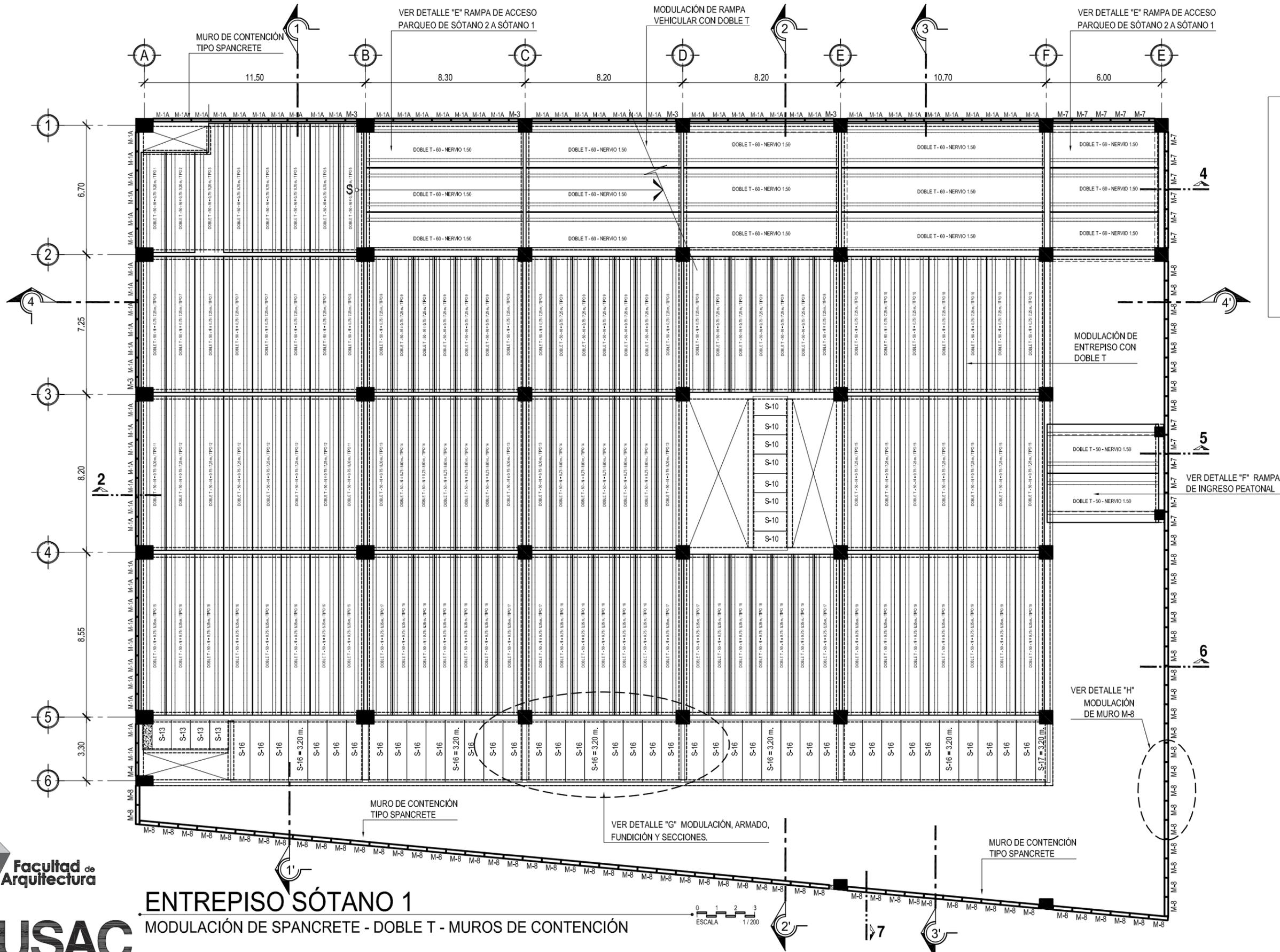
INDICA VER DETALLE A, B, C,

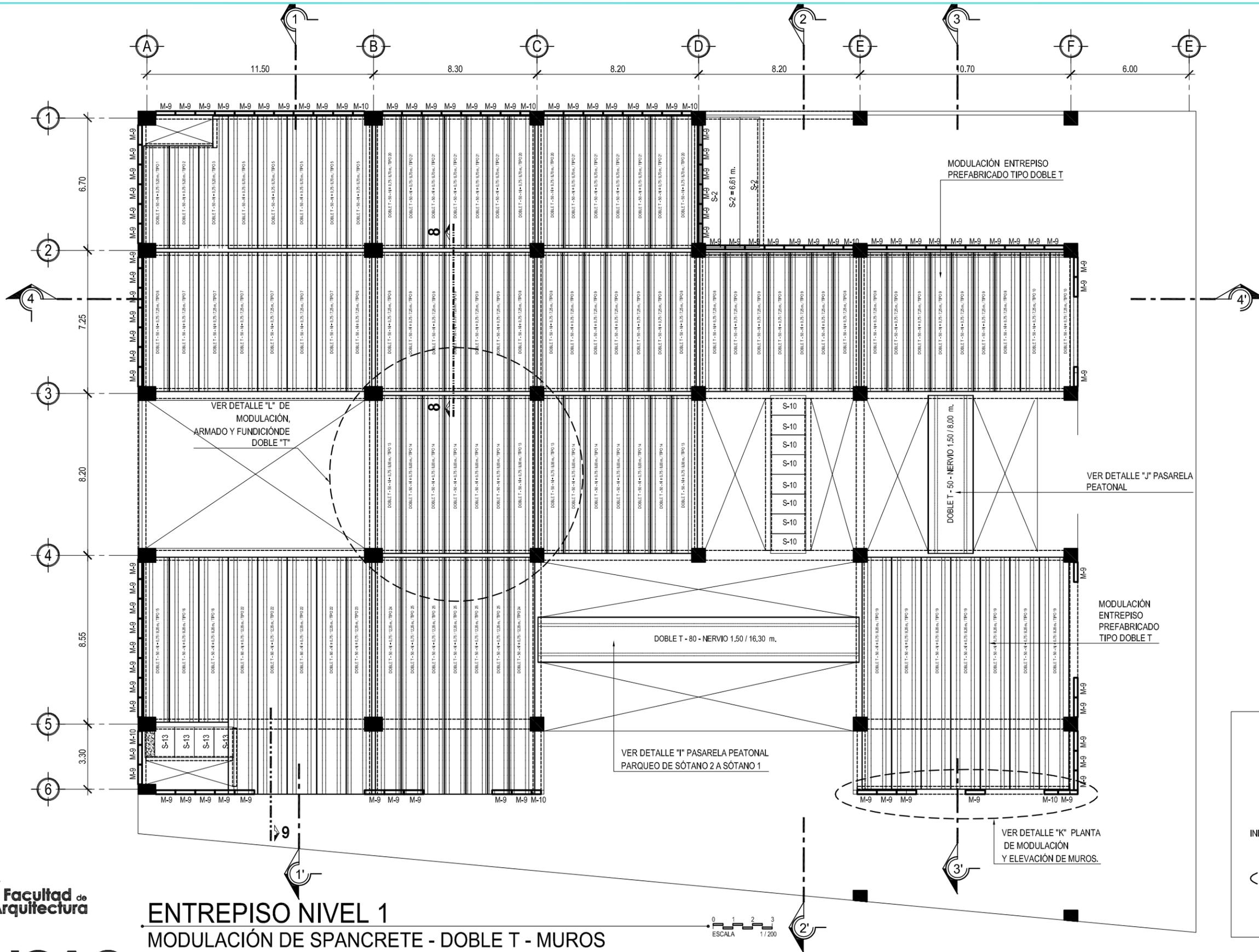
ENTREPISO SÓTANO 2
 MODULACIÓN DE SPANCRETE - DOBLE T - MUROS DE CONTENCIÓN

VER DETALLE "B" PLANTA Y ELEVACIÓN DE SPANCRETE S-10
 VER DETALLE "A" DE MODULACIÓN, ARMADO Y FUNDICIÓN DE SPANCRETE
 VER DETALLE "D" DE MODULACIÓN EN PLANTA DE MURO DE CONTENCIÓN TIPO SPANCRETE

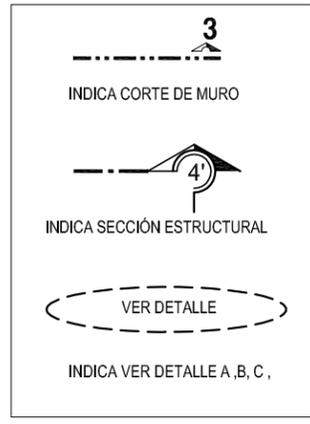
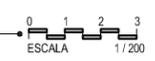


NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.

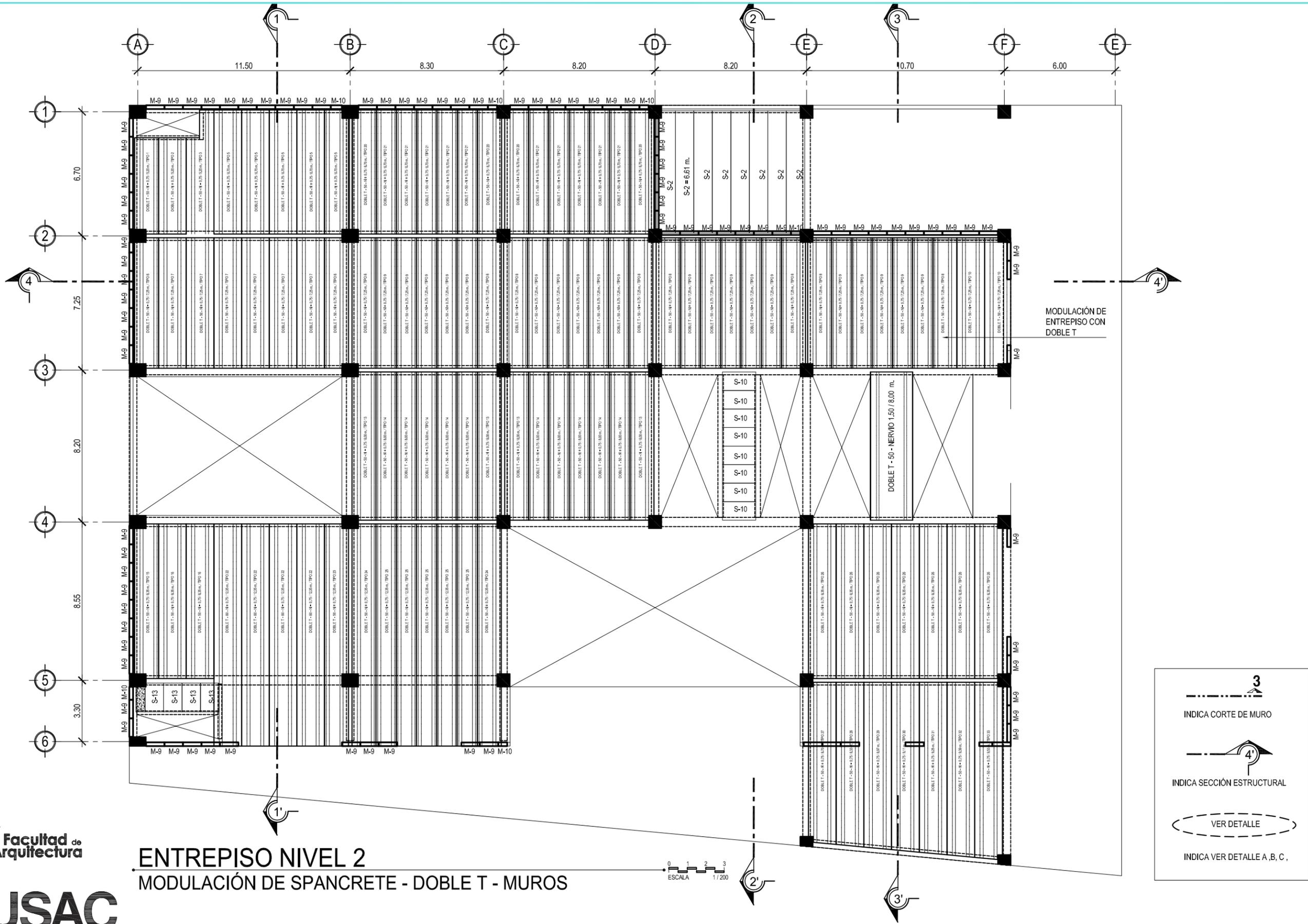




ENTREPISO NIVEL 1
MODULACIÓN DE SPANCRETE - DOBLE T - MUROS

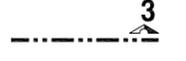
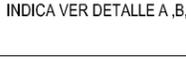


NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.



MODULACIÓN DE ENTREPISO CON DOBLE T

DOBLE T - 50 - NERVO 1,50 / 8,00 m.

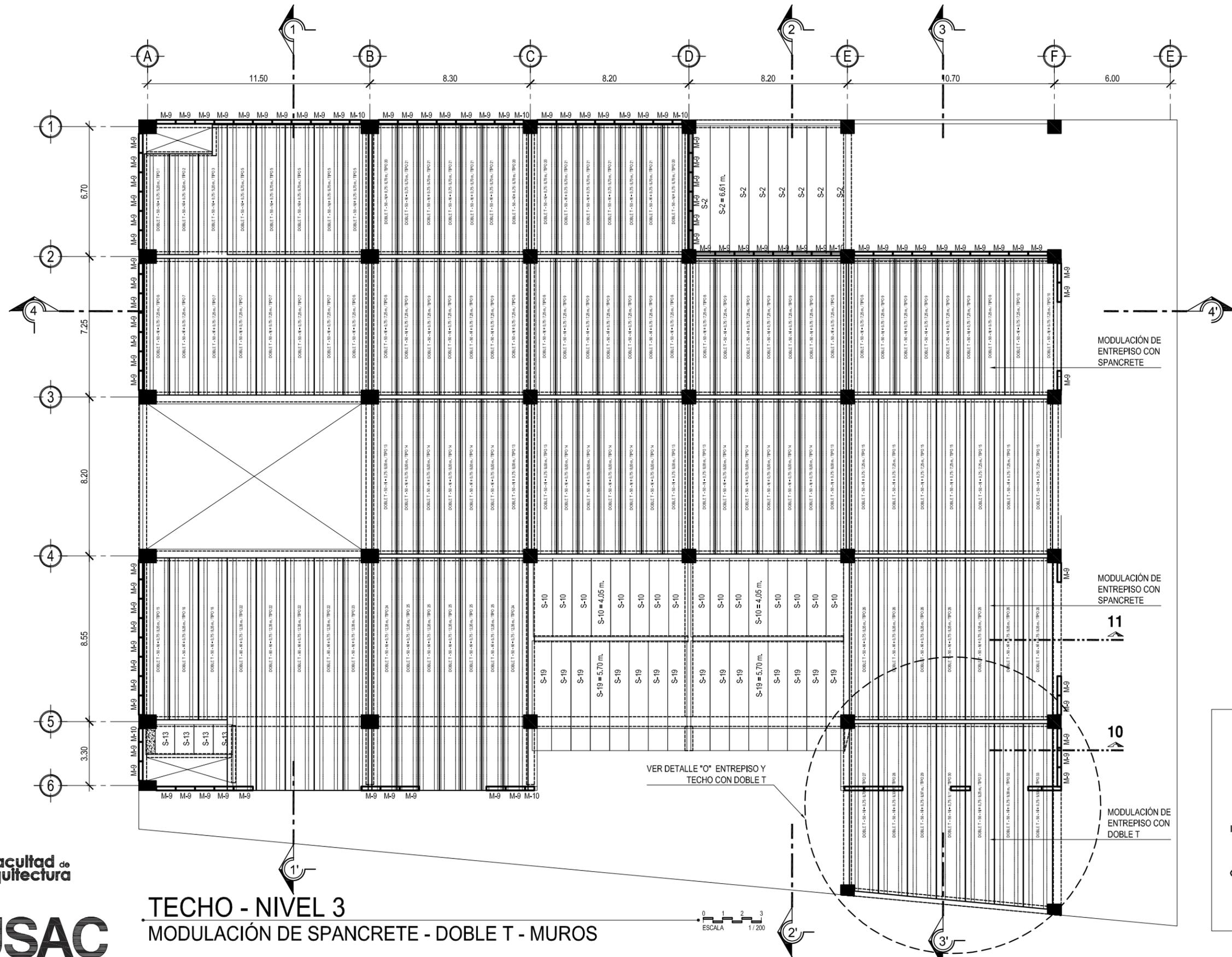
-  INDICA CORTE DE MURO
-  INDICA SECCIÓN ESTRUCTURAL
-  VER DETALLE
-  INDICA VER DETALLE A, B, C.

ENTREPISO NIVEL 2
MODULACIÓN DE SPANCRETE - DOBLE T - MUROS

ESCALA 1/200



NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.



TECHO - NIVEL 3
MODULACIÓN DE SPANCRETE - DOBLE T - MUROS

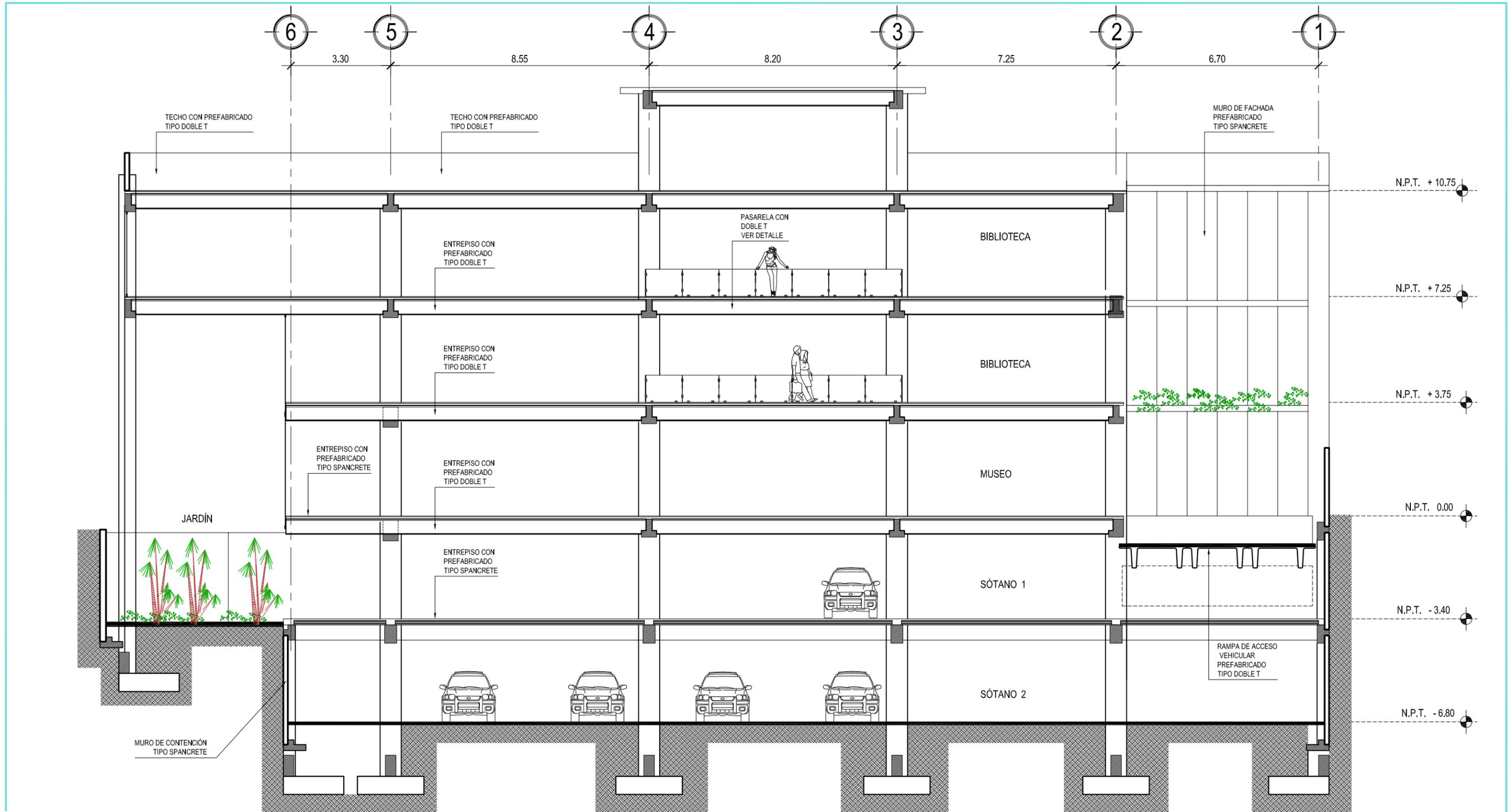
PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

Legend for architectural symbols:

- INDICA CORTE DE MURO (Indicates wall cut)
- INDICA SECCIÓN ESTRUCTURAL (Indicates structural section)
- VER DETALLE (See detail)
- INDICA VER DETALLE A, B, C (Indicates see detail A, B, C)



NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.



SECCIÓN TRASVERSAL 1 - 1'

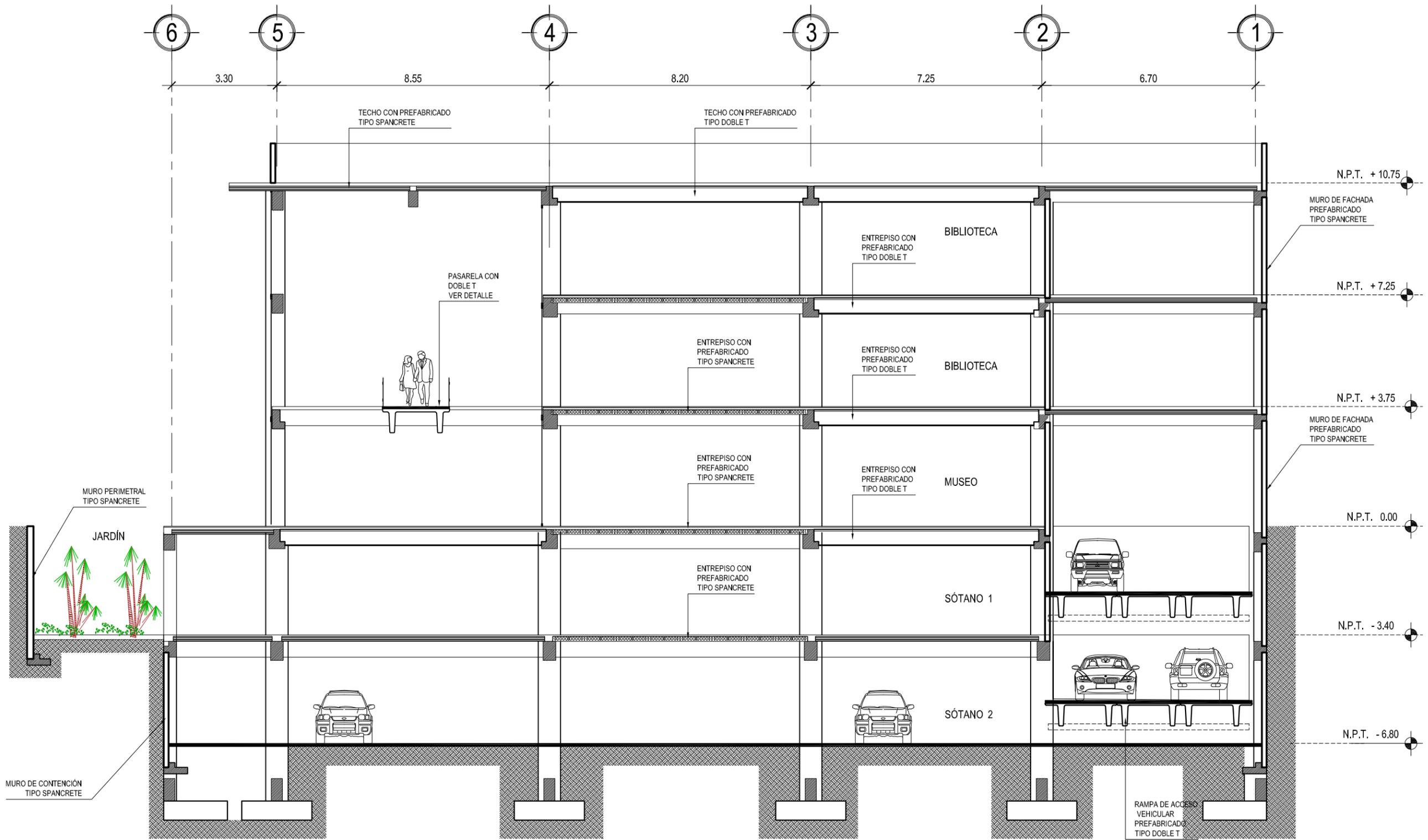
ENTREPISOS - TECHOS - MUROS PREFABRICADOS - SPANCRETE Y DOBLE T

0 1 2 3
ESCALA 1/125

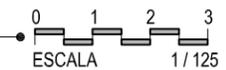


NOTA : CIMENTACIÓN - VIGAS DE AMARRE - COLUMNAS - VIGAS - MUROS DE CONTENCIÓN ENTREPISOS Y TECHOS DEBERÁN SER DISEÑADOS POR INGENIERO ESTRUCTURAL

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA



SECCIÓN TRASVERSAL 2 - 2'
ENTREPISOS - TECHOS - MUROS PREFABRICADOS - SPANCRETE Y DOBLE T

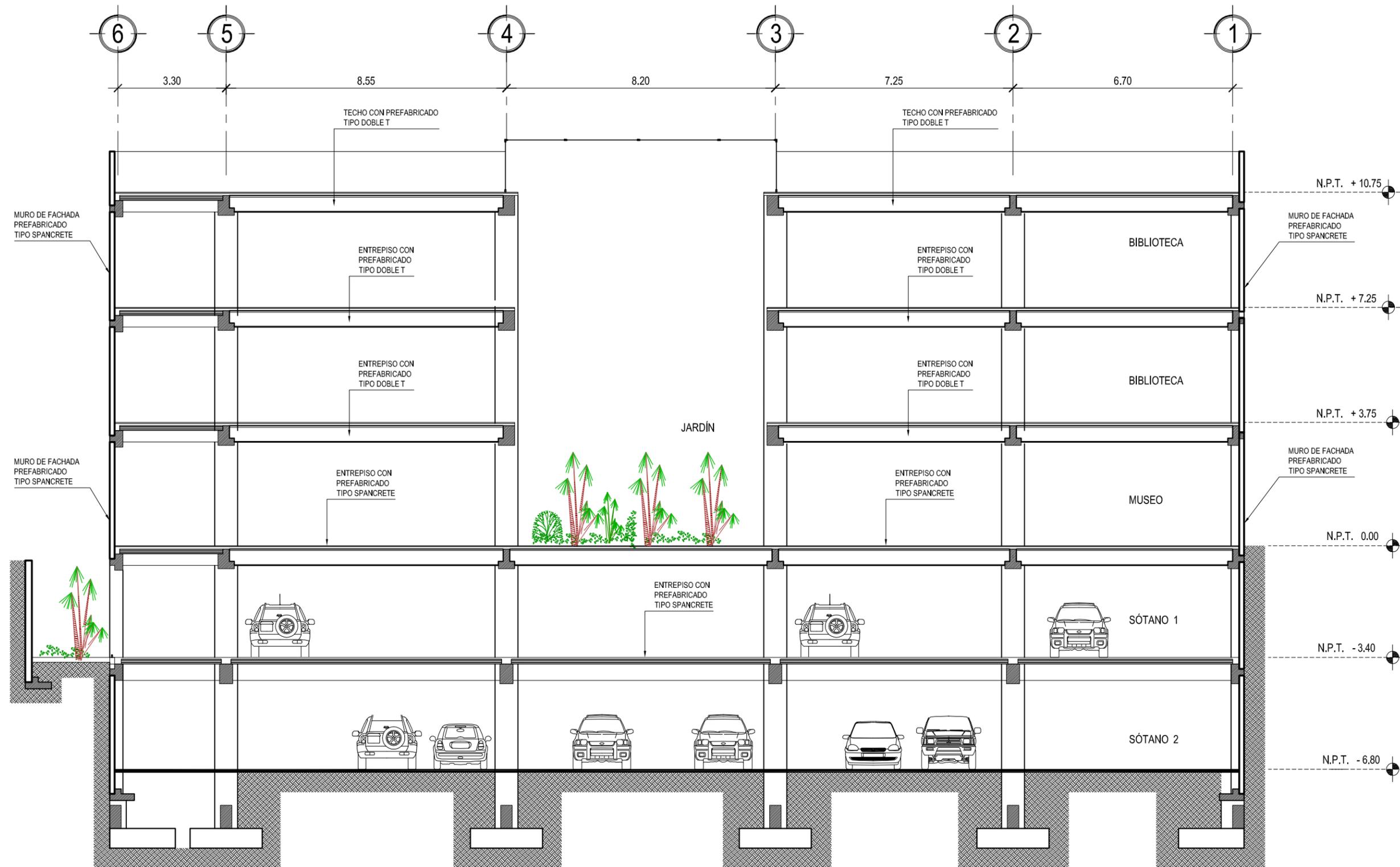


NOTA : CIMENTACIÓN - VIGAS DE AMARRE - COLUMNAS - VIGAS - MUROS DE CONTENCIÓN ENTREPISOS Y TECHOS DEBERÁN SER DISEÑADOS POR INGENIERO ESTRUCTURAL

PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA

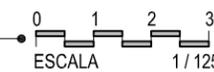


NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.



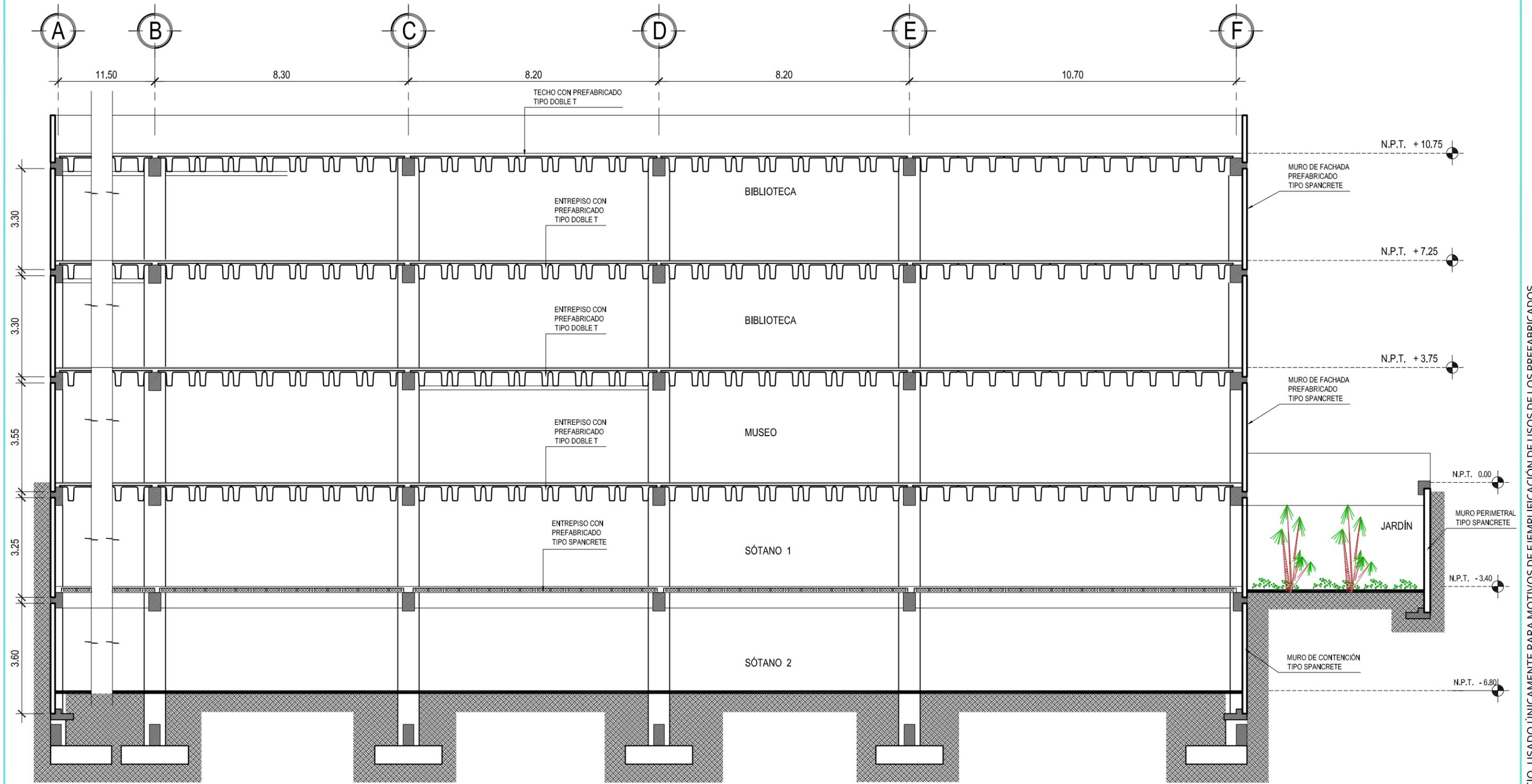
SECCIÓN TRASVERSAL 3 - 3'

ENTREPISOS - TECHOS - MUROS PREFABRICADOS - SPANCRETE Y DOBLE T

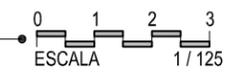


NOTA : CIMENTACIÓN - VIGAS DE AMARRE - COLUMNAS - VIGAS - MUROS DE CONTENCIÓN ENTREPISOS Y TECHOS DEBERÁN SER DISEÑADOS POR INGENIERO ESTRUCTURAL



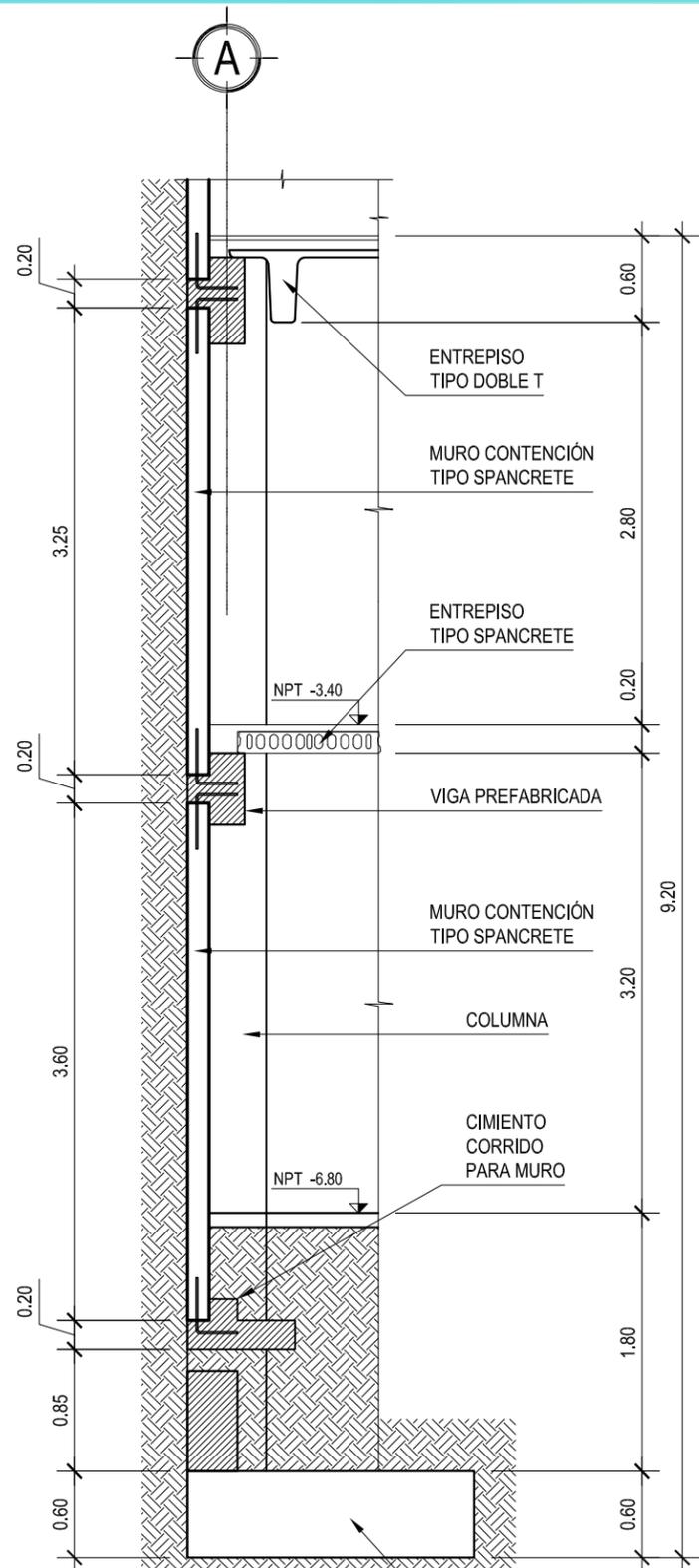


SECCIÓN LONGITUDINAL 4 - 4'
 ENTREPISOS - TECHOS - MUROS PREFABRICADOS - SPANCRETE Y DOBLE T



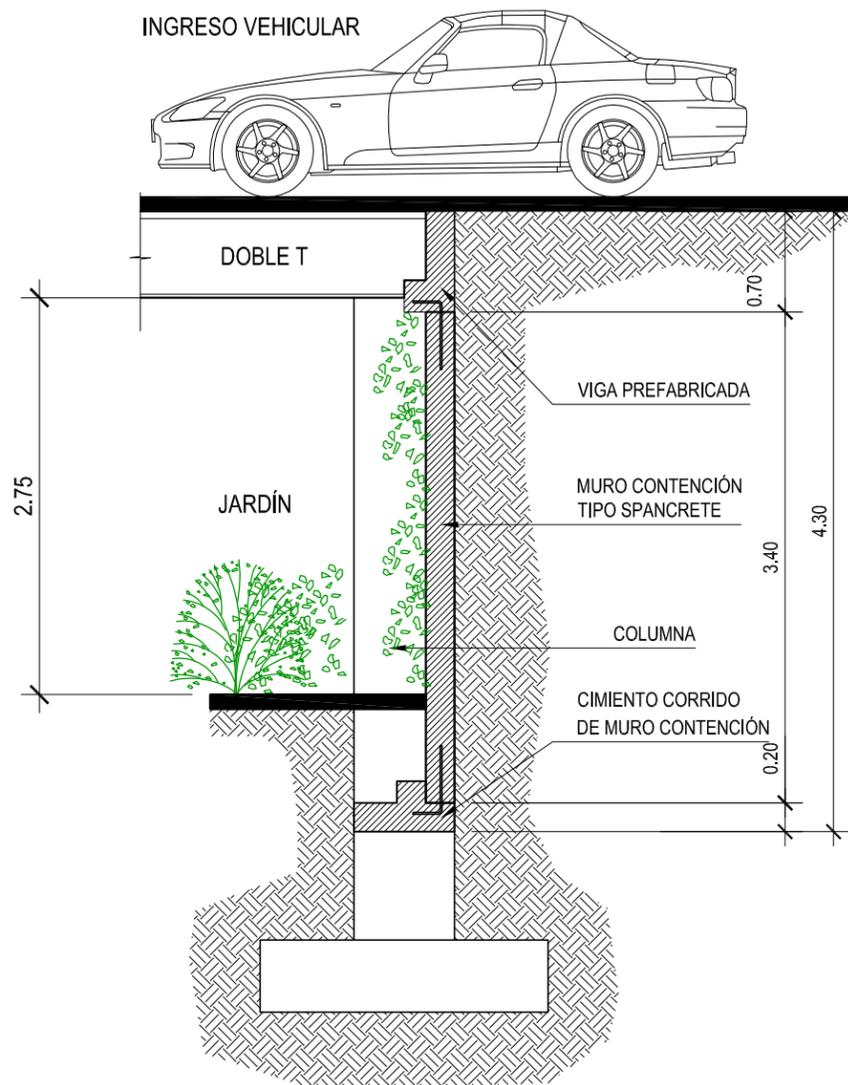
NOTA : CIMENTACIÓN - VIGAS DE AMARRE - COLUMNAS - VIGAS - MUROS DE CONTENCIÓN ENTREPISOS Y TECHOS DEBERÁN SER DISEÑADOS POR INGENIERO ESTRUCTURAL





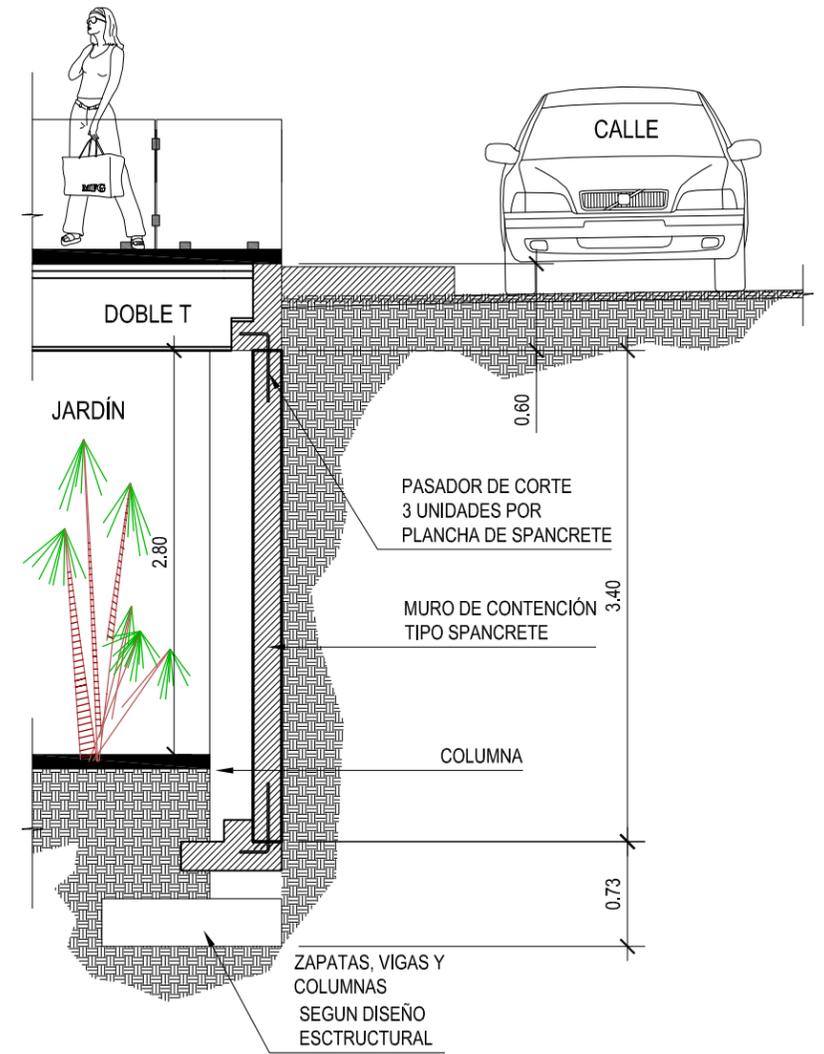
ZAPATAS, VIGAS Y COLUMNAS
SEGUN DISEÑO ESTRUCTURAL

SECCIÓN 2
MURO DE CONTENCIÓN Escala 1:50



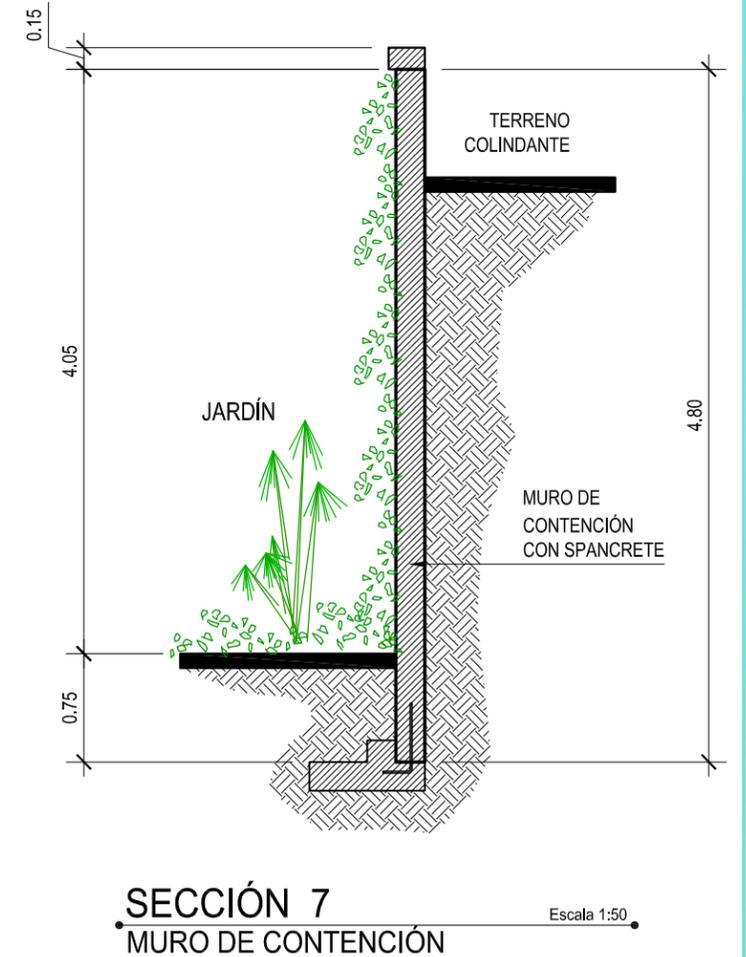
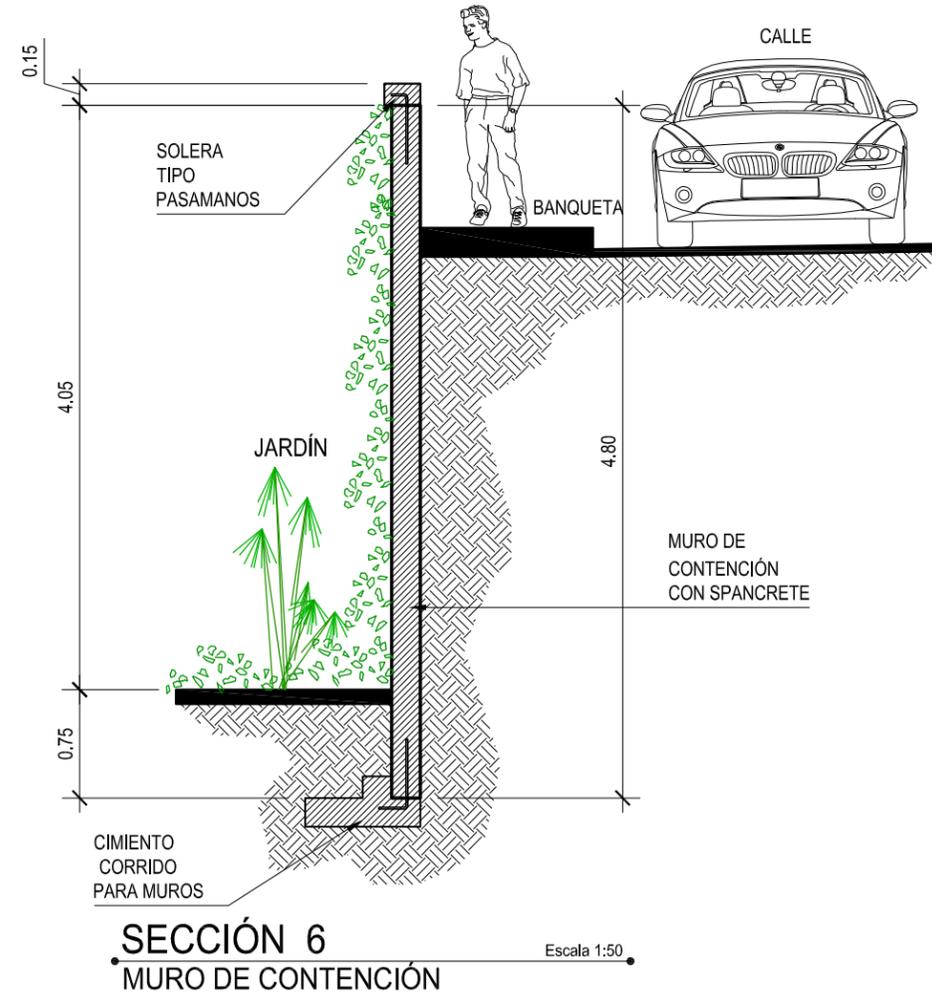
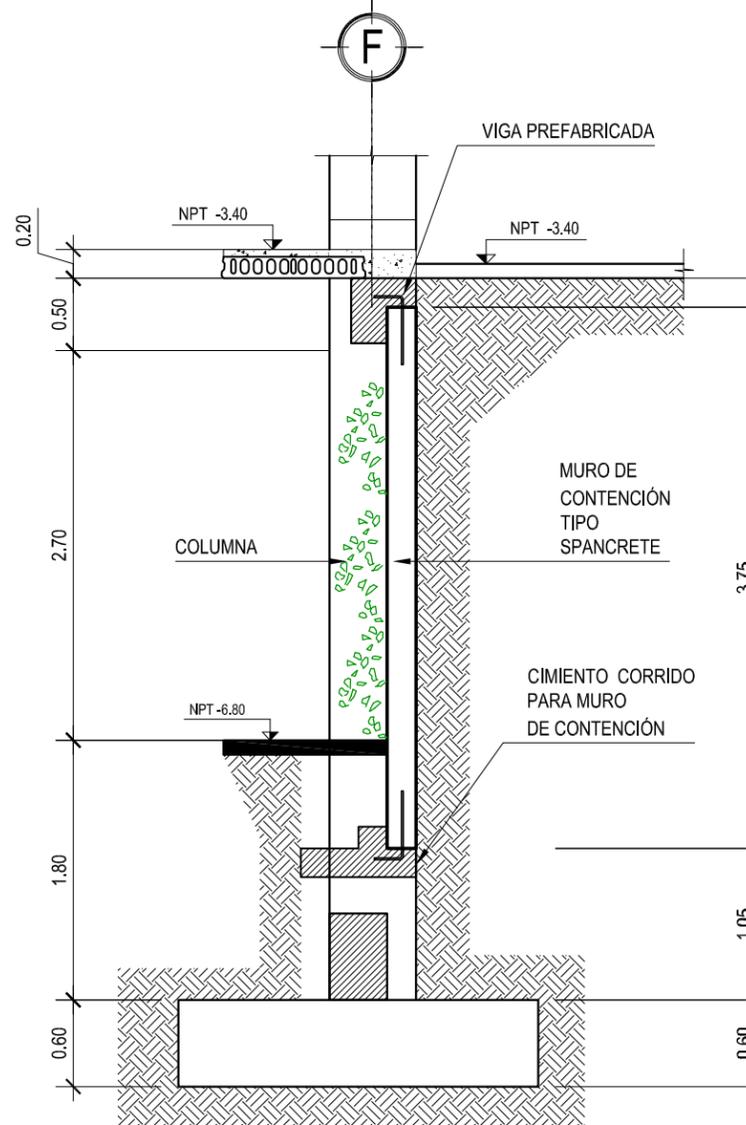
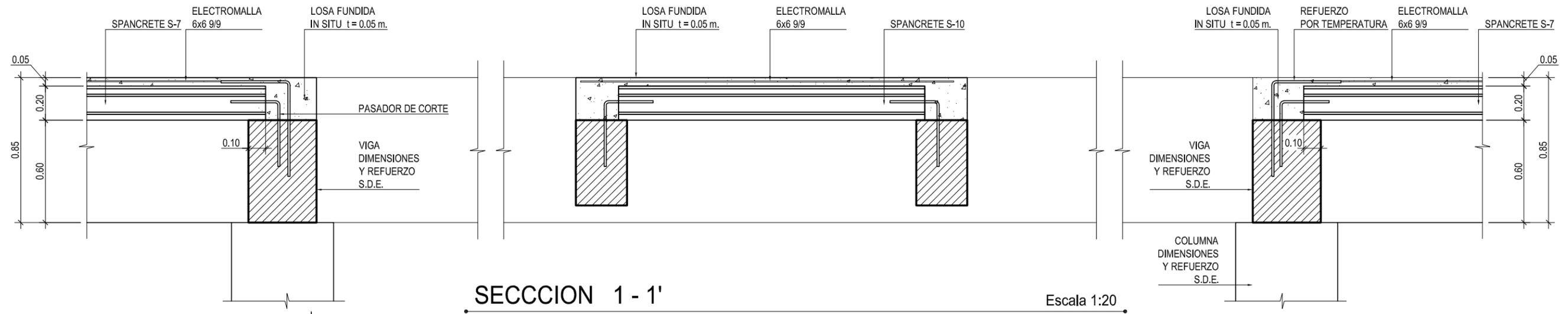
SECCIÓN 4

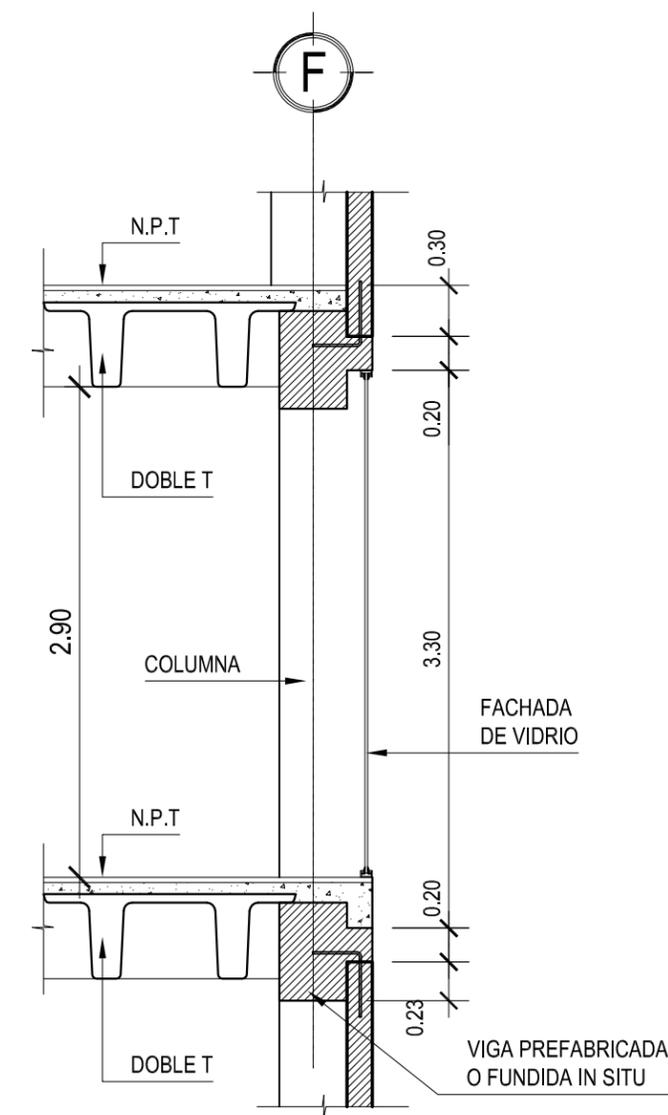
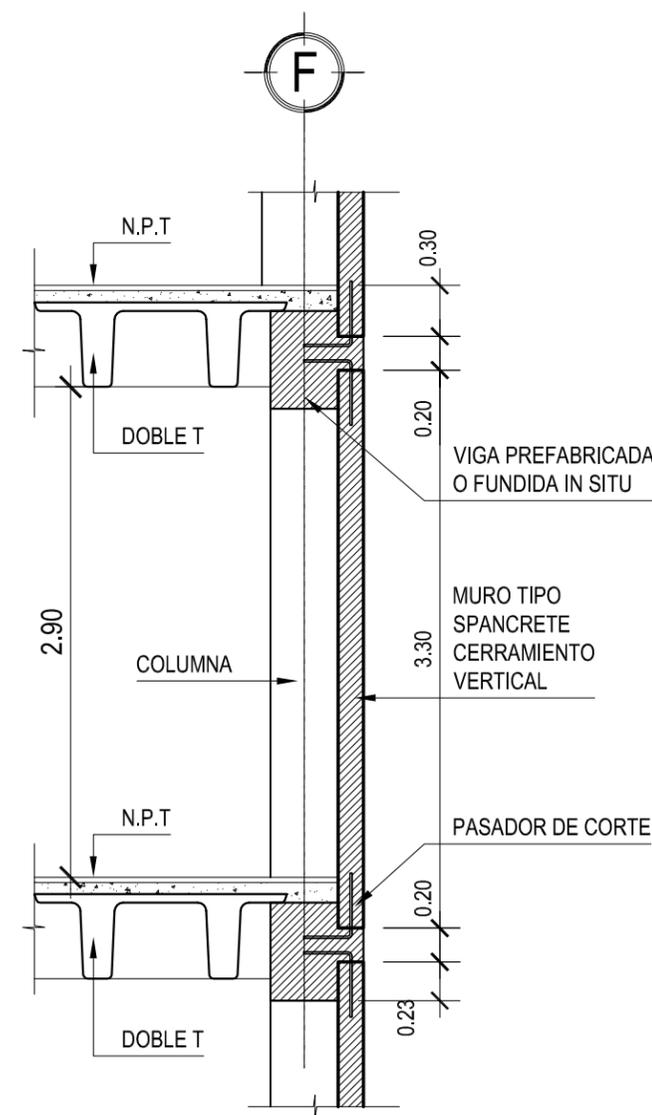
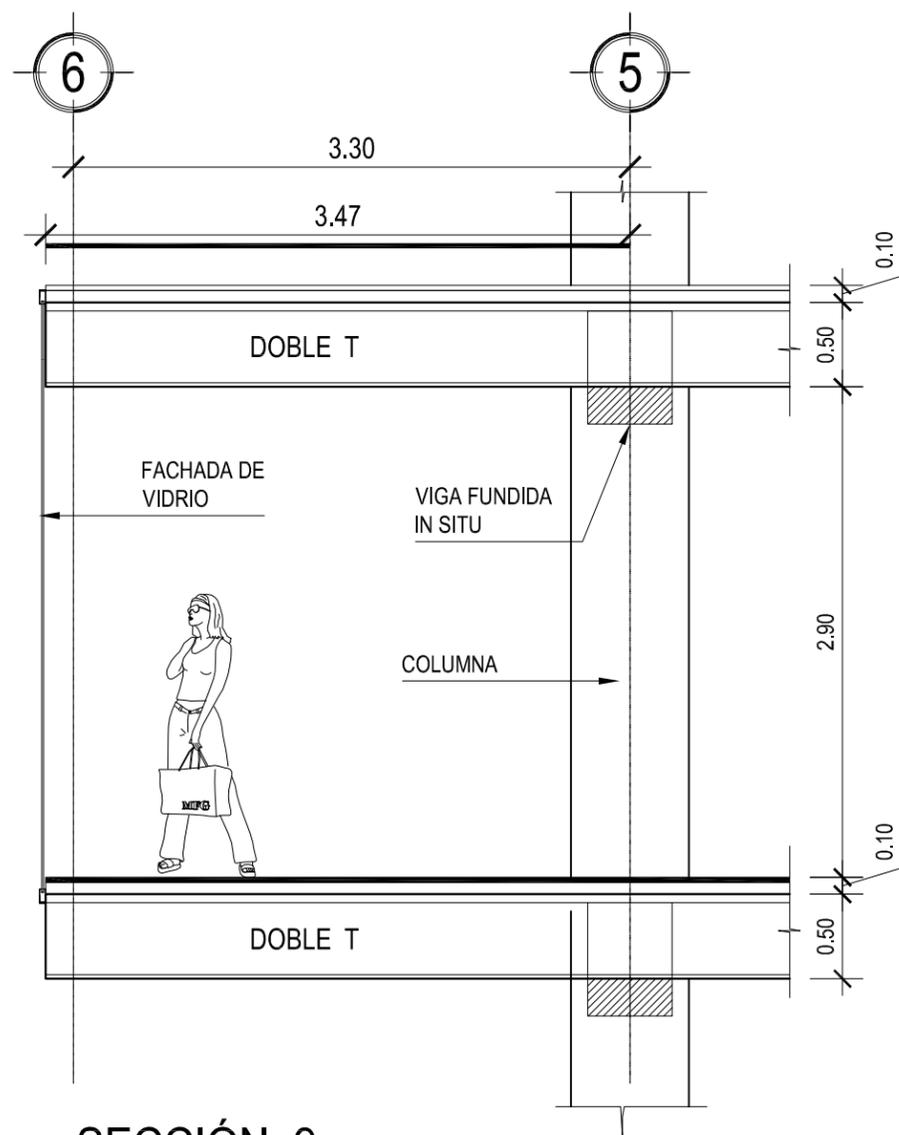
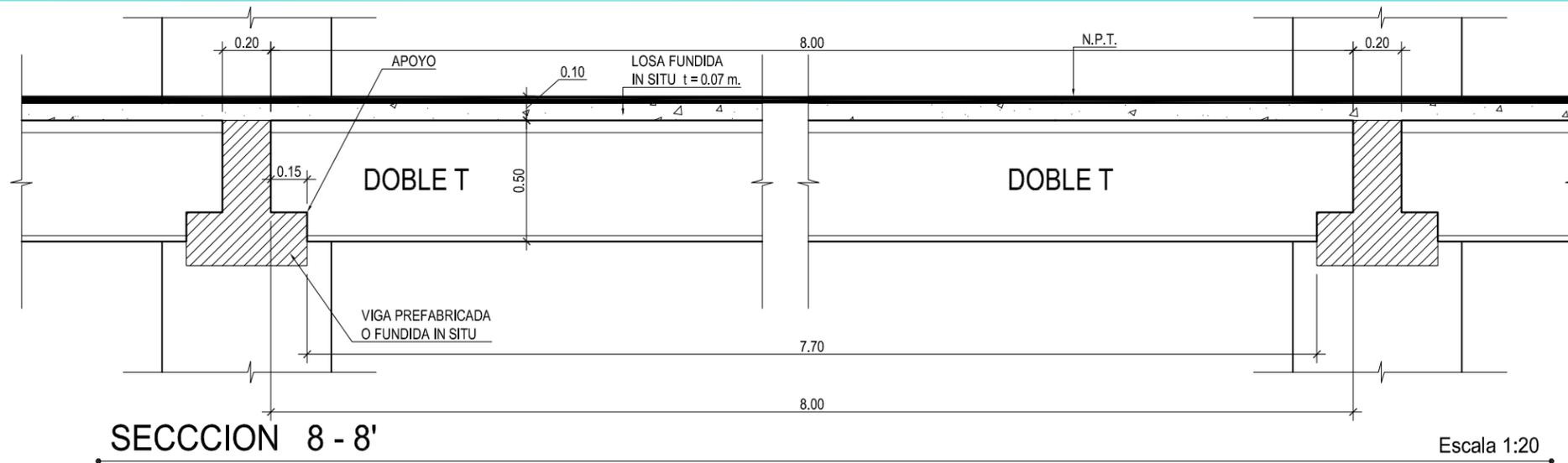
MURO DE CONTENCIÓN Escala 1:50



SECCIÓN 5
MURO DE CONTENCIÓN Escala 1:50





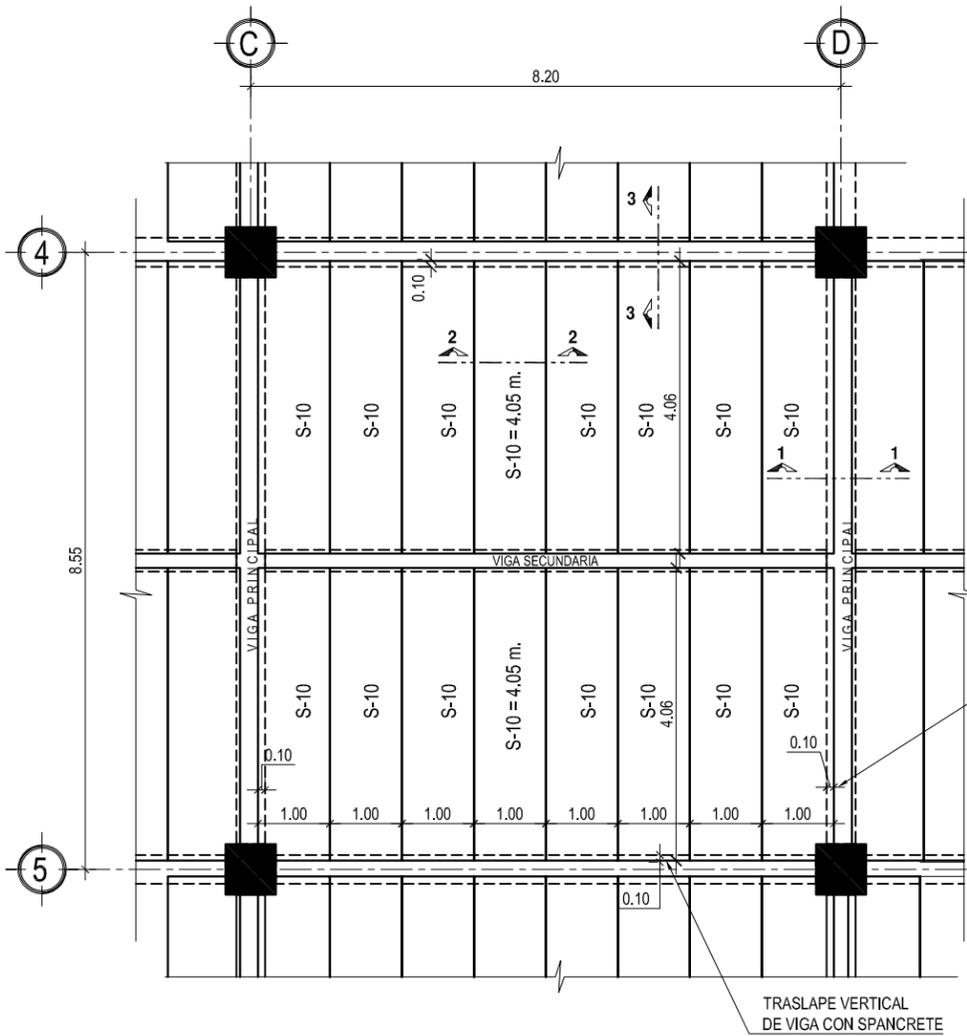


SECCIÓN 9
VOLADIZO CON DOBLE " T"

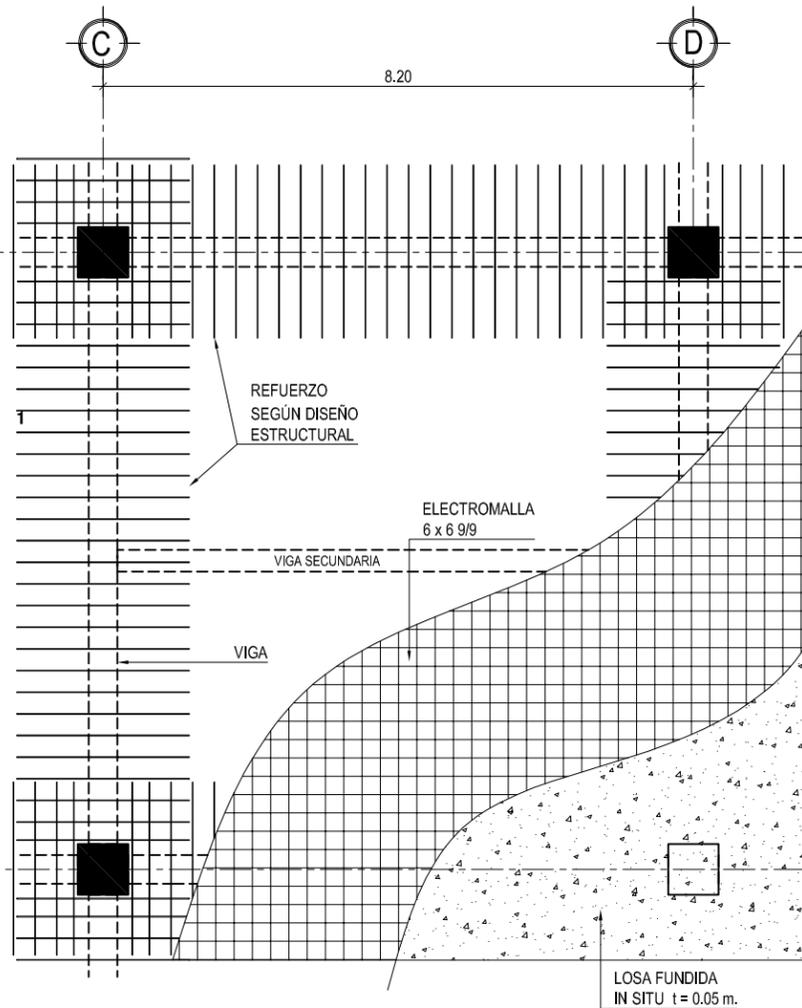
SECCIÓN 10
DETALLE DE MURO CERRAMIENTO

SECCIÓN 11
DETALLE DE FACHADA VIDRIO

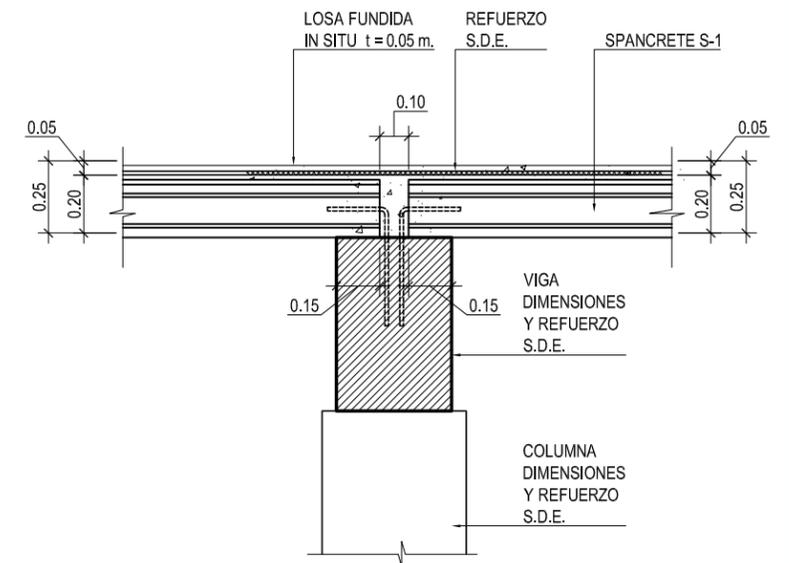
PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA



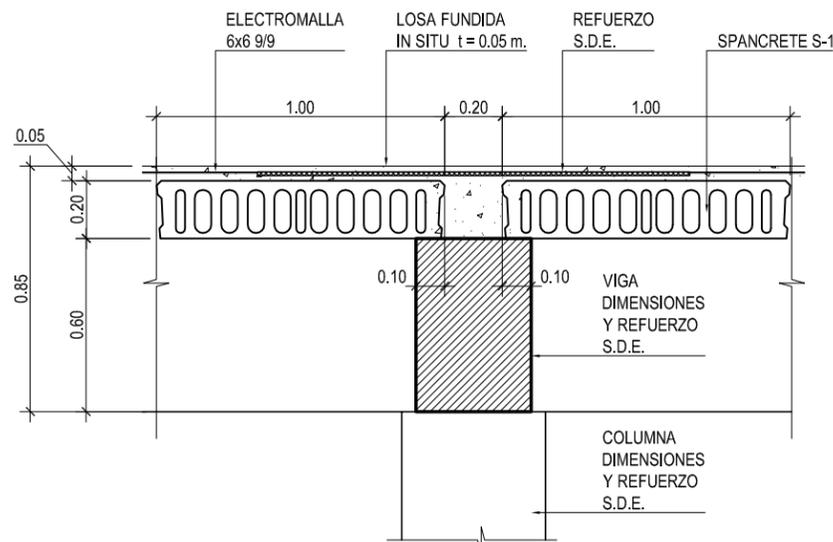
PLANTA DE MODULACIÓN DE SPANCRETE
DETALLE A - ENTREPISO DE SÓTANO 2
Escala 1:100



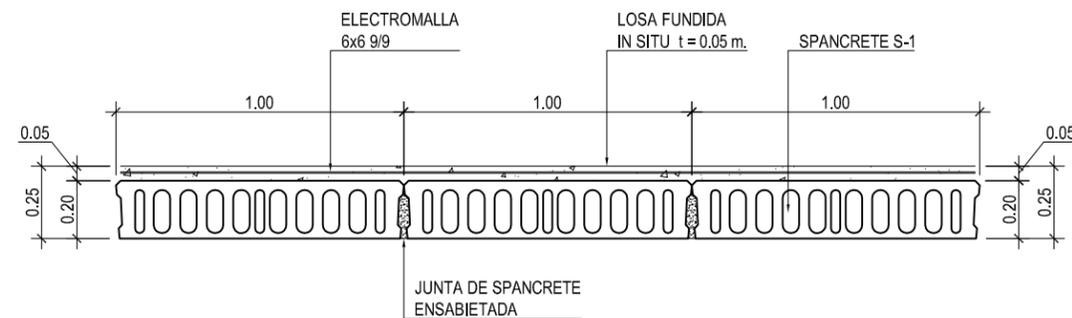
PLANTA DE ARMADO Y FUNDICIÓN
DETALLE A - ENTREPISO DE SÓTANO 2
Escala 1:100



SECCIÓN 3 - 3' Escala 1:20

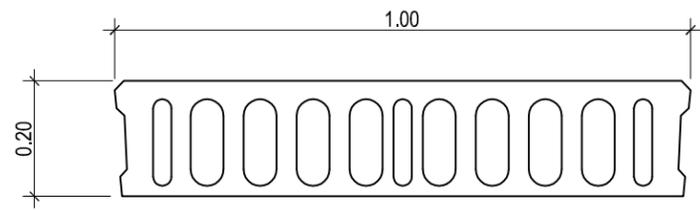


SECCIÓN 1 - 1' Escala 1:20

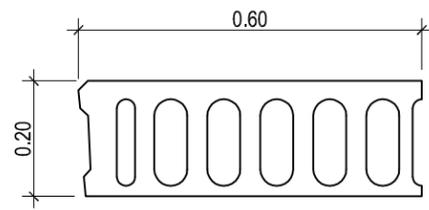


SECCIÓN 2 - 2' Escala 1:20

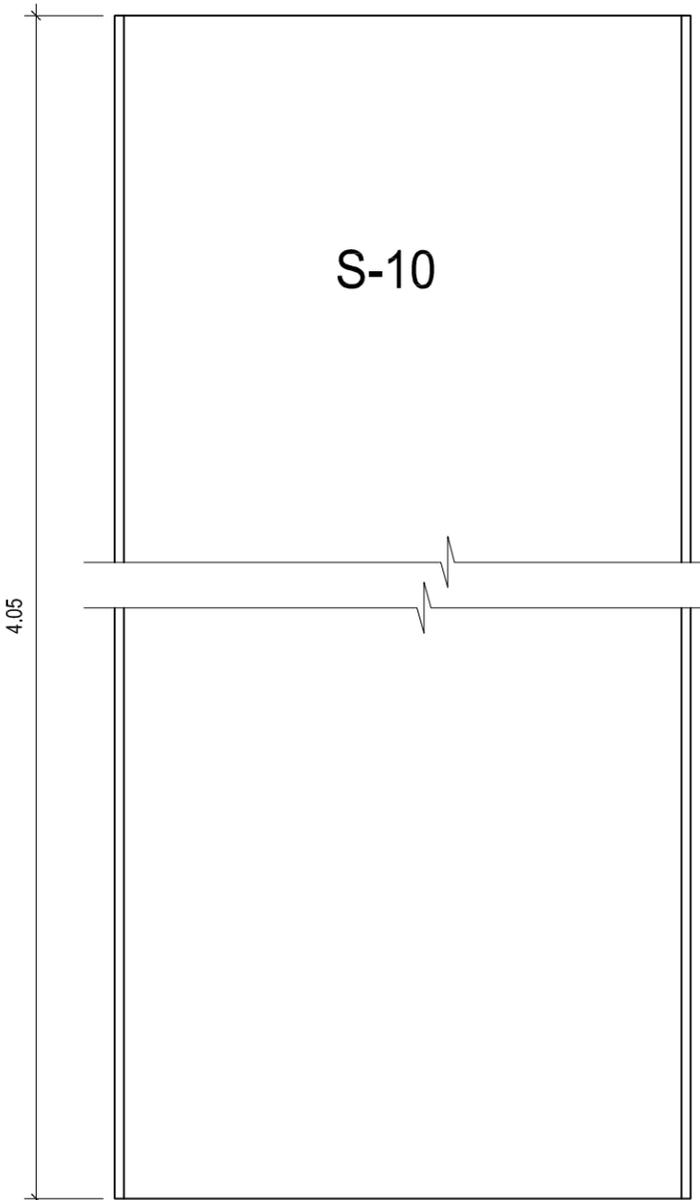




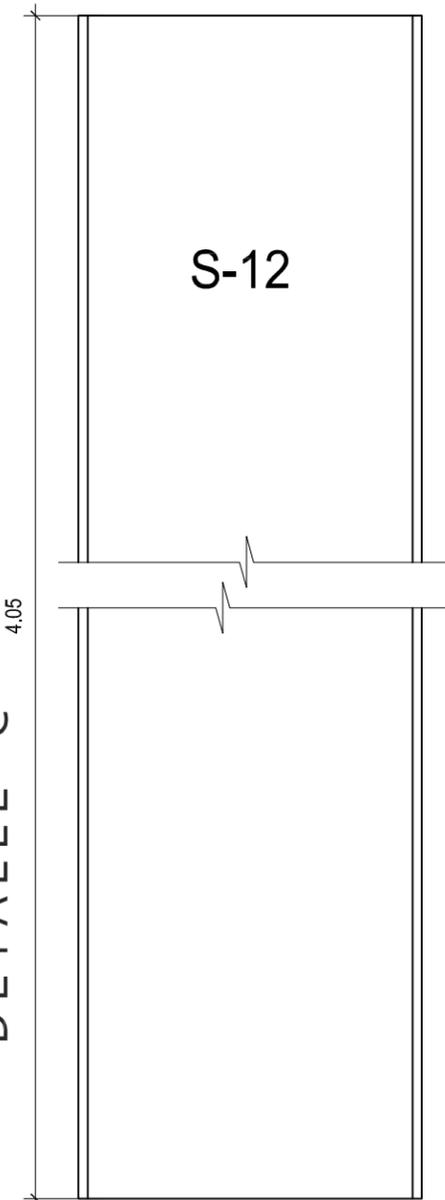
SPANCRETE S-2
ELEVACIÓN Esc. 1:12.5



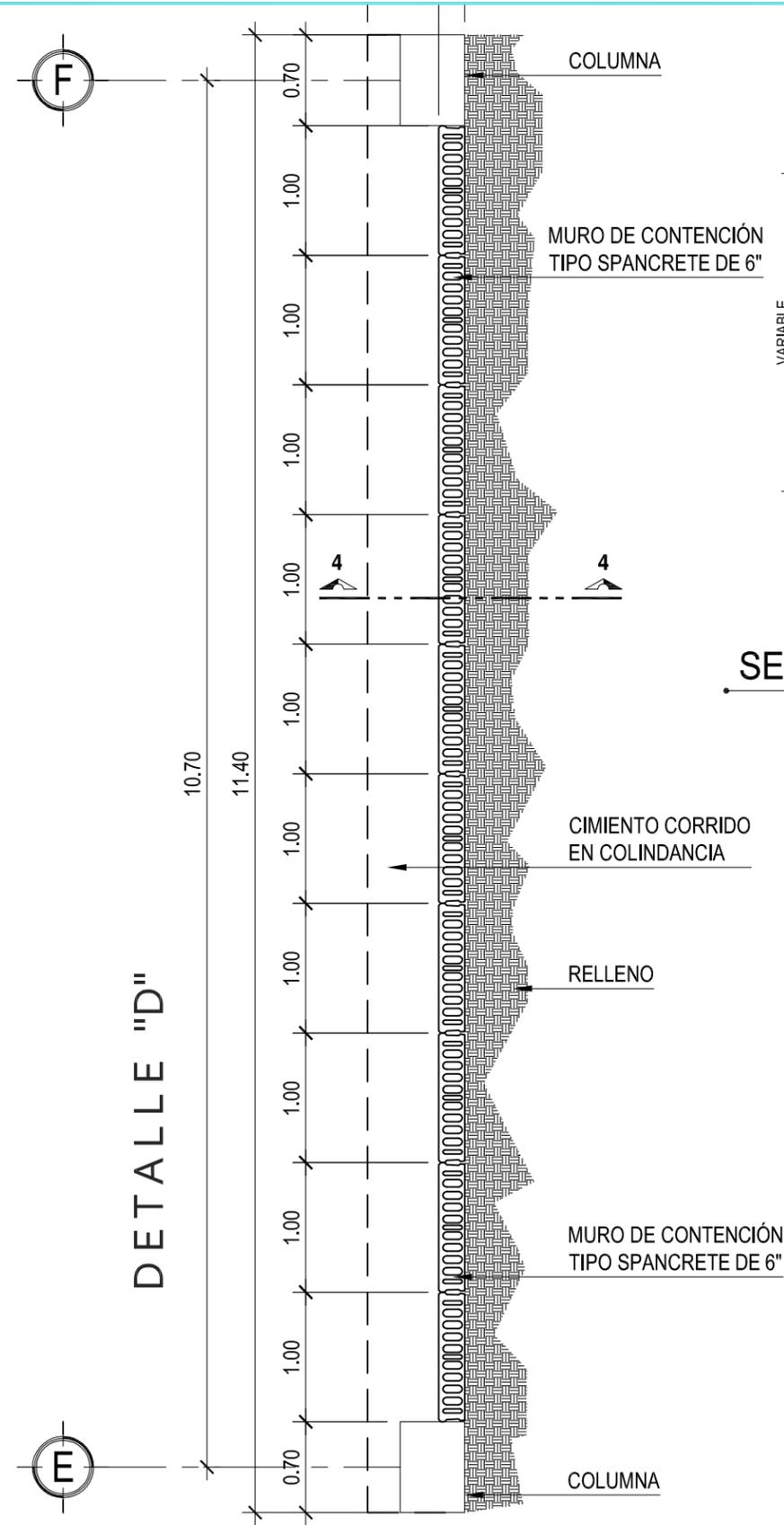
SPANCRETE S-1
ELEVACIÓN



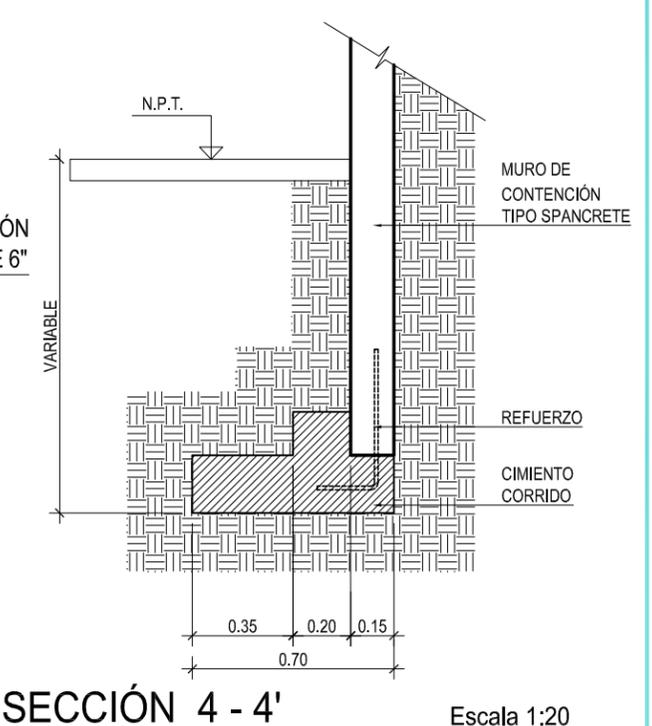
SPANCRETE S-2
PLANTA Esc. 1:12.5



SPANCRETE S-1
PLANTA



PLANTA MODULACIÓN
SPANCRETE Escala 1:50



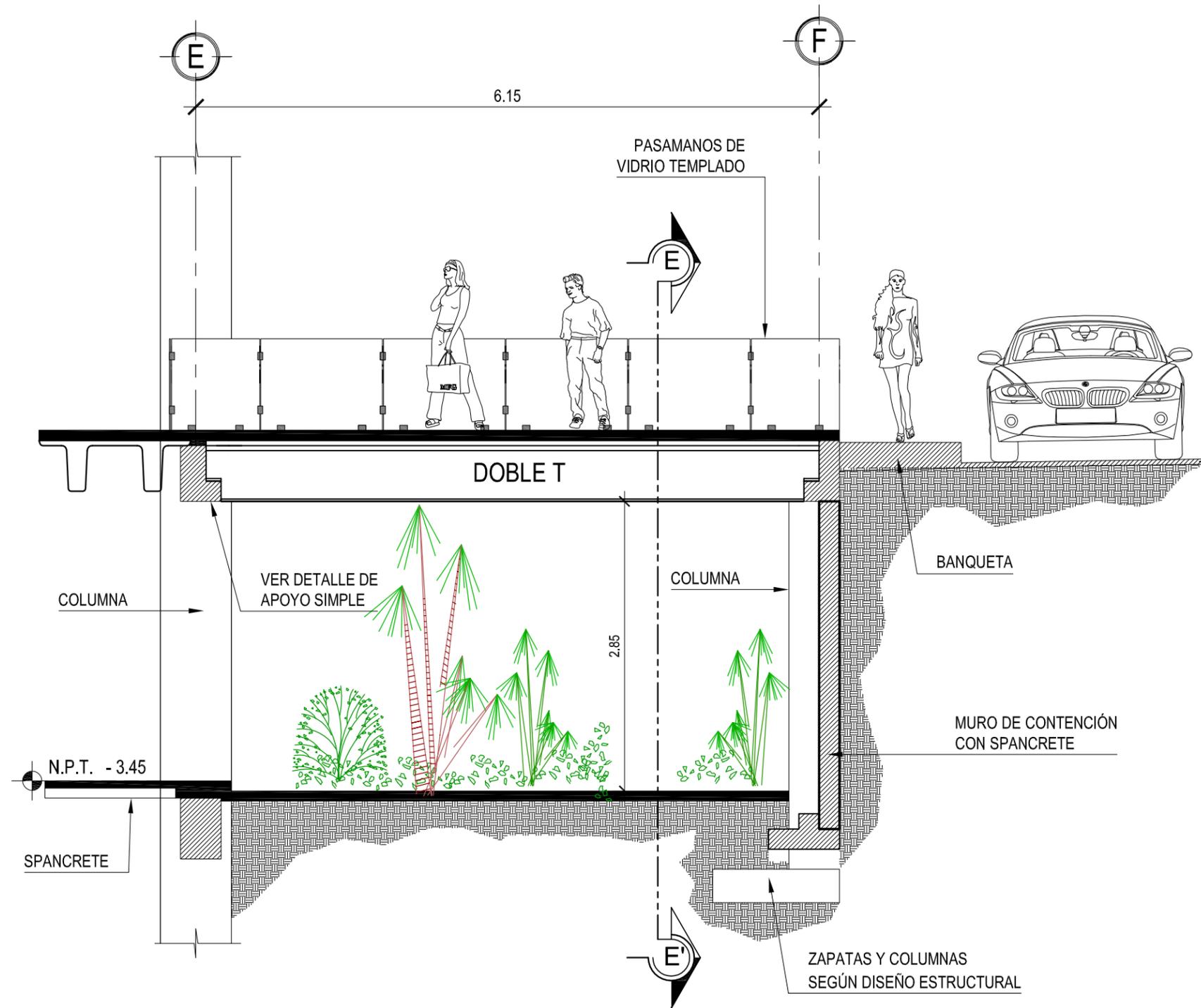
SECCIÓN 4 - 4'
Escala 1:20



SPANCRETE S-2
PLANTA

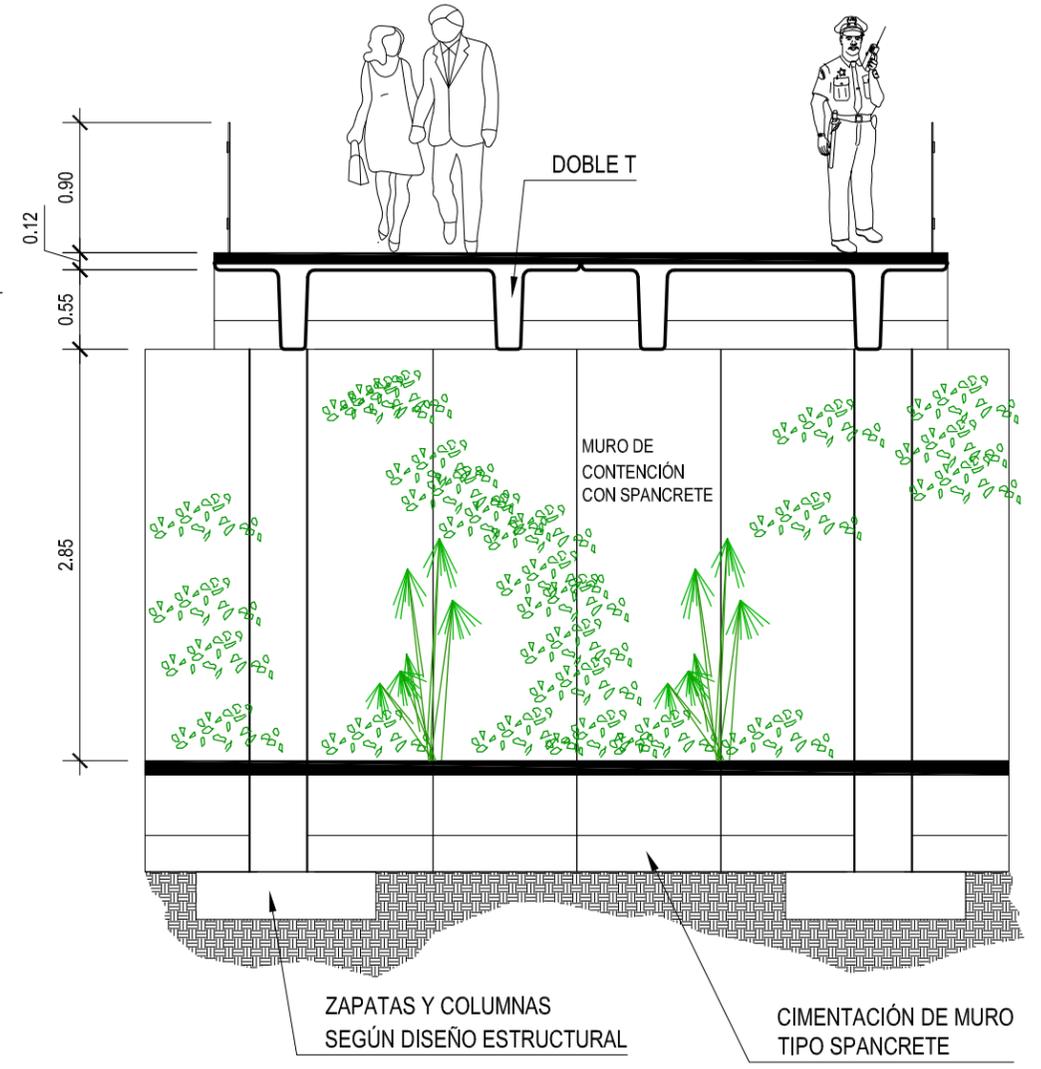
Esc. 1:12.5





ELEVACIÓN DE PASARELA
INGRESO PRINCIPAL PEATONAL

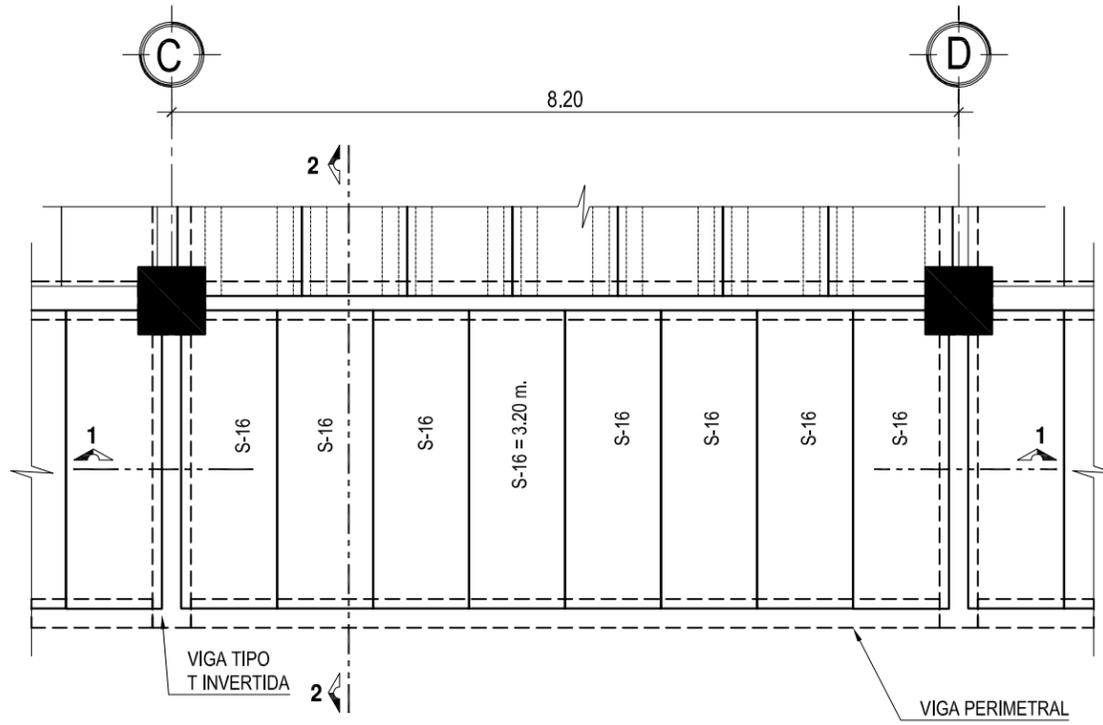
Escala 1:50



SECCIÓN F / F
INGRESO PRINCIPAL PEATONAL

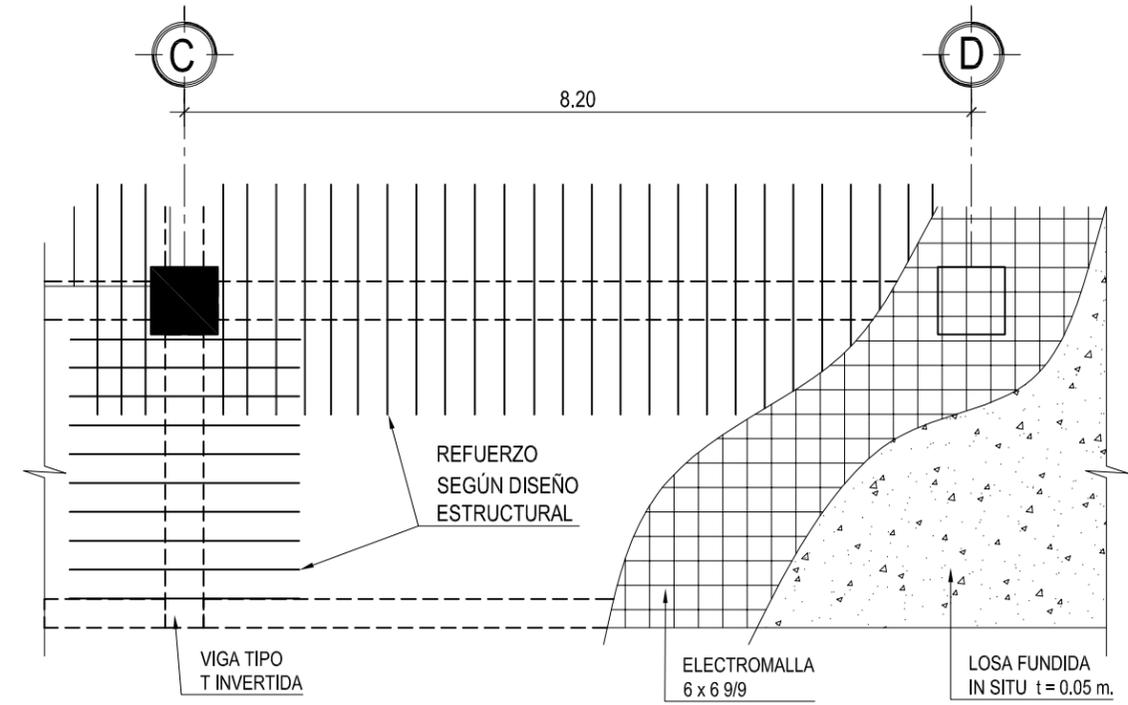
Escala 1:50





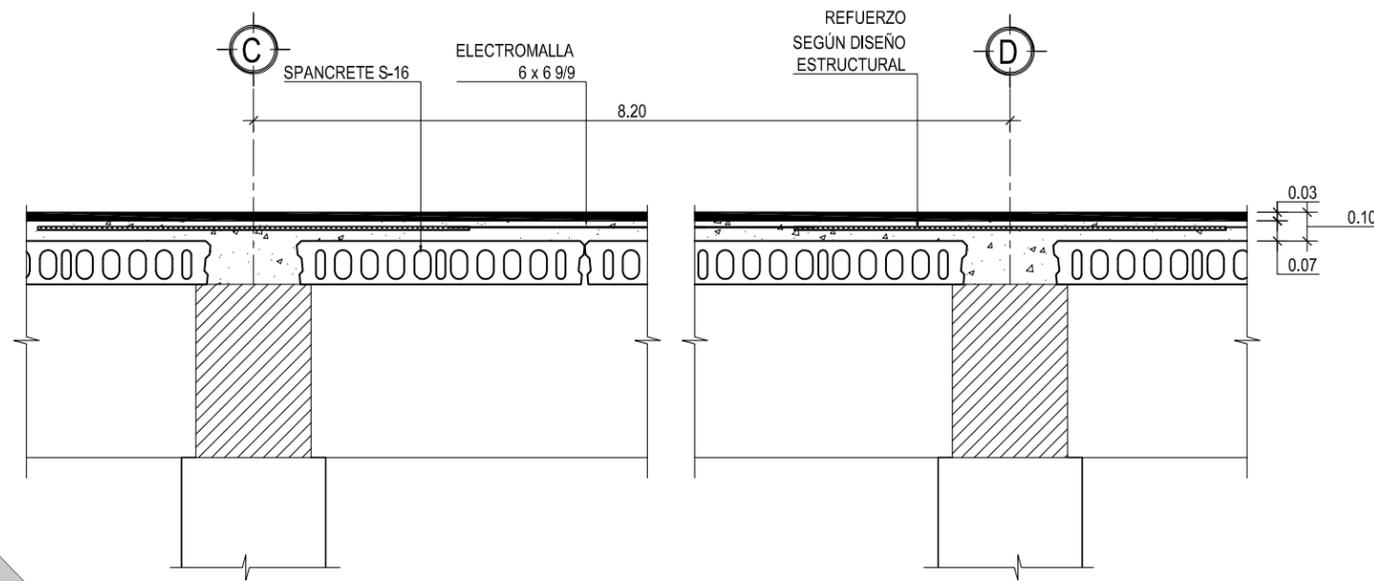
PLANTA DE MODULACIÓN DE SPANCRETE
DETALLE G - ENTREPISO DE SÓTANO 2

Escala 1:75



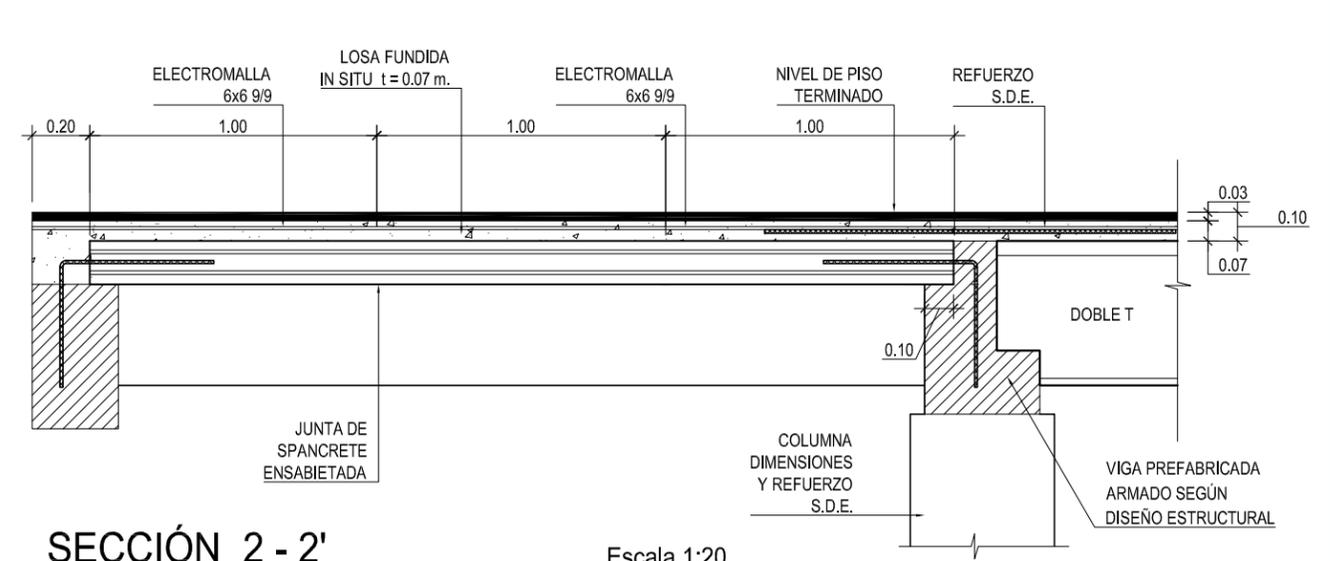
PLANTA DE ARMADO Y FUNDICIÓN
DETALLE G - ENTREPISO DE SÓTANO 2

Escala 1:75



SECCIÓN 1 - 1'
DETALLE "G"

Escala 1:20



SECCIÓN 2 - 2'
DETALLE "G"

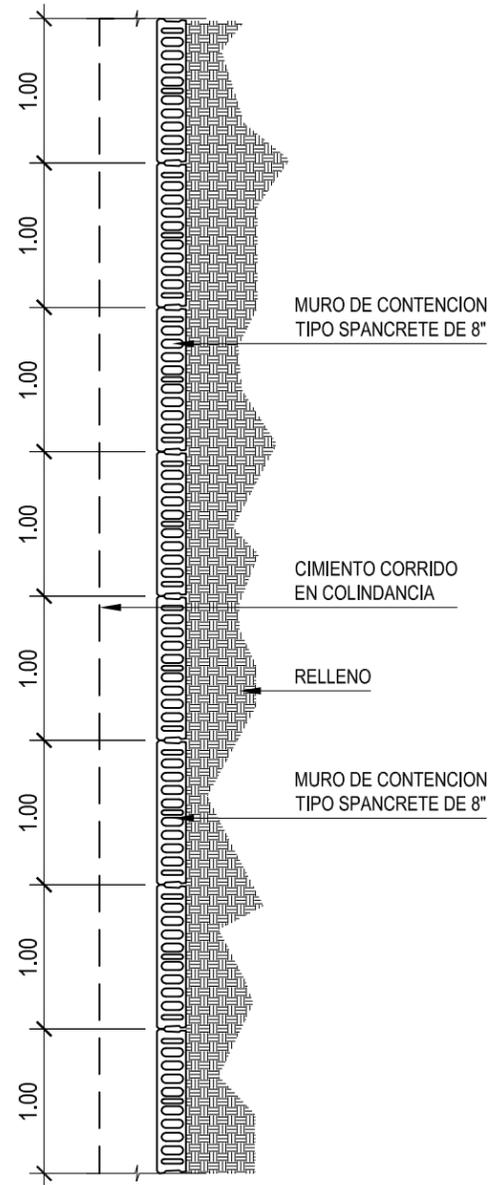
Escala 1:20

DETALLE "G"

NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.

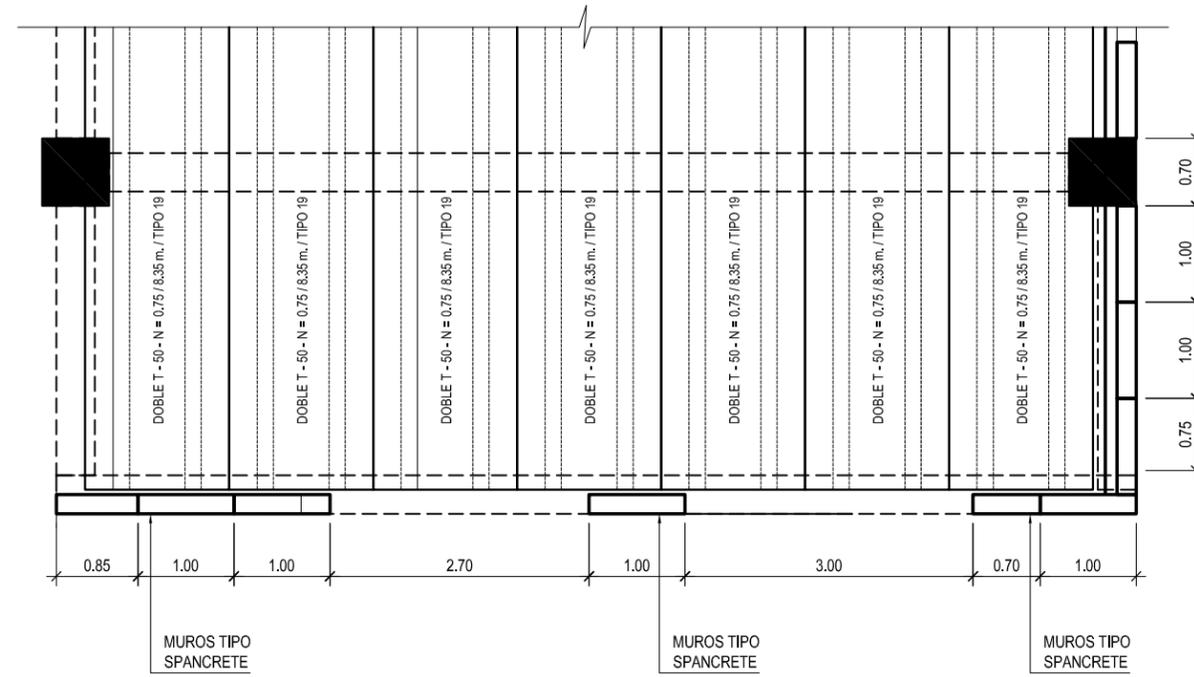


DETALLE "H"

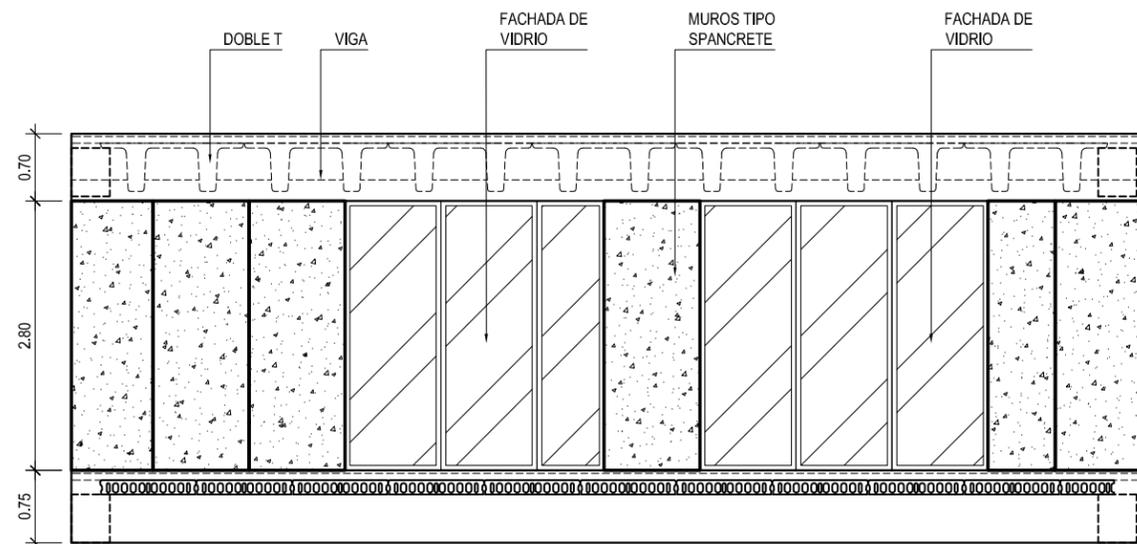


PLANTA MODULACIÓN PERIMETRAL Escala 1:50

DETALLE "K"

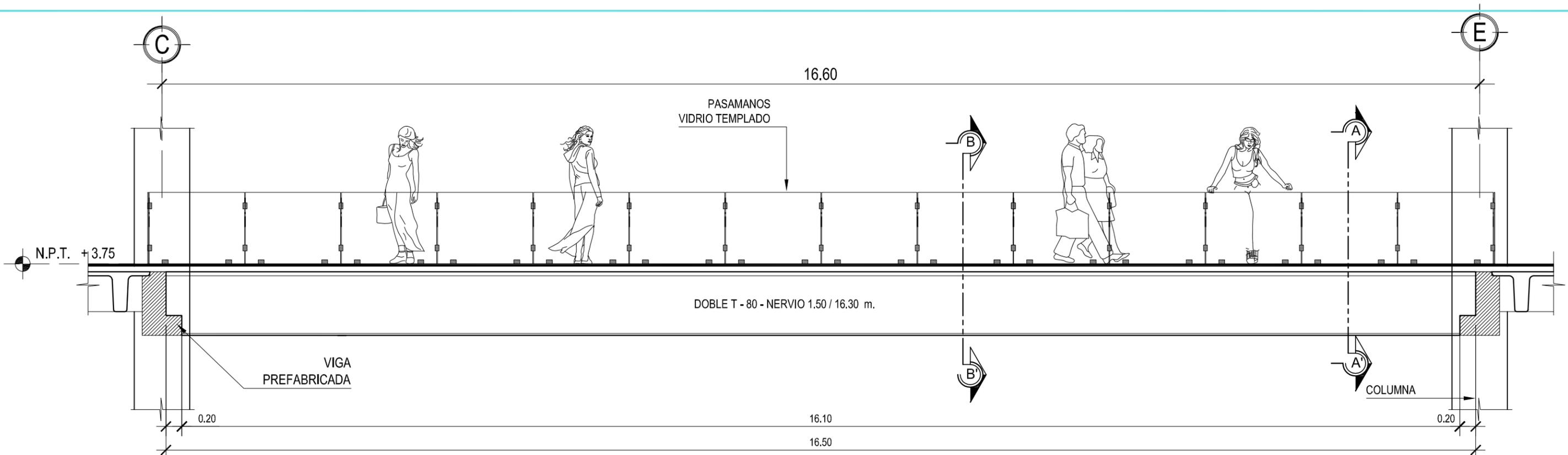


PLANTA DE MODULACIÓN MUROS DE SPANCRETE Escala 1:75
DETALLE K -



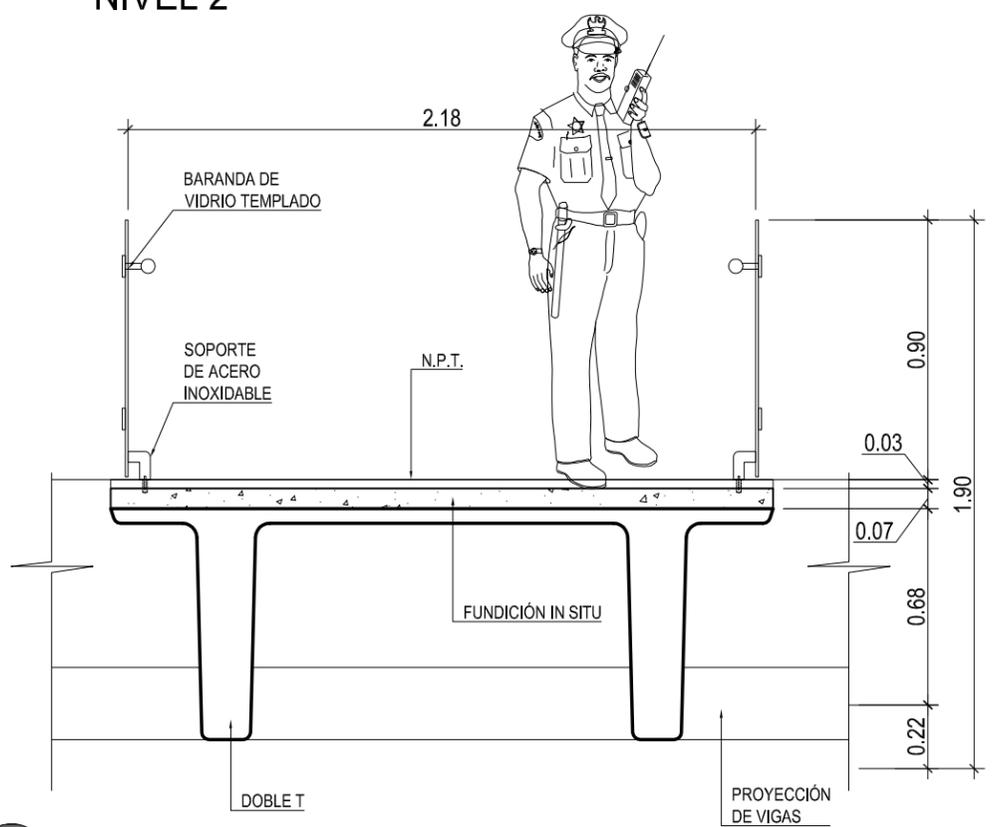
ELEVACION MUROS DE SPANCRETE Escala 1:75
DETALLE K -





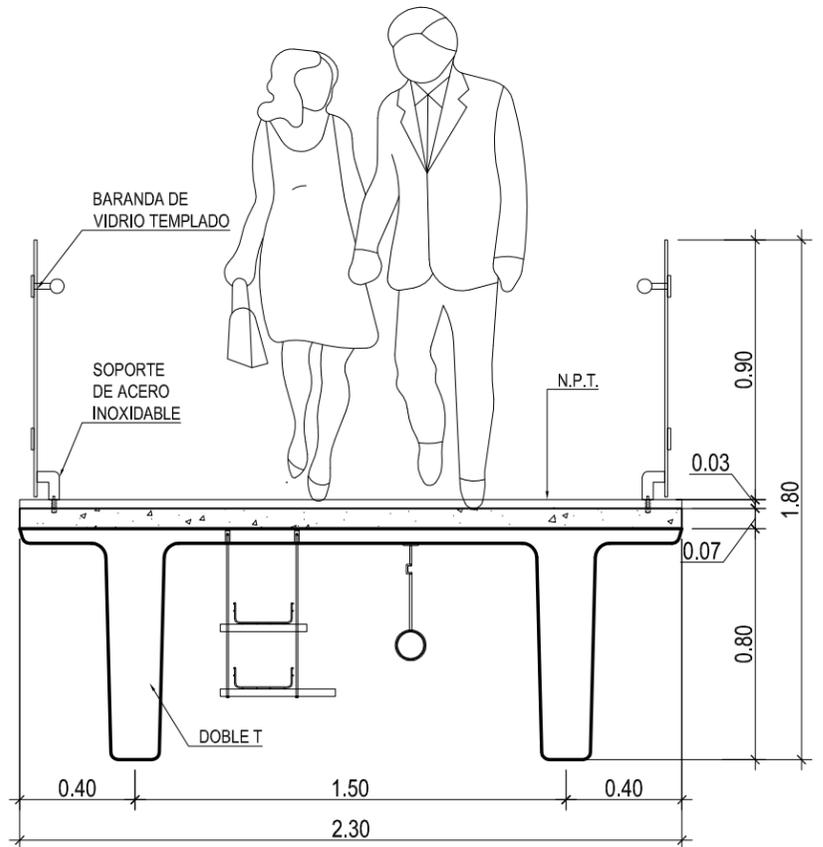
ELEVACIÓN DE PASARELA PEATONAL 1
NIVEL 2

Escala 1:50



SECCIÓN A-A'

Escala 1:20



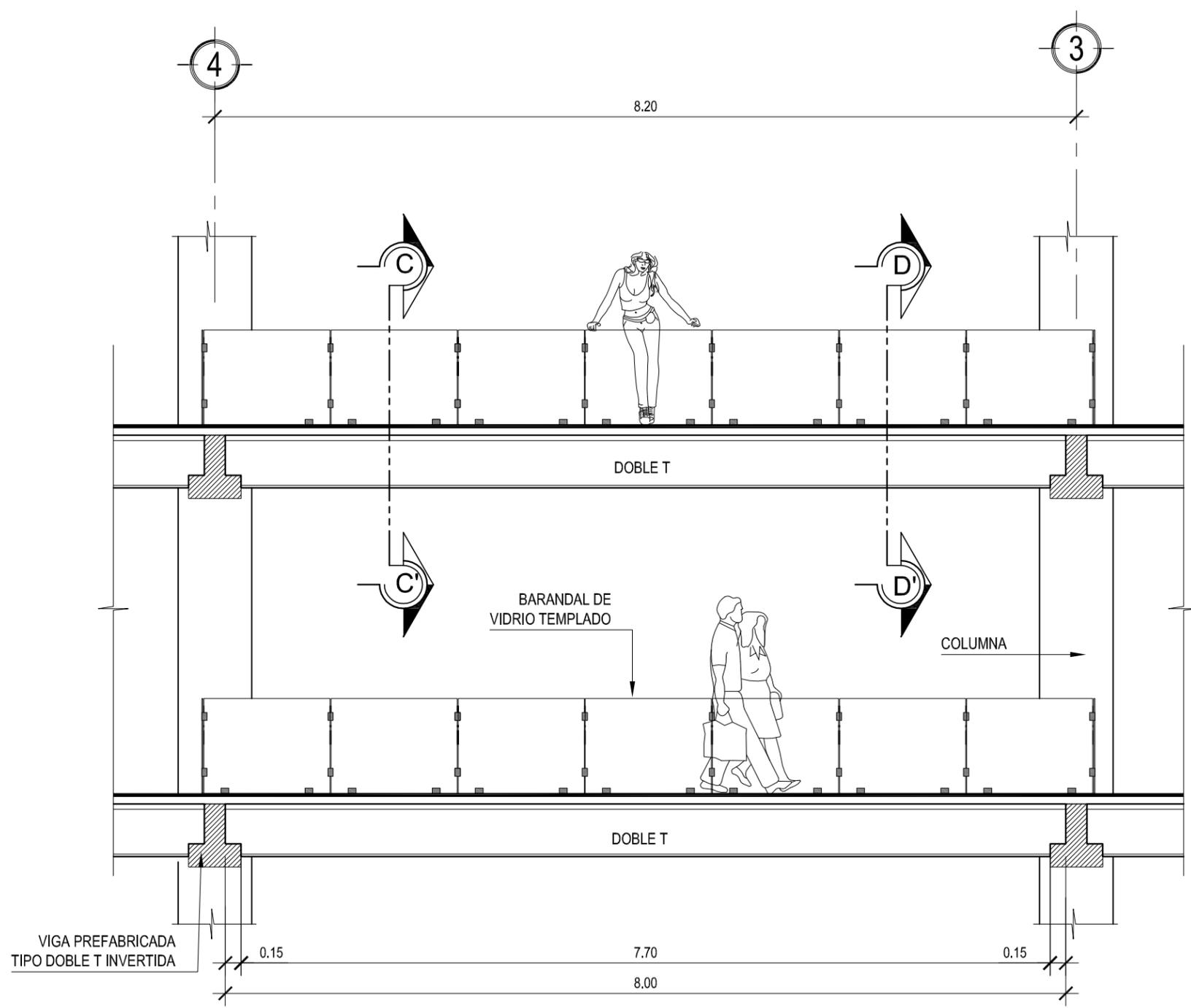
SECCIÓN B-B'

Escala 1:20

DETALLE "I"

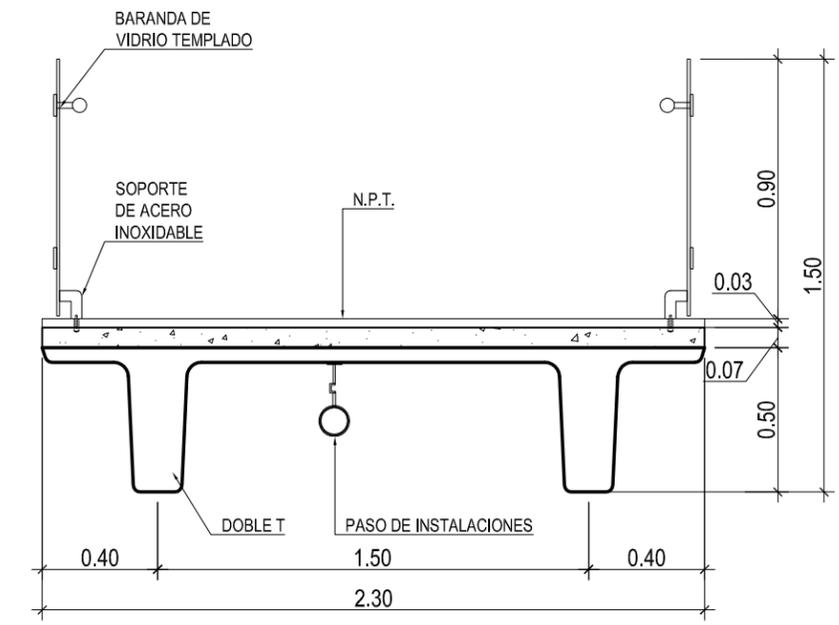
NOTA: DISEÑO FICTICIO, USADO ÚNICAMENTE PARA MOTIVOS DE EJEMPLIFICACIÓN DE USOS DE LOS PREFABRICADOS.





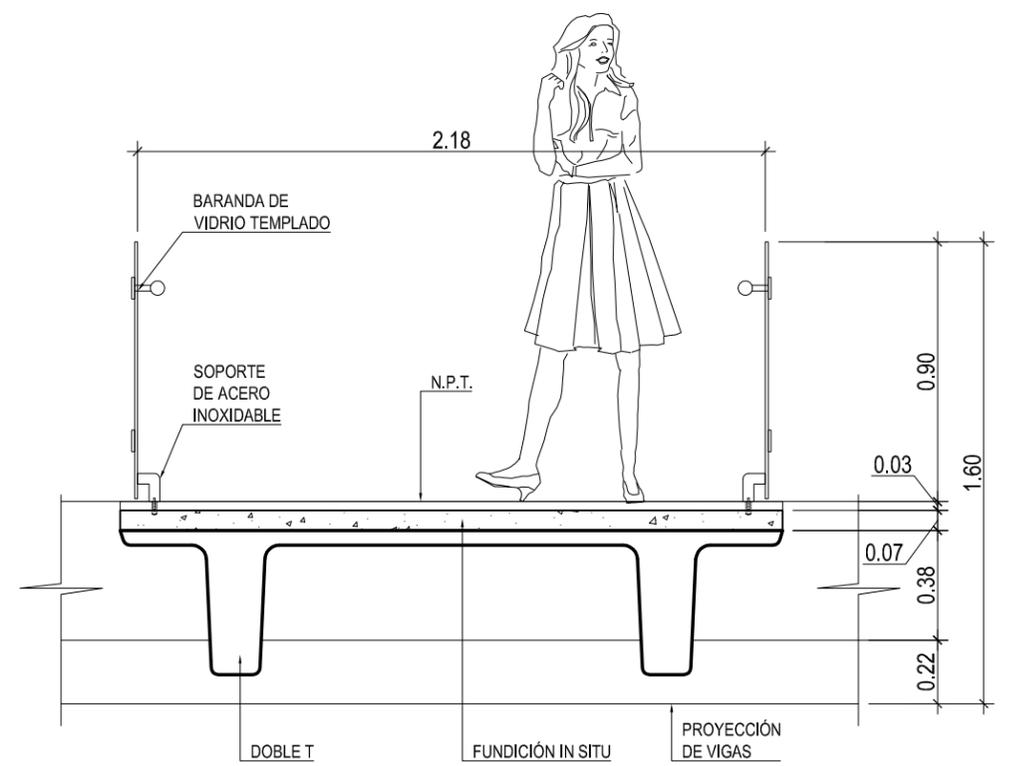
ELEVACIÓN DE PASARELA PEATONAL 2
NIVEL 2 Y 3

Escala 1:50



SECCIÓN C-C'

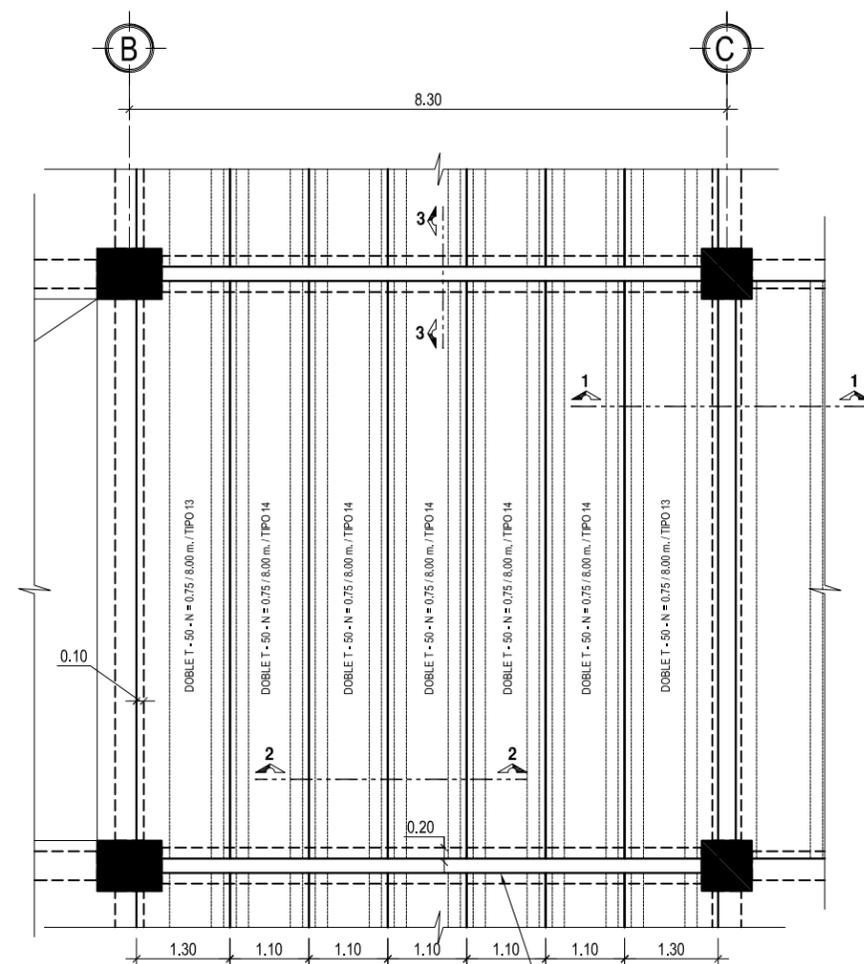
Escala 1:20



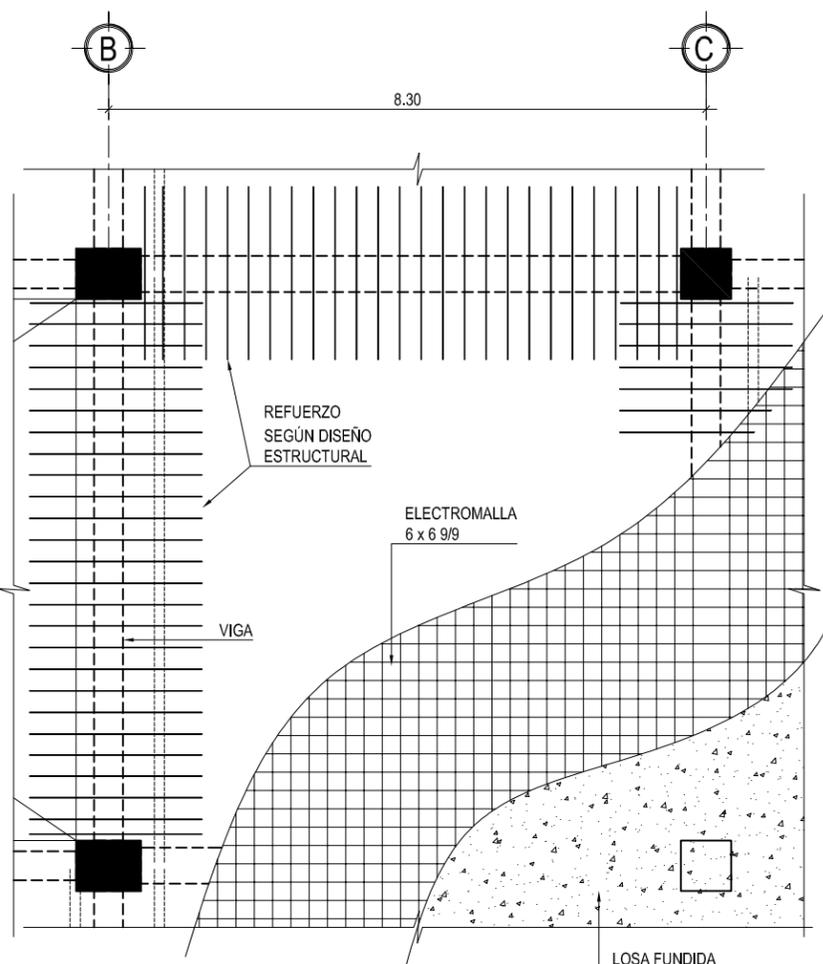
SECCIÓN D-D'

Escala 1:20

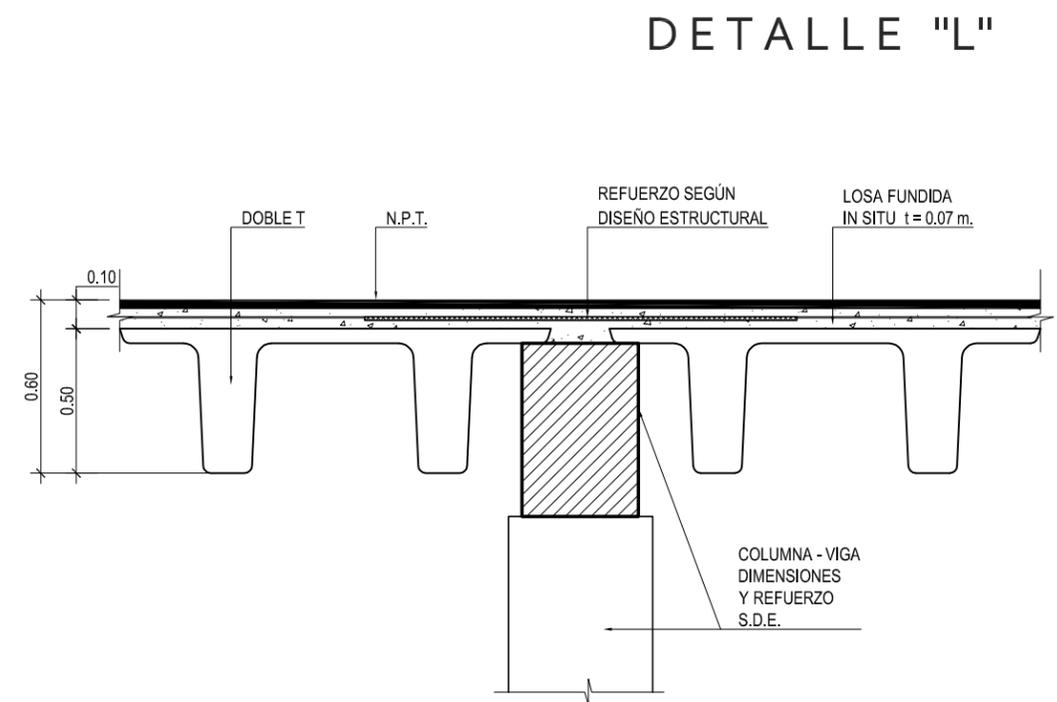




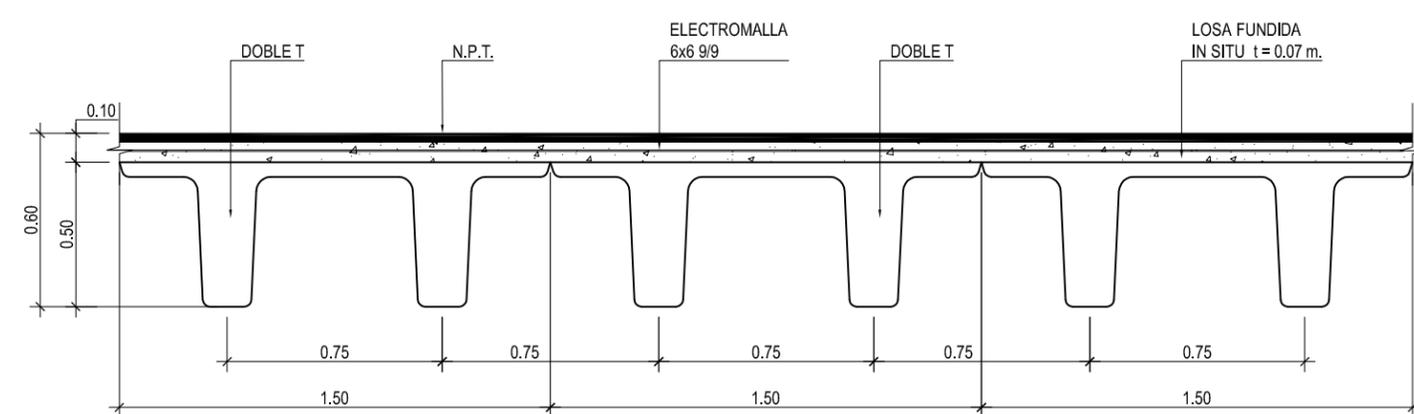
PLANTA DE MODULACIÓN DE DOBLE T
DETALLE "L" Escala 1:100



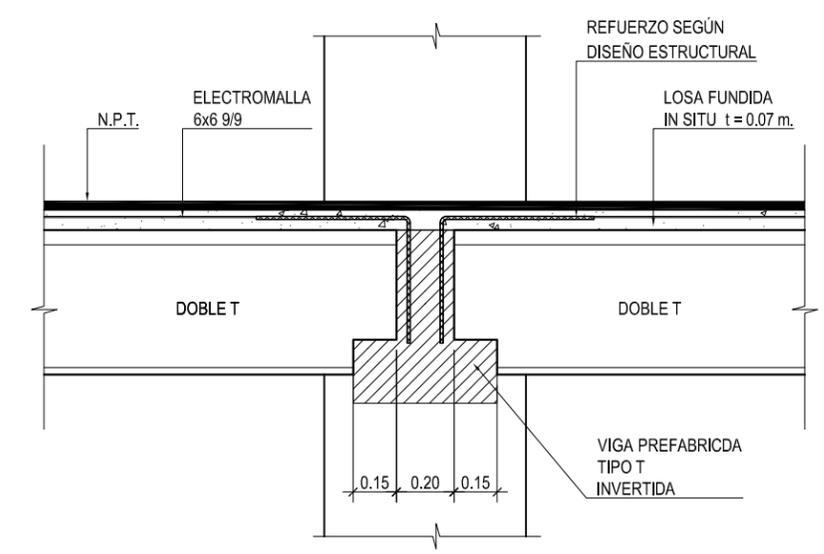
PLANTA DE ARMADO Y FUNDICIÓN
DETALLE "L" Escala 1:100



SECCIÓN 1 - 1'
APOYO Escala 1:20

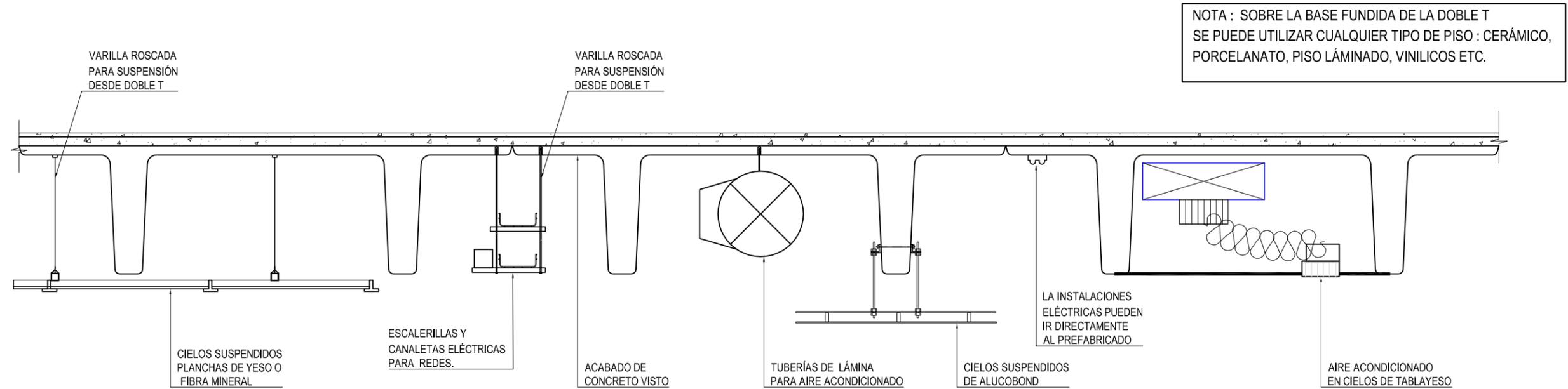


SECCIÓN 2 - 2' Escala 1:20



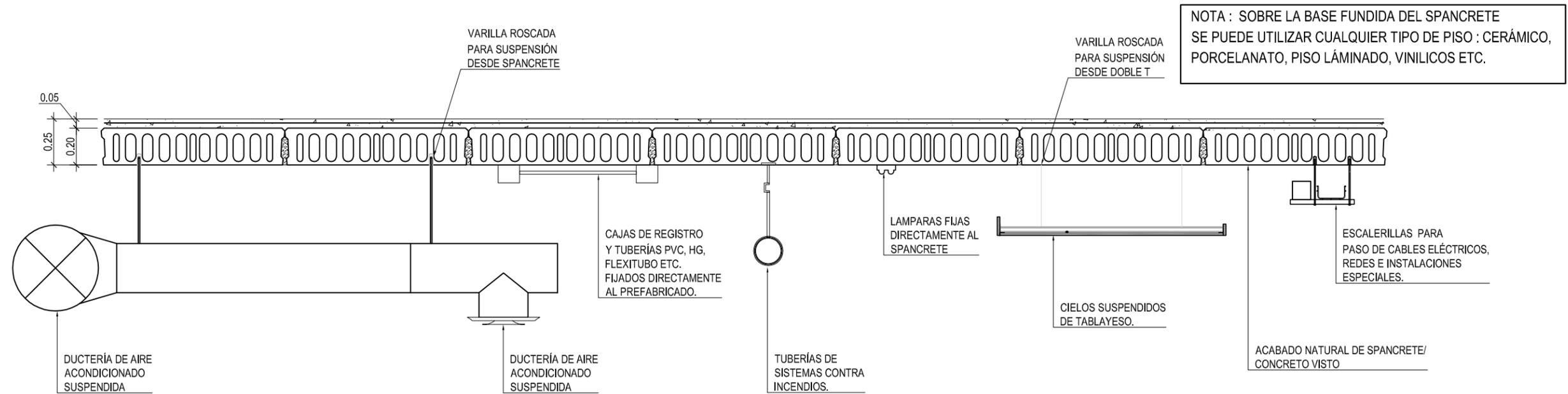
SECCIÓN 3 - 3' Escala 1:20





DETALLE DE INSTALACIÓN Y ACABADOS EN LOSA TIPO DOBLE T

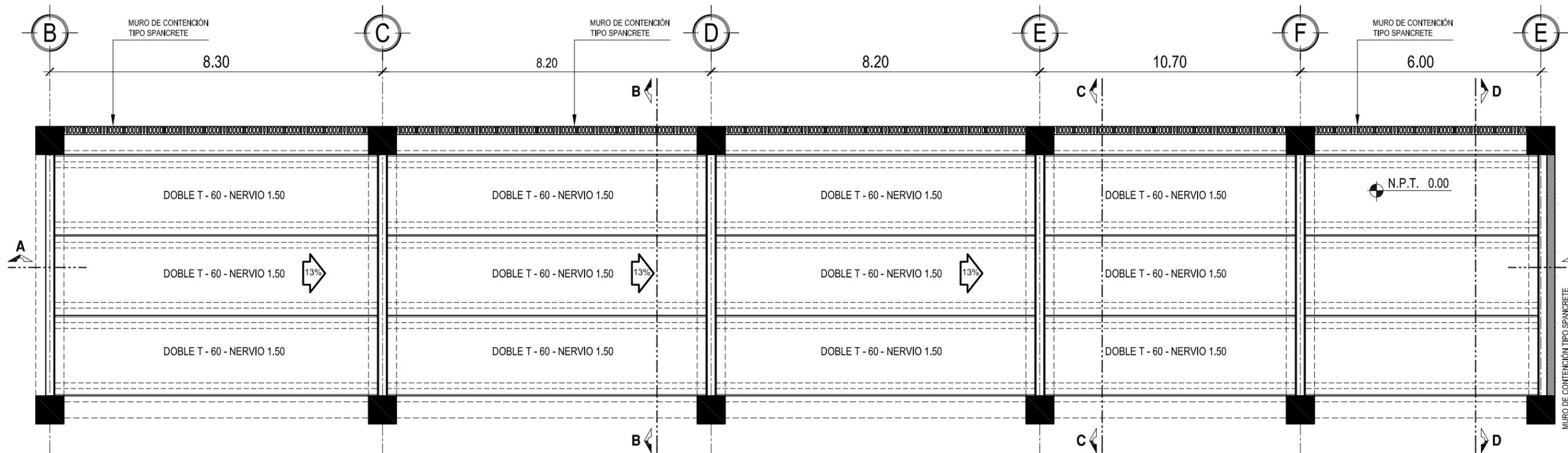
Escala 1:20



DETALLE DE INSTALACIÓN Y ACABADOS EN LOSA TIPO SPANCRETE

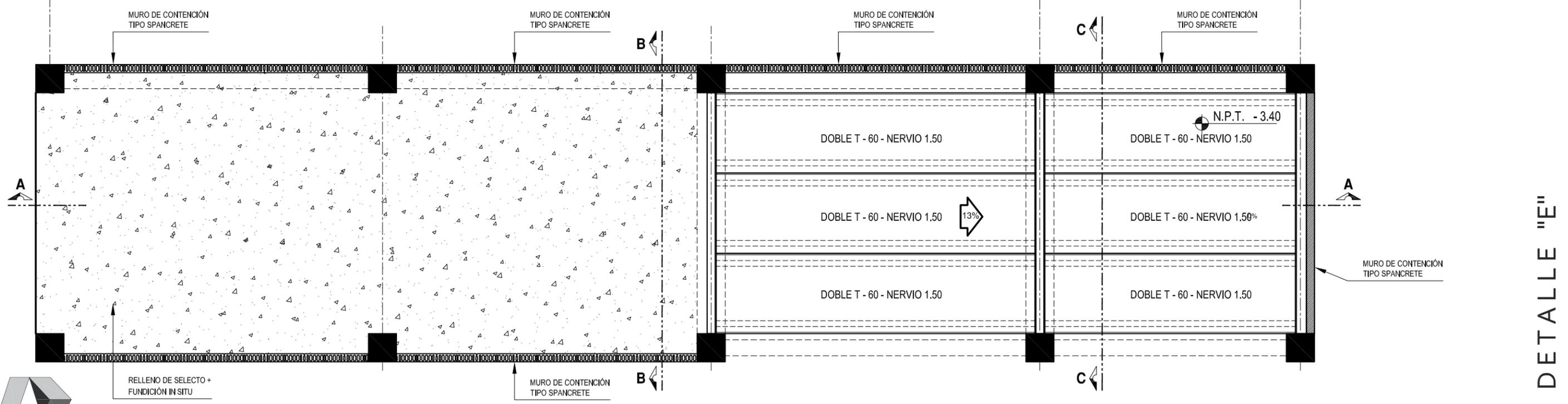
Escala 1:20





PLANTA - RAMPA VEHICULAR SÓTANO 1 A NIVEL 1

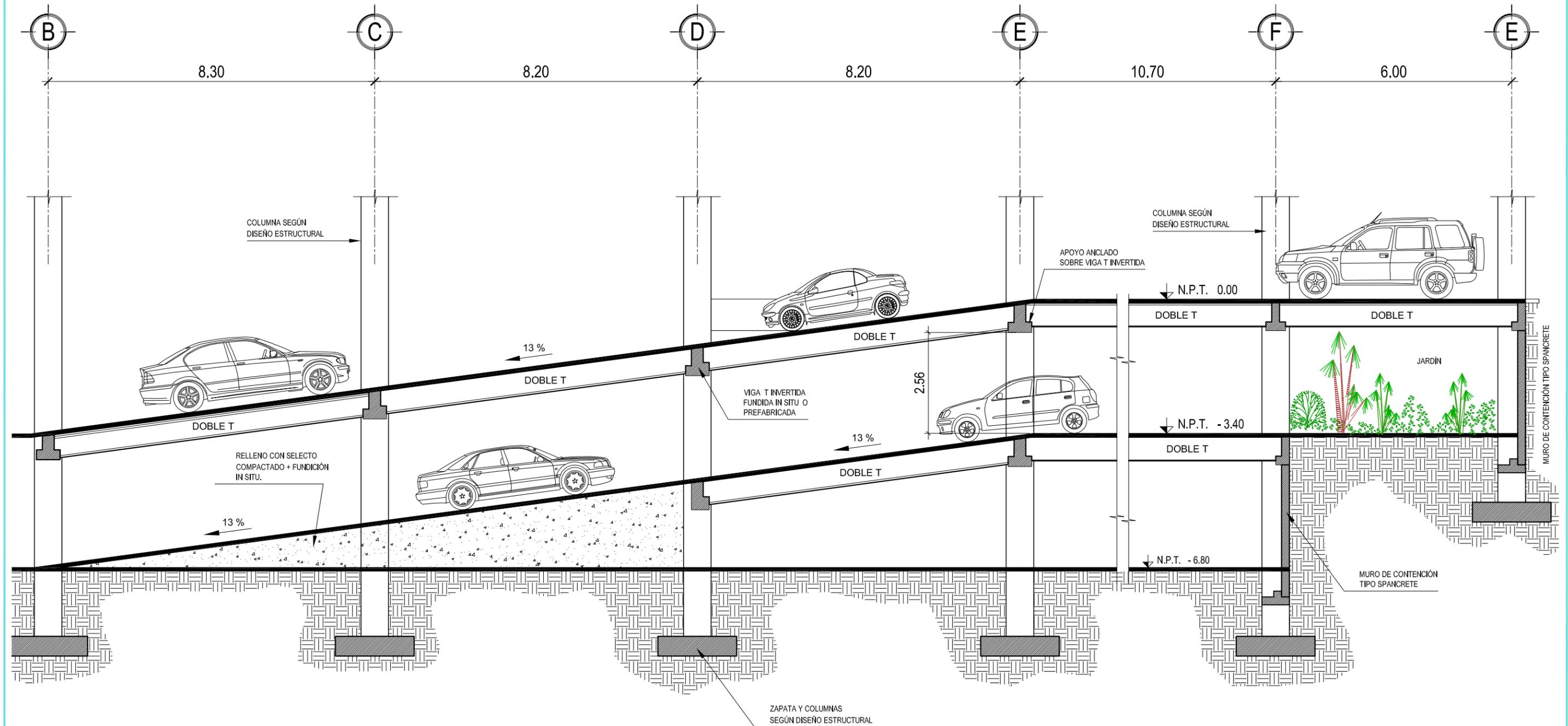
Escala 1:100



PLANTA - RAMPA VEHICULAR SÓTANO 2 A SÓTANO 1

Escala 1:100

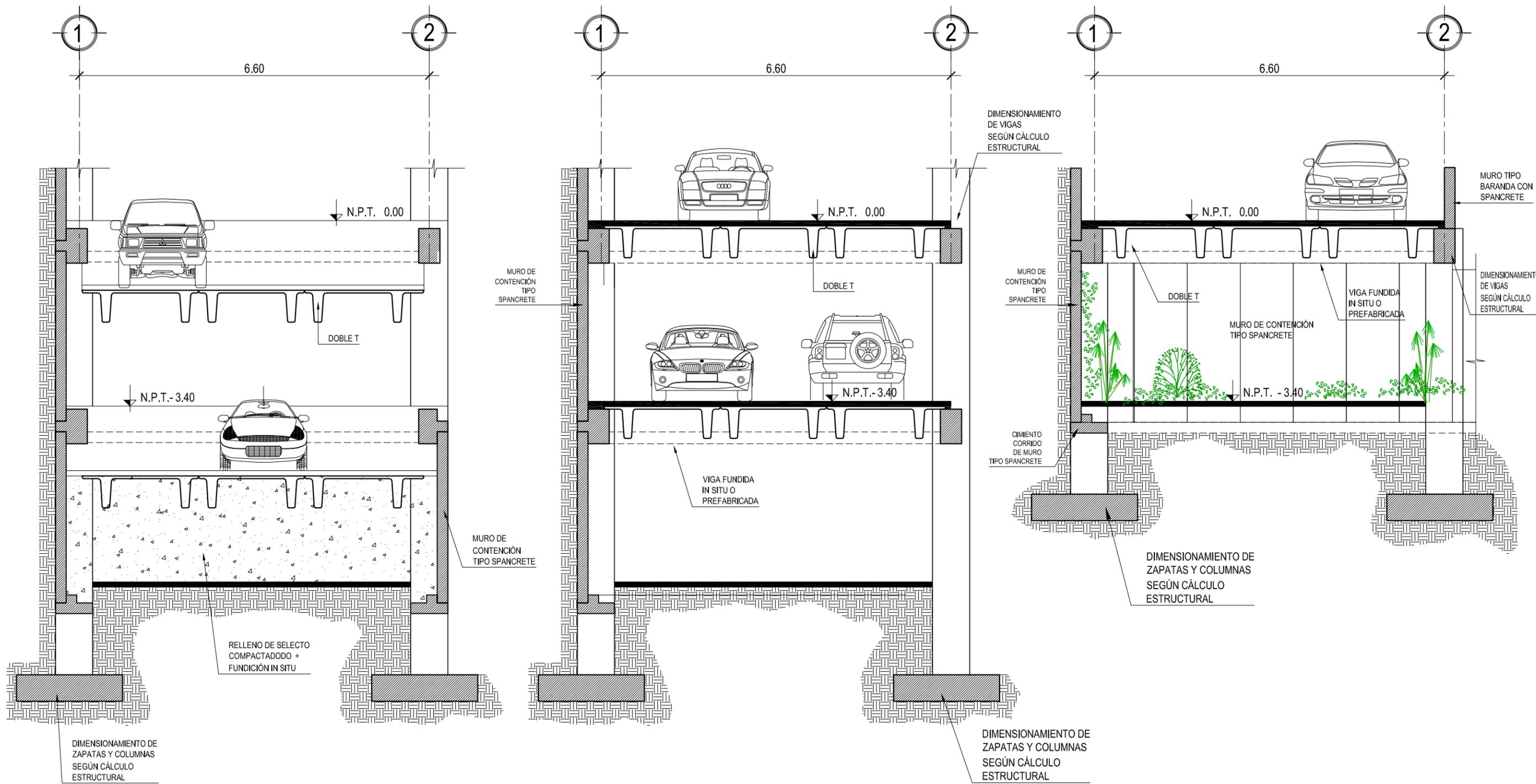




SECCIÓN A-A
RAMPA DE INGRESO VEHICULAR

Escala 1:100.

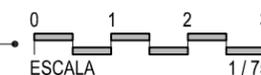




SECCIÓN B-B
RAMPA DE INGRESO VEHICULAR

SECCIÓN C-C

SECCIÓN D-D



DETALLE "E"



9. RENDERS DE "PROYECTO EJEMPLO"

(Para visualización de prefabricados)



Vista general
del proyecto

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T

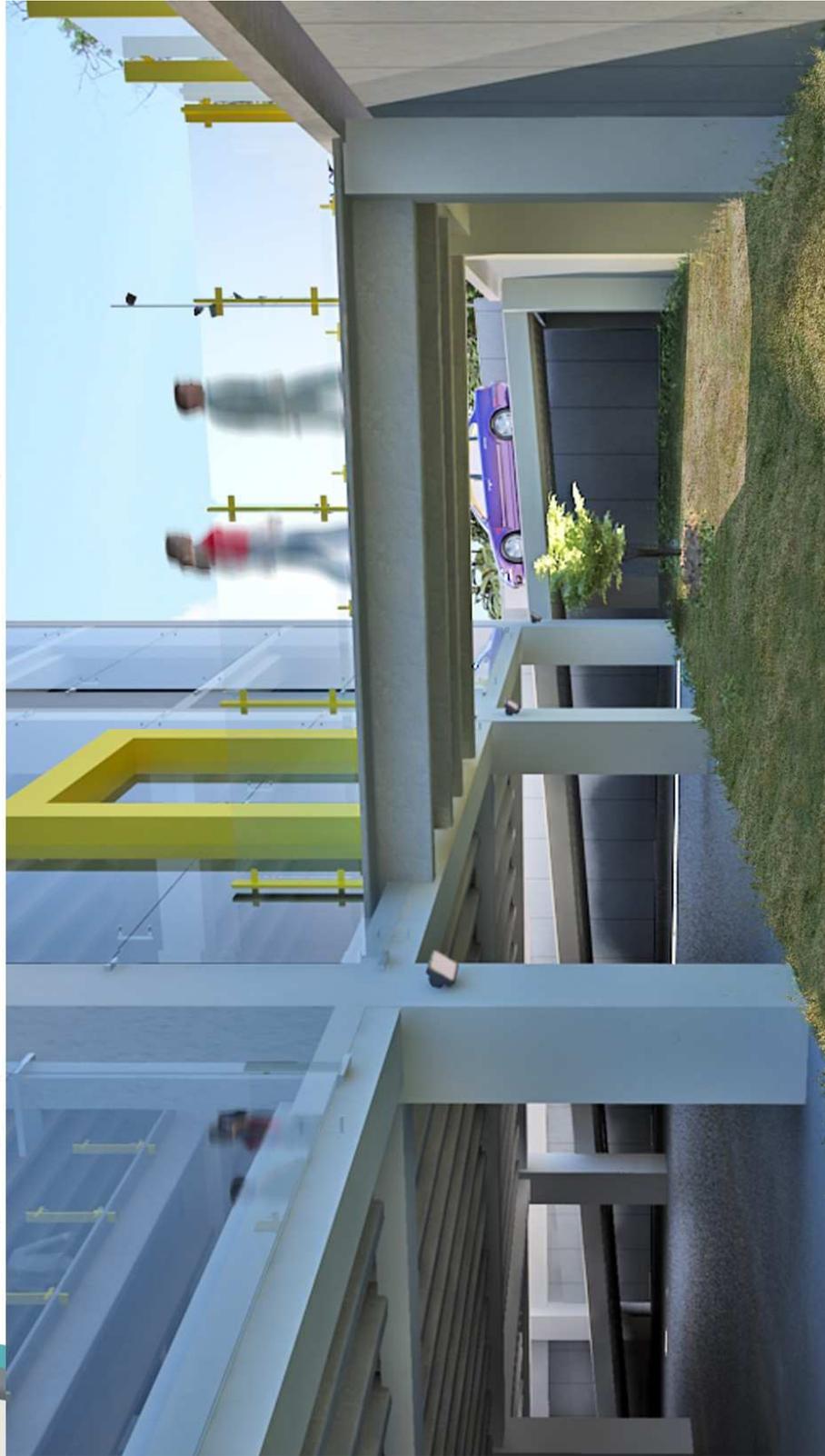
Sótano 2 - Muro de contención con Spancrete

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



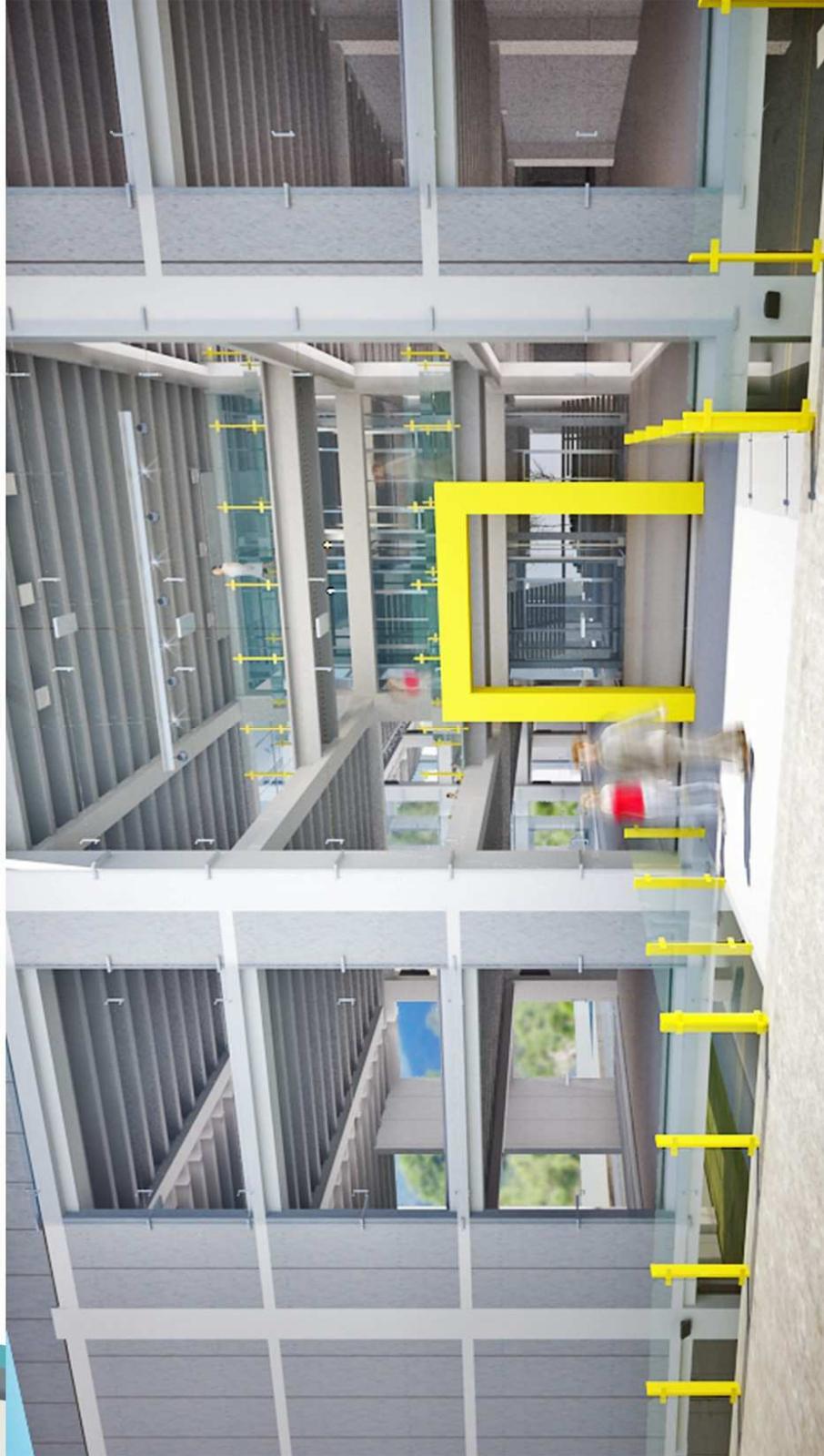
Pasarela para ingreso peatonal - Doble T

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



Fachada - Muros de Spancrete, losas y pasarelas peatonales con Doble T

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



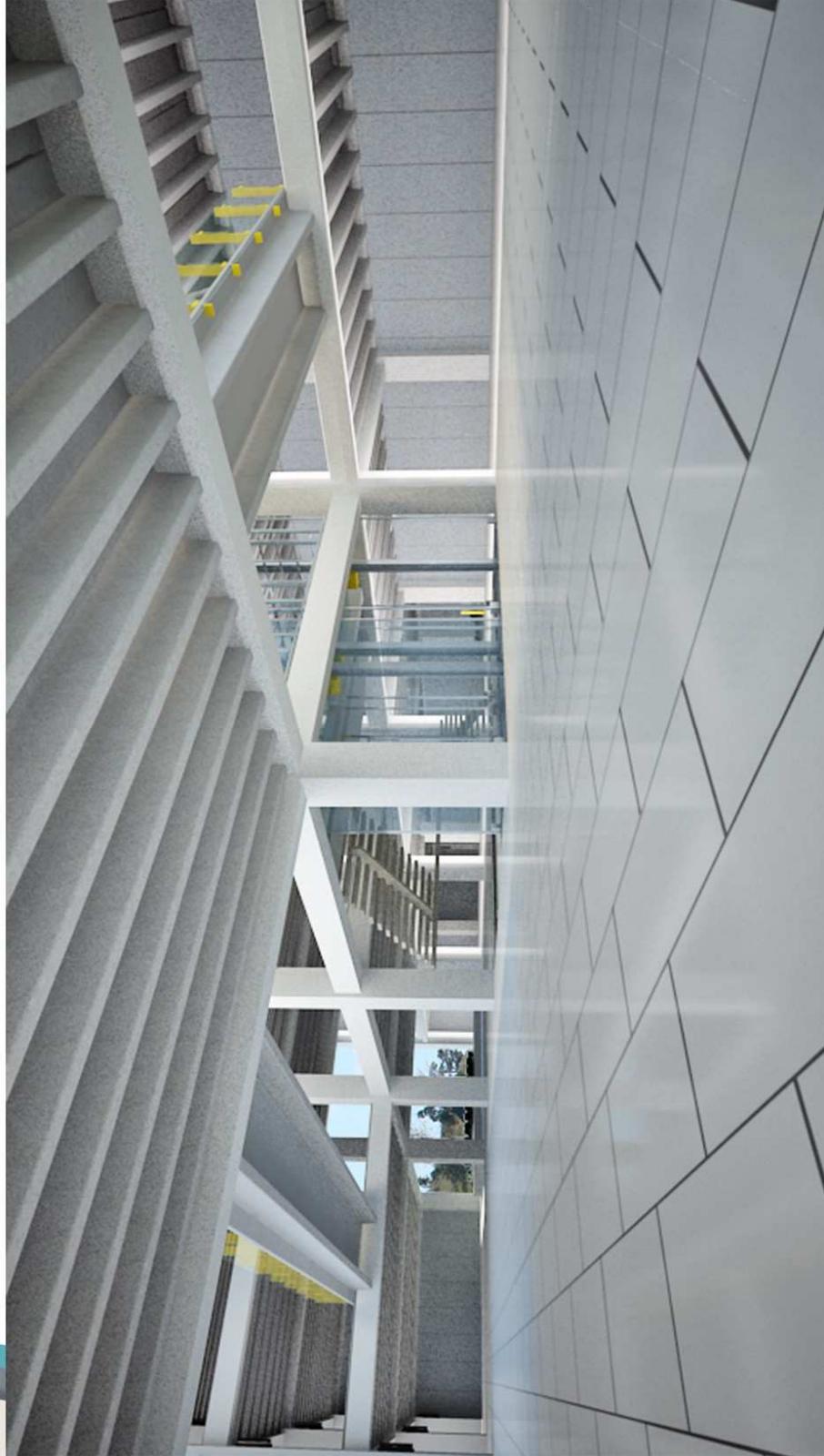
Pasarela peatonal Nivel 1
y losas con Doble T

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



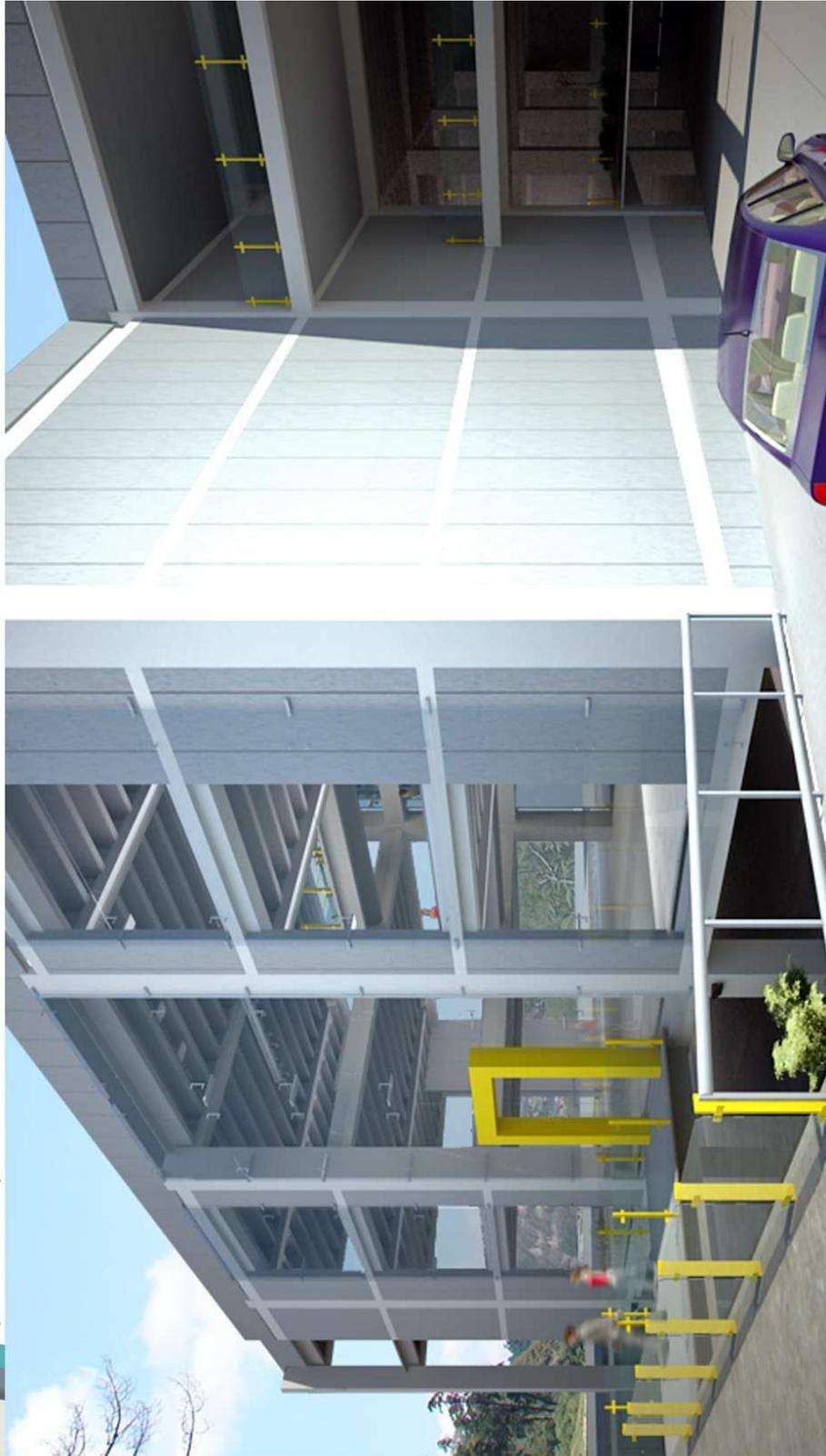
Pasarelas peatonales Nivel 1
y losas con Doble T

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



Rampa para ingreso vehicular
y muros de Spancrete

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



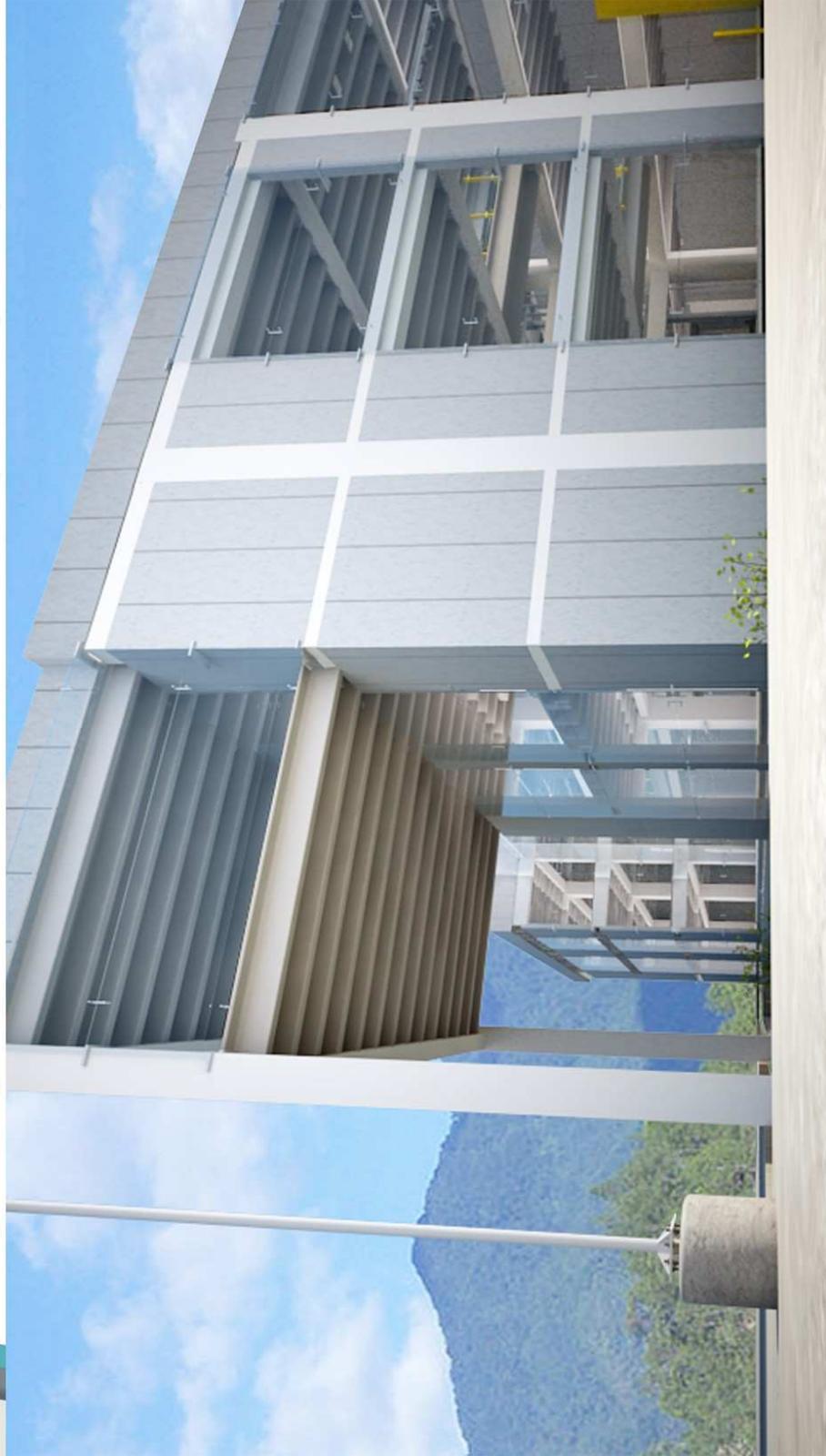
Jardín interior sobre Spancrete
y losas con Doble T

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



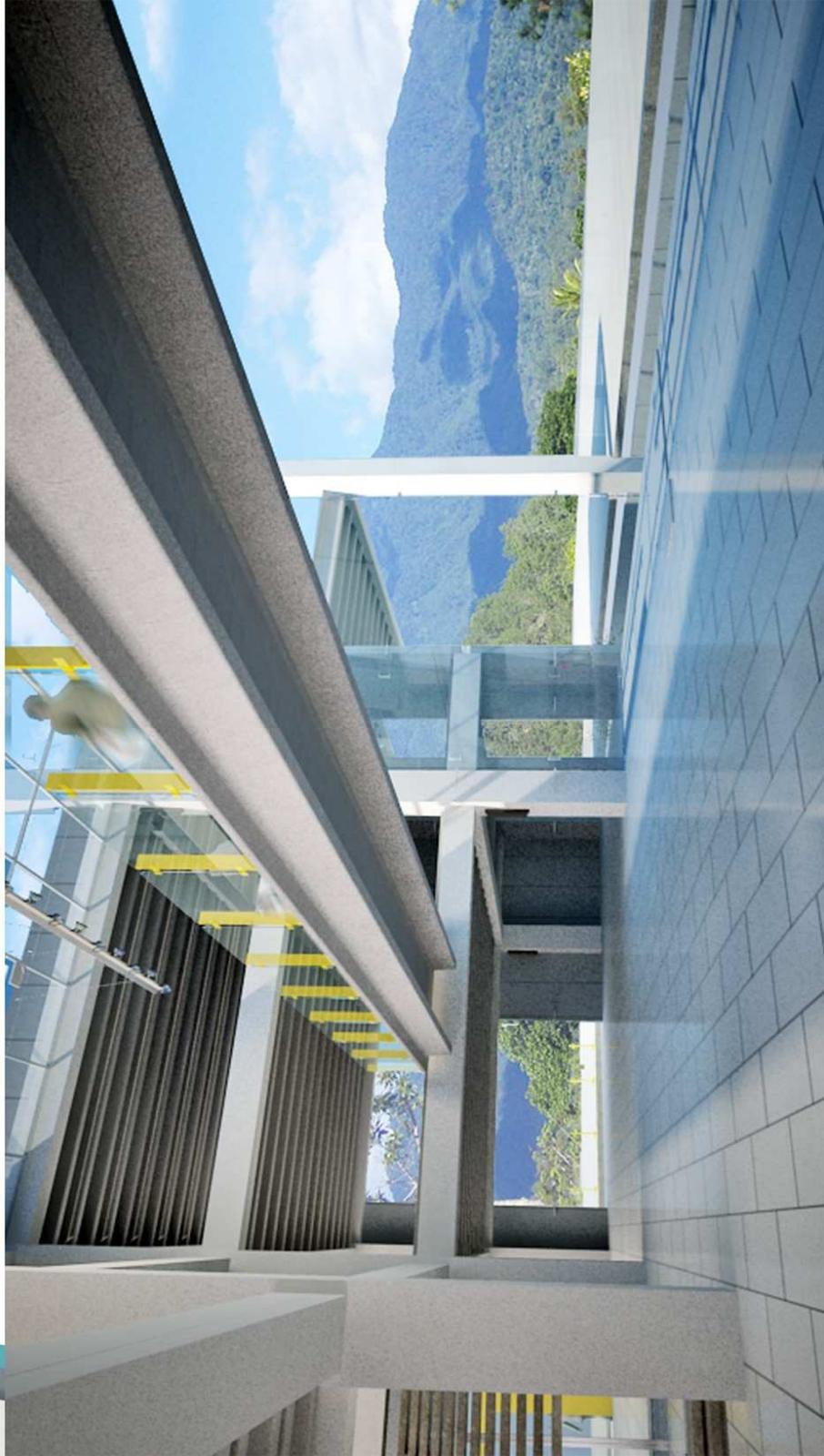
Voladizos con prefabricado
Doble T y muros de Spancrete

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



Pasarela peatonal nivel 1
y losas con Doble T

// Renders elaborados en su mayoría en obra gris
para visualización de prefabricados Spancrete y Doble T



10. COMPARATIVA DE COSTO Y TIEMPO SPANCRETE Y DOBLE T vs SISTEMA TRADICIONAL

La comparativa que a continuación se presenta es para losa a nivel de obra gris:

	COSTO m ²	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Sistema tradicional	Q. 425.00	45 días
Spancrete	Q. 600.00*	30 días
Doble T	Q.750.00**	30 días

* El precio incluye producción, transporte y montaje dentro del perímetro urbano.

** El precio incluye producción, transporte y montaje dentro del perímetro urbano.

El ahorro en tiempo de ejecución es de 1/3 de los prefabricados contra el sistema tradicional.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia darle al estudiante de arquitectura nuevas formas de soluciones constructivas, con las cuales pueda salir al mundo laboral y aplicarlas para demostrar que se encuentra a la vanguardia de las altas tecnologías empleadas por las grandes constructoras.
- La presente tesis eleva en gran manera el conocimiento para el uso de prefabricados, Spancrete y doble T, en proyectos de construcción; tanto para profesionales como estudiantes.
- Los planos desarrollados en el ejemplo de esta tesis sirven para que el profesional pueda tener una visión exacta de cómo se modula y construye con el Spancrete y la doble T.

- Esta tesis es un documento de apoyo para el estudiante universitario de la carrera de arquitectura, por lo cual se recomienda su uso en los cursos de construcción y cálculos estructurales de la Universidad de San Carlos de Guatemala y otras universidades.
- Esta tesis es un documento de apoyo para el estudiante universitario de la carrera de arquitectura, por lo cual se recomienda su uso en los cursos de construcción y cálculos estructurales de la Universidad de San Carlos de Guatemala y otras universidades.
- Se recomienda practicar en diferentes proyectos y diseños la modulación de prefabricados, especialmente Spancrete y Doble T. Para que el profesional sea capaz de desarrollar con prefabricados proyectos propios y renglones de trabajo.



12. GLOSARIO

ACI	La American Concrete Institute (ACI) es una de las organizaciones, líderes en el mercado del concreto. Esta trata los asuntos relacionados con el hormigón y el desarrollo de soluciones a los problemas. La ACI proporciona programas para certificar internacionalmente a los trabajadores e ingenieros, técnicos, supervisores e inspectores del hormigón, que incluyen el reconocimiento por medio a la credencial internacional de ACI, que reconoce ser especialista en hormigón.
ADITIVO	Sustancia que se añade a otras para mejorar sus cualidades, y se incorporan en la preparación de hormigones y morteros.
ANTISOL	Es un compuesto de curado, a base de emulsión cerosa, de color blanco, que al ser pulverizado sobre el hormigón fresco, se adhiere a la superficie de éste, formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de amasado y el secado prematuro del hormigón por efectos del sol y/o viento.
CAPITEL	Parte superior de una columna sobre el que se apoya el arquitebe o el arranque de un arco. Ensanchamiento del extremo superior de un soporte cuya función es soportar las cargas de una viga, losa, etc.
CARGA MUERTA	Carga vertical que significa la suma del peso propio de la estructura más todos los elementos permanentes del edificio. Se la denomina también carga permanente o con carga.
CARGA VIVA	Carga móvil externa situada sobre una estructura que incluye el peso propio de la estructura, el mobiliario, el equipamiento, las personas, etc., actuando verticalmente, por ello no incluye la carga del viento (horizontal). También se la denomina carga variable.
COLADO	La colada o vaciado es el proceso que da forma a un objeto al hacer entrar material líquido en un agujero o cavidad formado que se llama molde y dejar que se solidifique el líquido. Cuando el material se solidifica en la cavidad retiene la forma deseada. Después, se retira el molde y queda el objeto sólido conformado.
CORROSIÓN	Fenómeno por el cual la superficie de los metales se degrada por oxidación.
CORTANTE	Se dice del esfuerzo que ejercen las vigas hacia arriba en las zonas cercanas a los apoyos.
CURADO	Tratamiento que se da al hormigón, mortero, etc. después de su colocación a fin de mantener húmedas sus superficies, lo cual impide la rápida evaporación del agua de amasado. Esta tarea suaviza la retracción del material y evita su agrietamiento por desecación brusca.
DEFLEXIÓN	Deformación que sufre un elemento por el efecto de las flexiones internas.
DESAGREGACIONES	Desvincular, desunir, separar, disgregar, dispersar, segregarse, dividir.
DESCANTILLADO	Astillado.

DISGREGACIONES	Separar, esparcir, desunir, desarticular, descomponer, desintegrar, desmembrar, desparramar, disociar, dividir, repartir, desgranar.
DOSIFICADORA	Máquina industrial diseñada para extraer dosis exactas de algún tipo de producto para su posterior empaque, es decir que su uso evita desperdicio, agiliza el proceso productivo y garantiza al consumidor la cantidad exacta que está adquiriendo.
ENCOFRADO	Un encofrado es el sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares como el tapial antes de fraguar.
ESTIBA	Es el modo en que se acomodan o se apilan las piezas (pueden ser unas encima de otras).
EXTRUSIÓN	La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.
FALDONEAR	Colocar la formaleta lateral a las piezas en su fabricación.
FISURA	En general, rotura que aparece en cualquier material como consecuencia de la existencia de tensiones, externas o internas, superiores a la capacidad resistente del mismo, que se manifiesta en forma de hendidura o grieta longitudinal poco profunda y abertura menor a 1 mm. La fisura no trabaja, y si se la cierra con algún método simple no vuelve a aparecer.
GATO HIDRÁULICO	Equipos de trabajo formados por una central de presión y una serie de gatos o pistones hidráulicos que, dispuestos paralelamente, se utilizan para empujar de forma muy controlada (con movimientos de milímetros) elementos de gran peso, como estructuras de hormigón o metálicas.
GRADACIÓN	Proceso o cambio que tiene lugar, de forma creciente o decreciente, por grados sucesivos.
GRANULOMETRÍA	La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices. Pero para una medición más exacta se utiliza un granulómetro láser, cuyo rayo difracta en las partículas para poder determinar su tamaño.
HIPERESTÁTICA	Una estructura es hiperestática o estáticamente indeterminada cuando está en equilibrio pero las ecuaciones de la estática resultan insuficientes para determinar todas las fuerzas internas o las reacciones.
HORMIGÓN	El hormigón, concreto o cemento es un material compuesto empleado en construcción formado esencialmente por un aglomerante al que se



	añade: partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.
IZAJE	Levantar, cargar. Levantar las cargas para colocarlas en contenedores.
KSI	Ksi = Kilo libras / pulgada Cuadrada = 1000 Lb / in ² .
LOSA NERVADA	Las Losas Nervadas son un tipo de losa que, como su nombre lo indica, están compuestas por vigas a modo de nervios que trabajan en colaboración ofreciendo gran rigidez.
LUZ	Distancia libre entre dos soportes contiguos, especialmente de un vano en una estructura porticada.
MAMPOSTERÍA	Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser, por ejemplo: ladrillos, bloques de cemento, prefabricados, piedras talladas en formas regulares o no.
MEZCLADORA	Se denomina mezcladora o agitadora a la herramienta de obra que permite batir materiales líquidos, tanto fluidos como espesos, a gran velocidad. Esta herramienta posee una protección para evitar las salpicaduras.
MUERTO	Contrapeso que se coloca en la infraestructura cuando se va a fabricar un pretensado.
NORMAS ASTM	ASTM significa "American Society for Testing and Materials" (Sociedad Americana para pruebas y materiales). Es una organización para el desarrollo de normas sobre características y comportamiento de materiales, sistemas, productos y servicios y la promoción del conocimiento relacionado. Son normas de los Estados Unidos pero de uso internacional que dan requerimientos sobre máquinas, equipos y patrones empleados en ensayos.
OQUEDES O COQUERAS	Espacio vacío dentro de un cuerpo sólido. Huevo producido en un material compacto de forma natural o artificial.
PANDEO	Deformación lateral curva de un elemento estructural comprimido por un exceso de carga.
PARABOLOIDE HEPERBÓLICO	Superficie creada a partir de una parábola con la concavidad hacia abajo que se desliza a lo largo de la otra con la concavidad hacia arriba.

PATOLOGÍA	<p>En el ámbito de la construcción se denomina patología a aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura.</p> <p>Según a qué área de la construcción afecten pueden clasificarse como: Patologías de los acabados o lesiones menores.</p> <p>Patologías de los suelos en las que el comportamiento del suelo puede generar lesiones en el edificio.</p> <p>Patología de los elementos estructurales del hormigón que son las debidas a los esfuerzos no controlados.</p> <p>Para poder diagnosticar correctamente una patología primero debe conocerse el origen que causa la misma, de este modo podrá encontrarse la solución óptima para su reparación.</p>
PERALTE	<p>Significa ligeramente curvado o inclinado. La palabra peralte se utiliza normalmente para describir un tipo de arco o viga. En la construcción, hay muchos diferentes tipos de arcos y vigas. Lo que distingue a un peralte es su ligera curva hacia arriba. Los peraltes se utilizan en ventanas, puertas interiores y dispositivos estructurales como vigas y arcos.</p>
PLATINA	<p>Placa de metal plana; hoja de acero comercial.</p>
PSI	<p>Se denomina PSI (del inglés Pounds per Square Inch) a una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada.</p>
PUNZONAMIENTO	<p>Fallo de un firme bajo el efecto de una carga directa excesiva, que ocasiona un hundimiento localizado del firme en el punto de carga.</p>
RASANTE	<p>Línea que define la inclinación o pendiente de una calle, camino, terreno u obra en general, respecto al plano horizontal.</p>
SEGREGACIONES	<p>El término segregar hace referencia a apartar, separar a alguien de algo o una cosa de otra.</p>
SILO	<p>Se denomina Silo al recipiente metálico donde se almacenan los áridos que luego serán hidratados para convertirse en hormigón o mortero. Es de capacidad variable, y puede conectarse a una Bomba Mezcladora.</p>
TALUD	<p>Parte inclinada de un muro, una pared o un terreno.</p>
TORÓN	<p>Es un conjunto de alambres, que se sujetan firmemente en forma helicoidal; generalmente se fabrican en conjuntos de siete alambres. Por medio de este sistema se obtiene un elemento constructivo de propiedades mecánicas superiores al alambre común, sobre todo mejora la adherencia, debido a las estrías que lo conforman.</p>
TRABE	<p>Viga de madera, cemento u otro material que sirve para reforzar y darle firmeza a una construcción; en particular para sostener techos, muros o la parte superior de las ventanas.</p>

13. BIBLIOGRAFIA

- **PCI DESIGN HANDBOOK**, Precast and prestressed concrete, Cuarta edición. P.E. Speyer, Irwin J.; P.E. Shaikh, A. Fattash.
- **PRESTRESSED CONCRETE ANALYSIS AND DESIGN FUNDAMENTALS**. Naaman, Antoine E.
- **PLANT – CAST, PRECAST AND PRESTRESSED CONCRETE, a design guide**, Tercera edición. Sheppard, David A.; Phillips, William R.
- **INTRODUCCIÓN AL CONCRETO PREENFORZADO**. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Allen A. H.
- **CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREENFORZADO**. Biblioteca Limusa para la industria de la construcción. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Gerwick, Ben C. Jr.
- Brochure de productos prefabricados **Copreca, S.A.**
- www.copreca-ca.com
- www.precon.com.gt
- www.spancrete-sma.com/products.php
- www.construmatica.com//construpedia//diccionario de la construcción
- www.diccionarioconstrucion.coag.es
- www.arqhys.com/construcciones
- www.constructorcivil.org

Guatemala, noviembre 19 de 2014.

Señor Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala
Arq. Carlos Valladares Cerezo
Presente.

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que con base en el requerimiento del estudiante de la Facultad de Arquitectura: **DARWIN RENÉ SANTIZO GARCÍA**, Carné universitario No. **2001 12071**, realicé la Revisión de Estilo de su proyecto de graduación titulado: **PREFABRICADOS DE CONCRETO PREESFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T Y SU USO EN LOSAS Y MUROS APLICADOS A LA ARQUITECTURA**, previamente a conferírsele el título de Arquitecto en el grado académico de Licenciado.

Y, habiéndosele efectuado al trabajo referido, las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida, por lo que recomiendo darle continuidad a los trámites correspondientes, antes de que se realice la impresión de dicho documento de investigación.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,



Lic. Maricella Saravia
Colegiada 10804

Lic. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10,804

Profesora Maricella Saravia de Ramírez
Licenciada en la Enseñanza del Idioma Español y de la Literatura
Especialidad en corrección de textos científicos universitarios

Teléfonos: **3122 6600** - 5828 7092 - 2232 9859 - 2232 5452 - maricellasaravia@hotmail.com



**PREFABRICADOS DE CONCRETO PREENFORZADO: SPANCRETE Y DOBLE T
Y SU USO EN LOSAS Y MUROS
APLICADOS A LA ARQUITECTURA**

Proyecto de Graduación desarrollado por:

Darwin René Santizo García

Asesorado por:

Arq. Juan Luis Morales

Arq. Gabriel Barahona

Arq. Leonel De La Roca

Imprímase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Decano